

# 報告

## 神奈川県西部地域におけるウンシュウミカンの葉の沈着物について

相原敬次, 小山恒人, 菊川城司, 田中克彦, 廣部 誠\*, 杉山英男\*\*

(\*神奈川県農業総合研究所根府川試験場, \*\*国立公衆衛生院)

### Note

#### Folier Deposition on Satsuma Mandarin (*Citrus unshiu* Marc) in the Western Part of Kanagawa Prefecture

Keiji AIHARA, Tsuneto KOYAMA, Joji KIKUGAWA, Katsuhiko TANAKA,

Makoto HIROBE\* and Hideo SUGIYAMA\*\*

(Air Quality Division, \*Kanagawa Pref. Agr. Res. Sta. Nebukawa Exp. Sta.,

\*\*National Institute of Public Health)

キーワード：カンキツ類, ウンシュウミカン, 沈着物, 浮遊粒子状物質

### 1. はじめに

神奈川県の小田原市から湯河原町に広がる相模湾に面した海岸部は、ウンシュウミカンをはじめとするカンキツ類の生産地域であるが、最近、12月から3月の期間になると、出荷する果皮に黒い筋状の汚れが沈着したり、果実全体が黒ずむ症状が発生し、商品価値の低下を招いている。この原因については、病害虫および生理障害に起因するものでないことが、農業総合研究所等の栽培関係機関や生産者によって確かめられている。症状の発生している栽培園の果実には、葉から流れ出た汚れが黒い筋状に沈着しており、葉自体も著しく汚れていた。カンキツ類に限らず一般の植物は、大気中の汚染物質を吸収、また沈着させることが知られており、例えば葉面を洗浄して得られる沈着物は、大気汚染の指標となりうることが示されてきた<sup>1)</sup>。著者らは、果実の汚れと葉の汚れが密接な関係をもっていると考え、大気汚染との関連に視点をあて、葉面の沈着物や大気中の浮遊粒子状物質からこの症状の原因に関して検討を加えた。

### 2. 方法

#### 2.1 調査地点

調査地点は、図1に示した神奈川県西部地域の4地点とした。海岸部として小田原市根府川(根府川)、小田原市江の浦(江の浦)の2地点、内陸部として南足柄市怒田

(南足柄)、山北町岸(山北)の2地点のウンシュウミカン「satuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc)」の栽培園を選定した。

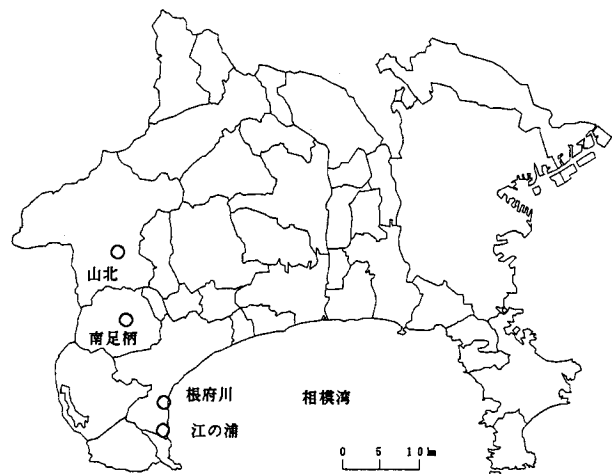


図1 調査地点

#### 2.2 葉の採取方法

ウンシュウミカンの葉の採取は、葉齢別、すなわち当年葉と2年葉に区別し、それぞれ無作為に20~30枚の葉を採取した。葉の採取は、1994年12月21日(第1回)、1995年2月3日(第2回)、1995年4月20日(第3回)の3回実施した。なお、第3回は、根府川のみで採取した。

### 2.3 葉面の洗浄方法

ウンシュウミカンの葉面の沈着物は、一葉毎に、やわらかなブラシと少量のエタノールを用いて、ていねいに洗い落とした。葉は、地点別、葉齢別に葉面積の合計が約1000cm<sup>2</sup>になるように、20~30枚を処理した。葉面の沈着物の洗浄溶液を集め、全体量をエタノールで100mlとした。なお、洗浄した葉については、葉面積計(プラニメックス25)により、それぞれの葉面積を求めた。

### 2.4 目視による黒色の汚れの程度および沈着物量

葉面の沈着物の洗浄溶液は、目視による観察で、黒色の汚れの程度により、小(+)から大(++++)の4段階に区分した。沈着物量は、洗浄溶液をフィルター(フロロポア FP-0.45、ポアサイズ:45μm)で減圧吸引ろ過し、60℃で1時間の通風乾燥、さらにデシケーター内で1時間放置後、フィルター上に捕集された重量を測定し、単位葉面積あたりの値とした。

### 2.5 大気中の粒子状物質濃度

大気中の粒子状物質濃度の測定は、アンダーセン・ロウボリュームエアサンプラーを用いて、粒子径11μm以上、粒子径2~11μm(粗大粒子)、粒子径2μm未満(微小粒子)の3粒径範囲に分級捕集し、微小粒子と粗大粒子の合計で、浮遊粒子状物質濃度とした。この測定は、1994年12月27日から1995年2月3日までの期間に1週間間隔で合計5回実施した。

### 2.6 沈着物及び粒子状物質の炭素成分含有率

黒色の汚れの主体は、スス状の炭素成分が主となるものと考えられることからその炭素成分について分析した。

沈着物については、フィルター上に分離した試料の一部をとり、また大気中の粒子状物質は、フィルター上に捕集した試料を扇状に分割して、それぞれCHNコーダー(機種:柳本MT5型、分析条件:He雰囲気、15%酸素、燃焼温度950℃)により炭素分量を分析し、その含有率を求めた。

## 3. 結果および考察

### 3.1 葉面の沈着物の洗浄方法に関する検討

植物の葉の一般的な洗浄方法は、洗浄液に脱イオン水あるいは蒸留水を用いた超音波法あるいは振とう法による洗浄の方法がある。従って、今回の試料についてこれらの方法の適用を試みたが、いずれの方法によっても葉の汚れの主体であるスス状の黒色の汚れの洗浄は不十分であった。そこで、他の方法、すなわち、エタノールを洗浄液としてブラッシングによる方法を用いたところ、黒色の汚れは十分に洗浄されることが確かめられた。なお、エタノールに洗い出された黒色のスス状の沈着物は、液中に懸濁し、フィルターによる分別が可能であった。

### 3.2 調査結果の地点間、地域別及び葉齢別の検討

第1回、第2回の調査結果を表1に示した。その結果、平均でみた沈着物量は、2年葉では、海岸地域が46.9(μg/cm<sup>2</sup>)、内陸部が36.3(μg/cm<sup>2</sup>)、また当年葉では、海岸部が27.6(μg/cm<sup>2</sup>)、内陸部が17.7(μg/cm<sup>2</sup>)と、いずれも海岸部で高くなった。しかし、地点毎、調査回でみると例えば、第1回は、最小値が根府川で最大値が江の浦であり、いずれも海岸部であった。また、第2回は、最小値が内陸部の南足柄であり、最大値が海岸部の根府川であった。このように、沈着物量は、調査地点、調査回

表1 地点間、地域別及び葉齢別の沈着物量、炭素成分含有率および汚れの程度

調査回(年/月/日)			第1回(1994/12/21)			第2回(1995/2/3)			平均	
葉齢	地域	調査地点	沈着物量 μg/cm <sup>2</sup>	炭素成分 含有率(%)	黒色の汚 れの程度	沈着物量 μg/cm <sup>2</sup>	炭素成分 含有率(%)	黒色の汚 れの程度	沈着物量 μg/cm <sup>2</sup>	炭素成分 含有率(%)
2年葉	海岸部	根府川	28.6	48.9	++++	40.8	30.5	++++	34.7	39.7
2年葉	海岸部	江の浦	87.5	35.6	++++	30.5	40.8	++++	59.0	38.2
2年葉	内陸部	山北	37.9	50.4	++++	40.0	40.0	++++	39.0	45.2
2年葉	内陸部	南足柄	42.2	42.5	++++	25.0	25.0	++++	33.6	33.8
当年葉	海岸部	根府川	18.4	23.0	+	25.4	10.2	+	21.9	16.6
当年葉	海岸部	江の浦	56.4	28.6	+++	10.2	25.4	+	33.3	27.0
当年葉	内陸部	山北	14.2	54.0	+++	28.8	28.8	++	21.5	41.4
当年葉	内陸部	南足柄	19.0	35.3	+	8.9	8.9	+	14.0	22.1
2年葉	海岸部	平均	58.1	42.3		35.7	35.7		46.9	39.0
2年葉	内陸部	平均	40.1	46.5		32.5	32.5		36.3	39.5
当年葉	海岸部	平均	37.4	25.8		17.8	17.8		27.6	21.8
当年葉	内陸部	平均	16.6	44.7		18.9	18.9		17.7	31.8

によって異なっており、この状況は、炭素成分含有率でも同様であった。したがって、今回の結果からは、沈着物量及び炭素成分含有率からの地域的な特徴は確認できなかったが、黒色の汚れは、いずれの地点、地域とも、とりわけ2年葉で大きく、海岸部に限った局地的な症状ではないことが確認された。

葉齢、すなわち2年葉と当年葉の比較をすると、2年葉は、当年葉に比較して黒色の汚れの程度、沈着物量ともに大きく、また炭素成分含有率も高い傾向が認められ、葉齢によって沈着物量、炭素成分及び黒色の汚れの程度が異なることが確認された。

### 3.3 ハウス栽培と露地栽培の比較および農薬散布による影響について

ウンシュウミカンの葉の黒色の汚れの由来について推定するため、大気汚染による影響の度合いが異なるハウス栽培と露地栽培の比較および葉面沈着物に密接に関係すると考えられる農薬散布による影響について検討した。その結果、表2に示したように、年間散布の場合、葉の沈着物量は、露地栽培で51.5 ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ )、ハウス栽培で、60.7 ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) と、ともに多かったが、黒色の汚れの程度は、ハウス栽培で小さく、また炭素成分も少なかった。このことは、自然の雨風による葉の洗浄効果の少ないハウス内では、農薬散布や乾燥している土壌の舞上りの

表2 ハウス栽培と露地栽培の比較および農薬散布による影響について

(調査日：1995/4/20)

栽培場所	農薬散布期間	沈着物量 ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ )	炭素成分含有率(%)	黒色の汚れの程度
ハウス内	年間散布	60.7	23.9	+
露地	年間散布	51.5	51.5	++++
露地	無散布	26.5	38.3	++
露地	前期	27.7	55.4	+++
露地	後期	61.8	53.0	++++

\*前期：7月～11月、後期：12月～6月

ために露地栽培の沈着物量に比較してむしろ多くなっているが、黒色の汚れやその成分と考えられる炭素成分については、直接的な大気の接触が少ないために少なくなっていることを示しているものと考えられた。

農薬散布の影響についてみると、無散布と前期散布の沈着物量は、後期散布や年間散布に比較して約1/2と少なく、特に無散布は、年間散布に比較して炭素成分含有率も低く黒色の汚れの程度も小さかった。また、前期散布では、炭素成分含有率が、後期散布や年間散布と同程度に多く、黒色の汚れの程度も大きかった。

カンキツ類の栽培では一般的に、マシン油乳剤はじめ各種の農薬が使用されている。これらの農薬の中には主たる有効成分の他に増量剤や展着剤、乳化分散剤、湿潤・浸透剤、固着剤などの界面活性剤が含まれている。界面活性剤は、植物の表皮のマイナスの帯電を減ずる作用により、農薬の有効成分を効率的に沈着させる効果がある<sup>2)</sup>。この効果は、同時に、大気中のチリ、とりわけ浮遊粒子状物質等の微細な粒子の植物体表面への沈着を促すとともに、これらを離脱されにくくさせているものと考えられる。従って、上で示した今回の結果から、農薬散布は、葉の沈着物量とその炭素成分や黒色の汚れの沈着を増長する原因となっていることが推測された。

### 3.4 大気中の浮遊粒子状物質濃度と炭素成分の測定結果について

県西部の海岸地域における浮遊粒子状物質の汚染状況を把握するため、根府川において大気中の粒子状物質濃度を測定した。表3に示すようにこの期間の最小値は1月5日～1月12日の期間であり、最大値は1月19日～1月26日の期間であった。なお、全期間の平均値は、23.8 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )であった。この値を、一都三県公害防止協議会が南関東地域15地点で1994年12月5日から12月9日に調査した値<sup>3)</sup>と比較した。その結果、大気汚染が清浄な地点とされている東京都の小河内や神奈川県松田では、粗大粒子、微小粒子とも10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )以下の低い値が測定されている。また、埼玉県の浦和や神奈川県の川崎、平塚の市街地や工業地域等の測定地点では、微小粒子濃度

表3 根府川における大気中の浮遊粒子状物質濃度と炭素成分 (測定期間：1994/12/27～1995/2/3)

測定期間	12/27～1/5	1/5～1/12	1/12～1/19	1/19～1/26	1/26～2/3	平均
粗大粒子 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	6.5	7.6	7.4	11.8	7.1	8.1
微小粒子 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	15.5	12.0	13.6	24.2	13.4	15.7
浮遊粒子状物質 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	22.0	19.6	21.0	36.0	20.5	23.8
微小粒子中の炭素成分(%)	43.0	29.0	31.3	27.7	31.0	32.4

で33.4~38.7( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ),粗大粒子濃度で20.4~22.7( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )と、ともに清浄な地点に比較して濃度の高い値が報告されている。このことと、今回の結果を比較すると、根府川においては、粗大粒子濃度は、清浄な地点と同程度の低い値であるものの、微小粒子濃度は、平均で15.7( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )とやや高く、特に1月19日~1月26日の期間の値は、24.2( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )と倍程度に濃度の高いことがわかった。また、微小粒子中の炭素成分の割合は31.3~43.0%で、南関東地域における値とほぼ同程度であった<sup>3)</sup>。

神奈川県の西部地域においては、過去における調査から、京浜地域の大气汚染物質が移流してくることも確認されており<sup>4)</sup>、今回の調査結果では、浮遊粒子状物質、特に微小粒子や炭素成分の濃度が、かならずしも低いことから、この地域のカンキツ類の葉の汚れに及ぼす大气汚染の影響は、無視できないものと考えられた。

#### 4. まとめ

カンキツ類の果面の黒色の汚れの原因を検討するため、大气汚染との関連に視点をあて、ウンシュウミカンの葉面の沈着物と大气中の浮遊粒子状物質から検討した。その結果を以下に示した。

- (1) ウンシュウミカンの葉面の黒色の汚れを含む沈着物は、エタノールとブラッシングによって、葉から洗浄された。黒色の汚れはスス状で、溶液中に懸濁し、フィルターによって分別出来ることが確認された。
- (2) 県西部の海岸地域、内陸地域の栽培地におけるウンシュウミカンの葉の沈着物量、炭素成分含有率、黒色の汚れの程度について調査した結果、沈着物量及び炭素成分含有率からの地域的な特徴は確認できなかったが、黒色の汚れは、いずれの地点、地域とも、とりわけ2年葉で大きく、海岸部に限った局地的な症状ではないことが確認された。また、2年葉は、当年葉と比較して黒色の汚れの程度沈着物量ともに大きく、また炭素成分含有率も高い傾向が認められ、葉齢によって

沈着物量、炭素成分及び黒色の汚れの程度が異なることが確認された。

- (4) 年間散布の場合のハウス栽培と露地栽培について、沈着物量や炭素成分含有率、黒色の汚れを比較すると、沈着物量は、ハウス内、露地栽培ともに同程度に多いものの、炭素成分や黒色の汚れはハウス栽培で少なかった。また農薬散布の有無と期間により、沈着物量、炭素成分含有率、黒色の汚れの程度に顕著な差が認められた。農薬散布は、浮遊粒子状物質等の大气汚染物質の植物体への沈着を増長することが考えられ、カンキツ類の果実や葉の黒色の汚れの原因となっていることが推測された。
- (5) 県西部の海岸地域における浮遊粒子状物質の汚染状況を把握するため、根府川において大气中の粒子状物質濃度を測定した。その結果、浮遊粒子状物質のうち粗大粒子濃度については、関東地域における清浄な地点と同程度であるものの、微小粒子濃度については、測定期間によっては、倍程度の高い濃度が測定された。また、微小粒子中の炭素成分は3割~4割であり、この地域の浮遊粒子状物質、特に微小粒子や炭素成分の濃度は、かならずしも低いことがわかり、葉の汚れに及ぼす大气汚染の影響は無視できないことがわかった。

#### 参 考 文 献

- 1) 相原敬次, 篠崎光夫: 第23回大气汚染学会講演要旨集, 459(1982).
- 2) 高橋越民編: 界面活性剤ハンドブック, p310, 工学図書(1972).
- 3) 一都三県公害防止協議会: 平成6年度南関東浮遊粒子状物質合同調査報告書, (1996).
- 4) 相原敬次, 三村春雄, 村松富美雄, 篠崎光夫, 長崎義一, 関 清宣, 氷見康二, 阿相敏明, 岩本信行, : 神奈川県公害センター研究報告, 4, 1-13(1982).