

春季の土壤水分がリンゴ樹に及ぼす影響

加藤 正*, 成田春蔵*

Some effects of spring soil moisture on the growth of apple trees

Tadashi KATO* and Haruzo NARITA*

Aomori Apple Experiment Station

I 緒 言

リンゴの主産地である青森県は春季の降雨量が少なく、しばしば干天が続くことがある。この理由として、長谷部⁹⁾は梅雨性降雨が少ないことを挙げている。

近年、早期多収、良品生産、省力化を目指して新植されているわい性台リンゴ樹は、従来の台木（マルバカイドウ、ミツバカイドウなど）を利用した樹に比較して浅根性であり、その主要根群域は水分変動の激しい表層部分に分布する場合が多い¹⁰⁾。

しかし、リンゴ樹の場合、土壤水分が生育や果実品質に及ぼす影響については、夏季の乾燥期におけるかん水の効果に関する成績は多いが、生育初期の春季における土壤水分との関係について検討したものは少ない。

このような背景から、筆者らは水分コントロールが比較的容易で、しかも根群域の土壤水分を的確に把握しやすい大型コンクリートポットに栽植したリンゴ樹を用いて、春季の土壤水分がリンゴ樹に及ぼす影響について検討した。

II 材料と方法

1. 供試樹並びに試験区の構成

青森県りんご試験場圃場内に埋設してある直径85 cm、深さ68 cmのコンクリートポットに、深さ35 cmまでは砂れきを詰め、その上に場内圃場の黒ボク土を30 cm 充てんした。供試土壌（黒ボク土）の水分特性は表-1のとおりである。

表-1 供試土壌の三相分布及び水分特性

仮比重	三相分布 (pF1.5)			pF				
	固相	液相	気相	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
0.777	V% 28.3	V% 44.6	V% 27.1	V% 52.7	V% 44.6	V% 40.6	V% 38.0	V% 35.6

これに、1980年4月、4年生M26台スターキングデリシャスを植付け、1年間はいずれの樹も同一に管理し、1981年と1982年に処理を行った。

処理区は湿潤をpF 1.5~1.8、乾燥をpF 2.7~2.8として、1981年の場合、5~6月湿潤区、5月乾燥6月湿潤区、5~6月乾燥区の3処理、1982年は新たに5月湿潤6月乾燥区を加えて4処理とした。但し、1981年の場合、開花始めはほぼ平年並みであったが、開花期間が長く、落花期が5月25日と平年に比べて4日も遅れたので、5月の乾燥処理は6月9日まで継続した。

供試樹数は1981年が1処理2~3樹、1982年は3~4樹である。

供試樹の満開期は1981年が5月18日、1982年が5月14日であった。

2. 管理方法

土壤水分の処理方法は、20 cmの深さに設置したテンシオメーターを毎朝9時に観測し、適宜かん水して所定の水分状態に保持するようにした。また、5~6月の処理終了後は、収穫期まで適宜かん水してpF 2.3~2.5に保持するように努めた。なお、ポットへの降雨の侵入は、写真-1のように、ポットをビニールシートで覆って防いだ。

肥料は4月から6月までの3か月間、毎月中旬に1ポット当たりN 10 g、P₂O₅ 3.3 g、K₂O 6.7 gを複合肥料で施した。

人工受粉は兩年とも開花次第、随時綿棒で実施した。

3. 調査項目と調査方法

1) 結実率、早期落果率及び花芽分化率

結実率は5月中旬の開花期間中に1樹当たりの花そう数を調査しておき、1981年は6月10日（満開23日後）、1982年は6月4日（満開21日後）に中心花の結実数を調査して花そう数に対する割合で算出した。

早期落果率は1981年は6月30日、1982年は6月28日に

* 青森県りんご試験場



写真—1 供試樹と降雨遮断のためビニールシートで被覆している状況

1 樹当たりの着果数（中心果）を調査し、次の式から求めた。

$$\text{早期落果率}(\%) = \frac{[\text{中心花の結実数} - \text{着果数(中心果)}]}{\text{中心花の結実数}} \times 100$$

花芽分化率は翌年の開花期中に調査し、全頂芽数に対する花そう数の割合で表示した。

2) 樹体の生育量及び果実の発育経過

水分処理変更時（1981年が6月9日，1982年が5月31日）と処理終了時（1981年が6月30日，1982年が7月1日），それに果実収穫後（1981年が10月22日，1982年が10月8日）の3回，1樹ごとに新しょう長を測定した。

果実の発育経過は1981年に，1樹当たり10～20果にラベルをつけ，6月11日から9月30日まで，10日前後の間隔で果実の横径を測定した。

3) 収量及び果実品質

1981年は10月9日に1樹ごとに収量調査を行ったが，1982年には9月13日の台風（18号）による落果が多く，収穫量は把握できなかった。従って，10月7日に採取した果実について1果平均重量を算出した。

果実品質調査には，収穫果から平均的な果実を1樹当たり5～10個選んで分析に供した。果実硬度の測定にはマグネステラー型硬度計を，可溶性固形物含量には屈

折糖度計を用いた。また，リンゴ酸含量の測定は一定量の果汁を0.1N-NaOHで滴定し，リンゴ酸に換算した。果心内エチレン濃度は，水中でがくあ部から果心部へ注射針をそう入してガスを抜き取り，ガスクロマトグラフで測定した。ヨードでん粉反応は果実の赤道部からスライス状に切片を取り，ヨード・ヨー化カリ溶液を塗って，染色面積により5段階にグレードをつけた。

4) 葉の水ポテンシャルと土壌の吸引圧

土壌水分処理が樹体のホストレスに及ぼす影響を明らかにするため，1981年6月28日に葉の水ポテンシャルと土壌の吸引圧を測定した。

葉の水ポテンシャル（以下 ψ と略記）の測定には，プレッシャーチャンバーを用い，日の出前（午前4時）と正午に測定し，それぞれ ψ_{\max} ， ψ_{\min} とした。供試葉は新しょう中央葉で，1樹当たり5葉ずつ測定した。 ψ 測定時の天候は晴れであったが， ψ_{\min} 測定時は風が少しあった。

土壌の毛管吸引圧はテンシオメーターによった。浸透吸引圧は飽和抽出法¹⁾で土壌溶液を採取し，電気伝導度（EC，m·mho/cm，25°C）を測定して浸透圧 $=0.36 \times \text{EC}$ の式で求め，採土時の土壌水分量から採土時の浸透吸引圧を推定した。飽和抽出には，深さ0～30cmから採土して2mmのフルイを通した生土を用いた。

全吸引圧は〔毛管吸引圧+浸透吸引圧〕によって示した。

III 試験結果

1. 各処理区の水分経過

処理期間中の各区の土壌水分張力は図—1に示すとおりである。湿潤処理は1981年の場合はほぼ設定したpF 1.5～1.8（水柱30～60cm）の範囲内で経過したが，1982年の場合，特に6月はpF 2.0（水柱100cm）を越える日がかかなり多かった。乾燥処理は1981年の場合，5月中旬まではpF 2.7（水柱500cm）以下の水分張力を示す日が多かったが，その後は，ほぼpF 2.7～2.8（水柱500～630cm）の範囲内で経過した。1982年の乾燥処理は，5月上旬はpF 2.7以下を示す日が多かったが，その後5月中はほとんどの場合pF 2.6～2.8（水柱400～630cm）で推移した。6月に入ると設定したpF 2.8を越える水分張力を示す日が多かった。

2. 結実率，早期落果率及び花芽分化率

各処理区の2か年の結実率，早期落果率および花芽分化率を示すと表—2のとおりである。

結実率は初期の生理落果が終了したと思われる満開3週間以後に調査したが，1981年は各処理区とも80%以上と，青森県のデリシャス系の平年値73.7%に比べて高く，1982年は59～73%と平年値に比べて幾分低かった。

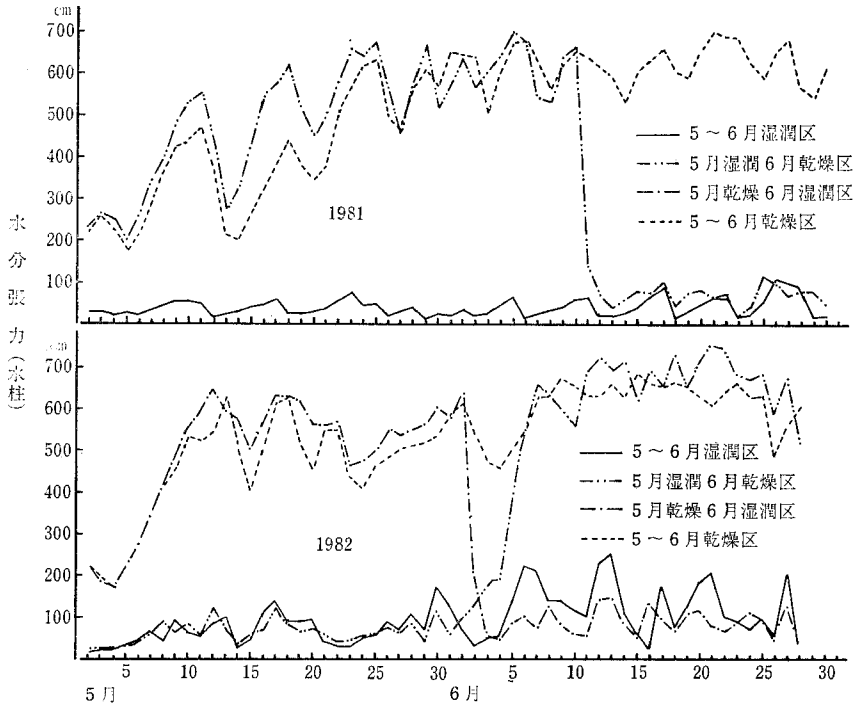


図-1 水分処理期間 (5~6月) 中の各処理区の水分張力

表-2 結実率, 早期落果率及び花芽分化率

処 理 区	結 実 率 (%)		早 期 落 果 率 (%)		花 芽 分 化 率 (%)	
	1981	1982	1981	1982	1981	1982
5 ~ 6 月 湿 潤	85.5	66.0	26.3	19.9	44.8	74.2
5 月 湿 潤 6 月 乾 燥	—	73.1	—	31.2	—	71.6
5 月 乾 燥 6 月 湿 潤	83.7	59.0	23.1	23.8	53.3	61.9
5 ~ 6 月 乾 燥	89.4	68.2	43.9	54.6	41.3	70.1

表-3 新 し ょ う 伸 長

処 理 区	1 9 8 1					1 9 8 2						
	平均新しょう長 (cm)			新しょう数	新しょう 総伸長量	平均新しょう長 (cm)			新しょう数	新しょう 総伸長量		
	6月/9日	6/30	10/22			5月/31日	7/1	10/8				
5 ~ 6 月 湿 潤	8.6	16.1	19.8	84	本	16.6	11.0	22.4	29.7	62	本	18.4
5 月 湿 潤 6 月 乾 燥	—	—	—	—	m	—	11.7	17.8	21.2	43	m	9.1
5 月 乾 燥 6 月 湿 潤	7.3	12.4	14.3	69	m	9.9	10.4	21.8	30.4	47	m	14.3
5 ~ 6 月 乾 燥	7.6	10.8	11.1	56	m	6.2	9.3	14.5	19.0	50	m	9.5

処理区間でみると, 1982年の場合, 5月乾燥6月湿潤区の結実率が59%と幾分低い傾向が窺われたが, 1981年の場合は処理区間の結実率に差異が認められず, 春季の土壤水分が結実に及ぼす影響は明らかでなかった。

早期落果率は1981年, 1982年の2か年とも, 5~6月乾燥区は他の3処理区に比べて明らかに高く, 1981年で43.9%, 1982年で54.6%であった。また, 3処理区の中では1982年の場合, 5月湿潤6月乾燥区の早期落果率は

31.2%で、5～6月湿潤区の19.9%，5月乾燥6月湿潤区の23.8%に比べて幾分高い傾向にあった。

花芽分化率は、1981年の場合、41～53%と平均の62.3%に比べて低く、1982年の場合は平均並みか平均を上回る値を示したが、2か年の花芽分化率をみると、処理区間に一定の傾向が認められなかった。

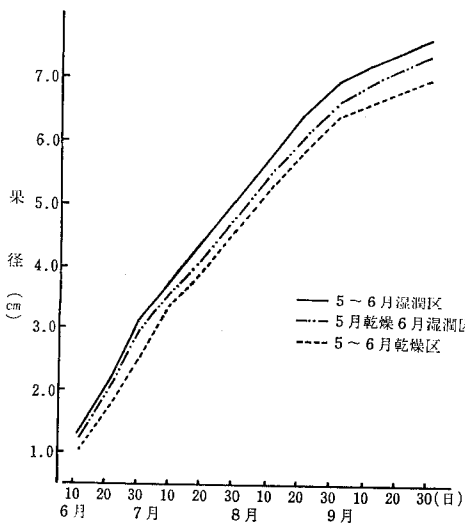
3. 樹体の生育量及び果実の発育経過

1981年、1982年の新しょう伸長は表—3に示すとおりである。

5月の水分処理が終了した時点の平均新しょう長（1981年6月9日、1982年5月31日調査）は、5月の乾燥処理で劣った。

5～6月の水分処理終了時の新しょう長は、1981年、1982年の2か年とも5～6月湿潤区で勝り、5～6月乾燥区が劣った。5月乾燥6月湿潤区は5月の乾燥処理で新しょう伸長が抑制されたが、6月の湿潤処理で生育が増大し、1982年の場合は5～6月湿潤区の新しょう長と同程度まで回復した。1982年の5月湿潤6月乾燥区と5月乾燥6月湿潤区を対比すると、前者は最も生育の劣った5～6月乾燥区に近い新しょう長であったのに対して、後者は5～6月湿潤区並みの新しょう長を示し、5月乾燥に比べて6月乾燥が新しょう伸長に大きく影響した。

新しょう伸長停止後の新しょう長（1981年10月22日、1982年10月8日調査）は2か年とも水分処理終了時の新しょう長とほぼ同様の傾向を示しており、7月以降同一な水分管理（pF 2.3～2.5）をしても、5～6月の水分処理の影響は新しょう停止期まで及んだ。



図—2 果実の発育経過 (1981)

1樹当たりの新しょう総伸長量は2か年とも平均新しょう長が長く、新しょう数の多い5～6月湿潤区が最も勝り、次いで5月乾燥6月湿潤区、5～6月乾燥区の順であった。また、1982年に設定した5月湿潤6月乾燥区は、最も伸長量の劣った5～6月乾燥区と同程度にすぎなかった。

次に、1981年の果実横径の肥大曲線を示すと図—2のとおりである。

果実の発育は5～6月湿潤区が最も勝り、次いで5月乾燥6月湿潤区、5～6月乾燥区の順であり、5～6月の水分処理終了後は収穫期までpF 2.3～2.5に土壤水分を保持しても、生育初期の果実の大小の差は縮小せず、5月、6月の水分処理の影響が収穫期まで及んだ。

4. 収量及び果実品質

1) 1樹当たり収量と1果平均重量

収量調査結果は表—4に示すとおりである。

表—4 1樹当たり収量、個数及び1果平均重量

処 理 区	収 量	個 数	1果平均重量	
	1981	1981	1981	1982
5～6月湿潤	kg/樹 7.06	34.0	g 207	g 288
5月湿潤6月乾燥	—	—	—	271
5月乾燥6月湿潤	7.98	42.5	188	285
5～6月乾燥	6.09	37.5	161	267

1樹当たり収量は、5～6月乾燥区が5～6月湿潤区、5月乾燥6月湿潤区に比べて、幾分低い傾向にあった。5月乾燥6月湿潤区が高い値を示しているのは、早期落果率調査後の6月下旬に、4頂芽に1果程度の割合になるよう摘果したものの、結果的には他の処理区に比べて多く着果したため、水分処理による影響とは認められない。

1果平均重量は2か年とも5～6月湿潤区が最も勝り、5～6月乾燥区が最も劣った。5月湿潤6月乾燥区は1981年の場合処理区を設定しなかったが、1982年のそれは、果実肥大が最も劣った5～6月乾燥区に等しい平均重量であった。これに対して5月乾燥6月湿潤区の場合は、最も肥大の勝った5～6月湿潤区と比較して、1981年の場合、着果数が多かったことが影響したためか、幾分劣ったものの、1982年には、ほとんど差異が認められず、5月乾燥に比べて6月乾燥が果実の肥大に大きく影響した。

2) 果実品質

収穫時における果実硬度、可溶性固形物含量、リンゴ酸含量、ヨードでん粉反応、果心内エチレン濃度は表—5に示すとおりである。

表-5 果 実 品 質

処 理 区	果 実 硬 度		可溶性固形物		リ ン ゴ 酸		ヨードでん粉 反応*		果心内 C ₂ H ₄ 濃度 lppm 以上の果実の割合	
	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982
5 ~ 6 月 湿 潤	lb	lb	%	%	g/100ml	g/100ml			%	%
5 ~ 6 月 湿 潤	16.6	15.8	14.8	14.4	0.39	0.39	2.7	2.7	100	96
5 月 湿 潤 6 月 乾 燥	—	15.9	—	13.0	—	0.36	—	3.2	—	92
5 月 乾 燥 6 月 湿 潤	17.2	15.8	14.0	13.4	0.36	0.41	3.4	3.5	84	93
5 ~ 6 月 乾 燥	17.6	15.6	14.1	13.7	0.39	0.40	3.3	3.4	73	85

* ヨードでん粉反応の染色面積により5段階にグレードをつけ、完全染色するものに5、染色面積割合10%に満たないものに1を与えた。

表-6 葉の水ポテンシャル (ψ) と土壌の吸引圧

処 理 区	ψ_{max} 毛管吸引圧		浸透吸引圧		全吸引圧		ψ_{min} 毛管吸引圧		浸透吸引圧		全吸引圧	
	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar
5 ~ 6 月 湿 潤	-2.1	0.05~0.06	1.11~1.64	1.17~1.69	-17.9	0.06~0.12	1.57~1.89	1.69~1.95				
5 月 乾 燥 6 月 湿 潤	-2.5	0.03~0.10	1.99~4.48	2.02~4.58	-17.9	0.04~0.14	2.41~5.33	2.45~5.47				
5 ~ 6 月 乾 燥	-4.2	0.47~0.67	4.21~7.48	4.88~8.06	-19.2	0.45~0.62	4.21~6.98	4.83~7.51				

1981年6月28日に測定

果実硬度は、1981年の場合、果実が小さかったため、1982年に比べて高い値を示した。処理区間では、1981年には、5~6月湿潤区が低い傾向にあったものの、1982年は処理区間に差異が認められず、春季の土壌水分処理による影響は明確でなかった。

可溶性固形物含量は、2か年とも5~6月湿潤区が他の処理区に比べて高かった。また、1982年の場合、5月湿潤6月乾燥区が幾分低い傾向にあったが、5~6月乾燥区が13.7%と、5月乾燥6月湿潤区の13.4%より高い値を示していることから、6月乾燥が関与しているとは考え難い。

リンゴ酸含量は、1981年の場合、処理区間に差異は認められなかった。1982年には5月湿潤6月乾燥区が他の処理区に比べて低い傾向にあったが、5~6月乾燥区がかならずしも低い含量ではないことから、可溶性固形物含量の場合と同様、6月の乾燥によるものとは考え難い。

でん粉含量をヨード・ヨウ化カリ溶液による染色面積から指数を与えて半定量的に測定したところ、2か年とも5~6月湿潤区は他の処理区に比較して低い指数を示し、でん粉含量が少なかった。

果実の心内エチレンが1ppm以上の濃度を示す果実割合は、1981年の場合、5~6月湿潤区は100%と最も高く、次いで5月乾燥6月湿潤区の84%、5~6月乾燥区は73%と最も低かった。1982年は5~6月湿潤区96%、5月湿潤6月乾燥区と5月乾燥6月湿潤区は92~93%、5~6月乾燥区は85%と最も低かった。

5. 葉の水ポテンシャルと土壌の吸引圧

1981年6月28日に測定した各処理区の ψ と土壌の吸引

圧を示すと表-6のとおりである。

ψ_{max} は土壌吸引圧を良く反映して5~6月乾燥区が-4.2 bar と、測定時に湿潤状態にあった5~6月湿潤区の-2.1 bar、5月乾燥6月湿潤区の-2.5 bar に比較して明らかに低かった。

ψ_{min} は5~6月乾燥区が-19.2 bar、5~6月湿潤区と5月乾燥6月湿潤区は-17.9 bar であり、 ψ_{max} と同様の傾向にあった。

葉の水ポテンシャル測定時の土壌の吸引圧をみると、浸透吸引圧は5~6月湿潤区が1.1~1.9 bar、5月乾燥6月湿潤区が2.0~5.3 bar、5~6月乾燥区が4.2~7.5 bar であり、全吸引圧はそれぞれ1.2~2.0 bar、2.0~5.5 bar、4.8~8.1 bar であった。

次に土壌の吸引圧と葉の水ポテンシャルとの関係を示すと図-3のとおりである。

ψ_{max} との関係は、毛管吸引圧、浸透吸引圧および全吸引圧とも有意な相関関係にあったが、毛管吸引圧、浸透吸引圧に比べて、全吸引圧の場合、より高い相関係数が得られた。しかし、 ψ_{min} との間には、毛管吸引圧、浸透吸引圧、全吸引圧とも有意な相関関係は認められなかった。

IV 考 察

春季はリンゴ樹の新根の伸長が盛んな時期であり、栄養的にも開花結実に大半の貯蔵養分を消費し、その後の果実肥大や樹体を養うための新しい養分が形成される転換期に相当している。また、生理的落果（ジュンドロップ）が発生するなど、環境的なストレスに対する感受性の強い、非常に不安定な時期と言える。

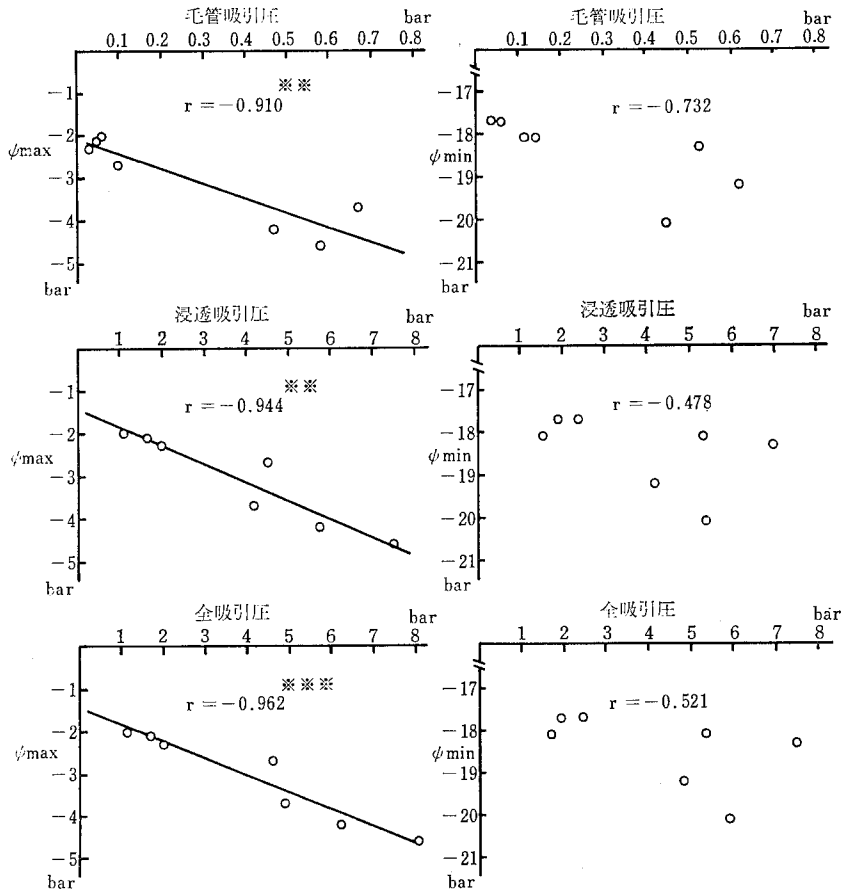


図-3 土壌の吸引圧と葉の水ポテンシャルの関係

Powell¹²⁾は圃場条件下の9年生 Cox's Orange Pippin に、3月末から6月中旬まで、地表面を被覆して降雨を遮断し、水ストレスを与えて、実止まりが悪くなる成績を得ている。本試験の場合、花が咲き次第徹底した人工受粉を実施した関係もあってか、満開3週間後に調査した中心花結実率には処理区間の差異が明確でなかった。しかし、その後の落果率は2か年とも5~6月乾燥区が他の処理区に比べて明らかに高かった。最近、當場で実施したデリシャス系の早期落果と果実の大きさについて検討した成績¹⁶⁾は、果径の小さい果実ほど高温や日射量不足などの気象条件の変化によって落果しやすいことを示唆しているが、本試験の場合も、5~6月乾燥による幼果期の肥大抑制が早期落果率の増大に結びついたものと考えられる。しかし、Powell¹³⁾は春季乾燥処理樹の収穫果は充実した種子が少ないことをも報告しているので、5~6月乾燥区の果実が充実した種子数が少なく、素質的に落果しやすいことも考えられ、今後検討を要する点である。

リンゴの花芽分化は新しょう伸長停止後に開始するとされており、地域により、また品種や樹勢によって異なるが、青森県のデリシャス系は7月末から始まる⁵⁾。本試験の花芽分化率には処理間に差異がなかったが、花芽形成期にはすでに水分処理が終了しており、処理の影響が現われなかったものと考えられる。

新しょう伸長は乾燥処理によって抑制されたが、5月乾燥6月湿潤区にみられるように、5月の乾燥によって生育が抑制されても6月の湿潤処理によって回復した。これに対して5月湿潤6月乾燥区は5~6月乾燥区と同程度の生育量にすぎず、5月乾燥に比較して6月乾燥が大きく影響した。この結果は、リンゴの新しょうは5月中旬の満開すぎ頃から生長し始めるが、6月に入ると一層生長力を増し、生長量が最も多くなる時期であることから、当然予想される。

果実の肥大抑制に対しては、収穫果の1果平均重量にみられるように5~6月の乾燥が大きく影響したが、5月乾燥と6月乾燥では後者の影響が著しかった。

果実の大きさは1果当たりの細胞数と細胞の大きさによって決定される。この細胞数が決まる果肉細胞の分裂停止期は品種や気象条件によって異なるようであるが⁷⁾、我が国では、田村ら¹⁵⁾がスパータンで開花後40日前後と推定し、望月ら⁹⁾は紅玉で、6月10日には細胞分裂は終了期に近いことを認めている。これらから判断すると、本試験の水分処理期間は細胞分裂期に相当し、土壤水分の多少が幼果の細胞分裂に影響したことも当然考えられる。しかし、熊代ら⁶⁾は土壤水分が高いほど果実の肥大が勝ることを認めているものの、果肉細胞数はpF 3.0を上まわる水分張力で保持した区の果実においても、pF 2.0程度の水分処理区の果実との間に差異を認めていないので、本試験における果実肥大の差は細胞数以外の、細胞自身の肥大と細胞間隙の発達によると考えなければならぬ。

収穫期の果実の大きさは、6月末までの果実の発育量との間に正の相関があるという報告⁵⁾があるように、本試験の場合、5～6月の水分処理による幼果期の果実の大小が、そのまま収穫期の大きさを決定づけたものと考えられ、図-3の果実の発育経過は、そのことを良く示している。

なお、1981年の1果平均重量が1982年に比べて各処理ともかなり劣ったが、この理由としては、1981年の場合樹勢から判断して幾分着果過多の傾向にあったことも挙げられるが、開花期の不順天候による落花期の遅れ、幼果発育期の低温など気象条件による影響が大きいようで、青森県全体の10月1日の調査においても、デリシャス系品種の果実の大きさは平年比81.6%(体積比)であった。

果実品質に関しては、可溶性固形物含量は5～6月湿潤区が他の乾燥処理区に比べて高かった。

収穫期における可溶性固形物含量は成熟に伴って増加する。5～6月湿潤区はヨードでん粉反応指数が低く、果心内のエチレン濃度が高い傾向にあり、他の乾燥処理区に比べて熟期が早かったものと判断される。Powell¹³⁾もヨードでん粉反応によって熟度判定を行い、春季の乾燥処理によって熟期が遅れるという、本試験と一致した成績を得ている。

果樹の葉の水ポテンシャルは、これまでの成績^{3,9)}によると、日の出前が最も高く、その後次第に低下して正午頃に最低値を示し、その後は上昇し始め、日没頃には日の出前の値に近づくとされている。そこで本試験では日の出前の測定を ψ_{max} 、正午頃を ψ_{min} として、土壤水分が樹体の水ストレスに及ぼす影響を検討したところ、土壤の吸引圧を良く反映して、測定時に乾燥処理を受けていた樹の ψ は、湿潤処理のものに比べてより低いポテンシャルを示していた。

処理区間の ψ の差異は日変化からみると、1～2 bar と

少ないものであったが、Drake ら²⁾はゴールデンデリシャスの果実品質についてトリクルかん水とスプリンクラーかん水の影響を検討し、1～2 bar の差が大きな意味を持つことを示唆している。

ψ と土壤の吸引圧との関係では、 ψ_{min} の場合は明確でなかった。これは、日中の ψ は町田ら⁹⁾も指摘するように、日射量や風速の変化など、気象要因による影響が現われたものと考えられる。しかし、日の出前の ψ_{max} は土壤の吸引圧との間に強い相関係が認められ、その中でも浸透吸引圧をも付加した全吸引圧との間には、より高い相関係数が得られ、樹体の水ストレスに及ぼす土壤の吸引圧として、毛管吸引圧以外に、土壤溶液自体の浸透圧の重要性が指摘できる。

テンシオメーターによる土壤水分の測定が根のごく近くの水分を的確にとらえているかという論議もあり、水分張力から単純に樹の水ストレスを推定するのは問題がある場合もあるが、本試験では、前述したように、土壤の水分張力と ψ_{max} との間には有意な相関が得られている。 ψ の測定は1981年6月28日1回限りであったが、水分張力から推定すると、5～6月の処理期間中、湿潤処理を受けている樹は ψ_{max} で-2 bar 前後、乾燥処理樹は-4 bar 程度の水ポテンシャルを呈していたものと考えられる。

作物根の水分吸収を阻害する土壤の吸引圧として、毛管吸引圧以外に浸透吸引圧があるが、土壤溶液の浸透圧は施肥による塩類濃度によって大きく影響される^{11,14)}。本試験では4月から6月の3か月間、毎月中旬に施肥しており、施肥後の経過日数によって塩類濃度が当然変化していると考えられる。従って、この点については6月28日1回限りの測定だけで処理期間の浸透吸引圧を推定することは困難である。しかし、鈴木ら¹⁴⁾は温州ミカン幼樹の試験結果から、樹体の生育量や果実品質に対して、夏季の水分吸引力(毛管吸引圧)は0.5 bar 以下、浸透吸引力は2.0 bar 以下、全吸引力は2.5 bar 以下にあることが望ましいとしていることから判断すると、6月28日の5～6月湿潤区は、この条件を満たしていたとも解釈できよう。

以上のように、本試験結果では、春季、それも6月の土壤水分の減少が生育を緩慢にするともに果実肥大を抑制し、ひいては樹勢衰弱を招く可能性も考えられた。

長谷部⁴⁾によると、青森県地方は水収支からみて、5月から高い不足水量を示すことを報告しているが、青森県リンゴ園土壌の性状をみると、沖積土の川原地帯や表土の浅い火山灰地帯、それに傾斜地は、有効土層が浅く、保水性に乏しいので、常に干ばつの危険にさらされている。従って、これらの地帯では、春季の水分管理にも十分な配慮が必要である。

V 摘 要

大型コンクリートポット (直径 85 cm, 深さ 68 cm, 地表下 0~30 cm は黒ボク土, それ以下は砂れき土) に栽植した M 26 台スターキングデリシャス (1980年4月4年生樹栽植) を供試して, 1981年と1982年の2か年, 春季の土壤水分がリンゴ樹に及ぼす影響を検討した。

処理区は1981年が5~6月湿潤, 5月乾燥6月湿潤, 5~6月乾燥の3処理区, 1982年にはこれらに5月湿潤6月乾燥を追加して4処理区とした。水分処理の方法は, ビニールシートでポットへの降雨の浸入を避け, 深さ 20 cm に埋設したテンシオメーターを毎朝9時に観測し, 湿潤処理は pF 1.5~1.8, 乾燥処理は pF 2.7~2.8 になるよう適宜かん水した。

結果は以下に記すとおりである。

1) 春季の土壤水分が結実率や花芽分化率に及ぼす影響は明らかでなかったが, 早期落果率は5~6月乾燥区で明らかに高かった。また, 6月乾燥処理も落果率を高める傾向があった。

2) 樹体の生育量や果実肥大は5~6月乾燥区が最も劣った。また, 5月乾燥と6月乾燥では後者の影響が大きかった。果実の発育は5~6月の処理期間終了後, pF 2.3~2.5 に水分張力を保持しても, 幼果期の果実の大小の差は縮小せず, 生育初期の影響が収穫期まで及んだ。

3) 収穫果の可溶性固形物含量は5~6月湿潤区に比べて, それ以外の乾燥処理区で低かったが, これはヨードでん粉反応や果心内エチレン濃度から推察して, 熟期の遅れによるものと判断した。

4) 1981年6月28日に測定した ϕ_{max} は測定時に湿潤状態にあった樹では -2.1~-2.5 bar であったのに対し, 乾燥処理では -4.2 bar であった。

5) 土壤の吸引圧と ϕ との関係では, ϕ_{min} の場合, 気象要因による影響が大きいため, 土壤吸引圧との関係

は明確でなかったが, ϕ_{max} とは毛管吸引圧, 浸透吸引圧および全吸引圧とも有意な相関係数があり, 全吸引圧の場合は, 毛管吸引圧, 浸透吸引圧に比べて, より高い相関係数 ($r = -0.962^{***}$) が得られた。

引用文献

- 1) 土壤養分測定法委員会編: 土壤養分分析法, 養賢堂 (1970)
- 2) Drake, S.R., E.L. Proebsting, Jr., M.O. Mahan, and J.B. Thompson: J. Amer. Soc. Hort. Sci., 106, 255~258 (1981)
- 3) Goode, J.E., and K.H. Higgs: J. Hort. Sci., 48, 203~215 (1973)
- 4) 長谷部次郎: 農土誌41, 499~504 (1973)
- 5) 木村甚弥編: りんご栽培全編, 養賢堂 (1964)
- 6) 熊代克己・建石繁明: 園学雑, 36, 9~20 (1967)
- 7) Landsberg, J.J., and H.G. Jones: Apple orchards. In "water deficits and plant growth, vol VI" Ed. Kozlowski, T.T., Academic Press. (1981)
- 8) 町田裕・間学谷徹: 園学雑, 43, 7~14 (1974)
- 9) 望月武雄・花田慧: 弘大農報, 6, 43~56 (1960)
- 10) 成田春蔵・岩谷 齊・加藤 正・桜田 哲・相馬盛雄: 園芸学会東北支部昭和57年度大会研究発表要旨 (1982)
- 11) 大城 晃: 土壤の物理性, 38, 2~8 (1978)
- 12) Powell, D.B.B.: J. Hort. Sci., 49, 257~272 (1974)
- 13) Powell, D.B.B.: J. Hort. Sci., 51, 75~90 (1976)
- 14) 鈴木鉄男・金子 衛: 園学雑, 39, 99~106 (1970)
- 15) 田村 勉・福井博一・今河 茂・三野義雄: 園学雑, 50, 287~305 (1981)
- 16) 東北地域技術連絡会議事務局・果樹試験場盛岡支場 編集: 昭和57年度寒冷地果樹に関する試験研究推進会議資料, 第1分科会 (栽培), (1982) (1983. 9. 1 受理)

Summary

This study was carried out for a period of two years from 1981 to 1982 to determine the effects of spring soil moisture on the growth of apple trees. Cultivar used in the experiment was six to seven years old Starking Delicious which had been grafted on M 26 root stock. Trees were grown individually in large-sized pots.

The experiment was conducted according to the following design:

Code of Treatment	Month of Treatment	
	May	June
A	Wet	Wet
B	Wet	Dry
C	Dry	Wet
D	Dry	Dry

In this experiment however, treatment B was omitted in 1981. Soil moisture was maintained at a pF of about 1.8 and 2.8 in the wet and dry treatment, respectively, by watering and intercepting rainfall with a vinyl film.

The results obtained are as follows;

1. The treatments did not exert a significant effect on fruit-set and flower bud formation in the next spring. The percentage of fruit drop in the early stage of the growing period was the highest in treatment D followed by treatment B.

2. Tree growth rate and fruit size were the lowest in treatment D followed by treatment B. These findings suggest that the trees are more sensitive to the dry conditions of June than to those of May. The difference in fruit size thus observed in the early stage of development persisted until harvesting time, even when the trees were kept under suitable conditions with a pF ranging from 2.3 to 2.5 subsequently.

3. In the harvested fruits, soluble solid content was the highest in treatment A. Judging from the iodostarch reaction and concentration of ethylene in the core, it was considered that dry soil conditions inhibited the process of ripening in treatment B, C and D.

4. Soil moisture was reflected in the maximum leaf water potential. Thus, the potential value ranged from -2.1 to -2.5 bar in the wet-treatment while it amounted to -4.2 bar in the dry-treatment. The potential value was well correlated with the suction values in the soil solution, especially with the total suction value.

5. Minimum leaf water potential did not correlate well with soil moisture, presumably due to the fact that in the day time the effect of soil moisture was offset by other environmental factors acting upon the water status of apple trees.