

# 秩父東麓風布におけるみかん園の分布を 制約する小気候的要因の考察

青 島 朋 子

## 1. はじめに

### <目 的>

秩父東麓4地域(寄居町風布, 小林, 東秩父村堂平, 都幾川村大附)では観光みかん狩りを目的としたみかん栽培が行われている。これらの地域は, 川口丈夫(1929)によればみかんの営利的栽培に適さないとされている地域であり, また村上節太郎(1967)によれば寒害の危険のある危険地域という区分に属している。これらの地域の自然的要因はみかん栽培にとってはたいへん厳しく, この地域のみかん園の小分布や品質を大きく制約している。そこでこれらの地域の中核的存在である風布を対象としてみかん園の分布を制約している小気候的要因について検討を行う。

### <調査地域の概要>

荒川の支流である風布川を荒川との合流地点から徒歩で40分ほど登るとそれまでの急な谷が切れてなだらかな斜面の盆地が現われる。これが風布の集落の中心である。この小盆地は風布川河床の標高180mから尾根の標高350mの間に広がっている。この地域は結晶片岩地帯であり, 表層は結晶片岩の風化層と局部的にローム層が覆っている。地形は盆地の中央部で風布川の河谷が南西から北へ向きを変え, 盆地の中央部には南から小さな谷が2本入ってきて, 風布川が北流しはじめる盆地の北端にも南から小さな谷が1本入ってきている。小盆地内では南東向きの斜面が山頂, 山腹, 山麓ともに緩斜面を形成しており, この斜面の標高200mから300mの南向きから南東向き斜面にみかん園が分布している。これらのみかん園を対象として小気候調査と観測を行った。

### <研究方法>

みかん園の小分布を制約している小気候的要因を明らかにするため5種類の調査を行った。調査の内容は, 冬季夜間小気候観測, 1977年2月の寒害調査, 1977年5月から11月までの気温逆転成層の自記温度計観測, 日照時間測定, 斜面傾斜測定等である。その結果をもとに以下に観測方法とその結果を示し, 風布におけるみかん園の分布と小気候的性格について考察を行う。なお, このほかに観光みかん園の存立に関する人文地理学的調査を行ったが, それについては本報告では割愛する。

## 2. 調査方法およびその結果と考察

### (1) 冬季夜間小気候観測

1977年1月15日から16日にかけて風布の小盆地内で気温と地上風の定点観測と移動観測並びに谷をはさむ両斜面にそっての最高・最低気温観測を行った。観測の目的は冷気湖の実態をつかむこ



図1 明け方の気温分布 (1977.1.16, 5:30 はれ)

とである。

観測地点は図1に示してあるが、定点観測地点は東南向き斜面の中腹にあるみかん園内の標高230 mの地点(定点I)と風布川河床に近い標高190 mの地点(定点II)の2地点である。移動観測地点はみかん園のある南東向き斜面を中心に小盆地内に14地点(図1のa~n)設けた。気温観測はアスマン通風乾湿温度計により5分間ファンを回転させた後の値を記録した。風については中浅式風向風速計を用いて観測を行った。定点観測は気温観測は3分毎に測定し、風の観測は5分毎に測定した。

各地点の観測値は器差補正をした後、定点の観測値を基準として時刻補正を行った。

移動観測は合計3回行い、第1回目は1月15日16時15分から17時15分にかけて、第2回目は1月15日22時30分から16日0時45分にかけて、第3回目は1月16日4時30分から6時05分にかけて行った。3回の観測結果を気温分布図に表わすといずれの場合も小盆地内に冷氣湖の形成が認められる。ここでは3回の観測の代表として第3目の明け方の気温分布を示す(図1)。みかん園内の定点の気温は河床近くの定点の気温より常に $1.0^{\circ}\text{C}$ ~ $1.5^{\circ}\text{C}$ 高温であった。特に第3回目は天候が快晴で、盆地内で標高の最も低い場所を中心に気温が最も低くなっていることがはっきりつかめる(図1参照)。また地上風については、みかん園内の定点観測地点では3回の観測を通じて風が弱かったのに対し、河床近くの定点観測地点や斜面上部の移動観測点ではみかん園内に比べると相対的に風が強く、特に第3回目の場合が最も強く、風布川上流から谷沿いに吹き下る風が強かった。

以上の結果をまとめると、1977年1月15日から16日にかけての夜間には風布の小盆地内には常に冷氣湖が形成されており、風布川河床において最も気温が低くなって、みかん園のある盆地の中腹は常に $1.0^{\circ}\text{C}$ ~ $1.5^{\circ}\text{C}$ 高温となっていたこと。

地上風については明け方に風布川上流から吹いてきたが、その場合にも南東向き斜面の中腹のみかん園内では弱く、常に中腹のみかん園内では風が弱かったことである。

最高・最低気温観測は、最高・最低温度計の感部をブリキで覆い、木にしばりつける方法で行った。温度計設置地点は谷をはさんで両側の斜面にみかん園内を通りほぼ直線的に並ぶようにして10地点設けた(図1の1~10)。その結果、最低気温の垂直分布は図2のようになり、谷の両側で気温の逆転が生じていることがわかる。ただし地点5については設置地点が人家の近くであり周囲の状態が悪かったため最高・最低気温ともに例外的な値となった。最高気温の垂直分布からは標高250m以上の地点では気温は減しているが、それ以下の標高では逆転していることがわかる。このようにして最高・最低気温観測によりその垂直分布から谷底を最低として両側の斜面で気温が逆転していることがわかる。

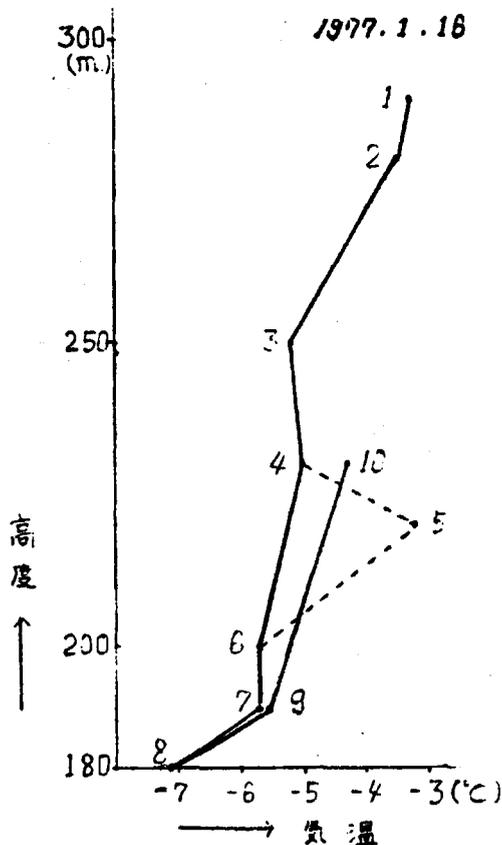


図2 最低気温の垂直分布

## (2) 寒害調査

1977年1月末から2月初めにかけての異常低温と異常乾燥は全国的に温州みかんに被害をもたらした。特にみかん栽培にとって厳しい自然的要因のあるこの地域での寒害は大きく、風布の各農家では収穫が例年に比べ3割から10割近い減収となった。一般に温州みかんに寒害の発生する限界温度は $-7^{\circ}\text{C}$ とされている(坪井八十二, 1965)。風布における1977年の推定最低気温は2月1日の $-13^{\circ}\text{C}$ を極に1月29日から2月6日までの平均推定最低気温は $-11.7^{\circ}\text{C}$ にもなる\*。さらにこの期間は降水量が平年値に比べ極端に少なかったという特徴がある。異常乾燥は温州みかんの寒害をさらに大きくするという指摘がなされており(坪井八十二, 1965)、この期間の風布での異常乾燥がさらに寒害をひどくしたといえる。

1977年3月25日と4月1日に風布の全みかん園の落葉率を調査した。この場合の落葉率はみかん園全体を見まわしてどのくらい葉が枯れ落ちたかという程度のもので、枝1本1本について落葉率を調査したものではない。こうして調べた落葉率は大きく4区分した。この結果をもとに寒害状況を分布図に表わすと図3のようになる。この図から、斜面上部のみかん園は寒害がそれほどひどくなく、その逆に標高の低いみかん園では寒害がひどかったことがわかる。また同じ南東向き斜面であってもやや斜面上の尾根にあたるみかん園は冷気が集まったり停滞したりすることがなく落葉率20%未満と寒害もそれほどひどくない。しかし斜面上の支谷にあたるみかん園あるいは南から盆地内に入り込む3本の谷からの冷気流が当たるみかん園では冷気の影響により寒害状況がひどいことがわかる。

## (3) 自記温度計観測

1977年5月28日から11月28日の6カ月間みかん園の分布する斜面の①(標高260m, みかん園上部), ②(標高210m, みかん園下限に近い普通畑内), ③(標高190m, 風布川段丘上)の3カ所で地上90cmに遇捲自記温度計を設置し気温観測を行った。この目的は気温の逆転現象の性質を詳しく調べることである。この結果を以下に列挙する。

### 1) 天候と逆転出現の関係

観測期間中を通じ、晴れの日には上下温度差が $3^{\circ}\text{C}$ 以上と大きく、しかも継続時間が長い逆転が生じる例が多かった。くもりや雨の日でも逆転は生じるが夜間には生じにくいのに対し、晴れの日には夜間にも逆転が生じることに特徴がある。これは晴れている場合は夜間には斜面上部の尾根付近で特に著しく放射冷却が行われて、その冷気が斜面を下り風布川河床付近にたまり③の気温が下がるためである。

また雨のちくもり、くもりのち晴れ、くもりのち雨、大雨のち小雨のように天候が変化した時に逆転が生じる例がかなりあり、その多くの場合は継続時間10時間以上も続く逆転である。

### 2) 気温日較差と逆転出現の関係

1)に関する別の見方になるが、日較差の大きな日は逆転が生じやすく、反対に一日中気温変化

---

\*最低気温の推定方法については、馬橋朋子(1978):限界地における観光みかん園の存立要因 — 秩父東麓を例として — (お茶の水女子大学卒業論文)を参照のこと。

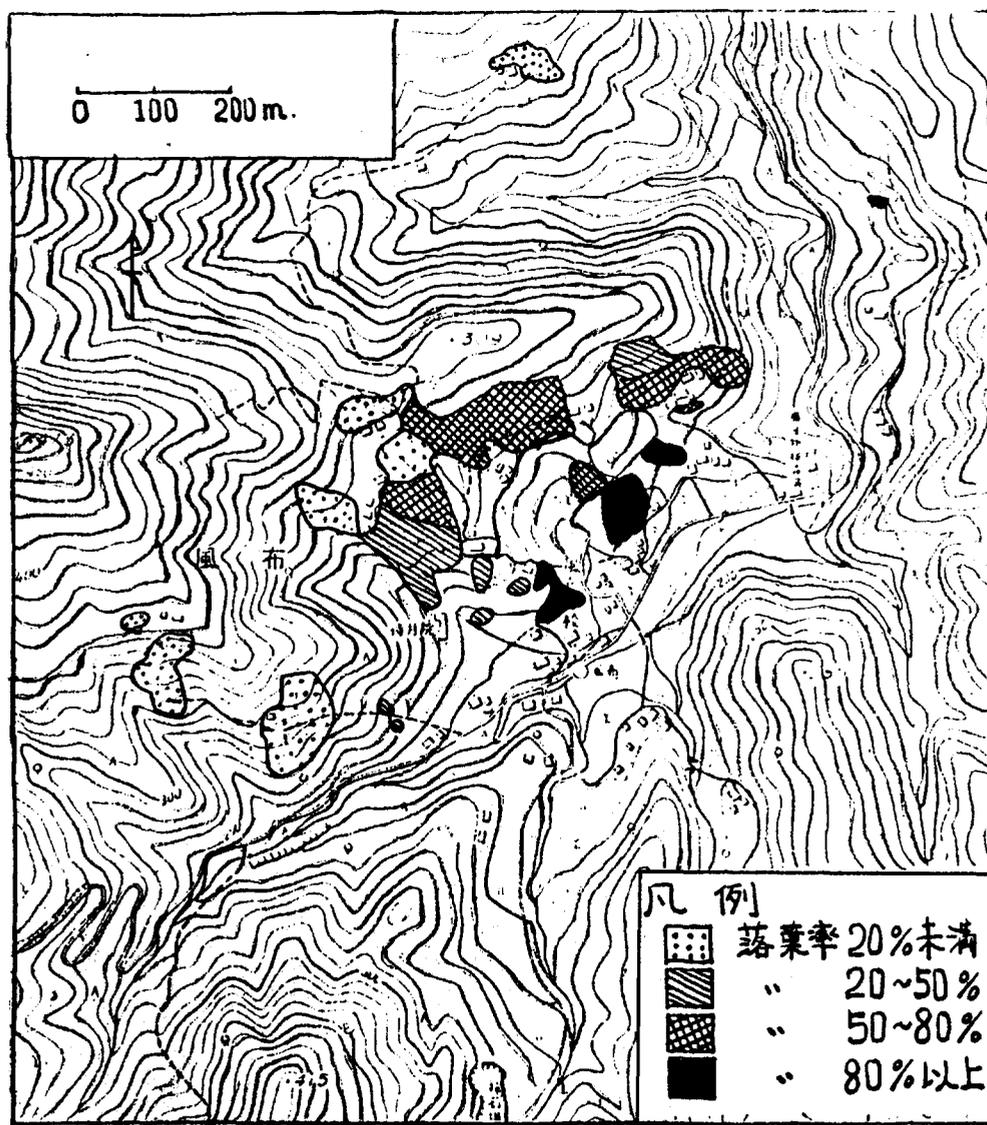


図3 寒害状況区分図

が少なく単調な日は逆転を生じない。特に秋から冬にかけてこの逆転出現の頻度が高くなっている。その理由を考察していく。日較差の大きな日は天候の晴れの日が多く、特に秋から冬にかけては風布川河床付近では可照時間が減少し日中でもあまり気温が上昇しないのに対し、日中最も良く日の当たる斜面中腹のみかん園では気温が上昇し、その結果斜面上下の気温は逆転する。また晴れた日の夜間には尾根や斜面上部を中心にさかんに放射冷却が行われ気温が低下するが、一方風布川河床付近には斜面を下ってきた冷氣や南から入り込む谷などからの冷氣がたまりこれにより気温は著しく低下する。その結果夜間にも気温の逆転が出現する。これに対し日較差の小さい曇りや雨の日の場合は日中は日が当たらないため可照時間数のちがいによる斜面上下のちがいは少なく、また夜間にも放射

冷却は晴れの日ほどさかんではなく、結果として斜面上下の気温の逆転は出現しにくくなる。

### 3) 逆転現象の季節的变化

10月以降の逆転は継続時間、温度差ともに大きく安定している。特に10月21日以降はほとんど毎日逆転が生じている。9月以降は良く日の当たるみかん園上部<sup>①</sup>とあまり日の当たらない河床近くの<sup>②</sup>との気温差が急激に拡大し、逆転現象は著しくなっている。このこととみかん園の分布を対応させて考察すると、秋から冬にかけて逆転成層の形成により気温が高いところにみかん園が分布していることがわかる。

### (4) 斜面傾斜測定

風布の縮尺10000分の1の地形図に5mm方眼(実長50m)をかけ斜面傾斜度を測定し、みかん園の分布している14°~32°を中心に6°ずつ6区分(14°未満, 14°~20°, 20°~26°, 26°~32°, 32°~38°, 38°以上)した。この調査の目的はみかん園の分布と斜面傾斜度との関係を明らかにすることである。その結果、みかん園は傾斜度20°~26°を中心として大部分が14°~32°の範囲に分布している。しかし傾斜度14°~20°の斜面にはみかん園は分布しにくく、特に1977年2月の寒害を大きく被った場所が多い。そこでこの原因を以下に考察する。

#### 1) 斜面の日射量

小沢(農業気象18巻1号, 1962)の斜面の日射係数の表により、北緯36°(風布は北緯36°01′)の南東向きや南向き斜面では、傾斜度14°~20°の場合と20°~26°の場合に受ける日射量を比較すると、14°~20°の場合は秋分から春分までの冬季間の日射量が少ないことがわかる。接地気層の熱源は主として日射であり、その日射量が少しでも多いということは、特に冬季に気温がかなり低下する風布ではみかん栽培にとって有利なこととなる。

#### 2) 冷気の停滞

傾斜度14°~20°あるいはそれよりなだらかな斜面は周囲より相対的に緩斜面であることから、冷気が停滞しみかんの生育を制限したりあるいは寒害を大きくする原因となる。

#### 3) 排水の悪さ

傾斜度14°~20°やそれよりなだらかな斜面では周囲の斜面より相対的になだらかなため冷気ばかりでなく水が停滞する。みかん栽培には排水の良い土地が適しており(果樹園芸大事典, 1962), この点からも傾斜度14°~20°の斜面にはみかん園が分布しにくい。

#### 4) 他の土地利用との競合

周囲より傾斜のなだらかな場所は、自給用の普通畑などの土地利用が行われている場合が多い。その結果、みかん園の分布が少なくなった。

以上4つの原因を列挙したが、寒害調査結果から冷気が流れたり停滞する場所ではみかんは栽培されていないということなどを考慮に入れていくと、緩斜面にみかん園の分布が少なかったり、あるいは緩斜面のみかん園の寒害がひどかったということの原因としては2)の冷気の停滞がかなり重要な制約要因であるといえる。

(5) 可照時間測定

風布のような山間の小盆地においては場所による可照時間の差はたいへん大きい。そこでみかん園の分布と可照時間との関係を明らかにするため12地点(図4に示す)において可照時間測定を行った。ただしここで用いている可照時間とは測定地周辺の地形・地物(山, 起伏, 高低, 森林, 家屋等)や太陽の軌道によって測定地点が隠蔽される時間を除いた, その地点での一日の日の照る可能性のある時間のことをさす。可照時間の測定方法は, まず各測定地点を中心として可照時間測定器を用いて周囲の障害物の仰角を記入した可照時間測定図を作成した(小沢行雄・吉野正敏: 小気候調査法 pp.23-25)。次にあらかじめ風布における太陽の通過線を月別に算出して図上に描く。その結果, 図の周

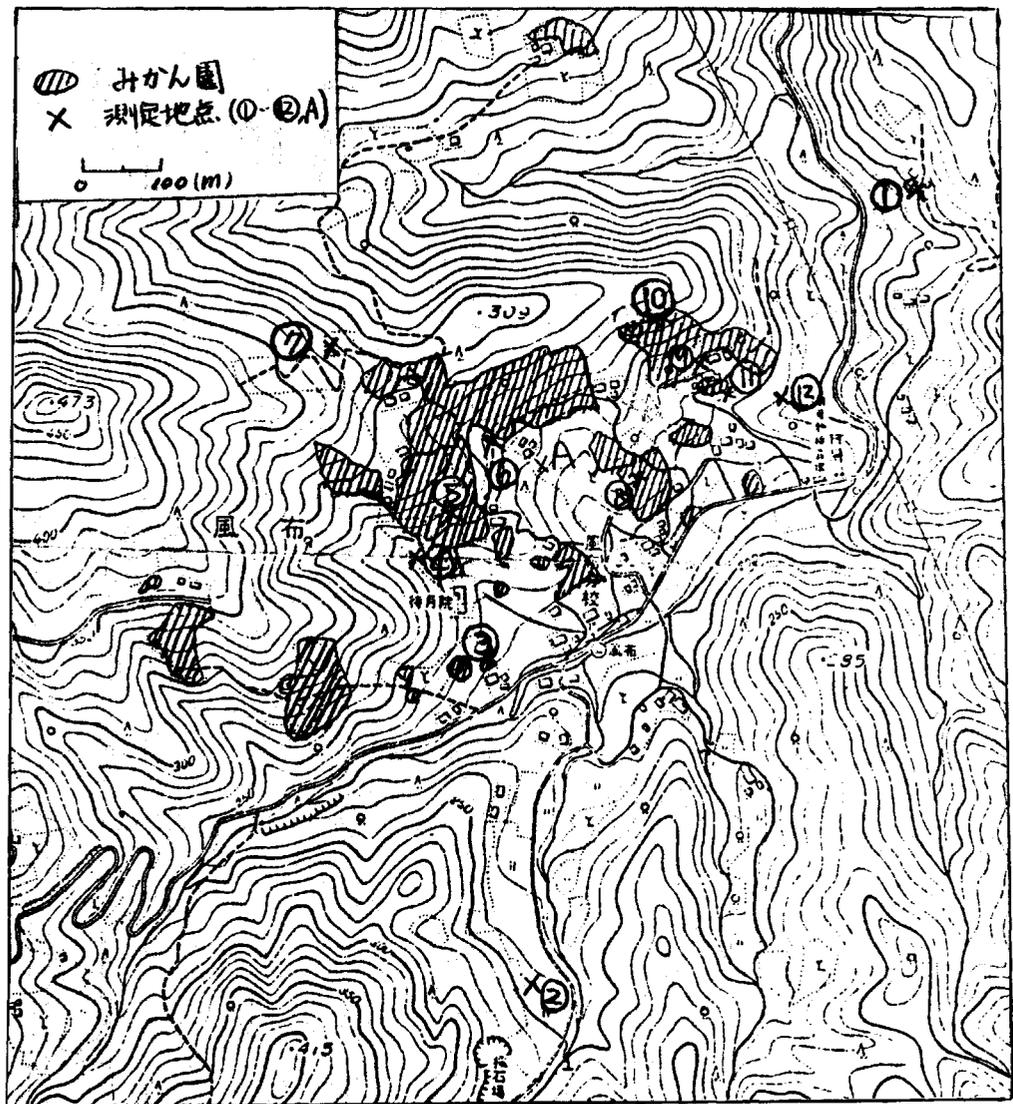


図4 可照時間測定地点

表1. 風布の各観測地点における可照時間

	☆ ①	②	③	④	☆ ⑤	⑥	⑦	☆ ⑧	☆ ⑨	☆ ⑩	⑪	⑫
	谷の東 のみか ん	反対側 の谷	谷に近 い柚子	⑤の 近く	田島 農園	柑蜂 園	尾根の 反対	片瀬 分園	片瀬 下部 (平坦)	みかん 上部 (自記)	こんに ゃく (自記)	谷底 (自記)
6月	8:10   17:55 9.45	6:00   17:15 11.15	5:30   16:30 11.00	5:20   17:00 11.40	5:50   17:20 11.30	5:10   16:50 11.40	4:46   16:10 11.24	5:35   17:25 11.50	5:30   17:00 11.30	6:10   16:45 10.30	5:30   17:15 11.45	7:00   15:45 8.45
7月 5月	8:15   17:45 9.30	6:10   17:00 10.50	5:45   16:25 10.40	5:30   16:50 11.20	5:55   17:15 11.20	5:15   16:40 11.20	5:05   16:05 11.00	5:45   17:20 11.35	5:30   17:00 11.30	6:15   16:40 10.25	6:00   17:00 11.00	8:10   15:50 8.40
8月 4月	8:30   17:30 9.00	6:30   16:20 9.50	6:10   16:20 10.10	6:00   16:10 10.10	6:00   17:00 11.00	5:50   15:30 10.10	5:40   16:05 10.25	6:20   17:10 10.50	6:00   16:50 10.50	6:30   16:30 10.00	6:40   15:20 8.40	8:30   15:00 6.30
9月 3月	8:35   17:00 8.25	7:15   15:45 8.30	6:45   16:10 9.25	6:35   14:35 8.00	6:45   16:20 9.35	6:35   16:00 8.00	6:25   15:30 11.05	6:50   16:35 9.45	7:00   16:50 9.50	6:50   16:15 9.25	7:15   14:55 7.40	9:00   15:05 6.05
10月 2月	9:00   16:00 7.00	8:10   15:00 6.50	7:30   15:45 8.15	7:15   13:50 6.35	7:05   15:45 8.40	7:10   15:20 6.35	9:50   15:00 5.10	7:30   16:15 8.45	7:30   16:20 8.50	7:20   15:45 8.25	7:50   11:15 (3.25) 13:00 14:10 (1.10)	9:30   15:05 5.35
11月 1月	9:15   15:45 6.30	8:30   14:30 6.00	8:00   15:40 7.40	7:50   12:35 4.45	7:45   15:20 7.35	7:45   14:50 4.45	10:05   04:10 4.05	7:55   15:55 8.00	8:00   15:50 7.50	7:55   15:45 7.50	8:10   10:30 2.20	10:00   11:35 1.35
12月	9:20   15:40 6.20	8:45   14:30 5.45	8:10   15:20 7.10	8:05   12:20 4.15	8:05   15:05 7.00	8:05   14:35 4.15	10:20   13:20 3.00	8:10   15:44 7.35	8:10   15:45 7.35	8:05   15:45 7.40	8:20   10:15 1.55	0

注. (1) 毎月20日時点の可照時間。

(2) 明石標準時は17分早くなる。

☆: みかん園

圃の障害物により隠蔽されていないその地点の時期の可照時間が求められる。

以上のようにして12地点の毎月20日頃の可照時間を求めて表にした(表1)。このうちみかん園内の地点は①, ⑤, ⑧, ⑨, ⑩の5カ所で、この地点に共通の特徴は、冬季(10月~2月)の可照時間がみかんの栽培されていない地点に比べてかなり長いことである。また③の地点に関しては標高が220mで風布川の河床から20mの場所であり、冬季にはかなり冷気がたまる場所なので、みかんより耐寒性のある柚子を栽培している。これらの可照時間とみかん栽培の関係は見方を変えれば、可照時間が極端に少なくなる場所ではみかん栽培が行われないということになる。

### 3. ま と め

前述の(1)~(5)の調査結果をまとめると、みかん園の分布を制約している諸要因は大きく7つに分けることができる。以下に簡単に説明を加えながら列挙していく。

1) 斜面方位：みかん園はすべて南から南東向きの斜面に分布している。このことは冬季の北西から吹く季節風があたらないということや、冬季に特に可照時間数や斜面日射量が多いということのみかんの栽培に影響を与えている。

2) 斜面傾斜度：これについては(4)の斜面傾斜測定で考察したとおりである。つまりこの要因は冷気の停滞、斜面日射量、排水、他の土地利用との競合などの関係のみかん園の分布を制約している。

3) 標高：最も標高の低いみかん園は盆地中央部の標高200mで、最も標高の高いみかん園は盆地内の斜面では320mである。これより標高の高いところでは斜面上部の尾根になり風が強くなり、また200m以下では風布川河床に近く冷気が停滞するためみかんは栽培されない。

4) 北西風を妨げる障害の有無：冬季の北西からの季節風はたいへん厳しく、これがあたる斜面には全くみかん園はない。みかん園の東側に防風林を植えているところも少なくない。

5) 可照時間：これについては(5)で考察したとおりであるが、冬季に極端に可照時間の少なくなる場所ではみかん栽培は行われていない。

6) 風布川河床からの比高：標高と似た要因だが、斜面下部の場合には最下部の風布川河床からの比高が直接冷気の停滞に関係してくる。

7) 支谷の存在：風布川にそって主谷が走っているが、これ以外にも谷の両側の斜面上に小さな谷(支谷)がある。そしてこの支谷があるところには冷気流との関係や可照時間との関係からみかんは栽培されない。

以上7つの要因が相互に関係しあってみかん栽培地の分布を制約しており、このことをわかりやすくするために、可照時間測定地点12カ所について1)~7)までの7要因別にみかん栽培が可能か不可能かを評価して表にした(表2)。12地点は何度も実施調査を行った結果、小気候的諸要因が少しずつ異っている場所である。表からも明らかなように1)~7)の諸要因がひとつでもかけるとみかん栽培は行われていないことがわかる。特に冬季の冷たい北西風のあたる場所や風布川の河床に近かったり、支谷があったりするために冷気の流れるようなところにはみかんは全く栽培されていないことがわかる。

表2 13地点におけるみかん園栽培に関する諸要因別評価

地点	1) 斜面		2) 傾斜度 (°)		3) 標高 (m)		4) 風布川河床からの比高(m)		5) 北、北西に障害 (北西風)		6) 日照時間		7) 支谷の存在		備考
	方位														
☆ ①谷の東のみかん	S20°E	○	20	○	200	○	30	○	北に有り	○		○	無	○	冬季に日照時間が激減しない
②盆地内へ南から入る谷	E		19		240	○	50	○	北に無し	×		○	有	×	北西風の影響が大きい
③谷底の柚子園	SE	○			220	○	20	×	北・北西	○		○	無	○	冷気が停滞
④桑園放棄地	SE	○		○	240	○	40	○	有	○	秋・冬が不足	×	有	×	南西に障害物 秋・冬は日照時間激減
☆⑤優良なみかん園	SSE	○		○	260	○	60	○	有	○		○	無	○	
⑥上部のみかん園のとなり	SE			○	255	○	65	○	有	○		○	有	×	支谷の未利用地とみかん園との境
⑦尾根の反対側	N60°E	×	30	○	320	○			無	×					日照時間が夏多く冬は減少、北西風が当たる
☆⑧被害大のみかん園	SSE	○			220	○	30		有	○	最も良く日があたる	◎	無	○	寒害がひどかった
☆⑨自記温度計 ⊕	S	○			230	○	55		有	○		○	無	○	寒害がひどかった
☆⑩同じみかん園で⊕より下部	S	○		○	260	○	85		有	○		○	無	○	
⑪自記温度計 ⊕	ESE	○		○	210	○	35			○	秋・冬に不足	×	有	×	南西に障害、秋・冬に日照時間激減
⑫自記温度計 ⊕	E				190		15		北西	○		×	谷底	×	12/20全く日が当たらない
A 畑	SE	○			235	○	50		有	○			有	×	

注. (1) ☆：みかん園

(2) 地点⑧, ⑨, ⑩は同じみかん園内.

#### 4. おわりに

今回行った冬季夜間気温観測や自記温度計観測や寒害調査等は、観測を行った状況が風布の気候の中でどのような位置を占めるものか、言いかえれば観測を行った状況がどのくらいの頻度で風布に出現するのかを把握しなくては、観測結果からみかん園の分布を制約する小気候的要因を考察する意味はないと考える。しかしそのためには長期間にわたる風布での気象観測データが必要であるが、残念ながらそのようなデータは存在しない。今回行った推定最低気温等の推定値は寄居町の埼玉県林業試験所の測定値と筆者が風布で行った6カ月間の自記温度計観測結果との比較によって推定を行った。しかし風布のような小盆地内では場所による気温の差が大きく、気温の代表性についても問題が残る。今後このような小気候観測を行う場合には観測を行った状況がその地域の気候のどの部分であるのかという位置づけを入手可能な限りのデータを集めて検討していく必要がある。

本稿は日本地理学会1978年度秋季学術大会において口頭発表したものの一部を修正・加筆したものである。お茶の水女子大学浅井辰郎教授には筆者が大学入学当時から終始御指導いただき深謝するものである。昭和55年3月にお茶の水女子大学をめでたく定年御退官される先生に、今後の御長寿と御研鑽を祈りつつ、この拙き一文を謹んで献呈致します。

本研究で行った観測、調査については立教大学西沢利栄教授、並びに1977年当時立教の大学院にいらした方々に多大な御助言と御協力をいただき深く感謝している。また本研究をすすめる上で風布の宮下実雄様御一家はじめ数多くの方々への御協力をいただいたことを記し、あらためて感謝の意を表すものである。なお、本稿作成にあたって御助言を下された筑波大付属中学校朝倉啓爾氏ならびに常に協力してくれた夫、青島隆志にも感謝いたします。

#### 参 考 文 献

- 1) 村上節太郎(1967):『柑橘栽培地域の研究』
- 2) 川口丈夫(1929):「密柑の生産地帯上・下」,地理評 第5巻, pp.325-334, pp.404-421
- 3) 岩崎健吉(1942):「本邦に於ける柑橘栽培限界の農業地誌学的研究」,地政学 第1巻2号, 4号
- 4) 中村和郎・小野寺齊(1967):「興津川流域におけるみかん園の分布と小気候的性格について」 地学雑誌 vol.76, No.3
- 5) 坪井八十二(1965):『ミカン気象学入門』
- 6) 藤本治義(1951):『日本地方地質誌, 関東地方』, p.8, p.33
- 7) 式正英, 他(1965):『土地分類基本調査, 地形調査「寄居」』, p.7
- 8) 小沢行雄・吉野正敏(1965):『小気候調査法』, p.20, pp.23-25
- 9) 小沢行雄(1962):「斜面の日射量について」, 農業気象 第18巻1号, pp.39-41

- 10) 吉野正敏 (1941) : 『小気候—局地気象学序説—』, 地人書館
- 11) 吉野正敏・福宿光一 (1953) : 「谷をはさむ南北斜面の気温」, 農業気象 第18巻
- 12) 浅井辰郎 (1956) : 『山地の日射』, 現代地理講座2, 河出書房
- 13) E.S.Takle et al. (1976) : 『Low-Level Stability and Pollutant - Trapping Potential for a Rural Area』, Journal of Applied Meteorology vol.15, No.1, PP36-42
- 14) 果樹園芸大事典, 1962, 養賢堂
- 15) 馬橋朋子 (1978) : 「限界地における観光みかん園の存立要因—秩父東麓を例として—」, 新地理 第26巻1号, p.90.