

## 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\*

島村和夫・岡本五郎  
(果樹園芸学研究室)

Received July 1, 1975

### Effect of Night Temperature during a Blooming Period on Fruit Set and Berry Growth in Muscat of Alexandria Grapes

Kazuo SHIMAMURA and Goro OKAMOTO  
(Laboratory of Pomology)

In a trial of biannual harvesting in Muscat of Alexandria grapes under controlled greenhouse conditions, much smaller clusters and berries occurred in the second crop, which bloomed on early September, as compared to the first one.

In order to investigate the effects of high temperature condition during a blooming period on the fruit set and berry growth, 3-years-old Muscat of Alexandria grape vines were kept at 30, 25, 20 and 15°C at night (6 p. m. to 9 a. m.), and at 30°C in daytime for 10 days after blooming.

1) More berries set at 30°C of night temperature than 25, 20 and 15°C, but about half of them did not grow any further because of seed abortion. About 20% small seedless berries occurred even at 25°C of night temperature.

2) Berry growth was much promoted at higher night temperatures for the first 16 days after blooming, but slowed down thereafter, so that berry weight and longitudinal diameter at 41 days after blooming were greatest at 15°C, followed by 20, 25 and 30°C respectively. This relationship continued until harvest, and vines treated at 30 and 25°C produced small and round shaped berries containing more soluble solids than those at 20 or 15°C.

3) Cell divisions both in inner and outer walls were promoted at 30 and 25°C than 20 and 15°C only for the first 6 days of treatment, but since then, this trend was diminished. Consequently, cell number to the longitudinal direction both in inner and outer walls were significantly less in the berries treated at 30°C than in those of lower three temperature conditions.

4) Cell size was greater in the berries treated at 30 and 25°C of night temperatures until 16 days after blooming, but thereafter longitudinal cell enlargement was much restricted in those berries, especially in inner wall which occupies the most part of the pericarp. Reversely, cell size in the berries treated at 15°C became greatest 41 days after blooming, followed by 20, 30 and 25°C.

5) From this experiment, it was concluded that the blooming period of the second crop should be brought to the middle of September or later to prevent from the seed abortion after fruit set and the retardation of cell enlargement, which tend to occur under high temperature condition as in August or early September.

---

\* 昭和49年度文部省科学研究費の助成を受けた。

## 緒 言

山下・島村ら<sup>5)</sup>は、1973年に岡山大学農学部構内のガラス室内で栽植中の欧州系ブドウ、Muscat of Alexandria (*Vitis vinifera* L.) につき、1月下旬から室内加温を始めて7月上旬に果実を収穫し、その約1ヶ月後に新梢を切り返して本芽(冬芽)を発芽させ、この2番枝上に発育した花穂を結実させて翌年の1月中旬に収穫、いわゆる二期作栽培を行った。この二期作目の果実は一期作目とくらべて、肉質の締りがよく、糖および酸含量の多い、非常に濃厚な風味を持っていたが、一方では、1果房上の果粒数が少なく、個々の果粒は丸く、小さかった。

小林ら<sup>7)</sup>、大崎ら<sup>8)</sup>が行った開花期前後の温度条件が以後の果粒の発育に及ぼす影響についての研究結果などから、その原因の一つとして、二期作果実の開花期が9月上旬にあたり、ガラス室内の気温、とくに夜温が高かったためではないかと考えられた。

本実験は、二期作果実の開花期の好適な時期を、温度条件の点から考察するために、開花期の夜温条件と Muscat of Alexandria の結実性および果粒の発育との関係について、おもに組織解剖学的に調査したものである。

## 材 料 と 方 法

1974年に、40ℓ容のプラスチック製コンテナに2本ずつ植えた3年生 Muscat of Alexandria を材料とし、各個体に新梢2本と花穂1房ずつを発育させ、開花1週間前に新梢および副梢の先端を摘心し、花穂は整形して花らい数を約400個にそろえて実験に供した。

各個体の開花開始日(5月27~30日)に、当日咲きかけの小花の小花梗にえのぐでマークをつけ、筆で十分ポリネーションした。この日から10日間、夜間(午後6時~午前9時)は30, 25, 20, 15°Cのファイトロン室内に4個体ずつ入れ、昼間は全個体を30°Cの室内においた。開花日(温度処理開始)、3日後、6日後(夜温30, 25°C区開花終了)、10日後(同20, 15°C区終了、温度処理終了)、16日後、25日後、41日後に、えのぐのマークのついた幼果20粒ずつを各区から集め、生体重、横径と縦径を測定してから FAA 液で固定し、果肉組織の内部構造の観察に供した。すなわち、開花当日から10日後までのサンプルはパラフィン切片法により12μ厚の縦断切片を作成し、酸性フクシンとファストグリーンで染色して、果粒の最大直径部分と思われる切片3枚につき、果肉柔組織の外壁および内壁の厚さ、横軸方向および縦軸方向の細胞数、もっとも大型の細胞5個についての縦径、横径を測定した(Fig. 1参照)。なお、縦軸方向の細胞数は、果粒の赤道部付近の1~2mmの部分について測定した細胞数と、外壁および内壁のそれぞれの中央部の長さか

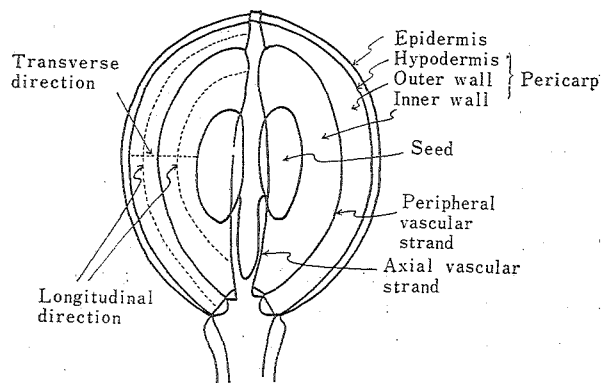


Fig. 1. Schematic diagram for estimated cell size and cell number both in inner and outer walls of pericarp. Cell size and cell number along the dotted lines were estimated.

ら算出した。開花後16日目以後のサンプルは縦に2等分し、切断面をコトンプルーで染色、そのまま実顕微鏡下で同様の測定を行った。

なお、温度処理終了後は全個体と同じビニールハウス内に移し、普通の管理法によって栽培した。果実の成熟期（9月7日）に各区の果房を収穫し、果房重、果粒重、果粒径、果汁の糖度、酸含量を測定した。

## 結 果

### (1) 結実率および無核果粒数

Table 1 に示すように、いずれの区でもよく結実し、20%以上の着粒率となったが、とくに

Table 1. Berry set and seed abortion affected by night temperature for 10 days after blooming

| Night temp. treated | Number of florets | Number of set berries* | Set percent | Number of berries without seed** |
|---------------------|-------------------|------------------------|-------------|----------------------------------|
| 30°C                | 385.5             | 110.2                  | 28.6%       | 54.3                             |
| 25                  | 396.3             | 84.4                   | 21.3        | 16.8                             |
| 20                  | 400.8             | 93.8                   | 23.4        | 3.2                              |
| 15                  | 396.5             | 94.3                   | 23.8        | 4.5                              |

\* Estimated at 25 days after bloomig. \*\* Estimated at 41 days after blooming.

30°C区では有意に高かった。しかし、この区では、結実果粒の半数近くは開花後2~4週目ころに種子が退化して、果粒の肥大がほとんど停止した。25°C区でも約20%が無核小粒となったが、20、15°C区ではほとんどみられなかった。

### (2) 果粒重および果粒径の増加

Table 2 に示すように、夜温の高い区ほど、処理期間中の果粒の肥大が促進され、開花後16

Table 2. The growth of berry affected by night temperature for 10 days after blooming

| Night temp. treated | Days after blooming*            |                     |                     |                   |                   |                   |
|---------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                     | 6                               | 10                  | 16                  | 25                | 41                | 103**             |
|                     | Fresh weight                    |                     |                     |                   |                   |                   |
| 30°C                | 33.7 <sup>mg</sup>              | 193.0 <sup>mg</sup> | 491.5 <sup>mg</sup> | 0.93 <sup>g</sup> | 2.55 <sup>g</sup> | 3.35 <sup>g</sup> |
| 25                  | 15.9                            | 90.3                | 329.2               | 1.10              | 2.75              | 5.95              |
| 20                  | 10.3                            | 58.4                | 213.0               | 1.15              | 2.80              | 6.74              |
| 15                  | 8.7                             | 22.2                | 121.0               | 1.02              | 3.08              | 7.33              |
|                     | Diameter (longi. × trans.) (mm) |                     |                     |                   |                   |                   |
| 30°C                | 3.4×2.4                         | 8.3×6.7             | 10.5×9.1            | 12.3×11.6         | 17.2×16.4         | 19.8×18.4         |
| 25                  | 2.9×2.2                         | 6.0×4.4             | 9.9×7.9             | 13.9×11.3         | 18.0×16.7         | 22.3×20.5         |
| 20                  | 2.7×1.9                         | 5.7×4.1             | 8.8×7.2             | 14.2×11.6         | 19.1×16.3         | 23.9×21.0         |
| 15                  | 2.5×1.7                         | 4.0×3.1             | 7.1×5.9             | 13.8×11.5         | 19.4×17.3         | 25.0×21.3         |

\* The fresh weight and diameter (longi.×trans.) of ovary at blooming were 0.287 mg and 2.0×1.2 mm respectively. \*\* All the fruits clusters were harvested.

日目（処理終了後6日目）までこの傾向が続いたが、25日目には30°C区の果粒の大きさは劣り、41日目には順位がまったく逆転して、高夜温区ほど果粒重、果粒縦径が劣った。収穫期に

においては果粒重、横径、縦径のいずれについても高夜温区ほど劣ったが、とくに30°C区では果粒が丸く、著しく小さかった。果汁の糖度は、30°C区：23.7度、25°C区：22.8度、20°C区：19.7度、15°C区：19.8度で、25°Cの高夜温区では非常に糖度が高かった。酸含量は全区とも0.34~0.38%（酒石酸換算）で、有意な差はなかった。

(3) 果肉柔組織の外壁および内壁の厚さの増加

果粒縦断面の最大横径部における外壁柔組織および内壁柔組織の厚さの増加を示したのが Fig. 2 である。どの区においても、外壁の厚さの増加は開花後16日目あるいは25日目ではほとんど停止したが、内壁厚の増加はその後もほぼ直線的に続き、果肉組織の大部分を内壁で占めるようになった。外壁は高夜温区ほど厚かったが、内壁厚は果粒径における各区のあいだの傾向と同じく、開花後16日目までは高夜温区ほどすぐれ、以後はその順位が逆転した。

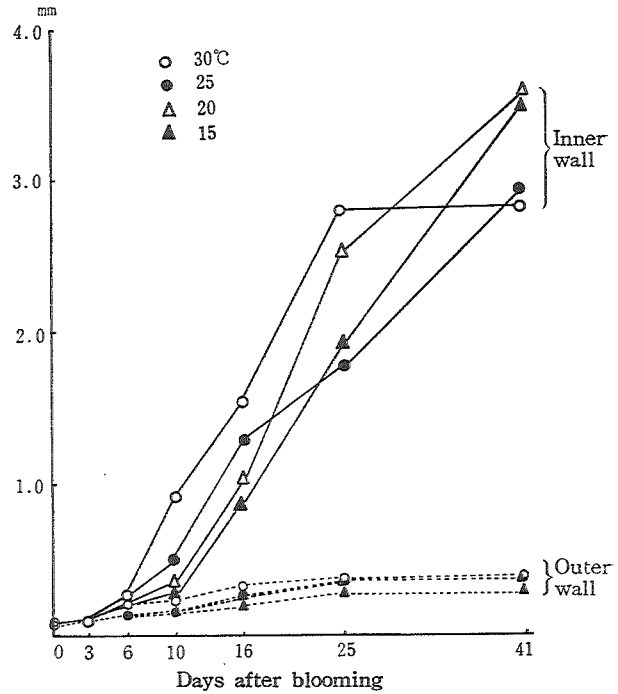


Fig. 2. Increases in thickness of both inner and outer walls of pericarp affected by night temperature for 10 days after blooming.

(4) 外壁および内壁における細胞数の増加

果粒縦断面上における、外壁および内壁の縦軸、横軸方向の細胞数は Table 3 のとおりである。すなわち、開花後6日目には、外壁の縦軸および横軸方向、内壁の横軸方向の細胞数の増

Table 3. Increase in cell number affected by night temperature for 10 days after blooming

| Night temp. treated | Days after blooming          |         |        |        |        |        |
|---------------------|------------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|
|                     | 0                            | 6       | 10     | 16     | 25     | 41     |
|                     | Inner wall (longi. × trans.) |         |        |        |        |        |
| 30°C                | 38×4.8                       | 80×10.2 | 82×11  | 89×14  | 89×14  | 88×13  |
| 25                  | "                            | 90×7.8  | 92×12  | 102×14 | 116×13 | 115×14 |
| 20                  | "                            | 87×6.3  | 100×12 | 98×15  | 105×13 | 115×14 |
| 15                  | "                            | 77×6.2  | 104×10 | 103×14 | 104×13 | 106×15 |
|                     | Outer wall (longi. × trans.) |         |        |        |        |        |
| 30°C                | 48×4.2                       | 192×8.1 | 247×9  | 288×10 | 320×9  | 316×9  |
| 25                  | "                            | 181×7.9 | 254×11 | 253×10 | 319×10 | 333×9  |
| 20                  | "                            | 159×7.2 | 269×11 | 249×10 | 378×9  | 347×9  |
| 15                  | "                            | 120×7.3 | 226×11 | 240×10 | 352×8  | 347×10 |

加が促進されているが、10日目にはその傾向は認められない。16日目以降は、30°C区の縦軸方向の細胞数は内壁および外壁ともに他の区より少なく、25°C区でも25日目以降、外壁の縦軸方向の細胞数が20、15°C区よりやや少なかった。

### (5) 外壁および内壁細胞の肥大

Table 4 に示すように、開花後16日目までは高夜温区ほど、外壁細胞の縦径および内壁細胞

Table 4. Increase in cell size affected by night temperature for 10 days after blooming

| Night temp.<br>treated | Days after blooming             |       |        |         |         |         |
|------------------------|---------------------------------|-------|--------|---------|---------|---------|
|                        | 0                               | 6     | 10     | 16      | 25      | 41      |
|                        | Inner wall (longi. × trans., μ) |       |        |         |         |         |
| 30°C                   | 28×13                           | 42×25 | 98×114 | 148×292 | 224×424 | 288×672 |
| 25                     | "                               | 44×48 | 85×72  | 124×240 | 228×348 | 240×512 |
| 20                     | "                               | 28×30 | 76×52  | 108×176 | 275×402 | 320×676 |
| 15                     | "                               | 28×26 | 44×44  | 88×136  | 192×224 | 336×720 |
|                        | Outer wall (longi. × trans., μ) |       |        |         |         |         |
| 30°C                   | 29×18                           | 24×23 | 52×40  | 72×42   | 80×68   | 87×120  |
| 25                     | "                               | 26×24 | 48×40  | 68×44   | 72×45   | 92×100  |
| 20                     | "                               | 21×26 | 44×36  | 52×45   | 84×43   | 120×68  |
| 15                     | "                               | 24×20 | 26×28  | 49×32   | 60×44   | 140×84  |

の縦径と横径が大であったが、その後、この傾向はなくなり、41日目においては、30、25°C区の外壁細胞は縦径が著しく短く、横径の長い、扁平な細胞となり、内壁では縦横径ともに15°C区がもっとも大で、20°C区がこれに続き、30、25°C区はとくに縦径が劣った。

## 考 察

岡山県下における Muscat of Alexandria のガラス室栽培では、開花期ころの温度管理の目標を昼温25~30°C、夜温15~20°Cにおくのが一般的である。1974、1975年に県下の加温栽培（1月または2月より加温開始）と冷室栽培（無加温）のガラス室数ヶ所について、開花期の室内温度を調査した結果を平均すると、加温室では昼温（午前9時~午後5時）が約28°C、夜温（午後6時~午前8時）は約17°Cで、冷室ではそれぞれ約25°C、13°Cであった。これに対し、二期作目の開花期にあたる、8月および9月の室内の昼一夜温を旬別にまとめると、8月中旬：32.2—25.2°C、同下旬：30.3—25.0°C、9月上旬：28.5—24.2°C、同中旬：28.2—20.5°C、同下旬：26.0—19.8°Cとなり、山下・島村ら<sup>5)</sup>の試みた二期作目の開花日の9月8日前後においては、普通栽培の加温室、冷室にくらべて、とくに夜温条件が高いことがわかる。

小林ら<sup>1)</sup>は、鉢植えの Muscat of Alexandria を供試して、開花期前後の約1ヶ月間、昼間は冷室のガラス室内におき、夜間だけ15~35°Cの4段階に調節した温度制御室内に入れて生育させたところ、結実率は27~28°C区でやや良い程度で、15、22、27~28°Cの3区のあいだに大差はないが、35°C区では開花期前に全部落蕾した。また、処理終了時における果粒の大きさは、15°C区がもっとも劣り、27~28°C区がもっともすぐれていたが、果形指数（縦径/横径）をみると、15°C区：1.72、22°C区：1.50、27~28°C区：1.30で、高夜温区では丸い果粒であったことがわかる。

また、大崎ら<sup>3)</sup>は加温ガラス室内の成木の Muscat of Alexandria 樹につき、結実期から18日間、室内の温度管理を操作して、昼温 26.6°C、夜温 22.8°C の高温区と、昼温 22.2°C、夜温 18.9°C の低温区を設けたところ、収穫期は高温区の方が16日早かったが、果粒の大きさは低温区より劣り、果形指数も低温区の 1.25 に対して高温区は 1.15 と、高温区では果粒が丸かったことを報告している。

本実験で、開花開始日から10日間、昼温を 30°C、夜温を 30, 25, 20, 15°C の4段階に変えて、果粒の発育および果形を比較した結果もこれらの報告とおおむね一致するものである。すなわち、開花期の夜温が高い区ほど、幼果の肥大が急速であるが、30°C 区では25日目ですでに果粒の縦径および生体重が他の区より劣り、41日目には低温区ほど果粒が大きくなった。収穫期においても、30°C あるいは25°C の高夜温条件を開花期に与えたものは、果粒の縦径がとくに短く、丸く小さい果粒となり、糖度は著しく高いなど、二期作果実とよく似た特徴を示した。

このような果粒の特徴を果粒の内部構造、とくに果肉組織の細胞肥大および細胞分裂と関係づけて考えてみると、温度処理開始直後にみられる高夜温区での果粒肥大の促進は、おもに外壁および内壁の縦軸および横軸方向への細胞分裂の促進によるものであり、6日目ころから16日目にかけては、内壁細胞の肥大促進によるものようである。しかし、25日目ころになると、30°C あるいは25°C の高夜温区では、果肉のほとんどを占める内壁における縦軸方向への細胞肥大が著しく抑制されるようになり、これが以後の果粒の大きさ、とくに縦径が劣ることの支配的な要素となっている。これに対して、果肉細胞の数がはっきり少ないと認められるのは30°C 区の外壁と内壁の縦軸方向についてだけで、25°C 区でも外壁の縦軸方向の細胞数は20、15°C 区にくらべてやや少ないが、果粒全体のうちで外壁が占める割合はごくわずかである (Fig. 2) から、この区の果粒が丸く小さいのは細胞数の問題ではないように思われる。

中川ら<sup>2)</sup>は数種のブドウの外壁、内壁における細胞分裂停止期を調査し、外壁では開花後32~39日目、内壁では7~11日目で細胞分裂は終ることを報告している。本実験で最後に細胞数を調査した開花後41日目には果肉細胞の分裂はほとんど終了していたものと考えられ、結局、夜温30°C 区では内壁、外壁の縦軸方向の細胞数が少ないうえに、個々の細胞の肥大がわるいため、また、25°C 区ではおもに縦軸方向への細胞肥大がわるいために、いずれも果粒が丸く小さくなったと言えよう。

行永<sup>5)</sup>は鉢植えの Muscat of Alexandria を用い、結実期直後の20日間、昼温は自然条件下とし、夜温を 15, 22, 28, 35°C に調節し、果肉の内壁組織の細胞数および細胞径の増加を比較したところ、処理終了時においては細胞数、細胞の大きさともに28°C 区でもっともすぐれ、次いで35, 22, 15°C 区の順であった。ただし、35°C 区ではその後の細胞肥大が著しく抑制され、最終的な果粒の大きさは28, 22, 15, 35°C 区の順となったと報告している。この実験結果にくらべて、本実験では夜温処理の期間が短いにもかかわらず、処理終了時においては細胞数、細胞径、果粒径のいずれについても低夜温区ほどすぐれた点で一致しない。これは、本実験では昼温を比較的高い30°C 一定に保ったことと、処理終了後に各区の個体を移したビニールハウス内が、晴天日の日中は35°C 以上の高温になることが多く、全般的に高温条件下で経過したためではないかと思われる。

TUKEY<sup>4)</sup>は米国系ブドウ (*Vitis labrusca L.*) の Concord 種につき、開花直後の13日間の夜温を32°C にすると高温すぎて以後の果粒の肥大が26°C や21°C の場合より劣ることを示

し、昼温が26~30°Cである場合は開花直後の3日間の夜温を32°Cに、その後の2,3日間は28°Cに、さらにそれ以後は22~23°Cにするのが果粒発育に好適であろうと結論している。

本実験の結果から、Muscat of Alexandriaでは、開花期の昼温が30°Cの場合に、夜温25°Cを10日間与えると高温にすぎるとの思われ、二期作果実の開花期が8月下旬~9月上旬になると、ちょうど昼温30°C、夜温25°Cに近い温度条件となり、以後の果粒の肥大、とくに、果肉の大部分を占める内壁組織の細胞の肥大が抑制されることになろう。開花期が9月中、下旬になれば、昼温が25~30°C、夜温が20°C前後になるので、開花期前後の果粒発育のためには好適な温度条件と言えよう。ただし、この場合でも、開花期までの花器形成期の温度条件は著しく高く、花らいの発育や結実性に悪影響を及ぼす可能性は十分に考えられる。この点についての調査および高温条件下であっても、花らいを正常に発育させる方法についての研究が、今後二期作栽培を進めていくうえに必要であると思われる。

### 摘 要

ガラス室栽培のブドウ、Muscat of Alexandriaの二期作栽培において、9月上旬に開花した二期作目の果房および果粒の大きさは、一期作目より著しく劣った。そこで、開花期の高温が結実性と果粒の発育に及ぼす影響をみるために、3年生のMuscat of Alexandria樹を開花直後の10日間、昼間(午前9時~午後6時)は30°C、夜間は15, 20, 25, 30°Cの温度条件下においた。

1) 夜温30°C区では他の3区より結実率が高かったが、結実後に種子が退化して、発育の停止した果粒が約半数あり、25°C区でも約20%が無核小粒になった。

2) 果粒の肥大は開花後16日目までは夜温の高かった区ほど促進されたが、41日目には順位が逆になり、低夜温区ほど果粒重、縦径が大となった。この傾向は成熟期まで持続され、高夜温区の果粒ほど小さく、丸味を帯びたが、糖度は著しく高かった。

3) 30, 25°Cの両区では20, 15°Cの両区にくらべて果肉組織の内壁および外壁の細胞分裂が開花後6日目までは促進されたが、以後は差がなくなり、25日目以降の30°C区では内壁および外壁の縦軸方向の細胞数は他の3区よりとくに少なかった。

4) 内壁および外壁の細胞の大きさも開花後16日目までは高夜温区ほどすぐれたが、その後、30°C区および25°C区では、果肉の大部分を占める内壁部分の細胞肥大、とくに縦軸方向への肥大が著しく抑制され、41日目には逆に、15°C区の細胞がもっとも大となり、20°C区、30°C区、25°C区の順になった。

5) 本実験の結果から、二期作目の開花期が8月ないし9月上旬であると、高温のために結実後に種子が退化したり、縦軸方向への果肉細胞の肥大が抑制されやすく、これを防ぐためには、開花期を9月中旬以降にするのが望ましいと思われた。

### 文 献

- 1) KOBAYASHI, A., H. YUKINAGA and E. MATSUNAGA: Jour. Jap. Soc. Hort. Sci. 34, 152—158 (1965)
- 2) NAKAGAWA, S. and Y. NANJO: Jour. Jap. Soc. Hort. Sci. 35, 117—126 (1966)
- 3) 大崎 守・徳永信八郎: 園学雑 13, 186—189 (1942)
- 4) TUKEY, L. D.: Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 71, 157—166 (1958)
- 5) 山下尚浩・陳 正寛・木曾則子・島村和夫: 園芸学会研究発表要旨(春季), 122—123 (1974)
- 6) 行永寿二郎: ブドウ発育の温度条件に関する研究(京大学位論文), 34—41 (1964)