

## ワケギ初夏どり栽培用種球生産における最低気温および加温開始時期が掘り上げ時の生育と鱗茎肥大に及ぼす影響

川口, 岳芳

九州大学大学院生物資源環境科学府環境農学専攻農業生産生態学分野 | 広島県立総合技術研究所農業技術センター

房尾, 一宏

広島県立総合技術研究所農業技術センター退職 | 九州大学大学院農学研究院資源生物科学部門農業生産生態学研究室

尾崎, 行生

九州大学大学院農学研究院資源生物科学部門農業生産生態学研究室 : 准教授

<https://doi.org/10.15017/1854038>

---

出版情報 : 九州大学大学院農学研究院学芸雑誌. 72 (2), pp.21-26, 2017-09-08. 九州大学大学院農学研究院

バージョン :

権利関係 :



## ワケギ初夏どり栽培用種球生産における最低気温および 加温開始時期が掘り上げ時の生育と鱗茎肥大に及ぼす影響

川 口 岳 芳<sup>1・2\*</sup>・房 尾 一 宏<sup>2a</sup>・尾 崎 行 生

九州大学大学院農学研究院資源生物科学部門農業生産生態学研究室

(2017年4月27日受付, 2017年5月10日受理)

Effect of Heating Temperature and Duration on Growth and Hypertrophy  
in Seed Bulb Production for Early Summer-Harvesting Cultivation of  
*Allium × wakegi* Araki

Takeyoshi KAWAGUCHI<sup>1・2\*</sup>, Kazuhiro FUSAO<sup>2a</sup> and Yukio OZAKI

Laboratory of Agroecology, Department of Bioresource Sciences, Faculty of Agriculture,  
Kyushu University, Fukuoka 811-2307, Japan

### は じ め に

ヒガンバナ科ネギ属に属するワケギ (*Allium × wakegi* Araki, 河原, 2014) は, ネギ (*A. fistulosum* L.) を種子親にシャロット (*A. cepa* L. Aggregatum group) を両親に持つ一代雑種であり雌性雄性ともに不稔で種子ができる (田代, 1984) ことから, 営利栽培においては栄養繁殖された鱗茎が種球として利用される。

広島県におけるワケギの従来の作型は, 秋季に鱗茎を定植し年内に収穫する秋どり栽培, 翌年の3月までに収穫する冬どり栽培および4月までに収穫する春どり栽培に大別される (野菜・茶業試験場, 1989). 4~6月は長日により鱗茎肥大が誘起された後の休眠期にあたるため, 鱗茎を定植しても萌芽せず, この時期からの栽培が困難であった. この対策として減圧吸水処理による休眠打破技術 (長谷川ら, 1991) が開発され, 休眠期間を含む3~6月に定植する初夏どりおよび夏どり栽培が可能となり, 周年出荷作型が確立された。

これらの作型の種球として用いる鱗茎は, 秋季に鱗

茎を1球定植し, 翌春までの数十に分けた後の分球により増殖し, その後の長日に誘起され十分に肥大充実した鱗茎を掘り上げることによって生産される (長谷川ら, 1979). 掘り上げた鱗茎は, 紐で結束し軒下に吊り下げる貯蔵し, 6~12月に定植する夏どり, 秋どり, 冬どりおよび春どり栽培の種球として隨時使用する. しかし, 3~5月に鱗茎を定植する初夏どり栽培では, 二次生育期途中の肥大充実が不充分である鱗茎を掘り上げ種球として定植するため, 定植後の生育および収量の低下を生じることが生産上の課題である.

ワケギと同様に鱗茎を定植する同属のニンニクでは, 萌芽後の一定期間は鱗茎に蓄積された貯蔵養分を利用して生育する (八鍬, 2008) とされている. ワケギの初夏どり栽培用の種球 (鱗茎) 生産においても, 定植後の生育および収量の低下を防ぐためには, 傳統の鱗茎の掘り上げ時期となる5月より2か月早い3月に肥大充実した鱗茎を得る技術開発が有効であると考えられる.

<sup>1</sup> 九州大学大学院生物資源環境科学府環境農学専攻農業生産生態学分野

<sup>2</sup> 広島県立総合技術研究所農業技術センター

<sup>1</sup> Laboratory of Agroecology, Department of Agro-environmental Sciences, Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Sciences, Kyushu University

<sup>2</sup> Hiroshima Prefectural Technology Research Institute, Agricultural Technology Research Center, Hara, Hachihonmatsu, Higashihiroshima, Hiroshima 739-0151, Japan

\* Corresponding author (E-mail: t-kawaguchi86668@pref.hiroshima.lg.jp)

<sup>a</sup> 現在: 退職

同属のタマネギ（青葉, 1964；山田・琴谷, 1971), ラッキョウ（青葉, 1967）およびニンニク（青葉, 1965）では、長日が鱗茎肥大に促進的に作用すると報告されており、ワケギにおいても同様に長日により鱗茎肥大が誘起されることが示されている（長谷川ら, 1979）。そこで、これまで筆者らは初夏どり栽培の定植が始まる3月に肥大充実した鱗茎を得るため、長日処理による鱗茎肥大促進の可能性について明らかにするため、光源と光強度、日長延長と暗期中断および長日処理の処理期間と時間帯について検討した。その結果、「下関」系統では白熱電球を光源として、畠面の光合成有効光量子密度 (PPFD) を  $0.5 \sim 2.7 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  とし、1月1日から80日間、15～16時間の日長延長、あるいは暗期の中央よりやや遅い時間帯での3～4時間の暗期中断を行うことで、慣行の種球生産での掘り上げ時と同様に肥大充実した鱗茎を得られることを明らかにした（川口・房尾, 2005, 2006, 2010）。

さらに、ワケギの種球生産では、鱗茎の肥大充実に加え、分けつの後の分球を促し、掘り上げ時に得られる鱗茎数つまり種球数を確保することが重要である。ワケギの分けつの促進については、長谷川ら（1979）が示したように秋季に鱗茎を定植後、第一次生育期の後の冬季の低温による生育停滞（他発休眠）を回避することが有効であると考えられる。

そこで、初夏どり栽培用の種球生産において、冬季の生育停滞を回避し分けつを促進することを目的として、栽培中の加温温度および加温開始時期が掘り上げ時の生育および鱗茎肥大に及ぼす影響について検討した。

## 材料と方法

2003年9月19日に直径21 cmのプラスチック鉢にマサ土とバーク堆肥（有機物70%, N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O = 1.5%:1.1%:0.4%, 久米産業（株））を1:1 (V/V) で充填した。1鉢当たり12.4 gの有機入り配合肥料 (N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O = 10%:8%:9%, 広島県製肥（株）) と2.8 gの肥効調節型肥料（70日溶出タイプ, N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O = 20%:0%:13%, ジェイカムアグリ（株））を混和した。広島県の夏季栽培の主要品種である（長谷川ら, 1981）ウイルスフリー化した6～9 gの「下関」系統の鱗茎を1鉢当たり1球定植し、広島県立総合技術研究所農業技術センター（広島県東広島市八本松町、北緯34度27分、東経132度43分）内のビニルハウスに搬入した。加温開始時期として、11月

10日（以下、11月開始区）、12月10日（以下、12月開始区）および1月10日（以下、1月開始区）の3区を設け、最低気温は2°C（以下、2°C区）および5°C（以下、5°C区）を組み合わせた6処理区を設けた。対照区は無加温なりゆきとした。栽培期間中の灌水方法は、畠面から深さ10 cmの土壤水分張力がpF 2.1に達した時点を灌水開始点とし、畠面に敷設した灌水チューブにより1回当たり5 mm相当量を灌水した。各処理区とも、農業用暖房設備（KA-125, ネポン（株））を用いて設定した温度で加温した。栽培期間中の施設内気温および地温は、自記温度計（カードロガー, MR56011, (株) CHINO）により1時間間隔で計測した。

2004年3月16日に処理を終了し、株を掘り上げ、生育および鱗茎の肥大状況を調査した。1区当たり10株とし、葉長、交合部径および葉鞘基部径は、各株の葉長が最も長い分けつについて調査した。調製重は、株を掘り上げ分割後、枯死した葉身とすべての根を切除し計測した。鱗茎の肥大指数は加藤（1963）に従い、葉鞘基部径を交合部径で除した値とした。また、鱗葉は加藤（1993）および山崎（2003）に従い、葉鞘基部が肥厚し葉身が伸長せず、葉身長を葉鞘長で除した値が1以下の葉とし、その長さを計測した。分球は八鍬（1963）に従い、肥大期までに分けつを繰り返し2つ以上の生長点が平行して分化した後、葉鞘部が肥大し外観的に個体が分かれた時点で分球とみなした。

## 結果

栽培期間中の各処理区の日平均気温および日最低気温の推移を図1に示した。11～3月における日平均気温の月別の平均値は、2°C区では順に12.6, 8.0, 6.7, 9.0および9.4°C, 5°C区では順に13.5, 9.7, 9.1, 10.9および11.2°C、対照区では順に12.2, 7.0, 5.0, 7.3および8.4°Cであった（図1A）。また、同期間の日最低気温の月別の平均値は、2°C区では順に7.3, 3.5, 3.1, 2.9および3.8°C, 5°C区では順に8.8, 5.7, 5.8, 6.6および7.4°C、対照区では順に5.3, -1.1, -4.2, -3.2および-2.1°Cであった（図1B）。

株の掘り上げ時の調製重および分球数を図2に示した。調製重は、対照区と比較してすべての処理区で有意に大きく、特に11月開始区の5°C区および12月開始区の5°C区で大きかった。分球数は、対照区と比較して11月開始区の5°C区および12月開始区の5°C区で有意に大きかった。

鱗茎掘り上げ時の生育状況を表1に示した。葉長は、

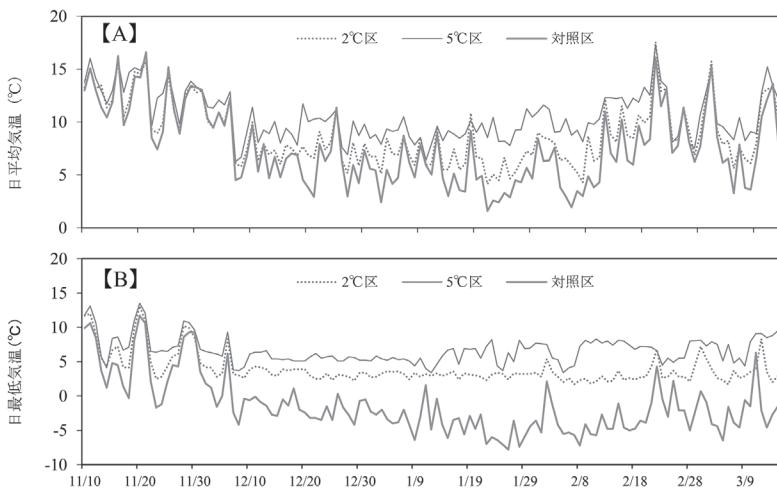


図1 ワケギ初夏どり栽培用の種球生産における加温温度および加温開始時期が日平均気温【A】および日最低気温【B】の推移に及ぼす影響

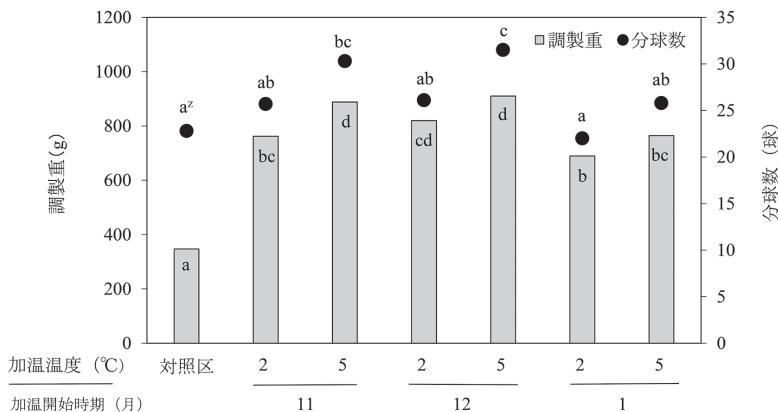


図2 ワケギ初夏どり栽培用の種球生産における最低気温および加温開始時期が調製重および分球数に及ぼす影響

\* 同一調査項目において、異なる英文字間には、Tukeyの多重検定により5%水準で有意差があることを示す

対照区と比較してすべての処理区で有意に大きく、加温温度が高いほど大きい傾向にあった。分けつ数は、対照区と比較して11月開始区の5°C区および12月開始区の5°C区で有意に大きかった。交合部径、葉鞘基部径および鱗茎の肥大指数は、加温開始時期および加温温度による有意な差はみられなかった。鱗葉長は、対照区と比較して11月開始区の2°C区およびすべての加温開始時期の5°C区で有意に大きかった。鱗茎の乾物率は、対照区では17.1%で、その他の処理区では11.5

~13.7%であった。

## 考 察

初夏どり栽培用の種球生産において、分けつおよび分球を促して種球数を確保するため、栽培中の加温温度および加温開始時期が掘り上げ時の生育および鱗茎肥大に及ぼす影響について明らかにした。

ワケギと同属のネギ(八鍬, 2008)およびタマネギ(加藤, 1993)は冷涼な気候を好み、葉の伸長および

表1 ワケギ初夏どり栽培用の種球（鱗茎）生産における加温温度および加温開始時期が生育に及ぼす影響

| 加温開始時期<br>(月) | 加温温度<br>(°C) | 葉長<br>(cm)         | 分けつ<br>(個/株) | 交合部径<br>(mm) | 葉鞘<br>基部径<br>(mm) | 鱗茎の<br>肥大指數 <sup>z</sup><br>(mm) | 鱗葉長<br>(mm) | 鱗茎の<br>乾物率<br>(%) |
|---------------|--------------|--------------------|--------------|--------------|-------------------|----------------------------------|-------------|-------------------|
| 対照            |              | 34.9a <sup>y</sup> | 63.1a        | 9.7          | 19.4              | 2.01                             | 2.6a        | 17.1              |
| 11            | 2            | 58.2b              | 73.8ab       | 10.3         | 18.7              | 1.83                             | 11.1b       | 12.9              |
|               | 5            | 63.0cd             | 84.3b        | 10.4         | 20.6              | 2.01                             | 20.4c       | 13.3              |
| 12            | 2            | 62.6cd             | 75.0ab       | 10.9         | 18.5              | 1.70                             | 9.6ab       | 12.6              |
|               | 5            | 64.7d              | 91.8b        | 9.8          | 18.5              | 1.93                             | 19.4c       | 13.7              |
| 1             | 2            | 60.8bc             | 60.9a        | 9.9          | 18.5              | 1.89                             | 9.5ab       | 11.5              |
|               | 5            | 62.9cd             | 79.0ab       | 10.7         | 20.5              | 1.93                             | 19.1c       | 13.4              |
| 分散分析          |              | * <sup>x</sup>     | *            | NS           | NS                | NS                               | *           | —                 |

<sup>z</sup> 葉鞘基部径 / 交合部径<sup>y</sup> 同一調査項目において、異なる英文字間にては、Tukey の多重検定により 5% 水準で有意差があることを示す<sup>x</sup> \* は 5% 水準で有意、NS は有意差が無いことを示す

結球の適温は 15 ~ 25°C とされている。また、高樹（1987）はアサツキの生育の様相、ならびに葉および根の成長力の季節的変動について検討し、根および葉の成長適温は、それぞれ 21 ~ 25°C および 17 ~ 25°C であり、これに近い気温となる 9 ~ 10 月に成長が旺盛となること、その後 12 ~ 1 月の低温により成長力が低下して強制休眠に入るが、1 月下旬以降の気温の上昇に伴い再び成長力が増すと述べている。ワケギも同様の季節的変動を示し、秋季に鱗茎を定植後、第一次生育期、冬季の低温による生育停滞期およびその後の気温上昇に伴う第二次生育期を経過する（長谷川ら、1979）。本実験において、無加温とした対照区と比較して、すべての処理区で調製重および葉長が大きく、その値は加温温度が高いほど大きかった（表1）ことは、加温によって栽培期間中の最低気温を高く維持することで、低温による生育停滞が軽減したためと考えられた。

加温開始時期については、加温温度に関わらず、1 月開始区で 11 月開始区および 12 月開始区と比較して調製重が小さかった（図2）。このことは、12 月上旬から平均および最低気温の急激な低下（図1A, B）がみられたことから、1 月開始区では 12 月上旬から加温開始までの期間の低温により、生長が停滞したためと考えられた。

低温条件と鱗茎肥大の関係については、山崎（2003）は秋季にワケギ鱗茎を定植した後は、低温のみでは鱗茎形成を誘導できないが、冬季の 1 ~ 10°C の低温遭遇により、その後の鱗茎形成の誘導に必要な長日の期間が短縮されたとしている。このことは、ワケギが低温遭遇することで、グリーンバーナリゼーションを受け

る（小川・松原、1982）と同時に、日長に対する感受性が高まり（山崎、2003）、長日に反応しやすい生理状態となり（大久保ら、1981）、長日条件による鱗茎肥大がより助長され、その後の適温により鱗茎の肥大充実と抽苔までの生育が進むとされている。これらの低温による鱗茎や球根形成の誘導効果は、同属のニンニク（高樹・青葉、1977）のほか、球根アリス（青葉、1974）やチューリップ（青葉、1976）においても報告されており、秋季に定植後、春季および初夏に球根を形成する球根類に共通した特性と考えられる。本実験において、加温開始時期が異なる処理区において鱗茎の肥大指數および鱗葉長に有意差が無かったことから判断すると、11 月上旬から最低気温を 2°C あるいは 5°C としても、低温遭遇によるその後の長日に対する感受性の向上効果が十分得られると考えられた。

鱗茎形成が誘導された後の鱗茎肥大は、日照時間、温度および窒素の施用量が大きく関与し、これらを適正な条件とすることで、鱗葉の肥大初期にあたる第二次生育期の生育を促し、鱗茎の肥大充実が図られるとしている（長谷川ら、1979）。本実験において、すべての処理区で対照区と比較して調製重、葉長および鱗葉長が大きく（図2、表1）、その効果は 2°C 区と比較して 5°C 区で大きかったが、加温開始時期が 1 月まで遅れると調製重の増加程度が小さい傾向にあった。このことは、加温温度が高く、加温開始時期が早いほど冬季の低温による生長停滞を回避して第二次生育期に速やかに移行させることができ、分けつ数、分球数および葉の同化能力が増加し、鱗葉の生長と鱗茎の肥大が促進されたためと考えられた。

高市ら（2007）は、林ら（1986）の報告を基に、温室の形状や被覆資材の種類、カーテンの有無等の条件に対応して、温室の暖房燃料消費量を算出できる温室暖房燃料消費量試算ツールを作成し国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のホームページに掲載している。このツールを利用し、総熱量の計算に用いる暖房デグリーアワー（算出条件：間口6 m、奥行き40 m、単棟、PO1層、地中電熱：暖地+10°C、燃料：灯油）を算出すると、最低気温が0°Cではいずれの加温開始時期でも0（×106 K・s）、最低気温が2°Cでは11月開始区および12月開始区で0.4、1月開始区で0.3（×106 K・s）であったのに対し、最低気温が5°Cとすると11月開始区、12月開始区および1月開始区がそれぞれ7.6、7.5および5.8（×106 K・s）となり、顕著に大きかった。このことから、広島県において最低気温を5°Cに維持することは、最低気温2°Cと比較して大幅に燃料消費量が増加することが想定される。

以上のことから、加温開始時期は1月上旬では収穫時の調整重や分球数が他の処理区と比較して劣ることから、12月上旬以前とするのが適当である。加温温度については、11月開始区および12月開始区の5°C区で明らかな分球数の増加がみられた。一方、2°C区においても対照区と比較して生育が旺盛であり、11月開始区においては2°C区と5°C区では分球数に有意差がみられなかったことから、加温に必要な燃油量のコストを考慮すると、加温温度を2°Cとするのが実用的であると考えられた。

## 要 約

ワケギ初夏どり栽培用の種球生産においては、冬季の生育停滞を回避して分けつおよびその後の分球を促し、掘り上げ時の種球としての鱗茎数を確保することが重要である。そこで、栽培中の加温温度および加温開始時期が掘り上げ時の生育および鱗茎肥大に及ぼす影響について検討した。その結果、加温温度が高いほど、また加温開始時期が早いほど生育および分球数が旺盛であった。加温開始時期は12月上旬以前とし、加温温度は燃油量のコストを考慮し2°Cとするのが実用的であると考えられた。

## キーワード

分球、休眠、鱗葉、長日

## 文 献

青葉 高 1964 タマネギの球形成および休眠に関する研究

- 研究. 山形大紀要（農）, 4: 265-363
- 青葉 高 1965 ニンニクの球形成に関する研究. 第1報. タネ球の大きさ、日長、品種が球形成および花序の分化、発育に及ぼす影響. 園学雑, 35: 284-290
- 青葉 高 1967 ラッキョウの球形成過程並びに球形成および花序分化に及ぼす日長の影響. 山形大紀要（農）, 5: 101-109
- 青葉 高 1974 球根作物の球形成に及ぼす温度の影響. 第6報. 球根アイリスの鱗茎形成について. 園学雑, 43: 273-280
- 青葉 高 1976 球根作物の球根形成に及ぼす温度の影響. 第9報. チューリップの鱗茎形成について. 山形大紀要（農）, 7: 387-399
- 長谷川繁樹・船越建明・桂 直樹・吉岡 宏 1991 吸水処理によるワケギの休眠打破. 園学雑, 60: 567-574
- 長谷川繁樹・吉田隆徳・沖森 富 1979 ワケギの栽培学的研究. 第1報. 生育特性と鱗茎の形成肥大について. 広島農試報, 41: 35-50
- 長谷川繁樹・吉田隆徳・沖森 当 1981 ワケギの栽培学的研究. 第2報. 休眠覚醒におよぼす高温処理の影響について. 広島農試報, 44: 53-62
- 林真紀夫・古在豊樹・岡田益己 1986 暖冷房負荷の算定法〔1〕—暖房負荷の算定法—. 農業および園芸, 61: 1342-1348
- 加藤 徹 1963 タマネギの球の形成肥大および休眠に関する生理学的研究. 第1報. 球の形成肥大の様相. 園学雑, 32: 229-237
- 加藤 徹 1993 タマネギ 生育のステージと生理、生態. 農業技術大系野菜編8 (2). タマネギ アスパラガス. 農文協, 東京, 55-108の7頁
- 川口岳芳・房尾一宏 2005 ワケギの初夏どり栽培用種球のりん茎肥大に及ぼす日長並びに暗期中断の影響. 園学雑, 74 (別2): 660
- 川口岳芳・房尾一宏 2006 ワケギの初夏どり栽培用種球生産におけるりん茎肥大に及ぼす暗期中断処理の開始時期と時間帯の影響. 農業環境工学関連学会合同大会, プログラム・講演概要: 48
- 川口岳芳・房尾一宏 2010 異なる電照光源および光強度による長日処理がワケギ初夏どり栽培用種球生産に及ぼす影響. 広島総研農技セ研報, 87: 1-8
- 河原孝行 2014 APGに基づく植物の新しい分類体系. 森林遺伝育種, 3: 15-22
- 小川 勉・松原徳行 1982 ワケギの結球に関する研究. 第2報. 低温経過の有無と日長、温度感応性の相違. 九州農業研究, 44: 223
- 大久保 敬・安谷屋信一・高橋基一・藤枝國光 1981 ワケギ (*Allium wakegi* Araki) の球形成に関する研究. 園学雑, 50: 37-43
- 高樹英明 1987 アサツキの成長力の季節的変動と休眠. 園学雑, 56: 60-69
- 高樹英明・青葉 高 1977 ニンニクの球形成に関する研究. 第7報. 貯蔵葉の形成誘導と形成、肥大

- に及ぼす温度と日長の影響. 山形大紀要 (農), 7 : 423-438
- 高市益行・川嶋浩樹・黒崎秀仁 2007 わが国各地における各種温室の暖房燃料消費量の試算ツール. 野菜茶業研究成果情報, 2007 : 9-10
- 田代洋丞 1984 ワケギの起源に関する細胞遺伝学的研究. 佐賀大農彙報, 56 : 1-63
- 八鍬利郎 1963 葱属植物の分蘖・分球に関する研究. 北海道大農学部邦文紀要, 4 : 130-214
- 八鍬利郎 2008 ネギ 生育のステージと生理, 生態. 農業技術大系野菜編. 農山漁村文化協会. 8 (1).
- ネギ ニンニク ラッキョウ ニラ ワケギ 他  
ネギ類. 農文協, 東京, 13-84頁
- 山田貴義・琴谷 稔 1971 玉ネギの冬どり栽培に関する研究. 第3報. 球の形成肥大に及ぼす環境要因の影響. 大阪農技セ研報, 8 : 25-38
- 山崎博子 2003 ワケギのりん茎形成制御およびりん茎形成・休眠の生理機構に関する研究. 野茶研報, 2 : 139-212
- 野菜・茶業試験場 1989 改訂版全国野菜・花きの種類別作型分布の実態とその呼称 (野菜編). 農林水産省・野菜茶業試験場, 三重

## Summary

It is important to avoid delay of growing in winter and to promote tillering and division of bulbs for increasing number of bulbs in the seed bulb production for spring-harvesting cultivation of *Allium × wakegi* Araki. Effects of temperature and starting time of heating on growth and bulb hypertrophy were examined. Higher temperature and earlier heat treatments resulted better growth and more number of bulbs. It is practically preferred that heating should be started before the beginning of December and minimum temperature should be more than 2 °C in consideration of the cost of the fuel oil.

**Key words:** division, dormancy, long day, scale leaf