燐酸および加里の施用の時期と濃度が ブドウ果実の収量・品質に及ぼす影響

小林 章・細井寅三・尹 宇英・水谷慎作

(京都大学農学部)

A. KOBAYASHI, T. HOSOI, Y. YUN, and S. MIZUTANI: The effects of time and level of application of phosphoric acid and potassium on yield and quality of grapes.

Summary

1. In sand culture of 3-year-old Delaware grape vines supplied with proper level of nitrogen (80 ppm), the effects of varying levels of phosphoric acid (80, 40, 20 and 0 ppm) and potassium (160, 80, 40 and 0 ppm) on yield and quality of fruit were observed. The treatments were applied at two stages of shoot growth (from early April to late June) and fruit growth (from early July to late August).

2. A high level of phosphoric acid (80 ppm) when supplied at the stage of shoot growth, gave greatly improved yield and better quality of fruit, by increasing the degree of color and sugar content, and by lowering the acidity. The same application made at the stage of fruit growth, gave an increase in yield, but a reduction in the degree of color and sugar content, and no striking effect on the acidity.

3. On the contrary, high levels of potassium (160 ppm and 80 ppm) applied at the stage of shoot growth produced no significant influence on the yield and quality of fruit except for an extreme increase of acidity. But, when applied at the stage of fruit growth, high levels of potassium improved both the yield and degree of color.

4. Moreover, in the potassium treatments, when the number of berries per vine in each plot was restricted equally at the beginning of fruit growth

stage, the high level plots gave better quality of fruit including the color, sugar content, and acidity than the low level plots.

5. Thus, this experiment seems to show that phosphoric acid needs to be applied more abundantly at the stage of shoot growth than at the stage of fruit growth, while for potassium the reverse is true, that is, smaller applications are needed at the stage of shoot growth and larger ones at the stage of fruit growth.

6. Besides, it was observed that the higher the level of phosphoric acid given at the stage of shoot growth, the greater the number of flowers per vine, and the number of seeds per berry. The higher the level of potassium supplied at the stage of shoot growth, the greater the amount of potassium and the lower the quantity of both nitrogen and phosphoric acid contained in the leaves at the end of the stage, resulting in the shorter shoot elongation.

7. And the leaf analysis made at harvesting time, indicated that the higher the level of phosphoric acid or potassium given at any stage of shoot or fruit growth, the greater the content of those elements in the leaves. This, however, showed no distinct antagonism against the other elements, probably due to the difference in fruit load in the plots.

I. 緒 言

著者らは 1950 年以来、砂耕法によつて窒素、燐酸ならびに加里の施用濃度がブドウ樹体の生長・結実の両作用に及ぼす影響をみてきた。特に前報 (1957) では窒素濃度が好適な場合 (80 ppm) の加里濃度の変化が新梢や根の生長と果実の収量・品質に及ぼす影響について調査した。その結果、未結実樹の新梢および根の生長には加里濃度の 20~40 ppm (窒素濃度の 1/4~1/2 倍) が適し、翌年の花房の着生には 40~80 ppm (窒素濃度の 1/2~1 倍) がよかつた。一方、結実樹における果実の

1960 年 2 月 5 日受理

収量・品質には 80~160 ppm (窒素濃度の 1~2 倍) が好適であつた。しかし、この場合でも、根の生長にはやはり 40 ppm (窒素濃度の 1/2 倍) がよく、新梢の生長には結実量の多少が複雑に影響するために一定の傾向を認めることができなかった。

したがつて、このたびは結実樹について、新梢の発芽から果実の収穫までの生長期間を新梢伸長期 (4 月上旬~6 月下旬) と果重増大期 (7 月上旬~8 月中下旬) とに分けて、そのおのおのの周期における加里濃度 (1956 年実施) と燐酸濃度 (1957 年実施) の変化が新梢の生長と果実の収量・品質に及ぼす影響を観察した。その結

果、興味あることには、加里と磷酸の施用濃度が果実の収量や品質に及ぼす効果は生長周期によつて著しく相違し、しかも、その影響の仕方は加里と磷酸の間で全く相反した。しかし、両者の樹体生長に及ぼす影響については、結実量の相違が複雑に係るために、このたびの実験においても一定の傾向を認めることができなかった。以下その概要について述べる。

本実験を行なうに当つては、文部省科学研究費の助成を得た。ここに関係当局に衷心より深謝の意を表する。

II. 実験材料および方法

1. 実験材料

実験材料には、京大農学部附属京都農場において、過去1カ年間同じ肥培管理を行ない、主枝1本だけを十分に発育させた鉢植えの3年生のブドウ樹（品種デラウェア）を用いた。すなわち、1956年（加里濃度試験）および1957年（磷酸濃度試験）の2月に、これらの多数の材料の中から樹勢のよく揃つた個体を選び、主枝を基部15節位で剪定し、これを直径40cm深さ30cmの素焼鉢に川砂を用いて移植した。次いで春になると、各節位から新梢が発芽するが、これらの中で勢力ならびに着房状態の優れたもの5本だけを残して、他をすべて除いた。更に、その後、これらの新梢の腋芽より生ずる副梢は、これをすべて基部1葉だけを残して摘心した。

果房の摘果に当つては、新梢1本当りの着房数を揃えることに余りこだわらず、新梢の樹勢と果房の大きさ（着粒数）とを考へて、新梢1本当りの総着粒数が樹勢に適當であるようにした。その結果、大体新梢1本当り2〜3房、1樹当り10〜12房が残された。したがつて、本実験の成績において、1樹当りの果房数の多少や1果房の平均重および平均粒数を、施肥の影響として厳密に論ずることは避けるべきである。

なお、1956年の加里濃度試験では、果重の増大期直前に、別に1樹当りの果粒数をいずれもほぼ200粒に制限した区を設け、果実の品質に及ぼす加里濃度の影響を一層明らかにしようとした。以下この区のことを便宜上果粒同数試験区と呼ぶ。

2. 砂耕方法

実験方法としては、樹体の生長周期を新梢伸長期（1956年4月2日〜6月26日、1957年4月5日〜7月2日）と果重増大期（1956年6月27日〜8月20日、1957年7月3日〜8月20日）の2期に分け、その各期における砂耕液の組成を、窒素（N）80ppm、磷酸（ P_2O_5 ）40ppmに対して、加里濃度試験では加里を0、40、80および160ppmの4通りに変え、これを生長周期の前期と後期に互いに組合わせて合計16の試験区を準備した。

磷酸濃度試験の場合も同様にして、窒素濃度80ppm、加里濃度80ppmに対し、磷酸濃度を0、20、40および80ppmの4通りに変え、これを生長周期の前期と後期に互いに組合わせて合計16区を設けた。ちなみに、各区の供試個体数は5鉢ずつである。

砂耕液の窒素源としては硫酸を、磷酸源としては熔成磷酸を、加里源としては塩化加里を用い、砂耕液の灌注は原則として1回1鉢当たり1.5lとして、前期には隔日に、後期には毎日行なつた。ただし、夏の乾燥時には、鉢底より水が流出しない程度に適当に灌水した。

3. 調査事項

新梢の伸長量は、これを5月17日より2週間ごとに測定した。開花結実後には、新梢の勢いに応じて適宜に摘房摘粒を行ない、摘除した果粒については、参考のために、その平均重量を求めた。

果実の収穫は、ほぼ成熟期に達した8月20日に一斉に行ない、果房重量、果粒数を調べるとともに、着色度（肉眼採点法）、糖度（屈折計による）および酸度（滴定法により酒石酸含量として表示）などについて品質を調べた。

なお、収穫と同時に、新梢の伸長量と生体重を測定し、体内の肥料要素含量との関係を知る目的で葉齢のほぼ等しいと思われる成葉について葉分析を行なつた。その際、NはSemimicro-KJELDAHL法、PはDENIGES法（光電管比色計使用）、KはFlamephotometer法によつた。

ちなみに、実験に用いた砂の含有化学成分は、N 0.08%、 P_2O_5 0.04%、 K_2O 0.06%であり、実験期間中の各月の平均気温ならびに降雨量は、第1表の通りである。

第1表 実験年の平均気温ならびに降雨量

調査年		4月	5月	6月	7月	8月	9月
1956年	平均気温(°C)	14.0	18.3	23.1	26.9	26.8	24.4
	降雨量(mm)	162.1	237.1	266.6	174.3	333.3	213.5
1957年	平均気温(°C)	15.1	18.2	22.6	25.5	28.2	21.6
	降雨量(mm)	155.5	134.3	241.7	387.1	161.4	297.6

III. 実験結果

A. 加里についての成績

後期処理の終つた時、すなわち、果実の収穫時（8月20日）の調査結果を示すと、第2表および第3表の通りである。第2表は前期処理の影響をわかりやすくするために、前期処理の濃度が同じである後期処理の各区について、その平均値を示しており、また第3表は、同じように後期処理の影響をみるために、後期処理の濃度が同じである前期処理の各区について、平均値を示したも

のである。以下これらの表によつて、新梢の伸長および果実の収量・品質に及ぼす前期と後期の処理の影響を比較しながら述べる。

なお、前述の如く、前期処理の終つた6月26日に、各区の中で余分に準備してあつた2年生の個体について、1樹当りの果粒数をほぼ200粒に揃えて後期処理を始めた。これは収量の相違による影響をできるだけ少なくして、果実の重量増大期における加里濃度と果実の品質との関係をみたもので、その結果は、第4表の通りである。それ故、後期処理の影響を論ずる場合には、この果粒同数試験から得た成績をもあわせて述べることにする。

第2表 ブドウ樹の新梢伸長期と果重増大期における加里の施用濃度が果実の収量・品質に及ぼす影響(その1) 新梢伸長期における加里濃度の影響

K ₂ O 施用濃度		1 樹当り収量			果 実 の 品 質				
前 期 (新梢伸 長 期)	後 期 (果重増 大 期)	果実 重	果粒 数	果房 数	1 果 重	着色 度	糖度	酸度	
ppm		g			g	%	%	%	
160	160	648	549	10	1.2	4.1	17.2	0.67	
	80	662	494	10	1.3	4.2	19.6	0.70	
	40	600	392	11	1.5	3.4	17.6	0.63	
	0	511	373	10	1.4	3.6	18.4	0.60	
	平 均	605	452	10	1.4	3.8	18.2	0.65	
		(102)	(111)		(100)	(95)	(163)		
80	160	630	460	12	1.4	3.9	18.8	0.55	
	80	665	493	12	1.3	3.8	18.2	0.48	
	40	630	377	12	1.7	3.8	18.0	0.48	
	0	509	333	12	1.5	3.8	18.2	0.47	
	平 均	608	416	12	1.5	3.8	18.3	0.52	
		(103)	(102)		(100)	(96)	(130)		
40	160	784	552	9	1.4	4.0	18.8	0.47	
	80	877	593	10	1.5	4.0	18.5	0.41	
	40	548	349	10	1.6	3.7	18.4	0.41	
	0	550	390	11	1.4	3.4	18.8	0.37	
	平 均	690	471	10	1.5	3.8	18.6	0.42	
		(116)	(115)		(100)	(97)	(105)		
0	160	779	541	12	1.4	4.2	19.4	0.35	
	80	697	505	12	1.4	3.9	19.0	0.44	
	40	485	332	12	1.5	3.5	18.2	0.42	
	0	405	287	11	1.4	3.4	18.8	0.39	
	平 均	592	409	12	1.4	3.8	19.1	0.40	
		(100)	(100)		(100)	(100)	(100)		

1. 果実収量

前期処理の収量(果実重)に及ぼす影響を第2表および第1図(A)についてみると、加里濃度の0 ppm 区の収量指数100 に対し、40 ppm 区116、80 ppm 区103、160 ppm 区102 であつて、40 ppm (窒素濃度の1/2 倍の時に最も優れ、それより高くなるとかえつて収

第3表 ブドウ樹の新梢伸長期と果重増大期における加里の施用濃度が果実の収量・品質に及ぼす影響(その2) 果重増大期における加里濃度の影響

K ₂ O 施用濃度		1 樹当り収量			果 実 の 品 質				
前 期 (新梢伸 長 期)	後 期 (果重増 大 期)	果実 重	果粒 数	果房 数	1 果 重	着色 度	糖度	酸度	
ppm		g			g	%	%	%	
160	160	648	549	10	1.2	4.1	17.2	0.67	
	80	630	460	12	1.3	3.9	18.8	0.55	
	40	784	552	9	1.4	4.0	18.8	0.47	
	0	779	541	12	1.4	4.2	19.4	0.35	
	平 均	710	526	11	1.3	4.1	18.6	0.51	
		(144)	(152)		(114)	(100)	(111)		
80	160	662	494	10	1.3	4.2	19.6	0.70	
	80	665	493	12	1.3	3.8	18.2	0.48	
	40	877	593	10	1.5	4.0	18.5	0.41	
	0	697	505	12	1.4	3.9	19.0	0.44	
	平 均	728	521	11	1.4	4.0	18.8	0.51	
		(147)	(151)		(111)	(101)	(111)		
40	160	600	392	11	1.5	3.4	17.6	0.63	
	80	630	377	12	1.7	3.8	18.8	0.48	
	40	548	349	10	1.6	3.7	18.4	0.41	
	0	485	332	12	1.5	3.5	18.2	0.42	
	平 均	566	363	11	1.6	3.5	18.0	0.51	
		(115)	(105)		(97)	(97)	(111)		
0	160	511	373	10	1.4	3.6	18.4	0.60	
	80	509	333	12	1.5	3.8	18.2	0.47	
	40	550	390	11	1.4	3.4	18.8	0.37	
	0	405	287	11	1.4	3.4	18.8	0.39	
	平 均	494	346	11	1.4	3.6	18.6	0.46	
		(100)	(100)		(100)	(100)	(100)		

第4表 後期処理(果重増大)開始直前に1樹当りの着粒数を同じにした場合の加里濃度が果実の収量 品質に及ぼす影響(果粒同数試験)

後 期 (果重増 大期)の K ₂ O 濃度	1 樹当り収量			果 実 の 品 質					新 梢 伸 長 量
	果実重	果粒 数	果房 数	果粒 重	着色 度	糖度	酸度		
ppm	g			g	%	%	%	cm	
160	241 (103)	192	10	1.3 (127)	4.2 (111)	19.7 (121)	0.52 (121)	933 (99)	
80	245 (105)	196	10	1.3 (127)	4.2 (107)	19.0 (116)	0.50 (116)	951 (101)	
40	277 (114)	201	10	1.4 (82)	2.7 (94)	16.6 (107)	0.46 (107)	978 (104)	
0	234 (100)	194	10	1.2 (100)	3.3 (100)	17.8 (100)	0.43 (100)	942 (100)	

注：後期の同じ K₂O 濃度のものについて前期の4 濃度区を平均したものである。

量が減つた。しかしながら、後期処理の影響を第3表および第1図(A)についてみると、0 ppm 区100、40 ppm 区115、80 ppm 区147、160 ppm 区144 であつ

て、80 ppm までは加里濃度の高くなるにつれて収量は増し、窒素濃度と等量またはその倍量の加里濃度で収量が著しく優れた。ただし、同じ後期処理であつても、1 樹当りの果粒数を極端に制限した果粒同数試験では、0 ppm 区100、40 ppm 区 114、80 ppm 区 105、160 ppm 区 103 であつて、40 ppm (窒素濃度の 1/2 倍) で収量が最も多く、それより加里濃度が高くなるとかえつて収量は減少した。

なお、いずれの場合も果実重量でみた収量の増大には、果粒数の増加が大体相伴なっているが、平均果粒重を算出すると、40 ppm 区で最も優れている場合が多く、160 ppm 区になると必ず劣っている。

2. 果実の品質

果実の品質としては、1 果房重、1 果粒重、着色度、糖度および酸度をみるべきである。しかし、本実験では前述の如く、果房の摘果に当つて、新梢1本当りの着房数を揃えることに余りこだわらず、その時の新梢の樹勢と個々の果房の大きさ(着粒数)を考えて、新梢1本当りの総着粒数が樹勢に適當であるように、果房数を定めた。それ故、施肥の影響としての1 樹当りの果房数の多

第1図 前後期の加里処理と果実の収量・品質との関係

第2図 前後期の加里処理と果房の發育との関係

少や1 果房の平均重を余り厳密に検討しても無意義なように思われるので、第2図(写真)だけにして説明を省略した。

i) 着色度 果粒の着色度は、前期処理では0 ppm 区の着色指数100に対し、40 ppm 区、80 ppm 区および160 ppm 区ともに100で、各区の間に相違がなかった。

しかし、後期処理では、0 ppm 区 100、40 ppm 区 97、80 ppm 区 111、160 ppm 区 114 で加里濃度が高いと着色は極めて良好となり、この傾向は果粒同数試験では0 ppm 区 100、40 ppm 区 82、80 ppm 区 および160 ppm 区 127 の如くに、一層強く現われた。

ii) 糖度 果汁の糖度は、前期処理では0 ppm 区の指数100 に対し、40 ppm 区 97、80 ppm 区 96、160 ppm 区 95 で、加里濃度が高くなるとかえつて多少ではあるが劣る傾向を示し、後期処理でも0 ppm 区 100 に

対し、40 ppm 区 97, 80 ppm 区 101, 160 ppm 区 100 で、加里施用の効果を全然認めることができなかった。しかしながら、同じ後期処理でも果粒同数試験では、0 ppm 区 100, 40 ppm 区 94, 80 ppm 区 107, 160 ppm 区 111 で、加里濃度が増すと、相当に糖度が高くなった。

iii) 酸度 果汁の酸度は、前期処理では 0 ppm 区の指数 100 に対し、40 ppm 区 105, 80 ppm 区 130, 160 ppm 区 163 であつて、加里濃度が高まるに従つて著しく高くなった。しかし、後期処理では 0 ppm 区 100 に対して 40 ppm 区および 80 ppm 区、160 ppm 区のいずれもが 111 で、前期処理に比べると僅かではあるが加里の施用によつて一様に酸度が高くなった。それが果粒同数試験になると、0 ppm 区 100, 40 ppm 区 107, 80 ppm 区 116, 160 ppm 区 121 の如く、加里濃度の高くなるにつれて著しく増した。

結局、加里を前期（新梢伸長期または果実の發育初期）に過用すると、程度の差こそあれ、収量および着色度、糖度に好影響を与えないばかりでなく、時にはかえつて悪結果を及ぼし、更に果汁の酸度を著しく高めた。これに反して、後期（果重増大期）では、加里の施用量の増加に伴つて、果実の収量、および着色度はいずれも著しく高まつたが、糖度と酸度は殆んど影響を受けなかつた。しかしこの場合、各区の果粒数をほぼ人為的に同じに揃えると、糖度も酸度も高まつた。

3. 新梢の生長

新梢の生長については、全生長期にわたつて 2 週間ごとに伸長量を測定したが、その中、前期処理の終つた 6 月 26 日と果実を収穫した 8 月 20 日の 2 回の結果を、第 5 表に示した。

すなわち、未だ果実の發育の著しくない前期処理の終つた 6 月 26 日の調査では、加里濃度の高い区ほど新梢の伸長量は劣つたが、8 月 20 日になると、各区の間で果実収量に著しい相違があるためにその影響が現われ、一定の傾向を認めることが困難になつた。しかし、いずれの区もよく伸長して翌年の種枝として用いるには十分であつた。

第 5 表 ブドウ樹の新梢伸長期と果重増大期における加里の施用濃度が新梢の生長および葉内 3 要素含量に及ぼす影響

加里の施用濃度		新梢伸長量		葉分析 (乾物重 %)					
前期 (新梢伸 長期)	後期 (果重増 大期)	6 月 26 日	8 月 20 日	6 月 26 日			8 月 20 日		
ppm	ppm	cm	cm	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
160	160	120 (91)	865	2.46	0.33	2.16	2.13	0.50	1.57
	80		776				2.30	0.72	1.04
	40		775				2.27	0.79	1.04
	0		979				2.35	0.60	1.02
平均			849 (92)				2.26	0.65	1.17
80	160	125 (95)	1042	2.49	0.40	1.78	2.17	0.57	1.50
	80		853				2.24	0.57	1.26
	40		768				2.20	0.57	0.96
	0		780				2.23	0.73	0.78
平均			888 (96)				2.21	0.61	1.13
40	160	128 (97)	673	2.55	0.44	1.00	2.19	0.50	1.27
	80		738				2.43	0.53	0.96
	40		955				2.37	0.66	0.94
	0		798				2.44	0.63	0.56
平均			791 (85)				2.36	0.58	0.93
0	160	132 (100)	756	2.64	0.47	0.90	2.34	0.47	0.96
	80		999				2.20	0.49	0.88
	40		1095				2.27	0.63	0.82
	0		854				2.27	0.65	0.38
平均			926 (100)				2.27	0.56	0.76

4. 葉分析

第 5 表および第 3 図に明らかな如く、前期処理の終つた 6 月 26 日の葉分析では、加里濃度の高い区ほど葉内の K₂O % は高く、逆に多少ではあるが、N および P₂O₅ の % は低くなつた。次に後期処理の終つた 8 月 20 日の葉分析においても、前後期処理のいずれに拘らず加里濃

第 3 図 加里の施用濃度と葉内 N, P, K 含量 (6 月 26 日)

度の高い区ほど葉内の K_2O % は高かった。ただし、この時には、果実の肥大による吸収量の影響が大きいためにか、葉内の K_2O と N および P_2O_5 との間には、6月26日の如き傾向を認めなかつた。むしろ、逆に前期処理の結果では、 K_2O % が高いと P_2O_5 % も高くなつた。

B 燐酸についての成績

後期処理の終つた時、すなわち、果実の収穫時（8月20日）の調査結果を示すと、第6表の通りである。この表は、加里の場合と同じように、前期処理の影響をみるために、前期処理が同じである後期処理の各区の平均値を示したものであり、他方、第7表は後期処理の影響をみるために後期処理が同じである前期処理の各区の平均値を示したものである。

なお、参考のために、開花期における各区の1樹当りの平均花数を調査するとともに、その際新梢の樹勢に応じて適宜摘房し、その果粒中の種子数を比較した。その結果は第9表の通りである。

1. 果実収量

第6表 ブドウ樹の新梢伸長期と果重増大期における燐酸施用濃度が果実の収量 品質に及ぼす影響（その1）
新梢伸長期における燐酸濃度の影響

P ₂ O ₅ 施用濃度		1 樹当たり収量			品 質			
前 期 (新梢伸 長 期)	後 期 (果重増 大 期)	果実 重	果粒 数	果房 数	1 果 粒重	着色 度	糖度	酸度
ppm	ppm	g			g	%	%	%
80	80	673	526	13	1.3	3.4	18.2	0.48
	40	726	558	12	1.3	4.1	17.2	0.62
	20	447	372	11	1.2	3.2	15.7	0.70
	0	418	339	11	1.2	3.7	16.3	0.70
	平 均	566 (154)	449 (159)	12	1.3	3.6 (92)	16.7 (92)	0.60 (98)
40	80	593	462	13	1.3	4.4	17.4	0.63
	40	659	462	12	1.4	3.7	18.3	0.61
	20	457	383	11	1.2	3.4	17.6	0.63
	0	440	398	11	1.1	3.4	15.8	0.72
	平 均	537 (146)	426 (151)	12	1.3	3.7 (95)	17.3 (96)	0.65 (107)
20	80	644	447	13	1.4	4.4	17.7	0.60
	40	410	324	12	1.3	3.4	17.1	0.64
	20	435	403	10	1.1	3.0	14.5	0.75
	0	316	302	10	1.1	3.0	14.1	0.76
	平 均	451 (122)	369 (131)	11	1.2	3.5 (90)	15.9 (88)	0.69 (113)
0	80	454	320	12	1.4	4.6	20.6	0.42
	40	386	278	11	1.3	3.7	17.2	0.65
	20	329	259	9	1.3	3.4	17.7	0.66
	0	305	272	9	1.1	3.7	16.7	0.70
	平 均	369 (100)	282 (100)	10	1.3	3.9 (100)	18.1 (100)	0.61 (100)

第7表 ブドウ樹の新梢伸長期と果重増大期における燐酸施用濃度が果実の収量・品質に及ぼす影響（その2）
果重増大期における燐酸濃度の影響

P ₂ O ₅ 施用濃度		1 樹当たり収量			品 質			
前 期 (新梢伸 長 期)	後 期 (果重増 大 期)	果実 重	果粒 数	果房 数	1 果 粒重	着色 度	糖度	酸度
ppm	ppm	g			g	%	%	%
80	80	673	526	13	1.3	3.4	18.2	0.48
	40	726	558	12	1.3	4.1	17.2	0.62
	20	447	372	11	1.2	3.2	15.7	0.70
	0	418	339	11	1.2	3.7	16.3	0.70
	平 均	566 (154)	449 (159)	12	1.3	3.6 (92)	16.7 (92)	0.60 (98)
40	80	593	462	13	1.3	4.4	17.4	0.63
	40	659	462	12	1.4	3.7	18.3	0.61
	20	457	383	11	1.2	3.4	17.6	0.63
	0	440	398	11	1.1	3.4	15.8	0.72
	平 均	537 (146)	426 (151)	12	1.3	3.7 (95)	17.3 (96)	0.65 (107)
20	80	644	447	13	1.4	4.4	17.7	0.60
	40	410	324	12	1.3	3.4	17.1	0.64
	20	435	403	10	1.1	3.0	14.5	0.75
	0	316	302	10	1.1	3.0	14.1	0.76
	平 均	451 (122)	369 (131)	11	1.2	3.5 (90)	15.9 (88)	0.69 (113)
0	80	454	320	12	1.4	4.6	20.6	0.42
	40	386	278	11	1.3	3.7	17.2	0.65
	20	329	259	9	1.3	3.4	17.7	0.66
	0	305	272	9	1.1	3.7	16.7	0.70
	平 均	369 (100)	282 (100)	10	1.3	3.9 (100)	18.1 (100)	0.61 (100)

まず前期処理の影響をみると、0 ppm 区の収量指数100 に対して、20 ppm 区 113、40 ppm 区 147、80 ppm 区 160 であり、次に後期処理では、0 ppm 区 100 に対して、20 ppm 区 122、40 ppm 区 146、80 ppm 区 154 である。すなわち、前期処理と後期処理のいずれにおいても、燐酸濃度の高くなるほど収量は増大した。そしてこの場合果実重量の増大に対する果粒数の関係をみると、大体両者相伴なっているが、果粒1個の平均重をみると、前期処理では燐酸濃度の高いほど優れているが、後期処理では各区の間で殆んど変化がみられない。

なお、全試験区を通じて、収量（果実重および果粒数）の最も多かつた区は、前期 80 ppm—後期 80 ppm の組合わせではなくて前期 40 ppm（窒素濃度の 1/2 倍）—後期 80 ppm（窒素濃度と同じ）の組合わせであつたことは注目に値する。

2. 果実の品質

果実の品質としては、加里の場合と同様に着色度、および果汁の糖度、酸度を調査した。

i) 着色度 果粒の着色度は、前期処理では 0 ppm 区の着色指数 100 に対し、20 ppm 区 94、40 ppm 区 106、80 ppm 区 120 であつて、磷酸濃度の高い区において優れたが、後期処理では 0 ppm 区 100 に対して、20 ppm 90、40 ppm 区 95、80 ppm 区 92 で、磷酸の施用によつてやや劣るようになつた。

ii) 糖度 果汁の糖度は、前期処理では 0 ppm 区の指数 100 に対し 20 ppm 区 104、40 ppm 区 111、80 ppm 区 118 の如くに磷酸濃度の高くなるほど優れた。

しかし、後期処理では 0 ppm 区 100、20 ppm 区 88、40 ppm 区 96、80 ppm 区 92 であつて、磷酸施用の効果を確認することができず、時にはかえつて劣る傾向さえみられた。

iii) 酸度 果汁の酸度は、前期処理では 0 ppm 区 100、20 ppm 区 96、40 ppm 区 88、80 ppm 区 74 と磷酸濃度の高くなるに従つて低下した。後期処理においては 0 ppm 区 100 に対し 20 ppm 区 113、40 ppm 区 107、80 ppm 区 98 で磷酸の施用により多少ではあれ、

酸度は逆に高くなる傾向が現れた。

3. 新梢の生長 新梢の生長については、後期処理の終つた 8 月 20 日における総伸長量を第 8 表に示した。

すなわち、加里の場合と同じように果実収量の相違が複雑に影響するために、各区の間で一定の傾向を認めることができなかった。ただし、いずれの区の新梢も翌年の種枝とするには十分の生長をしていた。

4. 葉分析 収穫時の葉について葉内要素含量を調べた結果は、第 8 表の通りである。すなわち前期処理と後期処理のいずれにおい

ても、磷酸濃度の高い区は低い区よりも葉内 $P_2O_5\%$ が高くなつた。しかし、この場合にも着果の影響が大きいためにか、葉内の N や K_2O との間には明らかな拮抗作用がみられなかつた。

5. 花数および果粒内種子数

参考のために、実験の途中で 1 樹当りの総開花数を調べるとともに、前期処理の終つた時の摘房果について、果粒中の平均種子数をみた。それらの結果は第 9 表の通りである。

すなわち、磷酸濃度が高ければ、1 樹当りの花数は多

第4図 前・後期の磷酸処理と果実の収量品質との関係

第5図 前・後期の燐酸処理と果房の發育との関係

第8表 ブドウ樹の新梢伸長期と果重増大期における燐酸の施用濃度が新梢の生長と葉内3要素含量に及ぼす影響

磷酸の施用濃度		新梢伸 長 量	葉 分 析 (8月20日・乾物重%)			
前 期 (新梢伸 長 期)	後 期 (果重増 大 期)	8月20日	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
	ppm	cm	%	%	%	
80	{ 80 40 20 0	682	3.17	0.97	1.74	
		603	3.06	0.89	1.52	
		772	2.96	0.84	1.26	
		757	3.13	0.75	2.00	
	平 均	704 (100)	3.08	0.86	1.63	
40	{ 80 40 20 0	613	2.94	0.93	1.61	
		600	3.19	0.83	1.75	
		667	3.38	0.82	2.04	
		741	3.08	0.73	1.78	
	平 均	655 (93)	3.15	0.83	1.80	
20	{ 80 40 20 0	566	2.96	0.97	1.80	
		598	3.00	0.77	1.97	
		565	2.98	0.78	1.53	
		786	2.81	0.72	1.96	
	平 均	629 (88)	2.94	0.81	1.82	
0	{ 80 40 20 0	711	3.14	1.00	1.90	
		680	2.89	0.90	2.16	
		680	2.82	0.71	2.13	
		732	2.93	0.60	2.02	
	平 均	701 (100)	2.95	0.80	2.05	

く、かつ摘房時の果粒内種子数も多かった。

IV. 考 察

1. 生長周期について

従来行なってきた砂耕試験の結果では、すでに緒言で述べた如く、新梢の伸長期と果重の増大期に応じて、おのの窒素に対する加里の施用濃度の割合を変える必要

第9表 燐酸濃度が総花数および果粒内の種子数に及ぼす影響

前期処 理P ₂ O ₅ 濃度	1 樹当 り花数	摘房時の 果粒内平 均種子数
ppm		
80	582	1.63
40	541	1.44
20	491	1.31
0	498	1.29

のある如くに思われた。しかし、実際には、いつ頃にその施用濃度の割合を変えるべきかが問題である。

この点に関しては、著者の 1 人（細井 1955）が別に当地域のブドウ・デラウェアの成木を用いて、新梢と果実の生長周期およびそれに伴う肥料要素の吸

収の季節的变化を調べた成績を参考にした。すなわち、第6図に示す如く、果重の増大は6月の中下旬から急に盛んとなり、この頃に新梢を摘心してその伸長を抑えると、果重の増大は一層促がされるとともに、窒素に比べて燐酸や加里の吸収が急に増すのである。

第6図 デラウェア ブドウ樹の新梢伸長ならびに果重増大曲線

したがって、本実験では、1956 年の加里濃度試験には6月27日を、1957 年の燐酸濃度試験には7月5日を境として、これより以前を前期（新梢伸長期）、これより以後を後期（果重増大期）として生長周期を分け、それぞれ処理を行なつた。

2. 窒素濃度とこれに対する燐酸および加里の施用割合について

砂耕液中の燐酸や加里の好適濃度を定めるに当つて、まず問題になるのは樹体の生長に最も関係の深い窒素の濃度をどの程度にすべきかである。この点については前報（1957）した如く、数回にわたる砂耕試験の結果、160 ppm、80 ppm、40 ppm および 0 ppm の間では、80 ppm または 40 ppm が好適である。それ故、本実験では全生育期を通じて、窒素濃度を 80 ppm として、これに配する加里および燐酸の濃度を種々の程度に変えて

みた。

したがって、果実の収量・品質に及ぼす磷酸や加里的施用効果を論ずるに当つては、単にこれらの両要素の施用濃度を対象として考察するだけでなく、窒素との施用割合も表示することにした。とは言え、砂耕試験において得られた磷酸や加里的好適濃度、または窒素との量比が、実際栽培においても、つねにそのまま適用されるとは限らない。すなわち、土壌の種類によつてこれらの3要素の天然供給量は相当に異なるとともに、これらの要素に対する吸収係数もいろいろと違っているからである。ただ、本実験の目的は、あくまでも磷酸や加里的施用量の変化に従つて、果実の収量や品質がどのように変化するかを相対的に観察する点にあつた。

3. 加里濃度の影響について

i) 施用濃度と葉内要素含量 砂耕液の加里濃度が高まると、それに伴つて葉内の加里含量が多くなることは、前期処理および後期処理のいずれの場合にも認められた。殊にこの場合に興味のあるのは、新梢や果実の生長が盛んな6月26日の葉分析において、葉内の K_2O 含量が多くなると、それとは逆に N や P_2O_5 の含量が少なくなり、それに応じて新梢の伸長量も衰えたことである。

ii) 果実収量 ブドウの果実中には窒素の2倍の加里を含み(COLBY 1921)、その生長に伴つてその含量比が次第に高くなる(LAGATU 1922)。それ故、施肥要素試験の無加里区では著しく収量が劣り(川上 1932)、また果実の肥大期に加里が欠乏すると、果房中の果粒が萎縮し脱粒し(CHRIST & ULRICH 1954)、反対に加里を追肥すると、収量が著しく増す(大井上 1930)ことが知られている。著者らが先に報告(第2報 1957)したブドウの砂耕試験においても、果実の収量および房重は加里の施用濃度の増加に伴つて次第に増大した。

しかしながら、本実験結果におけるが如く、施用期を考慮に入れると、生長周期の前期では40 ppm(窒素濃度の1/2倍)程度の濃度で収量が最も優れ、これより高い濃度(80 ppm および 160 ppm)ではかえつて収量が劣つた。しかし、生長周期の後期、すなわち果重の増大期になると、更に高い加里濃度の80 ppm(窒素と同一)または160 ppm(窒素の2倍)において収量が著しく増した。もつとも、果重増大期であつても、1樹当りの総果粒数を人為的にほぼ200粒に減らした果粒同数試験では、樹齢も1年若い、加里の施用好適濃度は80 ppm から40 ppm に低下した。

このことは、加里は果重の増大に著しい効果があるとは言え、その施用量はその時の樹体の状態、例えば枝葉

と果実の量的割合などを考慮して適宜加減すべきことを示している。特に、樹勢の割合に果実の着生量が著しく少ない場合とか、或いは春季の発芽直後で新梢の生長がはなはだ盛んで果実の未だ小さい時期には、窒素に比べての加里の施用量の割合を減らすべきで、過用すると窒素や磷酸、苦土などの吸収を抑え、かえつて新梢の生長とともに果実の發育をはなはだしく妨げるものである。

なお、果実収量の増大に対する果粒数の関係をみると、大体両者相伴なつている。しかし果粒の平均重を算出すると、やはり各区の間で多少の相違が認められ、収量の増加は単に果粒数の増加だけではなく、果粒数と平均果粒重との相乗によつている。

ii) 果実の品質 従来、加里肥料と果実の品質との関係をみた成績は、果樹全般にわたつて相当多数にあるが、その成績は区々である。この点について、REUTHER, SMITH 両氏(1952)は、バレンシヤ オレンジに対する加里の施用と酸含量との関係に言及し、興味ある事実を述べている。すなわち、加里の施用濃度の増加に伴つて果汁中のクエン酸含量は増すが、この傾向は、各試験区の間で大きさの等しい果実について比較するときに認められる。しかし、各試験区を代表する大きさの異なつた果実について比較すると、加里の施用濃度の高い区の果実は果形が大きいから、それだけ酸度が低く、加里の施用濃度の低い区との間で著しい差を認め難い場合が多いと言うのである。

著者が先にブドウについて年間を通じて同一濃度で行なつた砂耕試験の成績(小林, 細井, 井上 1957)では、加里濃度0~160 ppm(窒素濃度80 ppm)の範囲内では、80 ppm までは濃度の高い区ほど、果房の平均重が大となるとともに、その着色度も糖度も著しく優れた。しかし160 ppm になると、果房の平均重と着色度は優れても糖度はかえつて劣つた。

生長周期を考慮に入れて行なつたこのたびの実験では、生長の前期(新梢伸長期)に加里を多用(80 ppm および 160 ppm)すると、収量と同様に着色度や糖度には好影響を及ぼさず、酸度だけが著しく高くなつた。これに対し、後期(果重増大期)に多用すると、収量を著しく増すとともに果実の着色を促がした。酸度は加里の施用によつて高まるが各濃度区の間での相違はみられなかつた。その点、糖度は加里の施用によつて殆んど影響を受けなかつた。しかしながら、この場合といえども、各区の1樹当りの着粒数を人為的に殆んど同じにすると、加里の施用はその濃度の増大に伴つて、果実の着色度とともに糖度、酸度のいずれをも著しく高めた。

結局加里は前期(新梢伸長期)には比較的少量(窒素

の1/2程度)に施し、後期には多量(窒素と同じ程度)に与えるのが収量および品質の点よりみて良好のようである。

なお、これら加里の施用濃度と果実の収量・品質との関係は、第10表に示す如く、前期の無加里区と後期の無加里区の果実を比較することによつて一層端的にうかがうことができる。

4. 磷酸濃度の影響について

i) 施用濃度と葉内 P_2O_5 含量 砂耕液中の P_2O_5 濃度が高くなると、それに伴つて、前期および後期のいずれの処理においても、体内の P_2O_5 % の増すことは、収穫時の葉分析で明らかである。

ii) 果実の収量 これまで各種の果樹についてなされた肥料要素試験の結果をみると、無磷酸区は無窒素区

第10表 果実の収量品質に及ぼす前期処理と後期処理の加里濃度の影響の比較

前期または後期の K_2O 濃度	前期処理の影響 (後期無加里区)				後期処理の影響 (前期無加里区)			
	果実収量	着色度	糖度	酸度	果実収量	着色度	糖度	酸度
ppm	g	%	%	%	g	%	%	%
160	511 (126)	3.6 (106)	18.4 (98)	0.60 (154)	779 (192)	4.2 (124)	19.4 (103)	0.35 (90)
80	509 (126)	3.8 (112)	18.2 (97)	0.47 (121)	697 (172)	3.9 (115)	19.0 (101)	0.44 (113)
40	550 (136)	3.4 (100)	18.8 (100)	0.37 (95)	485 (120)	3.5 (103)	18.2 (97)	0.42 (108)
0	405 (100)	3.4 (100)	18.8 (100)	0.39 (100)	405 (100)	3.4 (100)	18.8 (100)	0.39 (100)
加里施用の 効果の有無	僅有	僅有	無	甚有	甚有	有	僅有	僅有

や無加里区に比べて、果実収量への影響が比較的少なかった。同様なことは、著者らが先に報じたブドウの砂耕試験成績(小林、細井、磯田 1955)においても認められたが、本実験における磷酸施用の効果をみると、窒素や加里に劣らずその濃度の増加に伴つて前期と後期のいずれの処理においても、果粒数および果実重量はともに増大した。特に前期処理の結果についてみると、磷酸濃度の増加にしたがつて、1樹当りの総花数が増し、それによつて結実後の総果粒数が増し、また、果粒内の種子数とともに、個々の果粒重の増大したことは注目に価する。

ただ一つこのたびの磷酸試験の結果において、上述の傾向と矛盾すると思われるのは、全区を通じて最も収量の多かつたのが、前期 80 ppm—後期 80 ppm 区でなくて、前期 40 ppm—後期 80 ppm 区であつたことである。これはおそらく、前期に 80 ppm を施して折

角1樹当りの果粒数が増大したにもかかわらず、後期においてそれに応じて必要なだけの磷酸はもちろん、窒素や加里の濃度をも増加しなかつた点に一部の原因があるのではないかと考えられる。しかし、これらの点については今後一層の調査が必要である。

iii) 果実の品質 磷酸と果実の品質との関係については、温州ミカンやオレンジの要素試験において、磷酸が欠けると糖分含量にはそれほど影響はないが、遊離酸が増し(田崎、井上、松岡 1930, CHAPMAN, RAYNER 1951), また葉内の P % の減少に伴つて果汁中のクエン酸含量の増加することが明らかにされている(SMITH, REUTHER, GARDNER 1949, CHAPMAN, RAYNER 1951)。

著者らが先きに報告した砂耕試験の成績(小林、細井、磯田 1955)では、磷酸濃度を年間を通じて同じに保つた関係もあつてか、磷酸濃度の変化によつて果実の着色度や糖度は何らの影響も受けなかつた。しかしながら、このたびの生長周期を前期(新梢伸長期)と後期(果重増大期)に分けて行なつた磷酸濃度試験では、判然とした一定の傾向を認めた。すなわち、前期処理では磷酸濃度の増加につれて果実の着色度と糖度は明らかに高まり酸度は低下した。しかし、後期処理では果実の品質との間には密接な関係を見出すことができなかった。

なお、これらの関係は、前期のみの磷酸施用区(後期無磷酸区)と後期のみの磷酸施用区(前期無磷酸区)を比較すること(第11表)によつても、一層容易にその傾向を知ることができる。

5. 加里と磷酸の影響の比較

以上で、加里および磷酸の施用期と施用濃度の相違

第11表 果実の収量品質に及ぼす前期処理と後期処理の磷酸濃度の影響の比較

前期または後期の P_2O_5 濃度	前期処理の影響 (後期無磷酸区)				後期処理の影響 (前期無磷酸区)			
	果実収量	着色度	糖度	酸度	果実収量	着色度	糖度	酸度
ppm	g	%	%	%	g	%	%	%
80	454 (149)	4.6 (124)	20.6 (123)	0.42 (60)	418 (137)	3.7 (100)	16.3 (98)	0.70 (100)
40	386 (127)	3.7 (100)	17.2 (103)	0.65 (93)	440 (144)	3.4 (92)	15.8 (95)	0.72 (103)
20	329 (108)	3.4 (92)	17.7 (106)	0.66 (94)	316 (104)	3.0 (81)	14.1 (84)	0.76 (109)
0	305 (100)	3.7 (100)	16.7 (100)	0.70 (100)	305 (100)	3.7 (100)	16.7 (100)	0.70 (100)
磷酸施用の 効果の有無	有	有	有	有	有	無	無	無

が、果実の収量および品質に及ぼす影響を別々に述べたが、これらの影響を比較してみると両者相反していて興味がある。

すなわち、燐酸は前期（新梢伸長期）に多量に与えると果実の収量・品質に著しい好結果を与えるが、後期（果重増大期）には多量に施しても収量に多少の効果があるだけで品質には著しい変化を及ぼさないどころか、時にはかえつて悪影響を与えている。これに反して、加里は前期に多量に施し過ぎると、収量や品質にかえつて悪影響を及ぼし、後期に多量に与えると著しい好影響を及ぼしている。しかして、これらの関係は、前期処理と後期処理に属する各区の平均値について比較するだけでなく、両要素の前期処理と後期処理における無加用区の成績を対比することによつても一層端的にその傾向をうかがうことができる。

かように、燐酸と加里の施用効果が生長周期によつて相違することは、誠に興味があり、従来、燐酸は元肥に加里は追肥にと言われた事実を一応肯定するもので、その原因については、現在各方面から詳しく調査を行なっている。

V. 要 約

1. 3年生のブドウ樹（品種デラウエヤ）を砂耕し、その新梢伸長期（4月上旬—6月下旬）と果重増大期（7月上旬—8月中下旬）において、砂耕液中の窒素濃度が適当（80 ppm）な場合の加里（160, 80, 40, 0 ppm）および燐酸（80, 40, 20, 0 ppm）の施用濃度の相違が果実の収量・品質（着色、糖度、酸度）に及ぼす影響を、それぞれ比較観察した。

2. その結果、燐酸の新梢伸長期における高濃度（80 ppm、窒素濃度と等量）の施用は、果実の収量を相当に増すとともに、着色を促がし、糖度を高め、酸度を下げた。しかし、果重増大期にはその半分位の濃度（40 ppm、窒素濃度の 1/2）で良く、高濃度になると果実の収量を増すが、着色を抑え、糖度を下げ、かつ酸度を余り変えなかつた。

3. これに反し、加里の新梢伸長期における高濃度（80 ppm 以上、窒素と等量以上）の施用は、果実の収量および着色、糖度に目立つた効果を与えず、かえつて酸度をはなはだしく高めた。しかし、果重増大期の高濃度

（80 ppm 以上、窒素と等量以上）の施用は、収量を著しく増すとともに酸度を余り高めずに、果実の着色を促がした。なお、糖度には殆んど変化を与えなかつたが、この場合、各区の1樹当りの果粒数を人為的に一定に制限すると、加里の高濃度（160, 80 ppm）の施用は低濃度（40, 0 ppm）の施用に比し明らかに着色を良くし、糖度および酸度を高めた。

4. ちなみに、燐酸の新梢伸長期の高濃度施用は、1樹当りの総花（果粒）数を増すとともに、実止まつた果粒中の種子数を多くした。また、加里の新梢伸長期における高濃度施用に伴なつて、加里の葉内含量は増したが、逆に窒素と燐酸の葉内含量は減り、新梢の伸長作用は抑えられた。更に、果実の収穫時の葉分析の結果では、燐酸や加里の濃度を高くすると、その施用期が新梢伸長期と果重増大期のいずれであつても、それらの要素の葉内含量は多くなつた。しかしこの場合には、果実収量が各区の間で相当に異なるためにか他要素との間の拮抗作用を明らかに認めることはできなかつた。

参考文献

1. CHAPMAN, H.D. and D.S. RAYNER, 1951. Hilgardia. 20: 325.
2. COLBY, G.E. 1921. Calif. Dept. Agr. Mo. Bul. 10: 35.
3. CHRIST, E.G. and A. ULRICH, 1954. CHILDERS, N.F. 編集 Fruit Nutrition. p. 434.
4. 細井寅三・遠藤融郎. 1955. 未発表.
5. 川上善兵衛. 1932. 葡萄全書. p. 210.
6. 小林 章・福田 照 内藤隆次. 1952. 京大食糧科学研究所報告 9: 56-65.
7. ———・細井寅三・磯田竜三. 1955. 園学雑. 23(4): 214-220.
8. ———・井上 宏. 1957. 園学雑. 26(2) 73-82.
9. LAGATU, H. 1922. (J. BECKER-DILLINGEN: Handbuch der Ernährung der Gärtnerischen Kulturpflanzen. 1937.)
10. 大井上康. 1930. 葡萄の研究（養賢堂）p. 656.
11. REUTHER, W. and P.F. SMITH, 1952. Proc. Fla. State Hort. Soc. 59: 1.
12. SMITH, P.F., W. REUTHER, and F.E. GARDNER, 1949. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 53: 85.
13. 田崎桂一郎・井上頼数・松岡伸介. 1930. 園試報告 13: 60.