傾斜地果樹園の小気候

中原 孫吉・丸田 頼一

(千葉大学園芸学部農業工作第二研究室)

Local Climate Prevailing over the Sloped Orchard

M. NAKAHARA and R. MARUTA

(Faculty of Horticulture, Chiba University)

1. ま え が き

わが国傾斜地には果樹園として利用されている所が多い。しかし傾斜地にみられる局地気候は平地のものより変化に富み複雑である。その原因である気候因子は地形であるが傾斜角およびその方位などが主であろう。

もし土地が決まれば次に問題となる因子は風と雨の両条件であろう。傾斜地果樹園の場合もこの両条件の支配を受けるので、栽培気象条件はこれらに注意し考慮を払わねばならない。

千葉大学園芸学部付属の熱川暖地農場(静岡県賀茂郡)も一部は従来から柑橘園として開園されているが、今後上部の地区が開園される予定であるので、農場内の傾斜地の小気候を測定し、開園の基礎資料とする一方、開園後温州密柑の植栽された場合の気候環境を測定し広く果樹園管理上の資料に供したい。

2. 問 題 の 提 案

(1) 農場の立地条件

暖地農場は伊豆半島の東側中央部に位置する静岡県賀茂郡東伊豆町奈良本にあつて、農場付近の地形概況を第1図の見取図に示した。該地は天城山麓にあつて、その標

Fig. 1 Sketch of a relief map of Atagawa orchard

高は 200m 以上で、農場中央部の横断面は第2図に掲げることく、下部は 28° 、上部は 33° の傾斜角を示しており、土壌は天城山麓の火山灰土壌に属している。

農場内の植生は 1959 年夏季は第3図(1)のごとくであるが、1960年冬期は中央の樅木とその東隣の裸地およ

Fig. 2 Cross-section of the orchard

○ Observing station
⊙ Observing station for temperature correction
T Observing station for wind

Fig. 3 (1) Vegetation maps of a slope, summer of 1959, and arrangement of observing stations for the summer and winter during, 1959 and 1960

T Observing station (Summer of 1960)
 ● Natsudaidai orchard Y turf
 ⊕ Orange orchard ||| grasses
 ▲ evergreen tree + traces of coppice
 ○ deciduous tree ⊗ Vegetable garden
 # bush ⊞ terrace
 | bamboo

Fig. 3 (2) Vegetation maps of a slope

び防風林内のささの草生地が開墾され豌豆畑となり、その西隣りの雑木林が代採されている以外は夏の状況と大した変化はない。1960年春季に中央の防風林から上部は開墾され第3図(2)のようなテラスが形成されている。

(2) 環境気象の問題

農場は傾斜地にあるので、当然考慮される問題は風と雨についてである。傾斜地の土壌は乾燥しやすいので、栽培に好都合な土壌水分状態におくためには干天時は灌水の必要がある。幸いにも本農場には全域を灌水するだけの貯水槽の設置を可能とする量の用水源が得られるので、雨については土壌侵蝕のこのみを問題にすればよい。しかしこの問題は1959年夏すでに測定されているので本報から除外したい。

雨について風の状況が問題となるので、1959年の夏と1960年の冬と夏にそれぞれ観測し、同時に農場内の温度分布状況も測り、農場内の環境気象の傾向を把握することにつとめ、今後の栽培管理上の基礎資料に供するようにしたものである。

3. 農場内の気温の分布と風の状況

(1) 風と気温の測定

農場内の風および気温の観測を次に掲げる条件の下に測定した。

① 観測期間

夏季 1959年8月3日～8月11日

1960年8月2日～8月9日

1960年8月21日～8月23日

冬季 1960年1月30日～2月6日

② 観測方法

測風は森式風向風速自画器を使用し、1959年夏季および1960年冬季の2期間は第3図(1)に示す1, 2, 3, 4の地点で、1960年夏季は第3図(2)のA, B, C, Dの各点で地上1.5m高の風を測つたが、図中4とDとは年による風の対比のため同じ点とした。

気温はサーミスター温度計によつて、農場内の第3図(1)に示す各地点で地上1.2m高の気温を移動観測し、補正曲線によつて夏季は5時30分、12時30分および18時の各時刻の示度に換算し、それぞれ朝、昼、夕の気温と呼ぶことにし、冬季は6時45分、12時および17時の各時刻の値に更正し、夏季同様朝、昼および夕の気温の名で呼ぶようにに定め、風の記録紙もやはり上記の時刻前後に取り換えた。また各観測点の昼の気温から朝の気温を差し引いたものを便宜上日較差を表わす温度と定義したい。

(2) 測定期間の気象状況

1959年8月初めの9日間の天気は、2, 6, 7日の3日は晴天であつたが、その他は雨であつた8, 9両日以外は曇天に経過した。なお8日九州に上陸した台風6号は9日銚子沖に去つたが農場では8, 9両日に16.7mmの雨を測つた。また4, 6の両日寒冷前線が通過している。

1960年1月30日から2月6日までの間は西高東低型が多かつた。31日と4日には寒冷前線が通過しているが一般に強い季節風はあまり吹走しなかつた。

1960年8月3日から10日までの気圧配置は東高西低が続き、大体南寄りの風を送り、連日好晴に恵まれたが、8月21日台風14号が南方海上を通過し20日午後房総に近接している。その後天気は晴天に恵まれた。

(3) 気温の分布

開園前の気温分布を明らかにするため、1959年夏季と1960年冬季のそれぞれの測定期間の朝、昼、夕および日較差の平均気温の分布を図示すれば第4図のようである。

夏季9日間の朝の気温分布をみれば、逆転層の存在を示す中腹の高温域と防風林上部の冷気のたまりを現わす低温部がみられ、昼間は柑橘園内に低温を示す一方、防

Fig. 4 Distribution of mean temperatures (°C) over an orchad.

Fig. 5 Distribution of temperatures (°C) over an orchard in a clear weather

風林帯内の日蔭地の低温を表わしている。夕方には柑橘園内の下部に低温地域がある。日較差は柑橘園内で最小であつた。また防風林の影響も現われている。

開園前の冬の1週間の平均気温の分布は第4図に示されているのでその大要を示すと、朝は夏と同様逆転層と西側に冷気の流れの存在を表わしている。昼間は冬季の日射の関係で傾斜度が大きい上部と柑橘園内に 10°C 以上の高温部がみられ、防風林の日蔭地には低温部が認められる。日較差は中腹に小さく、防風林帯内でも日蔭と

なる地域が較差も最も小さい。

以上は1週間なり9日間なりの期間全体の朝、昼、夕および日較差の平均値であるが、夏冬両季の天気別の気温の分布を調べてみよう。

夏季の晴天日として8月6,7両日の分布図を示すと第5図のようである。この両日も風はあまり強吹しなかつたので、風の影響は考慮しないことにしたい。朝は西側に冷氣流を示す低温帯と中央部の逆転層の存在が目立ち、防風林の北側には低温地帯であり、冷気のたまりを示している。夏柑園では防風林帯に囲まれているので高温を示している。昼は地域による気温の示度の差異が目立ち、採草地と雑草地に最も高く、日蔭となつている柑橘園内に低温域があり、防風林の北側の日蔭地も低温を示している。夕方は中腹が高温を示している。

日較差は中腹が最も小さく、草生地が最大である。防風林のすぐ北側は較差が小さいのは当然のことであろう。曇天と雨天の場合は晴天の場合よりも地点による気温の開きはずつと小さいので図示は省略した。

曇天の日として8月4日と10日の両日の平均値で分布を調べたが、朝夕は大体同じような分布を示し上部は低温で下部は高温を示しているが、その開きは小さい。昼間は朝夕と反対に上部に高く下部に低いが、晴天の日程変化に富んだ分布は示してはいない。日較差も上に大きく下に小さい。雨天は8月8,9両日の台風8号のための降雨の日を選んだが、両日も風は強吹した

ので、風による影響はみられるが、それでも地域による開きは曇天よりさらに小さい。朝は下部は上部より高く防風林内では高いが、地点間の開きはせいぜい 0.9°C ぐらいすぎない。昼・夕も大体朝のそれと類似の分布を示しているが、夕方では気温の開きは僅か 0.4°C である。日較差もこれという大差は認められず、 0.5°C 以下である。

冬の晴天日として1月31日の分布をみると前掲の第5図のように、朝は中腹に高く西側に低いので、逆転層

と冷氣流をそれぞれ示しているけれども夏の場合よりもさらに顕著である。昼も夏のそれ同様場所による気流の差が認められるが、夏とやや異なり日射の関係で傾斜度が大きい上部に高く、傾斜が上よりゆるやかな下部に低い。夕方は下部に高く上部に低い。また柑橘園内に高温部がある。日較差は中腹の園内に小さい。曇天の日の2月3日の朝・夕は上部低く下部程高温であるが、昼は柑橘園内に高く、下部が最も低い。日較差は下部に小さく上部に大きい。

以上によつて晴天の昼間は雨天や曇天よりも場所による気温の違いは顕著であり、植生や防風林の存在によつてその差異がきわめて顕著である。防風林で囲まれた地域は晴天の朝は高目で昼間はやや低目を表わし、その結果日較差は小さくなる。従つて防風林のはたす役割も大きく、なお後で述べるように減風効果が大きいので、ぜひとも防風林は必要であらう。こういう意味において場所別の気温状況を第1表に掲げた。この表は季節別および天気別に各場所の気温を示している。防風林内では夏冬の晴天時日較差は小さく、朝夕の気温は他の場所よりも高いが、昼間は低い。特に冬の朝はどこりも高い。

Table 1. Mean temperatures (°C) at various places in a slope

		採草地	防風林帯の中央	防風林帯の下部の林縁	蜜柑園			
					中央上部	中央下部	最下部	
夏	晴	朝	23.6℃	24.3℃	24.4℃	24.0℃	24.2℃	23.3℃
		昼	29.0	28.2	28.7	28.7	28.8	28.8
		夕	26.4	26.7	26.8	26.5	26.3	26.1
		較差	5.4	3.9	4.3	4.7	4.6	5.5
	曇	朝	22.2	22.5	22.6	22.6	22.7	22.7
		昼	27.3	26.1	26.3	26.4	26.0	25.9
		夕	22.5	22.9	22.9	22.6	23.1	23.1
		較差	5.1	3.6	3.7	3.8	3.3	3.2
	雨	朝	24.0	24.4	24.6	24.3	24.5	24.4
		昼	23.9	24.1	24.0	24.1	24.0	24.1
		夕	24.3	24.3	24.6	24.5	24.3	24.4
		較差	-0.1	-0.3	-0.6	-0.2	-0.5	-0.3
冬	晴	朝	3.1	3.8	3.7	3.3	1.9	0.7
		昼	12.6	9.6	10.3	10.6	10.9	10.1
		夕	8.9	9.7	9.5	9.9	9.6	9.6
		較差	9.5	5.8	6.6	7.3	9.0	9.4
	曇	朝	2.9	3.5	3.4	3.6	3.6	3.6
		昼	5.4	6.1	5.5	5.6	6.1	6.1
		夕	3.4	4.0	4.2	4.2	4.2	4.3
		較差	2.5	2.6	2.1	2.0	2.5	2.5

このような理由で防風林や防風垣を設けることは、一方では風よけとなるが、他方気温のある程度の調節に役立っている。

(4) 風の状況

朝からその日の夕方までの間を昼間、夕方から翌朝までを夜間と決め、朝から翌朝までを全日と名づけ、この

三つの時間について、風を記録している自画紙から観測のある期間の毎日の最多風（卓越風とよぶ）と最大風速を算出し、これを地点別に昼間、夜間、全日について各風向の出現回数を算出し、これを百分比で表わした。

また計算では風向別に平均風速を算出したが、限定されている紙数では全部を表示することは不能であるから卓越風向を風配図に示し第6図に掲示した。最大風速は掲げなかったが大体卓越風の頻度と類似している。

Fig. 6 (1) Diagrams of prevailing wind (Summer of 1959)

Fig. 6 (2) Diagrams of prevailing wind (Summer of 1960)

Fig. 6 (3) Diagrams of prevailing wind (Winter of 1960)

なお図中円内の数字は静穏の出現回数の割合を示したものである。第6図より夏季は兩年とも南寄りの風が多く、昼間は静穏の出現割合は全然認められないか、あるいはあつてもきわめて少ない。B地点のみ防風林帯内にあるので静穏の出現割合が多いのは当然のことであろう。これに反して夜間は静穏は多くなっている。Bでは半数以上が無風であつた。兩年の風の年による差異は4とDとを対比すればよい。冬季は2では防風垣近くにあるため昼間でも静穏が現われており夜間になるとずつと多く出現している。3でも東隣りに林があるため夜間に静穏が多い。1と4では昼夜を通じて静穏は現われなかつた。最大風速は大体卓越風と同じような風配図を示しているが、各地点の吹走方向を第2表に示した。

Table 2. Variation of direction for maximum wind during the time of our observation

季 節	冬	夏
位 置 { 1	NNE~E~S	E NE~E~SSE
2	N~E~SW	S E~S~SW
3	NW~E~SE	NNW~E~SW
4	NW~E~SSE	NE~E~SW
位 置 { A	—	NE~E~W
B	—	ESE~SE~S
C	—	NNW~E~WSW
D(4)	—	NE~E~SW

これをみれば地形や地物の影響が現われており、夏の場合Bの防風林内では上部のCと対比すれば影響の現われ方も明らかである。1でも近くの防風垣の影響は現われている。

Fig.7 Distribution of wind velocity indices in a southern wind when we considered a wind velocity of station C as a standard.

る。1でも近くの防風垣の影響は現われている。

風の地物による影響を見るためCを基準と仮定し、テラスの各地点で風速を測定し、その値を指数で示したものが第7図である。この測定日は南風のときであつたので、大体テラスの走行と一致している。図では防風

林近くでは相当減風し、防風林内でもかなりの減風を示している。農場内の風の状況は以上のものであるが、農場のテラスの上部および農場の西側では調査の結果、片面樹冠や樹幹のかたむきなどが見い出されたので、風も相当強いことが証明されるわけである。農場内で冬季の季節風が強吹しないのは西隣りにある杉の植林のため、これが自然の防風林を形成しているためであろうかと推定された。

4. 開園に伴う気象上の諸問題

風の測定で判明したように上部のテラスは風当りも強いので、防風林帯を設けて減風する必要がある。また防風林は気温の調節にも役だつので、防風林あるいは防風垣の設置は必須的な条件であろう。また朝、冷気を農場の西側の谷間に導入し、農場外に排出することも果樹の種類によつては必要であろう。冬の風は1ヶ年の資料しかないもので、不足のために決定的なことは言えないが、上部は冬季東寄りの風であるが、下部は夏冬を通じて南東の風が多いので、傾斜面に沿つて上下方向に主林帯を数条設け、テラスの等高線に沿つて副林帯として防風垣を設けることを提言したい。しかも、この防風垣は冬季日射に恵まれて高温となる傾斜度も急な上部のテラス地域では、せいぜい果樹の樹高くらいに止め、恵まれた日射条件を改悪しないようにすることが肝要と推考される。

また、土壌侵蝕に関してはテラスに排水小溝を設けたり、敷草を施したりすることによつてその被害を少なくすることが可能なことは、1959年夏の調査によつてすでに明らかにされている。

参 考 文 献

- 石津, 水戸, 村川 (1959). 傾斜地果樹園の土壌保全. (卒論) (未刊)
- Franklin, T.B. (1955). Climates in Miniature.
- Geiger, R. (1950). The climate near the ground.
- 丸田頼一 (1959). 傾斜地農場の小気候. (卒論) (未刊)
- 中原, 福富 (1957). アパート棟間苑地の気象環境. 千葉大学園芸学部学術報告, 5, 34—38.
- 中原孫吉 (1958). 波丘地の気候. 東京農工大学農学部波丘地農業研究所報, 1, 15—26.
- 中原孫吉 (1959). 波丘地試験地の地表風 (1). 波丘地農業研究所報, 2, 53—58.
- 中原孫吉 (1960). 傾斜地の局地風 (1). 災害科学研究会報告, 1—14.
- 吉野正敏 (1959). 高山地帯における風の小気候調査. 災害科学研究会報告, 1—22.

Summary

Researches of local climate prevailig over a slope orchard were very important both for the fundame-
ntal projects of an orchard and for the adequate managements of their environmental conditions.

We have, therefore, made temperture and wind measurements on the 38 stations over the whole area
of Atagawa orchard of our University during several days of summer and winter for these two years.

Temperature distribution diagrams for morning, noon and evening have shown their characteristic
patterns by weather which were shown in the figures and in the tables.

Windroses of daily prevalent wind by day and night at four stations in our orchrd were drawn in
Figure 6 which have depicted remarkable features of surrounding surface conditons.

As the results of our measurements, we cannot afford to overlook the functions of windbreak for
the control of local climate in our orchard.

日本農業気象学会 賛助会員名簿

(受付順)

会 員 名	所 在 地	代 表 者 名	主 たる 事 業
産 業 気 象 研 究 会	東京都千代田区神田錦町 1 の 3 平和ビル内 Tel (291) 5512・6489	会 長 大 後 美 保	産業気象知識の普及
財団法人電力中央研究所 農 電 研 究 所	千葉県東葛飾郡我孫子町妻 子原 1,634 Tel 柏 (0716) 2797	所 長 萩 原 俊 一	農用電力に関する研究 調査
東洋スプリンクラー 株式会社	東京都中央区銀座西 2 の 1 Tel (561) 2730・7502	社 長 寺 崎 英 雄	灌漑用・凍霜害用スプリ ンクラーの設計・販売
飯 尾 電 機 株 式 会 社	東京都渋谷区代々木 2 の 27 Tel (371) 4115	社 長 飯 尾 慎	測器の製作販売
英弘精機産業株式会社	東京都千代田区丸の内 3 の 12 三菱仲三号 Tel (271) 2760・7580	社 長 戸 沢 弘	測器の製作販売
中 野 測 温 研 究 所	三重県上野市東三田 1525 Tel 上野 1597	所 長 中 野 澄	測器の製作販売
株式会社 太 陽 社	東京都大田区山王 1 の 2523 Tel (771) 8171・3636	社 長 弘 田 道 淳	横河電機代理店
合資会社ウイジン工業社	京都世田谷区玉川用賀町 1 の 22 Tel (701) 0531	代表社員 森 武 保	測器の製作販売
株式会社 気 象 商 会	東京都千代田区神田美土代 町 9 (佐竹第 1 号館)	代 表 役 田 中 勝 正 取 締 役	気象測器の販売
株式 会社 小笠原計器製作所	東京都目黒区唐ヶ崎町 618 Tel (713) 代表 1141	取 締 役 小笠原徳四郎 社 長	気象測器の製作販売