

# ウンシュウミカンの開花期に及ぼす 気象要因の重回帰分析による予測

広 部 誠

M. HIROBE

On the multiple regression analysis comparing  
flowering time of Satsuma mandarin (*Citrus  
unshiu* Marc.) to the climatic factors.

## I 緒 言

ウンシュウミカンの開花予測については、3月中旬以降の気温が満開日に強く影響することが報告されており(2, 5, 7, 9), 本県ウンシュウミカンの満開日の予測についても、中島ら(1970)<sup>(5)</sup>が平均気温をもちいた予測式を出している。しかし、4月での予測的中率は、ウンシュウが59%( $r=0.769$ ), ワセウンシュウが58%( $r=0.763$ )で、かならずしも高いものではなかった。

今回は、1966年から'81年までの16年間のデータをもちいて、平均気温およびそれ以外の気象因子も含めて満開日に強く影響する因子を探索し、かつ、早期から順次予測精度を高める予測式を確立するために再検討を行った。その結果、1～2月の気象因子、なかでも日照時間が満開日に強く影響することが明らかになったので報告する。

なお、この報告をとりまとめるに当たり、各種調査を直接実施した根府川分場職員、並びに研修生の諸氏に対し謝意を表する。

## II 材料および方法

フツウンシュウは28年生(1966年)の柏木系(カラタチ台)をもちい、10アール当り栽植本数50本の園で、樹

勢中庸な46樹について調査した。園地は標高100m、海岸からの直線距離800m、東南向き、20～25度傾斜地の石垣けい畔等高線段階畑で、一列に栽植されている。

ワセウンシュウは28年生(1966年)の宮川系(カラタチ台)をもちい、10アール当り栽植本数75本の園で、樹勢中庸な56樹について調査した。園地は標高110m、海岸からの直線距離は850mの南向き、25度傾斜の土手けい畔等高線段階畑で、一列に栽植されている。

開花期の調査方法は、中島ら<sup>(5)</sup>が行った方法と同じく、各樹ごとに約10%の花が開いた日を開花始めとし、70～80%の花が開いた日を満開日とした。開花終りは、約10%の花が開花状態で残っている日として、各樹ごとに毎年記録した。

気象資料は、供試園から約1.5kmはなれた根府川分場(小田原市根府川)の百葉箱内での観測資料のうち、1966年から'81年までの16年間の、1月から5月上旬までのデータを使用した。

処理方法は、各年の平均満開日を目的変数とし、半月、旬、月別の最高平均気温、最低平均気温、平均気温、降水量、日照時間を説明変数として単回帰分析、または重回帰分析を行った。なお、平均気温は最高、最低気温の2点の平均値により、日照時間はジョルダン日照計による測定値をもちいた。

## III 成 績

第1表 フツウンシュウの開花期

年次	開花始め	満開日	開花終り	開花期間
1966年	5月1日	5月25日	5月30日	—日
'67	5.23	5.25	5.30	8
'68	5.24	5.27	5.30	7
'69	5.13	5.19	5.21	9
'70	5.26	5.30	6.3	9
'71	5.25	5.28	6.2	9
'72	5.15	5.22	5.29	15
'73	5.20	5.25	5.29	10
'74	5.16	5.22	5.29	14
'75	4.23	5.26	5.29	7
'76	5.26	6.1	6.5	11
'77	5.17	5.20	5.29	13
'78	5.22	5.26	5.30	9
'79	5.21	5.24	5.29	9
'80	5.24	5.27	6.1	9
'81	5.20	5.25	6.1	13
平均	5.21	5.25	5.30	10

第2表 ワセウンシュウの開花期

年次	開花始め	満開日	開花終り	開花期間
1966年	5月13日	5月18日	5月23日	11日
'67	5.18	5.21	5.26	9
'68	5.16	5.20	5.24	9
'69	5.10	5.18	5.20	11
'70	5.22	5.26	6.2	12
'71	5.21	5.25	5.28	8
'72	5.12	5.18	5.25	14
'73	5.15	5.18	5.22	8
'74	5.14	5.19	5.28	15
'75	5.18	5.21	5.25	8
'76	5.22	5.26	5.29	8
'77	5.15	5.19	5.25	11
'78	5.20	5.23	5.28	9
'79	5.15	5.19	5.25	11
'80	5.22	5.25	5.28	7
'81	5.17	5.20	5.25	9
平均	5.17	5.21	5.26	10

1. 開花期

1966年以後16年間の開花は、第1、2表に示す通りで、ウンシュウの平均開花始めは5月21日、満開日は5月25日、開花終りは5月30日で、満開日の最も早い年は5月19日、最もおそい年は6月1日で、その差は13日間であった。開花期間は短い年が7日間、最も長い年が15日間であった。

ワセウンシュウの平均開花始めは、5月17日、満開日は5月21日、開花終りは5月26日で、その差は7日間であった。開花期間は、最も短い年が8日間、最も長い年が15日間であった。

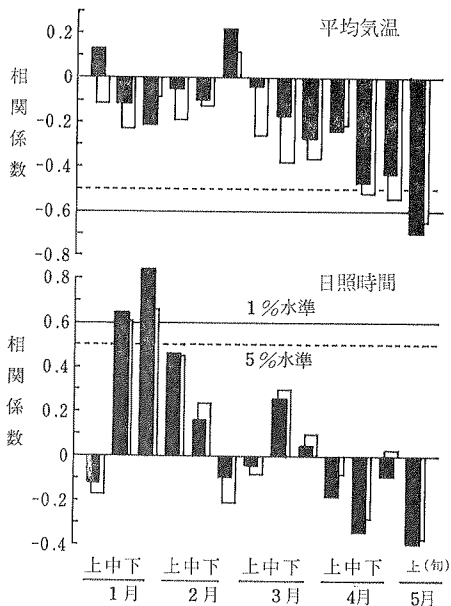
ウンシュウとワセウンシュウの開花期は、開花始め、満開日、開花終りともに4日間の差で、ワセウンシュウが早く、開花期間はそれぞれ10日間であった。

満開日の早晩の年次差は、ワセウンシュウが7日間であったのに対し、ウンシュウは13日間ときわめて大きかった。

2. 満開日と旬別気象因子の単相関係数

満開日と旬別、月別の気象値との関係のうち、比較的高い相関係数のある平均気温と日照時間は第1図に、また、1月～5月上旬までの間で、有意差1%以上の相関係数が得られたものについては、回帰式を第3、4表に示し、日照時間との相関図を第2図に示した。

ウンシュウ、ワセウンシュウともに満開日と旬別、月



第1図 満開日と旬別平均気温日照時間との単相関係数

■ ウンシュウ  
□ ワセウンシュウ

別の気温との相関係数は期間を通じて、ほぼ負の関係がみられるが、1～2月の期間は低く、3月に入ってやや高まり、開花期に近づくほどより高まった。

第3表 ウンシュウの満開日と旬別月別の  
気象値との単相関係数と回帰式

(有意差1%水準以上)

説明変数	相関係数	回 帰 式
1月中旬の日照時間	0.654	$y = 16.46 + 0.18x$
1月下旬の "	0.835	$y = 13.39 + 0.25x$
1月の "	0.656	$y = 12.13 + 0.09x$
4月の最高気温	-0.660	$y = 68.17 - 2.35x$
5月上旬の "	-0.679	$y = 55.38 - 1.38x$
" の平均気温	-0.700	$y = 58.25 - 1.91x$

第4表 ワセウンシュウの満開日と旬別、月別の  
気象値との単相関係数と回帰式

(有意差1%水準以上)

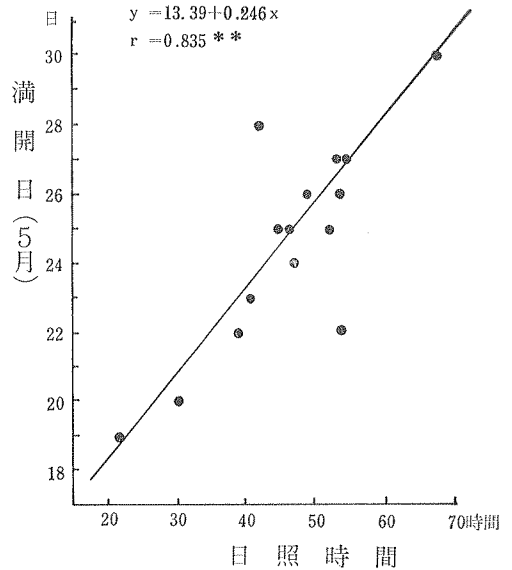
説明変数	相関係数	回 帰 式
1月中旬の日照時間	0.608	$y = 14.18 + 0.14x$
1月下旬の "	0.658	$y = 13.19 + 0.16x$
4月の最高気温	-0.604	$y = 54.11 - 1.81x$
" の最低気温	-0.603	$y = 45.36 - 2.54x$
" の平均気温	-0.633	$y = 54.54 - 2.40x$
5月上旬の最高気温	-0.627	$y = 44.43 - 1.07x$
" の平均気温	-0.647	$y = 46.72 - 1.48x$

ウンシュウは4月の最高気温との間に $r = -0.660^{**}$ 、ワセウンシュウは4月の平均気温との間に $r = -0.633^{**}$ で、5月に入るとより高まり、前者は5月上旬の平均気温と $r = -0.700^{**}$ 、後者は、5月上旬の平均気温との間に $r = -0.647^{**}$ の相関々係であった。

降水量との間では、両品種ともに期間を通じて低い関係しかみられず、最も高い場合でもウンシュウが4月上旬の降水量との間に $r = -0.478$ 、ワセウンシュウが同時期の $r = -0.444$ であった。

日照時間との間では、ウンシュウ、ワセウンシュウともに1月中、下旬に比較的高い正の相関々係がみられ、以後低くなるが、4月に入ると負の関係がみられるようになる。最も高い相関係数が得られたのは1月下旬で、ウンシュウが $r = 0.835^{**}$ 、ワセウンシュウが $r = 0.658^{**}$ であったが、ワセウンシュウは1月中、下旬の積算日照時期との間に $r = 0.677^{**}$ の関係があり、かなり精度を高めることができた。

以上のように、旬別、月別の気象値から満開日を予測する場合は、気温や降水量から求めるよりも1月下旬の日照時間から求めるのが良く、また、品種間では、ウン



第2図 ウンシュウの満開日と日照時間との関係

シュウがワセウンシュウよりも日照時間との関係が強かった。

### 3. 満開日と半月別気象因子との単相関々係

満開日と半月別の気象因子との間で、有意差1%水準以上の相関係数が得られたものについては、回帰式を第5、6表に示し、3月第5半月の平均気温との相関図を第3図に示した。

満開日に及ぼす半月別気象因子のうち、最高気温、最低気温、および平均気温は期間を通じて、類似した関係を示したが、概して、最高気温と平均気温が満開日との間に高い相関々係があった。経時的にみると、1~2月の気温との間は低く、3月以後も旬別、月別の気温と満開日との間のように、開花期に近づくほど相関々係が高まっていることはなく、3月第5半月、4月第3半月、5月第1、第2半月に、比較的高い相関々係(有意差5%水準以上)がみられた。

ウンシュウの満開日は、5月第2半月の平均気温との間の $r = 0.672^{**}$ が最も高く、これに次ぐのが同半月の最高気温との間の $r = -0.620^{**}$ であり、ワセウンシュウでは、3月第5半月に最も高い関係がみられ、同半月の平均気温と $r = -0.773^{**}$ 、次いで同半月の最高気温との間の $r = -0.703^{**}$ であった。これらの相関々係は、ウンシュウ、ワセウンシュウともに、旬別、月別に求めた気温との関係に比べて高い値であった。また、この時

第5表 ウンシュウの満開日と半旬別の  
気象値との単相関係数と回帰式  
(有意差1%水準以上)

説明変数	相関係数	回 帰 式
1月6半旬の日照時間	0.756	$y = 17.43 - 0.33x$
5月2半旬の最高気温	-0.620	$y = 45.39 - 0.93x$
〃 の平均気温	-0.672	$y = 49.21 - 1.39x$

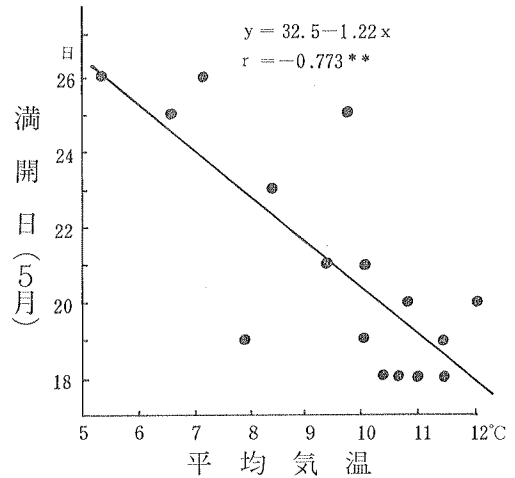
第6表 ワセウンシュウの満開日と半旬別の  
気象値との単相関係数と回帰式  
(有意差1%水準以上)

説明変数	相関係数	回 帰 式
3月第5半旬の最高気温	-0.703	$y = 35.57 - 1.04x$
〃 の最低気温	-0.658	$y = 25.16 - 0.86x$
〃 の平均気温	-0.773	$y = 32.50 - 1.22x$
5月第2半旬の 〃	-0.635	$y = 40.09 - 1.10x$

期の気温は、ワセウンシュウがウンシュウに比べて、高い相関々係があった。

降水量との間で、最も高い相関々係を示したのが4月第6半旬であったが、ウンシュウが $r=0.551^*$ 、ワセウンシュウが $r=0.486$ 程度であった。このように、期間を通じて高い相関はみられなかったが、総じて1月第2半旬から3月第2半旬は負、2月第4半旬から3月第1半旬は正、3月第2半旬から4月第2半旬は負、4月第3半旬以後は正の相関がみられ、正、負の山が交互にみられた。

日照時間との間では、旬別の場合と同様に1月第3半旬から2月第1半旬にかけて比較的高い正の相関がみられ、2月第2半旬から3月第6半旬にかけては、相関々係がみられなくなり、4月以後は高い値ではないが、負



第3図 ワセウンシュウの満開日と3月第5半旬  
の平均気温との関係

の関係がみられた。日照時間と満開日の間で最も高い相関々係がみられたのは、ウンシュウが、1月第6半旬で $r=0.756^{**}$ 、ワセウンシュウが2月第1半旬の $r=0.583^*$ であったが、両品種ともに1月下旬の日照時間と満開日との相関に比べて低い値であった。

以上のように、半旬別の気象因子から満開日を予測する場合は、ウンシュウが1月第6半旬の日照時間から、また、ワセウンシュウは3月第5半旬の平均気温から求めるのがよかった。

#### 4. 満開日と気象因子との重相関々係

満開日と1月から5月上旬までの半旬、旬別気象因子のうち、4変数以内で、重相関係数が $R=0.8$ 以上、寄与率70%に達するものについて第7表に示した。

1月から4月まで、各月毎に各気象因子をもちいて検討を行ったが、ウンシュウは各月とも $R=0.8$ 以上の値を得ることができなかった。ワセウンシュウは、3月第

第7表 満開日と1～2月の半旬別気象要因との重相関々係

	重 回 帰 式	重相関係率	寄与率
ウンシュウ	$y = 0.687X_2 + 0.342X_3 - 0.336X_4 + 0.158X_5 + 10.79$	0.922	85.0%
	$y = 0.538X_2 + 0.342X_3 + 0.164X_5 + 9.48$	0.891	79.4
	$y = 0.120X_1 + 0.304X_2 - 0.202X_3 + 0.140X_4 + 14.91$	0.859	73.7
	$y = 0.301X_3 - 0.185X_4 + 0.129X_5 + 15.98$	0.857	73.5
	$y = 0.306X_3 + 0.137X_5 + 14.49$	0.846	71.6
ワセウンシュウ	$y = 0.803X_2 + 0.201X_3 - 0.338X_4 + 0.180X_5 + 8.75$	0.869	75.5

但し、 $X_1$ : 1月第5半旬平均気温、 $X_2$ : 1月第6半旬平均気温、 $X_3$ : 1月6半旬日照時間、 $X_4$ : 2月第3半旬平均気温、 $X_5$ : 2月第1半旬日照時間

5 半旬の平均気温，第 4 半旬の日照時間と第 1 半旬，または第 5 半旬の降水量をもちいることによって， $R = 0.818 \sim 0.816$ の重相関係数が得られた。

1 月と 2 月の気象因子をもちいた場合に，ウンシュウで最も高い重相関係数が得られたのは，1 月第 6 半旬と 2 月第 3 半旬の平均気温，1 月第 6 半旬と 2 月第 1 半旬の日照時間をもちいた場合で， $R = 0.922$ ，ワセウンシュウも同時期，同因子をもちいて  $R = 0.869$ であった。

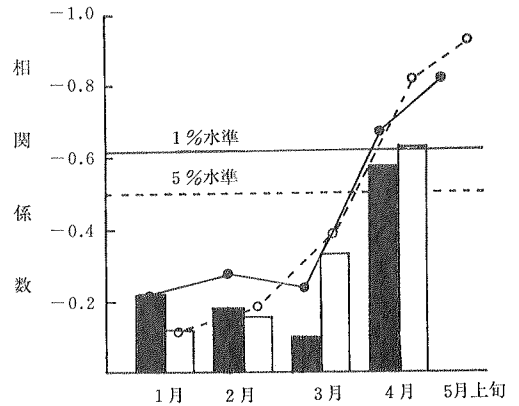
満開日と比較的相関々係の高かった 1 月の日照時間と 3～4 月の気象因子をもちいた結果，ウンシュウ，ワセウンシュウともに 3 月第 5 半旬，4 月第 1，第 3 半旬の平均気温をもちいると，前者が  $R = 0.841$ ，後者が  $R = 0.851$ であった。

以上のように重回帰分析を行うと，単回帰分析よりも高い相関々係が得られ，また，3～4 月の気象因子よりも 1～2 月の気象因子の方が，満開日に強い影響を与えていた。

5. 満開日と有効温度，および有効積算温度との単相関々係

満開日と月毎の有効温度（ $10^{\circ}\text{C}$ 以上），および有効積算温度との関係を第 4 図に，3 月以後旬別の有効温度，および 3 月上，中，下旬を起点とした有効積算温度との関係を第 5 図に示した。

満開日と月別の有効温度との関係で，3 月までは相関々係が低く，4 月はやや高まるがウンシュウ，ワセウンシュウともに  $r = -0.6$  前後で，4 月の平均気温と満開日との相関々係と大差がなかった。1 月から順次積算

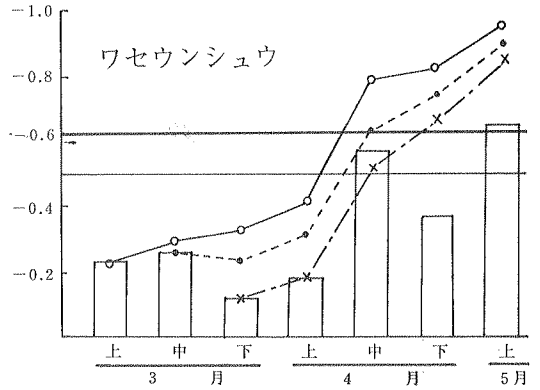
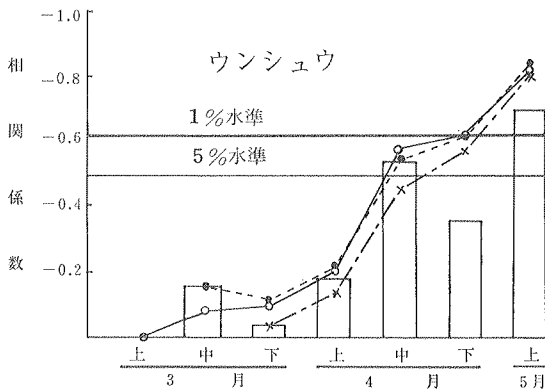


第 4 図 満開日と月別有効積算温度との関係

●—○ ウンシュウ  
○---○ ワセウンシュウ  
月別有効温度 有効積算温度

していくと，両品種ともに 3 月まで積算しても低い値であったが，4 月まで積算すると高まり，ウンシュウは 5 月上旬まで積算すると  $r = -0.829^{**}$ ，ワセウンシュウは 4 月までの積算で  $r = -0.829^{**}$ ，5 月上旬を加えると  $r = -0.929^{**}$  まで高まった。

3 月以後の旬別有効温度で，有意差 1% 水準以上の相関々係が得られたのは，ウンシュウが 5 月上旬の  $r = -0.700^{**}$ ，ワセウンシュウが同じ月上旬の  $r = -0.650^{**}$  のみで高い値ではなかった。



第 5 図 起点日を異にした有効積算温度，旬別有効温度と満開日との関係

□ 旬別有効温度  
●—○ 満開日  
○---○ 有効積算温度  
×---×

3月上, 中, 下旬を起点とした有効積算温度をもちいた場合は, ウンシュウがどの時期を起点としても, 5月上旬までの積算により  $r = -0.8$ 以上の値が得られ, 3月中旬を起点とした場合は  $r = -0.827^{**}$ であった, ワセウンシュウは, 3月上旬を起点とし, 4月下旬まで積算すると  $r = -0.831^{**}$ , 5月上旬を加えれば  $r = -0.959^{**}$ と高い相関係がみとめられた。なお, 3月中旬および下旬を起点とし5月上旬まで積算すると, それぞれ  $r = -0.904^{**}$ , および  $r = 0.860^{**}$ で, 起点日を遅らせると相関係が低くなった。

#### IV 考 察

ウンシュウミカンの開花期は, 3月中旬以後の気温と密接な関係のあることが報告されている(2, 5, 7, 9)が, 開花期をより早期から予測するためには, さらに早期の気象との関係について検討する必要があると考えられたので, 過去16年間の気象資料の内, 1月から5月上旬までの気象因子から検討を行った。

満開日と気温との関係は, すでに明らかにされているように, 3月以後の気温との関係が高いが, 予測には気温のなかでも平均気温が最高気温をもちいるのがよい。3月以後の気象因子の中で, 半旬別の気温をもちいると3月第5半旬, 5月第1, 第2半旬に高い相関係がみられ, 4月第3半旬にもやや高い相関がみられる時期が

ある。中島ら(6)が3月第6半旬~4月第1半旬, 4月第3半旬, 5月第1~第3半旬に相関係の高い時期が3回明瞭に現われると報告しているのにはほぼ一致している。また, 旬別の気温をもちいると開花期に近づくほど相関係が高まるが, これは4月が花器形成のための細胞分裂が最も盛んで, 花器の形態もほぼ完成する時期のためと考えられる。

一方, 3月を起点とした有効積算温度から満開日を予測するには, 上旬を起点とするのが最もよく, ワセウンシュウは4月中旬までの積算で予測が可能であるのに対し, 3月下旬を起点にとると, 5月上旬まで積算しなければ予測精度は上らなかつた。原(2)は, 3月下旬から4月中旬の平均温度とウンシュウミカンの開花初めとの相関係が高いと報告しているが, 本調査の結果からは, 3月上旬からの有効温度が開花期に影響しているようである。なお, 有効積算温度と満開日との相関係は, ワセウンシュウがウンシュウよりも高く, 前者の方が開花期の早晩に温度の影響が大ききようであったが, 後者については, 発育温度に設定した10℃が適正であったかどうか, 今後検討する必要がある。

半旬別の降水量と満開日との相関係を1月から経時的にみると, 1月第2半旬から2月第3半旬は負, 2月第4半旬から3月第1半旬は正, 3月第2半旬から4月第2半旬は負, 4月第3半旬以後は正の相関係があり時期的に正, 負と周期的に変動するが, 満開日との間に

第 8 表 満開日を順次予測するための回帰式

予測時期	要 因	回 帰 式	相関係数	寄与率
ウンシュウ				
① 1月 下旬	日 照 時 間	$y = 0.25x + 13.89$	$r = 0.834$	69.6 %
② 2月 1月~2月	気 象 値	$Y = 0.687X_1 + 0.342X_2 - 0.336X_3 - 0.158X_4 + 10.79$	$R = 0.922$	85.0
③ 4月 1月, 3月, 4月	気 象 値	$Y = 0.198X_5 - 0.197X_6 - 0.119X_7 - 0.310X_8 + 23.12$	$R = 0.851$	72.4
④ 5月 1月~5月上旬	有効積算温度	$y = 47.97 - 0.097x$	$r = 0.829$	68.7
ワセウンシュウ				
⑤ 1月 中~下旬	日 照 時 間	$y = 12.63 + 0.088x$	$r = 0.677$	45.8
⑥ 2月 1月~2月	気 象 値	$Y = 0.803X_1 + 0.201X_2 - 0.338X_3 + 0.810X_4 + 8.57$	$R = 0.869$	75.5
⑦ 3月 5半旬	平 均 気 温	$y = 32.52 - 1.217x$	$r = -0.773$	59.8
⑧ 4月 3月上旬~4月中旬	有効積算温度	$y = 34.59 - 0.149x$	$r = -0.786$	61.8
	3月上旬~4月下旬	〃 $y = 38.06 - 0.114x$	$r = -0.831$	69.1
⑨ 5月 3月上 ~5月上旬	〃	$y = 44.05 - 0.103x$	$r = -0.959$	92.0

$X_1$ : 1月第6半旬の平均気温,  $X_2$ : 1月第6半旬の日照時間,  $X_3$ : 2月第3半旬の平均気温  
 $X_4$ : 2月第1半旬の日照時間,  $X_5$ : 1月下旬の日照時間,  $X_6$ : 3月第5半旬の平均気温  
 $X_7$ : 4月第1半旬の平均気温,  $X_8$ : 4月第3半旬の平均気温

第9表 満開日予測式の精度

年次	ウンシュウ					ワセウンシュウ				
	実測値	1式		2式		実測値	6式		9式	
		予測値	誤差日数	予測値	誤差日数		予測値	誤差日数	予測値	誤差日数
'66	25.0	24.8	0	25.3	0	18.3	20.8	+3	18.8	+1
'67	25.3	24.5	0	24.6	0	21.3	21.3	0	20.5	0
'68	27.2	26.8	0	27.0	0	20.0	22.5	+3	21.1	+1
'69	18.6	18.7	0	19.3	0	17.9	17.6	0	17.2	-1
'70	30.2	30.0	0	31.5	+2	26.2	25.5	0	25.3	-1
'71	28.1	23.7	-4	26.4	-2	25.1	21.9	-3	24.0	-1
'72	21.5	23.0	+1	21.0	-1	17.5	16.4	-2	17.6	0
'73	25.1	23.4	-2	24.8	0	18.3	19.9	+2	17.2	-1
'74	21.8	26.6	+5	25.1	+3	19.1	20.0	+1	19.5	+1
'75	26.0	26.6	+1	26.0	0	21.0	21.1	0	20.3	-1
'76	31.9	30.3	-2	29.2	-3	25.5	23.5	-2	25.2	-1
'77	19.7	20.8	+1	20.0	0	18.5	17.6	-1	18.7	0
'78	26.2	25.5	0	27.1	+1	22.9	23.0	0	23.5	+1
'79	23.7	24.9	+1	22.1	-2	19.0	18.9	0	20.9	+2
'80	27.3	26.5	0	27.9	+1	24.8	25.1	0	25.3	0
'81	24.7	26.3	+1	25.0	0	20.1	20.4	0	20.6	+1

高い単相関々係は得られなかった。

1～2月の気象因子と満開日との間で、1月第3半句から2月第1半句の日照時間と高い正の相関があり、ウンシュウは1月下旬の日照時間と満開日との間に  $r = 0.835^{**}$ 、ワセウンシュウは、1月下旬+2月上旬の日照時間との間に  $r = 0.677^{**}$  の相関があり、さらに、他の気象因子を加えた重回帰分析では、1月第6半句と2月第3半句の平均気温、1月第6半句と2月第1半句の日照時間で、ウンシュウは  $R = 0.922$ 、ワセウンシュウは  $R = 0.869$  と高い重相関々係が得られたが、なかでも日照時間の影響が強かった。

以上の結果から、ウンシュウの満開日はワセウンシュウに比べて、この時期の日照時間の影響をより強く受け、また、冬季の日照時間と気温が、3月以後の気温とは独立して満開日に影響することが明らかとなったが、その因果関係については今後の検討が必要である。

満開日を1月から順次予測するための回帰式と予測精度、および推定値を第8、9表に示したが、ウンシュウは1～2月の気象因子をもちいて、85%の精度で予測できるが、3月以後の気象因子をもちいても、これ以上精度を上げることはできなかった。ワセウンシュウは、1～2月の気象因子をもちいると76%の予測精度があり、また、3月上旬から5月上旬までの有効積算温度をもち

いれば92%の精度まで高められ、ほぼ±1日の誤差で予測できることがわかった。

## V 摘 要

1966年から16年間の調査資料をもちいて、ウンシュウミカンの開花期と気象因子との相関々係を求め、開花期の予測法を検討した。

1. ウンシュウミカンの開花期に及ぼす気象因子の内、気温と日照時間が強い影響力をもち、気温の場合は平均気温または最高気温が重要な要因であった。

2. 開花期には、1月～2月の日照時間と平均気温、および3月～5月上旬の平均、最高気温と有効積算温度（10℃以上）が強く関係し、特に1～2月はウンシュウの開花期に、3～5月上旬はワセウンシュウの開花期に影響力をもっていた。

3. ウンシュウの開花期の予測式は次のようであった。

$$(1) Y = 0.687X_1 + 0.342X_2 - 0.336X_3 + 0.158X_4 + 10.79 \quad R = 0.922$$

$$(2) y = 13.39 + 0.25x \quad r = 0.835^{**}$$

ただし、 $y$  および  $Y$  : 4月30日を起算日とした所要日数（満開日）、 $x$  : 1月下旬の日照時間、 $X_1$  :

1月6半旬の平均気温,  $X_2$ : 1月第6半旬の日照時間,  $X_3$ : 2月第3半旬の平均気温,  $X_4$ : 2月第1半旬の日照時間。

4. ワセウンシュウの開花期の予測式は次のようであった。

$$(1) y = 44.05 - 0.103x \quad r = -0.959^{**}$$

$$(2) Y = 0.803X_1 + 0.201X_2$$

$$- 0.338X_3 + 0.180X_4 + 8.57 \quad R = 0.869$$

ただし,  $y$ および $Y$ : ウンシュウの頃と同じ,  
 $x$ : 3月上旬から5月上旬までの有効積算温度,  
 $X_1, X_2, X_3, X_4$ : ウンシュウの頃と同じ。

### 引用ならびに参考文献

1. 岩崎藤助 (1954). 柑橘栽培法, 朝倉書店
2. 原 節雄 (1966). カンキツの生態に関する研究 (第1報), 温州ミカンの開花期に及ぼす影響, 静岡柑試研報, 6: 7~13.

3. 藤田克治・八木利幸 (1955). 柑橘の花芽分化に関する研究 (第1報), 温州密柑の花芽分化期並びに花芽の分化の発育経過について, 神奈川農試園芸分場研報, 3; 19~27.

4. 伊東秀夫・藤田克治・大垣智昭 (1959). 温州密柑の隔年結果防止に関する研究 (第1報), 花芽分化期について, 園学雑, 27(2); 94~100.

5. 中島利幸 (1970). 温州ミカン園の収量構成予察法に関する研究 (第1報), 開花期の予察法について, 神奈川園試研報, 14; 1~6.

6. 南部寛人 (1963). ミカン生理学初歩, 静岡県柑連; 20~27.

7. Webber, H. J., and L. D. Batchlor (1948). The Citrus Industry, I; 62~64, Agricultural sciences, university of California.

8. 安延義弘 (1960). 落葉果樹の開花に及ぼす温度の影響, 神奈川農試園芸分場研報, 8; 16~20.

9. 吉野正敏 (1952). 農業気象, 7(2); 32~37.

### Summary

Experiment was undertaken to forecast more precisely the flowering time of Satsuma mandarin; Climatic factors of sixteen years, from 1966 to '81, were compared with flowering date by single and multiple regression analysis.

1. Among the climatic elements, temperature and sum of sunshine hours were very important to decide the flowering time of Satsuma mandarine. For the calculation, mean or the maximum temperature was suitable.

2. The flowering time of Satsuma mandarin was highly related to the sum of sunshine hours and mean temperature of every ten days in January and February. Date of flowering of Wase-satsuma mandarin was highly related to the warmth index calculated from effective heat unit summation (warmer than 10°C) between the beginning of March and the May 10th.

3. The regression formulas forecasting the flowering time of Satsuma mandarin orange were as follow:

$$(1) Y = 0.687X_1 + 0.342x_2$$

$$- 0.336X_3 + 0.158X_4 + 10.79 \quad R = 0.922$$

$$(2) y = 13.39 + 0.25x$$

$$r = 0.835^{**}$$

where,

$y$  and  $Y$ : number of days from the first day of May to full flowering.

$x$ : sum of sunshine hours in the last ten days of January.

$X_1$ : mean temperature in the last six days of January.

$X_2$ : sum of sunshine hours in the last five days of January.

$X_3$ : mean temperature in the first five days of February.

$X_4$ : sum of sunshine hours in the first five days of February.

4. The multiple regression formulas forecasting flowering time of Wase-satsuma mandarin orange were as follow:

$$(1) y = 44.05 - 0.103x \quad r = -0.959^{**}$$

$$(2) Y = 0.803X_1 + 0.201X_2$$

$$+ 0.338X_3 - 0.180X_4 + 8.57 \quad R = 0.869$$

where,

$y$  and  $Y$ : are the same as Satsuma mandarin orange.

$x$ : effective heat unit summation from first decade of March to first decade of May.

$X_1, X_2, X_3, X_4$ : are the same as Satsuma mandarin orange.