

遮光がイチジク‘柵井ドーフィン’の樹体生長,着果,収量および果実品質に及ぼす影響

誌名	兵庫県農業技術センター研究報告. 農業編 = Bulletin of the Hyogo Prefectural Agricultural Institute. Agricultural section
ISSN	13410326
著者名	松浦,克彦 荒木,斉
発行元	兵庫県立中央農業技術センター
巻/号	43号
掲載ページ	p. 21-26
発行年月	1995年3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



遮光がイチジク '榊井ドーフィン' の樹体生長、 着果、収量および果実品質に及ぼす影響

松浦克彦・荒木 斉

要 約

遮光がイチジク '榊井ドーフィン' の樹体生長、着果、収量および果実品質に及ぼす影響について調査した。

- 1 遮光率40%以内では遮光率が高くなるにつれ新梢伸長が促進され、葉面積が大きくなった。遮光率75%では新梢伸長の促進はあまり見られなかった。元口径は遮光率が高くなるにつれ明らかに小さくなった。
- 2 光合成速度は遮光率が高くなるにつれ明らかに減少した。光合成速度の低下率は光合成有効放射のそれより小さい傾向にあった。
- 3 遮光率が高くなるにつれ、花序が発達して果実としての外部形態が整うまでの発育段階で生長が停止し、黄化、脱落する割合が高く、5節以上で不着果が多く発生した。
- 4 収量は遮光率が高くなるにつれて低下し、特に遮光率40%以上で著しく減少した。果実の着色やBrixも遮光率が高くなるにつれ低くなった。着果から収穫までの成熟日数は遮光により明らかに増加した。15%程度の遮光は果実収量、果実品質の点で比較的影響が少なかった。

Effect of Shading on the Growth, Fruit Set, Yield and Fruit Quality in Fig Trees of 'Masui Dauphine'

Katsuhiko MATSUURA and Hitoshi ARAKI

Summary

The effect of shading whole fig trees (*Ficus carica* L. cv. Masui Dauphine) by cheesecloth on the growth, fruit setting, yield and fruit quality was studied in the field.

- (1) When the shading rate was under 40%, the length of the shoots and leaf area increased with the shading rate. At 75% shading, a little enhancement of a shoot length was observed. At higher shading rates, while the length of the shoots was enhanced, the diameter of shoots was apparently reduced.
- (2) Heavy shading reduced the photosynthetic rate. The reduction rate of PAR (photosynthetically active radiation) was larger than that of the photosynthetic rate.
- (3) Under heavy shading the inflorescence ceased their growth before growing into fruits, and the fruit yellowed and dropped at high rate thereafter. Much inflorescence abscission occurred at higher than 5th nodes on the shoots under heavy shading.
- (4) Heavy shading over 40% reduction of solar radiation significantly decreased the yield. Coloring and brix of fruits were lowered by heavier shading. The number of days for maturation from fruit set to harvest was clearly increased by shading. Shading under 15% of reduction rate of solar radiation had little effect on yield and fruit quality.

キーワード：イチジク、遮光、着果、収量、果実品質、光合成

緒 言

イチジクの果実の商品性には着色や糖度などが大きく影響する。イチジクの着色や糖度などの品質には光、温

度、土壌水分など多くの要因が関与している。

このうち光とイチジクの関係に関しては、遮光と苗木の生育をみた小林ら¹⁾の報告、果実成熟期の光条件(遮光、光量、光質)と果実形質との関係をみた株本²⁾、松井³⁾、木村ら⁴⁾の報告がある。しかし、果実の発育初

期から成熟期に至るまでの長期間にわたる光の影響をみた報告は見あたらない。

一方、イチジクの秋果は、通常、新梢の生長とともに基部の1, 2節を除く各節に順次下位節から上位節へと分化・発育する。しかし、栽培条件によっては飛び節と呼ばれている不着果部が下位節で発生する。特に施設栽培で多くみられるが、その原因については樹体栄養や温度条件及び寡日照などが考えられるものの現在のところ不明である。

このようなことから、本試験では寡日照がイチジクの生育、着果や果実品質の関係に及ぼす影響を明らかにするために、露地栽培の樹を用いて新梢に幼果が認められた時期から寒冷紗を樹全体に覆い、遮光処理が樹体生長、着果および果実品質に及ぼす影響について検討した。

材料及び方法

兵庫県立中央農業技術センターに植栽の7年生(1992年)のイチジク「樹井ドーフィン」を供試した。供試樹は一文字整枝法で植栽間隔は1.8m×4.0mとした。遮光処理は1992年6月13日に遮光率の異なる寒冷紗Ⅰ(白, #300), 寒冷紗Ⅱ(銀, #109), 寒冷紗Ⅲ(黒, #660)を各処理区1樹ずつ、樹全体に被覆した。被覆は翌年の2月に除去した。寒冷紗の遮光率はそれぞれⅠ:約15%, Ⅱ:約40%, Ⅲ:約75%であった。

各処理区の中庸な新梢15本について、新梢長、節間長、元口径を摘心前の8月7日と収穫終了時の10月26日に調査した。元口径は新梢の1節目と2節目の節間を測定し、新梢は8月21日に20節で摘心した。

花序の分化・発達程度は新梢の基部2, 3節に着果が認められた6月13日から調査した。なお、花序の分化・発達程度のカテゴリ調査は図1のとおりで、ステージⅢを着果とした。変形果の調査は、8月15日に新梢の各節に着生している果実について行い、果実側面の形が著しく湾曲していたり、果頂部が円形でないものを変形果とした。

光合成速度と光合成有効放射の測定は、携帯用光合成測定装置(小糸工業, KIP-9010)を用い遮光処理から約1ヶ月後の7月10日、収穫始め頃の8月28日の午前10時から12時にかけて、各処理区3本の新梢の5, 10, 15, (20)節の葉を供試し、各葉それぞれ3~4回測定した。

葉面積は供試した新梢の5, 10, 15, (20)節の葉の葉身長を測定し、(葉面積) = $0.876 \times (\text{葉身長})^2 - 13.27$ の近似式⁴⁾により推定した。

果皮色は農林水産省果樹試験場作成のカラーチャー

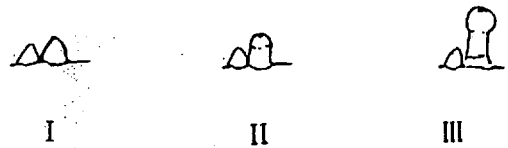


図1 花序の分化・発達程度のカテゴリ

注) ステージⅠ:肉眼で葉芽と隣接した花序がみられる(幅約2mm)

ステージⅡ:果実の形が約1/2程度みられる

ステージⅢ:果実の形がほぼできている(果径約3mm)

ト¹⁾を用い、果実の陽光面を測定した。測定値はG1=1, G2=2, ……., R4=7, R5=8とした。着色程度はカラーチャートのR1以上の着色部分が果実の表面全体に占める割合とした。Brix(屈折計示度)は果実赤道部の2箇所を内径10mmのコルクボーラーで採取、搾汁し、それぞれ屈折糖度計を用いて測定した。

結 果

1 樹の生育

新梢長、節間長、元口径を表1に示した。両時期とも遮光により新梢伸長が促進され、寒冷紗Ⅱが最も長くなった。しかし、遮光率が最も高い寒冷紗Ⅲでは対照区よりもやや長い程度であった。節間長も新梢長とほぼ同様の傾向であった。元口径は遮光率が高くなるにつれて小さく、特に寒冷紗Ⅲでは顕著であった。収穫終了時の10月26日の結果も8月7日とほぼ同様の傾向であった。

遮光が葉面積に及ぼす影響を表2に示した。処理時には5節目までの葉がほぼ成葉化していたため、5節目の葉面積は各処理区とも大きな差は見られなかったが、7月10日の調査では10節が、8月28日では10, 15節で、遮光率が高くなるにつれ葉面積が顕著に大きくなる傾向を示した。

2 光合成速度

個葉の光合成速度と光合成有効放射の測定は7月10日と8月28日の2時期で行ったが、両時期での明らかな差異は見られなかったため、8月28日の結果を表3に示した。8月28日の測定時には20節目がほぼ展葉していた。寒冷紗の遮光率は両時期の光合成有効放射の測定結果より、寒冷紗Ⅰは約15%, 寒冷紗Ⅱは約40%, 寒冷紗Ⅲは約75%であった。

個葉の光合成速度は、遮光率が高くなるにつれ、明らかに低下し、下位節の葉ほど光合成速度が低かった。し

表1 遮光が新梢長・節間長および元口径に及ぼす影響

処理区	8月7日			10月26日		
	新梢長	節間長	元口径	新梢長	節間長	元口径
対照区	117.9 cm	4.9 cm	20.1 mm	107.4 cm	5.4 cm	23.7 mm
寒冷紗Ⅰ	123.1	5.3	19.9	114.5	5.7	23.3
寒冷紗Ⅱ	141.7	5.8	19.1	128.1	6.4	21.4
寒冷紗Ⅲ	126.5	5.8	15.8	121.7	6.1	17.1

表2 遮光が葉面積に及ぼす影響

節位	7月10日				8月28日			
	対照区	寒冷紗Ⅰ	寒冷紗Ⅱ	寒冷紗Ⅲ	対照区	寒冷紗Ⅰ	寒冷紗Ⅱ	寒冷紗Ⅲ
20	—	—	—	—	296.3 cm ²	239.9 cm ²	280.1 cm ²	208.2 cm ²
15	326.7 cm ²	194.5 cm ²	344.2 cm ²	176.0 cm ²	454.2	508.3	583.5	547.4
10	376.7	399.2	426.3	521.2	376.7	399.2	426.3	521.2
5	219.5	219.5	213.8	222.3	219.5	219.5	213.8	222.3

かし，光合成速度の低下率は光合成有効放射のそれよりも小さい傾向にあった。

光合成速度と葉面積から1葉当たりの光合成量を推定した結果を表4に示した。1葉当たりの光合成量は葉面積の増大によって，7月10日では遮光率15%で5，10節で対照区と差が見られなかったものの，8月28日では遮光率15%で5，10，15節での光合成量が対照区と比べやや低下した。なお，7月10日の先端部位の15節，8月28日の20節は葉面積が拡大途中で小さく光合成量が低かった。

3 着果

新梢の節位と花序の発育がステージⅢに達した日(着果日)の関係を図2に示した。6月13日の調査開始時には既に基部から1～3節の着果がみられた。対照区の4，5節以上では3～4日に1節の割合で上位節への着果が認められたが，寒冷紗ⅠとⅡでは遮光処理約1ヶ月後の7月13日頃から，節位では11節あたりから着果が遅れはじめた。また，この傾向は寒冷紗ⅠよりもⅡで大きかった。寒冷紗Ⅲの10節までは対照区と同じペースで着果が見られたが，11節以上では着果がまったく見られなくなった。

節位とステージⅠ，Ⅱ，Ⅲでの花序の着生率の関係を図3，4，5に示した。各ステージとも遮光率が高くなるほど低位節での着生率が低下した。また，遮光によってステージⅠからⅢの発育段階で生長が停止し，黄化・

脱落するものが見られた。ステージⅠについてみると寒冷紗Ⅲでは12節目位から着生率が徐々に低下したが，寒冷紗Ⅰ，Ⅱでは6節以上の節ですべて着生していた。ステージⅡについてみると寒冷紗Ⅰは13節前後で着生率の低下が，寒冷紗Ⅱでは，12節前後で着生率の低下がみられ，寒冷紗Ⅲでは11節以上で着生がまったく見られなかった。ステージⅢについてみると寒冷紗Ⅰで特に12，13節で，寒冷紗Ⅱでは12節で着果率が低くなり，寒冷紗Ⅲでは6節から急激に減少し11節以上で着果がまったく見られなかった。

変形果の発生と着果期以降に落果した割合について表5に示した。変形果率は寒冷紗Ⅰで最も大きく12.6%であったが，寒冷紗Ⅱ，Ⅲでは逆に2.8%と低かった。また，変形果の見られる節は着果が見られない節の上下に多くみられ，着果の段階(ステージⅢ)ですでに果実が変形していた。一方，着果期以降の落果率は遮光率が高くなるにつれ高くなり，寒冷紗Ⅲでは10.3%と落果率が最も高くなった。

4 累積収量

新梢1本当たりの累積収量の推移を図6に示した。対照区と寒冷紗Ⅰでは明らかな差は見られなかったが，寒冷紗ⅡおよびⅢでは対照区と比べ明らかに少なく，寒冷紗ⅡよりもⅢの方が少なかった。収穫終わりの10月20日の時点で対照区が約1kg，寒冷紗Ⅰが約0.9kg，寒冷紗Ⅱが約0.6kg，寒冷紗Ⅲが約0.3kgであった。

表3 遮光が光合成速度および光合成有効放射に及ぼす影響(8月28日測定)

節位	光合成速度 (mg·dm ⁻² ·hr ⁻¹)				光合成有効放射 (μE·m ⁻² ·S ⁻¹)			
	対照区	寒冷紗Ⅰ	寒冷紗Ⅱ	寒冷紗Ⅲ	対照区	寒冷紗Ⅰ	寒冷紗Ⅱ	寒冷紗Ⅲ
20	18.0 (100)	16.6 (92.2)	10.3 (57.2)	6.6 (36.7)	1667.9 (100)	1349.3 (80.9)	834.8 (50.1)	253.6 (15.2)
15	13.8 (76.7)	13.1 (72.8)	8.1 (45.0)	4.9 (27.2)	1114.3 (66.8)	842.9 (50.5)	511.6 (30.7)	235.8 (14.1)
10	8.4 (44.4)	6.6 (36.7)	3.2 (17.8)	1.4 (7.8)	751.3 (45.0)	676.2 (40.5)	246.4 (14.8)	44.1 (2.6)
5	5.5 (30.6)	3.6 (20.0)	1.5 (8.3)	0.7 (3.9)	245.2 (20.4)	300.5 (18.0)	145.4 (8.7)	29.4 (1.8)

注: () 内は対照区の20節の値を100%とした場合の数値

表4 遮光が1葉当たりの光合成量に及ぼす影響

節位	7月10日				8月28日			
	対照区	寒冷紗Ⅰ	寒冷紗Ⅱ	寒冷紗Ⅲ	対照区	寒冷紗Ⅰ	寒冷紗Ⅱ	寒冷紗Ⅲ
20	—	—	—	—	53.3mg·hr ⁻¹	39.8mg·hr ⁻¹	28.9mg·hr ⁻¹	13.7mg·hr ⁻¹
15	59.5mg·hr ⁻¹	32.5mg·hr ⁻¹	53.4mg·hr ⁻¹	15.5mg·hr ⁻¹	62.7	66.6	47.3	26.8
10	61.0	64.3	60.1	39.1	31.6	26.3	13.6	7.3
5	23.3	22.2	10.7	7.1	13.5	7.9	3.2	1.6

注: 1葉当たりの光合成量=光合成速度×葉面積

表5 着果始め以降の遮光が着果率, 変形果率および落果率に及ぼす影響

処理区	着果率 ¹⁾	変形果率 ²⁾	落果率 ²⁾
対照区	90.0%	1.6%	0.4%
寒冷紗Ⅰ	85.2	12.6	3.0
寒冷紗Ⅱ	80.0	2.8	3.2
寒冷紗Ⅲ	39.6	2.8	10.3

1) 1~18節に着果した割合

2) 着果した果実に対する割合

5 果実品質および果実形質

果実品質と果実形質を表6, 7に示した。果重は対照区よりも寒冷紗Ⅰの方がやや大きかった。寒冷紗ⅡおよびⅢではいずれも対照区よりも著しく小さかった。果皮色と着色程度は対照区が最も優れ、遮光率が高くなるにつれ着色が悪かった。寒冷紗Ⅲでは果皮がやや黄色みを帯びただけで赤い発色はほとんど見られず、着色程度はわずか8%であった。Brixは対照区が最も高く、遮光率が高くなるにつれて明らかに低下した。しかし、対照区と寒冷紗Ⅰの差は小さく、いずれも13以上であった。成熟日数は対照区と寒冷紗Ⅰでは明らかな差は見られなかった。しかし、寒冷紗ⅡとⅢでは成熟が遅延し、対照区と比べてそれぞれ8日, 13日遅延した。

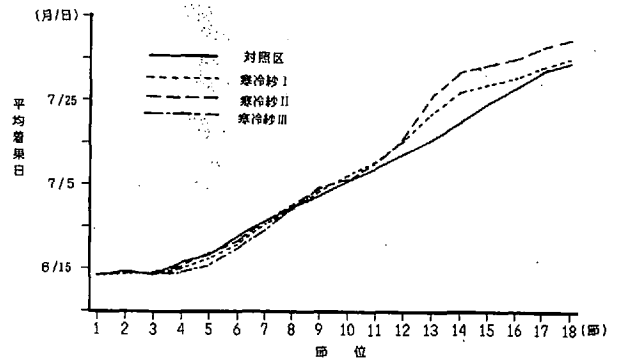


図2 着果始め以降の遮光が各節の平均着果日に及ぼす影響

果実形質では、遮光により果実が縦長になり、果径比が小さくなった。裂開幅・長はいずれも寒冷紗Ⅰが最も大きく、続いて対照区で、寒冷紗ⅡおよびⅢでは非常に小さかった。果梗長は一定の傾向はなかった。

考 察

着果始め以降の遮光は新梢伸長を促進したが、その程度は遮光率によって差異が見られ、15, 40%程度の遮光では新梢の著しい伸長が認められた。しかし、75%程度では逆に遮光率40%程度よりも短くなった。この

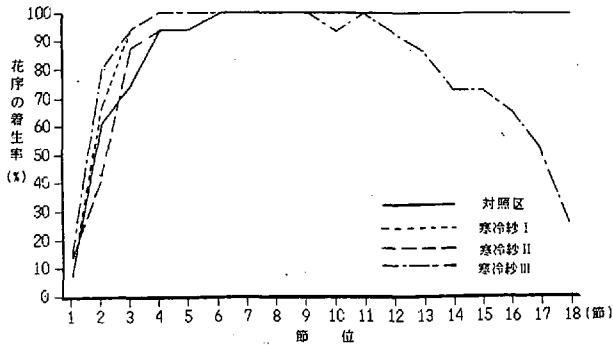


図3 着果始め以降の遮光が花序の着生(ステージI)に及ぼす影響

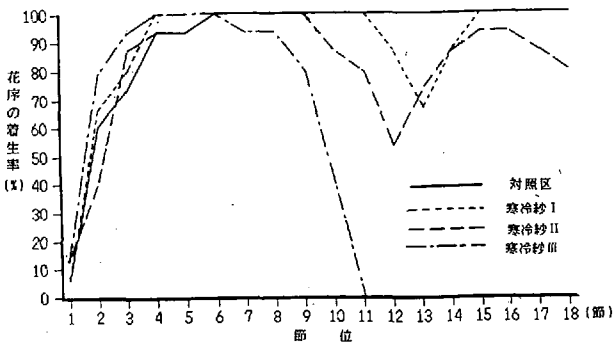


図4 着果始め以降の遮光が花序の着生(ステージII)に及ぼす影響

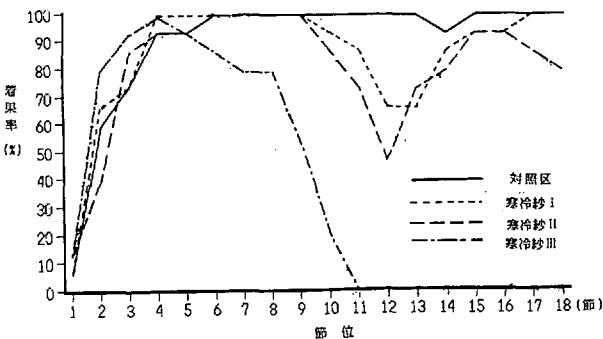


図5 着果始め以降の遮光が各節の着果(ステージIII)率に及ぼす影響

ことはブドウ、クリなど多くの果樹で認められており⁸⁾、本試験でも同様の傾向を示した。

イチジクの光合成は天野ら¹⁾によると補償点は1.0 klxで、これを稲田ら²⁾の資料から光合成有効放射に換算すると20 $\mu\text{E}/\text{m}^2 \cdot \text{S}$ 程度となる。本試験の結果ではいずれの処理区でもこの値より大きく、生育期間中に下位葉の落葉がほとんど見られなかったことと一致する。また、1葉当たりの光合成量は15%遮光の5、10、15節とも対照区と比べ差が小さかったことから、15%程度の遮光が1葉当たりの光合成量に及ぼす影響は比較的小さいと考えられる。

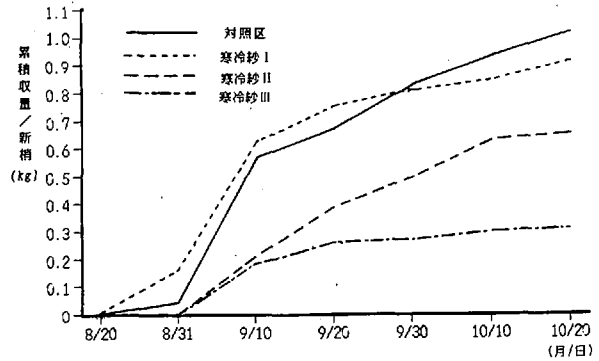


図6 着果始め以降の遮光が累積収量に及ぼす影響

表6 着果始め以降の遮光が果実品質に及ぼす影響

処理区	果重	果皮色	着色程度	Brix	成熟日数
対照区	80.3 g	7.3	69 %	13.5	77.2 日
寒冷紗 I	86.9	6.6	52	13.1	76.0
寒冷紗 II	68.2	4.7	25	10.6	85.2
寒冷紗 III	54.1	3.5	8	8.3	90.6

注) 1. 成熟日数：着果日～収穫日
2. 測定値は全節の平均

表7 着果始め以降の遮光が果実形質に及ぼす影響

処理区	横径	縦径	果径比	裂開長	裂開幅	果梗長
対照区	54.8 mm	71.9 mm	0.76	12.4 mm	4.9 mm	8.7 mm
寒冷紗 I	55.8	75.4	0.74	18.2	6.6	4.6
寒冷紗 II	51.9	76.4	0.68	4.7	2.0	7.3
寒冷紗 III	48.2	71.9	0.67	0.2	0.1	2.3

注) 1. 果径比：横径/縦径
2. 測定値は全節の平均

イチジクの秋果は、新梢が伸長しつつ果実が下位節から着生していくが、本試験では、下位節の着果が肉眼的に認められた時期を着果始めとした。遮光は果実の着生に大きく影響し、果実の不着果や変形をもたらした。開花期以降あるいは果実肥大期の遮光による落果はカキ、モモ、ナシ¹⁰⁾などでも認められている。本試験では花序の形成から着果までに遮光率の高い処理区ほど多くの花序が黄化、脱落したが、木村ら⁷⁾は不着果は①花序の分化中に発育を停止するもの、あるいは②花序の形成から果実の形態を整える間に脱落層が形成されて脱離するものに分類できると報告している。本試験のステージI～IIIの黄化・脱落は後者に属すると考えられる。遮光率が約75%と極めて高い場合に、花序の分化・発育がステージIに達しないものが12節以上で多発したが、これは前者①に属すると考えられる。

遮光処理約1ヶ月後の7月13日頃に着果がみられる11節あたりから着果が遅れはじめた。これは遮光処理後1ヶ月間の光合成量の低下が大きく関与し、影響を受けたものと考えられる。また、遮光により変形果が多く発生したが、不着果の見られる上下の節で主にみられたことから、変形果は花序の発育段階で発育が停止しなかったものの、花序を形成する細胞の分裂、肥大などに部分的な不均一が生じたために発生したものと考えられる。また、寒冷紗Iで変形果率が他の処理区よりも高くなったが、これは遮光率15%では花序の生育停止や脱落は比較的少ないものの前述のように遮光による花序への養分の供給が減少あるいは不安定になったものであろう。

10~15節で花序や果実の着生率が低下し、またこの傾向は遮光率が高いほど顕著であった。これは遮光による樹体養分の低下が遮光率が高いほど早く起こったためと考えられる。上位節で花序や果実の着生率が回復したのは梅雨明けによる日照条件の改善が影響したものと思われる。

遮光により果実成熟の遅延と収量の減少がみとめられた。ナンでも岸本⁷⁾は70%程度の遮光で明らかに収穫日が遅れたと報告している。遮光により葉の光合成が低下することにより、果実への同化産物の転流が減少し、果実の発育を遅延させたものと思われる。

果重は寒冷紗Iが最も大きかったが、寒冷紗II, IIIではいずれも対照区よりも明らかに小さかった。Snelgar¹²⁾はキウイフルーツについて開花期から12週間、約55%遮光することで対照区より約10%果重が減少したと報告しており、樹種は異なるもののキウイフルーツでもイチジクと同様の傾向が認められる。株本⁴⁾は収穫の約2週間前から9月末まで寒冷紗をかけ、その間に収穫した果実について果重、着色等の調査をしている。それによると受光量80%でやや果重や糖度が増加しており、本試験と同様の傾向が見られる。この原因について、株本はイチジクの耐陰性、環境条件の差異による果実の呼吸代謝などのイチジクの特異性によるものであると考察しているが、今後の検討が必要である。

株本⁴⁾は市場性の高い果実を生産するためには果実の成熟期の樹冠内の最も暗い部分の相対日射量が少なくとも15%以上必要であるとしているが、本試験の8月28日の測定値と比較してみると、遮光率15%以下の場合には樹冠内の最も暗い部分の相対日射量が18%以上であった。高品質果の果皮色は7以上であるが、15%遮光での果皮色は6.6であったことから、15%までの遮光率であれば比較的良質の果実が生産可能であると考えられる。

施設内の照度はおよそ戸外の2/3程度の場合が多く³⁾、約35%程度の遮光率であると思われ、本試験の寒冷紗II(遮光率40%)に相当する。施設栽培では不着果、着色不良、糖度不足等が問題となるが、これらは日射量不足に起因する光合成不足が大きく関与しているものと思われる。本試験の結果をそのまま施設栽培にあてはめることは難しいが、施設栽培では日射量も露地と比べるとかなり少ない時期に生育していることから、日射量不足による不着果や果実の品質低下をできるだけ起こさないための対策が必要と考えられ、今後の検討を待ちたい。

引用文献

- (1) 天野勝司・日野 昭・大東 宏・倉岡唯行(1972): 果樹の光合成に関する研究(第1報): 園学雑 41(2), 144-150
- (2) 稲田勝美(1984): 光と植物生育(養賢堂) 389
- (3) 位田藤久太郎(1971): 施設園芸の環境と土壌(誠文堂新光社) 48
- (4) 株本暉久(1986): イチジクの整枝法に関する生理生態的研究, 特に新たに考案した一文字整枝法について: 兵農総セ特別研報 1-88
- (5) 岸本 修・寺沢 正・琴野富美子・藤掛昭広(1986): ナシ園の防鳥網に関連させた遮光の影響: 園学要旨 昭61秋, 86-87
- (6) 木村伸人・榊原正義・金原敏治(1992): 成熟期の補光がイチジク果実の着色と形質に及ぼす影響: 愛知農総試研報 24, 195-204
- (7) 木村光雄・菱谷啓三(1951): 無花果の花托の分化及び其発育過程に就いて: 園芸学研究集録 5, 41-44
- (8) 小林 章(1956): 果樹園芸総論(養賢堂) 60
- (9) 藤村次郎・中河留蔵(1955): 果樹の生理落果に及ぼす日光遮断の影響: 三重大農研報 10, 1-4
- (10) 松井弘之(1984): 光合成同化産物の転流と分配: 園芸学会シンポジウム講演要旨 昭59秋, 37-35
- (11) 山崎利彦・鈴木勝征(1982): 果実のカラーチャートの色特性: 農水省果樹試編 果実及び葉のカラーチャートの開発と利用方法に関する研究集録 1-13
- (12) Snelger, W. P(1992): Influence of time of shading on flowering and yield of kiwifruit vines. J. Hort. Sci. 67(4), 481-487