

## ココヤシチップがエンサイ (*Ipomoea aquatica* Forsk.) の生長とミネラルに及ぼす影響

Pham Nguyen To QUYEN\*<sup>1)</sup>・井上直人<sup>1)</sup>・田中哲平<sup>1)</sup>・佐々木大<sup>2)</sup>・矢口直輝<sup>3)</sup>

\*<sup>1)</sup>信州大学農学部, 〒399-4598南箕輪村8304,

<sup>2)</sup>青森県産業技術センター農林総合研究所,

<sup>3)</sup>長野県野菜花き試験場

### 要 約

ポリフェノールなどの有機成分を緩やかに溶出するココヤシチップを用いて、木質バイオマスからの水溶性有機物がエンサイの成長および必須ミネラルの吸収に及ぼす影響を水耕条件で調査した。ココヤシチップを水耕養液に添加した区（ココヤシ区）と比較対照として水耕養液を用いた区（対照区）の2区を設定した。ココヤシ区は対照区に比べ、葉面積は約3倍、比葉面積は約2.5倍となった。ミネラル分析において、ココヤシ区はCu, Zn含有率及び光障害耐性の指標（Cu+Zn）/Mg比が対照区より有意に高くなった。これらのことから、ココヤシチップは、光障害に対する耐性を高め、葉の老化を抑制している可能性が示唆された。

キーワード：エンサイ, ココヤシチップ, 養液栽培, ミネラル

### 緒 言

エンサイはヒルガオ科サツマイモ属の熱帯の有用資源で、中国や東南アジアなどの湿地で広く食用として栽培されている（小山 1984）。その葉の成長は、培地の栄養条件によって大きな影響を受けることが知られている（太田ら 2003）。

前報では、ココヤシチップを用いてエンサイの成長が促進できることを報告した（Quyênら, 2014）。前報で用いたココヤシチップは、タンニン含有率を低下させるために圧搾の後に鉄資材とともに水中に放置し、圧搾を反復したのちに乾燥して製造されたものであり（豊根實1994）、ココヤシチップからの鉄分の溶出が考えられたため、エンサイがFeを吸収し、成長が促進されているのではないかと考察した。また、この素材が微量ミネラルの供給源となり、葉の老化を抑制している可能性も考えられた。しかしながら、葉身における、微量ミネラルについて分析しておらず、詳細は不明であった。

そこで本研究では水耕液へのココヤシチップの添加がエンサイのミネラル含有率と成長に及ぼす影響を調査した。

### 材料および方法

供試品種として、タキイ種苗株式会社のエンサイ

受付日 2015年1月9日

受理日 2015年2月2日

（空芯葉、あさがおな）を使用した。発芽をそろえるため、エンサイの種皮に傷を付け、3日間水道水に浸漬した。発芽した種子を、培養土を充填した12cm黒ビニルポットに植え付け、子葉が完全に展開するまで植物育成用蛍光灯下（「ビオルックスA」, 40W, NEC）で成長させた。成長したエンサイを、上位から本葉が5枚目の位置で切り取り、サンプルとし、さらにそのサンプルの最下本葉を切り取って、水にさし7日間の根出し処理を行った。7日目に、発根した植物を養液栽培システムに移動した。

ココヤシチップを水道水とハイポニカ液肥A・B液の1000倍希釈とした水耕養液に添加した区（ココヤシ区）は、ココヤシチップ（「あく抜きペラボン」14mm角のチップ、株式会社フジック、日本）を15ℓ当たり100g添加した。

対照区として、水耕養液を用いた区を設けた。各処理区には、水15ℓに15mlの液体肥料（「ハイポニカ液肥A・B液2本組」, 協和株式会社）を添加し、1000倍希釈とした養液を用いた。養液の殺菌は循環ポンプにより水を流動させ、UV-C（「流水式 紫外線殺菌灯」, UVC 6W, 環境テクノス）によって行った。養液は週に2度、新しいものと交換した。エンサイの栽培はすべて暗室内で行い、室温は27°C恒温にした。光源には植物育成用蛍光（「ビオルックスA」, 40W, NEC）を用いて、光強度が植物体の頂端部でPPFD 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ となるよう調節し、14時間明期条件下で栽培した。実験配置は2

第2表 各処理区におけるミネラル含有量の比較

(ppm)	ココヤシ区		対照区		p
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
K	12.007	± 1.687	12.483	± 0.426	n.s.
Ca	2.08	± 0.31	3.24	± 0.17	**
Na	0.531	± 0.220	1.117	± 0.387	**
Cl	2.307	± 0.481	3.283	± 0.471	**
S	1.106	± 0.15	1.147	± 0.156	n.s.
P	1.079	± 0.169	0.674	± 0.077	**
Mg	0.577	± 0.092	0.819	± 0.066	**
Fe	0.090	± 0.034	0.099	± 0.030	n.s.

\*\*は1%水準で有意であり, n.s.は有意でないことを示す。

第1表 ココヤシチップが成長に及ぼす影響

形質	処理区		p
	ココヤシ	対照	
草丈 (cm)	47.6	35.2	**
茎径 (mm)	8.0	6.1	**
茎重 (FWg)	6.9	3.5	**
葉重 (FWg)	5.3	3.5	*
葉面積 (cm <sup>2</sup> )	104.7	35.4	*
比葉面積 (cm <sup>2</sup> /g)	215.9	78.8	n.s.

\*, \*\*はそれぞれ5%, 1%水準で有意であることを示す。

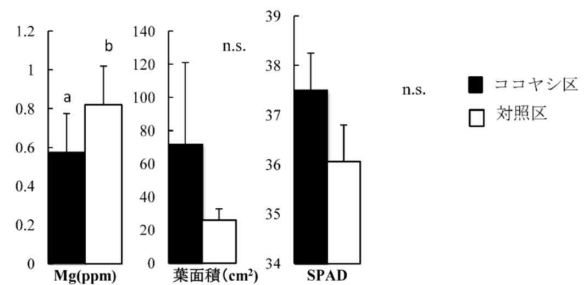
反復乱塊法で, 1区当たり6個体とした。養液栽培システムに移動してから2週間後に, 草丈, 葉数, 茎径, 新鮮重, 乾物重, SPAD値および葉面積を計測し, 葉に含まれるミネラル含有率を分析した。

葉のミネラルはエネルギー分散型蛍光X線分析装置(リガク, EDXL 300)を用いて, 測定モードは散乱線FD法で分析した。エンサイの葉乾物を粉砕機で微粉化して試料とし, 専用試料セルの片側X線分析用高分子フィルムを張り, 試料2gを試料セルに充填した。この試料セルを清浄な台の上で数回タッピングした後, 装置内の試料交換機にセットし, 分析を行った。

### 結果および考察

第1表に生育調査の結果を示した。草丈, 茎径, 茎重, 葉重は対照区に比べ, ココヤシ区が有意に高い値を示し, 成長量が大きくなった。また, ココヤシ区は対照区に比べ, 葉面積は約3倍, また葉の乾物重当たりの葉面積(SLA:比葉面積)は約2.5倍となった。この結果より, ココヤシ区における, 葉面積が拡大し, 葉が薄くなり, 葉肉細胞の比率が高まったことが推察された。

各処理区における必須ミネラル含有量の分析結果



第1図 各処理区におけるMg含有量, SPAD値と葉面積の関係

異符号間に1%水準で有意差あり, n.s.は有意でないことを示す。エラーバーは標準誤差を示す。

を第2表に示した。ココヤシ区における, Na含有率は対照区に比べて約1/2になり, Mg, Ca, PおよびClの含有率もココヤシ区が有意に低くなった。その他のK, S, Feの含有率もココヤシ区がやや低い値を示した。このことから, ココヤシチップを作るために, 製造時に鉄資材を用いているが, これによるFe供給量は期待できないと考えられた。

著者らは, 前報でココヤシチップを加えた養液中に水溶性の有機物が多く, ココヤシ区で対照区よりポリフェノール総量が多いことを明らかにしている(Quyenら, 2014)。ココヤシ区では養液中に多くの還元物質が流動し, Na<sup>+</sup>やMg<sup>2+</sup>などの陽イオンの結合物質が増加して, エンサイのミネラル吸収量が低下したと推察された。

各処理区におけるMg含有量, SPAD値と葉面積の比較を第1図に示した。ココヤシ区でMg含有量は有意に低くなったが, 葉面積は有意に高くなった。また, SPAD値は有意差が見られなかった。これらのことから, クロロフィルの中心であるMgを多く含む葉肉細胞に対して, 葉脈などの細胞の割合がココヤシ区で高いことが示唆された。

ココヤシ区で対照区に比べ, Mgの含有率が低くなったが, CuとZnの含有率は対照区より約2倍

第3表 Mg と (Cu+Zn) 比の光障害耐性指数

(ppm)	ココヤシ区		対照区		P
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
Cu	0.0043	± 0.0018	0.0029	± 0.0004	n.s.
Zn	0.021	± 0.007	0.012	± 0.002	**
(Cu+Zn) /Mg	0.048	± 0.019	0.019	± 0.001	**

\*\*はそれぞれ1%水準で有意であり, n.s.は有意でないことを示す。

高い値になり, Zn において有意差が見られた (第3表)。地上植物の葉緑体内では, 銅と亜鉛を活性中心にもつ Cu/Zn SOD (スーパーオキシドディスムターゼ) が多量に存在していることが知られている (Marschner, 1995)。SOD 物質は酸化ストレスを減少させる役割を持っていることが知られているので, Mg に対して Cu/Zn SOD が多ければ多いほど, 当然のことながら植物には光障害に強くなるのではないかと考えられた。そのため, (Cu+Zn) / Mg の値を計算した。ココヤシ区における, (Cu+Zn) /Mg の値が対照区より約2.5倍高くなり, 有意に高かった。本実験では, 対照区において SPAD 値に統計的な有意差は無かったが, 葉の黄化が観察された。このことから, エンサイはココヤシチップを用いることで光障害耐性が高まったと推察された。

今後はココヤシチップが成長に及ぼす植物栄養学的なメカニズムを明確にし, 特に乾物生産や Na の吸収量の差が大きかったことから, Na 塩に対する反応を検討し, 乾物生産や葉・茎の形態形成に及ぼすミネラルの吸収の影響について考察する予定である。

## 謝 辞

本研究を行うにあたり, 化学分析にご協力をいただいた長野県野菜花き試験場の矢口直輝氏, 斎藤龍司氏, 出澤文武氏に心より感謝申し上げます。ありがとうございました。

## 引用文献

- Cakmak, I. and Ernest, A.K. 2008. *Physiol, Plant.*, 133, 692-704.
- Marschner, H. 1995 *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2nd ed., Academic Press.
- 小山鐵夫1984. 資源植物学: 研究方法への手びき. 講談社 (東京), p.161-164.
- 太田綾子ら 2003. 日本熱帯農業学会 熱帯農業研究 47: 2: 19-20.
- Pham Nguyen To Quyen・井上 2014. 北陸学会報 49: 28-31.
- 佐々木大ら 2011. 北陸作物学会報 46: 96-98.
- 豊根實1994. 低タンニン植え込み材料及びその製法, 特開平6-62657.

## Effects of coconut palm chips on the growth and mineral composition in water spinach (*Ipomoea aquatica* Forsk.)

QUYEN, Pham Nguyen To<sup>\*1)</sup>, Naoto INOUE<sup>1)</sup>, Teppeï TANAKA<sup>1)</sup>, Futoshi SASAKI<sup>2)</sup> and Naoki YAGUCHI<sup>3)</sup>

(\*1) Shinshu University, Minamiminowa Nagano, 399-4598 Japan

<sup>2)</sup>Aomori Prefectural Industrial Technology Research Center

<sup>3)</sup>Nagano Vegetable and Ornamental Crops Experimental Station)

## Summary

Water culture experiments were conducted to clarify the effects of organic matters eluted from coconut palm chips on the growth and essential mineral content of water spinach. The chips were processed to reduce tannins and then added to the circulated culture solution (coconut palm plot: C). A comparative plot of culture solution (W) versus C was examined. Copper and zinc levels and the Mg / (Cu+Zn) ratio increased in C compared to W. In addition, the leaf area and specific leaf area per plant in

C was 3 times and 2 times larger respectively, compared to the plants in W. These results suggested that coconut palm chips increased the tolerance of plants to light and decreased leaf senescence.

**Key words :** Coconut palm chip, Mineral, Water culture, Water spinach