

三要素の秋季施用がブドウ・デラウエアの秋季における光合成およびその産物の移行・分布に及ぼす影響

誌名	園藝學會雜誌
ISSN	00137626
著者名	古川,良茂 山下,尚浩
発行元	園藝學會
巻/号	43巻1号
掲載ページ	p. 1-6
発行年月	1974年6月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



三要素の秋季施用がブドウ・デラウェアの 秋季における光合成およびその産物の 移行・分布に及ぼす影響

古川良茂・山下尚浩

(京都大学農学部)

Effects of Autumnal Application of N, P and K on the Photosynthesis of Delaware grape (*Vitis labruscana* BAILEY), with Special Reference to the Translocation and Distribution of Photosynthates within the Vine

Yoshishige FURUKAWA and Naohiro YAMASHITA
Faculty of Agriculture, Kyoto University, Kyoto

Summary

Effect of autumnal application of N, P and K on photosynthesis and the translocation and distribution of photosynthates was studied with Delaware grapes grown in pots, using $^{14}\text{CO}_2$. The effect of the same treatments on shoot growth and cluster development in the following spring was also studied. The treatments consisted of all possible combinations of N, P and K and no fertilization (control).

The results of the present study imply that in the growing of grape vines N, P and K are required to be applied all together in the fall from the standpoint of accelerating the photosynthetic rate and translocation of photosynthates to the roots and also of promoting the shoot growth and cluster development of the following year.

N fertilization increased cluster length, number of clusters per vine, number of flowers per cluster and fruit growth in the following spring. P fertilization increased cluster length and number of clusters, but decreased number of flowers, whereas K fertilization did not affect cluster length and number of clusters, but increased number of flowers. Among the treatments, the combined application of N, P and K was most effective for the growth of clusters and fruits. As to the shoot growth, the treatments including N were promotive, whereas P, K and PK treatments did not exhibit any obvious effects.

緒言

ブドウ樹の樹勢回復にとつて、礼肥としての秋肥は最も大切なものである。

小林(7)はブドウ・デラウェアを用いて9月に三要素試験を行ない、翌年の展葉日、満開日および果実の肥大からして、N, P₂O₅, K₂O の三要素をともに秋肥として施すのが、これまでの慣行のNと K₂O の二要素を秋肥として与える方法よりも有効であると述べている。また、小林・中川(6)はブドウ樹を用いて秋季に摘葉処理を行ない、翌春の樹体生長および果実の発育にとつて、秋季

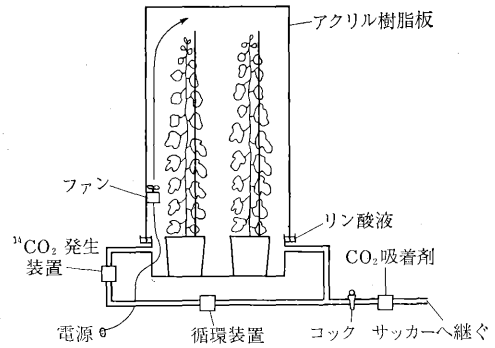
における同化養分の合成蓄積が大切であることを報告している。ところで、光合成能力あるいは光合成産物の移行・分布と、温度、光、生長調整物質などとの関係(5, 8, 10, 13, 14, 16)については多数の報告があるが、礼肥としての三要素との関係はいまだ明らかでない。

そこで、本報告ははち植えのブドウ・デラウェアを供試して、秋肥としての三要素が秋季の光合成能力および光合成産物の樹体内での移行・分布に及ぼす影響を ^{14}C $\overline{\text{O}_2}$ を用いて調査するとともに、翌春の樹体生長および花穂の発達に及ぼす影響について調査したものである。

材料と方法

実験 I 1970年の春先に一芽さししたブドウ・デラウェアの苗を、1970年8月8日から素焼きの30cmはちに1はち当たり4個体ずつ移植し、水道水のみでかん水して砂耕を開始した。8月28日から第1表に示した水耕液組成の異なる7処理区を設けて、1はち当たり1lずつ隔日にかん注して秋肥処理とした。その間は水道水で十分にかん水した。各処理区につき4個体を供試し、水耕液処理開始後7日目の9月4日に、アクリル樹脂で作った同化箱にはちを入れ、150 μ Ciの 14 CO $_2$ を与えて午前10時30分から12時30分まで2時間同化処理を行なった。なお、 14 CO $_2$ はBa 14 CO $_3$ にリン酸液を加えて発生させた。同化処理26時間後に全樹体を解体乾燥して分析調査に供した。

つぎに、1971年の春先から素焼きの30cmはちで砂耕して育てたブドウ・デラウェアの3年生つぎ木苗を供試して、9月9日から第2表に示した水耕液組成の異なる8処理区を設けて秋肥処理を開始した。水耕液は1はち当たり1lずつ隔日にかん注した。各処理区につき2個体を供試し、処理後10日目の9月19日に同化箱(第1図)にはちを入れて、1はち当たり50 μ Ciの 14 CO $_2$ を与えて、午後0時から午後3時まで3時間同化処理を行なった。同化処理開始後5日目の9月24日に全樹体



第1図 同化箱

を解体乾燥して分析調査に供した。また、同化処理に先立ち、9月12日から9月19日まで、葉内クロロフィル含量の変化を稲田式葉緑素計(KI-2型)を用いて測定した。なお、砂耕方法は小林ら(3, 9)の方法を参考にした。

14 Cの放射能の測定(15)は、乾燥粉末試料を湿式分解して発生した炭酸ガスを、モノ・エタノラミン：エチルセルソルブ(1:9V/V)に吸着させ、これにシンチレーター(POPOP 0.1g, PPO 4.0g, ナフタレン 100g, ジオキサン 1,000 ml)を加えた試料を、液体シンチレーション・カウンターで測定した。また、アルコール可溶性区分の測定は、エタノール85%で3回抽出した試料に、シンチレーターを加えて上記のカウンターで測定した。

実験 II 1971年の春先から素焼きの30cmはちに砂壤土を入れて栽植した3年生つぎ木苗を供試して、9月23日に第3表に示した8処理区を設けて秋肥の処理を開始した。1処理区につき5個体を供試して行ない、1972年のほう芽時から樹体生長および花穂の発達に及ぼす影響を調査した。

結果

実験 I 第4表は全樹体および部位別乾物重量を調

第1表 処理区と施用濃度

処理区	施用濃度 (ppm)		
	N	P $_2$ O $_5$	K $_2$ O
NPK区	80	80	80
NP区	80	80	0
NK区	80	0	80
N区	80	0	0
P区	0	80	0
K区	0	0	80
無肥区	0	0	0

N: 硫安 P $_2$ O $_5$: リン酸 K $_2$ O: 塩化カリ

第2表 処理区と施用濃度

処理区	施用濃度 (ppm)		
	N	P $_2$ O $_5$	K $_2$ O
NPK区	80	80	80
NP区	80	80	0
NK区	80	0	80
N区	80	0	0
P区	0	80	0
K区	0	0	80
PK区	0	80	80
無肥区	0	0	0

N: 硫安 P $_2$ O $_5$: 過リン酸石灰 K $_2$ O: 塩化カリ

第3表 処理区と施用量

処理区	施用量 (g/pot)		
	N	P $_2$ O $_5$	K $_2$ O
NPK区	4	4	4
NP区	4	4	0
NK区	4	0	4
N区	4	0	0
P区	0	4	0
K区	0	0	4
PK区	0	4	4
無肥区	0	0	0

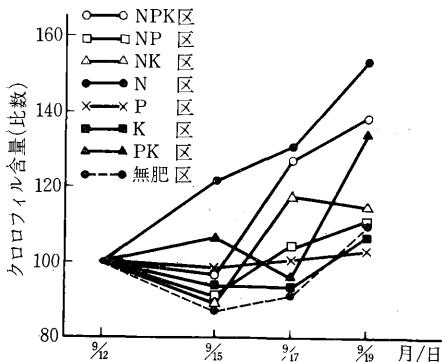
N: 硫安 P $_2$ O $_5$: 過リン酸石灰 K $_2$ O: 塩化カリ

第4表 全樹体および部位別乾物重量(g)

処理区 葉	1. 年 枝	旧しゅう+幹	根	全 樹 体
さし木苗				
NPK区 0.483(9.8)	0.358(7.3)	3.092(62.8)	0.996(20.2)	4.927(100)
NP 区 0.502(10.9)	0.292(6.3)	2.916(63.2)	0.902(19.6)	4.612(100)
NK 区 0.582(12.1)	0.316(6.6)	2.746(56.9)	1.179(24.4)	4.823(100)
N 区 0.586(12.1)	0.311(6.4)	2.998(61.9)	0.949(19.6)	4.844(100)
P 区 0.606(13.1)	0.301(6.5)	2.534(55.0)	1.170(25.4)	4.611(100)
K 区 0.479(10.1)	0.283(5.9)	3.052(64.1)	0.945(19.9)	4.759(100)
無肥区 0.441(9.7)	0.341(7.5)	2.833(62.0)	0.945(20.9)	4.567(100)
3 年 生 樹				
NPK区 22.8 (18.8)	14.1 (11.7)	21.6 (17.9)	62.5 (51.7)	121.0(100)
NP 区 15.7 (13.2)	10.3 (8.7)	23.9 (20.2)	68.6 (57.9)	118.5(100)
NK 区 22.6 (18.7)	13.4 (11.1)	27.3 (22.7)	58.1 (47.6)	121.4(100)
N 区 18.4 (15.0)	12.0 (9.7)	26.5 (21.4)	66.3 (54.0)	123.0(100)
P 区 27.0 (21.7)	14.5 (11.8)	28.6 (23.4)	52.8 (43.2)	122.2(100)
K 区 22.5 (18.3)	13.5 (11.0)	20.1 (16.4)	66.4 (54.4)	122.4(100)
PK 区 18.9 (16.6)	12.5 (11.0)	26.7 (23.3)	56.7 (49.2)	114.8(100)
無肥区 20.5 (17.6)	10.9 (9.4)	31.0 (26.8)	54.4 (46.3)	116.7(100)

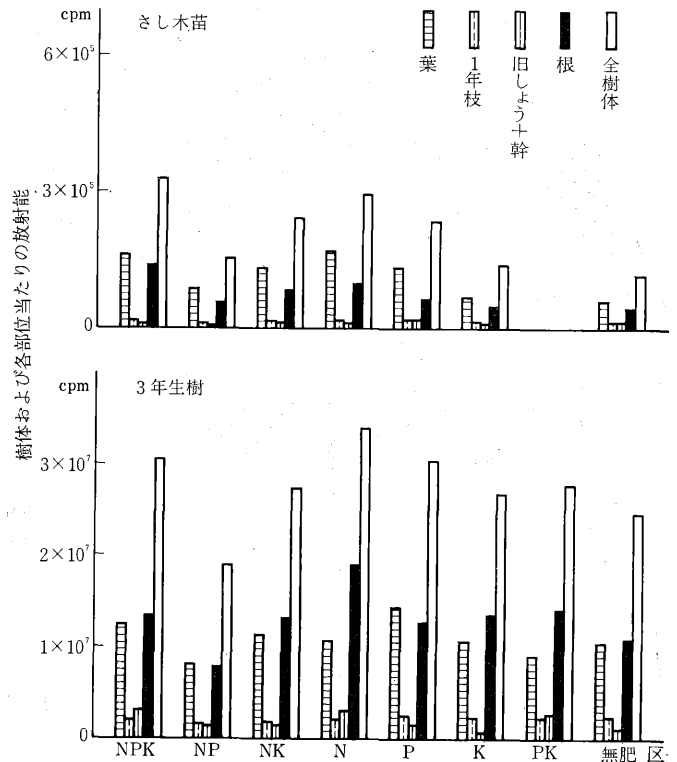
査したものである。()内に各部位の全樹体に占める割合を示した。この結果、さし木苗および3年生樹とも、全樹体重量および各部位の全樹体に占める割合において、処理区間に著しい差異が認められなかつた。

第2図は1971年における各処理区の葉内クロロフィル含量を調査したものであり、9月12日における値を100としてその変化を表わしたものである。秋肥(水耕液)処理開始後6日目の9月15日にすでに処理区間に差異が認められ、Nを含む4区は明らかに葉内クロロフィル含量が多く、とくに、N区およびNPK区において高い値を示した。この結果より、同化処理を行なつた9月19日には、秋肥処理の効果が十分に現われていたものと考えられる。

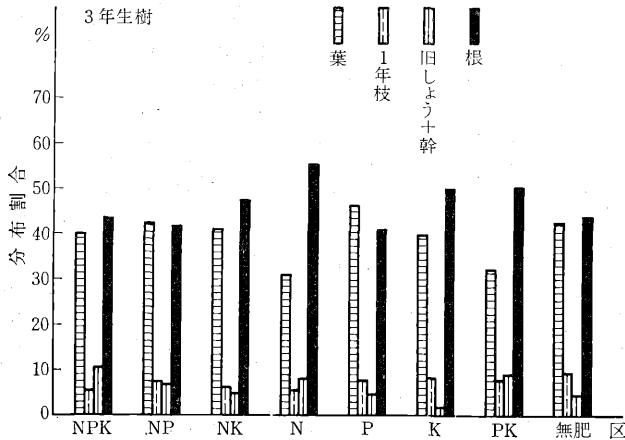


第2図 葉内クロロフィル含量に及ぼす影響

第3図は全樹体および各部位への¹⁴Cの取り込み量によつて、光合成能力に及ぼす影響を調査したものである。全樹体への取り込み量についてみると、さし木苗による実験では、三要素をともに与えたNPK区が 3.34×10^6 cpmと最も高い値を示し、ついで、N区の 2.96×10^6 cpm, NK区の 2.47×10^6 cpmおよびP区の 2.36×10^6 cpmの順であり、NP区は 1.58×10^6 cpmとNを含む区の中で最も低い値を示した。また、3年生樹による実験では、N区が 3.41×10^7 cpmと最も高い値を示し、ついで、三要素をともに与えたNPK区の 3.05×10^7 cpm, P区の 3.04×10^7 cpm, PK区の 2.77×10^7 cpmおよびNK区の 2.73×10^7 cpmであり、NP区はNを含んでいるにもかかわらず、全処理区のうち最低値である 1.89×10^7 cpmの値を示した。このように、三要素をともに与えたNPK区およびN単用のN区において、秋季の光合成能力が優れ



第3図 全樹体および各部位への¹⁴Cの取り込み量



第4図 14C-光合成産物の分布割合

ていた。また、 P_2O_5 単用のP区においても光合成能力が少し高まつたが、Nと混用したNP区においては光合成能力が著しく劣つていた。つぎに、各部位への ^{14}C の取り込み量についてみると、同化处理26時間後に解体調査したさし木苗による結果および同化处理後5日目の同化養分が十分に移行・分布したと思われるときに解体調査した3年生樹による結果のいずれにおいても、各区での根への取り込み量は全樹体への取り込み量と並行的関係にあつたが、葉への取り込み量はかならずしもそのような傾向を示さなかつた。この結果より、秋季の光合成能力(全樹体への取り込み量)と光合成産物の根への移行能力(根への取り込み量)との間には密接な関係があるものと考えられる。

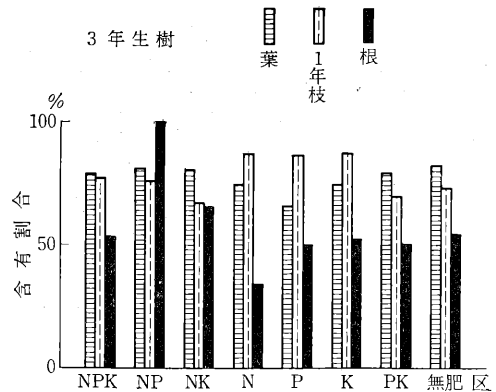
第4図は3年生樹における光合成産物の各部位への分布割合を調査したものである。全処理区とも光合成産物の約80%以上が葉と根に分布していたが、とくに、根に最も多く分布していた。そこで、光合成能力と密接な関係があると考えられる(第3図参照)根への分布割合についてみると、 P_2O_5 を含まない施肥区、すなわち、N区、K区およびNK区では、それぞれ55.3%、50.0%および47.7%であつた。これに対して、 P_2O_5 を含むP区、NP区、PK区およびNPK区では、それぞれ41.0%、42.1%、50.2%および43.5%であつた。このように、Nおよび K_2O は光合成産物の根への移行・分布を促進したのに対して、 P_2O_5 は単用およびNと併用された場合にその働きをむしろ抑える傾向を示した。

第5図は葉、1年枝および根における ^{14}C のアルコール可溶性区分に含まれる割合を調査したものである。葉および1年枝については処理区間に著しい差異はみられなかつたが、根においてはかなりの差異が認められた。すなわち、根への光合成産物の移行・分布が最も優れた

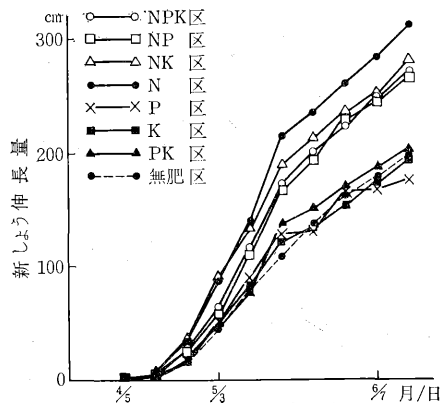
N区においては、32.9%と最も低い値を示し、移行してきた光合成産物の約6割以上がアルコール不溶性物質に転換していた。これに対して、光合成産物の根への移行・分布が最も劣つたNP区においては、約100%の値を示し、根における光合成産物のアルコール不溶性物質への転換が抑制されていた。

実験II 第6図は6月7日までの新しよう伸長量を調査したものである。秋肥としてNを含む区は、すべて新しよう伸長が促進され、とくに、N単用のN区が最も優れていた。これに対し、Nを含まないP区、K区およびPK区は無肥区とほとんど変わらなかつた。このように、秋肥としてNのは翌春の新しよう伸長を促したが、 P_2O_5 および K_2O はほとんど影響を及ぼさなかつた。

第5表は花穂の発達に及ぼす影響を調査したものである。開花期に当たる5月26日の花穂長をみると、秋肥



第5図 アルコール可溶性区分に含まれる割合



第6図 新しよう伸長量に及ぼす影響

第5表 花穂の発達に及ぼす影響

処理区	花穂長 (5/26)	1新し う当 たりの 花穂 数	1花穂 当 たりの 着 花 数	1樹 当 た り の 総 花 数	100花 ら い 乾 物 重 量 (5/16)	1樹 当 た り の 総 花 ら い 乾 物 重 量 (5/16)	果 径 (5/16)
	cm				mg	mg	mm
NPK区	3.4	2.40	76	364	41	149.2	5.22
NP区	3.2	2.00	23	92	95	87.4	4.94
NK区	3.1	1.75	62	218	50	109.0	4.56
N区	4.0	2.00	80	320	52	166.4	4.81
P区	3.0	2.33	38	178	75	133.5	3.93
K区	1.9	1.91	67	256	51	130.6	3.45
PK区	3.1	2.11	58	244	60	146.4	3.68
無肥区	2.3	1.67	44	146	50	73.0	3.25

の中にNおよび P₂O₅ を含む各区 (NPK 区, NP 区, NK 区, N区, P区および PK 区) において、ともに花穂長の増大がみられた。また、1新しう当たりの花穂数についても、NK 区を除き、花穂長と同じくNおよび P₂O₅ により増加する傾向がみられた。つぎに、1花穂当たりの着花数についてみると、Nおよび K₂O を含む各区 (NPK 区, NP 区, NK 区, N区, K区および PK 区) において、NP 区を除いてともに著しい増加がみられた。これに対して、P₂O₅ を含む K₂O を含まない2区 (NP 区および P区) においては逆に減少する傾向がみられた。また、1樹当たりの総花数についても、1花穂当たりの着花数とまったく同様な傾向がみられた。つぎに、花らしいの発育に及ぼす影響を100花らしい乾物重量でみると、1樹当たりの総花数が少ないNP区およびP区において大きな値を示したように、全体として、1樹当たりの総花数とは逆の傾向を示した。つぎに、果実肥大に及ぼす影響を6月14日の果径でみると、NPK区が最も大きな値を示した。そして、Nを含む4区が大きな値を示したのに対して、Nを含まない3区は無肥区とほとんど変わらなかつた。以上のように、秋肥としてのNは、花穂長、花穂数、総花数および果実の肥大を促進した、また、秋肥としての P₂O₅ は、花穂長および花穂数を増加したが総花数を減少した。これらに対して、秋肥としての K₂O は、花穂長および花穂数とはほとんど関係がなかつたが、総花数を増加した。処理区別にみると、三要素をともに与えた NPK 区が花穂の発達および果実の肥大からみて最も良好であつた。

考 察

古くは Heinicke (2) により、秋肥としての硫安施用が秋季の同化作用を促進することが報告されているが、秋肥としての三要素と秋季の光合成能力および光合成産物の樹体内での移行・分布との関係について報告したものはない。そこで、秋肥としての三要素の働きについて考えてみると、すでに述べたように、Nは葉内クロロフ

イル含量を増して落葉期を遅延させるとともに、葉における光合成能力および光合成産物の根への移行・分布を促進した。同様な結果を Hartt (1) もサトウキビを用いて報告している。また、P₂O₅ は葉における ¹⁴CO₂ の取り込み量を増したが、光合成産物の根への移行・分布を抑制した。また、K₂O は葉における光合成能力にはほとんど関係がなかつたが、光合成産物の根への移行・分布を促し、根における貯蔵養分を増加させた。これらのこと、伊東(4)が ¹⁴CO₂ を用いてトマトで行なつた実験により、光合成産物が葉内に蓄積すると光合成速度を抑えることを報告していること、吉田(17)が ¹⁴CO₂ を用いて水稲で Kursanov (11) らの主張するように根が高等植物の物質合成の場であることを示していること、K₂O が植物のヘキソースより多糖類への合成過程に直接的に寄与していること(12)および本実験で示されたように、光合成能力の高い処理区の根におけるアルコール可溶性区分の割合が低いこと(第5図)などを考え合わせると、秋肥の問題を論じる場合には、光合成産物の根への移行・分布を考慮することが重要になつてくる。この意味からして、従来行なわれてきたNと K₂O の二要素を施用する方法は、光合成能力の促進および光合成産物の根への移行を促すことから考えて正しい方法と考えられる。ところが、本実験において示されたように、Nおよび K₂O とともに P₂O₅ を与える方が、Nと K₂O の二要素を与えるよりも秋季の光合成能力の促進および翌春の花穂の発達からみて良好な結果をもたらした。このことは P₂O₅ により光合成能力および花穂の発達が促進されたように見えるが、P₂O₅ を N と併用した場合に光合成能力が著しく抑制されたことから推察されるように、P₂O₅ の作用は複雑で明らかでなく、この点に関してはさらに研究を要するところである。

摘 要

1. はち植えのブドウ・デラウェアを供試して、秋肥としての三要素 (N, P₂O₅, K₂O) が秋季の光合成能力および光合成産物の樹体内での移行・分布に及ぼす影響を ¹⁴CO₂ を用いて調査するとともに、翌春の樹体生長および花穂の発達に及ぼす影響について調査した。
2. 秋肥としてのNは、秋季の葉内クロロフィル含量および光合成能力を高めるとともに光合成産物の根への移行を促進した。また、P₂O₅ は葉における光合成能力を高めたが、光合成産物の根への移行を抑制した。これ

に対して、 K_2O は葉における光合成能力には影響を及ぼさなかつたが、光合成産物の根への移行を促進した。

3. 秋肥として Nは、花穂長、花穂数、総花数および果実の肥大を促進した。また、 P_2O_5 は花穂長および花穂数を増加したが、総花数を減少した。これらに対して、 K_2O は花穂長および花穂数とはほとんど関係がなかつたが総花数を増した。結局、三要素をともに施用した場合、花穂の発達が最も優れた。一方、翌春の新しより生長はNの施用によつて促進され、 P_2O_5 および K_2O の影響は明らかでなかつた。

謝辞 本実験の遂行に当たり、御指導をいただいた小林 章博士に深謝の意を表します。

引用文献

- HARTT, C. E. 1970. Effect of nitrogen deficiency upon translocation of ^{14}C in sugarcane. *Plant Physiol.* 46 : 419-422.
- HEINICKE, A. J. 1934. Photosynthesis in apple leaves during late fall and its significance in annual bearing. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 32 : 77-80.
- 伊藤操子・小林 章. 1969. 開花前の栄養がブドウの花房の発育と結実におよぼす影響(I). 京大食研報告. 32 : 39-43.
- 伊東 正. 1971. そ菜の光合成特性とその栽培的意義(第2報). 園学雑. 40 : 41-47.
- 門屋一臣・田中 仁. 1971. 温州ミカンの光合成産物の転流および分配に関する研究(第1報). 園学雑 41 : 23-28.
- 小林 章. 1953. 落葉果樹の施肥期の問題. 農及園. 28 : 241-245.
- . 1970. ブドウ園芸. 養賢堂
- . 古川良茂・山下浩浩・門屋一臣・田中 仁. 温州ミカンの光合成産物の転流に関する研究. 園芸学会昭和46年度春季大会研究発表要旨 : 54-55.
- . 細井寅三・磯田竜三. 1955. 葡萄の砂耕における肥料三要素濃度と樹体の生長ならびに果実収量との関係(第1報). 園学雑. 23 : 214-220.
- KRIEDMANN, P. E. 1968. An effect of kinetin on the translocation of ^{14}C -labelled photosynthate in citrus. *Aust. J. Biol. Sci.* 21 : 569-571.
- KURSANOV, A. L. 1956. Recent advances in plant physiology in the U. S. S. R. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 7 : 401-436.
- 奥田 東. 1959. 肥料学新説. 養賢堂.
- QUINLAN, J. D., and R. J. WEAVER. Influence of benzyladenine, leaf darkening and ringing on movement of ^{14}C -labelled assimilates into expanded leaves of *Vitis vinifera* L. *Plant Physiol.* 44 : 1247-1252.
- SHINDY, W., and R. J. WEAVER. 1967. Plant regulators alter translocation of photosynthetic products. *Nature* 214 : 1024-1025.
- VAN SLYKE, D. D., J. PLAZIN, and J. R. MEISIGER. Reagents for the Van Slyke-Forch wet carbon combustion. *J. Biol. Chem.* 191 : 299-304.
- WEAVER, R. J., W. SHINDY, and W. M. KLIEWER. 1969. Growth regulator induced movement of photosynthetic products into fruits of 'Black Corinth' grapes. *Plant Physiol.* 44 : 183-188.
- 吉田武彦. 1968. 水稻根における光合成産物の変化動態について、作物根の生理的活性に関する研究(第8報). 日本土肥誌. 39 : 258-263.