さし穂の光合成に関する研究(第2報)

ブドウの休眠枝さしにおける見かけの光合成速度の変化

大石 惇・町田英夫・細井寅三・塩原佳子

(静岡大学農学部)

Studies on Photosynthesis in Cuttings during Propagation

II. Changes in the Rate of Apparent Photosynthesis in Hardwood Cuttings of Grapevines after Planting

Atsushi OOISHI, Hideo MACHIDA, Torazo HOSOI
and Yoshiko SHIOBARA

Faculty of Agriculture, Shizuoka University, Shizuoka 422

Summary

In order to clarify the role of photosynthesis on rooting of hardwood cuttings of grapevines (cv. Delaware), changes in the rate of apparent photosynthesis during propagation in relation to their rooting and shoot growth were investigated under various environmental conditions.

1. In the cuttings grown outdoors under a sheet of cheesecloth, the commencement of apparent photosynthesis was shown more than 10 days after the appearance of their roots.

2. Comparing the cuttings grown under 20°, 25° and 30°C, both rooting and shoot growth were superior with rising temperature at the earlier stage of propagation. At that stage, the change in the rate of apparent photosynthesis expressed on either a cutting basis or a leaf area basis was in agreement with the trend of their rooting. However, at the later stage of propagation, the rooting was best under 20°C, followed by 25° and 30°C. When expressed on a leaf area basis, the respective peaks of the apparent photosynthesis were shown 30 and 40 days after planting under 30° and 25°C, but not shown under 20°C. The rates expressed on a cutting basis continued to increase throughout the propagation period under every temperature.

3. Among the cuttings grown under different light intensities by shading with the various layers of cheesecloth, rooting was best under two sheets at the end of the propagation period, though both rooting and shoot growth initiated earlier at higher light intensities. Changes in the rate, measured under the proportional light intensities of each treatment, were not always in agreement with the rooting. In the cuttings grown under darkness, the roots were produced in average number of 2.0 per cuttings.

4. These results indicated that rooting of hardwood cuttings of grapevines was hardly affected by photosynthesis at an early stage of propagation, however, the cuttings grown under various light intensities developed a greater number of roots than those grown in darkness. It is logical to assume that this imbalance of root numbers, in favor of the light treated cuttings, was due to the affects of photosynthesis and its related factors.

緒 言

筆者らは、先にさし穂の発根に対する光合成の役割を

1979年8月29日 受理

明らかにするために、ツバキ、サザンカ、キクなどの数種の植物の緑枝さしについて、さし木期間中の見かけの光合成速度(4)や呼吸(7)の変化を調査報告した。それ

らの実験で調査された緑枝さしにおいては、光合成はさし木当初から営まれ、その後一時低下するが、発根がみられるころから再び回復する傾向を示した。

しかし、休眠枝さしにおいては貯蔵養分によって活動が開始され、芽の発芽伸長に伴ってはじめて光合成が営まれる。すなわち、さし木期間中の光合成の推移は緑枝さしと休眠枝さしで著しく違っており、発根に対する役割も同じでないことが推察される。また、休眠枝さしにおける光合成の推移と発根過程との関係を明らかにすることは、発根に対する光合成の役割を知るうえで極めて重要なことが得られるものと思われる。

以上のような観点から、ブドウ休眠枝さしについて、さし木期間中の見かけの光合成速度の変化を調べ、それと発根との関係を明らかにするとともに、さし木期間中の温度や光条件を変えた場合の両者の関係に及ぼす影響の相違を調査した。

材料及び方法

実験Ⅰ．自然条件下での見かけの光合成速度の変化

砂中に貯蔵したブドウ・デラウェアの休眠枝からさし穂を採取し、頂端より 2cm のところに 1 芽をつけ、1 本あたり 4g(新鮮重)とした。これらのさし穂の長さはおよそ 7~9cm であった。1 昼夜水上げした後、1977 年 3 月中旬に川砂を満した黒色ビニルポット(径 9 cm)に 1 本ずつさし木し、ポットをを黒色寒冷しゃ 1 枚でしゃ光したさし床の砂中に埋めた。光合成の測定と発根及び新芽の発育状況の調査は、さし木 74 日後までの期間にわたって適宜行ったが、測定に際しては毎回 10 本のさし穂をポットのまますし床から取り出し、21.5°C、相対湿度 80% のグロースチャンパー内の塩ビ製同化箱(径 30cm)に入れ、14 klx 下で見かけの光合成速度を求めた。測定はすべて通気法(5 l/min.)により、空気中の CO₂ 濃度の変化を赤外線ガス分析計で測ることによって求めた。

光合成を測定した後、さし穂をポットから抜き取り、各時期における発根及び新芽の発育状況を調査した。

実験Ⅱ．異った温度条件下での見かけの光合成速度の

変化

前記と同じ材料を用い、さし穂の長さを 10cm、芽を頂端より 1.5cm のところにつけたほかはすべて同じ方法でさし木した。ポットをさし木箱内の砂中に埋め、それらのさし木箱を 20°, 25° 及び 30°C のコイトロン内(昼夜恒温)に置いた。以後 10 日ごとに各温度区のさし穂を 10 本ずつポットのまま取り出し、それぞれと同じ温度のグロースチャンパー内で、前記と同じ方法で見かけの光合成速度を測定し、同時に発根及び新芽の発育状況を調査した。調査は各区とも発根率が 100% に達したさし木 50 日後まで行なった。

実験Ⅲ．異なった光条件下での見かけの光合成速度の変化

前記(実験Ⅱ)と同じ方法でさし木したポットを露地の砂床に埋め、寒冷しゃ 1, 2 及び 3 枚でそれぞれしゃ光した区(各区の最高照度: 50, 24, 9 klx)と、アルミホイルを貼った木箱をかぶせ、光漏れのないようにファンによって地中からパイプで外気を取り入れた暗黒区の 4 つに分けた。見かけの光合成速度の測定は、実験Ⅰと同じグロースチャンパー内の同化箱を戸外におけるそれぞれのしゃ光処理と同じ枚数の寒冷しゃで覆って行なった。その際の寒冷しゃ 1, 2 及び 3 枚下での照度は、それぞれ 9.8, 3.5 及び 1.2 klux であった。光合成測定後、発根及び新芽の発育状況を前記と同じ要領で調査した。なお、調査はさし木 60 日後まで行なった。

実験結果

実験Ⅰ．自然条件下での見かけの光合成速度の変化

寒冷しゃ 1 枚でしゃ光した露地条件下でのさし穂の発根と新芽の発育状況は第 1 表のとおりで、さし木 29 日後に発芽が、50 日後に発根がそれぞれ観察され、第 3 葉が展開した後の 74 日後に発根率が 100% を示した。

このような発育を示したさし穂の見かけの光合成速度をさし穂当たりでみると(第 1 図)、さし木後 60 日ごろまでは呼吸による CO₂ 排出量が、光合成による CO₂ 吸収量を上まわり、60 日を経過した後に CO₂ 吸収量が急激に増大した。

Table 1. Relationship between rooting and shoot growth in hardwood cuttings of Delaware grapes.

Days after planting	% of rooted cuttings	No. of roots /cutting	Ave. length of root (cm)	Dry weight of roots/cutting (mg)	Leaf area/cutting (cm ²)	Dry weight of new shoot (g)	Growth stage of new shoot
29	—	—	—	—	—	0.32	sprouting
50	10	0.2	0.13	0.08	3.95	0.55	developing of the 1st leaf
53	40	0.6	0.86	0.19	10.00	0.69	
57	80	2.0	2.23	3.08	13.41	0.86	developing of the 2nd leaf
60	88	2.0	3.80	5.43	19.61	1.12	
74	100	3.6	9.32	28.17	35.85	1.58	developing of the 3rd leaf

Fig. 1. Time course of the rate of apparent photosynthesis in hardwood cuttings of Delaware grapes after planting.

実験Ⅱ. 異なった温度条件下での見かけの光合成速度の変化

20°, 25° 及び 30°C 下のさし穂の発根と新芽の発育状況は第2表のとおりで、さし木 40 日後までは発根率、根数、及び根重ともに高温ほど高い値を示し、50 日後ではいずれも発根率は 100% に達した。しかし 50 日後における根数及び根重では明らかに 20°C が最も優れ、次いで 25°C, 30°C の順となった。他方、新芽の発育を

展葉数と葉面積でみると、総じて高温において促進される傾向にあり、さし木 50 日後では、展葉数は 30°C で、葉面積は 25°C で最大の値を示した。

このような発育を示したさし穂の見かけの光合成速度の変化は第2図のとおりで、さし穂当たりの見かけの光合成速度は、いずれも新芽の発育に伴って著しく増大し、高温ほど高い値を示した。しかし、さし木 40 日後以降は 30°C の増大が緩慢となり、50 日後では 25°C が最大となった。このような変化を、単位葉面積当たりの見かけの光合成速度でみると、さし木 30 日後まではさし穂当たりと同じ傾向を示したが、30°C ではさし木 30 日後以降減少に転じ、25°C では 40 日後以降わずかに減少した。見かけの光合成速度が正の値に達したのは、発育の最も促進された 30°C ではさし木後 10~20 日の間であり、また発育の最も遅れた 20°C では 20~30 日の間であった。

実験Ⅲ. 異なった光条件下での見かけの光合成速度の変化

寒冷しゃの枚数を異にしたしゃ光区と暗黒区の発根及び新芽の発育状況は第3表に示すとおりで、暗黒区を除くしゃ光の各区では、しゃ光程度の強いものほど発芽がやや遅れる傾向がみられた。しかし、さし木 60 日後における値では、根数、根長、根重、及び葉面積ともに2枚しゃ光区が最も優れ、3枚しゃ光区が最も劣った値を示した。他方、暗黒区のさし穂では、新芽が黄化して徒長し、展葉はみられなかったが、発根率は 100% を示し、発育の劣った根が、すべてのさし穂に2本平均でみ

Table 2. Rooting and shoot growth of hardwood cuttings of Delaware grapes grown under different temperatures.

Days after planting	Temp. (°C)	% of rooted cuttings	No. of roots/cutting	Ave. length of root (cm)	Dry weight of roots/cutting (mg)	No. of leaves developed	Leaf area/cutting (cm ²)
10	20	—	—	—	—	—	—
	25	—	—	—	—	—	—
	30	—	—	—	—	0.2	0.3
20	20	—	—	—	—	3.2	14.6
	25	—	—	—	—	3.5	21.1
	30	10	0.3	0.12	0.09	3.9	27.0
30	20	40	1.2	0.14	0.12	5.0	57.2
	25	70	2.9	0.89	2.61	4.9	60.6
	30	70	3.2	1.17	4.83	4.9	59.4
40	20	80	4.0	2.23	8.68	5.1	81.4
	25	80	4.6	3.22	12.51	5.5	82.6
	30	100	6.9	3.69	15.87	6.3	86.0
50	20	100	14.6	3.21	46.53	6.7	107.6
	25	100	10.8	4.64	37.82	6.6	121.7
	30	100	6.0	3.35	18.79	7.6	112.6

Fig. 2. Time courses of the rate of apparent photosynthesis expressed on a cutting basis (A) and on a leaf area basis (B) after planting in hardwood cuttings of Delaware grapes grown under different temperatures.

Table 3. Rooting and shoot growth of hardwood cuttings of Delaware grapes grown under various light intensities.

Days after planting	Light intensity	% of rooted cuttings	No. of roots/cutting	Ave. length of root (cm)	Dry weight of roots/cutting (mg)	No. of leaves developed	Leaf area/cutting (cm ²)
30	high	—	—	—	—	1.8	3.1
	medium	—	—	—	—	0.8	1.0
	low	—	—	—	—	0.2	0.2
	darkness	—	—	—	—	—	—
40	high	—	—	—	—	3.5	12.1
	medium	—	—	—	—	3.6	12.2
	low	—	—	—	—	3.6	6.6
	darkness	—	—	—	—	—	—
50	high	50	1.0	1.20	0.45	4.8	21.7
	medium	40	0.9	0.24	0.47	5.5	27.8
	low	50	0.8	0.13	0.09	5.6	19.8
	darkness	40	0.6	0.14	0.08	—	—
60	high	100	4.3	2.03	10.52	5.6	29.1
	medium	90	5.3	2.09	13.51	5.4	30.8
	low	100	3.5	1.83	6.16	5.2	26.8
	darkness	100	2.0	1.40	4.54	—	—

Treatments of high, medium and low light intensity were executed by shading with one, two and three sheets of cheesecloth, respectively.

られた。

各区の見かけの光合成速度の変化は第3図のとおりで、さし穂当たり及び単位葉面積当たりの値ともさし木 40 日後から 50 日後にかけて急激に増大したが、常にしゃ光程度の弱いものほど高い値を示した。

考 察

緑枝さしにおける光合成の推移や発根に対するその役割については、すでにいくつかの報告(1, 2, 4, 5, 6)があるが、休眠枝さしでは緑枝さしと違ってさし木当初は葉をもたず、発芽伸長に伴ってはじめて光合成が営まれ

る。従って、発根に対する葉の光合成の役割も、休眠枝さしと緑枝さしとは必ずしも同じでないことが推察される。

そこで本実験では、休眠枝さしの発根に対する光合成の役割を明らかにするために、まず自然条件下における発根過程と光合成の推移との関係を調査した。その結果、発芽後新芽の伸長に伴って光合成は徐々に増大するが、さし木 60 日後ごろまでは呼吸による CO₂ 排出量が光合成による CO₂ 吸収量を上まわり、両者が等しくなった 60 日後ごろから CO₂ 吸収量が急激に増大した。

Fig. 3. Time courses of the rate of apparent photosynthesis expressed on a cutting basis (A) and on a leaf area basis (B) after planting in hardwood cuttings of Delaware grapes grown under various light intensities.

他方、発根はさし木 50 日後にすでに認められ、60 日後では 80% 以上の発根率を示した。このことは、筆者らが先にブドウのさし木期間中のさし穂の乾物重の変化を調査 (3) した際に、さし木後減少を続けた乾物重が 60 日以上経過してはじめて増加に転じ、その時期にすでに発根が認められたこととよく一致した。このような結果から考察して、休眠枝さしにおける初期の発根に対しては、光合成の直接的な働きはほとんど関与しないように思われた。

温度条件を変えた場合のさし穂の発根及び新芽の発育状況についてみると、さし木 40 日後まではともに高温によって促進され、その後新芽の発育ではその傾向が続いたが、根の発育では逆に 20°C が良好となり、さし木 50 日後における根数や根重では 20°C が最も優れ、次いで 25°C、30°C の順となった。このような根の発育と見かけの光合成速度の変化との関係をみると、初期における高温での発根促進については、総量としてみたさし穂当たりの値も、また光合成能力としてみた単位葉面積当たりの値もともによく一致した。しかし、この時期におけるさし穂当たりの見かけの光合成速度の値はいずれも小さく、前述の自然条件下におけるさし穂の発根と光合成の変化との関係から推察して、この時期における発根促進が光合成に基づくものであるとは思われない。さし木 30 日後以降における見かけの光合成速度は、さし穂当たりと単位葉面積当たりとは違った変化の様相を示し、これらと発根との間には必ずしも一致した明らかな関係は認められなかった。しかし、初期において高い値を示した 30°C 及び 25°C の単位葉面積当たりの見かけの光合成速度の値が、さし木 30 日後及び 40 日後からそれぞれ減少に転じたのに対し、20°C では 50 日後まで

増大を続け、その 20°C において 50 日後の根数及び根重が最大となったことから推察して、この時期における発根は光合成とかなり密接に関係する可能性のあることがうかがわれた。

光条件を変えた場合には、しゃ光程度の強いさし穂で、発根や発芽がやや遅れる傾向がみられたが、さし木 60 日後では 2 枚しゃ光の発根が最も優れた。しかし、見かけの光合成速度はさし穂当たり及び単位葉面積当たりともに、常にしゃ光程度の弱いもののほど値が大きく、発根との間に一致した関係はみられなかった。その理由については、光合成の測定に際して同化箱をそれぞれの処理と同じ枚数の寒冷しゃでしゃ光したことが全体的に照度を低下させ、それが戸外における処理と相対させた条件下での測定を不可能にしたことが考えられる。しかし、この実験における暗黒区のさし穂に、少ないながらも一様に発根がみられたことは、ブドウ・デラウェアの休眠枝さしの発根に対する光合成の役割を知る上で、極めて重要なかぎが与えられたように思われる。すなわち、暗黒区でみられた発根は、当然ながら光合成とは全く関係なく、これと他のしゃ光の各区との間にみられた発根量の相違が、光合成の直接または間接的な働きによるものであることが教えられた。

摘 要

ブドウ・デラウェアの休眠枝さしの発根に対する光合成の役割を明らかにするために、種々の条件下のさし穂について、さし木後の見かけの光合成速度の変化と発根及び新芽の発育との関係を調査した。

1. 寒冷しゃ 1 枚でしゃ光した圃場条件下のさし穂について見かけの光合成速度の変化を調査したところ、さし穂当たりの値が正となったのは、発根が認められてよ

り 10 日以上も後であった。

2. 20°, 25° 及び 30°C 下に置かれたさし穂の発芽及び新芽の発育は、初期には高温ほど促進されたが、さし木 50 日後では 20°C の発根が最も優れ、次いで 25°, 30°C の順となった。さし穂当たり及び単位葉面積当たりで見かけの光合成速度は、初期には高温ほど値が高く、発根の遅速とよく一致した。単位葉面積当たりの見かけの光合成速度は、30°C ではさし木 30 日後に、また 25°C では 40 日後にそれぞれ最大を示し、その後減少したが、20°C では増大を続けた。他方、さし穂当たりの見かけの光合成速度はいずれの温度下のものもさし木期間中増大を続けた。

3. 異なった枚数の寒冷しゃでしゃ光したさし穂の発根及び新芽の発育は、初期にはしゃ光の弱いものほど促進される傾向があったが、さし木 60 日後では 2 枚しゃ光の発根が最も優れた。見かけの光合成速度は、それぞれの処理と同じ枚数の寒冷しゃで同化箱を覆って調査したが、それらの値の変化はさし木期間を通じてみた場合、発根との間に明らかな関係は得られなかった。また、さし木期間中暗黒条件下に置かれたさし穂では、すべてのさし穂に 2 本平均の発根がみられた。

4. これらの実験結果から、ブドウの休眠枝ざしにおける初期の発根に対しては新葉の光合成はそれほど関与

せず、暗黒下と他のしゃ光条件下のさし穂の間にみられた発根量の相違が、光合成とその関係要因によるものであることが教えられた。

引用文献

1. 弦間 洋. 1977. ブドウ・デラウェアの緑枝ざしにおける葉の有用性. 農及園. 52(9): 1171—1172.
2. HARTMANN, H. T. and D. E. KESTER. 1968. Plant Propagation (2nd ed.) p. 240.
3. 細井寅三・町田英夫・吉田利一. 1972. さし木中におけるさし穂内栄養成分の動向 (第 2 報). ブドウ休眠枝ざしにおける窒素並びに炭水化物成分の変化. 園学雑. 41(2): 127—132.
4. 町田英夫・大石 惇・細井寅三・小松春喜・鴨田福也. 1977. さし穂の光合成に関する研究 (第 1 報). 数種の植物の見かけの光合成速度の変化について. 園学雑. 46(2): 274—282.
5. 根岸賢一郎・佐藤大七郎. 1956. スギサシホのネが出るまでの同化, 呼吸と貯蔵物質の消費. 日林誌. 38(2): 63—70.
6. OHTA, K. and A. FURUKAWA. 1975. Root formation in Poplar cuttings. The effect of the leaf on root formation. J. Jap. For. Soc. 57(12): 420—424.
7. 大石 惇・町田英夫・細井寅三・小松春喜. 1978. 異なった温度条件下におけるさし穂の発根と呼吸. 園学雑. 47(2): 243—247.