

毎日あるいは隔日に変夜温管理 されたブドウ ‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’ の生育期，新梢および果実成長の様相

倉藤 祐輝・北川 正史・小林 一奈

Growth Stage, Shoot Growth and Berry Development of ‘Muscat of Alexandria’ Grapes Under Time-dependent Temperature Management on Everyday or Every Other Day in Forcing Culture

Yuki Kurafuji, Masashi Kitagawa and Kazuna Kobayashi

緒言

岡山県のブドウ ‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’ (以下, ‘マスカット’) の栽培面積は, 全国第一位の112haであり, 全国の97%を占めている (農林水産省, 2008). 本品種は, 高価格販売をねらった前進出荷のため, 加温栽培の占める割合が高い. ところが, 最近の原油高騰による燃料費の急騰は, ‘マスカット’ 経営に著しいダメージを与えており, 生産者からは省エネルギー対策が強く求められている. 現在, 省エネルギー対策として, 保温性の高い資材を用いた施設の多層被覆や断熱構造の改善, 加温器の廃熱利用装置の導入, さらに, 加温施設を1月の早くから閉め切って保温し, 生育の前進化を図る技術が行われている. 一方, 通常の栽培に比べて, 夜温を下げる変夜温管理も燃料節減に有効とされており, 生育ステージ別に多段サーモスタットを用いた夜温管理基準が示されている (杉浦, 1991). この方法は, 毎日の夜間を時間帯に分けて, 通常の栽培よりも温度を下げるものである. しかし, 岡山県の‘マスカット’加温栽培では, 夜温を18~20℃以上一定に設定するのが一般的であり (岡山県, 2003), 毎日の夜温が18℃以下となるような管理を行うと生育の遅延, 結実や果実発育の不良が発生しやすいことが経験的に知られている. 一方, 小林ら (2009) は, 日単位で設定温度を変える隔日変夜温管理を行い, 生育不良が生じないかを検討した. その結果, 新梢成長や果実肥大が劣ることなく, 生育の遅れも数日程度で

あることが判明し, 加温栽培の燃料節減に有効であるとしている. そこで, 本報では, ‘マスカット’ 加温栽培でのさらなる燃料節減を目的に, 毎日の後夜温のみを下げる変夜温管理を行い, 隔日変夜温管理と比較して, 生育期や新梢および果実成長の様相を調査するとともに, 燃料節減効果について検討した.

材料および方法

1. 試験区と処理方法

実験には, 岡山県農林水産総合センター農業研究所において, 素焼き鉢10号(開口部外径約33cm, 高さ約27cm)に植栽した2年生の‘マスカット’を30樹供試した. 供試樹は, 2009年1月22日にガラス室内(間口4.8m, 奥行き7.5m, 高さ3.3m)において, 農業用ポリフィルム(厚さ0.7mm)を被覆した内張りパイプハウス内(間口2.6m, 奥行き4.5m, 高さ2.4m)に搬入した. 加温機(SP-1025FF, (株)総和工業)を用いて, 終日20℃以上で加温した. 萌芽が始まった2月18日と19日に同型のガラス室3棟に10樹ずつ分けて移動させた. 1棟は, 16~8時の夜温(16時間)を19℃に設定する恒夜温区, もう1棟は, 16~8時の夜温を1日おきに19℃と15℃に設定する隔日変夜温区, さらにもう1棟は, 16~24時の前夜温(8時間)を19℃, 0~8時の後夜温(8時間)を15℃に設定する変夜温区とした. いずれの区とも1区1鉢10反復とし, 8~16時の昼温(8時間)は, 19℃以上で加温し, 28℃を目安に内張りハウス, 天窓および側窓を開閉して同一の温度管理を行った. 内張りハウスは, 満開1週後(4

月2日)に除去し、各区とも前述の加温を果粒軟化日まで行った。果粒軟化日以降は、終日19℃以上に加温した1棟のガラス室内(間口5.4m,奥行き30.0m,高さ3.7m)に搬入し、外気温が18℃を下回らなくなった6月5日に加温を終了した。1樹から1新梢を伸長させて、1花穂を着生させた。果房の管理は、岡山県の慣行法(岡山県,2003)に準じて行ったが、新梢先端部の摘心は、10葉期に本葉を11葉残して行い、副梢葉は花穂着生節までは2葉、それより上位の節は1葉を残した。

2. 調査方法

(1)生育期、温度および燃料消費量

高木・井上(1982)の報告に準じて、芽の長さが0.7cmに達した日を萌芽日とし、満開日は花穂の小花が約

80%開花した日、果粒軟化日は果房の果粒が約80%軟化した日とした。内張りハウス内の気温を温度データロガー(HIOKI3633,日置電機)を用いて、30分間隔で測定した。1日当たりの燃料消費量を微流量燃料油メータ(NDR-6,KIMMON MFG)を用いて、ほぼ毎日の午前10時に計測し、萌芽日~満開日と萌芽日~果粒軟化日の燃料消費量を求めた。

(2)新梢成長

萌芽日から3日間隔で新梢長と展葉数を測定した。併せて、田村・藤井(2009)の報告に準じて、基部から5節目の本葉第5葉の葉色値をミノルタ社製のSPAD502を用いて、萌芽12日後から3日間隔で1葉当たり3か所を測定し、平均値を求めた。果粒軟化7週後に新梢上のすべ

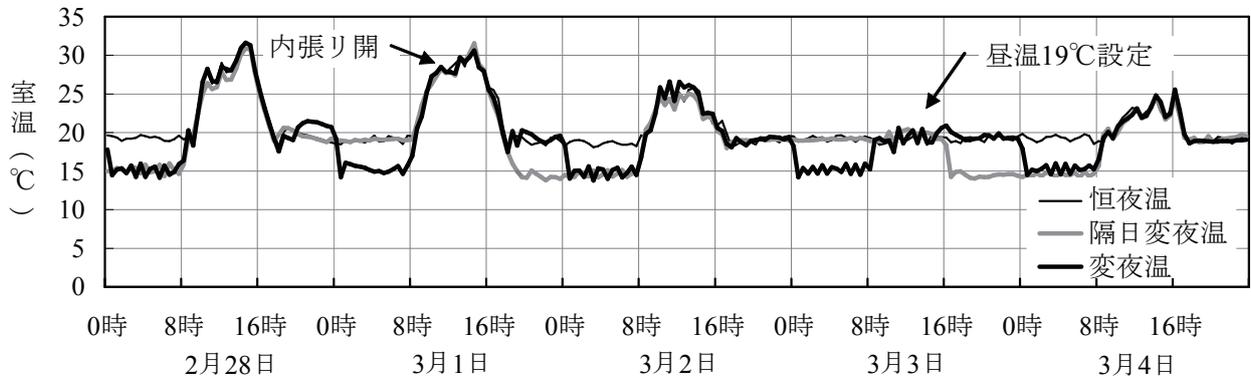


図1 変夜温管理における室温の日変化

表1 変夜温管理における日平均室温および夜間日平均室温

区	日平均室温			夜間日平均室温 ²		
	萌芽日~ 満開日	満開日~ 果粒軟化日	萌芽日~ 果粒軟化日	萌芽日~ 満開日	満開日~ 果粒軟化日	萌芽日~ 果粒軟化日
恒夜温	20.7	21.2	21.1	19.6	19.5	19.6
隔日変夜温	19.6	21.1	20.5	17.8	18.9	18.5
変夜温	19.6	20.8	20.3	17.6	18.6	18.2

²夜間は16~8時までを示す

表2 ‘マスカット’加温栽培の萌芽日から満開日および満開日から果粒軟化日までの所要日数に及ぼす変夜温管理の影響

区	生育期			所要日数	
	萌芽日	満開日	果粒軟化日	萌芽日~満開日	満開日~果粒軟化日
恒夜温	2月18日 ±2.9 ²	3月23日 ±2.4	5月16日 ±2.5	36日 ±0.8 a ³	52日 ±1.8 a
隔日変夜温	2月19日 ±2.9	3月28日 ±2.8	5月22日 ±2.4	40日 ±0.7 b	52日 ±1.7 a
変夜温	2月19日 ±3.1	3月28日 ±2.5	5月25日 ±2.8	40日 ±1.2 b	55日 ±2.0 b

²平均値±標準偏差 (n=10)

³異なる英文字間にはTukey多重検定により、5%水準で有意差があることを示す

ての葉の最大横幅を計測し，葉の最大横幅と葉面積の関係式（岡山県，2003）から新梢葉面積を求めた．併せて，本葉第1～5葉，同第6～11葉，同第1～11葉およびすべての副梢葉の平均最大横幅を求めた．

(3)花穂および果実成長

花穂の小花が約20%開花した開花開始日に1花穂当たりの支梗数と花穂長（花穂の最上位の支梗から最下位の支梗までの長さ）を測定した．開花開始日の花蕾数と満開2週間後の結実果粒数を調査し，結実率を求めた．満開日に1花穂当たり10子房を選び，横径を測定した．1果房から3果粒を選び，果粒の横径を満開日からほぼ1週間間隔で測定した．果粒軟化7週間後にすべての果房を収穫し，果房重，果粒重，糖度（屈折計示度，MASTER-A1T，AS ONE）および1果房当たりの縮果症発生果粒数を調査した．

結果および考察

1. 生育期と温度との関係

各区の室温の日変化を図1に示した．16～8時までの夜温を19℃一定に設定する恒夜温区，16～8時までの夜温を1日おきに19℃と15℃に設定する隔日変夜温区，16～24時の前夜温を19℃，0～8時の後夜温を15℃に設定する変夜温区および昼温管理について，いずれもほぼ設定どおりの温度が維持できた．ちなみに，各区の萌芽日～果粒軟化日の日平均室温と16～8時の夜間日平均室温は，恒夜温区がそれぞれ21.1℃，19.6℃であったのに対し，隔日変夜温区はそれぞれ20.5℃，18.5℃，変夜温区はそれぞれ20.3℃，18.2℃であった（表1）．

恒夜温区の萌芽日は2月18日，満開日は3月23日，果粒軟化日は5月16日であったのに対し，隔日変夜温区はそれぞれ2月19日，3月28日，5月22日，また，変夜温区はそれぞれ2月19日，3月28日，5月25日であった．萌芽日～満開日と満開日～果粒軟化日の所要日数は，恒夜温区がそれぞれ36日，52日であったのに対し，隔日変夜温区はそれぞれ40日，52日で萌芽日～満開日の所要日数が4日多く，変夜温区はそれぞれ40日，55日で5日および3日多かった．なお，隔日変夜温区と変夜温区との間には，萌芽日～満開日の所要日数に大差はなかったが，満開日～果粒軟化日の所要日数は，変夜温区が3日多かった（表2）．

高木・井上（1982）は‘マスカット’加温栽培の萌芽日～満開日の所要日数は，この期間の平均室温と密接な関係にあり，日平均室温から2.7℃を減じた値を累積し，その値が661℃に達した日にほぼ満開になるとして

いる．本実験でも，恒夜温区に比べて，隔日変夜温区と変夜温区では，当然ながら日平均室温の累積値が小さく（表1），萌芽日～満開日の所要日数が多くなったと考えられる．ちなみに，本実験での実測値は，高木・井上（1982）の式で予測した所要日数に比べて，恒夜温区は差がなかったが，隔日変夜温区と変夜温区は1日少なかった．この原因は判然としないが，高木・井上（1982）がガラス温室に栽植された通常の栽培樹を供試しているのに対し，本試験では，一般的に生育の早い鉢植え樹を供試したことが関係しているのかもしれないが，いずれにしても差は1日と小さかった．

一方，高木・井上（1982）は，‘マスカット’加温栽培の満開日～果粒軟化日の所要日数は，日平均室温が19～25℃の範囲であれば，室温が高くて必ずしも短縮されないとしている．しかし，本実験では，満開日～果粒軟化日の所要日数は，恒夜温区に比べて，変夜温区が3日多かった．この原因は判然としないが，本実験では，温度以外の条件を揃えやすい鉢植え樹を供試しており，高木・井上（1982）が供試した土耕の通常の栽培樹に比べて，温度の効果が検出しやすかったのかもしれない．

このように，毎日あるいは隔日に夜温を下げる変夜温管理を行ったところ，従来の恒夜温管理に比べて，満開日の遅延は4～5日認められ，果粒軟化日の遅延は毎日の後夜温を下げる変夜温管理で3日認められた．しかし，この程度の遅延は，収穫期の早晚としては，許容範囲内と考えられる．

2. 新梢成長と温度との関係

萌芽後の新梢成長については，萌芽3日後までは新梢長と新梢伸長速度に区による差はなかったが，萌芽3～12日後の間の新梢伸長速度は，恒夜温区に比べて，隔日変夜温区と変夜温区が有意に遅く，新梢長が萌芽6～18日後の間は，隔日変夜温区と変夜温区で下回った．その後は，新梢長が50cmを超える頃の10葉期に新梢先端を摘心したこともあって，区間差がなかった．また，隔日変夜温区と変夜温区との間には，新梢伸長速度や新梢長に差はなかった（図2，図3）．萌芽後の展葉について，萌芽12～15日後の展葉速度は，恒夜温区に比べて，隔日変夜温区が有意に遅く，変夜温区も遅い傾向にあり，展葉数が萌芽12～15日後の間は，隔日変夜温区と変夜温区で下回った．その後は，新梢先端を摘心したこともあって，萌芽15～18日後の展葉速度は，恒夜温区に比べて，隔日変夜温区と変夜温区で有意に遅く，萌芽18日後以降の展葉速度と展葉数に区間差はなかった．また，隔日変夜温区と変夜温区と

の間には、展葉速度や展葉数に差はなかった(図4, 図5). 萌芽後の葉色値については、萌芽36日後まで恒夜温区に比べて、隔日変夜温区と変夜温区がやや薄い傾向が認められたが、有意な差ではなかった(データ省略). 新梢葉面積については、一般に、夜温を低く管理すると葉が大きくなりやすいことが経験的に知られている. 本実験においても、恒夜温区に比べて、変夜温

区では、本葉第6~11葉の平均最大横幅が大きく、新梢葉面積が大きかった. 隔日変夜温区も有意な差ではないが、同様の傾向が認められた(表3). このことから、夜温が低い毎日または隔日の変夜温管理下では、葉が大きくなり、新梢葉面積が増加すると考えられた. これらの夜温管理の違いによる新梢成長の様相は、小林ら(2009)が恒夜温管理と隔日変夜温管理とを比較し

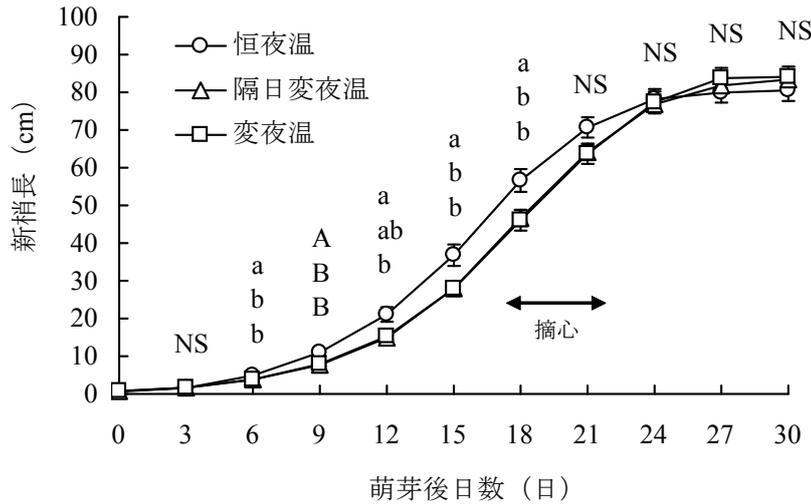


図2 ‘マスカット’加温栽培の萌芽後の新梢伸長に及ぼす変夜温管理の影響

図中の垂線は標準誤差 (n=10) を示し、異なる英文字間にはTukey多重検定により、大文字は1%水準、小文字は5%水準で有意差があることを、NSは有意差がないことを示す

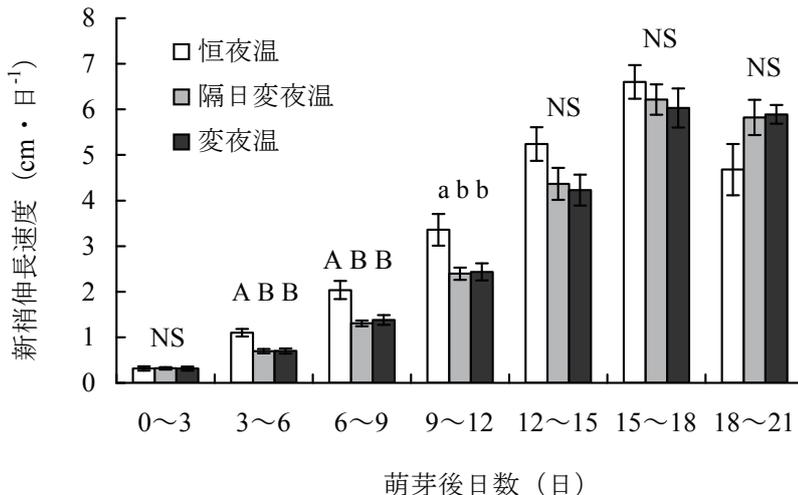


図3 ‘マスカット’加温栽培の萌芽後の新梢伸長速度に及ぼす変夜温管理の影響

図中の垂線は標準誤差 (n=10) を示し、異なる英文字間にはTukey多重検定により、大文字は1%水準、小文字は5%水準で有意差があることを、NSは有意差がないことを示す

た実験の結果とほぼ一致している。

高木・井上（1982）は，‘マスカット’加温栽培の新梢の初期成長速度，すなわち萌芽から新梢が40cmの長さに達するまでの所要日数は，その期間の日平均室温と密接な関係があり，日平均室温から2.9℃を減じた値の累積と一定の関係が見られるとしている。本実験で

も，萌芽日から新梢が40cmの長さに達する日までの所要日数は，恒夜温区の16日に対して，日平均室温の累積値の小さい隔日変夜温区と変夜温区では，17日と多かった。ちなみに，本実験での実測値は，高木・井上（1982）の式で予測した所要日数に比べて，いずれの区も1日少なかったが，この原因は判然としない。

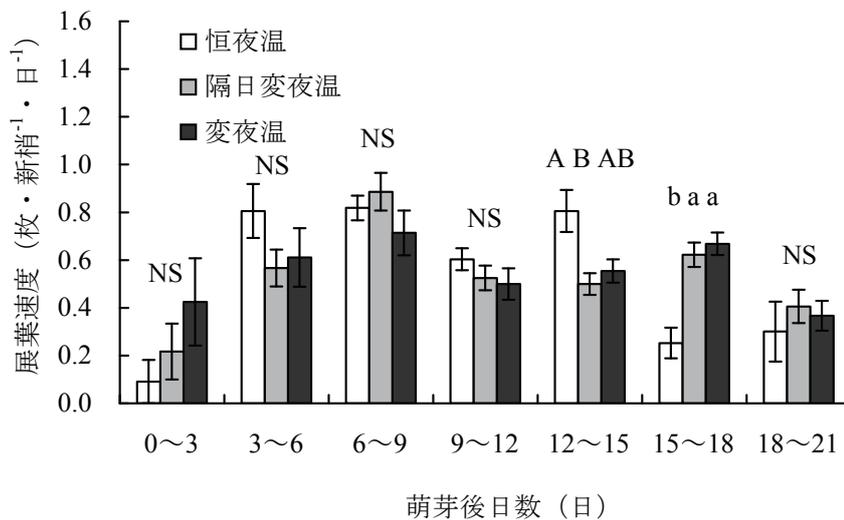


図4 ‘マスカット’加温栽培の萌芽後の展葉速度に及ぼす変夜温管理の影響

図中の垂線は標準誤差 (n=10) を示し，異なる英文字間にはTukey多重検定により，大文字は1%水準，小文字は5%水準で有意差があることを，NSは有意差がないことを示す

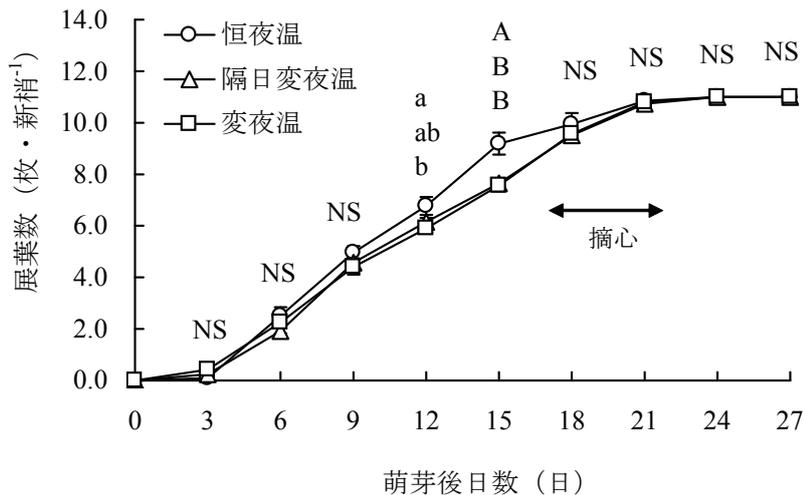


図5 ‘マスカット’加温栽培の萌芽後の展葉数に及ぼす変夜温管理の影響

図中の垂線は標準誤差 (n=10) を示し，異なる英文字間にはTukey多重検定により，大文字は1%水準，小文字は5%水準で有意差があることを，NSは有意差がないことを示す

このように、毎日あるいは隔日に夜温を下げる変夜温管理を行ったところ、従来の恒夜温管理に比べて、開花期の新梢長、展葉数および葉色に差がなく、新梢葉面積が増加したものの、萌芽3～12日後の新梢伸長速度と萌芽12～15日後の展葉速度が遅く、萌芽15日後まで新梢成長が緩慢であった。今後は、新梢成長に差が見られた萌芽15日後までは、恒夜温管理することで、変夜温管理における新梢の成長速度や生育の遅れの是正が可能と考えられた。生育ステージ別の設定温度や変夜温管理について、さらに検討する必要がある。

3. 花穂発育および果実成長と温度との関係

花穂発育と結実について、開花開始日の花穂長、花穂支梗数および満開日の子房横径に差はなかったが、隔日変夜温区と変夜温区の結実率は、恒夜温区に比べて、有意に高かった(表4)。高木・井上(1982)は、'マスカット'加温栽培の結実について、0～6時までの平均夜温が11.3～25.3℃の間では、平均夜温が低いほど結実率が高まるとしている。本実験で、隔日変夜温区と変夜温区の結実率が高かったことは、この結果と一致しており、夜温が低い毎日あるいは隔日の変夜温管理で、結実が優れると考えられる。

果粒の肥大については、隔日変夜温区と変夜温区ともに、恒夜温区に比べて、満開後2週間の果粒横径肥大

速度が遅く、満開2週後の果粒横径は、隔日変夜温区で有意に小さく、変夜温区で小さい傾向が認められた。しかし、満開4～5週後の果粒横径肥大速度が恒夜温区より速く、その後は差が認められず、満開9週後の果粒横径に区による差はなかった(図6, 図7)。また、果粒軟化7週後の成熟果房の果房重、果粒重および糖度についても、区による差はなかった(表5)。これらの夜温管理の違いによる果粒肥大の様相は、小林ら(2009)の実験結果とはほぼ一致している。

本実験では、満開後2週間の果粒肥大が恒夜温区で優れたが、満開4週後からは、変夜温区と隔日変夜温区で果粒肥大が促進され、恒夜温区との差が見られなくなった。'マスカット'加温栽培の果粒肥大と温度との関係については、古くから研究されており、大崎・徳永(1944)は、結実後の温度が高いほど果粒の横径肥大が促進され、縦径を横径で除した果形係数が小さいことを報告している。また、島村・岡本(1975)は、開花期の夜温と果粒肥大との関係について詳細な実験を行い、果粒の肥大は、開花16日後までは夜温が高いほど促進されるが、開花41日後には逆転し、高夜温ほど果粒が丸みを帯びて小さいとしている。本実験の結果は、これらの結果と一致している。以上のことから、夜温が低い毎日あるいは隔日の変夜温管理でも、充分

表3 'マスカット'加温栽培の新梢葉面積および葉の大きさに及ぼす変夜温管理の影響

区	新梢葉面積 (cm ²)	葉の平均最大横幅			副梢葉 (cm)
		本葉			
		第1～5葉	第6～11葉	第1～11葉	
恒夜温	4,770 b ²	16.3 a	21.7 b	19.1 B	15.9 a
隔日変夜温	5,518 ab	16.6 a	22.9 ab	19.6 AB	17.3 a
変夜温	5,632 a	17.3 a	23.2 a	20.3 A	17.4 a

²異なる英文字間にはTukey多重検定により、大文字は1%水準、小文字は5%水準で有意差があることを示す

表4 'マスカット'加温栽培の花穂発育、子房の大きさおよび結実に及ぼす変夜温管理の影響

区	花穂長 (cm)	花穂支梗数 (個)	子房横径 (mm)	結実率 (%)
恒夜温	14.9 a ²	33.7 a	1.44 a	42.8 B
隔日変夜温	15.9 a	31.8 a	1.46 a	58.0 A
変夜温	16.1 a	33.6 a	1.47 a	59.3 A

²異なる英文字間にはTukey多重検定により、大文字は1%水準で有意差があることを示す

な果粒肥大が得られることは明らかである。

小林ら（2009）が恒夜温管理と隔日変夜温管理とを比較した実験では，果粒軟化直前の土壌水分の大きな格差が一因とされる縮果症が多発している。中野（1989）は，縮果症のうち，縮果症状には気温が，シミ

症状には昼夜の果房の水ポテンシャルの大きな格差が影響するとし，シミ症状の発生は，水ポテンシャルが高まる6時頃を中心に4～10時頃に多く，他の時間帯は少ないとしている。本実験では，小林ら（2009）と同様の隔日変夜温区が1日おきに，変夜温区が毎日，8時

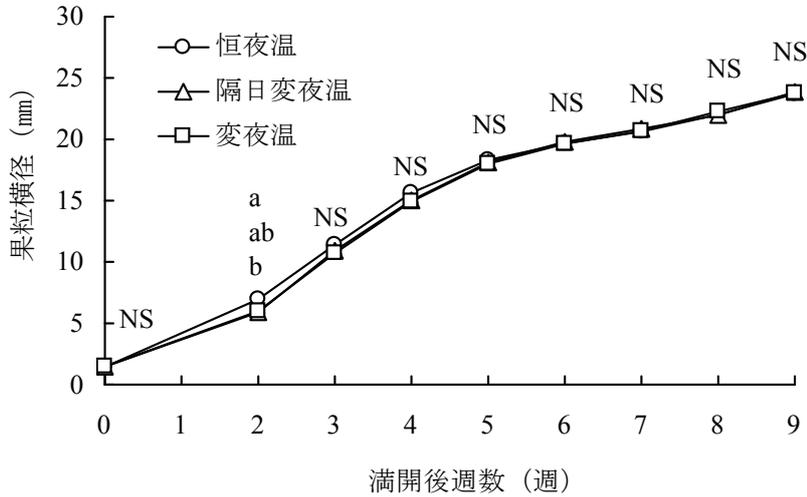


図6 ‘マスカット’加温栽培の満開後の果粒横径に及ぼす変夜温管理の影響

図中の垂線は標準誤差 (n=10) を示し，異なる英文字間にはTukey多重検定により，5%水準で有意差があることを，NSは有意差がないことを示す

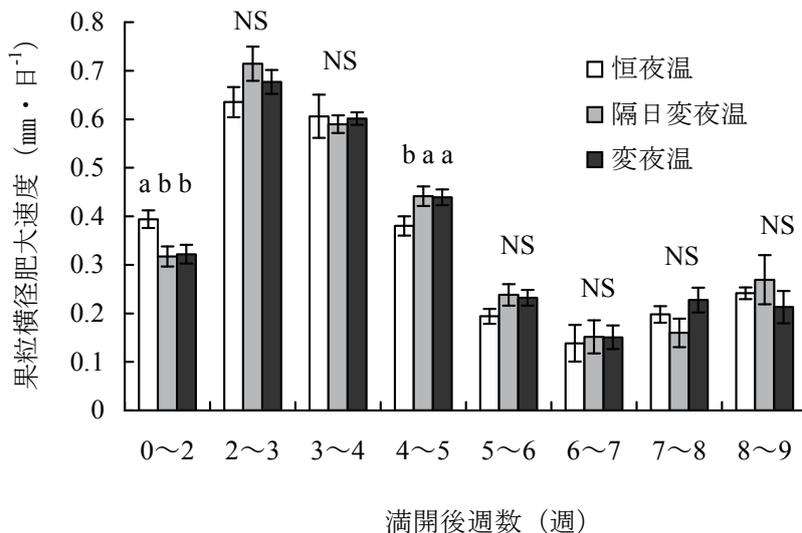


図7 ‘マスカット’加温栽培の満開後の果粒横径肥大速度に及ぼす変夜温管理の影響

図中の垂線は標準誤差 (n=10) を示し，異なる英文字間にはTukey多重検定により，5%水準で有意差があることを，NSは有意差がないことを示す

を境に4℃の室温の格差があり、影響が懸念されたが、縮果症の発生はわずかであり、区による差もなかった(表5)。このことから、本実験設定の毎日あるいは隔日の変夜温管理が縮果症の発生に与える影響は、小さいと考えられた。

4. 燃料消費量と温度との関係

燃料消費量について、萌芽日～満開日の燃料消費量は、恒夜温区の332.1Lに対して、隔日変夜温区は317.9Lで4.3%少なく、変夜温区は279.1Lで16.0%少なかった。また、萌芽日～果粒軟化日の燃料消費量は、恒夜温区の660.1Lに対して、隔日変夜温区は554.8Lで15.9%少なく、変夜温区は466.2Lで29.4%少なかった(図8)。1日のうち外気温が最も低下する時間帯の夜温を毎日下げる変夜温管理は、隔日変夜温管理に比べて、より燃料節減効果が高いことが明らかである。

以上のように、燃料節減を目的に、‘マスカット’加温栽培において、萌芽日から果粒軟化日までの毎日の後夜温あるいは隔日の夜温を4℃下げる変夜温管理を

行ったところ、夜温を下げない恒夜温管理に比べて、温度と密接な関係があるとされる萌芽日～満開日の所要日数は、4～5日多く、満開日～果粒軟化日の所要日数は、毎日の後夜温を下げる変夜温管理で3日多くなったが、収穫期の早晚としては、許容範囲内と考えられた。新梢や果実の成長は、大きく抑制されることはなく、萌芽日～果粒軟化日の加温燃料は、隔日の変夜温管理で15.9%、毎日の変夜温管理で29.4%節減された。省エネルギー対策としては、毎日の後夜温を下げる変夜温管理が加温燃料の節減効果が高く、より有効と考えられた。また、いずれの変夜温管理も、恒夜温管理に比べて、新梢成長では萌芽3～12日後の新梢伸長速度と萌芽12～15日後の展葉速度が、果実成長では満開後2週間の果粒横径肥大速度が遅いことが判明した。今後は、通常の栽培樹について、新梢や果実の成長に差が見られた萌芽後2週間と満開後2週間を恒夜温管理にすることで、変夜温管理における新梢や果実の成長速度や生育の遅れの是正が可能と考えられ、生育

表5 ‘マスカット’加温栽培の成熟果実の品質に及ぼす変夜温管理の影響

区	果房重 (g)	果粒重 (g)	糖度 (° Brix)	1果房当たり縮果症 発生果粒数 (粒)
恒夜温	539 a ^z	12.0 a	17.9 a	4.0 a
隔日変夜温	630 a	12.6 a	18.0 a	2.0 a
変夜温	593 a	12.3 a	18.1 a	0.7 a

^z異なる英文字間にはTukey多重検定により、5%水準で有意差があることを示す

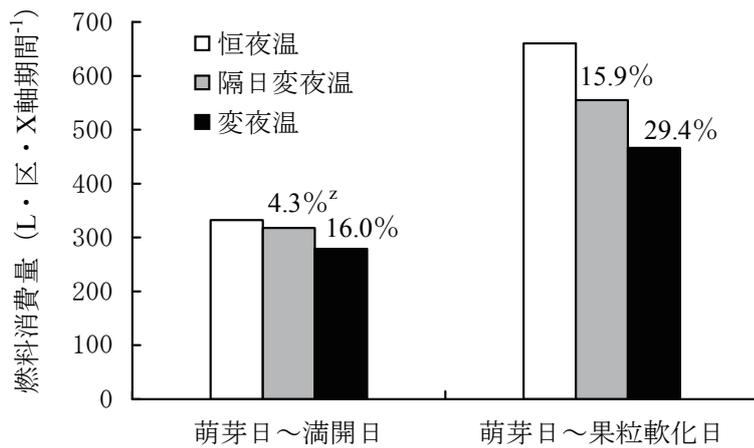


図8 ‘マスカット’加温栽培の萌芽日から満開日および果粒軟化日までの燃料消費量に及ぼす変夜温管理の影響

^z図中の数値は、恒夜温区に対する隔日変夜温区および変夜温区の燃料消費節減率を示す

ステージ別の細かな設定温度や変夜温管理について，さらに検討を要する。

摘 要

‘マスカット’の鉢植え樹を供試し，萌芽日から果粒軟化日まで，昼温（8～16時）を19℃（28℃換気）とし，夜間（16～8時）を19℃の加温下で生育させる恒夜温管理を対照に，夜温を1日おきに19℃と15℃に変える隔日変夜温管理または前夜温（16～24時）を19℃，後夜温（0～8時）を15℃に下げると変夜温管理を行い，生育期，新梢および果実の成長ならびに燃料消費量を比較した。

1. 萌芽日～満開日の所要日数は，恒夜温管理に比べて，隔日変夜温管理が4日，変夜温管理が5日多かった。満開日～果粒軟化日の所要日数は，恒夜温管理に比べて，変夜温管理が3日多かった。
2. 新梢成長について，隔日変夜温管理と変夜温管理は，恒夜温管理に比べて，萌芽3～12日後の新梢伸長速度と萌芽12～15日後の展葉速度が遅く，萌芽15日後まで新梢成長が緩慢であった。しかし，萌芽後の葉色と萌芽18日後以降の新梢長や展葉数に夜温の違いによる明確な差はなく，新梢葉面積が増加した。
3. 開花開始日の花穂長や花穂支梗数に夜温の違いによる明確な差はなく，隔日変夜温管理と変夜温管理は，恒夜温管理に比べて，結実が優れた。
4. 果実成長について，隔日変夜温管理と変夜温管理は，恒夜温管理に比べて，満開後2週間の果粒横径肥大速度が遅く，萌芽2週後の果粒横径が小さかったが，満開4～5週後は速く，その後の果粒横径肥大速度と果粒横径に夜温の違いによる明確な差はなかった。成熟果実の品質は，同等であった。
5. 燃料消費量について，萌芽日～満開日と萌芽日～果粒軟化期の燃料消費量は，恒夜温管理に比べて，隔日変夜温はそれぞれ4.3%，15.9%少なく，変夜温管理は16.0%，29.4%とさらに少なかった。
6. 以上のように，隔日変夜温管理や変夜温管理を行っても，生育の遅れは，収穫期の早晚としては許容範囲内であり，新梢や果実の成長が大きく抑制されることはなく，加温燃料が大幅に節減された。省エネルギー対策には，毎日の後夜温を下げる変夜温管理が加温燃料の節減効果が高く，より有効と考えられた。

引用文献

小林一奈・倉藤祐輝・中島康夫・大塚真史・小野俊朗

(2009) 隔日変夜温管理されたブドウ‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’の開花期までの新梢生長および果粒軟化期までの果粒肥大の様相。近畿中国四国農研，14: 93-96.

中野幹夫 (1989) ブドウ‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’果粒の発育第Ⅱ期の特徴と“シミ”症状の発生要因。園学雑，58(3): 529-536.

農林水産省 (2008) 平成20年産特産果樹生産動態調査。岡山県 (2003) 果樹栽培指針，pp.140-149.

大崎 守・徳永信八郎 (1944) 温室葡萄の温度に関する研究。園学雑，13: 186-189.

島村 和夫・岡本五郎 (1975) ブドウ，Muscat of Alexandria の結実と果粒の発育に及ぼす開花期の夜温の影響。岡山大農学報，46: 17-23.

杉浦 明 (1991) 第Ⅱ編各論第4章ブドウ，新編果樹園芸ハンドブック。養賢堂，東京，391p.

高木伸友・井上襄吉 (1982) ブドウ‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’の生育に及ぼすガラス室内温度条件の影響。園学雑，50: 445-453.

田村史人・藤井雄一郎 (2009) 養液栽培したブドウ‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’の葉色と結実，果実品質および収量との関係。岡山農試研報，27: 5-12.