

台木の異なるブドウ‘藤稔’における ^{13}C 光合成産物の転流と分配

久保田尚浩・李 相根・安井公一

(農地生産力開発学講座)

Received July 1, 1993

Translocation and Distribution of ^{13}C -photosynthates in ‘Fujiminori’ Grapevines as Influenced by Different Rootstocks

Naohiro KUBOTA, Xiang-Gen LI and Koichi YASUI

(Department of Agricultural Technology of Integrated Land Use)

Berry growth, and sugar and anthocyanin contents were compared in ‘Fujiminori’ grapes (*Vitis vinifera* X *V. labruscana*) grafted on eight different rootstocks : namely, *V. riparia* X *V. rupestris* 3309, 3306 and 101-14, *V. berlandieri* X *V. riparia* Teleki 5BB, 5C and 8B, and *V. berlandieri* X *V. riparia* SO·4 and 420 A. Two-year-old vines of 5BB stock and 4-year-old vines of each of the other stocks were grown in plastic containers. Berry growth was more vigorous in vines grafted on 5BB, 3306, and 420 A than on 8B, SO·4, and 101-14 stocks. The highest level of total soluble solids (TSS) in the juice was observed in vines grafted on 8B, followed in order by those on 5BB, SO·4, and 3306, whereas berries of vines grafted on 101-14 had the lowest TSS contents. Berries of vines grafted on 5C had the highest anthocyanin in the skin followed in descending order by 3306, 8B, SO·4, 3309, 420 A, 5BB, and 101-14.

Translocation of photosynthates from leaves into the various parts of the plant was investigated in ‘Fujiminori’ grapes grafted on 3306, 5BB, 101-14, and SO·4 stocks, which were exposed to $^{13}\text{CO}_2$ at veraison and at ripening stages of berry development. Regardless of the time of treatments, ^{13}C concentration decreased in leaves and increased in berries in all the stocks with respect to time after $^{13}\text{CO}_2$ feeding. At both stages, ^{13}C translocated into berries was highest in vines grafted on 3306 followed by 5BB and SO·4, whereas it was lowest in berries of vines grafted on 101-14, especially at the ripening stage. At 120h after feeding, ^{13}C content in berries was three times higher in vines grafted on 3306 than in those grafted on 101-14 at both stages. The highest distribution ratio of ^{13}C photosynthates in the berries was in vines grafted on 3306 at veraison and on SO·4 at ripening stage. In contrast, berries on vines grafted on 101-14 had the lowest ratio at both stages. However, the distribution ratio in berries was notably low compared to that in trunk and roots in which it was more than 50%, irrespective of the rootstock and of the time of treatment.

The relationship between translocation and distribution of photosynthates and enlargement of berries and their quality, which differed among stocks, is discussed.

緒 言

筆者ら⁸⁾や李ら¹⁶⁾は、ブドウ栽培における好適な台木品種の選定に資するための基礎資料を

得ることを目的に、これまでコンテナ植え‘藤稔’の新梢生長、花穂発育、結実、果実の肥大や品質などに及ぼす台木の影響について調査してきた。その結果、果実肥大は 3306, 101-14, 3309 などの台樹で優れ、果汁の糖含量は 3309, SO・4, 3306 などの台樹で多く、また果皮のアントシアニン含量は 3306 台樹で多かった¹⁶⁾。さらに、果肉のアミノ酸含量も台木によって異なり、3306, 5C, 8B, SO・4 などの台樹で多く、3309 台樹で少なかった⁸⁾。

ブドウに限らず、果実の肥大や品質が台木によって異なることはよく知られており、その原因として新梢や根の生育相、葉の光合成活性、光合成産物の転流と分配などの違いがいわれている。とくに、光合成産物の転流と分配については、わい性台木の普及が著しいリンゴ^{1,2,5)}をはじめとしてモモ⁶⁾やカンキツ¹²⁾でも、台木による差が大きいことが明らかにされている。ブドウ樹における光合成産物の転流と分配については、これまでも多くの報告^{3,10,11,13,14,15)}があるが、台木との関係をみたものは皆無と思われる。

本報では、ブドウ‘藤稔’果実の肥大や品質が台木によって異なる点を、¹³C をトレーサーとして光合成産物の転流と分配の面から検討した。

材 料 と 方 法

実験 1. 果実の肥大と品質に及ぼす台木の影響

実験には、*Vitis riparia* X *V. rupestris* 3309 (以下 3309 と略称)、同 3306 (3306)、同 101-14 (101-14)、*V. berlandieri* X *V. riparia* Teleki 5BB (5BB)、同 5C (5C)、同 8B (8B)、*V. berlandieri* X *V. riparia* SO・4 (SO・4) および同 420A (420A) の計 8 種類の台木に接いだコンテナ植えの‘藤稔’4 年生樹(但し、5BB 台は 2 年生樹)を供試した。これらは、台木、穂木ともすべて茎頂培養によってウイルスフリー化されたものである。各台樹 2 個体を供試し、各個体に 2 本の新梢を生育させた。各新梢に 1 または 2 果房を着生させ(個体当たり 3 果房)、各果房に約 40 粒を残した。成熟開始期の 1992 年 7 月 15 日から収穫時の 8 月 19 日まで約 1 週間隔で、各果房より 2 果を採取し、果実重、糖含量(屈折計示度)および果皮のアントシアニン含量(直径 10mm の果皮ディスクに 1% 塩酸メタノールを加え、5℃で 12 時間抽出後 530nm の吸光度)を測定した。実験期間中の新梢やかん水などの管理は既報^{8,16)}と同様である。

実験 2. 光合成産物の転流と分配に及ぼす台木の影響

実験 1 で供試した台樹の中から 3306, 101-14, 5BB および SO・4 台樹について、7 月 18 日(成熟開始直後)と 8 月 10 日(収穫 9 日前)に¹³CO₂を取り込ませた。前者を成熟開始期処理、後者を成熟期処理とした。各時期に、1 新梢(本梢葉 15 枚) 1 果房(約 40 粒)にして養成した各台樹 1 個体をプラスチックチャンパー(縦×横×高さ: 90×100×100 cm)に入れ、個体当たり 7.5 g の 99 atom% Ba¹³CO₃に 50% 乳酸を加えて¹³CO₂を発生させ、2 時間同化させた。処理直前

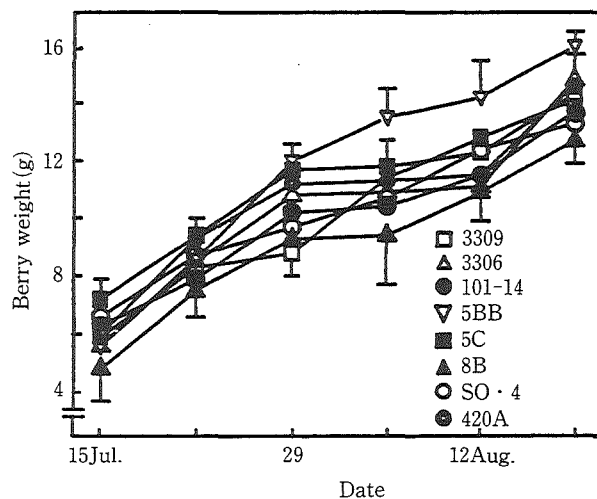


Fig. 1 Growth curves of 'Fujiminori' berries on vines grafted to different rootstocks. Vertical bars are the standard error. n=12.

に、各個体の副梢葉を各節2枚に調節し、また十分に灌水した。処理中は、チャンパー内の¹³CO₂の分布をできるだけ均一に保つためにファンで空気を撪拌した。

処理終了時、6時間後、24時間後および72時間後に、葉については本梢葉と副梢葉の各々3枚から主脈を中心にその片側半分、また果実については5個をサンプリングした。120時間後には、樹体を解体し、果実、果梗、本梢葉、本梢葉柄、副梢葉、副梢葉柄、本梢茎、副梢茎、幹、太根および細根(直径2mm以下)に分けた。各試料は、1%酢酸と水で洗浄した後、熱風乾燥し、重量測定後コーヒーミルもしくは振動ミルで微粉末にした。各試料の全炭素と¹³Cの含量を安定同位体全窒素・全炭素同時分析計(ヤナコMSI-150-MT-600NC)を用いて測定した。ここで得られた¹³Catom%から自然界に存在する濃度を差し引いて、¹³Catom% excessを算出した。さらに、久保田ら⁶⁾の方法に準じて、各部位における施用¹³Cの占める割合、すなわち¹³C寄与率(各部位のatom% excess/施用atom% excess)を求めた後、移行量(寄与率×乾物重×炭素含量)を算出し、施用¹³Cの転流と分配を比較した。

結 果

実験1. 果実の肥大と品質に及ぼす台木の影響

果実肥大は、調査期間を通して5BB台樹で最も優れ、次いで3306, 420A台樹の順で、8B, SO・4および101-14の各台樹で劣った。3309と5Cの両台樹ではこれらのほぼ中間であった(Fig. 1)。

糖含量は、成熟期間を通して8B台樹で多く、5BB, SO・4, 3306などの台樹がこれに次ぎ、101-14台樹で少なかった(Fig. 2)。

果皮のアントシアニン含量は、Fig. 3に示したように成熟開始2週間後から台樹間差が大きく現れた。すなわち、5C, 3306, 8Bなどの台樹ではこれ以降の増加が極めて大きく、次いでSO・4, 3309, 420Aおよび5BBの各台樹で優れたのに対し、101-14台樹では最も少なかった。

Table 1に示したように、収穫時の果房重は8B台樹で著しく小さいほかは台樹間に差がなかった。果実重は5BB, 3306,

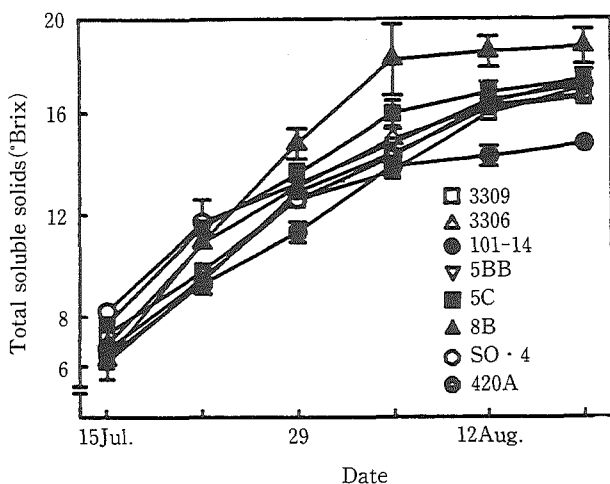


Fig. 2 Seasonal changes in total soluble solids content of 'Fujiminori' grapes as affected by different rootstocks. Vertical bars are the standard error. n=12.

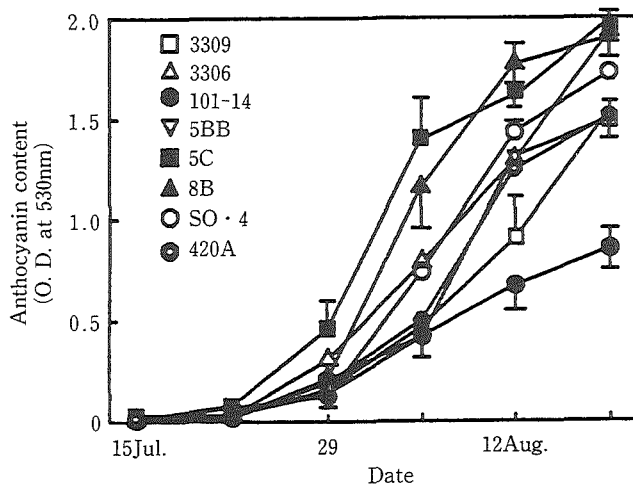


Fig. 3 Seasonal changes in anthocyanin content in the skin of 'Fujiminori' grapes as affected by different rootstocks. Vertical bars are the standard error. n=6.

420A などの台樹で優れ, 8B, SO・4 および 101-14 の各台樹で劣った. 糖含量は 8B 台樹で最も多く, 次いで 5BB, SO・4, 3306 などの台樹で優れ, 101-4 台樹で最も少なかった. 果皮のアントシアニン含量は, 5C, 3306 および 8B の各台樹で多く, SO・4, 3309 などの台樹がこれに次いだ. 一方, 101-14 台樹では著しく少なく, 5C 台樹や 3306 台樹の半分以下であった.

実験 2. 光合成産物の転流と分配に及ぼす台木の影響

葉と果実の ^{13}C 濃度の変化を Fig. 4 に示した. 成熟開始期処理の場合, 葉の ^{13}C 濃度の低下は, 本梢葉では 101-14 台樹で小さかったが, 副梢葉では台樹間に差がなかった. 果実の ^{13}C 濃度は, 各台樹とも処理終了後の時間の経過とともに増加し, とくに 3306 台樹では 24 時間後までの増加がほかの台樹の 2 倍以上であった. 一方, 101-14 台樹では 120 時間後まで最も低く

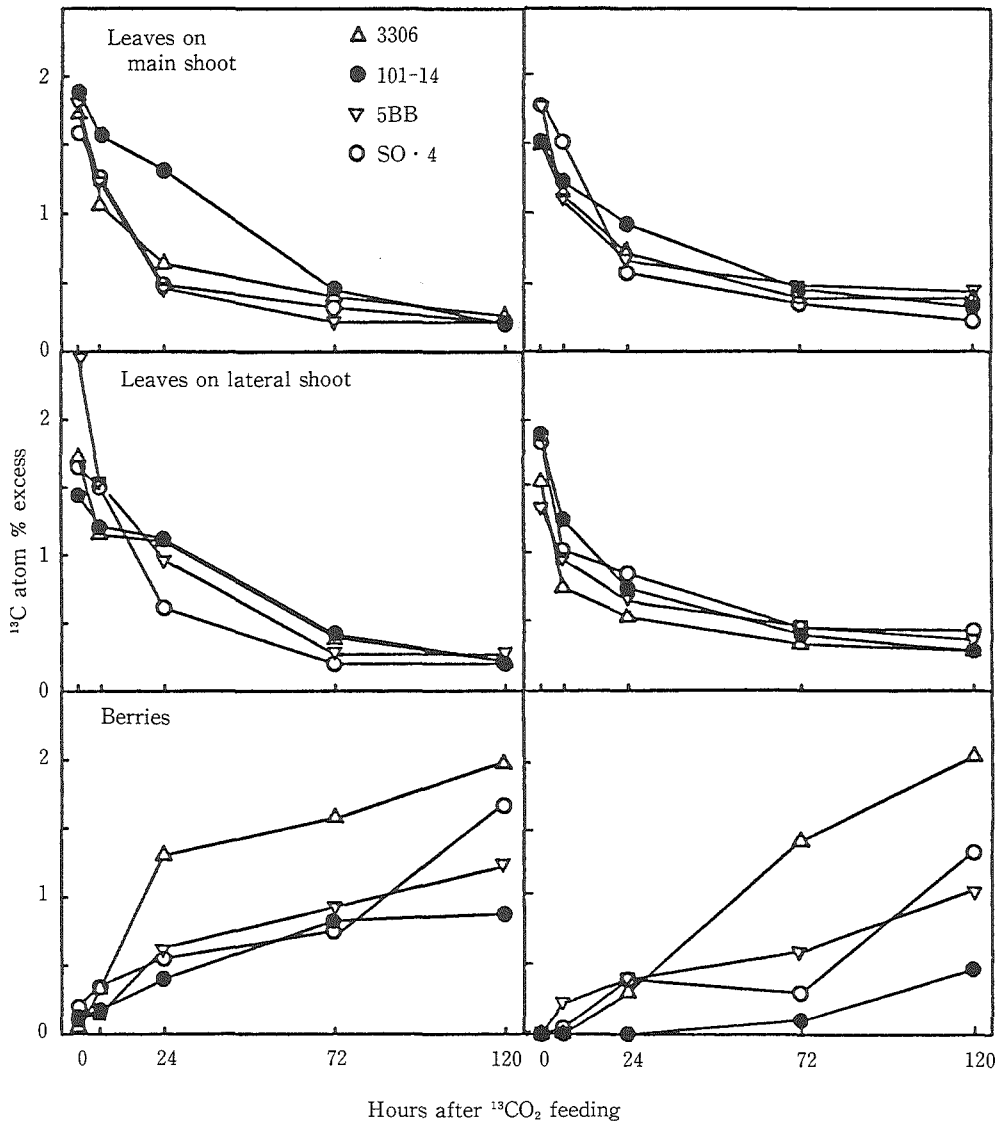


Fig. 4 Changes in ^{13}C concentration in leaves and berries of 'Fujiminori' grapevines as affected by different rootstocks. Left : feeding at veraison. Right : feeding at ripening stage.

Table 1 Effect of different rootstocks on berry weight, total soluble solids in the juice, and anthocyanin content in skin of ‘Fujiminori’ grapevines at harvest^{a)}

Rootstocks	Cluster weight (g)	Berry weight (g)	Total soluble solids	Anthocyanin content (O.D. at 530nm)
3309	442.3 a ^{b)}	14.1 ab ^{c)}	16.6 b ^{b)}	1.536 bc ^{b)}
3306	516.0 a	14.8 ab	16.7 b	1.932 ab
101-14	458.5 a	13.7 b	14.8 c	0.853 d
5BB	439.2 a	16.0 a	17.3 b	1.497 bc
5C	457.6 a	14.3 ab	17.3 b	1.991 a
8B	233.3 b	12.7 b	18.6 a	1.904 ab
SO・4	445.7 a	13.3 b	17.1 b	1.728 ab
420 A	509.3 a	14.6 ab	17.0 b	1.500 bc

a) All fruit clusters were harvested on 19 August, 1992.
 b) Duncan’s multiple range test (P=0.01).
 c) Duncan’s multiple range test (P=0.05).

推移した。成熟期処理では、本梢葉と副梢葉の¹³C濃度の低下に台樹間での顕著な差はなかった。果実の¹³C濃度は、3306台樹では24時間後以降の増加が大きく、次いで5BBとSO・4の両台樹で大きかったのに対し、101-14台樹では120時間後まで最も低く推移した。

処理終了後120時間目における果実1個当たりの¹³C含量は、両時期とも3306台樹が101-14台樹の3倍以上であった。SO・4と5BBの両台樹ではこれらのほぼ中間であった (Fig. 5)。

Fig. 6は、処理終了後120時間目における樹体各部への¹³C分配率を示したものである。果実への¹³C分配率は、成熟開始期処理では3306と5BBの両台樹、成熟期処理ではSO・4台樹で高く、101-14台樹では両時期とも最も低かったが、いずれの台樹とも30%以下であった。一方、幹、太根および細根への分配率の合計は、各台樹いずれの時期においても50%以上であった。

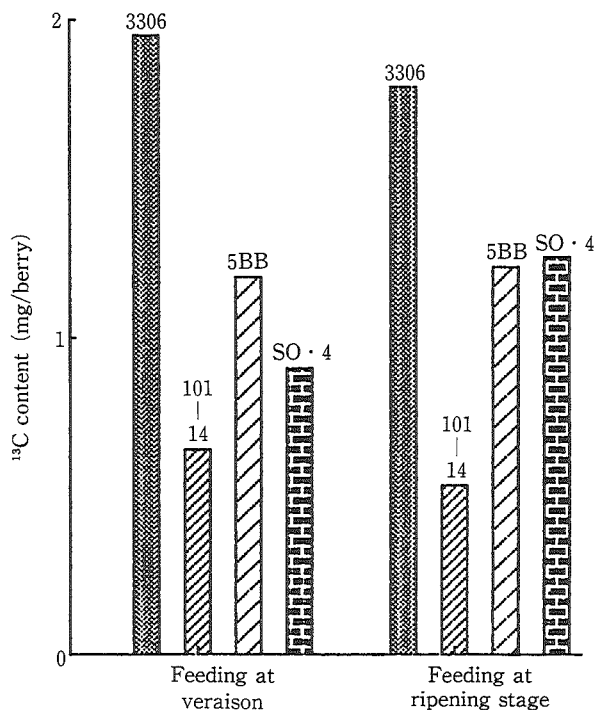


Fig. 5 ¹³C content in berries of ‘Fujiminori’ grapevines as affected by different rootstocks. Samples were taken at 120h after ¹³CO₂ feeding.

考 察

本実験において、果実肥大は5BB, 3306, 420Aなどの台樹で優れ、8B, SO・4および101

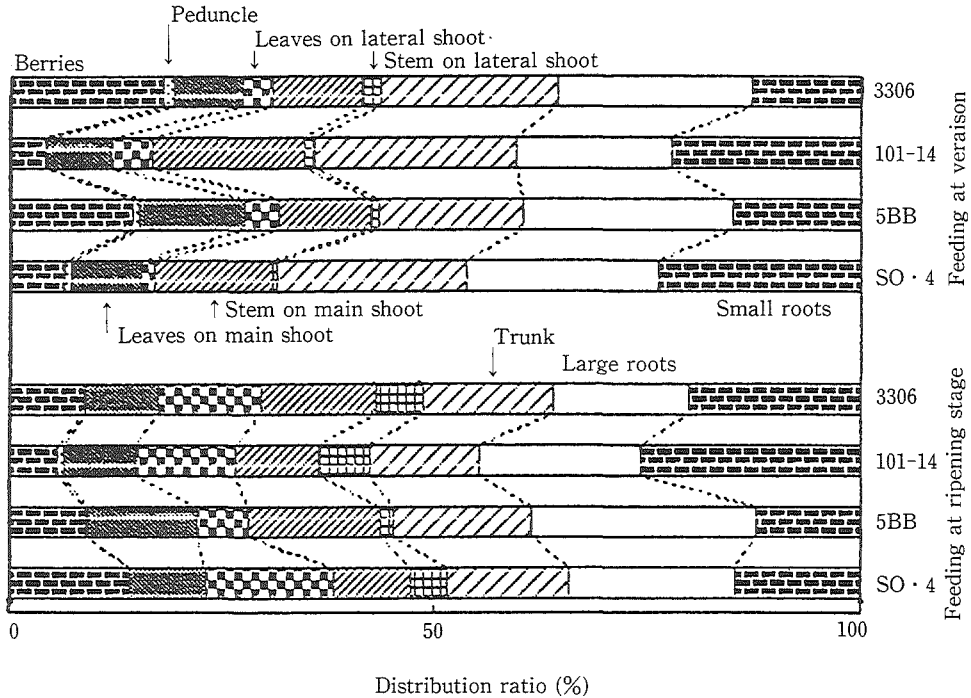


Fig. 6 Distribution ratio of ^{13}C in 'Fujiminori' grapevines as affected by different rootstocks. Samples were taken at 120h after $^{13}\text{CO}_2$ feeding.

-14の各台樹で劣った。また、糖含量は8B, 5BB, SO・4, 3306などの台樹で多く、101-14台樹で少なかった。さらに、果皮のアントシアニン含量は5C, 3306および8Bの各台樹で多く、101-14台樹で著しく少なかった。これらの結果は、101-14台樹で果実の肥大が劣ったことを除いては、筆者ら⁸⁾や李ら¹⁶⁾のこれまでの報告と概ね一致した。なお、樹齢が異なるものの、5BB台樹の果実肥大や糖含量は3306台樹と同様に優れた。'ピオーネ'をはじめとして4倍体ブドウの栽培では5BB台樹が利用されることが多いが、本実験の結果はその優れた適合性を示すものである。ところが、露地植えの'藤稔'では本実験とは異なった結果であった⁷⁾ことから、この点については更に検討する必要がある。

このように、'藤稔'の果実の肥大や品質は101-14台樹に比べて3306台樹や5BB台樹で優れたが、本実験の主たる目的は台木によるこのような違いを光合成産物の転流と分配の面から検討することであった。そこで、果実の肥大や品質が優れた3306台樹、3306と同じ親でありながら果実の肥大や品質が劣った101-14台樹、4倍体ブドウの栽培でよく利用されている5BB台樹、および5BBと同じ親ではあるがテレキ系には属さないSO・4台樹の計4種類について、成熟開始直後と収穫前に $^{13}\text{CO}_2$ を取り込ませ、その移行と分布を比較した。その結果、処理終了後の葉と果実の ^{13}C 濃度は、各台樹いずれの処理時期においても葉で低下し、果実で増加した。このことは、 ^{13}C 光合成産物が葉から果実に転流したことを意味しているが、その様相は台木によって異なり、とくに果実で台樹間差が大きく現れた。すなわち、果実の ^{13}C 濃度は、両時期とも3306台樹での増加が最も大きく、次いでSO・4と5BBの両台樹で優れた。一方、101-14台樹ではその増加が小さく、とくに成熟期処理で著しく小さかった。したがって、処理後120時間目における果実1個当たりの ^{13}C 含量は、いずれの処理時期とも3306台樹で最も多く、5BB台樹とSO・4台樹がこれに次ぎ、101-14台樹で最も少なかった。このこと

は、101-14台樹に比べて3306台樹では、成熟開始期以降における葉から果実への光合成産物の転流が大きいことを示しており、このことが3306台樹での優れた果実肥大や糖蓄積の一因であると推察される。果実肥大や糖蓄積の優れる台木では、果実への光合成産物の転流量が多いことはブドウ以外の果樹でも認められている。たとえば、ユスラウメを台木にしたモモ樹は共台樹に比べて果実の肥大が優れ、糖含量も多い¹⁷⁾が、これには果実発育第2期すなわち硬核期以降における光合成産物の果実への転流量が共台樹よりもユスラウメ台樹で多いことが密接に関係している⁹⁾。これと同様のことがリンゴでも報告¹⁾されている。

果実の成熟期には、果実が強い‘sink’となって光合成産物を大量に取り込むことはよく知られている⁹⁾。ブドウ¹⁰⁾やモモ⁴⁾ではこの現象がとくに顕著に現れ、果実が成熟段階に入ると糖蓄積が著しく増大する。Haleら³⁾は、ブドウ樹における光合成産物の転流方向が生育段階によって異なり、成熟期には果実への転流割合が著しく増大することを明らかにしている。本実験の結果は、この時期のブドウ果実における‘sink’の強さが台木によって異なることを示しているが、台木によってなぜこのような違いが生じるのかについては明らかでない。

本実験において、処理後120時間目における果実への¹³C分配率は、101-14台樹では両時期とも最も低かったが、これ以外の台樹では処理時期によって異なった。すなわち、成熟開始期処理では果実肥大や糖含量の多かった3306と5BBの両台樹で高かったが、成熟期処理ではSO・4台樹で最も高かった。これは、成熟開始期以降におけるブドウ果実の肥大や糖蓄積には、収穫直前よりも成熟開始期に生産された同化養分の果たす役割が大きいことを示唆しているのかも知れない。しかしながら、本実験における果実への¹³C分配率は、最も高かった3306台樹でも30%以下であり、一方幹および根への¹³C分配率はいずれの台樹とも50%以上であった。この結果は、モモの成熟期には光合成産物の50%以上が果実に分配され、幹や根への分配率は30%未満であるとした久保田ら⁹⁾の報告とは著しく異なる。これは、ブドウ果実の‘sink’の強さがモモ果実よりも小さいためとも考えられるが、モモに比べてブドウでは供試個体の幹および根の乾物重が大きかったことから(データ省略)、樹体全体に占める果実の乾物割合が相対的に小さくなったことによると思われる。

以上のように、‘藤稔’果実の肥大や糖蓄積の優れた3306台樹ではそうでない101-14台樹に比べて、成熟期に葉に取り込まれた¹³Cの果実への移行量が大きかった。このことから、ブドウ果実の肥大や品質の台木による違いには、樹体内での光合成産物の転流と分配の違いが密接に関係していると思われる。

摘 要

3309, 3306, 101-14, 5BB, 5C, 8B, SO・4 および 420A の計 8 種類の台木に接いだコンテナ植えのブドウ‘藤稔’4年生樹(但し、5BB台は2年生樹)について、果実の肥大と品質を調査した。果実肥大は5BB, 3306, 420Aなどの台樹で優れ、8B, SO・4, 101-14の各台樹で劣った。果汁の糖含量は8B台樹で最も多く、次いで5BB, SO・4, 3306などの台樹で最も少なかった。果皮のアントシアニン含量は5C, 3306, 8Bの各台樹で多く、SO・4, 3309などの台樹がこれに次ぎ、101-14台樹で著しく少なかった。

3306, 101-14, 5BB および SO・4 台樹を供試し、成熟開始期と成熟期に¹³CO₂を取り込ませ、その転流と分配を比較した。いずれの処理時期においても、果実への¹³Cの転流は3306台樹で最も多く、次いで5BBとSO・4の両台樹で優れたのに対し、101-14台樹では最も少なく、とくに成熟期処理で著しく少なかった。処理終了後120時間目における果実1個当たりの¹³C含量は、両時期とも3306台樹が101-14台樹の3倍以上であった。¹³Cの果実への分配率は、成熟開始期処理では3306と5BBの両台樹、成熟期処理ではSO・4台樹で高く、一方

101-14 台樹では両時期とも最も低かった。しかし、各台樹いずれの処理時期においても、果実への分配率が30%以下であったのに対し、幹と根への分配率は50%以上であった。

以上のことから、'藤稔'果実の肥大や品質の台木による違いには、成熟開始期以降の光合成産物の転流と分配が密接に関係していることが考えられた。

文 献

- 1) 福田博之・榎村芳記・工藤和典・瀧下文孝：M9台とマルバカイドウ台ふじ樹における乾物分配の比較。果樹試盛岡年報 昭59, 70—71 (1985)
- 2) 福田博之・瀧下文孝・工藤和典・榎村芳記：M9わい性台木利用リング樹における乾物生産とその樹体内分配に対する着果程度の影響。園学雑 60, 495—503 (1991)
- 3) Hale, C.R. and R.J. Weaver : The effect of developmental stage on direction of translocation of photosynthate in '*Vitis vinifera*'. Hilgardia 33, 89—131 (1962)
- 4) Ishida, M., A. Inaba and Y. Sobajima : Seasonal changes in the concentration of sugars and organic acids in peach fruits. Sci. Rep. of Kyoto Pref. Univ. Agr. 23, 18—23 (1971)
- 5) 小池洋男・吉沢しおり・塚原一幸：リングわい性台樹の適正着果量と乾物生産の分配。園学雑 58, 827—834 (1990)
- 6) 久保田尚浩・河野 章・島村和夫：台木の異なるモモ'山陽水蜜'樹における¹³C光合成産物の転流と分配。園学雑 59, 319—324 (1990)
- 7) 久保田尚浩・李 相根・吉本道生・安井公一：ブドウ'藤稔'の新梢生長、果実肥大ならびに果実品質に及ぼす台木の影響。園学雑 62 (別1), 94—95 (1993)
- 8) 久保田尚浩・李 相根・安井公一：ブドウ'藤稔'果実の糖、有機酸、アミノ酸およびアントシアニン含量に及ぼす各種台木の影響。園学雑 62, 363—370 (1993)
- 9) 松井弘之：光合成産物の生産と分配, 25—81 (平野 暁・菊池卓郎編著 果実の物質生産と収量), 農文協, 東京 (1989)
- 10) 松井弘之・湯田英二・中川昌一：ブドウ'テラウエア'における光合成産物の転流と分配。園学雑 54, 184—191 (1985)
- 11) 松井弘之・湯田英二・中川昌一：ブドウ'テラウエア'における光合成産物の転流形態。園学雑 55, 8—14 (1986)
- 12) Morinaga, K. and F. Ikeda : The effects of several rootstocks on photosynthesis, distribution of photosynthetic product, and growth of young satsuma mandarin trees. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 59, 29—34 (1990)
- 13) Motomura, Y. : Incorporation of ¹⁴C-assimilates into GA-treated and untreated inflorescences following assimilation of ¹⁴CO₂ by individual leaves in grape shoot. Tohoku J. Agr. Res. 33, 1—13 (1982)
- 14) Motomura, Y. : Distribution of ¹⁴C-assimilates from individual leaves on clusters in grape shoots. Amer. J. Enol. Vitic. 41, 306—312 (1990)
- 15) 岡本五郎：ブドウ樹が秋に同化した¹⁴C-物質の翌春における体内分布と移行。園芸学研究収録 9, 6—12 (1979)
- 16) 李 相根・久保田尚浩・安井公一：ブドウ'藤稔'の新梢ならびに果実の生長に及ぼす各種台木の影響。園学雑 61, 513—520 (1992)
- 17) 島村和夫・三善正道・平川利幸・岡本五郎：主幹形モモ樹の生育と果実生産。園学雑 55, 422—428 (1987)