

柑橘類の生態学的研究

第1報 見掛けの同化量について

吉村 不二男・岩川 孝

(高知大学農学部園芸学研究室)

Ecological studies of citrus trees

I. On the quantities of the apparent assimilation in various cases

Fujio YOSHIMURA, Takaya IWAGAWA

(*Horticultural Laboratory, Agricultural Faculty, Kochi University*)

I 緒 言

果樹栽培上光合成が重要な事は云うまでもないが、それについての研究は主として落葉果樹を材料としており、常緑果樹を材料としたものが少い。そこで、筆者等は栽培上の資とするために柑橘葉の同化、呼吸及び転流の実態を知る必要があると考え、1953、1954年の両年に種々の実験調査を行ったが、その内、見掛けの同化量の季節的变化を主体として報告する。

当実験調査に際し種々便宜を計られた当教室門田寅太郎教授及び校閲の勞を賜われた京都大学小林章教授に厚く感謝する。

II 実 験

1. 柑橘園の成木葉の見掛けの同化量について

1. 実験材料及び方法：測定期間は1953年3月27日より同年12月末まで、ほぼ一週間毎に測定した。場所は高知県香美郡香我美町の南面の階段畠である。材料として3本の約20年生枳殻砵早生温州みかん及び2本の約40年生枳殻砵日向夏みかんを用いた。実験方法は打抜き法である。夫々の材料の樹冠内の任意の葉を選び、塵埃、薬剤をよく除いた後、所定の時刻に径1cmの打抜き器で50枚宛打抜き、直ちに100°Cで乾燥した後80°Cに移し、約12時間放置して、その乾重を秤量した。打抜き時刻は午前7時からと午後2時30分からとの2回で、午前、午後の打抜き位置が主脈を中心に左右対称で、その乾重の変化量を見掛けの同化量とした。尚、材料の管理は普通の方法である。

2. 実験結果：温州みかんの不結実枝及び結実枝の前年生春葉、当年生春葉について、また日向夏みかんについて同様に1953年に測定した所、次の第1、2、3、4表及び第5、6、7、8表を得た。

第9表 温州みかんの陰生葉の見掛けの同化量

1953年8月4日 快晴

区	項目	実測総日照量 30分毎の合計Lux	温度 °C	葉乾重 mg		見掛けの同化量 mg	午前7時の葉乾重 100mg当りの見掛けの同化量 mg
				午前7時	午後2時30分		
日照量	100%区	1037800(100.0)	30.8	558.6	586.2	27.6	4.995 (100.0)
	50%区	578600(55.8)	31.0	467.4	498.6	31.2	6.632 (134.2)
	30%区	330200(31.8)	30.2	459.3	474.6	15.3	3.331 (67.4)
	10%区	130600(12.6)	29.3	318.5	322.5	4.0	1.256 (25.4)

1953年8月12日 快晴

日照量	100%区	1020500(100.0)	33.6	561.3	582.8	21.5	3.830 (100.0)
	50%区	551500(54.0)	34.4	479.9	508.4	28.5	5.939 (155.0)
	30%区	315250(30.9)	32.9	456.7	469.5	12.8	2.803 (73.2)
	10%区	107560(10.5)	31.2	305.1	308.5	3.4	1.114 (20.5)

1953年8月19日 曇天

日照量	100%区	486650(47.3)	33.5	553.4	575.2	21.8	3.939 (100.0)
	50%区	251000(24.4)	33.8	461.2	471.4	10.2	2.212 (56.2)
	30%区	145695(14.2)	33.7	457.4	460.4	3.0	0.656 (16.7)
	10%区	45345(4.4)	32.5	319.4	318.7	-0.7	-0.219 (-5.4)

註 1. 実測総日照量は30分毎測定値の合計。

2. () は100%区を100とした比数, () は8月4日, 8月12日の晴天を平均したものを100とした比数である。

即ち, 当日晴天であったが, 見掛けの同化量が最も多いのは50~60%区で100%区を100とすると130~155で, 30~40%区, 10~20%区が100%区の100に対して夫々67~73, 25~29である。また8月12日の曇天時の日照量は8月4日, 19日の晴天時の約半量で, 従って30~40%区は晴天時の10~20%区に相当し, 10~20%区では僅かに晴天時の日照量の44%に過ぎない。晴天時と気温がほぼ同じであったためか, 見掛けの同化量は夫々の総日照量にほぼ比例しており, 曇天の10~20%区は負となっている。

実験結果(2): 2ヶ年間普通に管理した鉢植の温州みかん幼樹を, 当日のみ遮光枠中に入れ, 遮光栽培3ヶ年の幼樹と見掛けの同化量を比較測定した所, 第10表の如き結果を得た。

第10表 みかんの遮光葉, 陰生葉の見掛けの同化量

1954年9月11日 晴天 鉢植幼樹

区	項目	実測総日照量 Lux	温度 °C	対照区 (当日のみ遮光した陽生葉)				遮光区(3カ年間遮光栽培した陰生葉)			
				葉乾重 mg		午前7時の葉乾重 100mg当りの見掛けの同化量 mg	葉乾重 mg		午前7時の葉乾重 100mg当りの見掛けの同化量 mg		
				午前7時	午後2時30分		午前7時	午後2時30分			
日照量	100%区	1032000(100)	28.3	501.0	527.3	26.3	5.016(100)	568.5	597.0	28.5	5.013(100)
	50%区	650000(63.0)	28.4	525.2	559.1	33.9	6.455(128.7)	477.7	509.0	31.3	6.552(130.7)
	30%区	345000(33.4)	28.3	518.1	534.8	16.7	3.223(64.3)	453.1	468.2	15.1	3.333(66.5)
	10%区	147000(14.2)	27.0	520.5	523.5	3.3	0.632(12.6)	300.5	303.9	3.4	1.131(22.6)

註 1. 遮光葉とは2年間露地栽培したものを当日のみ遮光, 陰生葉とは3年間遮光栽培したものを。

2. 実測総日照量とは30分毎測定値の総和で, 午前7時から午後2時30分迄である。

即ち, 大体の傾向は前結果の晴天時と同じであるが, 対照区の当日のみ遮光した葉(陽生葉を遮光したもので遮光葉と表現する)と遮光区の葉(陰生葉と表現する)との間に, 面積当の見掛けの同化量に差が認められないが, 葉乾重当りでは, 陰生葉の方が多く, 特に10~20%区において明瞭である。

Ⅱ 考 察

午前7時と午後2時30分との葉乾重の差をその一日の見掛けの同化量とみなしたが、筆者等が温州みかん葉の同化の日変化を追求して、午後3時以後には殆んど見掛けの同化量がない事を認めており、⁽¹⁹⁾葡萄、^{(5),(6),(7),(8),(9)}和梨、^{(15),(16)}でも同様の事が論ぜられている。同化は内外の諸因子の総合の働きによるもので、一要因のみを単純に取出して考える事は困難な上に不自然である。その上、此処で考察する見掛けの同化量は真の同化量に呼吸量、転流量が影響したもので、且、測定期間も極めて永く春より初冬に及び、圃場で測定したものであるから、内外の諸要因が一層複雑に作用している。

1. 見掛けの同化量の季節的变化：同化作用は一般に春より増加して夏に最大となり、秋冬にかけ減退すると云われているが、伸長中又は伸長停止後の新葉は同化作用が活潑である。^{(4),(14)}当実験では、温州みかん、日向夏みかん共に新葉の見掛けの同化量は晩春季に最も多く、夏、秋、冬と順次減少しているが、旧葉の見掛けの同化量は、3月から9月にわたつて変化なく、常に新葉の方が旧葉より多い。此の新葉の見掛けの同化量が春より冬にかけ漸減する理由は、温度及び総日照量が夏、秋、冬と順次減少する事にもよるが、それ以上に、葉自体の生長による(葉乾重が12月末迄増加している)老化のため、同化機能が衰退したためであろう。又、生育が盛で多量の同化養分を要する時期は同化作用も盛であると考えられるが、温州みかん、日向夏みかんの展芽伸長が盛で、蕾も急激にふとる5月上旬から6月下旬にかけて、旧葉の見掛けの同化量が特別に多くない。此の事は常緑樹の柑橋類でも展芽期の生活源が旧葉の当時の同化養分のみによるのではない事を示している。これは常緑樹の樹幹内炭水化物量が冬季間徐々に増加し、展芽期に急激に減少し、年間の最低量になる事からもうなづける。⁽¹²⁾

2. 新、旧葉の見掛けの同化量：今、温州みかん、日向夏みかんの結実枝及び不結実枝について新、旧葉の見掛けの同化量の度数分布を推計すると第11表となる。

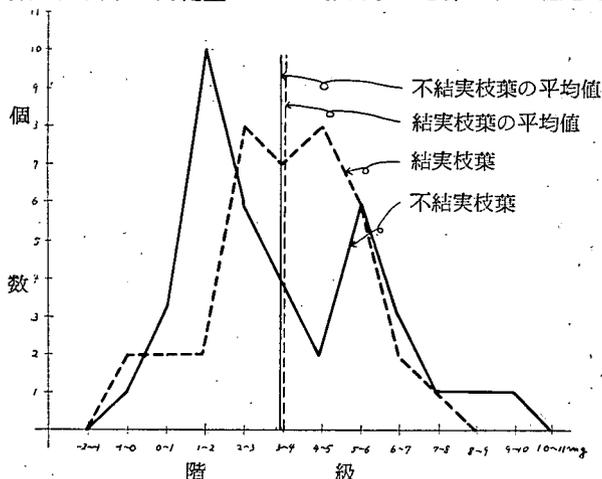
第11表 柑橋新旧葉の見掛けの同化量 (午前7時の葉乾重100mg当mg)の比較

種 類 枝 の 種 類 階 級 mg	温 州 み か ん				日 向 夏 み か ん			
	不 結 実 枝		結 実 枝		不 結 実 枝		結 実 枝	
	旧 葉	新 葉	旧 葉	新 葉	旧 葉	新 葉	旧 葉	新 葉
9~10	個	1個	個	個	個	1個	個	個
8~9	1	1			1			
7~8		1				1		2
6~7		3		1		4	2	3
5~6	3	3	2	4	4	6	1	7
4~5		3		8	4	1	2	
3~4	4	3	3	4	4	6	2	3
2~3	3	5	4	4	2	3	5	5
1~2	6	5	2		1	2	1	3
0~1	4	2	2			2	1	3
-1~0	2	1	2		3	1		
-2~-1					1			
合 計 個	23	28	15	23	22	27	15	26
平 均 値 mg	2.42	3.72	2.22	4.32	3.66	4.14	3.84	3.86
流 行 値 mg	1.5	2.0	2.5	4.5	4.5	4.5	2.5	5.5

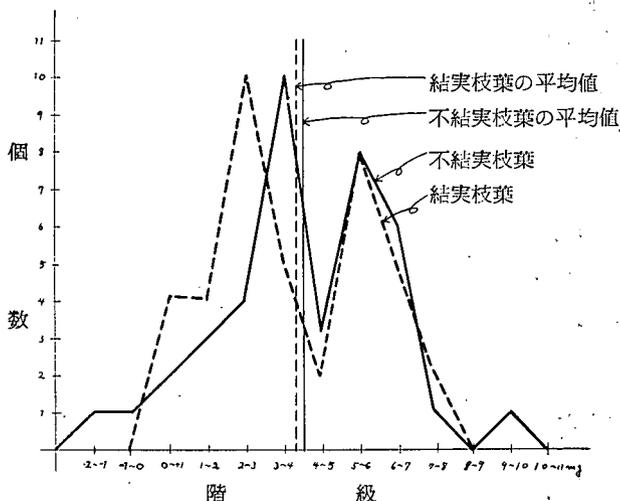
、即ち、いずれも新葉の見掛けの同化量が旧葉より多いが、その流行値では新葉の方が遙かに多い。換言すると、新葉は同化機能が高く、同化作用が活潑であるが、外的因子に対して不安定であると云える。尚、新葉の生長は11月中~下旬迄盛で、以後12月末迄は極めて緩慢で、12月末でも

旧葉の状態に逆生長していない。

3. 結実枝と不結実枝の葉の見掛けの同化量：温州みかん，日向夏みかんの結実枝葉，不結実枝葉の見掛けの同化量について推計すると第1，2図となる。



第1図 温州みかんの結実枝葉及び不結実枝葉の見掛けの同化量の比較 (午前7時の葉乾重100mg当mg)



第2図 日向夏みかんの結実枝葉及び不結実枝及び葉の見掛けの同化量の比較 (午前7時の葉乾重100mg当mg)

即ち，平均値に於いて，温州みかん，日向夏みかん共に，結実枝葉と不結実枝葉との見掛けの同化量の中に於いて，両者共に結実枝葉の方が狭い。之は結実現象が葉の同化機能を高めないが，外的因子に対して安定性を高めていると考えられる。他方，結実枝及び不結実枝の新葉の見掛けの同化量の季節的变化を検討すると，着果後果実の生長が盛なり月上旬から10月中～下旬の間には両者共に結実枝葉の方が少ない。之は果実の生長によつて，葉からの同化養分の転流が活発化している事を意味すると思う。更に温州みかんでは10月下旬から12月下旬にかけて結実枝葉の見掛けの同化量が不結実枝葉よりも多く，初冬にかけて甚しく減少していない。その理由は不明であるが，結実枝葉の同化機能が安定している事を意味していると思う。

4. 晴天，曇天及び雨天の見掛けの同化量：今，1953年4月より12月迄の晴天，曇天及び雨天の総日照量及び温度を示すと第12，13表の如くである。

第12表 1953年の晴天，曇天，雨天の総日照量の季節的变化 Cal/cm² ロビッチ露出計

項目	晴 天	晴，曇 天	曇 天	曇，雨 天	雨 天
4 月	549 (100)	516 (85.4)			96 (17.5)
5 月	610 (100)	469 (77.9)	345 (56.5)	240.5 (39.5)	147 (24.7)
6 月	625 (100)	528 (84.5)	386 (61.7)	282 (45.1)	100 (16.0)
7 月	577 (100)	552 (95.1)	351.6 (60.9)	205 (35.6)	153.5 (26.6)
8 月	514 (100)	302 (58.7)	288.7 (56.2)	—	125 (24.3)
9 月	550.5 (100)	440 (79.9)	414 (75.2)	223 (40.5)	100 (18.2)
10 月	440 (100)	402 (91.4)	302.7 (68.8)	196 (44.5)	95 (21.6)
11 月	378.4 (100)	345 (91.2)	247 (65.3)	—	82 (21.7)
12 月	306.7 (100)	298.8 (97.4)	145.3 (47.4)	—	—
平均%	100 %	60~97 %	48~75 %	40~51 %	16~30 %

註 高知測候所の測定値による。

第13表 1953年の晴天, 曇天, 雨天の日8回平均気温の比較 °C

	晴天	曇天	晴天との差		
			晴天との差	雨天	晴天との差
4 月	16.5 °C	14.9 °C	-1.6 °C	14.9 °C	-1.6 °C
5 月	19.8	18.5	-1.3	17.3	-2.5
6 月	22.0	21.5	-0.5	21.9	-0.1
7 月	25.8	25.3	-0.5	25.3	-0.5
8 月	28.3	27.4	-0.9	25.4	-2.9
9 月	26.6	25.4	-1.2	23.5	-3.1
10 月	17.0	17.0	0	17.0	0
11 月	13.8	13.8	0	12.3	-1.5
12 月	8.7	8.6	-0.1	10.2	+1.5
晴との差温平均			-0.79		-1.30

註 高知測候所の測定値による。

即ち、曇天の総日照量は晴天の約50~95%で、雨天は晴天の15~45%である。また曇天の温度は晴天より0.79°C低く、雨天では晴天より1.3°Cも低い。測定結果の内、一応撒布薬剤の影響がなかったと考えられるものを集め、不結実枝葉、結実枝葉及び新、旧葉の別なく、温州みかん、日向夏みかん夫々につき、晴天(晴時々曇を含む)、曇天(曇時々晴、晴後曇、曇後晴等を含む)及び雨天(曇時々雨、雨後曇、曇後雨等を含む)に別けて、その度数分布を推計すると第14表となる。

第14表 晴天, 曇天, 雨天の柑橘葉の見掛けの同化量の比較 (午前7時の葉乾重100mg当mg)

種類 天候 階級 mg	温州みかん			日向夏みかん		
	晴天	曇天	雨天	晴天	曇天	雨天
	9~10	個	個	個	個	1個
8~9		1				
7~8		1		1	1	
6~7	2	2		4	4	2
5~6	4	3	2	4	6	2
4~5	3	3	2	2	5	2
3~4	3	7	3	3	3	1
2~3	6	6		7	3	
1~2	6	2	2	2	2	1
0~1	1	2	1	2	2	1
-1~0		2			1	1
-2~-1					1	
合計 個	25	29	10	25	29	10
平均値 mg	3.34	3.50	32.3	3.86	4.09	3.80

即ち、平均値に於いて曇天がやや多く雨天がやや少くなっているが、晴天、曇天、雨天の間に顕著な差が認められない。これは測定が極めて長期に亘つたため、その材料の生理的狀態が全て異り、日照量、照度及び温度等の影響も異り、比較の条件として充分であつたとは云えない。然し、温州みかん、日向夏みかん共に分布の中が曇天は広く、晴天、雨天は狭い。曇天には雲の狀態が色色と異り、見掛けの同化量の多少の差が著しくなる。然し乍ら、第9、10表にみる如く日照量が晴天の約50%に減ぜられると、その見掛けの同化量は逆に増加し、また日照量が30%に減ぜられると、見掛けの同化量は減少して自然のもの67%となる。温州みかんと同様に比較的陰樹的性質の強い⁽¹⁰⁾ 葡萄でも同様の事が認められ、且、此の傾向は秋に一層顕著である^{(5),(6),(7),(8),(9)}。

又、同表の10%区の如く、日照量が晴天の13.3%に減ぜられると、見掛けの同化量が晴天の

ものの12%となる。此の事から、晴天の日照量の15~45%である雨天では、その見掛けの同化量が、晴天の25~28%程度であろうと推定出来る。故に、樹体の生理的条件が比較的似ている9月15日(晴)と9月13日(曇)との及び9月30日(雨)と10月2日(晴)との見掛けの同化量を測つた所、第15, 16表の如き結果となった。

第15表 柑橘成木の雨天, 晴天時の見掛けの同化量

(1953年. 9月30日. 10月2日)

月日	天気概況	午前 の 度	午後 の 度	温州みかん		見掛けの 同化量	日向夏みかん		見掛けの 同化量
				午前 の 葉 乾 重	午後 の 葉 乾 重		午前 の 葉 乾 重	午後 の 葉 乾 重	
9. 30	雨	21°C	21.5°C	394.0mg	406.8mg	+12.8mg	385.5mg	389.5mg	+ 4.8mg
10. 2	晴	26.5	28	398.7	422.3	+23.6	356.5	381.7	+25.2

当日の天候(高知測候所)

月日	気 温			湿度	日 照 時 数	全 雲 量 9~15	日 照 量		降 水 量 全 量
	最 低	最 高	平 均				総 量	最 高	
9. 30	°C 20.0	°C 23.5	°C 21.3	% 96.5	—	10 10	Cal/cm ² 104	Cal/cm ² 19	mm 19.7
10. 2	17.5	28.6	21.5	71.5	9.4	0 1	412	59	—

- 註 1. 10月2日には9月30日と同じ新梢上の葉を用う。
2. 測定時刻は午前7時と午後2時30分である。

第16表 温州みかん幼樹の曇天, 晴天時の見掛けの同化量

(1954年. 9月13日. 15日)

月 日	天気概況	気 温		葉 乾 重		見掛けの同化量
		午前7時	午後2.50	午前7時	午後2時30分	
9月18日	曇	24.0°C	28.1°C	500.6mg (100)	510.5mg (119.78)	9.9mg (19.78)
9月15日	晴	24.0	30.2	498.4 (100)	497.9 (119.06)	9.5 (19.06)

当日の天候(高知測候所)

月 日	気 温			湿度	日 照 時 数	全 雲 量 9~15	日 照 量 総 量	降 水 量 全 量
	最 低	最 高	平 均					
9月13日	°C 24.0	°C 28.6	°C 26.0	% 94	0	10 10	Cal/cm ² 118	mm 3.2
9月15日	21.8	32.2	27.9	78	11.1	0 0	561	0

- 註 9月13日, 15日には同じ葉から材料をとる。

即ち、温州みかん、日向夏みかんの見掛けの同化量は共に雨天時に少く、明瞭に晴天との差が認められたのに反し、曇天時は晴天時より見掛けの同化量が多いがその差が著しくない。換言すると柑橘葉は曇天と雖も盛に同化し、見掛けの同化量に於いて曇天と晴天とに差がなく、逆に曇天が多い事もある。また曇天時はその多少の差が著しいが、雨天には少い。

5. 陽生葉、陰生葉の見掛けの同化量: 陰生葉と陽生葉とは葉の広さ、重さ、色及び着生の角度が異り、葉緑粒の数、大きさに違いがある。^{(13),(14)} 当実験の3年間遮光栽培した場合にも同様で、葉色が濃緑化し、葉形が円形化し、葉重が軽くなり、葉の厚さが薄くなり、葉の着生の状態が水平方向に転じ、葉面の中肋を中心に上向に折れているものが平面となる。此の葉の変化は日照量が50%に遮断された場合には著しくないが、30%、10%に日照量が減少した場合に顕著である。⁽¹⁰⁾ 即ち、温州みかんの陽生葉は直射日光を避ける様な葉面の位置、形態となり、陰生葉は直射日光の受光量を

より多くする様な葉面の位置, 形態になる。而して, 陰樹は陽樹より弱光の利用率が高く,^{(1),(11),(13)} 同様に, 陰生葉は陽生葉より弱光に対する同化能が高い。^{(1),(13)} 当実験でも, 陽生葉の遮光された場合, その見掛けの同化量は所謂陰生葉とほぼ同量の感があるが, 陰生葉の乾重が陽生葉に較べ著しく少いため, 乾重当りの見掛けの同化量では陰生葉の方が多く, その傾向は陰度が高いもの程著しく, 日照量が露天の約10%の所では, 遮光した陽生葉の見掛けの同化量の2倍弱で, 温州みかんの陰生葉は特に弱光の利用率が高いのではないかと考えられる。晴天時に露天の約10%程度の日照量の箇所は, 曇天には, 晴天時の約4.4%の日照量となり, その箇所の陰生葉の見掛けの同化量が, 晴天時に「正」となり, 曇天時に僅少乍ら「負」となると考えられる。今, それに呼吸量, 転流量^{(18),(19)}を考慮に入ると, 晴天時に日照量が露天の約10%程度である懐枝の陰生葉でも, その存在が無意味であるとは云えない。

IV 摘 要

1. 打抜き法で温州みかん, 日向夏みかんの不結実枝葉, 結実枝葉の見掛けの同化量を測った所, 見掛けの同化量は5, 6月の初夏が最大で, 以後, 夏, 秋, 冬と減少する。
2. 柑橘葉は12月迄生長しつづけ, 展葉後の経過日数の少ないもの程同化能が高いが, 旧葉の同化能は新葉に較べ外的因子に対し安定している。
3. 柑橘葉の曇天時の見掛けの同化量は晴天時と異らず, むしろ多い事もあるが, その多少の差が甚しく, 雨天時は晴天時より少い。
4. 露天の50%に遮光した場合, その見掛けの同化量は逆に露天よより多くなるが, 30%に遮光した場合, 露天より見掛けの同化量が少くなる。
5. 柑橘の陰生葉は陽生葉に較べ弱光の利用率が高く, 日照量が夏季晴天の約10%の箇所の陰生葉でもその存在価値が認められる。
6. 柑橘の同化作用及び同化能は結実現象によって活潑化しないが, 外的因子に対して安定化する。

V 文 献

1. Daubenmire, R. F.; *Plant & Environment* : 221~257 P.P., 1950.
2. 岩崎良雄; 柑橘研究, 9 : 49~64, 1939.
3. 原田 泰; 森林気象学 : 51~82, P.P., 1952.
4. 郡場 寛; 植物生理生態 : 33~171 P.P., 1953.
5. 小林 章; 園芸学会雑誌, 9 : 43~60 P.P., 1938.
6. ———; ———, 10 : 27~51, 1939.
7. ———; ———, 12 : 305~317, 1941.
8. ———; ———, 13 : 62~74, 1942.
9. ———; ———, 14 : 198~213, 1943.
10. ———, 吉村不二男; 京都大学園芸研究集録, 6 : 64~68, 1953.
11. Kramer, P. J. & J. P. Decker; *Plant Physiol.*, 19 : 350~358, 1944.
12. Leclerc du Sablon; *Traite de Physiol. Végétale et Agricole*, Paris, 1911 (坂村徹: 植物生理学上巻 : 510 p.p. より)
13. Lundegårdh, H.; *Klima und Boden*, Aufl. 2 : , 1930.
14. 坂村 徹; 植物生理学 : 327~408 p.p., 510 p.p., 1950.
15. 杉山直儀; 園芸学会雑誌, 12 : 34~35, 1941.
16. ———; ———, 13 : 46~52, 1942.
17. 大後美保; 植物生理気象学 : 46~88 p.p., 1951.
18. 吉村不二男, 岩川 孝; 高知大学学術報告, 5, 1956.
19. ———, ———; 京都大学園芸研究集録, 8, 1956.

