メロンの発育ならびに果実品質に及ぼす日射制限の影響

松田 照男・原 弘 道

茨城大学農学部

Effects of Little Solar Radiation on Vegetative Growth and Fruit Quality of 'Prince' Melon (*Cucumis melo* L.)

Teruo MATSUDA and Hiromichi HARA

Faculty of Agriculture, Ibaraki University, Ami-machi, Ibaraki 300-03, Japan

Effects of little solar radiation on vegetative growth of plants and fruits and quality in fruits of 'Prince' melon were investigated by limitation of solar radiation with blackcheese-cloth, of limitation ratio of about 50%, in this study. Leaf area of secondary vines was retarded by limitation of solar radiation in growth period of fruits. Leaf area of tertiary vines increased by limitation of solar radiation in maturation period of fruits. But the thickness of leaves of tertiary vines was thin. Dry weight of each organ of plants, as vines, leaves and fruits was a decrease of 20 to 30% and dry weight of axillary bud was a decrease of about 50% in plots of limitation of solar radiation as compared with control plots. The size of fruits became small and form of many fruits became abnormal, like a bottle gourd by limitation of solar radiation in growth period of fruits. But the soluble solids in these fruits became higher than those in fruits in control plots, because limitation of solar radiation was stopped in maturation period of fruits. By limitation of solar radiation in maturation period of fruits, the quality of fruits deteriorated, namely, reserve of sugar, formation of salmon pink pigment or aroma in fruit flesh were retarded. Mineral nutrient as nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium in fruits, as nitrogen and phosphorus in leaves were increased by limitation of solar radiation.

(Received July 11, 1989)

1989年7月11日受付

緒 言

メロンの仲間 (*Cucumis melo* L.) の野生種は、アフリカや中近東に多くみられ、一般にアフリカが第1次原生中樞地であり、アジア、アラビアが第2次中樞地とされている^{2,9)}。したがって、一般にメロンは高温作物と考えられがちであるが、実際は高温過ぎてもよくなく、キュウリより若干高温を要する程度である。たとえば静岡県における冬作メロンの温度管理は、気温が昼間 25~28°C (最高 30°C), 夜間 18°C (最低 15°C), 地温は 20~25°C となるように行われている¹⁰⁾。また光合成特性をみると、補償点が低く、光飽和点はキュウリやカブとほぼ同等で、普通よりやや高い¹³⁾。'プリンス'メロ

ンは 1962 年に坂田種苗から発表された⁴⁾。以来、その安定した甘さと優れた肉質と芳香のゆえに人気を博し、長い間メロンの首位の座を占めた。そしてネットメロンが主流となった現在も、早い時期 (4~5 月) のメロンとしては随一である。日本のマクワウリの 'ニューメロン' と南ヨーロッパのメロンの 'シャランテ' との交配によるといわれており¹⁰⁾、他のメロン類に比べて、低温、少日射条件に比較的強く、早期栽培で能力を発揮する^{4,10)}。しかしながら、低温あるいは少日射のような不良環境条件の下では、種々の障害が発生し、良品多収は望めない^{3,5,14)}。本実験ではとくに日射条件に的をしばって、その良不良がメロンの植物体の発育あるいは果実の品質にどのような影響を及ぼすのか、明らかにしようとした。

材料および方法

1. 果実成熟期における日射制限の影響の自根の場合と接ぎ木の場合の比較

実験区は日射条件について無制限と制限、接ぎ木条件について自根と接ぎ木の各2水準とし、 L_{16} 直交表に割り付けた。‘プリンス’メロンは2月1日に播種し、接ぎ木区はカボチャ‘新土佐1号’に接ぎ木して育苗し、自根、接ぎ木ともに3月23日に定植した。うね幅は180 cmで株間は80 cmとした。一方向はい作りで子づるは2本仕立てにし、20節で摘心して6~10節の孫づるのうち3本に3果、すなわち株当たり6果着果させた。着果孫づるは2葉で摘心し、これ以外の孫づるはすべて除去した。肥料は緩効性肥料を用い、全量元肥で窒素、リン酸、カリを各1 kg/aとした。日射制限処理はクレモナ寒冷紗 #610 (制限率約50%)を用いて、受粉後約20日の5月25日から収穫終了時の6月13日まで、すなわち果実成熟期に行った。植物体の発育および果実品質の調査を行い、気温、地温、日射量の測定を行った。また土壌および植物体中の要素量の分析を行った。土壌中の窒素は微量拡散分析法、リン酸はトルオーグ法、カリは炎光光度法、カルシウム、マグネシウムは原子吸光光度法による。植物体中の炭素と窒素はCNコーダーによる。湿式分解後リン酸はバナドモリブデン酸法により、カリは炎光光度法、カルシウム、マグネシウムは原子吸光光度法による。

2. 果実の発育段階別の日射制限の影響

‘プリンス’メロンは3月1日に播種し、カボチャ‘新土佐1号’に接ぎ木して4月23日に定植した。施肥や整枝、着果等の管理方法は実験1同様ほぼ慣行による。日射制限処理はクレモナ寒冷紗 #610を用いて行った。実験区は対照(無制限)、着果全期間制限(着果から収穫まで、6月2日~7月4日)、果実発育期制限(6月2日~6月15日)、果実成熟期制限(6月16日~7月4日)の4区とした。葉面積調査を行ったが、方法は初めに大小50枚の葉について長さと幅を測定し、その積の値と葉の実面積との関係式を算出した。その後は葉の長さや幅を測定するだけで、この関係式を用いて葉面積を推定した。葉の実面積は自動面積計により測定した。

結 果

1. 果実成熟期における日射制限の影響の自根の場合と接ぎ木の場合の比較

日射制限処理期間中の気温、地温、日射量の測定結果(データ略)をみると、制限区の日射量は無制限区の約

Fig. 1 Effects of limitation of solar radiation on dry weight in each organ of 'Prince' melon.

43%であった。また日射制限区では無制限区に比べ日中の気温、地温はやや低下したが、夜間の気温はやや高く推移した。Fig. 1に株当たりの器官別乾物重を示した。乾物生産量は日射制限によりかなり抑えられた。とくに接ぎ木の場合にその影響が大きかった。接ぎ木の場合の無制限区に対する制限区の乾物重の減少割合を器官別にみると、えき芽54%、葉36%、つる26%、果実18%であった。日射制限が果実の発育や品質に及ぼす影響はTable 1に示すとおりである。果実の大きさに及ぼす影響は、大きさがほぼ決まった後の成熟期の処理であったためか、ほとんどみられなかった。しかし、品質に対しては大きく現れ、可溶性固形物含量が著しく低下し、香気や果肉色も不良となった。果皮のきれいなような外觀品質や果肉のよさ、食味のよさのような内容品質のいずれについても、可溶性固形物含量、香気および果肉色とほぼ同様の傾向で低下した(データ略)。

接ぎ木区の植物体の各器官における各要素量の分析結果をTable 2に示した。日射制限の影響は果実と葉にみ

Table 1 Effects of limitation of solar radiation and grafting on fruit quality of 'Prince' melon.

Grafting or Non	Limi. of solar radia.	A fruit weight (g)	Fruit height (cm)	Fruit diam. (cm)	Flesh thick. (cm)	Flesh color ^b	Soluble solids (%)	Aroma ^a
Scion root	Non-limi.	628a ^c	10.9a	10.5a	2.2a	2.4a	15.3a	2.5a
Scion root	Limitation	562a	10.5a	9.6a	2.1a	1.9b	12.3b	2.1b
Grafting	Non-limi.	640a	10.9a	10.2a	2.5a	1.2c	11.5b	1.2c
Grafting	Limitation	606a	10.7a	10.1a	2.5a	1.1c	9.9b	1.0c

^a Aroma in fruit was scored from little (1) to much (3).^b Color in fruit flesh was scored from light (1) to deep (3).^c Mean separation in columns by Duncan's multiple range test, 5% level.**Table 2** Effects of limitation of solar radiation on element content in each organ in grafted 'Prince' melon.

Organ	Limi. of solar radia.	C (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	C/N	Ca/K
Fruit	Non-limi.	44.25	3.17	0.33	5.41	0.11	0.16	13.97	0.02
	Limitation	45.80	3.79	0.45	6.54	0.15	0.20	12.08	0.02
		NS	**	**	**	**	**	*	NS
Leaf	Non-limi.	26.56	1.67	0.15	2.18	5.52	1.59	15.90	2.53
	Limitation	30.16	1.95	0.20	1.92	5.46	1.53	15.47	2.84
		NS	**	**	NS	NS	NS	**	NS
Axil. bud	Non-limi.	38.62	3.81	0.29	4.71	3.06	0.69	10.14	0.65
	Limitation	39.04	4.04	0.31	4.73	2.95	0.65	9.66	0.62
		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Vine	Non-limi.	37.41	2.21	0.11	5.83	7.72	0.37	16.93	1.32
	Limitation	36.74	2.24	0.11	5.41	7.52	0.41	16.40	1.39
		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

^a Mean separation in columns by *F* test.

* 5%, ** 1% level and NS (non significant).

られたが、つるやえき芽では明らかでなかった。すなわち、果実中の窒素、リン、カリウム、カルシウム、マグネシウム、ならびに葉中の窒素とリンはいずれも日射制限により増加した。土壌中の各要素の分析結果のデータは略すが、日射制限区における窒素とカルシウムの残存量が多い傾向がみられた。

2. 果実の発育段階別の日射制限の影響

日射制限の状況を照度計で確認したので、その一例を示すと、6月2日(晴天)の正午近くの照度は、ハウス外 118 klux (100)、ハウス内 80 klux (68)、寒紗被覆下 40 klux (34) であり、制限区は対照(無制限)区に対してちょうど 50% の減少となっていた。植物体の発育状況をみると、日射制限によりつるの長が抑制された。葉面積については、葉の形が光制限の有無や子づるの葉と

孫づるの葉でやや異なる傾向がみられたので、それぞれの区や部位からサンプル葉を採取し、葉の実面積を測定した。そして葉の実面積 (*Y*) と葉の長さ $\times$ 幅の積 (*X*) との間に $Y = 0.74X + 55.06$ (cm²) の関係式を見いだした。この式を用いて算出した各処理区の葉面積を Fig. 2 に示した。果実発育期における日射制限により葉面積の増加は抑えられたが、果実成熟期の日射制限ではとくに孫づるの葉面積が増加し、1株当りの葉面積が対照区より大となった。次に Fig. 3 に各処理区の植物体の器官別の乾物生産量を示した。果実発育期における日射制限の影響が大であり、乾物生産量は強く抑制された。果実成熟期における抑制効果は実験 1 ほどは現れなかった。器官別にみると、やはりえき芽の発生量が強く抑制された。果実成熟期処理により孫づるの葉は面積が増加したに

Fig. 2 Effects of limitation of solar radiation for different period on leaf area in a plant of 'Prince' melon.

もかわらず、乾物重は増加せず、全葉乾物重は対照区より少なかった。つまり孫づる葉は薄く、広く发育したのである。果実品質に及ぼす異なる時期の日射制限の影響を Table 3 に示した。果実发育期の処理により果実の肥大が抑えられて、いわゆる肩こけ果といわれる肩部分の肥大の悪い、ユウガオに似た形の果実が多くなっ

Fig. 3 Effects of limitation of solar radiation for different period on dry weight in a plant of 'Prince' melon.

た。これらは果肉の厚さが薄く、果肉色が悪く、香気の少ない果実であった。ただし可溶性固形物含量は対照区より高かった。果実成熟期処理区では果実の大きさは対照区と差がなかったが、可溶性固形物含量が低く、果肉色や香気も優れなかった。果実の发育期および成熟期のいずれにおいても、日射制限により、果皮に緑条や果面汚点などの発生が増加して外観品質が低下し、内容的にも発酵果が増加するなどして、品質が低下する傾向がみ

Table 3 Effects of limitation of solar radiation for different period in fruit development on fruit quality of 'Prince' melon.

Period of limi. of solar radiation	A fruit weight (g)	Fruit height (cm)	Fruit diam. (cm)	Flesh thick. (cm)	Flesh color ^b	Soluble solids (%)	Aroma ^a
Control	508a ^c	9.8a	9.6a	2.1a	2.1a	12.2a	1.8a
Grow. to matu. peri.	398b	9.3bc	8.8b	1.8b	1.8bc	11.7ab	1.4b
Growth period	363b	9.1b	8.7b	1.8b	1.4b	13.5c	1.4b
Maturation period	509a	9.7ac	9.7a	2.1a	1.9ac	11.4b	1.4b

^{a, b, c} Same as Table 1.

られた。

考 察

メロンの需要は年々増加しており、嗜好品であるため、とくにその品質が問題にされる。‘プリンス’メロンも栽培面積の増加とともに種々問題が起こり、その対策に苦慮してきた^{3,5,6,14)}。そのようななかで、本研究は‘プリンス’メロンの品質向上のための基礎資料を得ようとして行ったものである。環境条件のうちとくに光条件に的を絞った。それは少日射条件が、品質低下の直接の原因ではなくても、誘因と考えられる場合があるからである。これまでにも多くのそ菜について、日射制限による少日射の影響が研究されている^{1,7,9,11)}ので参考にした。高橋ら¹²⁾は、‘プリンス’メロンは光飽和点が 60 klux 付近であり、他の多くの品種の 50~55 klux に比べてやや高いとしている。本実験では6月の晴天日の正午近くで、ハウス内の日射無制限区は 80 klux で、制限区では 40 klux であった。したがって無制限区では光合成が十分行われたが、制限区では日射不足のために光合成が光飽和点まで到達せず、かなり同化量が減少したものと推察される。実際、日射制限区では乾物生産量が少なかった。とくにえき芽の発生量が抑制された。時期的には果実発育期の日射制限の影響が大きかった。この時期、少日射の影響はまず新しい器官の形成に現れることが判明した。果実は肩こけ果が多くなったが、果実はえき芽に次いで影響を受ける器官で、大きさや形はこの時期にほぼ決まるものと考えられる。果実の肩部分の形態によって、発育期の果実への同化産物の分配量が十分であったか否かが判定できる。また自根より接ぎ木の場合に日射制限の影響が大きく現れた。このことは日射量が十分でないで接ぎ木の効果も発揮されないことを示唆している。果実成熟期の日射制限の場合、つる重、果実重は無制限と大差なかったが、これは処理開始前に、すでにそれぞれの器官の大きさが、ほぼ決まっていたためと考えられる。また孫づるの葉面積が増大したのは、少日射条件下での適応型で、いわゆる徒長現象と考える。可溶性固形物含量が果実発育期処理で高く、果実成熟期処理で低かった。それは果実発育期処理で sink としての果実が大きくならなかったのに、果実成熟期には日射無制限の状態となり、同化産物が果実へ十分分配されたためと考える。反対に果実成熟期処理の場合は発育期に果実が十分に発育したために、sink としての容量は大となったが、果実成熟期の日射制限により同化産物の分配量が不足したと思われる。また香気や果肉色が劣ったことから、これらの揮発性物質や色素は成熟期になって

急速に形成されるものと推察される。

Daniel¹⁾ は少日射条件下でホウレンソウの発育は抑制され、葉中の窒素含量が高まったと報告している。野口ら⁷⁾は少日射条件下のキュウリ、ナス、ピーマンについて調べた。いずれも発育が抑制され、茎葉中の窒素およびカリが高まり、カルシウムは根中に多いが、葉中では少ないことを見いだした。本実験では、日射制限によりメロンの果実中の無機養分の窒素、リン、カリウム、カルシウム、マグネシウムおよび葉中の窒素、リンの含量が高まった。窒素とカリウムについては Daniel や野口らの報告と同様の結果であったが、リン、カルシウム、マグネシウムについては一致しなかった。検討を要するところである。本実験ではとくに果実において含有量の差が明瞭となったが、これはおそらくメロンの特徴であろう。一般に、少日射条件下で葉や果実中の窒素やカリウムの含量が高まる理由として、次のようなことが考えられる。すなわち、光合成能の低下により炭水化物の生成量が減少し、えき芽などの新しい器官の形成が抑制される。一方で窒素やカリなどの無機養分の吸収量は日射制限を始める以前と同様に多い。つまり需給のアンバランスが生じ、それぞれの代謝系に異常をきたすのである。とくに接ぎ木をするで地上部はメロン、根はカボチャであるため、アンバランスが増幅されるものと思われる。このことが果実品質の低下を招く大きな要因と考える。

対策としては、炭水化物や無機養分の代謝系に異常をきたさないようにすることが大切である。すなわち少日射条件下では株の受光態勢をよくし、えき芽は摘除せず、むしろその発育を促す。またできるだけ接ぎ木はせず、自根栽培をする。施肥量は少なめにするとよい。

摘 要

メロンの発育あるいは果実品質に及ぼす少日射の影響について明らかにしようとした。接ぎ木の有無による、または果実発育段階の違いによる日射制限の影響の違いに注目した。植物体の発育は乾物重でとらえ、果実品質に関しては、外観として大きさ、形について、内容として可溶性固形物含量、果肉色、香気等について調査した。

1. 少日射の影響は自根より接ぎ木の場合に強く現れた。
2. 着果時から約2週間の果実発育期の日射制限により、植物体の発育とくにえき芽と果実の発育が抑制された。
3. 果実成熟期の日射制限により、可溶性固形物の蓄積や果肉の着色、香気が発生が抑制された。

4. 日射制限により, 果実中の窒素, リン, カリウム, カルシウム, マグネシウムの含量および葉中の窒素, リンの含量が高まった。

文 献

- 1) CANTLIFFE, D. J. 1972. Nitrate Accumulation in Spinach Grown under Different Light Intensities. J. Am. Soc. Hort. Sci. **97**: 152-154.
- 2) 藤下典之. 1978. メロン=植物としての特性. 「メロン類・スイカ」(農文協編) 3-32, 農文協, 東京.
- 3) 古田勝己. 1976. まくわ型メロンの生理障害の原因とその対策. 農及園 **51**: 674-676, 773-776.
- 4) 久保寺昭二. 1965. 「プリンス」蔬菜の新品種(藤井健雄監修). 第3巻, 71, 誠文堂新光社, 東京.
- 5) 松田照男・本多藤雄. 1981. マクワ型メロンの生理障害果発生に関する研究. 1. 接ぎ木及び整枝, 着果方法と生理障害果発生について, 野菜試報 **C 5**: 31-50.
- 6) 松田照男. 1983. マクワ型メロンの生理障害果発生に及ぼす遮光の影響. 茨大農学術報告 **31**: 13-24.
- 7) 野口正樹・橘 昌司・位田藤太郎. 1967. 被覆下栽培における肥培の研究(第3報). 果菜類の生育, 養分吸収におよぼす光線の影響. 園学要旨, 昭 42 春 218-219.
- 8) PRATT, H. K. 1971. Melon. In "The Biochemistry of Fruits and Their Products"(ed. by Hulme-A. C.) 207-232, Academic Press, London and New York.
- 9) 斎藤 隆. 1982. 「果菜類の果実の発育と成熟. 蔬菜園芸学果菜編」267-357. 農文協, 東京.
- 10) 瀬古龍雄. 1978. メロンの品種生態. 「メロン類・スイカ」(農文協編) 109-132. 農文協, 東京.
- 11) 鈴木治夫. 1967. 光の制限がメロンの品質・収量におよぼす影響. 園学要旨(東海支部), 昭 42 秋 312.
- 12) 高橋和彦・新井和夫・野中民雄. 1974. メロン幼植物における同化特性の品種間差異. 野菜試栽培部年報(昭 48), 29-34.
- 13) 巽 稔・堀 裕. 1969. そ菜の光合成に関する研究 1. 光の強さとそ菜幼植物の同化特性. 園試報 **A 8**: 127-140.
- 14) 矢野文夫・岡野剛健・小川 勉・豊村 順. 1977. プリンスメロンの果面汚点症に関する研究. 長崎総農試研報 **6**: 24-49.