

伊予柑の結実および果実の品質向上に関する研究

(第2報) 土壌の物理性が結実および品質に及ぼす影響

渡部潤一郎 坂井健輔 天野勝司

I 緒 言

農業生産における選択的拡大の結果、果樹は予想以上に増殖され、果実の生産量も近年急増している。そのため消費者の要求も量より質に重点が移り、生産者もその要求を満たすべく品質の向上に務めている。しかし、よい品質の果実を生産しても、量的に少ない場合は利益があらがず、したがって、よい品をより多く作ることが要求される。この二者の両立は通常非常に困難であるが、しかし不可能ではない。これを両立させるには、何よりもまず土作り、根作りに力を注ぐことが大切である。この点を解決すれば、他の問題については、比較的対策を立てやすい。われわれは、このたび果実肥大期における気象要因の非常に異なる2か年について、土壌管理の差が伊予柑の結実と品質に及ぼす影響を調査する機会を得たので報告する。なお、本調査のとりまとめに便宜を与えられた本学部附属農場長池田一美教授、ならびに、ご指導とご校閲をいただいた柑橘学研究室松本和夫教授に対し感謝の意を表す。また、園芸学研究室岩崎一男助教授には、ご指導と有益なるご助言をいただき深謝する次第である。

II 材料および方法

供試樹は愛媛大学農学部附属研究農場果樹園に栽植された伊予柑樹で、第1報に供試したものと同じである。試験には各区3本あて使用し、排水区については1967年2月に木の周囲に巾50cm、深さ1mの暗渠排水溝を設けた。また、灌水区は10日に1度30mm程度の灌水を行なったが、1967年度は9月に1時的に水の不足をきたした。根の呼吸測定用ガスの採取には、直径1cmのガラス管を地表下20cmと40cmの位置に埋没し、下部の穴は開放し、管の上部はゴムホースを連結してピンチコックではさみ、ガス採取時以外は閉じておいた。ガス組成の測定は500ccの広口瓶に水を入れ、その落差によって生ずる負圧をかけて土壌中の空気を吸引した。CO₂の測定は0.1NのKOHを5cc試験管にとり、蒸留水で5倍に稀釈したものの中を上記の減圧法でガスを通したのち、0.1NのHClで滴定して、CO₂の量を求めた。O₂濃度の測定は東芝ベックマン溶存酸素計を使用した。なお、ガス採取部位の土壌の物理的性質は第1表のとおりで、下層部に岩盤があり、耕土は比較的浅く40cm程度であった。また、結実率の調査は、各樹それぞれ本の側枝を選び、さらに、その側枝上にそれぞれ5本の結果母枝を選んで調査した。可溶性固形物と有離酸の分析には、各樹より40個の果実を無作為に選んで供した。虎斑性潰瘍病の被害程度の調査は分析用果実の一部について分析前に行なった。果実肥大の測定は1樹より25個を選んで行なった。

第1表 土壤空気採取近くの土壤の物理的性質

名理区	樹番号	深 さ	全 孔 隙 量	含 水 量	含 空 気 孔 隙 量
排 水 区	79	20 ^{cm}	48.88 [%]	19.21 [%]	29.67 [%]
		40	40.84	13.87	26.97
	83	20	44.15	17.67	26.48
		40	36.06	14.93	21.13
	88	20	44.95	18.63	26.32
		40	43.99	19.80	24.19
灌 水 区	77	20	52.68	18.66	34.02
		40	53.91	13.80	40.11
	84	20	39.58	18.59	20.99
		40	44.81	17.97	26.84
	90	20	37.33	20.29	27.04
		40	34.07	15.05	19.02
標 準 区	78	20	42.81	10.90	31.91
		40	38.12	14.18	23.94
	82	20	49.70	16.39	33.31
		40	40.53	14.92	25.61
	89	20	30.21	17.45	12.76
		40	27.87	10.02	17.87

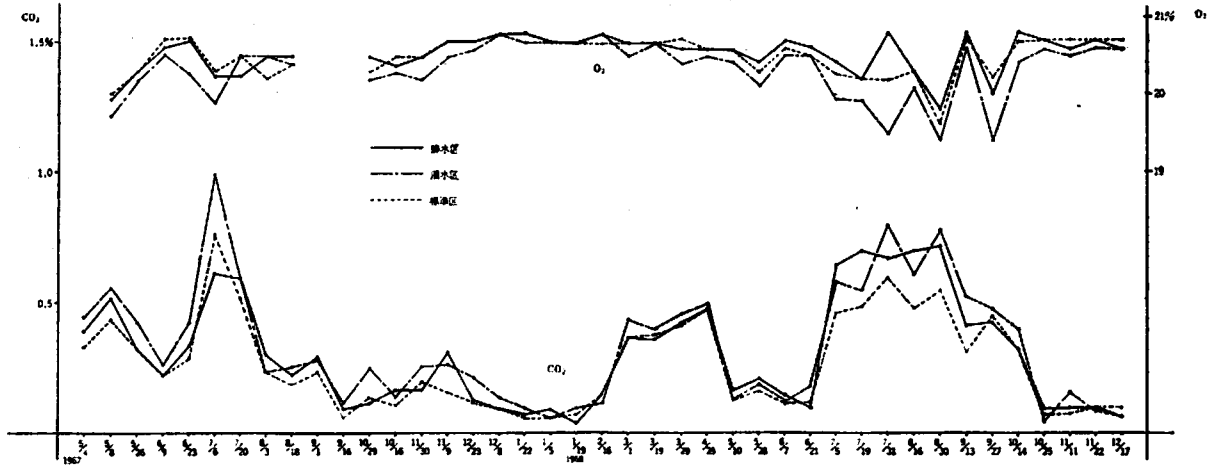
Ⅲ 結果および考察

(1) 土壤空気中のO₂およびCO₂濃度の季節的变化

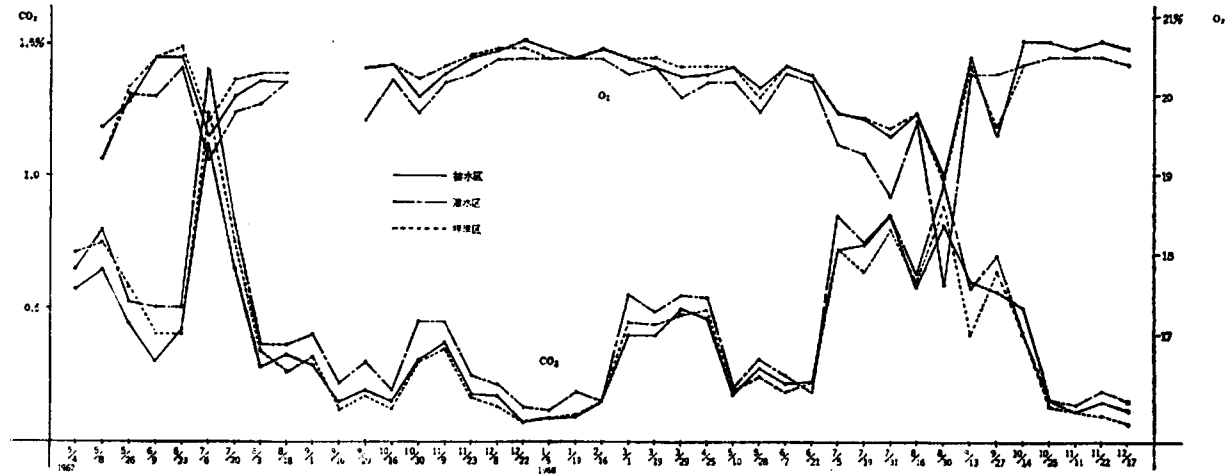
伊予柑園土壤空気中のO₂およびCO₂の季節的变化は第1図および第2図のとおりである。1967年は未曾有の大干ばつの年で、第2表に示すごとく、7月中旬から10月中旬までの100日間

第2表 雨 量 (松山地方气象台)

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1967年	上 旬			60.8 ^{mm}	124.6	64.3	0.4	196.4	0.6	1.7	19.1	35.2	0.6
	中 旬			58.9	74.1	0.0	0.2	12.1	3.2	10.6	16.0	27.2	13.1
	下 旬			42.5	39.2	17.2	79.2	7.5	1.3	2.3	137.3	15.9	15.8
	計			162.2	237.9	81.5	79.8	216.0	5.1	14.6	172.4	78.3	29.5
1968年	上 旬	28.0 ^{mm}	0.0	8.5	12.5	19.0	27.0	149.0	4.0	2.0	21.5	32.5	23.0
	中 旬	7.0	34.0	28.0	23.0	10.5	12.0	5.0	4.0	47.5	2.5	7.0	45.5
	下 旬	18.5	24.5	16.0	16.0	19.0	59.5	79.0	80.5	138.5	9.5	7.0	10.0
	計	53.5	58.5	52.5	51.5	48.5	98.5	233.0	88.5	188.0	33.5	46.5	78.0



第1図 地下20cmの土壤空气中の O_2 および CO_2 濃度の季節的な変化



第2図 地下40cmの土壤空气中の O_2 および CO_2 濃度の季節的な変化

の降雨量は、わずかに74.4mmで、とくに8月は5.1mm、9月は14.6mmの降雨量にすぎなかった。これに比べて1968年は前年と同じ時期に384mmの降雨量を記録し、9月下旬には138.5mmの降雨量で、品質の極端に悪い年であった。また、それに応じて両年における呼吸量の動きの間にもはっきりした差異が認められる。すなわち、地表下20cmにおけるCO₂は、6月9日が最低で6月23日より増加し始め、7月6日が最高で、そのあとただちに減少し、8月3日までの減少は急激であるが、その後は増減を繰り返しながら減少している。そして、11月9日から11月23日に小さなピークがあり、12月から1月にかけて最低で、2月16日から3月1日にかけてまた増加している。いつぼう、1968年は5月10日から6月21日までが低くて、6月21日より増加し、多少の増減を示しながら9月13日まで高い値を保っている。そして9月27日以降は減少して10月25日まで低くなり、11月11日にわずかな増加を示した後横ばいとなっている。40cmにおけるCO₂の動きは20cmとあまり変わらない。しかし、概して20cmよりも含有率が高くなっている。これは深部ほど大気の影響をうけにくいことを考えると当然であろう。また、各処理区におけるCO₂の動きは灌水区がいちばん大きく、次いで排水区で、標準区の動きがいちばん小さい傾向にある。しかし、標準区と排水区の間ではあまりはっきりした差が認められなかった。

また、O₂含量の季節的な動きはCO₂の動きと反対で、20cmについては5月8日より増加し、6月9日から6月23日にピークがあり、7月6日には減少し、それ以後はまた漸増しているが、3月頃より減少している。そして6月21日より10月14日まで大きな増減の波がみられ、それ以後は横ばいとなっている。いつぼう、40cmについては20cmと同様5月8日より増加しているが、7月6日の減少は20cmよりも激しく、それ以後は漸増している。しかし、2月16日より減少しはじめ、また、5月28日に一時的に減少するが、本格的には6月21日よりの減少が急激で、8月30日が最低である。それ以後は9月13日と10月14日が高く、9月27日が低く、それからは横ばいとなっている。

以上干ばつ年と多雨の年におけるO₂およびCO₂の動きは非常に異なり、1967年は大干ばつでO₂含量の減少やCO₂含量の増加の期間が短い。それに対して、1968年は6月から10月にかけて長期にわたり増減している。丹原⁽¹⁾が指摘しているごとく、柑橘の根は乾燥に対して比較的強い適応性ををもつが、湿害には非常に弱い。しかし、1967年のような極端な干ばつ年では、乾燥に比較的強いみかんの根でも枯死したものが相当みられ、その影響が呼吸の動きにもあらわれている。それゆえ、灌水区の根の活動が激しく、呼吸量が大きいことも理解できる。しかし、1968年の場合は、多雨といっても連続的降雨でないために、根に対する多湿の影響が少なく、かえって地温の低下時期が遅れることが、根の活動停止に影響したものである。このように、根の活動は土壤湿度や地温によるところが大きく、吉村⁽²⁾は冬期の地温を人為的に高めることによって、根の伸長が早くなったことを報じている。

(2) 灌排水処理と結実および収量

処理2年後の1969年における結実率は第3表のとおりである。これによると、着花数は排水区がいちばん多く、次いで標準区で、灌水区がいちばん少なかった。また、新葉の発生は灌水区が極端に多く、標準区がいちばん少ない。従来より土壤の乾燥は花芽の分化を促進⁽³⁾⁽⁴⁾するといわれている。本調査においても同様の傾向を認めた。

結実率については、排水区と標準区はあまり変わらないが、灌水区は低い値を示めた。ほ場における本調査では、毛管中の空気の横の連絡が比較的可能なため、O₂濃度の最低値は17.6%で、一般栽培上から障害となるべき値ではない。しかし、岩崎⁽⁵⁾らは温州みかんの開花期頃の土壤空気中のO₂濃度が結実に及ぼす影響を調査した結果によるとO₂濃度が低下するにした

第3表 土壤湿度と結実率

処理区	樹番号	旧葉数	新葉数	着花数	結実数	結実率
排水区	79	73枚	62枚	134ヶ	13ヶ	9.7%
	83	61	46	93	7	7.5
	88	64	52	116	14	12.0
	計	198	160	343	34	9.91
灌水区	77	60	75	77	6	7.7
	84	72	64	99	6	6.0
	90	77	75	117	13	11.1
	計	209	214	293	25	8.53
標準区	78	74	47	109	10	9.1
	82	67	33	126	11	8.7
	89	61	44	74	10	13.5
	計	202	124	309	31	10.03

がって、結実率が低下している。このように、O₂濃度は結実に影響を及ぼしているが、ほ場の場合は横の連絡が比較的容易なので、大きな差はみられない。だが、灌水区における結実率の低下は、洲水により土壤湿度が高まって、通気が悪くなり、局所的なO₂不足の結果と考えられる。

いっぽう、調査園における収量については第4表に示すとおりで、奇数年が豊作で、偶数年

第4表 土壤湿度と収量

年次 処理 樹番号		処 理 前			処 理 後				
		1965	1966	2か年平均	1967	1968	1969	3か年平均	増加量
排水区	79	39.1 ^{Kg}	36.0		50.4	36.4	27.0		
	83	30.6	24.2		40.5	31.5	32.4		
	88	27.2	23.3		44.0	21.6	35.1		
	平均	32.30	27.76	30.03	44.96	29.83	31.50	35.43	5.40
灌水区	77	35.7	34.9		48.8	38.4	27.0		
	84	30.6	26.3		47.4	32.5	32.4		
	90	57.8	43.8		81.1	47.2	48.6		
	平均	41.36	35.0	38.18	59.10	39.36	36.00	44.82	6.64
標準区	78	35.7	26.9		56.8	36.5	36.0		
	82	30.6	21.0		55.0	42.2	39.6		
	89	37.4	29.6		44.5	27.6	37.8		
	平均	34.56	25.83	30.20	51.93	32.10	37.80	40.61	10.41

が不作の隔年結果性を示しているが、その波は比較的小さくなっている。処理の翌年がちょうど着果量の多い表年にあたっていたので、干ばつの影響を受けて個々の果実の肥大はわかったにもかかわらず、総収量は多かった。

処理前2か年の平均収量は、灌水区がやや多いが、排水区と標準区はあまり差がみられなかった。また、処理後3か年の平均では、総収量において灌水、標準、排水の順であるが、処理前と比較した場合の増加は、標準が10.41Kgでいちばん大きく、次いで灌水区の6.64Kgで、排水区の増加はいちばん小さく、標準区の約半分の5.4Kgであった。

伊予柑園の土壌条件と収量の関係については丹原ら⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾の報告がある。それによると、細根の深さと収量は非常に高い相関のあることを指摘されており、土性や土壌の種類と収量との関係が深いことを述べている。本調査における深耕後3か年の平均では、まだその効果ははっきり出ていないが、暗渠排水の効果はただちにあらわれるものでなく、今後しだいにあらわれてくるものと考えられる。

(3) 土壌空気と果実の品質

イ 果実の肥大

第1図、第2図に示すごとく、1967年度は果実の肥大期に地下部の呼吸、すなわち、根の活動が干ばつの影響を受けて低下し、7月6日が最高で、それ以後急激に減少し、8月3日に非常に低い値となっている。いっぽう、1968年は夏期に比較的雨量があったので、根の活動も遅くまで続いていた。その結果、果実の肥大も第5表に示すごとく、1967年は各区とも肥大がわるく、とくに、11月中頃からの肥大が小さく、早期に着色して、「ス上り」果が多くみられた。また、各区の中でも灌水区がいちばん肥大が劣った。この原因は77号樹の結実過多による肥大不良と灌水中止後の肥大が極端に劣ったことによると考えられる。いっぽう、1968年には雨が比較的多くて、灌水区と標準区では果実肥大に差がみられなかったが、排水区は約10%程度肥大がよかった。これは排水によって土壌通気が促進され、根の活力が高まったことによる間接の結果である。たとえば、リンゴにおける調査⁽⁹⁾で、根の呼吸や微生物の活動により、

第5表 土壌湿度と果実肥大

(1967年)

処 理	月 日		%	%	%	1%	1%	1%	1%	肥大量	一果平均量
	樹番号										
排 水 区	79		42.76	50.75	55.48	62.16	67.16	72.07	72.86	30.10	172.8
	83		44.31	51.47	55.77	61.20	68.99	75.45	76.82	32.51	175.6
	88		45.66	54.12	59.19	65.14	73.00	80.43	81.74	36.08	210.5
	平 均									32.89	186.3
灌 水 区	77		43.35	49.45	54.34	58.88	64.08	68.44	69.21	25.86	139.8
	84		46.75	55.74	60.36	66.96	73.46	78.86	80.01	33.26	202.6
	90		42.88	52.59	57.40	63.52	69.79	74.99	76.02	33.14	184.8
	平 均									30.75	175.7
標 準 区	78		43.15	51.92	56.24	61.88	67.65	73.21	74.12	30.97	176.8
	82		44.90	52.41	56.37	62.30	69.27	74.46	75.86	30.96	174.3
	89		45.12	54.56	59.02	65.30	73.46	79.98	81.24	36.12	210.8
	平 均									32.68	187.3

(1968年)

処理	樹番号	月 日								肥大量	果平均量
		9/2	9/2	9/9	9/6	9/20	10/10	10/10	10/18		
排水区	79	45.64	52.82	60.03	66.97	71.57	75.21	79.51	80.43	34.79	216.0
	83	42.39	53.78	60.82	68.19	73.49	77.26	81.58	82.65	40.26	235.9
	88	43.35	53.61	60.36	67.35	73.07	77.52	81.84	83.08	39.73	231.3
	平均									38.26	227.7
灌水区	77	43.26	52.23	59.47	65.78	70.11	73.28	76.85	77.53	34.27	194.3
	84	41.69	51.27	57.36	63.61	69.26	73.14	76.24	77.80	36.11	195.5
	90	41.60	51.64	58.54	65.02	70.44	74.55	79.03	79.97	38.37	210.5
	平均									36.25	200.1
標準区	78	40.36	50.04	56.83	62.88	67.59	71.24	74.91	74.92	34.56	189.0
	82	42.43	52.20	59.17	65.83	71.00	74.42	78.78	79.58	37.15	205.3
	89	41.77	52.12	59.01	65.75	71.55	76.60	81.26	81.70	39.93	204.9
	平均									37.21	199.7

多量のCO₂が発生しても、排水良好な土壌は通気良好で、CO₂の影響が少ないが、重粘な土壌ではCO₂含量が高まり、O₂がO近くなる場合もあったことからもうかがえる。

ロ 糖度および酸含量

第6表 土壌湿度と果汁成分

1968年12月18日に採取し、じゅうぶん予措を行なった後、常温貯蔵庫に貯蔵し、1969年4月8日に分析した結果は第6表のとおりである。可溶性固形物は排水区が高かったが、しかし、全体に雨量の多い年で、各区にはっきりした差がみられなかった。また、クエン酸含量については、灌水区がいちばん高く、排水区がいちばん低かった。その結果甘味比は排水区が12.9といちばん高く、灌水区が11.7でいちばん低く品質的に劣った。

夏秋期の土壌の乾燥が果実の内容に大きな影響を及ぼすことは、多くの⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾⁽¹²⁾⁽¹³⁾調査によって明らかにされているが、本調査においてもこれらの発表と同様な傾向を示し、土壌水分の高い区は糖度が低く酸度が高い結果、甘味比が最低であった。

処理	樹番号	可溶性固形物	果汁100mg中のクエン酸含量	甘味比
排水区	79	11.10	0.879	12.62
	83	11.00	0.813	13.53
	88	11.50	0.910	12.64
	平均	11.20	0.867	12.93
灌水区	77	10.80	0.858	12.59
	84	11.20	1.004	11.16
	90	11.15	0.965	11.55
	平均	11.05	0.942	11.77
標準区	78	11.00	0.926	11.88
	82	11.00	0.824	13.35
	89	11.00	0.926	11.88
	平均	11.00	0.892	12.37

ハ 土壌湿度と虎斑性潰瘍病

虎斑性潰瘍病の発生に対して土壌湿度が深い関係をもつともいわれている。分析用果実の一部について、虎斑性潰瘍病と土壌水分との関係を調べた結果は第7表のとおりである。しかし、

調査個体数が少ないので、断言し難いが、この結果からみて土壤湿度が斑点の多少に影響しているとは考えられなかった。

第7表 土壤湿度と虎斑性潰瘍病

処 理 樹 番 号	被 害 程 度					
	多	中	少	無	計	
排 水 区	79	4	4	3	4	15
	83	1	4	5	6	16
	88	5	3	3	2	13
	計	10	11	11	12	44
	比 率	22.73	25.00	25.00	27.27	
灌 水 区	77	0	3	10	6	19
	84	5	3	1	5	14
	90	5	3	2	5	15
	計	10	9	13	16	48
	比 率	20.83	18.75	27.08	33.33	
標 準 区	78	2	1	5	8	16
	82	0	2	5	7	14
	89	1	2	7	5	15
	計	3	5	17	20	45
	比 率	6.67	11.11	37.78	44.44	

VI 摘 要

- 1967年の異常な気象年における伊予柑園で、排水、灌水などによる土壤水分の変化が、結実および果実品質にどのような影響を与えたかを調査した。
- 両年における土壤空気中の O_2 と CO_2 濃度の変化は非常に異なっていて、干ばつ年は根の呼吸や醗酵による CO_2 の発生が短期間であるのに対して、多雨年には CO_2 発生のピークが長く続き、遅くまで根が活動することを示していた。
- 着花数、結実率と土壤湿度のの関係については、湿度の高い灌水区で着花、結実が少なく、反対に、排水区でいちばん多くて、従来の成績と一致している。
収量については、処理前2か年と処理後3か年の平均を比較した場合、標準区が多く、次いで灌水区で、排水区が少なかった。
- 果実の肥大量については、1967年の干ばつ年は、灌水区の一時的水分不足で、はっきりとした傾向を示めさなかったが、1968年の多雨年は排水区がいちばんよくて、標準区に比べて約10%肥大がまさった。また、糖分および酸含量については、排水区で糖分が高く、酸が低いために甘味比がいちばん高く、灌水区が低かった。なお、虎斑性潰瘍病と土壤湿度との関係は明らかでなかった。

参 考 文 献

- 1 丹原一寛：農及園，44(2)，69—72・（1969）
- 2 吉村不二男：園研究集録，7：59・（1955）
- 3 岩崎藤助・大和田厚：園学雑，29(1)，37—46（1960）
- 4 鈴木鉄男・金子 衛・田中 実：園芸雑，36(4)17—26・（1967）
- 5 岩崎一男・長砂広一郎・石原 精・倉岡唯行：昭和44年度園芸学会春季大会研究発表要旨，86—87・（1969）
- 6 丹原一寛・栗原 肇・大西和彦：農及園，41(8)，1235—1236・（1966）
- 7 丹原一寛・栗原 肇・大西和彦：農及園，41(10)，1529—1530・（1966）
- 8 丹原一寛：愛媛県農試研報，(9)・（1969）
- 9 奥田 東・他4名：土壤肥料ハンドブック，養賢堂・146—152・（1955）
- 10 宮武貞男・高原隆生：昭和43年度秋季大会研究発表要旨，60—61・（1968）
- 11 鈴木鉄男・金子 衛・田中 実：園学雑，38(4)，287—294（1969）
- 12 葦沢正義・中條利明：昭和42年度春季大会研究発表要旨，118—119・（1967）
- 13 薬師寺清司編：農及園，43(8)，1319—1322・（1968）