

短 報

わい化剤の根域への処理が多肉植物の生育に及ぼす影響

牧田真歩, 成瀬友美, 元場遼人, 岡本達哉, 可知諭, 舟木蓮, 吉金秀人, 堀部貴紀

中部大学応用生物学部

要 旨

多肉植物は室内で栽培管理されることが多く、植物体の徒長が観賞価値を損ない問題となっている。本研究では、多肉植物の徒長抑制および品質向上を目的として、光強度とジベレリン生合成阻害剤(わい化剤)が多肉植物(オボロヅキおよびメイゲツ)の生育に及ぼす影響について調査した。その結果、光強度がオボロヅキとメイゲツの伸長生長に強く影響すること、また根域へのわい化剤処理が両種の伸長生長抑制に有効であることが明らかとなった。わい化剤の根域への処理は、他の多肉植物においても徒長抑制のための有効な手段となることが期待される。

1. はじめに

「多肉植物」とは葉、茎あるいは根の中に貯水組織が発達して多肉化した植物の総称である(平尾・児玉, 1999)。つまり多肉植物(succulents)とはいわゆる園芸用語で国際的な定義がないため含まれる植物種は国によっても変化するが、一般に50科15000万種程の植物を含むと考えられている(平尾・児玉, 1999)。多肉植物の多くは観賞用植物として親しまれている。しかしながら販売店や家庭で栽培する際、伸長生長が盛んになり茎が細長い姿になる「徒長」という現象が問題となっている(国際多肉植物協会, 2017; Hewitt, 1993)。これまでトマトなど園芸作物の苗の徒長防止として、接触刺激によりエチレングスを発生させて抑制する方法(Garner and Bjorkman, 1997)、塩ストレスをかけて抑制する方法(藤原ら, 2003)、紫外線照射による方法などが提案されている(裴ら, 2003; 林田ら, 2004)。また鉢物や花きでは、ウニコナゾールPなどのジベレリン生合成阻害剤によるわい化が報告されている(大塩ら, 1990)。

本研究では多肉植物の徒長抑制を目指し、まず光強度と多肉植物の徒長との関係を調査し、次にジベレリン生合成阻害剤の根域処理が生長に与える影響を評価した。

2. 材料と方法

本研究では観賞用の多肉植物であるオボロヅキ(*Graptopetalum paraguayense*)とメイゲツ(*Sedum adolphii*)を供試した。実験に使用した植物は全て、愛知県春日井市の生産農家(後藤サボテン)で購入した。ジベレリン生合成阻害剤としてスミセブン(住友化学株式会社)を使用した。スミセブンは有効成分としてウニコナゾールPを含み、わい化剤として市販されている。ジベレリン生合成阻害剤は、いくつかの種類が開発されており、そのひとつウニコナゾールPはわい化剤として開発され、比較的多くの植物にわい化作用を示すジベレリン生合成阻害剤である(泉ら, 1989; 大塩ら, 1990)。

2-1. 光強度が生育に与える影響

多肉植物はインドアプランツとして楽しめる事が多いため、日照不足が徒長の主な原因だと考えられているが、光量と多肉植物の伸長生長との関係性を調べた報告は少ない。本実験では光強度が植物の伸長生長に及ぼす影響を評価するため、弱光区(PPFD: 2.5~3.5 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)と強光区(PPFD:40 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)において12週間の栽培試験を行った。光源には蛍光灯を使用し、日長は12時間明期/12時間暗期に設定した。弱光区では照明を黒ビニール袋で覆い遮光することで光強度を

調節した。植物体は赤玉土で充たした 15 号サイズのプラスチックポットに定植した。定植に用いる個体は、購入後に根元付近をハサミで切り、1 週間程度切り口を乾燥させた後に新鮮重を測定して定植した。栽培試験は恒温室内(23°C)にて実施し、定期的に草丈を計測した。灌水は、週に 1 度十分量(鉢の下から水が溢れるまで)の水道水を与えた。また栽培試験終了日(12 週後)に地上部の新鮮重を計測した。

2-2. 水耕液へのジベレリン生合成阻害剤処理

わい化剤(ジベレリン生合成阻害)は地上部に噴霧処理されるのが一般的である。しかし予備的に複数の多肉植物を用いて噴霧処理を行ったが表皮ではじかれてうまく付着せず、徒長抑制効果は認められなかった(データ未掲載)。これはサボテンを含む多肉植物の多くが厚いクチクラ層やワックス成分を有するためではないかと推察される(Nobel, 1999)。そこで根域へのジベレリン生合成阻害剤処理が有効ではないかと考え、水耕栽培の水耕液にジベレリン生合成阻害剤を添加し栽培試験を行った。水耕栽培はプラスチック容器(縦 32×横 19.5×高さ 9.8 cm)に 4L の水耕液を満たし、そこにスポンジと発泡スチロールを用いて植物体を固定して実施した。液肥には OAT ハウス A 処方(OAT アグリオ株式会社)を用い、濃度は推奨濃度の 1/3 となるように設定した。また栽培試験にはジベレリン生合成阻害剤であるスミセブンを 1/100 倍希釈となるように水耕液に加えた GA 阻害剤 1/100 区と、ジベレリン生合成阻害剤を加えない control 区の 2 処理区を設けた。定植に用いる個体は、購入後に根元付近をハサミで切り、1 週間程度切り口を乾燥させた後に新鮮重を測定して定植した。栽培試験は恒温室内(23°C)にて実施し、定期的に草丈を計測した。また栽培試験終了日(9 週後)に地上部の新鮮重を計測した。

2-3. ポット栽培におけるジベレリン生合成阻害剤処理方法の検討

土壌を用いたポット栽培において、根域へのジベレリン生合成阻害剤処理が生育に及ぼす影響を調査した。阻害剤の処理方法には、①一定量の灌水による処理(灌水区)と②アンプルによる連続処理(アンプル区)の 2 種類を用意した。灌水区では栽培試験開始時にスミセブン希釈溶液(1/100)を鉢全体に 200 mL 与え、その後は他の処理区と同様に週に 1 度鉢の下から水が溢れるまで水道水を与えた。アンプル区では、スミセブン希釈溶液(1/10 および 1/100)を市販のアンプルに 40 mL 入れ、そのアンプルを栽培試験開始時に鉢の中心に挿し、試験終了まで維持した。これらにスミセブン処理を行わない区(control 区)を加えた 4 処理区(control 区, アンプル 1/10 区, アンプル 1/100 区, 灌水 1/100 区)にて栽培試験を行い、生育を調査した。定植に用いる個体は、購入後に根元付近をハサミで切り、1 週間程度切り口を乾燥させた後に新鮮重を測定して定植した。定植後 2 週間は PPFD が 35 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, 12 時間明期/12 時間暗期の蛍光灯下で発根するまで栽培を行った。その後、灌水およびアンプルによるジベレリン生合成阻害剤処理を行い、弱光条件下(PPFD: 2.5~3.5 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, 12 時間明期/12 時間暗期)にて 15 週間栽培試験を行った。栽培試験は恒温室内(23°C)にて実施し、定期的に草丈を計測した。また栽培試験終了日に地上部の新鮮重を計測した。

3. 結果と考察

草丈および新鮮重は実験開始日の値を 100 とした相対値(相対生長率および相対新鮮重)を求め図示した。また徒長程度の指標として実験終了日の重さ(g)を実験終了日の草丈(cm)で割った値を求め図示した。この値は植物体の草丈 1cm 当たりの新鮮重(g)を示しており、この値が低いほど徒長程度が高いと考えられる。

3-1. 光強度が生育に与える影響

図 1 に実験開始時と終了時の植物体の様子を示した。オボロヅキとメイゲツの両種において、弱

光条件下では植物体が細長い草姿となり徒長の様相を示している。草丈の相対生長率の変化を図2に示した。オボロヅキとメイゲツの両種において、草丈は実験期間を通して増加していた。弱光区と強光区とを比較をすると、実験終了時(12週後)の草丈の相対生長率はオボロヅキでは弱光区で強光区に比べて有意に高くなった(図2A)。一方メイゲツでは両区間では処理開始3週後を除いて有意な差は認められなかった(図2B)。次に栽培試験期間における地上部新鮮重の変化(相対新鮮重)を比較すると、両種において強光区において弱光区よりも値が大きくなった(図3)。これらの結果は光強度が両種の伸長生長や新鮮重の増加量に強く影響すること、またそれらの作用には種間差があることを示している。徒長の指標として、草丈、節間長、節間数、葉数、茎の直径などが多くの園芸作物で用いられている(鈴木・小池, 2002; 鈴木ら, 2011; 山口ら, 2014)。しかし多肉植物には節間長の狭いロゼッタ型の草姿をした種も多く、節間長や茎の直径などは測定が困難なことも多い。多肉植物の徒長とは「茎が細長い草姿になる現象」を示す言葉として一般的に用いられている(国際多肉植物協会, 2017; Hewitt, 1993)。そこで本研究では植物体の草丈1 cm 当たりの新鮮重(g/cm)を算出した。これは徒長の指標として広く用いられている尺度ではないが、多肉植物の徒長を示す指標の1つとして利用できると著者らは考えた。

植物体の草丈1 cm 当たりの新鮮重を算出すると、その値は両種において弱光区で有意に小さくなった(図4)。この結果は弱光区において植物体が強光区に比べて細長い草姿になっていることを示している。つまり従来考えられていたように、上記の結果は日照不足が植物体の伸長生長や草姿に強く影響し、徒長の主要な要因の1つになりうる事を示している。また本研究の主たる目的は多肉植物の徒長を抑制することである。本実験で使用了弱光条件(PPFD: 2.5~3.5 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)はオボロヅキの徒長誘導に有効であると考えられる。メイゲツでは草丈1 cm 辺りの重量では処理区間

で有意な差が認められたが(図4B)、徒長の指標の1つである草丈については有意な差が認められなかった(図2B)。従って弱光区と強光区とで植物体の重量や草姿に差は生じたが、弱光で徒長が誘導されたとは言い切れない。今後、節間長や葉の発生数など、他の徒長指標加えてを比較する必要がある。また本実験で観察されたように、弱光条件に対する反応には多肉植物の間でも種間差があると思われる。従って本実験により全ての多肉植物において弱光(日照不足)が徒長の原因になるとは断言できず、多肉植物全般の生長と光環境との関係性について考察するにはより多くの種を用いた試験が必要である。

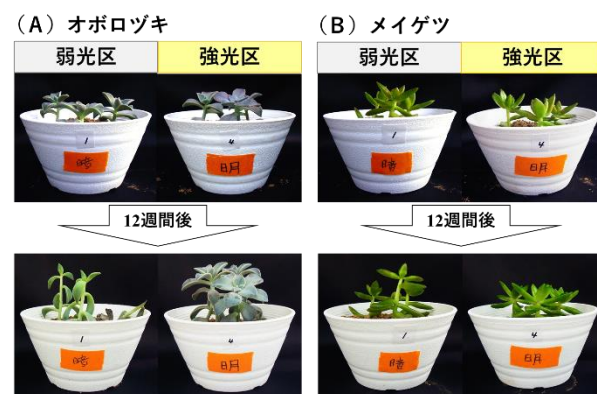


図1 栽培試験開始時と終了時の様子

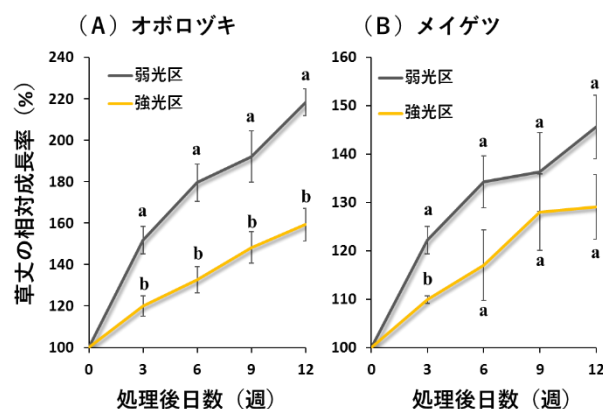


図2 草丈の相対成長率の変化。

異なる英小文字は各週でt検定において5%水準で有意差あり(n=3)。

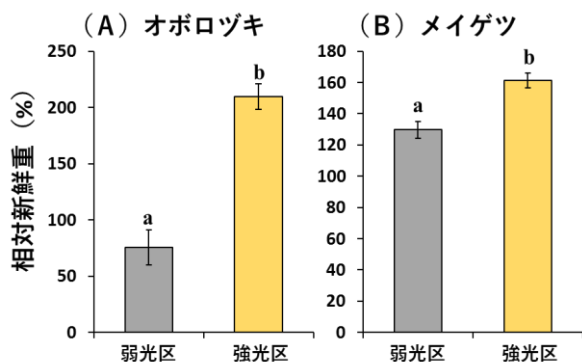


図3 栽培試験終了時の相対新鮮重(試験開始日の地上部新鮮重を100とした).

異なる英小文字は処理区間でt検定において5%水準で有意差あり(n=3).

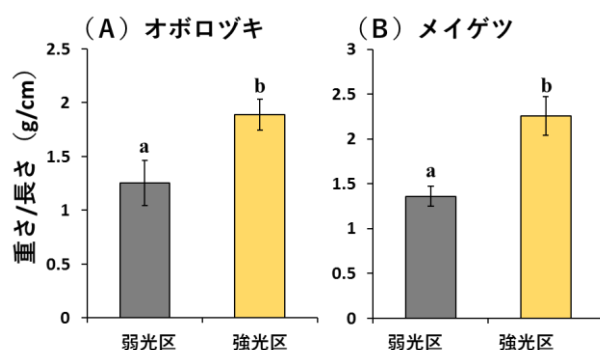


図4 栽培試験終了時における植物体の重さ(新鮮重)と長さの比率.

異なる英小文字は処理区間でt検定において5%水準で有意差あり(n=3).

3-2. 水耕液へのジベレリン生合成阻害剤処理

図5に実験開始時と終了時の植物体の様子を示した. オポロヅキとメイゲツの両種において, GA阻害剤 1/100 区でコントロール区よりも草丈が小さくなっているように見える. 草丈の相対生長率の変化は, 両種において処理開始6週以降でGA阻害剤 1/100 区でコントロール区よりも値が有意に小さくなった(図6). また相対新鮮重もGA阻害剤 1/100 区でコントロール区よりも値が有意に小さくなった(図7). これらの結果はスミセブン(ジベレリン生合成阻害剤)処理により両種の生長が抑制された事を示している. 次に徒長の指標として植物体の草丈 1 cm 当たりの新鮮重を算出する

と, オポロヅキではGA阻害剤 1/100 区でコントロール区よりも値が有意に高くなったが, メイゲツでは両区間で有意な差は認められなかった(図8). この結果はオポロヅキではGA阻害剤 1/100 区の個体がコントロール区に比べ太くなったことを示している(徒長抑制). 以上の結果は, ジベレリン生合成阻害剤処理により両種とも生長が阻害されたが, 草姿への影響が異なったことを示していると考えられる. つまりオポロヅキでは伸長抑制と同時に茎葉が太くなった(徒長抑制)が, メイゲツでは茎葉が太くなることはなく全体的に生長が抑制された(生長抑制)ものと思われる.

本実験により, 水耕栽培液へのジベレリン生合成阻害剤処理は両種の伸長生長を阻害すること, また作用には種間差があることが明らかとなった. また本実験の結果から, 根域へのジベレリン生合成阻害剤処理は多肉植物の徒長抑制や伸長生長抑制に有効である可能性が示唆された.

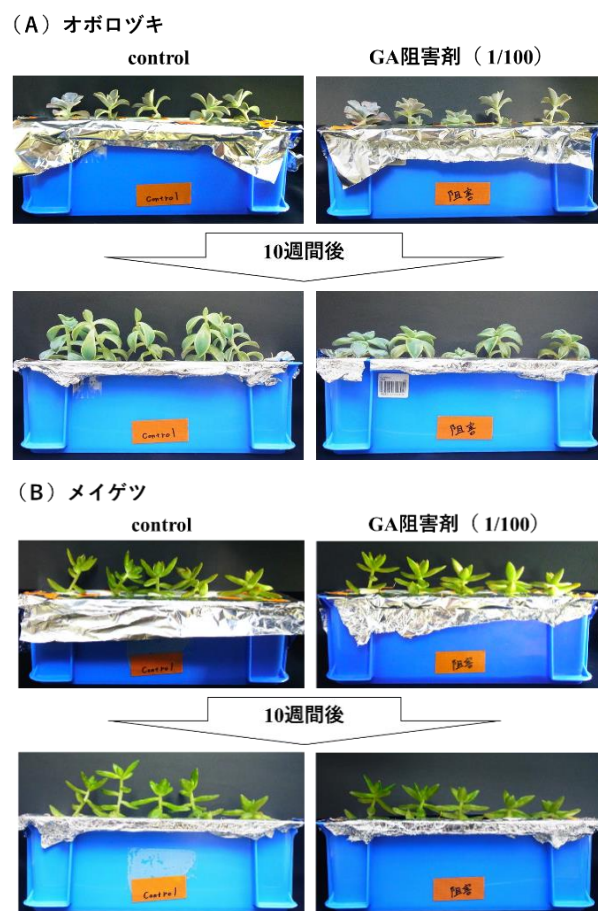


図5 栽培試験開始時と終了時の様子

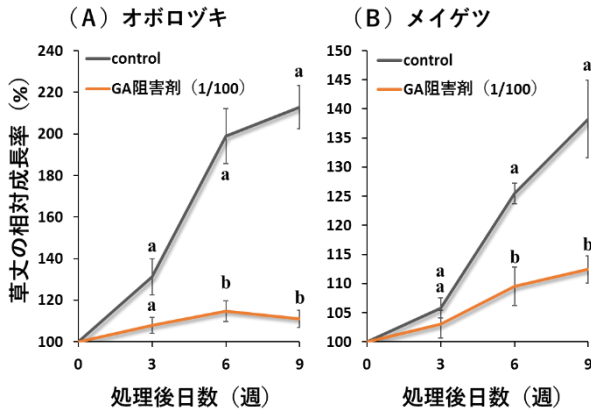


図6 草丈の相対成長率の変化.

異なる英小文字は各週でt検定において5%水準で有意差あり(n=5).

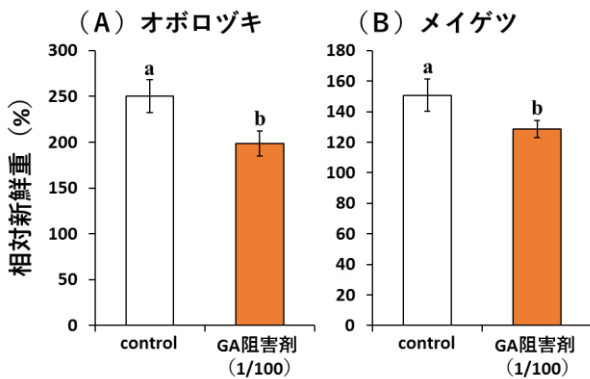


図7 栽培試験終了時の相対新鮮重(試験開始日の地上部新鮮重を100とした).

異なる英小文字は処理区間でt検定において5%水準で有意差あり(n=5).

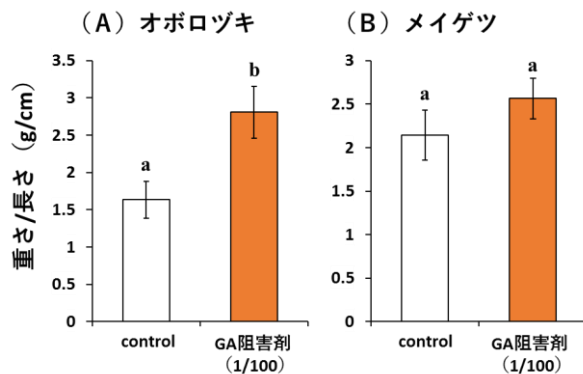


図8 栽培試験終了時における植物体の重さ(新鮮重)と長さの比率.

異なる英小文字は処理区間でt検定において5%水準で有意差あり(n=5).

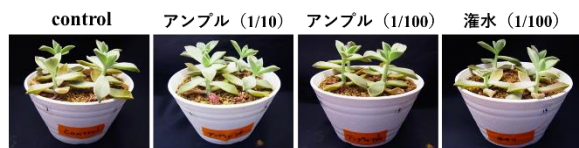
3-3. ポット栽培におけるジベレリン生合成阻害剤処理方法の検討

図9に実験開始時と終了時の植物体の様子を示した. オボロヅキとメイゲツの両種において, アンプル 1/10 区および灌水 1/100 区でコントロール区よりも草丈が小さくなっているように見える. 草丈の相対生長率の変化を図10に示した. 実験終了時(処理開始15週)で比較すると, アンプル 1/10 区および灌水 1/100 区でコントロール区よりも有意に値が小さくなっている(図10AB). 次に相対新鮮重は, オボロヅキではアンプル 1/100 区および灌水 1/100 区でコントロール区およびアンプル 1/100 区よりも有意に値が小さくなり(図11A), メイゲツでは灌水 1/100 区でコントロール区およびアンプル 1/100 区よりも有意に値が小さくなった(図11B). これらの結果から, ジベレリン生合成阻害剤の処理方法や濃度により生長に与える影響の程度が異なることが明らかとなった. 特にオボロヅキではアンプル 1/10 区および灌水 1/100 区で相対新鮮重が100を下回っており(図11A), これは実験開始日より植物体全体の新鮮重が減少していることを示している. アンプル 1/10 区よりもアンプル 1/100 区で生長が阻害された原因は明確でないが, アンプルでは阻害剤が処理される領域が限定され, 根から吸収される量にバラツキがあるためかもしれない. 次に徒長の指標として植物体の草丈1cm当たりの新鮮重を算出すると, オボロヅキでは灌水 1/100 区で他の処理区よりも値が高くなり(図12A), メイゲツでは処理区間で有意な差は認められなかった(図12B).

本実験により, 根域へのジベレリン生合成阻害剤処理により両種の生長抑制が可能であること, 処理方法や濃度により作用に差があることが明らかとなった. しかしながら本実験では伸長生長を抑制すると同時に茎を太くする効果(徒長抑制)は認められなかった. 徒長抑制に有効な処理濃度を検討する必要がある. また本実験ではジベレリン生合成阻害剤以外の影響を小さくするため, ポット栽培では肥料の添加を行わなかった. 今後は

処理濃度の検討に加え、肥料成分を加えた状態で栽培試験を行いジベレリン生合成阻害剤の作用を評価する必要があると思われる。

(A) オボロツキ



15週間後



(B) メイゲツ



15週間後



図9 栽培試験開始時と終了時の様子

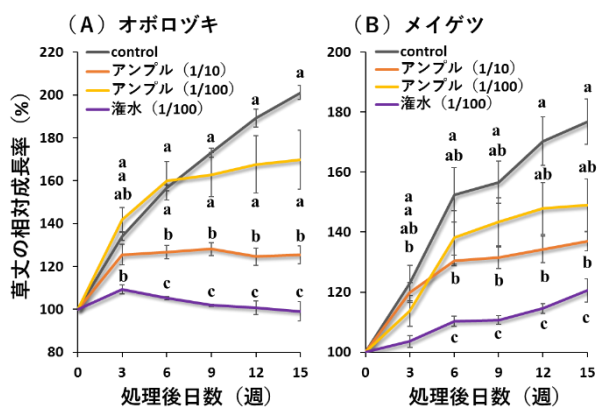
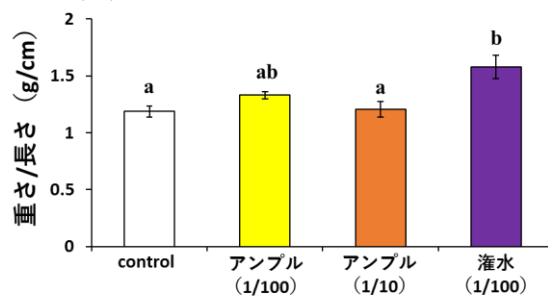


図10 草丈の相対成長率の変化。

異なる英小文字は各週で Tukey の多重検定において 5%水準で有意差あり(n=4)。

(A) オボロツキ



(B) メイゲツ

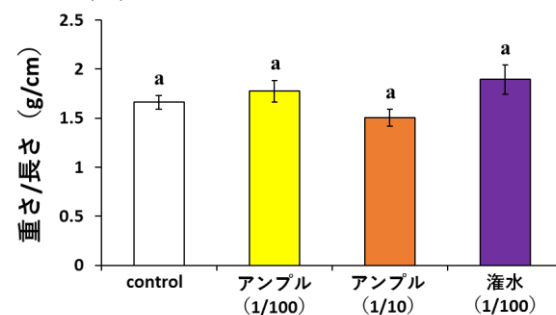
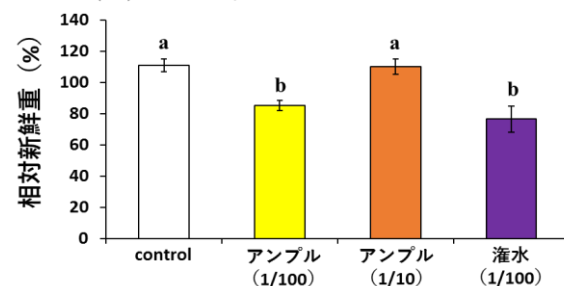


図11 栽培試験終了時の相対新鮮重(試験開始日の地上部新鮮重を100とした)。

異なる英小文字は処理区間で Tukey の多重検定において 5%水準で有意差あり(n=4)。

(A) オボロツキ



(B) メイゲツ

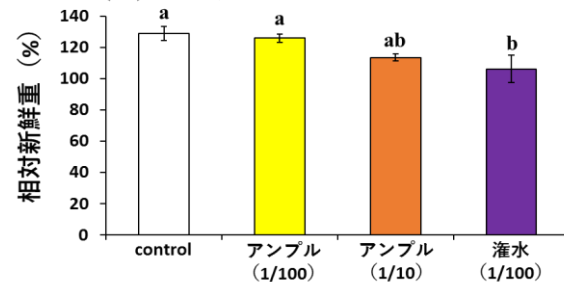


図12 栽培試験終了時における植物体の重さ(新鮮重)と長さの比率。

異なる英小文字は処理区間で Tukey の多重検定において 5%水準で有意差あり(n=4)。

4. おわりに

本研究により、多肉植物(オボロヅキ・メイゲツ)の生育について、弱光条件では徒長が発生すること、水耕栽培が可能であること、ジベレリン生合成阻害剤の根域への処理が生長抑制や徒長抑制に有効であることが示された。今後は処理濃度の検討や多種での試験を行い、ジベレリン生合成阻害剤(わい化剤)を用いた多肉植物の徒長抑制技術を確立させたい。

引用文献

Gamer, L. C., Bjorkman, T. 1997. Using impedance for mechanical conditioning of tomato transplants to control excessive stem elongation. *HortScience* 32, 227-229.

Hewitt, T. 1993. *The complete book of cacti and succulents*. Dorling Kindersley, New York, USA, 176 p.

Nobel, P.S. 1999. *Physicochemical and environmental plant physiology*, 2nd ed. Academic Press, San Diego, California, USA, 604 p.

泉和夫, 岩井智子, 大塩裕陸. 1989. ユニコナゾールの矮化作用. *植物の化学調節* 34, 151-155.

大塩裕陸, 田中鎮也, 泉和夫. 1990. 矮化剤ユニコナゾールの開発とその作用機作並びに利用に関する研究. *植物の化学調節*. 25, 8-18.

国際多肉植物協会, 2017. はじめての多肉植物 育て方&楽しみ方. ナツメ社. 175 p.

鈴木重俊, 小池安比古. 2002. ゼラニウムの生育開花に及ぼすわい化剤の影響. *農業生産技術管理学会誌*. 9, 147-148. 2002

鈴木克己, 水上宏二, 土屋和, 安場健一郎, 中野有加, 高市益行. 2011. トマト低段密植栽培の二次育苗に

おける徒長抑制と果実収量について. *園芸学研究*. 10, 183-189.

裴恩廷, 稲本勝彦, 土井元章, 今西秀雄. 2003. 紫外光照射による花きならびに野菜苗の胚軸徒長抑制. *園学学会雑誌*. 67, 945-950.

林田達也, 柴戸靖志, 尾形武文. 2004. 紫外線 UV-B 照射によるレタス苗の徒長抑制効果. *福岡農総試研報*. 23, 59-62.

平尾博, 児玉永吉. 1999. サボテン・多肉植物ポケット事典. NHK 出版. 382 p.

藤原隆広, 吉岡宏, 熊倉裕史, 佐藤文生, 中川 泉. 2003. NaCl 施用によるキャベツセル成型苗の根鉢水分の均一化. *園芸学研究* 2, 15-20.

山口義昭, 武井まゆ美, 津田花愛, 鈴木誠一. 2014. 食塩水処理によるストックわい性品種の茎伸長抑制効果. *東北農業研究*. 67, 129-130.

Title : Effect of gibberellin biosynthesis inhibitor on the growth of *Graptopetalum paraguayense* and *Sedum adolphii*.

Authors : Maho Makita, Tomoni Naruse, Ryouto Motoba, Tatsuya Okamoto, Satoru Kachi, Ren Hunaki, Hideto Yoshikane, Takanori Horibe

Address : College of Bioscience and Biotechnology, Chubu University.

Keywords : Gibberellin inhibitor, Succulent, Spindly growth