

ウイルスフリー化した ‘グロー・コールマン’樹の果実の成熟特性

岡本 五郎・三木 善博・陶山 晃子・犬伏 弘樹
平野 健

(作物機能調節学講座)

Fruit Quality of ‘Gros Colman’ Grapes Produced on Virus-free Vines

Goro Okamoto, Yoshihiro Miki, Akiko Suyama,
Hiroki Inubushi and Ken Hirano

(Department of Eco-physiology for Crop Production)

The grape cultivar ‘Gros Colman’ (*Vitis vinifera*) is the latest-maturing variety in Japan, mainly cultivated in green-houses in southern Okayama. Vines treated with virus-free treatments before raising in a nursery bed have been introduced in the last decade to improve the fruit quality, especially skin coloration and sugar content. However, some growers feel that the fruit taste from treated vines tends to deteriorate earlier than that from untreated vines. We investigated change in the qualities of the berries produced on treated and untreated vines from October to January. After analysing skin color, berry turgidity, and juice constituents, we concluded that the palatability of berries on virus-free vines might be lessened in late December or thereafter because of the rapid decrease in amino acids such as glutamic acid, glutamine, and alanine, which considerably affects fruit taste.

Key words : grape, Gros Colman, virus-free, ripening, turgidity

緒 言

岡山県南部のガラス温室またはビニールハウスで栽培される‘グロー・コールマン’ (*Vitis vinifera* L.) は、11月上旬から1月上旬に収穫・出荷される晩熟性品種である。非常に豊産性であり、果粒も11~13gと大きく、紫色の密着果房の外観は優美である。しかし、果汁の糖濃度が13%程度と低く、果皮の着色も不十分なものが多く出荷されている。このような成熟不良の一因として、従来栽植されてきた樹はウイルスに感染しており、複数のウイルスを保毒する場合、とくに果実の成熟が不良になることが明らかにされた^{1,5,12,14,15}。1980年代に入ってから、熱処理と茎頂培養によるウイルスフリー化技術が確立され、本品種のウイルスフリー苗の普及が図られた^{1,10,12,19}。現在は、ほとんどの栽培家がウイルスフリーの‘グロー・コールマン’樹を導入しており、一般的に在来樹

より果房の着色が早く、糖含量も高いことが認められている。しかし、フリー樹であっても、樹によっては成熟改善の効果が認められないことや、出荷最盛期の12月下旬になると果粒の「張り」や食味が低下するものが多いという評価も一部にある。そこで、本品種の栽培の中心的産地である岡山市一宮地区の数園で、ウイルスフリー樹と在来樹の果実の着色や食味、果粒の物理性の変化を比較した。

材料と方法

1997年9月に、岡山市一宮地区内でウイルスフリー樹と在来樹とがほぼ等しい条件で栽培されている5ヵ所の‘グロー・コールマン’園を選定した。各園のウイルスフリー樹は、1980年代の後半に岡山県農業試験場で熱処理と茎頂培養法によってフリー化さ

Received October 1, 1998

れた穂木と台木を起源とするものである。在来樹は岡山県内の苗木生産業者が、在来樹の熟枝を接ぎ木繁殖したもので、ウイルスフリー化の処理は行われていない。各園のウイルスフリー樹と在来樹各1樹を選び、第2または第3垂主枝の中央部付近から発生している標準的な結果枝2本を調査対象とした (Table 1)。これらの園、樹、結果枝の選定には、JA 岡山一宮の営農指導員と岡山県果樹研究会コールマン研究班の意見を参考にした。

9月下旬から3または4週間隔で、果房の着色状態を農林水産省の着色系ブドウ用カラーチャートを指標として判定した後、各結果枝上の第2果房から平均的な4果粒をサンプリングし、果粒の横径と重量を測定した。2時間以内に、テンシロン (東洋ホールドウィン STM-T) を用いて果粒の赤道面に圧力を加え、果粒から50gの応力が生じたときの果粒の収縮率を求めた。また、果汁をガーゼで絞り、屈折計によってTSS (全可溶性固形物) 含量を測定し

た。残った果汁は凍結保存した後、イオン交換樹脂で精製し、糖をTMS化した後GC (日立163) で、有機酸をHPLC (島津SPD-10A) で、アミノ酸をアミノ酸自動分析装置 (日本電子JLC-300) で個別定量した。なお、D園では在来樹の果房が12月中旬に、ウイルスフリー樹の果房が12月末に収穫されたため、それ以降の果実の調査ができなかった。

結 果

1) 果粒の大きさ、果粒の着色と硬度の変化

12月上旬以降の3回のサンプリング時の果粒重を平均すると、A園ではウイルスフリー樹と在来樹にほとんど差がなかったが、B、C園ではフリー樹の方が果粒が大きく、E園では小さかった (Table 2)。しかし、有意な差がみられたのはE園のみであった ($P \leq 0.05$)。

各調査時の果房の着色状態を Table 3 に示す。A、B、C、E園ではフリー樹の方が着色が早く進み、

Table 1 'Gros Colman' grapevines used for berry analyses

Code	Vineyard		Vine					
	Grower	Location ^{a)}	Treated ^{b)} or untreated	Age (y)	Root stock	No. of cordons	Canopy (m ²)	Crop level (kg/m ²)
A	K. Nogami	Ohkubo	Treated	5	HF ^{c)}	5	28.5	2.5
			Untreated	24	HF	6	32.4	2.6
B	K. Yokoyama	Ohkubo	Treated	5	HF	7	37.8	2.8
			Untreated	5	HF	6	32.4	2.6
C	T. Nanba	Fukutani	Treated	7	HF	8	43.2	2.3
			Untreated	4	HF	6	32.4	2.2
D	T. Miyake	Haga (Shimohaga)	Treated	9	5BB	7	37.8	2.7
			Untreated	12	HF	8	43.2	3.0
E	M. Ichikawa	Haga (Moriage)	Treated	4	HF	6	32.4	2.4
			Untreated	20	HF	5	27.0	1.8

^{a)}Areas in Okayama City.

^{b)}Treated vines had been subjected to heat treatment and apical meristem culture before raising in nursery beds.

^{c)}Hybrid Franc.

Table 2 Average weight of berries (g) sampled from virus-free treated and untreated 'Gros Colman' grapevines in December and January^{a)}

Treated or untreated	Vineyard				
	A	B	C	D	E
Treated	12.8±0.3	11.7±0.5	13.6±0.3	10.5±0.7	11.3±0.3
Untreated	13.0±0.3	10.4±0.4	11.9±0.5	—	13.5±0.5
	N.S.	N.S.	N.S.		*

^{a)}Berries sampled on Dec. 4, Dec. 25, and Jan. 12. Mean±SE, n=12, * : $p \leq 0.05$.

Table 3 Change in visual score of skin color of ‘Gros Colman’ grape clusters on virus-free treated and untreated vines^{a)}

Vineyard	Treated or untreated	Oct.	Nov.	Dec.		Jan.
		23	13	4	25	12
A	Treated	3-4	4-5	5-7	6-7	7-8
	Untreated	2-3	3-4	5-6	6-7	7-8
B	Treated	3	3-4	3-4	5-6	7
	Untreated	1-3	2-3	2-3	4-5	6-7
C	Treated	4-5	6-7	6-8	7-8	8-9
	Untreated	3-4	4-5	4-5	6-7	7-8
D	Treated	1-3	2-3	2-4	5-6	
	Untreated	4-5	5-6	6-7		
E	Treated	4-5	5-6	7-8	7-8	7-8
	Untreated	3-4	4-5	4-5	6-7	7-8

^{a)}Visual scores standardized by The National Institute of Fruit Trees Research Station, Ministry of Agriculture, Forestry and Fishery.

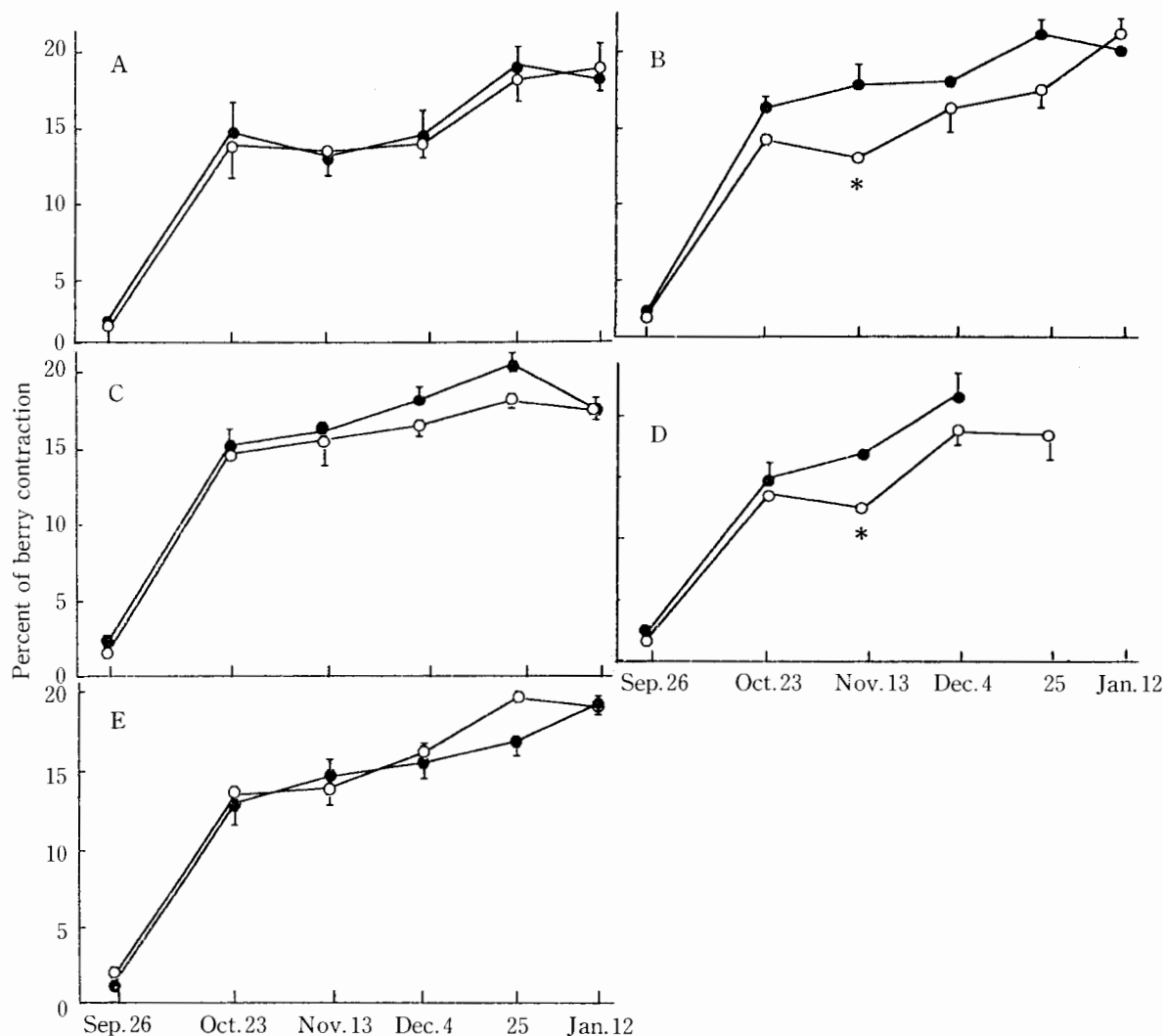


Fig. 1 Changes in berry turgidity in virus-free treated and untreated ‘Gros Colman’ grapevines during the latter period of fruit maturity. Berries were pressed transversely until 50g of internal stress occurred. ○: Treated, ●: untreated. Vertical bars show SE, n=4, *: p ≤ 0.05.

12月の上旬と下旬にはスコアで1~2の差が認められた。しかし、A園とD園では1月上旬にはその差がなくなった。D園では着色初期である10月下旬から12月に至るまでフリー樹の着色が著しく不良であり、在来樹よりもスコアは5~2ポイント劣った。

果粒の硬度(張り)の変化はFig.1のとおりである。各園のフリー樹、在来樹とも9月下旬から10月下旬にかけて果粒の収縮率が急激に上昇し、その後は比較的緩やかな上昇を続けた。A, C, E園ではフリー樹と在来樹にほとんど差がなかったが、B, D園ではフリー樹の方が収縮率が低く、在来樹よりも果粒の張りが維持される傾向であった。

2) 果汁の TSS 含量の変化

各園、各樹の果汁の TSS 含量の変化を Fig. 2 に示す。9月下旬から10月下旬にかけては TSS の上昇がみられる園、樹が多かったが、その後はA, C

園のフリー樹以外では明らかな上昇はなかった。B, C園では9月下旬あるいは10月下旬からフリー樹の方が在来樹よりも2~3°高い値で推移したが、A, D, E園では両者に有意な差がなかった。E園ではフリー樹、在来樹とも、調査期間中ほとんど TSS の蓄積が認められなかった。また、A, B, D園のフリー樹では、12月下旬から1月中旬にかけて TSS 含量が低下する傾向が見られたが、それぞれの前回の TSS の値との差に有意性はなかった ($p \leq 0.05$)。

3) 果汁の糖及び有機酸の濃度の変化

12月下旬以降、フリー樹の TSS が低下する傾向がみられたA, B園と、1月中旬までフリー樹と在来樹で果汁の TSS 含量に大きな差が見られたC園の果汁の糖及び有機酸の変化を Fig. 3 に示す。いずれの樹でもこの期間中、fructose と glucose はほぼ等量含まれていた。また、A, B園のフリー樹の12月下旬から1月中旬にかけての糖濃度の低下はわず

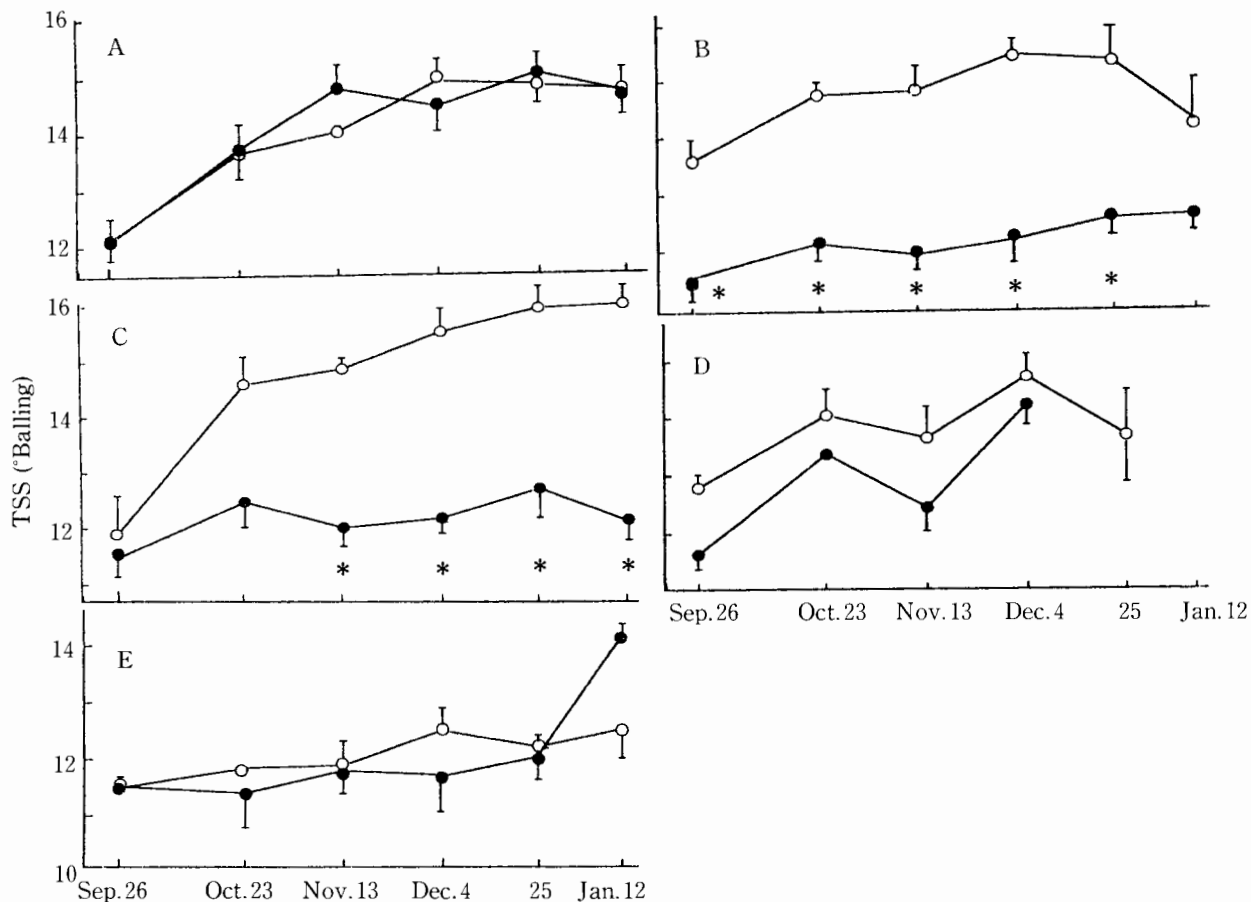


Fig. 2 Changes in TSS content of berries in virus-free treated and untreated 'Gros Colman' grapevines during the latter period of fruit maturity.

○: Treated, ●: untreated. Vertical bars show SE, $n=4$, *: $p \leq 0.05$.

かであった。有機酸の低下は、A園とC園では在来樹の方が急速であったが、B園ではフリー樹の方が急速であった。1月に入ってからの急速な低下は、主として malic acid の減少によるものであった。

4) 果汁のアミノ酸の変化

ウイルスフリー樹と在来樹で果実の成熟に大きな差が見られたB、C園について、12月上旬から1月中旬までの果汁のアミノ酸の変化を Table 4 に示す。B園のウイルスフリー樹では12月上旬以降, aspartic acid, threonine, serine, glutamic acid, glutamine, alanine, γ -aminobutylic acid, histidine, arginine, proline など多くのアミノ酸の濃度が低下した。C園でもウイルスフリー樹では aspartic acid, glutamic acid, glutamine, alanine, iso-leucine が大きく低下したが, threonine, phenyl alanine, γ -aminobutylic acid は1月に入って増加がみられた。一方、両園とも在来樹では各アミノ酸の変化は比較的少なく、12

月上旬から1月中旬までに漸減する程度であった。

考 察

日本で従来栽培されてきたブドウ樹は、ファンリーフ、リーフロール、フレック、コーキークのいずれか、あるいはそれらを複合的に感染しているものが多く、岡山県のブドウ園の約35%が感染していると推定されている¹⁹⁾。ウイルスフリー化したブドウ樹では、新梢の生育や結実、果実の成熟が良好になることが知られている^{2,3,8,12,16,17,18)}。‘グロー・コールマン’を用いた研究では、フリー化すると幼樹の新梢生長が旺盛になること¹⁰⁾、果実の着色と糖の蓄積が著しく改善されること¹⁹⁾が報告されている。岡山市一宮地区の‘グロー・コールマン’在来樹のウイルス感染程度について明確な調査がないが、本調査の着色と TSS のデータからB、C、E園の在来樹はウイルスに感染していることが確実であろう。A園の在

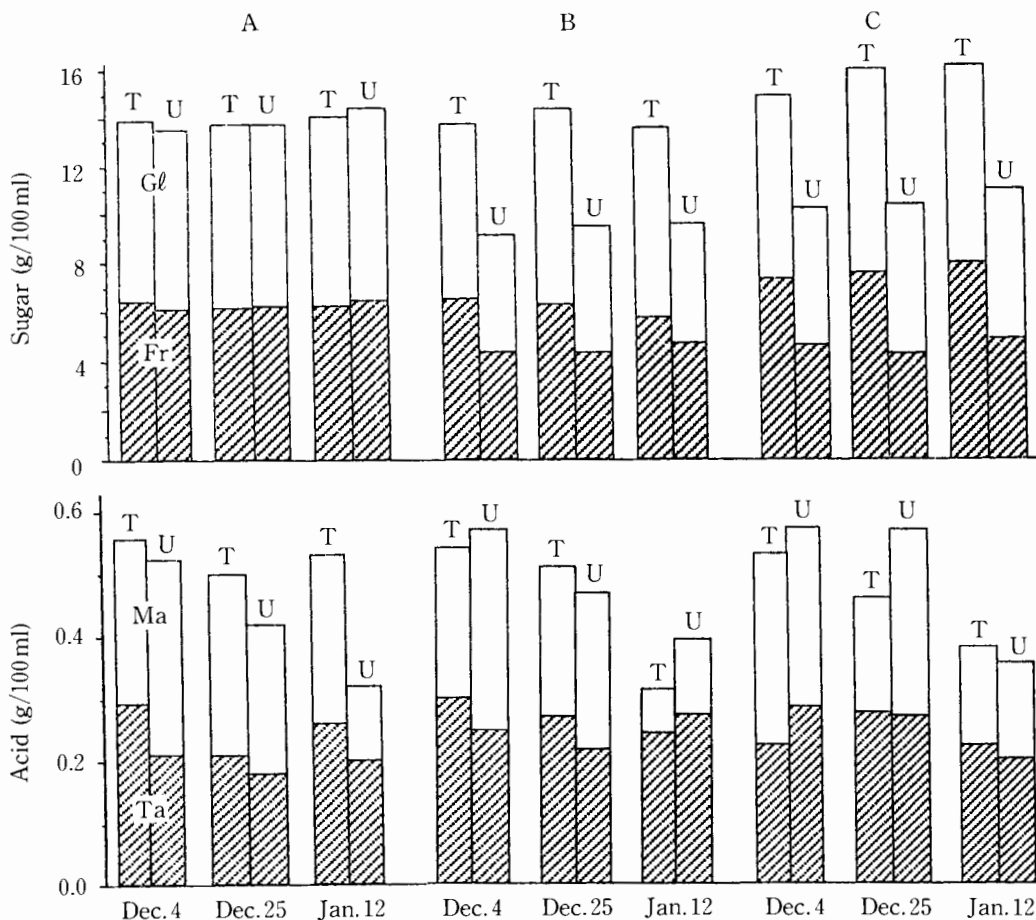


Fig. 3 Changes in sugar (upper) and acid (lower) contents of berries in virus-free treated (T) and untreated (U) ‘Gros Colman’ grapevines during the latter period of maturity. Gl: glucose, Fr: fructose, Ta: tartaric acid, and Ma: malic acid.

Table 4 Amino acid content (nmol/ml) of berries in virus-free treated and untreated 'Gros Colman' grapevines from December to January

Amino acid	Vineyard B ^{a)}						Vineyard C ^{a)}					
	Treated			Untreated			Treated			Untreated		
	Dec. 4	25	Jan. 12	Dec. 4	25	Jan. 12	Dec. 4	25	Jan. 12	Dec. 4	25	Jan. 12
Asp	32	21	9	46	80	13	52	16	—	24	29	16
Thr	202	143	112	134	67	143	249	139	274	158	133	66
Ser	132	100	42	94	47	56	118	139	274	73	79	48
Glu	132	72	26	69	19	78	126	51	7	72	36	43
Gln	110	271	8	120	92	75	56	21	8	111	185	90
Gly	24	35	19	26	175	21	32	30	34	20	59	45
Ala	315	382	104	232	230	277	535	369	21	279	166	187
Val	225	197	179	149	52	196	386	168	209	242	134	143
I-leu	184	156	133	146	578	189	329	138	87	232	124	134
Leu	335	298	260	297	189	366	506	262	203	475	242	244
Phe	241	201	170	199	447	253	429	271	444	265	139	167
GABA	456	534	280	295	538	317	842	649	814	406	264	292
His	199	142	100	172	217	183	314	130	265	288	128	137
Lys	293	173	183	239	330	307	370	253	394	366	33	367
Arg	968	445	494	1307	751	708	1106	1224	1091	1109	1219	1152
Pro	325	435	131	181	135	107	507	342	419	160	119	83
Others ^{b)}	224	188	103	135	225	226	392	170	312	234	97	143
Total	4421	3828	2372	3868	4377	3536	6381	4502	4882	4534	3245	3102

^{a)}See Table 1.

^{b)}Asp+Gly+Met+Tyr.

来樹は TSS 含量が高く、着色もフリー樹と大差がないことから、未感染か、程度の軽い保毒であると推察される。一方、D、E園の「ウイルスフリー樹」は、着色が極めて不良であること（D園）や TSS 含量が低いこと（E園）から、少なくとも現在はウイルスに感染している可能性がある。もちろん、著しい着果過多や窒素の過剰吸収は着色や糖の蓄積を阻害するが、両樹の着果レベル（Table 1）や、いずれも同一の温室内で近接して植栽されていることから、そのようなことが原因になっているとは考えられない。

A園とB園のフリー樹では、12月下旬から1月中旬にかけて TSS 値が低下したが、統計的には有意な差ではない。果粒のサンプリングが1樹当たり4粒と少なかったため精密な検討ができないが、果実の成熟生理から考えても、ブドウ果粒の糖濃度が完熟期に低下するとは思えない。個別の糖分析の結果（Fig. 3）からも、糖自体の濃度はあまり低下していないと判断される。果汁の可溶性固形物には、糖以外に有機酸やアミノ酸なども含まれ、それらも TSS 値にいくらか影響する。この時期に有機酸とアミノ

酸が大きく低下しているが、いずれも果実の食味に大きな影響を与える物質である。一般的にブドウ果実に含まれるアミノ酸の中で、 γ -aminobutylic acid, proline, alanine, serine は甘みを、glutamic acid, glutamine, lysine はうま味を、histidine, aspartic acid は酸味を、arginine は苦みを呈することが知られている。しかし、アミノ酸は単独で味に作用するのではなく、各アミノ酸のバランスが総合的に味を創成することが知られている⁹⁾。たとえば、平野ら⁹⁾は「マスカット・オブ・アレキサンドリア」の果汁では、arginine や leucine が存在することによって味の深さが強められ、酸味を和らげることを示している。本調査で、B園とC園のフリー樹では12月下旬や1月中旬になると、上述の味に関係する各種のアミノ酸が急激に減少することが示された。これは、この両園では成熟が早く進んだため、過熟または老化の段階に達するのも早いと推察される。このように、フリー樹の果実が収穫後期になって食味が落ちると感じられるのは、糖の低下によるのではなく、甘みや旨み、あるいは味の深さを高める各種のアミノ酸

が早く減少するためではないかと思われる。果汁中のアミノ酸含量は樹体の窒素栄養に敏感に反応するものであり、栽培的には窒素施肥のあり方に強く影響される^{3,6,7,11,13}。したがって、‘グロー・コールマン’フリー樹に対しては、成熟期に入ってからでも窒素の肥効が適度に続くような施肥法が果実品質の維持に有効であると推察される。

要 約

岡山県南部で施設栽培されている晩熟性ブドウの‘グロー・コールマン’では、果実の品質を高めるためにウイルスフリー樹の導入が進められてきた。それによって、多くの場合は果実の着色や糖の蓄積が促進されるようになったが、樹によっては出荷最盛期の12月下旬になると果実の「張り」や食味が低下すると言われている。本研究で、主産地の岡山市一宮地区内にある5カ所の‘グロー・コールマン’園で、ウイルスフリー樹と在来樹の果実の成熟を比較した結果、12月上旬から1月中旬までの間に果粒の「張り」や果汁の糖濃度が低下することは認められなかった。しかし、ウイルスフリー樹では果汁のアミノ酸が早く低下する傾向があり、それが食味の低下を引き起こす可能性があるかと推察される。

引用文献

- 1) 藤井新太郎：ブドウのウイルス病。果樹（岡山経済連），**33**(11)，2-8（1979）
- 2) Glad, C., J. Farineau, J. Reganard and J. Morot-Gaudry：The relative contribution of nitrogen originating from two seasonal N supplies to the total nitrogen pool present in the bleeding sap and in whole *Vitis vinifera* cv. Pinot noir grapevines at bloom time. *Am. J. Enol. Vitic.*, **45**, 327-332（1994）
- 3) Hansen, E. J. and G. S. Howell：Nitrogen accumulation and fertilizer use efficiency by grapevines in short season growing area. *HortScience* **30**, 504-507（1995）
- 4) 平野 健・窪田澄子・西 敏明・岡本五郎：ブドウ果汁の食味に及ぼすアミノ酸組成の影響。J. ASEV Jpn., **9**, 89-96（1998）
- 5) 今田 準：第9章ブドウの病害虫，第3節ウイルス病。日本ブドウ学（中川昌一監修），pp. 544-552，養賢堂，東京（1996）
- 6) 川中弘二・高野和夫：グロー・コールマン（Gros Colman）施設栽培土壌の理化学性の実態と葉分析について。近畿中国農学研究報告，**85**，14-17（1993）
- 7) Kluba, W. M., L. R. Mattick and T. Hackler：Changes in the free and total amino acid composition of several *Vitis labrascana* grape varieties during maturation. *Am. J. Enol. Vitic.*, **29**, 102-111（1988）
- 8) McCarthy, M. G., R. Cirami and R. J. Van Velsen：Virus thermotherapy effects on the performance of a Muscadelle selection. *Vitis*, **28**, 13-1（1989）
- 9) 中村冷之輔：ブドウの味[3]。果樹（岡山経済連），**28**(4)，1-5（1974）
- 10) 岡本五郎・野田雅章：ウイルスフリーブドウ樹の生育・結実特性。岡山大学農学部学術報告，**76**，7-14（1990）
- 11) 岡本五郎・真鍋雅子・平野 健：ブドウ‘グロー・コールマン’に対する好適施肥濃度の検討。J. ASEV Jpn., **8**，14-24（1997）
- 12) 桜井健雄・武井和人・原田 昭：ブドウウイルス病無毒樹の栽培特性。山梨果樹試験場報告，**7**，9-19（1985）
- 13) Spayd, S. E. and J. Andersen-Bagge：Free amino acid composition of grape juice from 12 *Vitis vinifera* cultivars in Washington. *Am. J. Enol. Vitic.*, **47**, 389-402（1996）
- 14) 田中寛康：ブドウウイルス病の被害とわが国における発生状況。今月の農薬，**20**，74-80（1976）
- 15) Woodham, M. C., L. R. Krake and K. M. Cellier：The effect of grape-vine leaf roll plus yellow speckle disease on annual growth, yield and quality of grapes from Cabernet Franc under two pruning systems. *Vitis*, **22**, 13-19（1983）
- 16) Woodham, M. C., R. W. Emmett and G. C. Fletcher：Effects of thermo-therapy and virus status on yield, annual growth and grape composition of Sultana. *Vitis*, **23**, 13-18（1984）
- 17) 山川祥秀・守屋正憲：ウイルスフリーのブドウ‘カベルネ・フラン’における果汁成分の経時的変化について。園芸学会雑誌，**52**，16-21（1983）
- 18) 山川祥秀：ブドウ‘シャルドンネ’及び‘カベルネ・ソービニオン’のウイルスフリー樹と汚染樹における果汁成分の経時的変化について。園芸学会雑誌，**56**，470-478（1988）
- 19) 依田征四：ブドウウイルスフリーの成果から。果樹（岡山経済連），**44**(1)，4-6（1990）