Kobe University Repository : Kernel

PDF issue: 2026-11-22

切り花における燃焼法の効果の検証

成川, 央庸

(Citation)
課題研究優秀論文集,2020:96-113

(Issue Date)
2021-01

(Resource Type)
departmental bulletin paper

(Version)
Version of Record

(JaLCDOI)
https://doi.org/10.24546/81012907

(URL)
https://hdl.handle.net/20.500.14094/81012907

切り花における燃焼法の効果の検証

Effects of Burning Stems on the Rehydration and Vase Life of Cut Flowers

成川　央庸
Yoh Narikawa

Abstract

The stems of cut flowers are sometimes burned by Japanese flowers retailers to facilitate rehydration and lengthen their vase life. Yet, there is no scientific basis for its utility. This study explores the effects of this method to develop a more effective method. Hydrangea and chrysanthemum are used to investigate whether burning stems is effective for better rehydration. In addition, experiments with the antibacterial effect and water retention ability, which are considered to be the basis of its utility, were performed. Next, observation inside the burned stems were conducted in order to determine the cause of effects. In both flowers, burning stems exacerbates the rehydration and shortens vase life. The number of bacteria increased in burned stems. There is no significant improvement in water retention ability. The observation indicated that the destruction of vessel cells is the cause of effects. The study concludes that burning stems has bad effects on rehydration of cut flowers: it shortens their vase life by damaging stem cells itself and facilitating the proliferation of bacteria.

Keywords: facilitating rehydration, cut flowers, burning stems, freshness, technology development, clarification of a phenomenon

第１章　序論

日本では切り花は日常生活に深く浸透した存在である、古くから華道や冠婚葬祭などの諸儀式において用いられてきただけでなく、近年はフラワーアレンジメントに代表されるような外来の花文化も普及し、花卉市場の拡大が期待されている。
切り花や切り葉を生産する花卉産業は日本の農業において重要な役割を果たしている。そのため、切り花の商品価値を高め、その消費を伸ばすことは日本の農業を発展させるに当たって重要である。しかし近年、その消費は伸び悩んでいる。

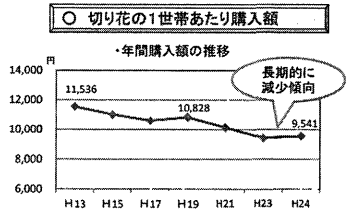


図１　花卉の現状について（農林水産省, 2014 より）

農林水産省東海農政局(2015)の調査によると、消費者が花を購入するときに重視することについて、花の値段(68%)、花の色や香り(58%)についで『花の鮮度(新鮮で日持ちするかどうか)』(49%)が上位に位置した。林ら(2013)によれば、消費者が切り花を買うときの選好要素で最も重視されるのは、しおれ具合だ。つまり、切り花の消費促進には、花の鮮度を良い状態で長く維持することが必要である。

今日に至るまで、生花店での切り花の商品価値維持と家庭や施設における切り花の利用促進のため、水揚げ法に関する様々な研究が行われてきた。しかし「燃焼法」または「焼きあげ」とよばれる方法については、多くの花伝書や花卉関連施設が紹介しているにもかかわらず、その効果や機構に関する科学的な検討が全くなされていない。燃焼法の有効性を検証することは適切な水揚げ法の普及のために不可欠である。有効ならば切り花の吸水機構をより正確に理解でき、より簡易な代替法の開発への一助とできる。

本研究では燃焼法が切り花の鮮度と品質保持期間にどのような影響を与えるのかを検証するとともに、その機構を理解するための実験を行い、科学的根拠に基づいた効果的な水揚げ方法の確立に寄与することを目的とした。

第２章　基本知識と問題の背景

第１節　切り花の商品価値

一般に切り花の商品価値は、見かけ上のみずみずしさを表す「鮮度」と、生けてから鑑賞価値を失うまでの「品質保持期間」によって左右される。鮮度は、切り花の蒸散と吸水のバランスによって左右される。また、品質保持期間の長さには吸水のみならず、生け水の衛生状態が大きく関わる。

つまり、切り花の商品価値を向上させるには切り花自体の吸水に作用する方法と、切り花周辺の環境に作用する二つの方法を併せて用いることが重要である。

第 2 節　水揚げ法の概要

水揚げ法とは、切り花において主に鮮度を保つために行われる数々の技法のことを指す。切り花の切り戻しを水中で行う「水切り」や、切り花の茎を湯につける「湯揚げ」、茎元に切れ込みを入れる「根元割り法」、茎元を叩いて潰す「根元叩き法」、水中で茎を折る「水折り法」、切り花を水深くに入れる「深水」、切り花を逆さにして水をかける「逆水」、その他にもアルコールや食塩、酢酸、その他薬品を加えるなどの多種多様な方法が伝えられている。幾つかの手法では、その効果が科学的に裏付けられている。水切りについては Van Meeteren(1989, 1992)が、低温の水中で水切りを行うことで導管内の気泡が水中に溶解し、キャビテーションが解消されると結論付けた。また Van Meeteren・Van Gelder(1999)は、水切りをしない場合には生体重が減少し続けるが、水切りをすることで生体重が増加することを報告した。水切りによって導管内の気泡が除去されて通導抵抗が減少し、これが吸水促進につながっているのである。その一方で小笠原ら(2012) によれば、水切りの効果は限定的であり、水揚げに必須ではないとの研究結果もある。湯揚げの吸水促進効果については、土井・釣賀 (2009) によって、部分的にハーゲン・ポワズイユの法則から説明がなされており、水温を上昇させることが水の動粘度を低下させ、通導抵抗を減少させることによるものだと示されている。それらは生け水への界面活性剤の添加によっても引き起こされる。根元割り法や茎割り法は茎が生け水と触れる表面積を増やすことによって吸水を促進する方法であるが、細胞を破壊し、かつ水に浸けることで細菌の繁殖を促すという短所が存在する。深水による吸水促進効果の機構については、土井・釣賀(2009)が、キクシュートを用いた実験で、水に触れる茎の表面積が増加するからであると考察している。

第 3 節　燃焼法に関する知識

切り花の茎を焼くことで吸水を促進する「燃焼法」または「焼きあげ」という方法がある。小笠原ら(2012)が愛知県と岐阜県の生花店 79 店舗に対して行ったアンケート調査によると、生花店のおよそ 40%近くが「焼く」という処理を切り花に施していることが示されている。

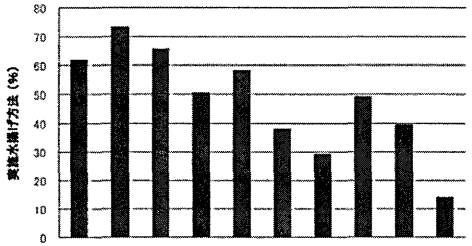


図 2　生花店が実施している水揚げ法(小笠原ら、2012 より)

「必携　いけばな便利帳」(主婦の友社, 1998 年)によると、燃焼法が適する花の種類にはバラ、カスミソウ、クチナシ、アジサイ、ポインセチア、モモ、シャクヤク、ムクゲ、ボタン、アオイ、キクなどが挙げられる。

燃焼法の根拠としては、切り口を焼くことでバクテリアの繁殖を防ぐ(主婦の友社, 1998；竹中, 2006)、炭化させることで水を含みやすくする(竹中, 2006)、気泡を除去したり茎の表面積を広げたりするといった効果が一般には伝えられている。燃焼による気泡除去については、茎を加熱することで導管内の気泡が膨張し、切り口から放出されるという過程が言われている。炭化によって水を含みやすくする、茎の表面積を広げることについては、炭化した茎が多孔性を持つことで水との接触面積が増加し、茎表面からの吸水が促進されるという機構が予想される。一方で、(クリザール・ジャパン　online: https://www.chrysal.com/ja/common-problems/what-stem-damage-and-how-avoid-it) によれば、数日経てば焼いた茎が腐り、生け水中に有機物を放出し、切り花の開花を妨げるので不適であるという意見も存在する。

生花店では比較的新鮮な花に対して燃焼法を実施しているので、殺菌効果よりもむしろ気泡の除去や茎の表面積拡大、ダメージを与えることによる蒸散の抑制または促進による吸水促進効果を期待してのことだと考えられる。

第 4 節　切り花の吸水メカニズム

植物の吸水には、主に二つの機構がある。

一つ目に浸透圧が関係したものである。根毛の細胞質中には、様々な種類の無機物や有機物が土壌中のそれらよりも高濃度で含まれている。そのため、土壌と根毛の間で浸透圧が生じ、比較的高濃度の根毛内に水が流れ込む。

二つ目は、蒸散作用による導管内の圧力変化によって吸水する機構である。まず、蒸散作用によって水が植物体外に放出されると、導管内の圧力が低下し、水圧より小さくなる。その結果水が導管内に浸入する。また、水には凝集力が存在するので、水分子は連なって導管内を上昇し、継続的な吸水を可能としている。この機構によれば、植物における吸水量と蒸散量はほぼ同じ量になると考えられる。吸い上げた水の一部は細胞内での化学反応の際に水素の供給源として用いられたり、細胞が成長する際に起きる吸水に用いられたりするが、それらが吸水量に占める割合は非常に小さいため、水ストレスの小さな環境においては蒸散量と吸水量はほぼ均衡状態になる。

切り花は根が切断されているので、この吸水を考えるときは特に後者の吸水に着目する必要がある。切り花において吸水量が増加したときは、蒸散が活発化したこと、または茎の通導抵抗が減少したことのいずれかが原因として考えられる。

第 5 節　切り花の萎凋メカニズム

植物の形状は、植物細胞での膨圧と壁圧の均衡によって保たれている。膨圧とは、細胞質の水圧によって細胞膜が細胞壁を押す力のことである。壁圧は膨圧に対して、細胞壁が細胞膜を押し返す、力学的な反作用の力のことである。植物細胞の水分の出入バランスが崩れることで、細胞質内の水分含量の減少が起きることが萎凋の原因となる。細胞内の水分含量が減少すると、細胞質の水圧が低下し、膨圧が低下する。その結果膨圧が壁圧に比べて小さく

なり、力の均衡が崩れる。この結果、壁圧によって細胞膜はその強度を保てなくなり、細胞が萎むのである。

細胞内の水分含量は吸水量と蒸散量に依存する。萎凋の発生原因は蒸散量の増加と吸水量の低下の二つに大きく分けられる。

第1項　蒸散量増加の原因と燃焼法が与える影響の仮説

Van Sam-beek and Pickard(1976) によると、トマトその他の植物を傷つけると、呼吸速度が上昇、光合成と蒸散が減少する。このことから、燃焼による茎の傷害が蒸散を抑制し、生体重回復を速めるのではないかと仮説を立てた。

第2項　吸水量低下の原因と燃焼法が与える影響の仮説

吸水量の低下は多くの場合で導管閉塞による。導管閉塞には主に二つの原因がある。一つが細菌によるもの、二つ目がキャビテーションである。蒸散が活発な時に水分が不足していると、木部内での樹液にかかる張力が大きくなり、水の凝集力を上回ることで水分子の繋がりが途切れる。途切れたところには気泡が発生し、これによる導管閉塞がキャビテーションである。切り花を生け水なしで放置した後に吸水が悪化する最大の要因はキャビテーションだとされている。一方、切り花を数日水に活けた後に生じる萎凋の原因は、細菌によるものが多い。また、細菌による導管閉塞がキャビテーションを誘発し、さらなる萎凋を生じさせることもあり、これら二つの現象は常に相互排他的であるとは限らない。しかし、一般的には比較的新しい切り花の吸水を促進させるにはキャビテーションの解消に重点を置いた水揚げ法が、既に数日活けた切り花の萎凋を解消するには細菌による導管閉塞を解消する水揚げ法が適している。

以下に導管閉塞の情報をその原因ごとに詳説する。

1. 細菌による導管閉塞

生け水に増殖した細菌は導管閉塞を引き起こすことが既に知られている。そのメカニズムについては、細菌の増殖による物理的閉塞と、細菌自体が及ぼす生理的作用による閉塞の二つが主に言われている。前者については、van Doorn and de Witte(1991)が、死滅させた細菌の懸濁液でも導管閉塞を引き起こすことから、これを示している。後者に関しては、Put and Jansen(1989)が、生きた細菌の方が死滅した細菌よりも導管閉塞作用が大きいと報告している。これを裏付けとして、細菌が分泌するペクチン分解酵素がある。Put and Rombouts(1989)は、細菌から精製したペクチンリアーゼとポリガラクツロナーゼを生け水に添加すると切り花の水揚げが低下したことから、細菌の分泌物による悪影響を示唆している。現在も細菌の導管閉塞への関与については未知の部分が多いが、いずれにせよ細菌が導管閉塞の原因の一つになっている。

2. 傷害に対する生理的応答と導管閉塞

植物の茎を切断すると、その傷口の保護と治癒のために、リグニンなどの表皮保護物質が合成、蓄積され、導管を閉塞する。Nicolas Vaslier, Wouter G. van Doorn(2002)がキクに行った実験から、茎の切断によって誘発されたこれらの生理的応答が導管閉塞の原因になると示されている。抗菌剤には細菌発生の抑制のみならず、植物細胞を死滅させることで傷害反応を抑制する目的もある。これと同様に、燃焼法が細胞死を起こすことで傷害反応を抑制するのではないかと考えた。実際に、小池孝良(1998)は樹木の光合成測定に用いる切枝法について、枝の切り口を炭化することで導管の填充体であるチロースの生成を防いでいることを述べている。このことも前述の仮説の根拠となった。

3. 気泡およびキャビテーションによる導管閉塞

市村(2010)によると、キク切り花を空気中に放置すると導管閉塞が誘導され、その時間が短い場合には脱気のみにより導管閉塞から回復する。したがって、切り花を水なしで放置したとき、その導管閉塞の発生過程初期段階においては空気の関与が示唆される。しかし、バラにおいては細菌の増殖がまず吸水を阻害し、結果としてキャビテーションを誘発するという機構である。つまり、キャビテーションが導管閉塞を誘発しているとは必ずしも言えず、これが副産物に過ぎない場合もある。

第6節　有効な水揚げ方法の定義

水揚げは切り花の鮮度の維持及び改善、または品質保持期間の延長を目的に行われる。鮮度の回復は、相対生体重が新鮮重と同程度またはそれ以上になったことである。
また、鮮度が一時的に回復したとしても、品質保持期間が短縮されてしまう方法も良くない。水揚げ法の評価にはこれらの複数の視点から総合的に判断することが必要である。

第3章　実験の概要

第1節　共通事項

第1項　実験材料

燃焼法は一般に茎の硬い切り花に適しているといわれる。これは、木部が発達している切り花と解釈することができるので、アジサイ(*Hydrangea macrophylla*)を供試した。

供試するアジサイは実験場所である、神戸大学附属中等教育学校の構内に植栽されている株から採取し、使用した。

また、日本において切り花として一般的である、キク(*Chrysanthemum morifolium*)のスプレー一種も使用した。供試したスプレーギクは生花店で購入したものを使用した。

第2項　準備物

メスシリンダー、電子天秤、温度計、湿度計、ガスバーナー、寒天培地、新聞紙、水道水、ペットボトル(次亜塩素酸にて消毒済)、チューブ、恒温器 (SANPLATEC 社製、B0421690)、サーキュレーター、食用なたね油(日清オイリオグループ製)

第3項　実験項目とその目的

①抗菌効果…燃焼法をすることで生け水および切り花の茎内の細菌量は抑制されるのか
②吸水促進効果…燃焼法によって切り花の鮮度は回復するのか
③保水効果…燃焼法を行うことで茎先はその保水力を高め、吸水促進に作用するのか
④品質保持期間…燃焼法の有無で切り花の品質保持期間は左右されるのか

第4項　新鮮重および乾燥重の推定方法

本実験では、最初に長さを 20 cmにそろえ、下葉を除去したうえで一晩水に浸けた切り花を用いた。これは十分に吸水されていると考え、この重量を新鮮重と定義した。その後、適宜扇風機等を用いて乾燥させ、水分欠差を 88~95%, または 70%にしてこれを乾燥重と定義した。

今回は実験前の各処理により、その前後で材料の重量が変化する。そのため吸水を単純に評価することができない。そこで小笠原ら(2012)の実験に倣い、水揚げ処理後の切り花の乾

燥処理前の新鮮重を以下の方法で推定して用いた。

乾燥処理前の切り花の重量(新鮮重)をA、乾燥処理後の切り花の重量をB、水揚げ処理後直後の切り花の重量を b、水揚げ処理した切り花の乾燥処理前の新鮮重を a とする。水揚げ処理をした切り花の乾燥処理前後の重量比が一定であるとすると、

$\frac{a}{A}=\frac{b}{B}$ となるから、$a=A\times\frac{b}{B}$ となる。これに基づいて推定した切り花の新鮮重と経時的に測定した重量から、吸水促進効果と保水効果を検証した。

第5項　燃焼方法

切り花を濡らした新聞紙にくるみ、茎元 3 cmをガスバーナーで表面が黒く炭化するまで焼いた。この時、茎内は炭化していなかった。茎は外炎に当てた。これは、外炎は酸化炎とよばれ、炭化に適していると考えたからである。





図3　燃焼法の実施様子

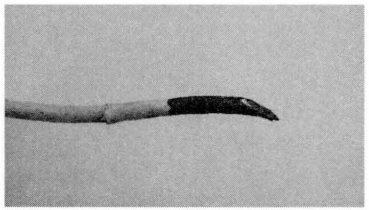


図4　燃焼後の茎の様子

第2節　実験1 鮮度回復と吸水に与える影響

第1項　1-1 吸水促進効果の検証

①採取した植物は1晩水に浸けて水分状態をそろえた。

②新鮮重を測定した。

③サーキュレーターを用いて乾燥させた。乾燥が遅いものについては適宜恒温器 (SANPLATEC 社製、B0421690)を用いて乾燥を促進させた。水分欠差を 88~97%にしたうえで重量を測定した。

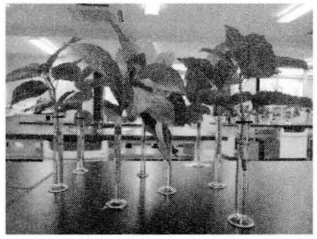


図5　実験1-1の様子

④無処理区、水切り処理区、燃焼区に分けた。各実験区に8本、計24本用いた。水揚げ処理を行ったあとにも重量を測定した。

⑤メスシリンダーに水を張り、処理した植物を挿した。液面からの蒸発を防ぐため、食用なたね油を滴下した。

⑥2時間ごとに吸水量と重量を測定し、これを6時間継続した。

⑦⑤で得たデータをもとに吸水速度と相対生体重を算出し、推移をグラフに表した。

また、実験日の気温から推定される水の密度をもとにして、蒸散量を以下の式で求めた。

(蒸散量)=(吸水量)-(生体重増加量)　(単位：g)

第2項　実験1-2

実験 1-1 の条件下では燃焼法の効果が観察されなかったので、さらに鮮度が悪化した状態での効果を検証した。実験材料はアジサイで、各実験区の本数は5本へと変更した。

実験 1-1 の③において、24時間水を切らした状態で静置することで水分欠差を 70~80%にした。その他は同手順にて実験を行った。また、24時間後の吸水量と重量も測定した。

第3項　実験1-3 吸水阻害要因の検証

実験 1-1、1-2 から燃焼法が吸水を阻害すると分かった。その原因を明らかにすることを目的として実験を行った。

1. 実験区

燃焼(茎断面)、燃焼(茎元表面)、テープ(茎断面) 、テープ(茎元表面)、水切り、無処理テープ区は燃焼法特有の影響を調べるためのコントロール区である。

2. 準備物

実験 1-2 の準備物にガムテープ(寺岡製作所製)を追加したものとした。

3. 実験方法

①採取した植物は1晩水につけて水分状態をそろえた。

②新鮮重を測定した。

③サーキュレーターを用いて乾燥させた。乾燥が遅いものについては適宜恒温器を用いた。水分欠差 70~85%にして重量を測定した。

④切り葉を燃焼区(茎断面)、燃焼区(茎元表面)、テープ区(茎断面)、テープ区(茎元表面)、水切り区、無処理区、の計6区に各4本ずつ供試した。

⑤切り葉はメスシリンダーに張った水中に挿した。液面からの蒸発を防ぐため、水面に食用なたね油を滴下した。

⑥2時間ごとに吸水量と重量を測定し、これを6時間継続した。

⑦24時間後にも⑥と同じ内容の測定を行った。

⑧⑤で得たデータをもとに吸水速度と相対生体重、蒸散速度を求め、グラフに表した。

吸水促進効果の検証(水分欠差 70~80%)

第4項　実験1-4 促進効果の検証(スプレーギク)

実験 1-1 との変更点は、各実験区に用いる植物の本数は 4 本とした点と、供試したスプレーギクの茎長は 60 cmであったことである。実験区は実験2に従い、燃焼区(茎断面)，燃焼区(茎元表面)、水切り区、無処理区とした。

第3節　実験2　品質保持期間の計測

第1項　実験方法

①上記実験で使用した切り花について、メスシリンダーから生け水ごと別容器に移し、毎日その品質を、基準に基づいて評価した。基準については、花弁生産流通システム研究会が発行している「切り花の日持ち評価レファレンステストマニュアル Ver. 2014. 3」を参考とした。



図6　実験2の実施様子

②2日ごとに品質を品質チェックシートに記録してチェックし、Cの判定が出た段階以降，チェックを毎日行った。C判定の葉が2つ以上、またはD判定の葉が1つ以上あった

場合に日持ち終了と判定してその日付を記録し、それまでの日数を品質保持期間とした。

第２項　アジサイの評価基準

A:張りがある　B：やや垂れるが，変色はない C：一部が黄変 D:一部が褐変、黒変



図 7　アジサイの品質評価基準(品目別評価基準::一般財団法人日本花普及センター(JEPC)より)

第４節　実験３　抗菌効果の検証

第１項　実験方法

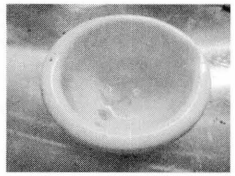


図 8　すりつぶした茎先端

①実験１で使用した切り花を別容器に水と共に移し、暴露・静置した。

②切り花を二組に分けて、それぞれ以下の操作を行った。

③実験開始後 14 日目に生け水を採取し、寒天培地に添加した。

④実験開始後 14 日目に、茎表面をアルコール(エタノール 70%)で消毒し、断面から 5 ㎝、15 ㎝の部分より 5 ㎜下部まで剃刀で切り出した。これを乳鉢で擂り潰した後に滅菌水を加えて LB 寒天培地に滴下した。

⑤恒温器の温度を 35℃に設定して、一晩培養し、写真を撮影した。

⑥各実験区での菌量の多少を大まかに判断し、燃焼法が生け水および茎中の菌量に与える影響を考察した。

第２項寒天培地の作成

実験に用いたＬＢ培地の作成手順は以下の通りである。

準備物は、寒天末(ナカライテスク製)、トリプトン(ナカライテスク製)、塩化ナトリウム(00502, 富田製薬)、乾燥酵母エキス(36802-12,ナカライテスク)、水酸化ナトリウム、蒸留水、エタノール、駒込ピペット、オートクレーブ(13112020859,平山製作所)、クリーンベンチ（アズワン製)、滅菌シャーレとした。

作成手順は以下の通りである。

①蒸留水 950*ml* にトリプトン 10*g*、乾燥酵母エキス 10*g*、塩化ナトリウム 5*g*、寒天末 1*g*を加えて溶かす。

②水酸化ナトリウム水溶液(1*mol/L*)を 1*ml* 加えた。

③蒸留水を再び加え、全体の容積を１*L* にした。

④オートクレーブを使用し、121℃で 15 分間高温殺菌した。

⑤オートクレーブ後の培地をクリーンベンチ内で分注した。

第５節　実験４　保水効果の検証

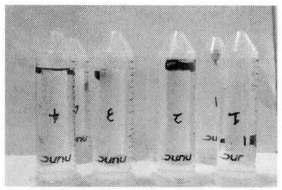


図 9　実験４の様子

①実験 1-1 において使用したアジサイから茎元 3 ㎝を採取し、新鮮重を測定した。

②半分の４本には実験１とは別に燃焼処理を行った。燃焼処理を行ったものは、その後再び重量を測定した。

③水に 24 時間浸けた後、再び重量を測定した。

④実験前後の重量の差を計算し、保水力を評価した。吸水率の算出には以下の式を使用した。

吸水率(%)=｛(24 時間経過後の重量-乾燥重)/乾燥重｝×100

第６節　観察１　燃焼した茎断面の観察

燃焼法による吸水阻害原因を考えるため、燃焼した茎の断面を顕微鏡で観察した。

第１項　準備物

ガスバーナー、シャーレ、新聞紙、剃刀、カバーガラス、スライドガラス、スプレーギク、食紅

第２項　実験方法

①燃焼法を施したものと無処理のものをそれぞれ用意し、食紅を溶かした水に暫く挿した。

②茎元を切り出し、スライドガラスに剃刀を置き、茎を薄い切片にした。

③プレパラートを作成して光学顕微鏡で観察した。

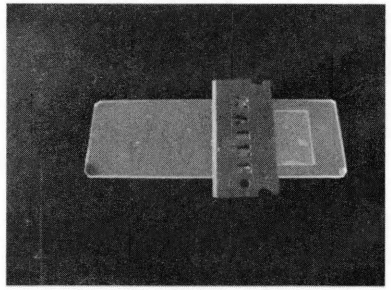


図 10　切片作成のための簡易装置(加藤ら(2017)より引用)

第 4 章　実験結果

第 1 節　実験 1-1 鮮度回復に与える影響　水分欠差 88%－97%（アジサイ）

2019 年 7 月 13 日 10：00~17：00 の 7 時間実験を行った。実験開始時は、室温 28℃、湿度 100%であった。よって蒸散量算出に使用した水密度は 0.99623g/ml とした。空調を使用し、室温の変化は最小限にとどめようとした。

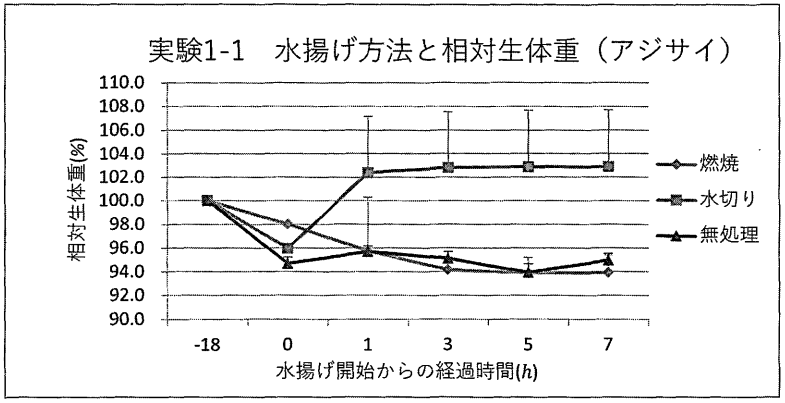


図 11　実験 1-1 相対生体重のグラフ

水切り区で 100%を上回る回復が見られたのに対し、燃焼区と無処理区はほぼ回復が見られないか、減少した。

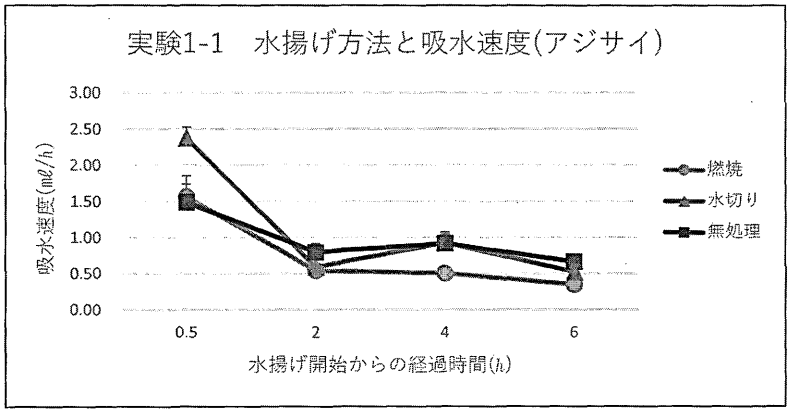


図 12　実験 1-1　吸水速度のグラフ

吸水速度については、始めは水切り区で大きかったが、その後急激に吸水速度が低下し、他の 2 区と同程度の吸水速度になった。最終的に同じ程度の吸水速度に全ての実験区が収束した。燃焼区は無処理区に比べて吸水速度がやや遅く推移した。

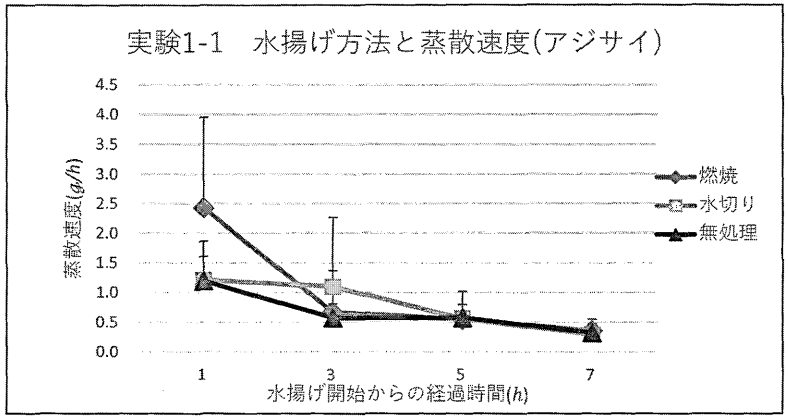


図 13　実験 1-1　蒸散速度のグラフ

蒸散量においては、開始直後は比較的蒸散量が多い状態であり、特に燃焼区が他に比べて多かった。その後は全体的に減速傾向にあり、最終的に全実験区が蒸散速度 0.3g/h ほどに収束した。

第 2 節　実験 1-2 鮮度回復に与える影響　水分欠差 70%－80%（アジサイ）

2019 年 7 月 29 日 9：00 - 15：00 の 6 時間実験を行った。最初の 6 時間は空調を使用して室温 28℃に保った。その後は空調を停止したため、温度管理は行えなかった。
蒸散速度算出に使用した水密度は 996.244 kg/m³とした。

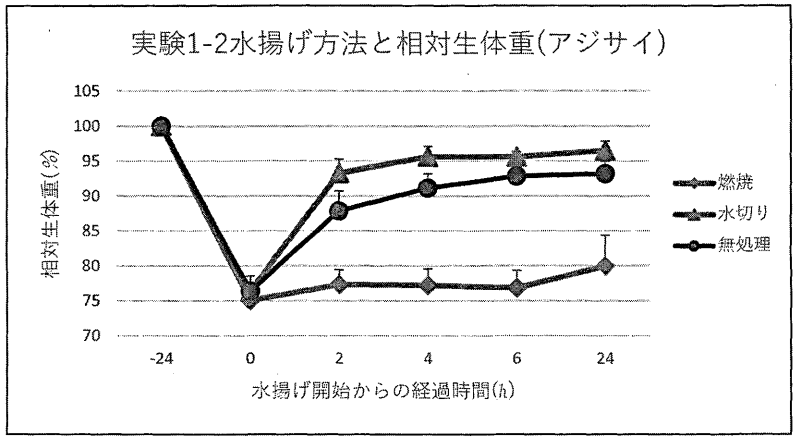


図 14　実験 1-2　相対生体重のグラフ

全体的には、実験開始から 2 時間後までに生体重の急激な回復が見られ、その後は緩やかに増加した。しかし、実験開始 24 時間後も、相対生体重が 100%に回復した実験区はなかった。これは、70~85%という水分欠差が切り花にとって大きな負荷となったことを示す。

燃焼区は実験開始から 2 時間後までの相対生体重の増加が他区に比べて鈍く、その後も横ばいに推移した。24 時間後の相対生体重も 3 区の中最低で、81%までしか回復せず、最も相対生体重の回復が記録された水切り区とは 15%の差があった。

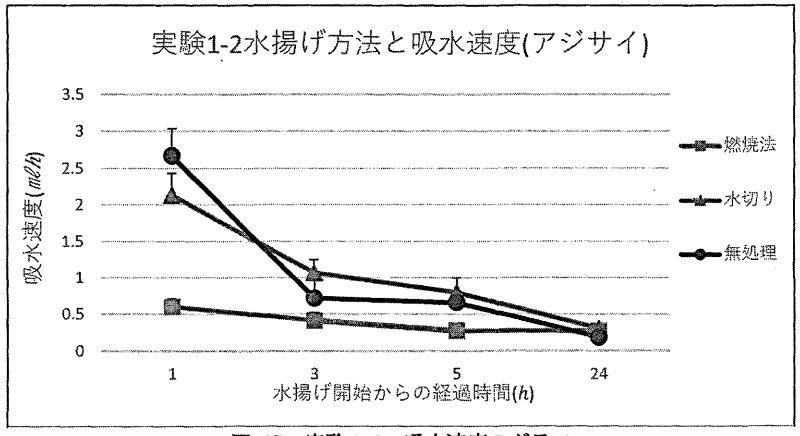


図 15　実験 1-2　吸水速度のグラフ

全体的な推移としては、実験 1−1 と同様に、開始直後に活発な吸水が行われ、時間が経つにつれて一定の吸水速度に収束していった。燃焼法を行ったものの吸水速度は低く推移し、2 時間後の時点では無処理区とおよそ 5 倍近い差があった。熱湯法を施したものについても、無処理区と水切り区に対して吸水速度が遅かった。

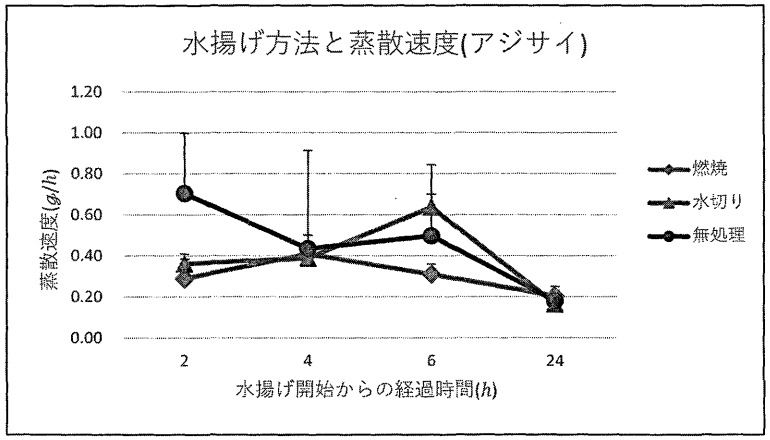


図 16　実験 1-2　蒸散速度のグラフ

全体的にその推移には規則性がなく見えた。
水切り区の蒸散量が 4 時間後から 6 時間後にかけて増加したが、その原因は不明である。

第 3 節　実験 1-3　鮮度回復に与える影響　吸水阻害要因の特定(アジサイ)

実験は 2019 年 8 月 21 日 9：00−2019 年 8 月 22 日 9：00 の 24 時間で行った。
実験開始時の条件は室温 28℃、湿度 60%であった。
蒸散速度算出に使用した水密度は 0.996244g/ml　とした。

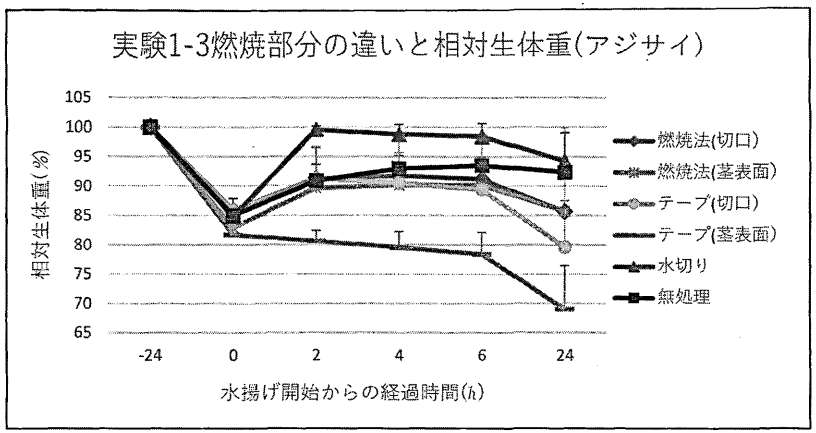


図 17　実験 1-3 相対生体重のグラフ

水切り区のみが 100%に近い生体重の回復を見せた。最も生体重の回復が鈍かったのはテープ区(茎元表面)であった。2 つの燃焼区はテープ処理区に比べて相対生体重の回復は見られたものの、無処理区には及ばず、この実験でも燃焼法を肯定する結果は出なかった。

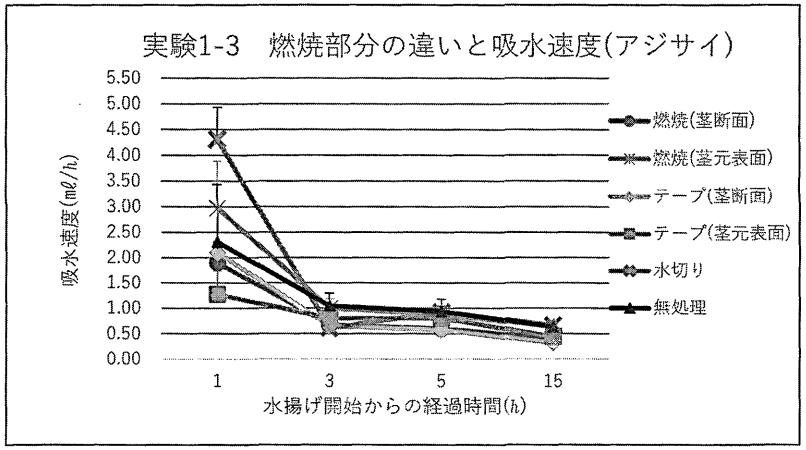


図 18　実験 1-3　吸水速度のグラフ

吸水開始から 1 時間後までの吸水速度では水切り区が他の実験区に比べて速く、最大 2 倍近い差が見られた。2 つの燃焼区では茎断面を燃焼したものの方が茎元表面を燃焼したものよりも吸水速度が遅かったのに対して、テープ 2 区では茎元表面の方の吸水速度が遅かっ

た。

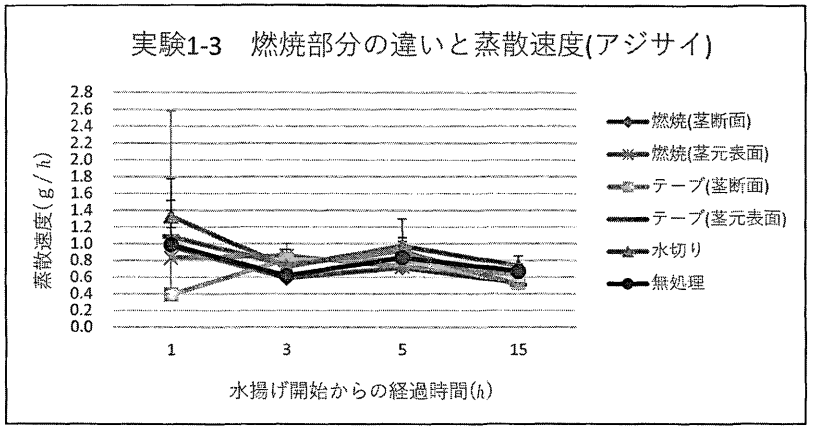


図 19　実験 1-3　蒸散速度のグラフ

蒸散速度は吸水速度ほどの差が見られず、水切り区の蒸散速度が比較的大きいということ程度しか言えなかった。

第 4 節　実験 1-4　鮮度回復に与える影響(スプレーギク)

2019 年 11 月 2 日 9：30-11 月 3 日 8：30 で実験を行った。実験条件は室温 21℃、湿度 60%であった。蒸散速度算出に使用した水密度は 998.019 kg/m^3とした。

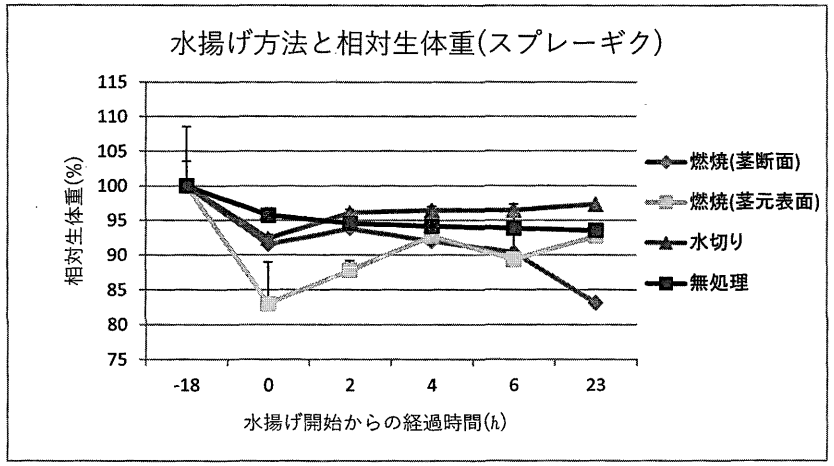


図 20　実験 1-4　相対生体重のグラフ

スプレーギクにおいても燃焼区での相対生体重は水揚げ区と無処理区を最終的に下回った。茎元表面のみの燃焼区は無処理区と同程度の回復を見せたが、茎断面の燃焼区は相対生体重が水揚げ開始とともに減少する傾向を見せた。

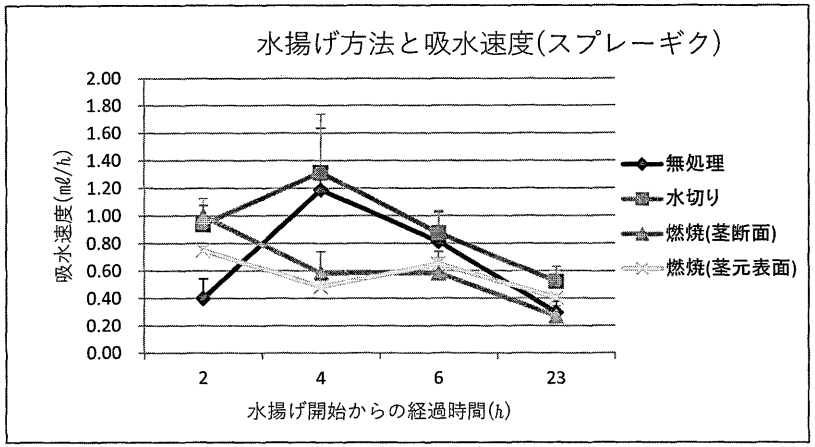


図 21　実験 1-4　吸水速度のグラフ

無処理区と水切り区が水揚げ開始 2 時間後から 4 時間後でその吸水速度が速くなっているのに対して、燃焼 2 区は 2 時間後から 4 時間後に減速傾向にあり、その後は無処理、水切り区の吸水速度は減速し、燃焼 2 区はほぼ横ばいの推移を見せて、23 時間後にはほぼ同じ速度に収束した。

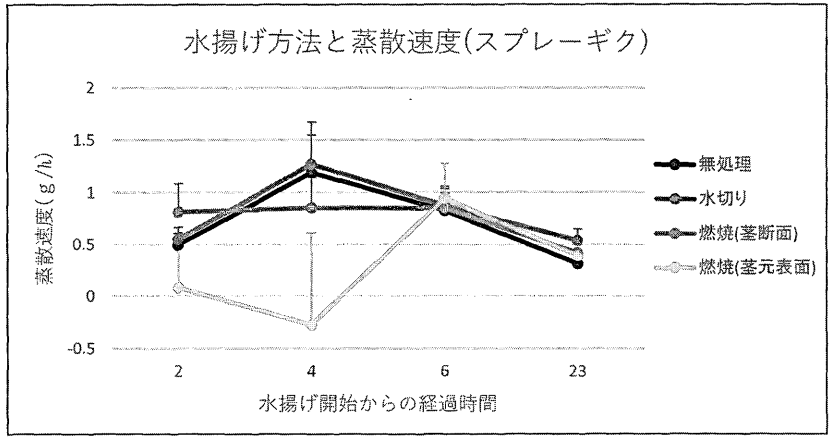


図 22　実験 1-4　蒸散速度のグラフ

2 時間後から 4 時間後にかけて燃焼 2 区の蒸散速度が横ばいで推移、および減速したのに対して、無処理区と水切り区はともに加速した。その後は同じような減速を見せてほぼ一定の速度に収束していった。

第 5 節　実験 2　品質保持期間への影響

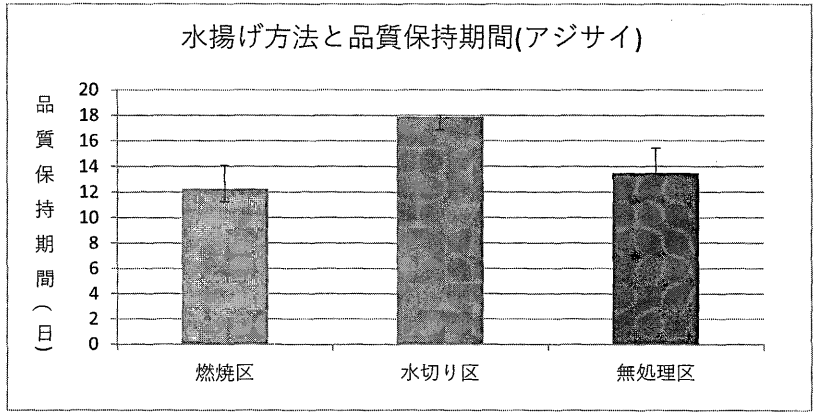


図 23　実験 2　水揚げ方法と品質保持期間(アジサイ)のグラフ

水切り区では品質保持期間が他の 2 区に比べて長くなることが分かった。燃焼区と無処理区に関しては、誤差範囲を考慮すると大きな差は見られなかった。

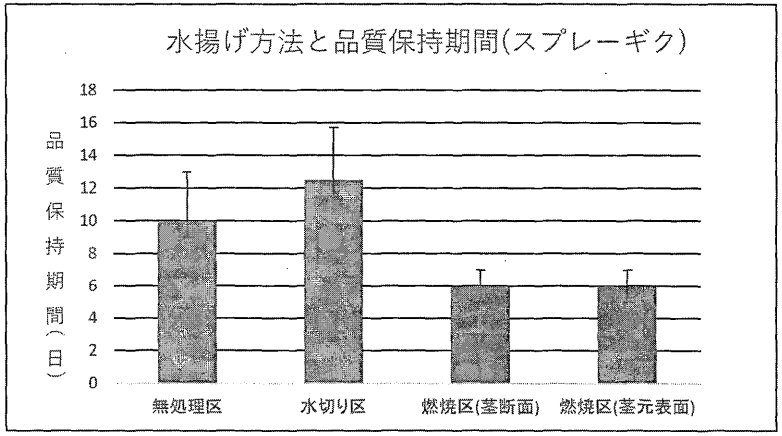


図 24　水揚げ方法と品質保持期間(スプレーギク)のグラフ

スプレーギクにおいても、２つの燃焼区の品質保持期間は水切り区と無処理区に比べて短くなった。水切り区と無処理区では水切り区の方がやや長い品質保持期間を示したが、誤差範囲を考慮すれば大きな差はなかった。

第６節　実験３　抗菌効果の検証

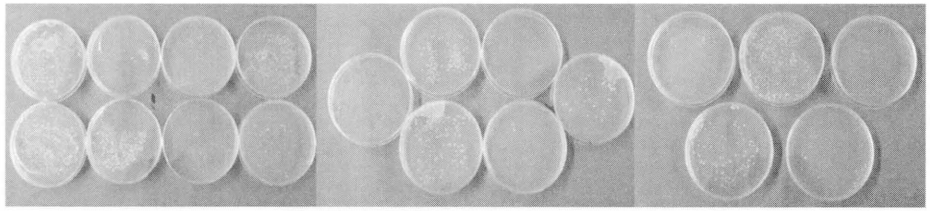


図 25　生け水中の細菌培養結果(左から、燃焼区、無処理区　水切り区)

同実験区の中でもばらつきが大きく、水揚げ方法と菌の量の関係を目視では把握することができなかった。

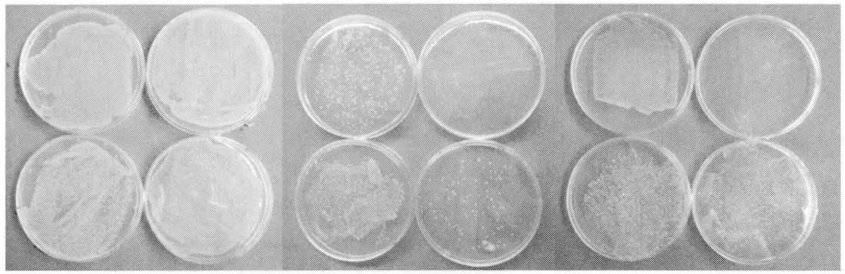


図 26　茎内部の細菌の培養結果(左から燃焼区、水切り区、無処理区)

燃焼区茎内部の細菌が明らかに他の 2 区に比べて多かった。サンプル 4 個全てで大量の細菌が培養されたので、燃焼の有無で差があるとして差し支えないと考えた。

第７節　実験４　保水効果の検証

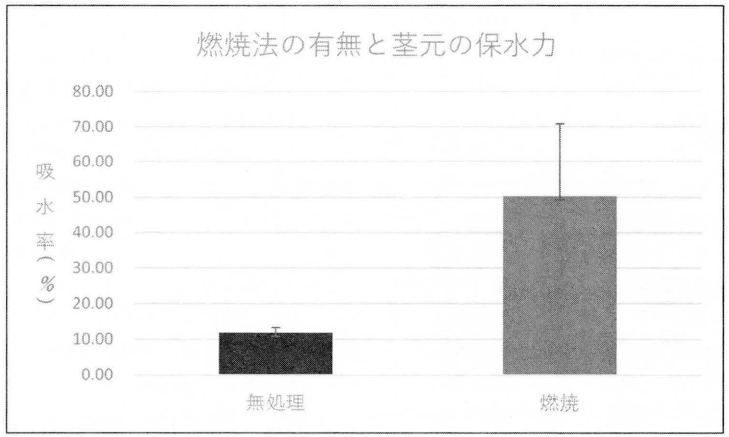


図 27　実験４　燃焼の有無と茎元の保水力

無処理区では吸水率の平均値が 11.8%だったのに対して、燃焼区では 50.3%であった。燃焼を行うとその部分の吸水率は実に 5 倍近くになり、燃焼法による茎元の炭化は、確かに茎元の吸水力を向上させていることが分かった。しかし、炭化によって増加した吸水量は上の表を元にした平均 0.21g ほどであり、切り花の全乾燥重(平均 28.3 g)の約 0.7%程度と、その影響は微小であった。

第８節　燃焼した茎の断面観察

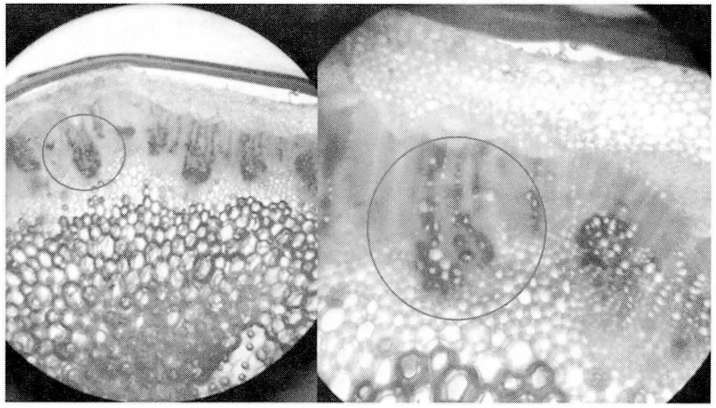


図 28　観察１　燃焼した茎の断面(無処理)

上図において円で囲んだ部分が維管束である。

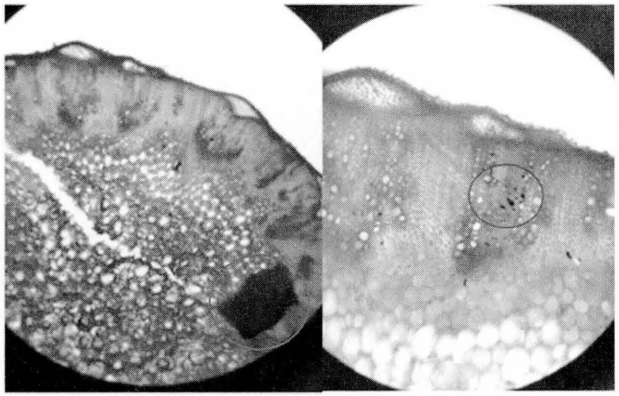


図 29　観察 1　燃焼した茎の断面(燃焼処理したもの)

燃焼法を施した茎は、直接火に触れていなかったところも、黒い炭粒子が維管束付近に観察された。

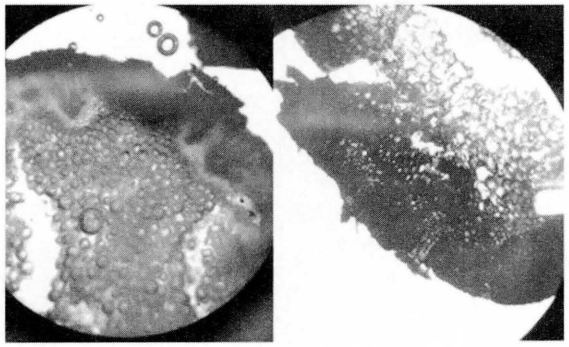


図 30　燃焼した茎の断面(燃焼処理したもの、特に激しく燃えた部分)

特に激しく燃えた部分では表皮から維管束付近まで焦げており、熱が茎内部まで浸透していたことが分かった。

第 5 章　考察

第 1 節　切り花の鮮度回復の全容と燃焼法の影響の総括

最初に急激な吸水が行われてその後吸水量が減少していったことから、実験前半と実験後半では吸水の機構が異なることが伺える。実験の前半は水分欠差が大きかったので、切り葉および切り花の水ポテンシャルを原動力とする吸水の影響が大きかったと考えられる。実験の終盤では、吸水速度が横ばいになったことからも言えるように、水分収支が平衡に近づき、蒸散を原動力とする吸水が中心に切り替わっていったと考えられる。燃焼法を施した場合には、処理後の相対生体重から大きく増加することなく推移していったことから、燃焼法は水ポテンシャル由来の吸水に特に影響を与えているといえる。

第 2 節　燃焼法の吸水阻害原因

燃焼区で相対生体重の回復が遅れた理由は二つ考えられた。一つ目は、茎元を加熱することで植物の体温が上がり、蒸散が活発になったことである。二つ目は燃焼による吸水機構が破壊である。

第 1 項　蒸散への作用

実験 1－1(図 12 参照)では吸水開始から早い段階での蒸散速度が速いが、実験 1－2(図 15 参照)では無処理区が、実験 1－3(図 18)では水切り区が燃焼区に比べて速い速度であって、実験 1-4(図 21)では実験中に最速の実験区が複数回入れ替わった。蒸散速度は各実験において異なる推移を示しており、燃焼法が蒸散の増減に作用しているとは今回の実験からは言えない。

第 2 項　吸水機構の破壊

まず、燃焼区でどのような吸水が行われていたのかを考察する。実験 1 において燃焼区の吸水速度は実験開始から 24 時間後までの変化が小さかった。一方で 24 時間後の吸水速度は実験区ごとに大差が見られなかった。この事実を踏まえれば燃焼区では蒸散を原動力とする吸水が辛うじて行われており、水ポテンシャル由来の吸水が他の実験区に比べて機能していないといえる。原因として茎断面に入り込んだ炭粒子による導管閉塞と、茎元表面の燃焼による維管束の破壊が考えられた。これについて実験 1-3 から考察したが、燃焼区(茎断面)と燃焼区(茎元表面)では相対生体重と吸水速度のいずれでも差が見られなかったため、実験 1-3 からは主要な吸水阻害原因がどこにあるのかを特定することはできず、結論を得られなかった。

観察 1 では、維管束内に炭粒子が観察されたとともに、維管束部分の破壊も併せて観察された。(第 4 章第 7 節図 29、図 30 参照)前者については、van Doorn(1989)が、バラ切り花の茎の断面積の 3 分の 2 近い部分に剃刀を挿しても、水揚げ程度は変化しないことを報告している。これを踏まえると、導管閉塞はさして有力な説とは言えない。よって後者がより大きな要因であると結論づけた。

よって、燃焼法による吸水阻害の最大の要因は維管束の破壊であると結論づけた。

第 3 節　抗菌効果

燃焼法を施しても生け水中の細菌量に差はなかったので、炭化部が抗菌に役立つという説は否定することができる。燃焼区を施した茎内部の細菌が多かったことについては、炭化

したことが細菌の増殖を促したというよりは、燃焼に伴う周辺組織の腐敗が由来している可能性が考えられる。また、炭化部のミクロ孔が細菌の吸着を促進している可能性も考えられた。実験4を踏まえると、炭化部の多孔性が及ぼす影響とその使途については一考の余地がある。

第4節　品質保持期間への影響

燃焼区と水切り区・無処理区では、燃焼区の品質保持期間が短くなった。これの原因としては複数が考えられる。まず、実験1より燃焼法が吸水を妨げることが示されているので、これによって植物に十分な水が供給されなかったことがある。また、実験3から燃焼区茎内部の細菌が多かったことより、細菌の分泌物による茎元の酸化、腐敗、またはそれに伴う導管閉塞も考えられる。

第5節　保水効果

茎元を炭化させることで、炭化部の吸水力は約5倍近くになったことから、燃焼法は茎元表面の保水力を高めるといえる。この理由として考えられるのは、炭の多孔性である。しかし、茎元の炭化によって増加した吸水量は切り花の全乾燥重に対して 0.7%程度であり、その効果がどれほどの影響を与えているかには疑問が残った。実験1、実験2の結果を踏まえても、導管閉塞による吸水の減少を相殺するほどに機能していたとはいえない。また、炭化部に蓄えられた水が茎表面から導管に浸透し、吸水に貢献しているかも定かではない。この点については炭化部の観察等がさらに必要となってくるが、今回の実験を総合しても炭化による保水力の向上が燃焼法による鮮度回復に貢献しているとは言えない。

第6章　結論と展望

本研究では、燃焼法が切り花の吸水促進効果、抗菌効果がなく、むしろ吸水を阻害することと、保水効果は実際にあるがその影響は軽微なものであることが分かった。また、吸水阻害の原因として、維管束部分の破壊と炭粒子による導管閉塞があるのではないかと考えた。これらの結果を踏まえて、切り花の鮮度保持と品質保持期間延長に対して燃焼法は悪影響を与えることが大きいと結論づけた。
しかしながら、これまで長くにわたり伝承されてきた手法である以上、何らかの効果が観察された場合があるはずである。生花店や花卉市場への聞き取りを行って現状分析を行うとともに、今回使用した植物に比べてより木部の発達した植物において維管束の破壊が避けられるかなどの検証を進める必要がある。

謝辞：本研究にあたり研究手法および研究発表に関して助言をいただいた副島麻衣先生と樋口真之輔先生にこの場を借りてお礼を申し上げます。

※別添資料

表 1　キク(スプレー)の品質評価基準『品目別評価基準』(一般財団法人 日本花普及センター(JEPC))(2014年)より引用

項目	判定基準	備考
開花花序数	１花茎あたりの開花している花序数(老化した花序を除外)を 数える．咲き終わり（老化）は 以下３項目の判定に従って行 い，老化した花序は取り除く	１花茎あたり開花花序がD：3 輪以下となった時点で日持ち終 了と判定．注１参照
舌状花の褐変	個々の花序について， A：発生なし， C：花弁先端が褐変， D：花弁面積の 1/3 が褐変	Dに達した花序は取り除く．
舌状花の萎れ	個々の花序について，触ってみて， A:リジッド（かたく張りがある） B：やや軟， C．軟，および視覚的に， D．萎れる（垂れる）	Dに達した花序は取り除く．
管状花の退色・褐変	個々の花序について， A．発生なし， B．やや退色， C．激しく退色， D．褐変	八重の品種では管状花が露出（露心）しない場合がある．D に達した花序は取り除く．
葉の萎れ	触ってみて， A：リジッド(かたく張りがある) B：やや軟， C：軟，および視覚的に D:萎れる（垂れる）	
茎葉の黄変・褐変	A．発生なし（緑色） B．下位葉に発生 C．中位より上の茎葉に発生が始まる D．茎葉の 1/2 以上に発生	黄変の発生には品種間差が大きい．
茎の腐敗	A．発生なし B．切り口が白くなる C．いけ水中の茎の一部が腐敗（いけ水が濁る）． D．いけ水中の茎全体が腐敗 （い	

	け水が激しく濁る）	
その他	D．落弁，落葉，病虫害，薬害 など	ハダニの発生に注意

注1．キクの花（蕾）は，舌状花（外側）と管状花（内側）が集まった花序（頭 状花序）であるので，ここでは1つの花を花序と呼ぶ．評価開始時に直径1㎝以上の（破膜している）花序を数え，母数とする．5㎜以下の小さな花序は除去し てもよい。

表 2　実験 1-1 水揚げ方法と生体重

時間		-18	0	1	3	5
燃焼	①	35.6	34.9	25.8	33.2	32.9
	②	28.0	27.4	33.6	25.3	25.0
	③	27.0	26.5	25.8	26.5	27.0
	④	20.6	20.2	20.1	20.1	20.2
	⑤	26.8	26.3	24.7	24.3	24.2
	⑥	22.6	22.1	21.7	21.5	21.4
	⑦	35.5	34.8	33.7	33.2	32.7
	⑧	29.9	29.3	29.1	28.3	28.2
水切り	①	18.9	18.0	18.0	18.6	18.6
	②	30.1	29.0	31.2	31.3	31.3
	③	24.9	24.0	24.6	24.9	24.7
	④	41.7	40.3	41.5	41.3	41.4
	⑤	32.6	31.1	31.2	30.9	30.9
	⑥	13.6	13.0	18.4	18.4	18.5
	⑦	26.1	25.0	24.9	24.9	24.9
	⑧	25.3	24.4	24.2	24.2	24.3
無処理	①	37.4	36.2	36.3	36.0	35.9
	②	35.4	33.9	34.1	34.2	33.9
	③	19.0	18.0	18.0	17.9	17.9
	④	19.6	18.0	18.6	18.4	18.4
	⑤	42.9	41.2	41.8	41.4	41.2
	⑥	48.4	45.4	45.2	44.7	44.5
	⑦	31.2	29.4	30.1	30.2	28.1
	⑧	29.9	28.2	28.5	28.2	28.0

表 3　実験 1－1　水揚げ方法と吸水量

		1	3	5	7
燃焼	①	1.55	0.95	0.50	1.00
	②	1.00	2.00	1.10	0.70
	③	1.80	1.05	1.15	0.80
	④	1.22	1.13	1.45	0.80
	⑤	2.00	0.60	1.00	0.60
	⑥	0.80	1.20	1.00	0.60
	⑦	2.00	0.50	1.00	0.50
	⑧	2.12	1.23	0.85	0.60
水切り	①	1.50	1.00	1.00	0.50
	②	2.60	2.00	1.60	1.20
	③	2.50	0.50	2.00	0.50
	④	2.80	1.80	2.80	1.20
	⑤	2.00	1.80	2.60	1.80
	⑥	2.50	0.50	2.00	1.00
	⑦	2.60	0.80	1.80	1.20
	⑧	2.50	1.00	1.00	1.00
無処理	①	1.00	0.50	1.50	1.00
	②	1.00	2.00	2.00	1.50
	③	0.60	1.00	0.80	0.60
	④	1.00	1.00	1.00	0.80
	⑤	1.50	2.00	2.00	2.00
	⑥	3.80	2.00	3.60	1.60
	⑦	2.00	2.50	2.25	1.75
	⑧	1.00	1.70	1.50	1.40

表 4　実験 1−2　水揚げ方法と生体重

		新鮮重	乾燥重	0	2	4	6	24
燃焼	①	48.9	37.9	36.8	37.4	37.5	37.5	41.4
	②	29.5	23.1	22.1	22.8	22.9	23.0	23.2
	③	27.9	21.5	20.9	21.8	21.9	21.8	24.4
	④	24.3	16.3	15.4	15.9	15.7	15.5	15.1
	⑤	18.8	14.1	13.5	13.9	13.8	13.6	13.4
水切り	①	41.13	31.53	30.5	37.1	38.1	38.3	38.5
	②	30.3	21.3	20.0	24.9	25.9	26.5	26.9
	③	25.87	20.2	19.6	24.2	24.4	24.4	24.7
	④	23.99	17.6	16.0	19.7	20.6	20.6	20.2
	⑤	21.5	17.9	17.2	20.4	20.6	20.0	20.7
無処理	①	39.8	31.4	31.4	34.5	36.1	37.7	36.1
	②	31.6	24.7	24.7	29.5	29.6	29.6	29.9
	③	25.74	19.1	19.1	21.0	22.7	23.5	24.3
	④	23.9	17.7	17.7	19.6	20.5	20.8	21.0
	⑤	22.59	17.3	17.3	21.6	22.0	22.0	22.2

表 5　実験 1-2　水揚げ方法と吸水量

		2 時間後	4 時間後	6 時間後	24 時間後
燃焼	①	2.0	0.5	1.0	9.5
	②	1.2	1.6	0.6	3.6
	③	1.0	1	0.5	6.0
	④	0.6	0.4	0.4	2.6
	⑤	1.2	0.6	0.2	2.8
水切り	⑥	7.5	2.5	2.0	6.5
	⑦	5.6	2.0	2.0	0.6
	⑧	5.2	1.0	0.8	4.8
	⑨	4.4	1.2	測定無し	2.5
	⑩	4.0	0.5	1.8	1.7
無処理	㉑	4.4	4.0	2.4	5.7
	㉒	6.5	1.0	2.0	7.0
	㉓	2.4	3.0	1.8	6.2
	㉔	3.0	1.5	1.0	4.0
	㉕	5.0	1.2	0.8	3.8

表 6　実験 1-3　水揚げ方法と生体重

		新鮮重	乾燥重	0	2	4	6	24
燃焼(茎断面)	①	40.65	35.67	35.31	38.19	37.73	37.41	35.84
	②	73.33	63.85	63.47	64.54	65.52	65.57	65.04
	③	40.19	34.11	33.82	34.12	33.25	32.54	26.59
	④	26.00	21.75	21.46	24.59	25.62	25.66	25.02
燃焼(茎元表面)	①	70.61	61.74	60.93	—	69.39	69.32	69.60
	②	43.68	38.60	37.77	41.60	42.32	42.50	42.63
	③	39.77	33.77	33.43	37.78	38.30	38.52	39.35
	④	27.83	20.99	20.41	20.48	20.08	19.81	15.53
テープ(切り口)	①	43.84	37.72	37.52	37.26	36.95	36.46	31.30
	②	69.75	60.42	56.11	69.14	68.41	67.80	66.96
	③	37.90	31.81	31.61	33.08	33.27	33.12	27.41
	④	31.46	27.38	27.35	26.71	26.24	25.61	22.08
テープ(茎元表面)	①	58.52	47.69	47.69	—	52.07	52.56	54.00
	②	46.23	38.71	39.83	39.38	39.57	39.87	36.74
	③	36.97	29.40	29.35	28.41	27.35	26.23	19.94
	④	32.62	26.71	23.43	23.47	23.26	22.97	21.66
水切り	①	57.81	51.93	49.83	56.20	56.43	56.57	57.25
	②	46.80	42.22	41.14	45.48	45.70	45.76	46.14
	③	36.89	29.95	28.71	34.95	35.18	35.17	31.61
	④	35.06	27.42	26.28	33.04	31.45	30.85	27.95
無処理	①	47.28	38.73	38.16	44.00	44.90	44.29	40.66
	②	46.90	39.94	39.58	42.66	43.76	44.33	44.41
	③	36.79	32.05	31.73	32.06	32.59	32.73	32.40
	④	35.28	30.23	29.85	31.10	32.00	32.67	33.98

表 7　実験 1-3　水揚げ方法と吸水量

時間		2	4	6	24
燃焼(茎断面)	①	3.70	0.30	0.90	4.80
	②	3.50	1.50	2.00	11.50
	③	2.00	0.60	0.40	2.60
	④	6.00	3.00	1.50	11.00
燃焼(茎元表面)	①	10.50	2.00	2.50	15.00
	②	5.50	3.00	1.50	13.00
	③	6.20	1.80	2.00	12.40
	④	1.60	1.20	1.00	5.60
テープ(茎断面)	①	1.20	2.00	1.20	3.20
	②	2.60	1.40	1.00	2.60
	③	12.50	1.70	2.00	15.50
	④	0.50	0.10	0.40	1.80
テープ(茎元表面)	①	5.00	3.00	2.00	15.20
	②	3.00	1.80	3.60	7.60
	③	0.80	0.20	0.40	2.60
	④	1.40	1.40	0.40	6.60
水切り	①	8.00	2.00	2.50	13.30
	②	5.50	0.50	1.50	9.50
	③	11.40	1.80	1.80	15.80
	④	9.60	0.60	1.60	9.00
無処理	①	11.00	1.20	2.20	11.40
	②	4.50	3.50	2.00	12.00
	③	1.00	1.70	1.30	7.40
	④	2.00	2.00	2.00	15.00

表 8　実験 1-4　水揚げ方法と生体重

		新鮮重	乾燥重	−18	0	2	4	6	23
無処理	①	13.39	13.97	13.89	13.47	13.3	13.3	13.23	13.2
	②	14.23	14.88	14.9	14.21	14	13.7	13.63	13.33
	③	29.48	30.62	30.68	29.42	29.5	30	30.21	30.77
	④	18.74	19.45	19.62	18.58	18.2	17.9	17.71	17.53
水切り	①	16.79	16.80	17.41	16.2	16.7	16.6	16.57	16.5
	②	25.48	25.15	26.28	24.38	25.3	25.4	25.37	25.7
	③	13.84	13.86	14.5	13.23	13.8	13.9	13.95	14.19
	④	24.57	24.59	25.54	23.66	24.8	24.9	25	25.24
燃焼(茎断面)	①	28.32	28.74	29.35	27.73	27	26.9	26.15	22.63
	②	24.72	25.49	26.18	24.07	24.2	—	—	—
	③	30.95	31.37	31.91	30.43	30.9	29.5	28.58	25.18
	④	15.23	14.88	16.4	13.82	15.2	15	15.14	15.31
燃焼(茎元表面)	①	25.14	25.92	31.42	20.74	23.9	28.5	28.49	28.49
	②	28.23	28.98	29.81	27.44	27.7	27.5	27.66	27.57
	③	17.93	17.43	18.53	16.87	17.5	17.7	15.68	17.59
	④	30.14	28.44	31.11	27.55	—	—	—	—

表 9　実験 1-4　水揚げ方法と吸水量

		2	4	6	23
無処理	①	1.5	2	2	3.2
	②	0.5	1.5	1.5	3.6
	③	1	5	2.5	9.5
	④	0.2	1	0.5	5
水切り	①	1	0.5	1	6
	②	2.5	4	2.5	12.5
	③	1.5	2	1.5	6
	④	2.5	4	2	13
燃焼(茎断面)	①	1.8	1	1.5	4
	②	1.5	—	—	—
	③	2.2	1.5	1	4.6
	④	2	1	1	6
燃焼(茎元表面)	①	1.5	0.5	1.5	8
	②	1.6	1.2	1.2	7.4
	③	1.4	1.2	1.2	6.4
	④	2.0	—	—	—

表 10　実験 2　品質保持期間(アジサイ)

日数		0	5	6	7	10	11
無処理	①	B	B	B	B	B	B
	②	B	B	B	B	B	B
	③	B	B	B	C1	D	D
	④	B	A	B	A	B	A
	⑤	A	C1	C1	C2	D	D
	⑥	B	D	D	D	D	D
	⑦	A	A	A	A	B	B
	⑧	A	B	B	A	B	B
燃焼	①	B	B	B	B	B	B
	②	B	C1	C2	C2	C2	C2
	③	A	B	B	B	B	B
	④	A	C1	C1	C1	D1	D1
	⑤	B	B	C1	C1	C1	C1
	⑥	B	B	B	B	D	D
	⑦	B	B	C2	C2	C2	C2
	⑧	B	C1	C2	C2	C2	C2
水切り	①	A	C1	C1	B	B	B
	②	A	C1	C1	C2	C2	C2
	③	A	C1	C1	B	B	B
	④	A	A	A	B	B	B
	⑤	A	B	B	C1	C1	C1
	⑥	B	B	B	B	B	B
	⑦	A	D	D	D	D	D
	⑧	A	B	B	B	B	B

表 11　実験 2　品質保持期間(スプレーギク)

日		0	4	7	9	12	14	17	19
無処理	①	AAAAAA	AAAAAB	AACCAC	—	—	—	—	—
	②	AAABAA	AABBBA	AACDCB	—	—	—	—	—
	③	AAAAAA	AAAAAA	AAAAAA	AAAAAA	AAAABB	AAAAAB	AAAAAA	AAAAAB
	④	AAABAA	AAABAA	ABADAA	—	—	—	—	—
水切り	①	AAAAAA	ABBCAA	BDBDAA	—	—	—	—	—
	②	AAAAAA	ABABAA	ABADAB	—	—	—	—	—
	③	ABAAAA	ABBBBA	ABBBCA	ABAAAB	ABABAA	BBABAB	CCABAA	—
	④	AAAAAA	AAAAAA	AAAAAA	AAAACA	AAABBA	AAABBB	AAABBA	AAABCA
燃焼(茎断面)	①	ABBAAA	ABBCBB	ADBDDC	—	—	—	—	—
	③	AAAAAA	BCBDCD	—	—	—	—	—	—
	④	AABAAA	ABACCB	ACAACB	—	—	—	—	—
燃焼(茎元表面)	①	AAABBA	CCDDCB	—	—	—	—	—	—
	②	AAAAAA	AAABBA	AAACCA	—	—	—	—	—
	③	AAAAAA	BBABCA	CBACCA	—	—	—	—	—

表 12　実験 4　燃焼法の有無と保水力

	乾燥重(g)	処理後重(g)	24 時間後重量(g)	水の重量(g)
無処理 1	0.82	0.80	0.90	0.08
無処理 2	0.66	0.64	0.73	0.07
無処理 3	0.65	0.63	0.72	0.07
無処理 4	0.68	0.67	0.79	0.11
燃焼 1	0.64	0.10	0.53	0.43
燃焼 2	0.51	0.16	0.65	0.49
燃焼 3	0.73	0.32	0.32	0.00
燃焼 4	0.63	0.16	0.40	0.24

【参考文献】

【書籍】
①主婦の友社　『必携　いけばな便利帳』主婦の友社,1998 年,p.111,
②竹中麗湖　『だれでも素敵にできる　はじめての簡単いけばな』世界文化社,2006 年 2 月 1 日 p.10
③嶋田幸久・萱原正嗣「植物の体の中では何が起こっているのか」ベレ出版,2015 年,p.153-156
④市村一雄『切り花の鮮度・品質保持 基礎と実践:日持ちが消費のカギになる』誠文堂新光社,2016 年
⑤P.サイモンズ 著; 柴岡孝雄,西崎友一郎 訳『動く植物　植物生理学入門』,八坂書房,1996 年

【論文】
①飯塚一郎『温州みかんの切葉の吸水』1969 年 1 月 山形大学紀要 (農学),第 5 巻第 4 号
②市村和雄「切り花における収穫後の生理機構に関する研究の現状と展望」2010 年,『花き研究所研究報告』第 10 号 p.11－53
③小笠原 悠, 市村 一雄, 福永 哲也, 永田 晶彦, 井上 守「切り花の水揚げに関する生花店へのアンケート調査および水切りが主要切り花の吸水と品質保持に及ぼす効果」『園芸学研究』2012 年 11 巻 4 号 p. 577-583
④築尾嘉章、月星隆雄、松下陽介、伊藤陽子、市村一雄、湯本弘子、岡野邦夫「花き類生け水中の緑膿菌等の発生消長と品質保持剤による菌数抑制」『花き研究所研究報告』2008 年 12 月 20 日,第 8 巻 p.9-13
⑤土井 元章, 釣賀 美帆「キクシュートの水あげと生け水の物理的特性との関係」『園芸学研究』2009 年 8 巻 2 号 p.235-241
⑥林寛子,神谷桂,吉田晋一,平岡美紀,浅野峻,藤根輝枝「消費者の切り花の購買実態と選好基準―チャネルの使い分けと商品選定の視点―」『農林業問題研究』2013 年 9 月第 191 号
⑦福原知子,安部郁夫,宗宮功「活性炭の細孔構造が付着微生物量に及ぼす影響」『炭素』2001 年 2001 巻 199 号
⑧松嶋 卯月, 大下 誠一, 瀬尾 康久, 川越 義則, 中村 謙治「切り花の呼吸速度および水収支の計測」『農業機械学会誌』1999 年 61 巻 5 号 p.49-55
⑨村濱稔「塩化ベンザルコニウム処理がストック切り花の水揚げに及ぼす影響」『園芸学研究』2007 年 6 巻 3 号 p.487-490
⑧米倉基裕,堀田真紀子,長嶋 圭,池内 都,山口徳之「バラ切り花における収穫から一次水揚げまでの時間、切り前、一次水揚げ水および輸送水が日持ち性に及ぼす影響」2017 年『愛知県農総試研報』第 49 号 p.23-30
⑨Nicolas Vaslier, Wouter G. van Doorn Xylem occlusion in bouvardia flowers: evidence for a role ofperoxidase and cathechol oxidase Postharvest Biology and Technology 28 (2003)
⑩Put, H. M. C. and L. Jansen. 1989. The effects on the vase life of cut Rosa cultivar 'Sonia' of bacteria added to the vase water. Sci. Hortic. 39: 167-179.
⑪Put, H. M. C. and F. M. Rombouts. 1989. The influence of purified microbial pectic enzymes on the xylem anatomy water uptake and vase life of Rosa cultivar 'Sonia'. Sci. Hortic. 38: 147-160.
⑫U.van Meeteren. Role of air embolism and low water temperature in water balance of cut chrysanthemum flowers. Scientia Horticulturae. 51.275-284(1992)
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/030442389290125V
⑬van Doorn, W. G., H. C. M. de Stigter, Y. de Witte and A. Boekestein. 1991.Micro-organisms at the cut surface and in xylem vessels of rose stems: a scanning electron microscope study J. Appl. Bacteriol. 70: 34-39
⑭van Doorn, W. G., K. Schurer and Y. de Witte. 1989. Role of endogenous bacteria in vascular blockage of cut rose flowers. J. Plant Physiol. 134: 375-381.
⑮W. Van Sambeek and , Barbara G. Pickard.1976 Mediation of rapid electrical, metabolic, transpirational, and photosynthetic changes by factors released from wounds. I. Variation potentials and putative action potentials in intact plants Jerome. Canadian Journal of Botany, 1976, 54(23): 2642-2650

【シンポジウム記録】
① 玉泉幸一郎 矢幡 久「第 7 回 林木の生長機構研究会 シンポジウム-樹木の水ストレス-」日本林学会誌 1988 年 70 巻 11 号 p.495-498

【ウェブサイト】
① 切り花の茎を焼く理由|みんなのひろば｜日本植物生理学会
https://jspp.org/hiroba/q_and_a/detail.html?id= 参照日:2019 年 7 月 7 日
②『茎の損傷とは何ですか？どのように回避できますか？｜クリザール・ジャパン』
https://www.chrysal.com/ja/common-problems/what-stem-damage-and-how-avoid-it 参照日:2019 年 7 月 7 日
4. 農林水産省「花きの現状について」
http://www.maff.go.jp/j/seisan/kaki/flower/pdf/kakimeguji1404_1.pdf
参照日:2019 年 7 月 7 日
5. 品目別評価基準:::一般財団法人日本花普及センター(JFPC)
https://jfpc.or.jp/reference_test/hyoka.html 参照日:2019 年 7 月 7 日
6. アジサイ評価基準

https://www.jfpc.or.jp/_userdata/himochi/manual/Hydrangea.pdf
参照日:2019年7月7日
7. 140319　共通事項
https://www.jfpc.or.jp/_userdata/himochi/kyotsujiko_140319.pdf
参照日:2019年7月7日
8. 切り花の手入れ方法:下関合同花市場
http://www.sekinohana.co.jp/06howtoflower.php
参照日:2019年12月8日
9. 花を長く楽しむポイント/JA愛知みなみ
http://www.ja-aichiminami.or.jp/kaki/information/flower01.php
参照日:2019年12月8日
10. 花を育てる|一般社団法人JFTD(花キューピッド)
https://www.hanacupid.or.jp/flowerinfo-cut/
参照日:2019年12月8日
11. 燃焼とはどんな現象か
https://pub.nikkan.co.jp/uploads/book/pdf_file4ff291f7c2655.pdf
参照日:2019年12月8日
12. お花の正しい扱い方 - 花ギフト通販&宅配のフラワーショップコスモス
https://www.fs-cosmos.com/14747849746262
参照日:2019年12月8日
13. 水の密度
https://www.ryutai.co.jp/shiryou/liquid/water-mitsudo-1.htm
参照日:2019年12月15日
14. 茎の損傷とは何ですか？どのように回避できますか？|クリザール・ジャパン
https://www.chrysal.com/ja/common-problems/what-stem-damage-and-how-avoid-it
参照日:2020年1月28日