

## カンキツの潮風害防止技術

誌名	農業氣象
ISSN	00218588
著者	小笠原, 佐代市
巻/号	29巻1号
掲載ページ	p. 41-45
発行年月	1973年6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



# カンキツの潮風害防止技術

小笠原 佐代市

カンキツの潮風害は、台風等による強風が吹く際に、降雨が少ない場合か、無降雨状態において、潮風化した塩分が飛散降下し、枝葉や果実の表面に付着および樹体内への浸透によって、生理的機能を害し、落葉落果を導びくものとされている。したがって潮風災害を防止するには、(1)海岸地帯の強風を受けやすい場所は開園を避ける。(2)防風施設を整備して風向の変化および風力の減殺をはかり、飛散降下する塩分を最低限度に留める。(3)潮風に強い品種系統を栽培する。(4)潮風を受けた場合は、塩害発現前に適切な処置をおこない被害を軽減する。(5)被害を生じたものに対して、樹勢の回復を促進させる処置をおこなう。

かように潮風害防止には、各種の段階的な対策があげられるが、これらを整理すると、(1)災害を未然に防止する方法、(2)被害を受けた樹に対する復興対策の2つに区分できる。しかし潮風を受けて生ずる塩害の要因と、被害発生に対する観念的事象に対しては、幾多の疑問があるので、潮風による災害を防止する手段を、理論的背景から推進するためには、基本的な防止策を確立する必要がある。したがって1953年から、現地調査ならびに各種の実験をおこなった。

## 1. カンキツの付着塩分による塩害発現

温州ミカンの樹体に塩分が付着した場合に生ずる各種の被害現象については、三輪(1952)、飯久保、西田(1959)、池田、北之園(1960)らの報告があるが、いずれも海水散布によって生ずる樹体の生理的変化を観察したものであって、塩分濃度の限界、あるいは樹体の諸条件によって変化する塩分に対する抵抗性等については明確でない。そこで筆者(1957)は濃縮海水散布が温州ミカンの樹体におよぼす各種の被害現象をとらえ、塩分に対する限界濃度と、被害発現の関係、樹体の生理的諸条件と、塩分による被害発現の実態を把握する目的で、次のごとき実験をおこなった。

### (1) 付着塩分とカンキツの塩害発現

材料は4年生温州ミカン(ポット栽植)18本使用、処理は1957年9月1日～2日、小形フンム機により、海水は10倍稀釈1回散布、5倍稀釈1回散布、2倍稀釈1回散布、普通海水散布、1/2倍濃縮1回散布、1/5倍濃縮1回散布の6処理をおこなった。

散布後落葉状態を観察するとともに、落葉数による被害度を求め、落葉の最終日に残葉の塩分付着量および塩分の浸透量を測定した。

実験結果については、5～10倍稀釈海水の両区では処理後2日目において、葉面の海水は、結晶状になっていたが、2倍稀釈以上の高濃度の区では、濃度に比例して結晶状になるのが遅れた。このような結晶状への変化の遅速と落葉との関係は、興味ある結果を示しており、濃縮海水5～10倍稀釈では、落葉率が極めて低い。また2倍稀釈以上の高濃度になるにしたがって落葉率が加速的に多くなる傾向が認められた。

落葉の原因には、塩分の浸透による原形質分離によって、離層形成に導びくものか、あるいは塩分が葉の表面付着によって、葉中水分の急速な奪水によって、離層形成に導びくものか、あるいは両者が重複して発生する現象なのか、本実験では、これらの要因をあきらかにすることはできなかった。

葉に付着した塩分および浸透した塩分の合計と落葉率との関係によって、温州ミカンが被害を受ける塩分量を推定すると、 $m^2$  当り 0.4～0.5g の範囲にあることがあきらかになった。また塩分合計量が  $m^2$  当り 1g 増すごとに落葉率は、約3%増加することを示している。

台風によって潮風を受け、塩害を生ずる程度は、潮風を受ける各個体によって夫々異なるようである。被害は潮風中の塩分濃度、溶解度、潮風を受ける時期、品種系統、樹勢、結果状態、発芽の状態、葉数、気温、土壌および肥培等各種の条件によって支配されている。また台風は強風を伴ない枝葉が物理的障害を起す場合が多いため、実験的に生じた落葉と潮風による落葉とは異なるものがある。したがって両落葉現象の相違を追求し、その

要因を明らかにする必要がある。また11月5日に1/2倍に濃縮した海水を4年生温州ミカン(ポット栽植)に散布し処理後6日目に塩分の分析をおこない、14日目に落葉調査をおこなった結果、乾物量と葉面積を対比して、塩分量を算出してみると、大体同じ傾向が認められた。また組織充実度の相違による塩分浸透速度は、春葉よりも、夏秋葉の方が浸透量が多く、落葉率も高い、いわゆる組織の若令なものが被害を受けやすいことを示した。

### (2) 海水散布回数とカンキツの塩害発生現象

3年生温州ミカンを使用し、海水を1回、3回、5回、10回に区分して散布、散布は1958年9月20日、30分間隔に葉の表裏に十分付着するように小形フム機使用、散布濃度は、普通海水(3°Be')、散布回数に異なる場合の被害状態を調査した。

本実験は、温州ミカンが潮風を受けて塩分が付着してから発現する被害の状態および、被害発現までの時間的差異を驗知するために実施した。

実験結果によると、散布回数が多くなるにしたがって被害程度が増大することがあきらかである。

温州ミカンが潮風によって発現する塩害は、いずれも4日目頃から落葉がおこり、6日～8日目頃が落葉のピークになる。その後次第に落葉が減じて、20日頃まで続く。また総落葉数に対する時期別の落葉率も、散布回数に支配されていないことが認められた。たとえ1回の散布においても、葉片に付着した塩分の絶対量によって、被害の程度を決定することがあきらかになった。

### (3) 潮風発生の時間的相違とカンキツの被害発現

4年生温州ミカン(ポット栽植)を使用し、1/2倍濃縮海水を小形フム機で午前9時に散布、昼間区は屋外におき、夜間区は暗黒状態の室内におき、海水散布後、1、3、6、10、15、28、72時間経過したときに、表面に付着した塩分は蒸留水で洗い落とし、葉内に浸透した塩分は灰化してそれぞれN/25硝酸銀溶液で滴定した。

台風来襲とき、強風下に無降雨状態になると、海岸地帯では、多くの植物が潮風害を生ずる。この場合に、昼間よりも夜間に潮風を受けたものが被害を大きくする疑いがあるため、本実験によって、降下塩分の付着どきが、昼間と夜間の相違による被害発現の状態を驗知した。

温州ミカンの葉中に塩分が浸透する速度は、昼間区よりも夜間区が早い傾向を認めた。葉面に塗布した塩分が葉内に容易に移行することは、Toth, S.J. (1954)が放射性CLを用いて明らかにしており、また飯久保、西田らは湿度の多少が葉面上に付着した塩分の葉内吸収に及ぼす影響を調査し、高湿ときには、葉面上の塩分が、海水

散布後3時間以内に、相当に葉内浸透して減少することを認めている。本実験においても、夜間区の塩分浸透が速いことが認められた。夜間区では散布後72時間後も海水は液状を保っていたのに対して、昼間区では乾燥して結晶状態を回復していたので、浸透速度が遅れたものと思ふ。いずれにしても処理後10時間までは、両区ともに早い速度で浸透することが認められた。したがって潮風害防止は、被害発現後の事後処理よりも潮風による塩分付着前後の処理が重要な課題であることが明らかである。

### (4) 潮風発生前後の降雨と被害発現

台風来襲ときに生ずる塩害は、無降雨状態になると潮風によって、飛散降下した塩分が付着して発現するがその被害は、単に塩害のみでなく、強風による物理的障害を伴ない、その被害がいつそう助長されるものと思ふ。そこで風洞内においてできるだけ台風ときの状態を再現し、潮風を受ける場合に、その前後の降雨によって起る落葉の程度と、被害の発現に及ぼす影響をあきらかにするため、風洞を使用し、風の速度を10m/sとし、3年生温州ミカンを使用して、1区、清水散布10分～潮風処理2時間～清水散布10分、2区、清水散布10分～潮風処理2時間、潮風は普通海水の2°Be'をミカン樹の前方35mより散布した。

本実験結果によると、葉面積当りの塩分付着量(g/m<sup>2</sup>)は、潮風前後に清水散布をおこなった区の方が、塩分の付着量が大きい。この結果は、潮風後に清水散布をおこなうことによって、除塩されるため、被害が軽減するものと思われる。また落葉率においても、塩分の付着量の多い区が多くの落葉を示している。したがって潮風前に降雨があっても、潮風害の防止にはならず、潮風後の降雨の有無が被害の程度を大きく支配することを裏づけている。

## 2. 潮風抵抗性の時期的変化

温州ミカンや夏柑が、夏秋季から冬季にかけて、潮風を受けた場合に、気温の高低差による時期的な葉内に浸透する塩分の含有量および浸透速度と被害発現の程度の差ひいては、時期別潮風に対する抵抗性があるか否かについて実験した。

3年生温州ミカンおよび夏柑を使用し、濃縮海水8°Be'を次の時期別散布をおこない、塩分の葉面付着量、葉中組織内浸透量、落葉率について調査した。

葉面に付着した塩分を調査した結果によると、夏季8月散布の付着量が、秋季散布に比し、ほぼ倍量になっているが、それ以外の秋冬季間における付着量の差は殆ん

ど認め難い。この事実は、温州ミカン、夏柑ともに同一傾向にあるが、夏季散布が、葉面付着量の多い理由については、夏季生育途上にあるカンキツ葉の表皮が、ワックス状の被膜によるものか、表皮の組織的变化によるものか、判断しがたい。また葉中浸透量については、温州ミカン、夏柑ともに、時期別の塩分浸透量には大差は認められないが、12月、1月、2月はいずれもやや低下している。

被害樹の落葉は、温州ミカン、夏柑ともに、8月、9月、11月に多く、12月、1月、2月の低温期には殆んど落葉がおこななかった。木実験の結果により、カンキツの潮風による被害は、11月ころまでは発現するが、12月以降2月末までの低温期には、殆んど被害が発現しないことが認められた。したがって潮風による被害発現の限界温度は、15°C前後にあるものと推定される。

### 3. 潮風抵抗性の品種間差異

カンキツの各品種について、葉中塩分濃度と被害発現の関係をあきらかにし、さらに塩害に対する品種間の抵抗性をあきらかにするために、濃縮海水による処理実験をおこなった。カンキツ8品種の3年生幼樹(ポット栽植)を使用し、濃縮海水(8°Be')を散布し、散布直後の塩分付着量、5日後に葉内塩分浸透量を調査した。また落葉調査は6日目から14日間続けておこなった。

各品種間における海水散布後の葉中塩分含有量は、ネーブルオレンジがもっとも多く、次いで夏柑、日向夏、伊予柑、八朔、温州ミカン、レモンの順となっている。また葉内浸透量は八朔がもっとも多く、夏柑、日向夏、伊予柑、ネーブルオレンジ、レモン、温州ミカンの順になっている。塩分浸透量の多い理由は、葉の外皮の組織の差によるものか、気孔の大きさや数の差異によるものか判明しがたい。また葉中塩分の浸透量は、被害の現われ方や被害の程度に関係するものであってとくに浸透量の多いものほど落葉その他の被害が大きくなっている。

落葉は、塩分の葉中含有量の多少よりも、葉内に浸透した塩分含有量の多少が被害の発現におよぼす影響力を支配する。したがって葉内に浸透する塩分含有量の多い品種ほど抵抗性が低い傾向がある。したがって八朔、夏柑、日向夏がもっとも塩害に弱く、温州ミカンは被害が軽い。この傾向は、台風による潮風害を受けた現地の実態と同一傾向である。

### 4. カンキツ栽培の環境ならびに管理の相違と潮風害発生の関連性

潮風によるカンキツの被害発現の差は、環境条件はもちろん、栽培上の諸条件によって異なることは、これまでに台風災害の実態調査等であきらかにしている。しかし台風災害は、風の吹く時期や、気温の高低、昼夜の別はもちろん、海潮の干満差、潮風の程度、降雨の多少等によって異なるため、その要因分析は容易でない。

潮風発生は、海上における風速と風向および波がしらの程度、海汀の状態、海岸堤防の構造等によって異なることは、既に明らかにされており、とくに潮風が発生して多くの被害を生ずる環境は、海汀線附近に護岸工事の堤防があるが、岩礁等があって高波を受けて波シブキが多く飛散しやすい状態にあると、潮風を助長することがあきらかにされている。とくに風の方向および傾斜の方向と、塩害発生との関係は、風の吹く方向に傾斜した地形がもっとも大きな被害を生ずる。また地形的条件では、山頂が鞍部になり、風が収レンして、ここから吹き抜ける状態の地形では、風速が部分的に強くなり、山頂の前面および背後の両傾面の被害が甚だしい。さらに海岸線からの距離と塩害の程度は、地形と風速、風向、潮風発生量の多少等によって異なるが、いずれも海岸に接近した場所が被害を大きくし、遠距離になるほど軽減する。

カンキツが塩害発生量の程度に差のあることは、植物体の形態的、あるいは生態的条件によって異なるが、樹令的には3~5年生の弱令樹が弱く、15年生以上の成樹になり、樹勢が旺盛で着葉数が多く、適度に結果しておれば、概して強い。したがって剪定が合理的で、単位容積当りの着葉数が多く、結果層の厚い樹では、潮風の被害が少ない。樹間距離については、成樹になっても、樹間に余裕があり、前面に防風垣が無い場合は、強風が樹間に収レンして、かえって被害を大きくすることがある。したがって密植園の間伐直後に強い台風を受けると、樹体の充実を欠いている場合は、被害が大きくなる。そこで先ず防風施設を完備して、潮風対策をおこなってから計画的に間伐をおこなう必要がある。

潮風は結果の多少によって、被害の程度を異にし、適正な結果を維持したものは、果実の肥大が良好で、果梗部が丈夫に生長しているため、強風に対する物理的抵抗性を増していることは、あきらかである。また病害虫の被害を受けて樹体が衰弱していると、潮風に弱いことがあきらかで、とくにカイヨウ病、ソーカ病等の被害葉は、直接強風によって落葉を早めるばかりでなく、塩分の浸透を促進させて塩害発現を速進する。

## 5. 被潮風カンキツの被害回避および軽減

### (1) 潮風被害発現前における処理の効果

#### (i) 清水散布量および散布方法が塩分除去に及ぼす影響

カンキツに付着した塩分除去による被害軽減についての研究は、飯久保、西田(1959)や池田、北之園(1960)らによる水洗による除塩効果をあげている。しかし水洗時期の相違による効果、水洗量、洗滌要領による除塩効果の差異については、必ずしもあきらかでないので、筆者は除塩に関する各種の実験をおこなった。

まず4年生温州ミカンに1/2濃縮海水を十分散布し、5時間後に10a当り540l, 1,080l, 1,800l, 2,700lの清水散布区、清水散布後振り落し区、半量宛2回清水散布振り落し区の3区を設け、各区所定量の蒸留水を散布した。

木実験の結果によると、付着塩分除去のために、10a当り504l程度の清水散布の効果はあまり期待できない。10a当り1,080l以上2,700lまでは、散布量の多いほど効果が高くなっている。とくに散布後に枝を振って水滴を落すようにしたものが好成績を示した。

これらの結果から考察すれば、塩分濃度によって異なるが、散布量、洗滌技術が除塩効果を大きく式右することが判る。したがって散布量は少なくとも1,000l以上の水を高圧で大形の噴口を使用することが望ましい。

#### (ii) 清水散布量と散布時間が温州ミカンの落葉防止に及ぼす影響

4年生温州ミカン(ポット栽植)を使用し、1/5濃縮海水を十分散布した後、清水散布までの時間を5時間10, 20, 40, 60時間とし、散布量はそれぞれ、1,080l, 1,800l, 2,700lとし、8月4日6時に実施した。

塩分の付着量は  $m^2$  当り平均  $8.89 \pm 3.038g$  で、個体によって、また葉によって相違が認められた。洗滌率は散布量の多いほど高くなっており、洗滌時間によって多少の相違がある。また20時間後の洗滌率の低いのは、散布が14時の日中で、空気が乾燥して海水が結晶していたためと思われる。洗滌効果は、10a当り1,080l 60時間後を除いて、いずれも効果が認められた。とくに清水散布量1,800lになると10時間以内では相当の効果が認められ、10時間以後では1,080lと大差なく、2,700lになると塩分付着後10時間以上経過してもかなり効果が期待できる。

#### (iii) 薬剤処理による被害軽減

薬剤処理によって被害を軽減する狙いには、薬剤による除塩効果ならびに塩分が樹体におよぼす生理的影響に

基因する落葉落果防止と、強風による物理的傷害によって誘発する病害防除を目的とする場合がある。倉岡らは潮風を受けた宮川早生温州に、2.4-Dの散布をおこなない、落葉防止効果のあることを認めているが、筆者が潮風を受けた温州ミカンに対する薬剤処理対果を調査した結果によると、清水による除塩をおこなわずに処理すると、殆んど処理効果は無く、かえって無処理区以上の落葉を認めた。しかし石灰硫黄合剤加用2.4-D区は落葉率が低く、とくに清水による洗滌除塩後散布すると落果防止に効果のあることが認められた。したがって潮風を受けた樹は、まず10時間以内に清水を十分に散布して洗滌除塩し、2.4-D単用または石灰硫黄合剤加用2.4-Dの散布を実施するとよい。

### (2) 潮風被害樹の応急対策

カンキツが塩害を生じて落葉した樹の回復を促進するためには、時期によって被害現象が異なるけれども、まず枝幹の日焼防止、施肥等によって発芽を促し、多くの新葉を確保し、緑化させることである。これらの管理の中には、剪定の有無、果実の扱い方、防寒処置等各種の問題がある。とくに生長途上の果実は、潮風が7~8月の場合における被害樹では、果実をそのまま放置し、9~10月に被害を受けた場合には、直ちに果実を除去する方が樹勢回復上効果があることが実験結果認めた。

## 6. 防風施設による潮風被害回避

潮風害を防止するためには、防風施設によって飛散降下する塩分を軽減し、植物体に塩分の付着を回避する手段が必要である。したがって立地条件に即応した防風施設を設置して、垣の保護領域が最大に確保できるような防風垣を確立することが必要である。防風施設はその構造や高さが異なり、設置位置によって風の流動が変化するため、それぞれの地形による地表風の風力減殺程度や風向に相違を生ずることについては、これまでに多くの実験成績があり、あきらかにされている。ただわが国のカンキツ園は急傾斜地が60%におよび、これらの急傾斜地における防風垣は、立地条件によって著しく防風効果が支配され、とくに被風垣の構造的組合せと、第2防風垣の設置位置等について疑問があるため、風洞を使用して諸種の実験を行うとともに、現地調査等により、実用的防風垣設置の要領を得た。

風力を減殺し、垣の保護領域をできるだけ広くするためには、破風密度を70%内外に維持することが最適である。また第2破風垣の設置位置は、第1破風垣の有効範囲よりやや前方に設置して保護領域を副層させると平均化した風速減殺効果を得られる。

垣は傾斜基点から傾斜面に入って設置したものがもっとも効果が高く、次いで基点の前方に設置したもので、基点附近がもっとも効果が低いことが認められた。

### 主な関係論文

- 1) 柑橘潮風害に関する調査成績 (1954) : 山口農試特別報告, 第5輯
- 2) 柑橘類の潮風害とその対策 (1954) : 農業及園芸, 第29巻7
- 3) 柑橘の潮風害に関する研究, 第1報 (1959) : 山口農試研究い報, 第11号54—56
- 4) 柑橘の潮風害に関する研究, 第2報 (1960) : 山口農試研究い報, 第13号1—4
- 5) 柑橘の潮風害に関する研究, 第3報 (1961) : 山口農試研究い報, 第14号16—20
- 6) 柑橘の潮風害に関する研究, 第4報 (1966) : 山口農試研究い報, 第19号1—12
- 7) 防風林の構造に関する研究, 第1報 (1960) : 山口農試研究い報, 第13号
- 8) 防風林の構造に関する研究, 第2報 (1961) : 山口農試研究い報, 第14号
- 9) 防風林の構造に関する研究, 第3報 (1967) : 山口農試研究報告
- 10) 落葉した温州ミカンに対する摘果の影響 (1967) : 山口農試研究報告