

カンキツ園における土壌管理法の相違が夏季から 秋季にかけての地温に及ぼす影響

秋好 広明・門屋 一臣・渡部 潤一郎
天野 勝司・石井 孝昭*・村上 和夫

Effect of Soil Management in Citrus Orchard on Rhizosphere Temperatures during Summer through Autumn

Hiroaki AKIYOSHI, Kazuomi KADOYA, Junichiro WATANABE,
Shoji AMANO, Takaaki ISHII* and Kazuo MURAKAMI

*愛媛大学教育学部 (Faculty of Education, Ehime University)

緒 言

北条市にある附属農場のカンキツ園土壌は花こう（崗）岩を母岩とする土壌で、傾斜地にあつては特に表層土の流亡や肥料成分の流出が著しい⁵⁾。このような立地条件下の果樹園では、草生栽培の利点が生かされる可能性があるが、実際に導入するに当っては解決しておかねばならぬいくつかの課題があることも事実である。すなわち、養水分の競合と地温に及ぼす影響を検討して、適当な草種を選ぶ必要がある。前報¹⁾ではまず、冬季から春季にかけての地温について論じた。本報では引き続いて、1985年6月から11月にかけての地温について調査し、考察を加えた。

材料及び方法

愛媛大学農学部附属農場の花こう岩土壌に栽植された6年生のワセウンシュウ園を使用した。土壌管理法の方法は前報¹⁾と同じく、草生区、敷わら区及び裸地区を設けた。草生区には1984年4月に暖地産のイネ科牧草であるバヒアグラスを株分けで移植し、夏季から秋季にかけての被覆作物とした。敷わらの量は10a当り2tとし、裸地区は中耕によって常時除草を行った。

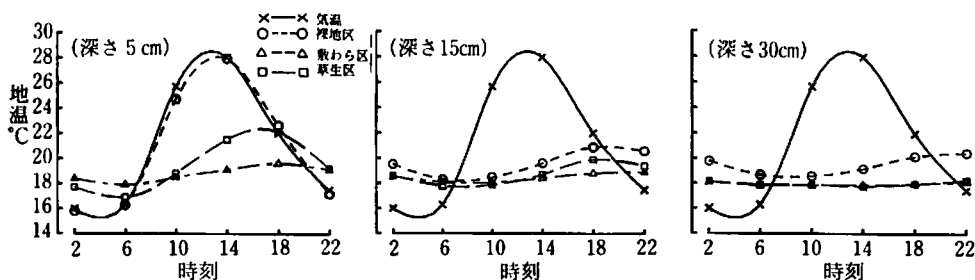
気温の測定は前報¹⁾と同じく銅—コンスタン熱電対を使用し、受感部を直射日光に当てないようにかさ(笠)状のアルミはくで覆い、草生区の地上100cmに設置して2時間間隔でデジタル記録計に記録した。

地温の測定も前報¹⁾と同じく銅—コンスタン熱電対を使用し、土壌が直接受感部と接触しないように、受感部をポリエチレンチューブ内に封入密閉した。測定は樹冠の内側で、地表下5、15、30cm

の深さにつき、それぞれ2か所ずつ選定し、2時間間隔でデジタル記録計に記録した。その後、各月の旬別に各時刻の測定値の平均値を求めて取りまとめた。

実験結果

6月上旬における気温と地温の各時刻における平均値による日変化を示すと図-1のとおりである。



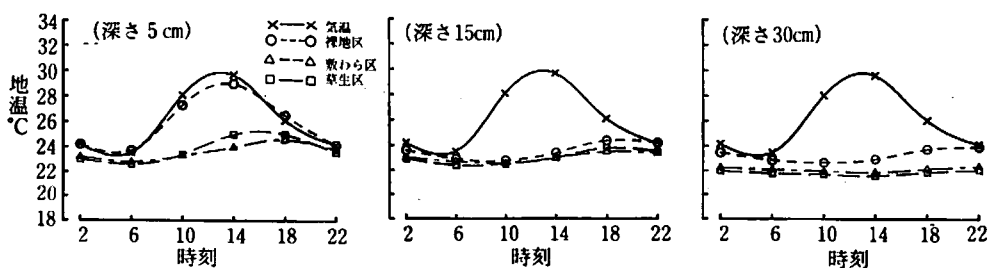
第1図 土壤管理法の相違が6月上旬の平均地温の日変化に及ぼす影響

深さ5cmにおける地温は裸地区で14時頃、草生区で16時頃、敷わら区で18時頃最高値に達した。また、各区とも午前2時頃から午前6時頃にかけて最低値を示した。裸地区では気温とほぼ同様の日変化を示し、地温の日較差は敷わら区や草生区に比べて大きかった。また、裸地区の日中の地温は敷わら区や草生区よりも高く経過し、夜間より早朝にかけての地温は逆に低かった。また、敷わら区と草生区の地温を比較すると、草生区が日中高く夜間は低く経過した。

深さ15cm及び30cmにおいては、裸地区の地温は高く、敷わら区や草生区よりも一日中高い地温で経過した。しかし、処理間の地温の日較差は深さ5cmに比較して小さかった。特に、深さ30cmにおける敷わら区と草生区の地温差はほとんど認められなかった。

地温の最高値はいずれの処理区も気温のそれよりも遅れた時刻に現われ、深さ15cmでは18時頃、深さ30cmでは22時頃現われた。

7月上旬における気温と地温の各時刻における平均値による日変化を示すと図-2のとおりである。



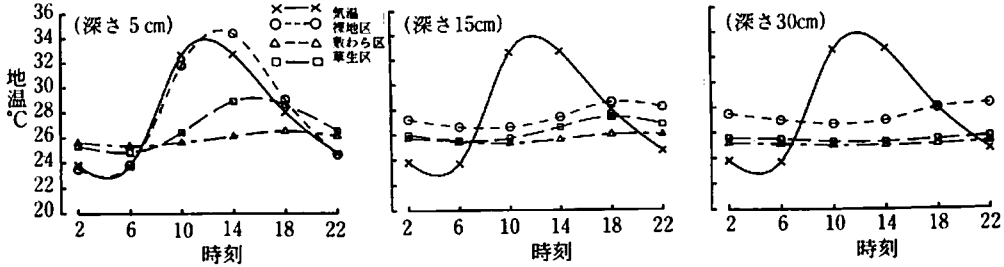
第2図 土壤管理法の相違が7月上旬の平均地温の日変化に及ぼす影響

深さ5cmの裸地区の地温は気温とよく似た日変化を示し、敷わら区や草生区よりも一日中を通して高い値で経過した。敷わら区及び草生区の地温の日較差はともに小さかった。なお、気温の日較差は降雨日が5日間と多かったせいも最も小さかった。

深さ15cm及び30cmにあつては、それぞれの区における地温の差は小さく、且つ、日変化も小さかつ

た。また、いずれの深さにおいても裸地区の地温が敷わら区や草生区よりも一日中を通して高く経過した。

図-3は8月上旬の気温と地温の各時刻における平均値による日変化を示す。深さ5cmの裸地区の地温は気温とほぼ同様の日変化を示した。しかし、高温時の地温は気温よりも高く34.4°Cにも達した。



第3図 土壤管理法の相違が8月上旬の平均地温の日変化に及ぼす影響

また、一日の地温の日較差が大きく、14時と2時の地温の差は10.9°Cであった。草生区の地温は14時頃に最高になるが、裸地区の地温よりもはるかに低く28.9°Cにとどまった。また、敷わら区においては日変化が小さく26°C前後で経過した。

深さ15cm及び30cmにあつては、いずれの処理区も地温の日変化が小さく26°C前後で経過した。また、いずれの深さにおいても裸地区の地温が最も高く、敷わら区が最も低かった。草生区の地温は敷わら区よりもわずかに高い値を示した。地温の日較差も地中深くなるほど小さくなる傾向が認められ、敷わら区と草生区の日較差が小さかった。地温の最高値の出現時刻は気温のそれよりも大幅に遅れ、深さ15cmで18時頃、30cmでは22時頃であった。

9月上旬における気温と地温の各時刻における平均値による日変化は8月上旬それとほぼ同様の変化を示した。また、10月及び11月上旬における地温の日較差は、地中深くなるほど小さくなる傾向が認められ、裸地区の地温がマルチ区に比較して低い値で経過する冬型の地温になった。

表-1 各時刻における気温と地温の旬平均値による日最高、日最低値

測定場所	気温と 土壤管理法	6月		7月		8月	
		最高	最低	最高	最低	最高	最低
		°C	°C	°C	°C	°C	°C
地上1m	気温	28.0	16.0	29.7	23.5	32.7	23.7
地表下 5cm	裸地	27.9	15.8	29.0	23.7	34.4	23.5
	敷わら	19.6	17.9	24.6	22.8	26.5	25.3
	草生	22.1	16.9	25.0	22.6	28.9	24.8
地表下 15cm	裸地	20.9	18.3	24.4	22.8	28.6	26.6
	敷わら	18.9	18.1	23.5	22.6	26.0	25.3
	草生	19.9	17.8	23.8	22.4	27.4	25.5
地表下 30cm	裸地	20.5	18.6	24.0	22.7	28.3	26.7
	敷わら	18.2	17.9	22.4	21.9	25.3	25.0
	草生	18.3	17.8	22.1	21.6	25.7	25.3

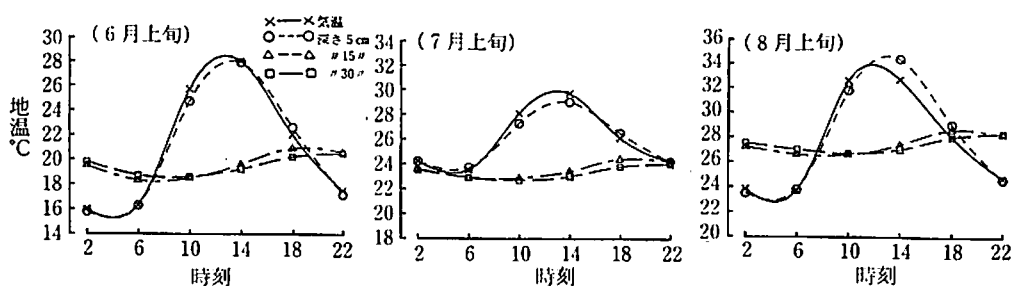
表-2 各時刻における気温と地温の旬平均値による日最高、日最低値

測定場所	気温と 土壌管理法	9月		10月		11月	
		最高	最低	最高	最低	最高	最低
		°C	°C	°C	°C	°C	°C
地上1m	気温	32.3	23.2	25.0	17.0	21.6	12.1
地表下 5cm	裸地	34.0	23.2	29.0	16.6	25.7	12.7
	敷わら	26.7	25.3	21.0	19.6	16.8	16.1
	草生	31.3	24.6	23.1	18.4	18.4	14.6
地表下 15cm	裸地	29.1	26.5	21.6	19.2	18.0	16.1
	敷わら	26.3	25.6	21.1	18.3	17.2	16.8
	草生	28.8	25.9	21.8	19.8	17.5	16.2
地表下 30cm	裸地	28.4	26.5	21.4	19.7	17.8	16.3
	敷わら	25.9	25.6	21.4	21.2	17.9	17.6
	草生	26.5	26.0	21.4	21.2	17.7	17.4

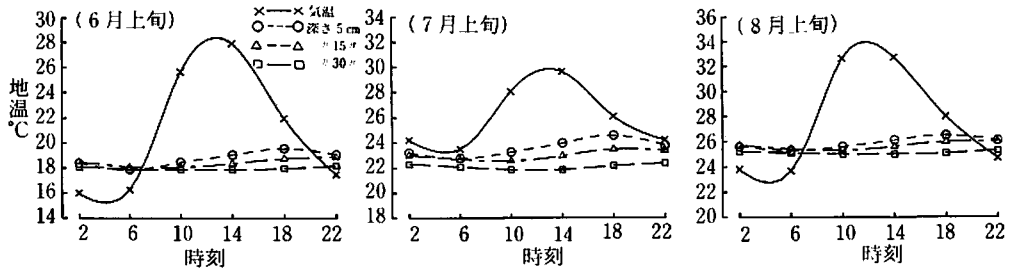
表-1, 2は6月から11月にかけての気温と地温の日最高値及び日最低値をそれぞれ示す。深さ5cmの裸地区においては最高気温の値よりも最高地温の値が高い月が多かった。敷わら区や草生区の夏季高温時における地温は、裸地区に比較して低い値を示しており、表層に近い土壌においてもマルチ区が地温の上昇に抑制効果のあることを示している。特に敷わら区においてその効果が大きかった。

9月における気温と地温の日最高値及び日最低値は8月とほぼ同様の傾向を示しており、深さ15cm及び30cmの8月と9月の高温時における地温は、いずれの区においても最高値29.1°Cから最低値25.0°Cの範囲にあり、カンキツ根の活性に最も適した地温であることがこの表からも認められる。また、気温の低下する11月上旬の地温は17°C前後であり細根の生長が緩慢となる時期に近づいていることを示している。

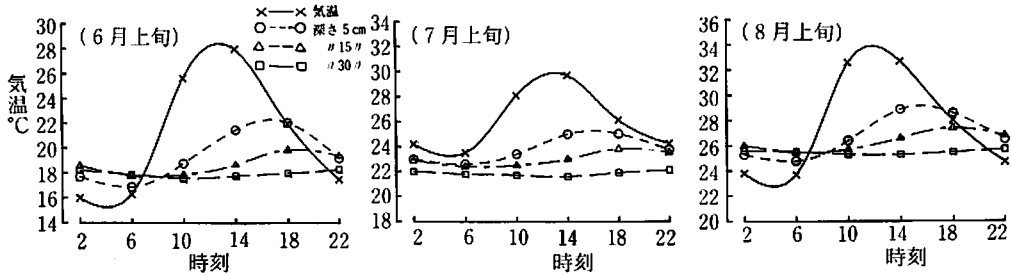
図-4, 5, 6はそれぞれの処理区について、深さ別に地温の日変化をみたものである。裸地区の深さ5cmでは、いずれの月においても気温とよく似た日変化を示し、地温の日較差が大きかった。深さ15cm及び30cmの地温の日較差は小さかった。敷わら区はいずれの月においても、また、いずれの深さにおいても日較差は小さかった。草生区にあっては、いずれの月においても表層に近いほど日中の地温が高くなる傾向が認められた。また、地中深くなるほど地温の日変化が小さくなった。



第4図 裸地区における深さ別の地温日変化



第5図 敷わら区における深さ別の地温日変化



第6図 草生区における深さ別の地温日変化

考 察

既報¹⁾では土壤管理法の相違が冬季から春季にかけての地温に及ぼす影響について報告した。特に厳寒期の地温の保持と春先の地温の上昇に関して考察を加えた。

急傾斜地の多いカンキツ園にあっては夏季の高温時においても収量を高めるための適切な土壤管理が必要なことはいうまでもない。梅雨明け後の2か月間は地温が高温となり、土壤も乾燥しやすい。また、地温の上昇にともなう根の機能低下が栽培管理上の問題となる。そこで本研究は、夏季高温期から秋季の地温が草生によってどのように変わるかを調査し取りまとめたものである。

夏季高温期の草生栽培の目的は、冬季のそれとは反対に高温障害対策として地温の上昇を抑制するものでなくてはならない。カンキツ園における土壤管理法で敷わらや草生による土壤面の被覆が地温に及ぼす影響についての報告は数多くある^{1,2,7,9,11)}。敷わらや草生による土壤表面の被覆は、日中は地温の上昇を抑制し、夜間においては地表面から大気中への熱の放射を遮ることによって地温の低下を抑制するので地温の日較差は裸地に比べて著しく小さい³⁾。G IRTON, R.E.⁶⁾は水耕試験でオレンジの根の活性について報告しており、根の伸長の最適温度は26°C前後であるとしている。また、NIGHTINGALE, G.T.¹⁰⁾は桃樹の根は24°C前後が生育適温であり、伸長の停止する地温は35°C前後としている。従来の報告によると、樹種により相違はあるが、総体的には20~30°Cが好適範囲であり、それ以上の地温では高温障害が現われる場合が多い³⁾。千野ら⁴⁾は桃園において、土壤処理の相違が地温に及ぼす影響を深さ別に調査し報告している。すなわち、桃樹の生育適温は24°C前後であり、敷わら区の地温が25°Cに達するのは深さ5cmで6月下旬頃、20~30cmで7月下旬頃であり7、8月の間は最も適温に近い状態

をつづけ、昼夜の差及び深さによる差が小さかった。また、板倉ら⁷⁾はクリ園における高温時の土壤管理の相違による地温の変化をみている。すなわち、深さ5cmの裸地区の地温は35°Cを超えるがマルチ区では超えず、両区間の差の最大は8~9°C程度に達し、深さ15cmになると両区間の差は3~4°Cと小さくなるとしている。また、森田ら⁸⁾も土壤管理法の種類による地温差は土壌表層に近い程大きく、夏季高温時程大きくなる傾向があるとしている。本実験においても深さ5cmの裸地区では、6、7月を除くいずれの月においても日中の地温の最高値が気温のそれよりも高くなったが、夜間は逆に気温の低下とともに敷わら区や草生区よりも低くなった。また、地温の日較差が裸地区で著しく大であり森田ら⁸⁾の報告と一致した。深さ15cm及び30cmでは処理区間の差はいずれの月においても比較的小さく、6月上旬から9月上旬は裸地区の地温が敷わら区や草生区の地温よりも一日中高かった。仮にこの現象を夏型地温とすると、10月以後は冬型地温に移行し、裸地区の地温が敷わら区や草生区の地温よりも夜間から日中にかけて低い値で経過した。夏季高温時である8月上旬の地温は、深さ5cmの裸地区で気温の最高値よりも高くなり高温による障害も懸念される。一方、同じ深さの草生区は、日中の地温が25°Cから30°Cの好適範囲にあった。このように草生栽培は、表層近くの地温の上昇に対して抑制的であることを示した。根群が密に分布する深さ15cmから30cmにおける地温の日較差は比較的小さく、敷わら区が最も適温に近く、次いで草生区、裸地区の順であった。このようにみると夏季における高温障害の問題は、清耕裸地状態での土壌表面及び表層近くにあることが明らかであり、根群の分布が多い深さ15cmから30cmの地温は裸地区にあっても好適範囲にあるといえる。また、表層附近であってもマルチや草生を用いた土壌面の被覆を行うことにより、夏季高温時といえども地温を根の伸長の好適範囲に保つことは可能である。しかしながら、被覆資材の入手が困難となりつつある現状においては草生による土壌被覆も有意義である。一方、夏季における草生栽培の問題は、カンキツ根と草の根が養水分の吸収をめぐり競合することであり、土壌被覆に適した草種の探索や施肥をはじめとする草生園の管理法についての検討は今後とも続けて行く必要がある。

摘 要

愛媛大学農学部附属農場に栽植した6年生のワセウンシュウ園を使用して、土壤管理法の相違が夏季から秋季にかけての地温に及ぼす影響について検討した。

深さ5cmの地温の日変化は裸地区で大きく、夏季高温時の地温は35°C以上となった。一方、敷わら区や草生区は地温の上昇に対して抑制効果が認められ30°Cを下まわった。また、裸地区にあっても深さ15cmから30cmにおける地温は30°Cを超えることはなかった。

土壌表面の被覆資材の入手が困難になりつつある現在、草種による被覆が高温時の地温制御の面からも非常に有効であるといえる。

引用文献

- 1) 秋好広明, 門屋一臣, 石井孝昭, 渡部潤一郎, 天野勝司 (1986) カンキツ園における土壤管理法の相違が地温に及ぼす影響. 愛媛大学農学部紀要 31 (2): 167-177.
- 2) 千葉 勉, 関谷宏三, 青葉幸二, 鈴木勝征 (1967) 果樹園土壤管理法に関する研究. (第8報) モモ幼木に対する有機物マルチの影響. 園試報 A 6: 9-27.
- 3) 千葉 勉 (1982) 果樹園の土壤管理と施肥技術. 博友社 21-23.
- 4) 千野知長, 大野俊雄, 杉村順司 (1952) 傾斜地果樹園の土壤管理に関する研究 (第1報). 園学誌 21 (4): 193-201.
- 5) 藤井英雄 (1985) カンキツ園における冬期草生 (第1報) 草生植物の選択ならびに季節的水分消費量. 山口農試研報 37: 115-123.
- 6) GIRTON; R.E. (1927) The growth of citrus seedlings as influenced by environment factors. Univ. Calif. Publ. Agr. Sci. 5 (3): 83-117.
- 7) 板倉 勉, 志村 勲 (1964) 果樹園土壤管理法に関する研究 (第4報) 土壤の物理性におよぼす影響. 園試報 A 3: 1-25.
- 8) 森田義彦 (1956) 敷わらが土壤水分及び桃実生幼樹の生長に及ぼす影響. 農技研報 E 5: 65-162.
- 9) 中川行夫, 坪井八十二 (1962) 果樹園の土壤管理の違いによる地温の変化について. 園学誌 31 (1): 13-16.
- 10) NIGHTINGALE, G.T. (1935) Effect of temperature on growth, anatomy and metabolism of apple and peach roots. Bot. gaz. 96: 581-639.
- 11) 下大迫三徳, 栗山隆明 (1968) ミカン園の気象災害に関する研究 (第1報) しきわらがミカン幼木の微気象におよぼす影響について. 園芸学会昭和43年度秋季大会研究発表要旨 52-53.

Summary

Soil temperatures were measured at an orchard of the Experimental Farm, where 6-year-old Wase satsuma mandarin trees were grown. The temperature sensors were placed at three different depths. Experimental plots were taken at the orchard with straw mulch, sod and clean cultures. Changes in soil temperatures during June through November are presented here.

At a depth of 5 cm below the soil surface, the maximum temperature of the clean culture plot was over 35°C while straw mulch and sod culture were effective to keep the temperature below 30°C. At depths of 15 and 30 cm, the temperatures did not exceed 30°C even in the plot of clean culture.

Nowadays it is getting difficult to bring organic matters into orchards. Sod culture contributes

to supply organic matter and also prevents the surface soil from a drastic temperature increase in the summer season.