

# ‘ネイハ'キンカンにおける土壌乾燥処理が開花習性、炭水化物含量、GA様活性およびABA含量に及ぼす影響

|       |                                                                        |
|-------|------------------------------------------------------------------------|
| 誌名    | 明治大学農学部研究報告 = Bulletin of the Faculty of Agriculture, Meiji University |
| ISSN  | 04656083                                                               |
| 著者名   | 岩崎,直人<br>國島,浩介                                                         |
| 発行元   | 明治大学農学部                                                                |
| 巻/号   | 55巻4号                                                                  |
| 巻号補足  |                                                                        |
| 掲載ページ | p. 169-175                                                             |
| 発行年月  | 2006年3月                                                                |

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



〔研究論文〕

# ‘ネイハ’ キンカンにおける土壌乾燥処理が開花習性, 炭水化物含量, GA様活性およびABA含量に及ぼす影響

岩崎直人, 國島浩介

(2006年2月23日受理)

## Effects of water stress on flowering, carbohydrate content, GA-like activity and ABA content in ‘Meiwa’ kumquat trees.

Naoto Iwasaki, Kousuke Kunishima

### Summary

‘Meiwa’ kumquat (*Fortunella crassifolia* Swingle) trees were subjected to water stress in order to increase first-flush flowers by withholding water until the soil water content reached about 30% and was maintained for 10 or 20 days. All treatments of water stress increased first-flush flowers as compared with non-treated control trees. The total sugars and ABA level increased in the roots subjected to 10 days of water stress, while total sugars in root, leaf and shoot, and the ABA level in root increased in 20-day water stressed trees. On the other hand, starch contents of root, leaf and shoot decreased in water stressed trees. GA-like substances in leaf were decreased by water stress or re-irrigation though temporal increase in those of 20-day stressed trees were observed. The positive correlation was observed between the number of first-flush flowers and the ABA level of leaf. These results indicate that increased total sugars and ABA level under water stress after termination of new shoot growth increases the number of first-flush flowers significantly.

**Keywords :** 水ストレス, 1 番花, ABA, GA, キンカン

### 緒 言

キンカンはカンキツ属 (*Citrus*) の近縁属であるキンカン属 (*Fortunella*) に属する園芸作物である。古くから風邪の予防などに効果があるとして、主にシロップや蜂蜜漬け、マーマレードなどの加工用として利用されているが、果実の生食はあまりされていない。果皮にはビタミンCやカルシウムを多く含んでいること (食品加工総覧, 2000)、発ガン抑制作用を有するβ-クリプトキサンチン (根角ら, 1998) のほか、高血圧や動脈硬化を抑制するヘスペリジン、鎮咳効果のあるシネフリンなど機能性成分が多く含まれている (奥田, 2000) ことから、近年注目されている果実の1つである。

キンカンはカンキツ属のレモンと同様に、春から秋にかけて数回開花する四季咲性を有している (岩崎, 1966)。果実の生産には6月下旬から7月下旬にかけて咲く夏花が利用されているが、夏花の開花習性には特徴があり約10日間の間隔で3～4回の開花が見られ、それぞれ順に1番花、2番花、3番花と呼ばれている。1番花に着果した果実は、2番花以降の果実と比べて成熟期間が短く、さらに果実肥大、着色、品質において優良となる。しかしながら1番花の開花数や着果数は概して少なく、年による変動も大きい。そのため、安定した果実生産を行うためには2番花を中心とした栽培体系がとられる場合が多い (谷口, 1984)。また、2番花、3番花に着果した果実は1番花に着果した果実に比

べて成熟が遅れることから、収穫時には熟度の選別をしながら収穫するため作業が煩雑になり、長期化する。キンカンの開花習性に関する研究は近年盛んに実施されており、花芽分化期の土壤乾燥処理によって1番花の開花数の増加がみられ（岩崎, 2000）、1番花のみでも十分な収量が得られることが明らかにされている。また、6-Benzylamino purine (BA) の茎葉全面散布は、腋芽の生長促進、新梢数、伸長量の増加がみられ、着花数を増加させること（Xiang and Matsumoto, 1988）、さらに新梢の萌芽直後にバクロブトラゾールを葉面散布することによって、1番花数が増加することも報告されている（Iwahori and Tominaga, 1986）。これらのことから、キンカンの開花習性には植物生長調節物質が関与していると考えられる。ウンシュウミカンや‘土佐’ブンタンでは、乾燥処理が樹体内ABA含量、GA含量および炭水化物含量に影響を及ぼし、それらと花芽分化との関連が示唆されている（Ito et al., 1999; Koshita et al., 1998; Koshita and Takahara, 2004; 中島ら, 1993）。

本研究では‘ネイハ’キンカンにおける土壤乾燥処理が樹体内炭水化物含量、GA含量ならびにABA含量に及ぼす影響を明らかにし、適切な乾燥処理方を確立することを目的として行った。

## 材料および方法

本実験は本学内にあるガラス室を利用して2004年に行った。直径35cm容量29lの不織布ポットに植栽されたカラタチ (*Poncirus trifoliata* Rafin) 台の6年生‘ネイ

ハ’キンカン (*Fortunella crassifolia* Swingle) を9樹、供試した。

新梢伸長が終了するまでは露地に置き、その後土壤乾燥処理から開花が終わる10月上旬までガラス室に置いた。受粉は放任受粉で、摘果は行わなかった。肥料は元肥と夏肥としてそれぞれ混合肥料 (N:P:K=7:5:5) 60gを与えた。

土壤乾燥処理は6月8日から行った。10日間乾燥処理区（10日乾燥区）、20日間乾燥処理区（20日乾燥区）、十分に灌水を行う対照区の3処理区を設定し、各区3樹を供試した。乾燥処理区は灌水を抑えて土壤水分含量が約30%になるように設定し、25%以下になった場合には少量の灌水を行った。乾燥処理期間中は毎日午前10時に、TDR土壤水分計（Hydro Sense）を用いて1ポット当たり5箇所の土壤水分含量を測定した。なお、乾燥処理を行うにあたって本実験に供試した土壤の水分特性を調査した。供試土壤をステンレスバットに入れ105℃に設定した通風乾燥機内で72時間乾燥させた。その状態の土壤を水分含量0%、24時間容水量相当の水を含んだ状態を100%、さらに24時間容水量の5、10、20、40、60、80%に相当する水分を含んだ土壤の水ポテンシャルをサイクロメーター（WP4）で測定した。本供試土壤では、水分含量が50%以下になるとゆるやかに水ポテンシャルも低下した。さらに土壤水分含量が10%以下に減少すると、水ポテンシャルは急激に低下した（第1図）。この結果を基に本実験では土壤の水ポテンシャルが-1.5MPa以下に維持できるよう、土壤水分含量を約30%に設定した土壤乾燥処理を行った。

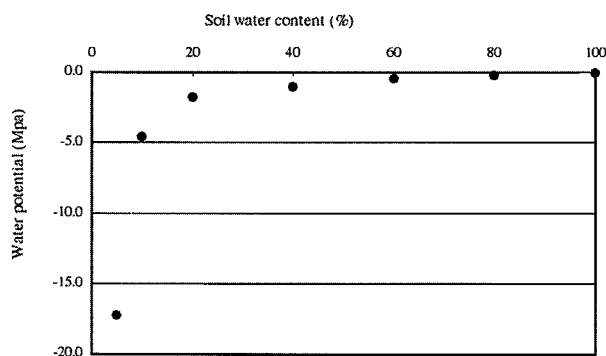


Fig. 1 Relationship between water content and water potential of the soil used in this experiments.

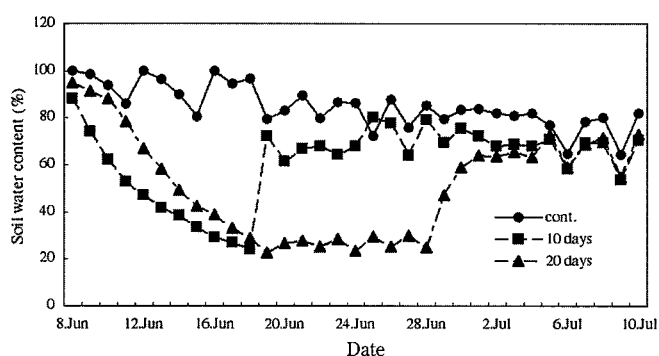


Fig. 2 Changes in soil water contents under different duration of water stress treatments.

Table 1. Effects of water stress on leaf water potential and osmotic potential in ‘Meiwa’ kumquat trees.

|         | 18-Jun                   |                            | 28-Jun                   |                            |
|---------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|
|         | Water potential<br>(MPa) | Osmotic potential<br>(MPa) | Water potential<br>(MPa) | Osmotic potential<br>(MPa) |
| Cont.   | -0.69b <sup>2</sup>      | -1.39a                     | -0.80b                   | -1.20b                     |
| 10 days | -1.31a                   | -1.47a                     | -0.78b                   | -1.26b                     |
| 20 days | -0.79b                   | -1.32a                     | -1.58a                   | -1.49a                     |

<sup>2</sup> Different letters within columns indicate significance at 5% level by Fisher's PLSD.

乾燥処理開始10日後の6月18日と、20日後の6月28日の午前4時頃に各供試樹の葉を採取し、サイクロメーターを用いて水ポテンシャルを測定した。さらに樹体内成分分析のため葉、枝、根を採取した。採取後すぐに流水で汚れを洗い流し、-80℃で保存した。その後、真空凍結乾燥機で24時間乾燥させて粉碎し、吸湿しないようにディシケーター内で保存した。

開花調査は各樹の新梢10本を選び、6月下旬から1日当たりの開花数を毎日調査し、1番花および2番花について100節当たりの開花数に換算した。

根、葉および枝の糖含量はアンスロン法で、デンプン含量は簡易デンプン分析法により定量した。

GAおよびABAの分析は、試料1gを80%メタノール100mlで24時間抽出した。上澄み1mlを採取してABA分析試料とし、残りはエバポレーターでメタノールを除去してGA様物質抽出試料とした。GA様物質の抽出は酢酸エチルおよびリン酸緩衝液で分画し、酸性酢酸エチル分画を得た。さらにイソプロピルアルコール：アンモニア：水（10：1：1）を展開溶媒としたペーパークロマトグラフィー（東洋濾紙No.50）により精製し、展開後の濾紙は原点から展開先端の間を10等分した。それぞれのフラクションにおけるGA様活性は、‘短銀坊主’を用いた生物検定により測定し、GA<sub>3</sub>当量として定量した。ABAは分析キット（SIGMA）によりイムノアッセイ法で定量した。

## 結 果

土壌乾燥処理期間中の土壌水分含量の推移を第2図に示した。対照区は80%前後で推移したが、10日乾燥

区で処理開始後急激に低下し、10日後には約30%となった。20日乾燥区では、土壌水分含量の低下が10日乾燥区に比べて緩やかであったが、約10日後には約30%となり、その後は一定の値を維持した。したがって乾燥処理開始10日間の平均土壌水分含量は対照区で約80%、10日乾燥区で47%、20日乾燥区で60%となった。また、20日乾燥区では10日以降は約30%推移していた。

土壌乾燥処理区における葉の水ポテンシャルは、対照区に比べて有意に低下した。6月18日の対照区では-0.69MPaであったのに対し10日乾燥区では-1.31MPaであった。しかしながら20日乾燥区では-0.79MPaで、対照区と差はなかった。6月28日には10日乾燥区では対照区と差はなかったが、20日乾燥区では-1.58MPaであった（第1表）。

1番花の開花は対照区で6月22日、10日乾燥区で6月23日、20日乾燥区で7月7日に始まった（第3図）。

新梢100節当たりの開花数は対照区の1番花が69.8個、10日乾燥区では145.5個となり有意に増加した。しかしながら20日乾燥処理区では112.0個で、対照区

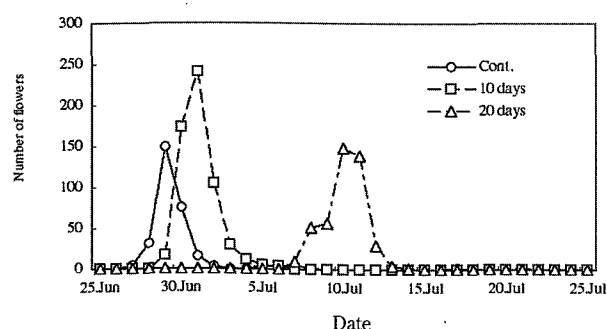


Fig. 3 Effects of water stress on number of flowers opened per day in ‘Meiwa’ kumquat.

Table 2. Effects of water stress on number of flowers in 'Meiwa' kumquat trees.

|         | Number of 1st<br>flush flowers | Number of 1st<br>flush flowers |
|---------|--------------------------------|--------------------------------|
| Cont.   | 69.8b <sup>z</sup>             | 4.0                            |
| 10 days | 145.5a                         | 0.0                            |
| 20 days | 112.0ab                        | 0.0                            |

<sup>z</sup> Different letters within columns indicate significance at 5% level by Fisher's PLSD.

Table 3. Effects of water stress on total sugars and starch contents in 'Meiwa' kumquat trees.

|                                | 18-Jun             |       |       | 28-Jun |       |        |
|--------------------------------|--------------------|-------|-------|--------|-------|--------|
|                                | Root               | Leaf  | Shoot | Root   | Leaf  | Shoot  |
| Total sugars contents (mg/gdw) |                    |       |       |        |       |        |
| Cont.                          | 45.3b <sup>z</sup> | 84.2a | 74.5a | 34.8b  | 60.3b | 60.3b  |
| 10 days                        | 63.4a              | 75.0a | 75.3a | 31.3b  | 58.1b | 60.6b  |
| 20 days                        | 65.0a              | 79.8a | 74.5a | 70.1a  | 76.2a | 74.7a  |
| Starch contents (mg/gdw)       |                    |       |       |        |       |        |
| Cont.                          | 55.1a              | 11.5a | 15.1a | 28.5a  | 7.0b  | 17.9ab |
| 10 days                        | 20.7a              | 4.8b  | 5.6b  | 22.4a  | 15.7a | 24.5a  |
| 20 days                        | 41.3a              | 3.9b  | 5.7b  | 16.1a  | 4.7b  | 6.8b   |

<sup>z</sup> Different letters within columns indicate significance at 5% level by Fisher's PLSD.

Table 4. Differences in GA-like substances content in 'Meiwa' kumquat trees as affected by water stress.

|         | Leaf              |        | Root   |        |
|---------|-------------------|--------|--------|--------|
|         | 18-Jun            | 28-Jun | 18-Jun | 28-Jun |
| Cont.   | 3.7a <sup>y</sup> | 4.2a   | 3.0a   | 5.0a   |
| 10 days | 3.2a              | 2.4ab  | 4.1a   | 6.7a   |
| 20 days | 6.6b              | 2.0b   | 3.8a   | 3.4a   |

<sup>z</sup> GA<sub>3</sub> equivalent ng/gdw

<sup>y</sup> Different letters within columns indicate significance at 5% level by Fisher's PLSD.

Table 5. Differences in ABA content in 'Meiwa' kumquat trees as affected by water stress.

|         | Leaf              |        | Root   |        |
|---------|-------------------|--------|--------|--------|
|         | 18-Jun            | 28-Jun | 18-Jun | 28-Jun |
| Cont.   | 7.3a <sup>y</sup> | 5.2ab  | 0.3b   | 0.5b   |
| 10 days | 9.6a              | 4.4b   | 1.6a   | 0.5b   |
| 20 days | 6.8a              | 6.8a   | 2.3a   | 1.4a   |

<sup>z</sup> nmol/gdw

<sup>y</sup> Different letters within columns indicate significance at 5% level by Fisher's PLSD.

に比べて増加傾向にあったが、有意ではなかった。2番花の開花は対照区のみで観察され、土壌乾燥処理区では見られなかった（第2表）。

乾燥処理によって、樹体内糖含量の増加が見られた。10日乾燥処理区では根においてのみ有意に増加したが、20日乾燥処理区では根、枝および葉の全ての部位で有意に増加した。それに対し、デンプン含量は乾燥処理により減少する傾向が見られた。また、10日乾燥処理区では乾燥処理終了後に灌水したことにより大幅にデンプン含量の増加が見られた（第3表）。

GA活性は20日乾燥区における6月18日の葉で対照

区に比べて有意に増加していたが、10日乾燥区では差はなかった。また、6月28日では乾燥処理区においてGA活性は低くなる傾向を示した。一方、根においては乾燥処理による変動は少なかったが、6月28日の20日乾燥区で減少した（第4表）。20日乾燥区におけるGA活性の増加は、特にRf値（rate of flow value）が0.1～0.2付近において顕著であった（第4図、第5図）。

ABA含量は乾燥処理によって増加する傾向を示したが、葉では有意な差ではなかった。一方、根のABA含量は乾燥処理によって有意に増加し、さらに処理後再灌水することによって対照区と同レベルにまで急激に

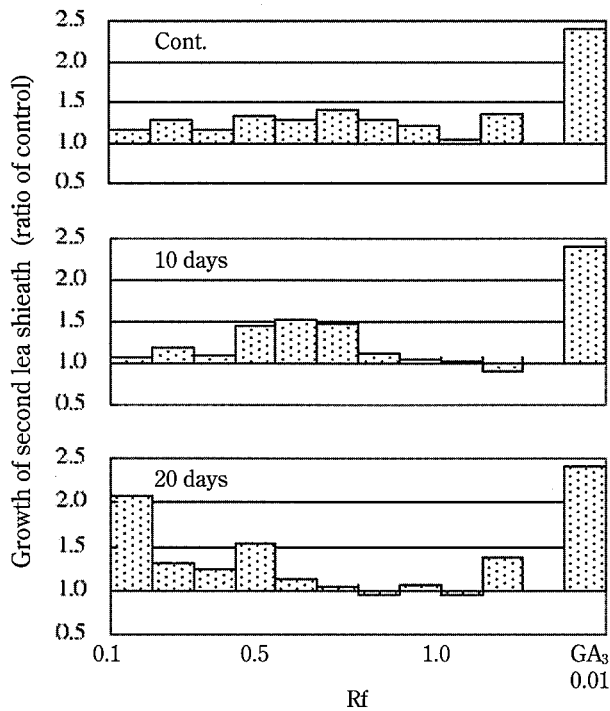


Fig. 4 Effect of water stress on GA-like activity in ‘Meiwa’ kumquat leaves. Samples were collected on 18 June.

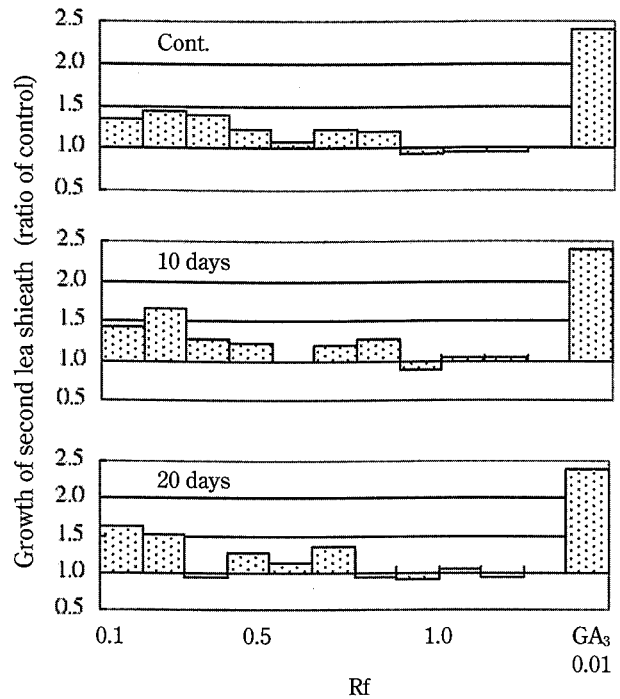


Fig. 5 Effect of water stress on GA-like activity in ‘Meiwa’ kumquat roots. Samples were collected on 18 June.

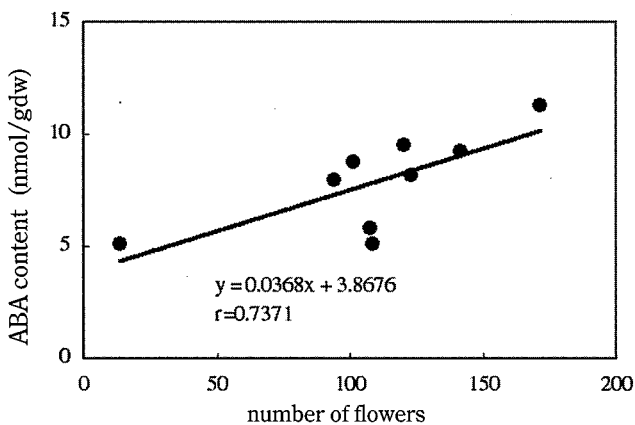


Fig. 6 Relationship between ABA content of leaves and number of flowers per 100 nodes in ‘Meiwa’ kumquat trees affected by water stress.

減少した（第5表）。また、6月18日における葉のABA含量と1番花の開花数には有意な相関が見られ、ABA含量が高くなるほど1番花数は多くなった（第6図）。

## 考 察

キンカンは春から伸長する新梢の葉腋に、単生または双生の直花をつける性質を持っている。したがって、萌芽期以降の環境条件が花芽形成に大きく影響すると

考えられ、春枝の伸長停止後に土壌乾燥処理を行うことによって花芽分化が影響されるものと考えられる。

本実験では土壌乾燥処理10日目には各処理区における土壌水分含量の差は現れたが、葉の水ポテンシャルは対照区と20日乾燥区の間には差が見られなかった。ウンシュウミカンでは葉の水ポテンシャルが-1.5MPa以下になると膨圧の急激な低下が見られ、十分な乾燥ストレスを受け始める(葉師寺ら, 1995)ことから、土壌水分含量が50%程度で推移した20日乾燥区における処理開始後10日間は充分な乾燥ストレスを受けていなかった可能性が考えられる。しかしながら1番花の開花数は有意差は無かったが、対照区に比べて20日乾燥区で多かった。したがって20日乾燥区では乾燥処理10日目から20日目までの水ストレスの影響が現れたものと考えられた。

乾燥の影響を受けた樹体では、水ストレスの影響で樹体内炭水化物含量が大きく変化することが知られており、‘土佐’ブンタンでは葉の糖含量の増加とデンプン含量の減少を引き起こすことが報告されている(中島ら, 1993)。本実験においても根の全糖含量は増加し、かつデンプン含量が減少した。一方、葉の糖含量は乾

乾燥処理20日目において増加したが、デンプン含量は10日目においても減少していた。炭水化物含量の変化は、水ストレスに遭遇した際にみられる浸透調節機能が働き、デンプン合性から糖の合性へと炭水化物代謝が変化したためと考えられた。

ABAは植物体が水ストレスを受けることによって有意に増加することが知られており、本実験でも根において有意に増加したが、葉では有意な差は見られなかった。根で生産されたABAは、木部を経由して地上部に移動することが知られているが（Zhang and Davies, 1990; Ismail and Davies, 1998）、水ストレスの影響により導管の水ポテンシャルが低下したために水分移動が抑制され（Nonami et al., 1997）、ABAの樹体内移動が妨げられた可能性も考えられる。ABAはニホンナシの花芽形成を促進する（平田ら, 1993）ことや、多くの果樹において花芽形成数と樹体内ABA含量が正の相関を持っているとの報告がある（Ito et al., 1999; Koshita et al., 1998）。本実験においても乾燥処理による水ポテンシャルの低下と1番花の開花数、ABA含量、糖含量の増加とデンプン含量の減少が見られた。一方、ウンシュウミカンの生理的花芽分化期にABA含量が高いと着花の減少がおこる（奥田, 1995）との報告もあるが、これは気孔伝導度の低下により光合成速度が低下し、開花に必要な炭水化物が十分蓄積されなかった可能性が示唆されている。本実験におけるABA含量と1番花の関係を見ると、6月18日ではABA含量と1番花の開花に正の相関が見られたことから、ABA含量の増加が1番花の増加と関連があるものと考えられた。

GAは植物の伸長促進、休眠打破などの栄養生長に働き、草本性植物では花茎の伸長促進に伴い開花も促進させるが、木本性植物では一部を除いて開花阻害に働く植物ホルモンとして知られている。ウンシュウミカンにおいては、夏秋季にGA散布を行うと花芽の発生が抑制され（井上, 1990）、GA生合成阻害物質であるウニコナゾールなどを散布することで、開花数が増加することが報告されている（尾形ら, 1995）。さらにウンシュウミカンにおいて検出されるGAは、GA<sub>1</sub>、GA<sub>19</sub>およびGA<sub>20</sub>で、花芽の形成に関与しているGAはGA<sub>19</sub>およびGA<sub>20</sub>であることが示唆されている（尾形ら,

1995）。本実験ではGAの種類までは同定していないが、本分析法ではGA<sub>1</sub>およびGA<sub>19</sub>の活性はRf値が0.2前後に生じると考えられる（横田, 1983）。本実験では20日乾燥区において乾燥処理10日目に他の2処理区に比べて高いGA様活性を示したことから、20日乾燥区における開花時期が他の2処理区に比べて遅れた理由として、GA含量が高まったことにより花芽の発達が遅れた可能性が考えられた。GAは-1.5MPa前後の乾燥処理によって急激に増加するが、特にGA<sub>1</sub>およびGA<sub>3</sub>で顕著であることが報告されている（Koshita, 2004）。一方、山田ら（1990）は-3.0MPa程度の乾燥処理で、GA様物質含量が低下することを報告している。本実験では20日乾燥区における土壌水分含量の推移は乾燥処理開始直後の土壌水分含量の低下が10日乾燥区に比べて緩やかであった。したがって水ストレスがGAの生合成に及ぼす影響は乾燥の程度によって異なる可能性が考えられた。

また、GAはデンプンを糖に変えるアミラーゼ活性を高めることから、炭水化物代謝と関係があると考えられている。10日乾燥区の葉におけるGA様活性は6月28日には対照区に比べて減少していたことから、乾燥処理後の再灌水によってGAは減少し、樹体内炭水化物の代謝も糖の蓄積からデンプンの蓄積へと変化するものと考えられた。

以上のことから、乾燥処理によるABA含量の増加が樹体の栄養生長を抑制して花芽分化が促進されることにより、本来2番花、3番花となる花芽が1番花として開花する可能性が示唆された。さらに、水ストレスの影響により浸透調節機能が働く際にGAが増加し、炭水化物代謝がデンプン合性から糖の合成へと切り替わるものと考えられた。また、この増加したGAが分化した花芽の発達を遅らせる可能性も考えられた。したがって土壌乾燥処理によって1番花を用いた生産体系を確立するためには、GAの生合成についてさらに詳しく調査する必要があると考えられた。

## 摘 要

キンカンにおける開花前の土壌乾燥処理が1番花の

開花促進や樹体内成分、果実の収量に与える影響を解明し、キンカンの生産性の向上を目指すことを目的として研究を行った。十分に灌水した対照区、10日間乾燥条件に置かれる10日乾燥処理区、20日間乾燥条件に置かれる20日乾燥処理区の3つの処理区を設定し、新梢伸長停止2週間後から土壌乾燥処理を行った。土壌乾燥処理区では対照区に比べて、1番花の開花数が増加した。乾燥処理開始10日後では根、20日後には根、葉および枝で糖含量、根のABA含量が増加した。一方、根、葉および枝のデンプン含量は減少する傾向がみられた。また、GA様活性は乾燥処理によって一時的に増加するが、乾燥が長期になる場合や再灌水後には減少する傾向がみられた。ABA含量と1番花の開花数の間には正の相関が見られた。以上から、春枝の伸長停止後から乾燥条件下におくことによって、1番花の開花数、糖含量、ABA含量が増加するが、GAおよびデンプン含量が低下すると考えられた。

## 引用文献

- 平田尚美・香田智哉・松井弘幸・小原均・禿泰雄. 1993. 天然型アブシジン酸がニホンナシの新梢生長と花芽形成に及ぼす影響. 園学雑. 62 別1: 156-157.
- 井上 宏. 1990. ウンシュウミカンの新梢発生と花芽分化に及ぼす夏秋季のジベレリン散布と温度の影響. 園学雑. 58. 913-917.
- Ismail, M.R. and Davies, W.J. 1998. Root restriction affects leaf growth and stomatal response: the role of xylem sap ABA. *Scientia Hort.* 74: 257-268.
- Ito, A., Yaegaki, H., Hayama, H., Yamaguchi, I., Kusaba, S. and Yoshioka, H. 1999. Bending shoots stimulates flowering and influences hormone levels in lateral buds of Japanese pear. *HortScience* 34. 1224-1228.
- 岩崎藤助. 1966. カンキツ栽培法. p140-142. 朝倉書店, 東京.
- 岩崎直人・早崎宏靖・田中慎一郎. 2000. ‘ネイハ’ キンカンに及ぼす土壌乾燥処理の影響. 生環調. 38: 105-109
- Iwahori, S. and Tominaga, S. 1986. Increase in first-flush flowering of ‘Meiwa’ kumquat, *Fortunella crassifolia* Swingle trees by paclo-butrazol. *Scientia Hort.* 28: 347-353
- Koshita, Y., Takahara, T., Ogata, T. and Goto, A. 1998. Involvement of endogenous plant hormones (IAA, ABA, and GAs) in leaves and flower bud formation of satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). *Scientia Hort.* 79: 185-194.
- Koshita, Y. and Takahara, T. 2004. Effect of water stress on flower-bud formation and plant hormone content of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). *Scientia Hort.* 99: 301-307
- 中島芳和・S. Susanto・長谷川耕二郎. 1993. プンタン幼樹の開花と結実に及ぼす秋季の水ストレスの影響. 園学雑. 62: 15-20
- 根角博久・中野睦子・吉田俊雄. 1998. カンキツのフラベドおよび果汁に含まれるβ-クリプトキサンチン含量の品種間差異. 園学雑. 67 別2: 108.
- Nonami, H., Wu, Y. and Boyer, J.S. 1997. Decreased growth induced water potential: A primary cause of growth inhibition at low water potentials. *Plant Physiol.* 114: 501-509.
- 奥田拓道. 2000. 健康・栄養食品辞典. p.631-632. 東洋医学舎, 東京.
- 尾形凡生・植田栄仁・塩崎修志・堀内昭作・河瀬憲次. 1995. ウンシュウミカンの着花に及ぼすジベレリン合成阻害物質の効果. 園学雑. 64: 251-259
- 奥田均・木原武士・岩垣功. 1995. ウンシュウミカンの着果が発育枝の光合成速度、暗呼吸速度、葉中遊離ABA濃度ならびに翌年の着花に及ぼす影響. 園学雑. 64: 9-16.
- 谷口保男. 1984. 果樹全書・特産果樹. p145-159. 農文協.
- Xiang, R. and Matsumoto, K. 1988. Promotion of inflorescence development by 6-benzylamino purine in large round Kumquat (*Fortunella crassifolia* Swingle) trees. 愛媛大学農学部紀要 33(1): 109-225.
- 葉師寺博・居石知成・森永邦久. 1995. 乾燥ストレスの進行および回復過程における水分特性. 園学雑. 64 別2: 124
- 山田寿・田中康治・杉浦明・苦名孝. 1990. ウンシュウミカンの花芽分化に及ぼす水ストレスの強さと期間の影響. 新大農研報. 42: 1-6.
- 横田孝雄. 1983. ジベレリンの精製と機器分析. p.16-34. 勝見允行・増田芳雄編. 実験植物学講座15. 植物生理学I. 丸善株式会社, 東京.
- Zhang, J., and Davies, W.J. 1990. Does ABA in the xylem sap control leaf growth in soil-dried maize and sunflower plants?. *J. Exp. Bot.* 41: 1125-1132.