ワケギ初夏どり栽培用の鱗茎生産における 日長延長および暗期中断が鱗茎肥大に及ぼす影響

川口岳芳^{1,2*}・房尾一宏^{1a}・尾崎行生³

¹ 広島県立総合技術研究所農業技術センター 739-0151 広島県東広島市八本松町原

² 九州大学大学院生物資源環境科学府 811-2307 福岡県粕屋郡粕屋町

³ 九州大学大学院農学研究院 811-2307 福岡県粕屋郡粕屋町

Effects of Day-extension and Night Break Treatment on Hypertrophy in Seed Bulb Production of *Allium* × *wakegi* Araki for Early Summer Cultivation

Takeyoshi Kawaguchi^{1,2*}, Kazuhiro Fusao^{1a} and Yukio Ozaki³

¹Hiroshima Prefectural Technology Research Institute, Agricultural Technology Research Center,
Hara, Hachihonmatsu, Higashihiroshima, Hiroshima 739-0151

²Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Sciences, Kyushu University, Kasuya, Fukuoka 811-2307

³Faculty of Agriculture, Kyushu University, Kasuya, Fukuoka 811-2307

Abstract

The effects of long-day treatment (day-extension and night break treatment with an incandescent lamp) were investigated to obtain hypertrophied seed bulbs of *Allium* × *wakegi* Araki for early summer-harvesting cultivation. A day length longer than 15 hours accelerated bulb hypertrophy (bulb hypertrophy index about 2.5 compared with conventional production) and early plant growth in ‘Shimonoseki’. Similar effects were observed by 3–4 hour night break treatment, which reduced the cost of electricity. Long and early long-day (16 hr) treatment increased the bulb hypertrophy index, but this index and the bulb weight at planting were lower after experimental periods of 40 and 60 days. A period of supplemental lighting treatment longer than 80 days and starting on January 1st would promote bulb enlargement, as in conventional production.

Key Words : dormancy, incandescent lamp, lighting, long day, scale leaf

キーワード : 長日, 電照, 白熱電球, 休眠, 鱗葉

緒 言

ワケギ (*Allium* × *wakegi* Araki) は, APG (Angiosperm Phylogeny Group) に基づく分類体系 (河原, 2014) において, ヒガンバナ科ネギ属に分類される。ネギとシャロットを両親とした種間雑種であり, 雌性雄性ともに不稔で種子ができない (田代, 1984) ことから, 鱗茎を栄養繁殖して営利栽培の種球として利用している。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であった (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 (長谷川ら, 1981) ため, 鱗茎を定植しても萌芽せず栽培が困難であった。これに対し, 減圧吸水処理による休眠打破

(長谷川ら, 1991) により, 3~6月に定植して6~8月に出荷する初夏どり栽培および夏どり栽培が可能になり, 周年出荷作型が確立された。

一方, ワケギ栽培における種球 (鱗茎) 生産では, 春どり栽培と同様に秋季に鱗茎を1球定植し, 第一次生育期, 冬季の低温による生育停滞期, 第二次生育期を経て, 翌春までに数十に分げつした後, 春季の長日により肥大が誘起され倒伏した鱗茎を5月上旬以降に掘り上げる (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て貯蔵し, 6~12月に定植する夏どり栽培, 秋どり栽培, 冬どり栽培および春どり栽培の種球として随時使用する。しかし, 3~5月に鱗茎を定植した後, 50~65日間栽培し, 葉長が45 cmに達した株を収穫する初夏どり栽培 (広島県園芸振興協会, 2013) では, 鱗茎生産における肥大充実前の第二次生育期中の鱗茎を掘り上げ, これを種球として定植するため, 生育や収量の低下を招いている。ワケギと同属で鱗茎を定植するニンニクでは, 萌芽後の一定期間は鱗茎に蓄積された貯蔵養分により生育する (八鍬, 1999) とされている。このことから, ワケギ初夏どり栽培用の鱗

2017年8月29日 受付. 2017年12月15日 受理.

本報告の一部は園芸学会平成17年度秋季大会で発表した。

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

^a 現在: 退職

茎生産においても、定植後の生育や収量低下を解消するためには、従来の鱗茎生産の掘り上げ時期にあたる5月より2か月早い3月に、肥大充実した鱗茎を得るための技術開発が有効であると考えられる。

同属のタマネギ（青葉，1964），ラッキョウ（青葉，1967）およびニンニク（青葉，1965）では、鱗茎の肥大は日長と密接な関係があり、長日が鱗茎の肥大を促進することが報告されている。ワケギにおいても、鱗茎の肥大は長日により誘起され、高温がこれを助長し、その限界日長は品種により異なると報告されている（長谷川ら，1979）。さらに、タマネギでは長日処理に用いる光質によっても鱗茎肥大の促進効果が異なることが報告されている（寺分，1965，1970）。これらについて、著者らは、ワケギの初夏どり栽培用の鱗茎生産において、長日処理時の光源および光合成有効光量子束密度（PPFD）が鱗茎肥大に及ぼす影響を検討してきた。これまでに、長日処理は鱗葉の発生および鱗茎の肥大を促し、特にR（赤色光，600～700 nm）／FR（遠赤色光，700～800 nm）比の低い白熱電球を用い、畝面のPPFDを $0.5 \sim 2.7 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ で処理すると、3月における鱗茎の肥大指数（加藤，1963）が、従来の5月に掘り上げる鱗茎と同等の2.5以上となることを明らかにしている（川口・房尾，2010）。

長日植物の開花は、短日条件の時に暗期を光で中断することで促進される（小西，1982）ことから、日長延長に加え暗期を中断する電照方法（暗期中断）も利用されている。さらに、タマネギでは長日処理の期間が長いほど、鱗茎の肥大が促進されることが報告されている（青葉，1964）。しかし、ワケギ栽培における暗期中断や長日処理の期間が鱗茎の肥大に及ぼす影響についての詳細な報告は見当たらない。

そこで、本研究では、長日処理としての日長延長および電照時間の短縮を目的とした暗期中断の処理時間に加えて、長日処理の開始時期が初夏どり栽培用の鱗茎生産における鱗茎肥大に及ぼす影響を調査し、3～5月に鱗茎を定植する初夏どり栽培について、最も定植時期が早い3月に肥大充実した鱗茎を得るための電照方法についての知見を得たので報告する。

材料および方法

2003年9月19日に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，海拔224 m）のビニルハウス内（間口6.0 m，奥行き15 m）に、広島県における夏季栽培の主要品種であるウイルスフリー化した‘下関’系統の1球6～9 gの鱗茎を畝幅120 cm，条間20 cm，株間20 cmの千鳥2条として，1 a当たり833球定植した。圃場へは，全量基肥で有機質配合肥料（N:P₂O₅:K₂O=10%:8%:9%，広島県製肥（株））および肥効調節型肥料（70日溶出タイプ，N:P₂O₅:K₂O=20%:0%:13%，ジェイカムアグリ（株））をN成分

でそれぞれ1.0および0.25 kg・a⁻¹施用した。併せて，バーク堆肥（有機物70%，N:P₂O₅:K₂O=1.5%:1.1%:0.4%，久米産業（株））および石灰質資材（カキ殻肥料，CaCO₃ 89%，丸栄（株））をそれぞれ500 kg・a⁻¹および10 kg・a⁻¹も混和した。栽培期間中は、畝面から深さ10 cmの土壌水分張力がpF 2.1を灌水開始点とし、畝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。栽培期間中のビニルハウス内の温度は、日最低気温0℃を下回らないように管理した。光源は、白熱電球（シリカ電球LW100-90w，（株）ナショナル，現パナソニック（株））を用い、畝面のPPFDを $1.5 \sim 2.0 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ とした。なお、処理時には区間に設置したポリエチレン製の農業用白黒マルチを展開し、他区からの光の影響を受けないようにした。

実験1および2のそれぞれの処理終了時に、株を掘り上げ、株重、葉長、分げつ数、分球数、交合部径、葉鞘基部径および鱗葉の形成状況を調査した。株重は、掘り上げた株について、枯死した葉身およびすべての根を切除して計測した。鱗茎の肥大程度を表す指標として、加藤（1963）の方法に従い、葉鞘基部径を交合部径で除した値を肥大指数として表した。また、各株の最大葉について葉鞘基部の葉鞘を1枚ずつ剥離し、内部の鱗葉の有無を調査した。鱗葉が見られた株は鱗葉が形成された株とみなした。鱗葉は、加藤（1973）および山崎（2003）の方法に従い、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。葉長、交合部径および葉鞘基部径は、各株について葉長が最大であった2分球を調査した。ワケギの分げつ機構はネギと同様とされる（長谷川，1990a, b）ことから、八畝（1973）のネギの分げつの外観的出現に基づき、分げつ数を計測した。分球は八畝（1963）の報告に従い、肥大期までに分げつを繰り返して二つ以上の成長点が平行して分化した後、葉鞘基部が肥大し外観的にも明瞭に個体が分かれた時点で分球とみなした。また、葉身を切断した鱗茎を各処理区5球ずつ（2反復）供試し、新鮮重を計測した。その後、80℃に設定した通風乾燥機で72時間乾燥し、乾物重を計測して乾物率を算出した（植物栄養実験法編集委員会，1990）。

掘り上げ時の生育状況を調査した各処理区の株は、約10分球ずつ交互に麻ひもで結束し、スレート屋根と足場鋼管（48.6 mm）で組んだ枠（奥行き120 cm，幅190 cm，高さ170 cm）内の高さ約150 cmに吊り下げた。定植時期は、初夏どり栽培の後半に当たり、3月の掘り上げからの期間が長く、掘り上げ時の鱗茎の肥大充実度が大きく影響すると思われる5月とした。2004年5月14日に吊り下げ貯蔵中の各処理区の鱗茎を取り出し、葉身および古い根を切断した後、各処理区20球の重量を計測した。マサ土とバーク堆肥を1:1（v/v）で充填し、有機入り配合肥料（N:P₂O₅:K₂O=10%:8%:9%，広島県製肥（株））を1鉢当たり1.25 g混和した直径15 cmの黒ポリポットを各処理区

12鉢ずつ用意し、鱗茎を1鉢に1球ずつ定植した後、ガラスハウス内（間口7.2m、奥行き15m）で栽培した。なお、定植時に鱗茎の休眠打破のため、減圧吸水処理（長谷川, 1990b; 長谷川ら, 1991）を行った。処理は、鱗茎を密閉容器内で水道水に浸漬し、1/4気圧を60分保ったのち1気圧に戻した。6月17日に株を掘り上げ、株重、葉長および分げつ数を調査した。統計処理は、EXCEL統計Ver.5.0（（株）エスミ）を用い、実験1では日長延長および暗期中断、実験2では長日処理期間について、分散分析およびTukey法により検定した。なお、統計処理の標本数は、いずれの実験でも2反復の合計数とした。

実験1 初夏どり栽培用の鱗茎生産における日長延長および暗期中断が鱗茎肥大に及ぼす影響

長日処理として日長延長および暗期中断を行い、処理期間を2004年1月1日～3月25日とした。日長延長は、朝および夕方に電照し、13時間日長区（電照時間（以降も同様）；5:30～7:30および16:30～18:30）、14時間日長区（5:00～7:30および16:30～19:00）、15時間日長区（4:30～7:30および16:30～19:30）および16時間日長区（4:00～7:30および16:30～20:00）を設けた。暗期中断は、0時を中心に1時間中断区（23:30～0:30）、2時間中断区（23:00～1:00）、3時間中断区（22:30～1:30）および4時間中断区（22:00～2:00）を設け、対照として自然日長区を設けた。なお、実験1および2の自然日長区における2003年12月、2004年1月、2月および3月の日長は、それぞれ10時間8～19分、10時間10～42分、10時間40分～11時間33分および11時間35分～12時間34分であった（CASIO, 2016）。各処理区は1反復当たり7株（1.68m²）の2反復とし、乱塊法で配置した。3月25日に処理を終了し、各処理区1反復当たり5株、2反復の合計10株について生育状況を調査した。その後軒下に吊り下げ貯蔵した。

実験2 初夏どり栽培用の鱗茎生産における長日処理期間が鱗茎肥大に及ぼす影響

長日処理は明期を16時間（4:00～7:30および16:30～20:00）の日長延長とした。処理の開始時期は、100日区で2003年12月10日、80日区で2004年1月1日、60日区で1月20日および40日区で2月10日とし、対照として自然日長区を設けた。各処理区1反復当たり10株（2.0m²）の2反復とし、乱塊法で配置した。3月22日に処理を終了し、各処理区1反復当たり8株、2反復の合計16株について生育状況を調査した。その後、軒下に吊り下げ貯蔵した。

結 果

実験1 初夏どり栽培用の鱗茎生産における日長延長および暗期中断が鱗茎肥大に及ぼす影響

日長延長および暗期中断の処理時間がワケギ鱗茎の掘り上げ時の生育に及ぼす影響を第1表に示した。株重、葉長、分げつ数および分球数には、長日処理の方法および処理時間による有意な差が見られなかった。すべての区の葉鞘基部内には鱗葉が形成されており、鱗葉長は、自然日長区の17.1mmと比較して14時間日長区、15時間日長区および16時間日長区、ならびに2時間暗期中断区、3時間暗期中断区および4時間暗期中断区で24.0～28.8mmと有意に長かった。鱗茎の新鮮重、乾物重および乾物率は、自然日長区と比較してすべての処理区で高い傾向にあった。

日長延長および暗期中断の処理時間がワケギ鱗茎の掘り上げ時の鱗茎肥大に及ぼす影響を第1図に示した。交合部径には、処理による有意な差が見られなかった。葉鞘基部径は、自然日長区の17.8mmと比較して14時間日長区、15時間日長区および16時間日長区、ならびに3時間暗期中断区および4時間暗期中断区で21.6～25.1mmと有意に大きかった。鱗茎の肥大指数は、日長延長および暗期中断

第1表 日長延長および暗期中断がワケギの鱗茎掘り上げ時の生育に及ぼす影響

長日処理方法	日長あるいは暗期中断時間 (時間)	株重 (g)	葉長 (cm)	分げつ数 (本)	分球数 (球)	鱗葉 形成株率 (%)	鱗葉長 (mm)	鱗茎		
								新鮮重 (g)	乾物重 (g)	乾物率 (%)
日長延長	自然日長	912	63.0	74.4	32.7	100	17.1a ²	6.0	1.0	17.7
	13	763	63.4	71.3	30.6	100	23.0abc	7.0	1.4	20.3
	14	828	67.2	63.5	28.2	100	25.8bc	8.1	1.8	21.9
	15	883	69.0	54.1	26.4	100	24.8bc	9.9	2.0	20.6
	16	888	68.3	59.0	28.1	100	24.0bc	10.6	2.2	20.6
暗期中断	1	988	64.8	71.4	32.1	100	22.7abc	6.6	1.3	19.2
	2	898	68.7	65.4	28.9	100	25.7bc	8.2	1.7	20.3
	3	773	65.4	62.9	29.2	100	27.5bc	9.0	1.9	21.5
	4	898	66.1	65.5	31.9	100	28.8c	9.2	2.1	22.3
分散分析		NS ²	NS	NS	NS	—	*	—	—	—

² 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（株重、葉長、分げつ数、分球数、鱗葉長はn=10、鱗葉形成株率はn=2、鱗茎の乾物率は鱗茎5球をまとめて計測、n=2）

³ *は5%水準で有意、NSは有意差がないことを示す

第1図 日長延長および暗期中断がワケギの交合部径、葉鞘基部径および鱗茎の肥大指数に及ぼす影響

^z 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 (n=10)

の処理時間が長くなるに従い大きい傾向にあり、自然日長区の1.8と比較して14時間日長区、15時間日長区および16時間日長区、ならびに3時間暗期中断区および4時間暗期中断区で2.1～2.5と有意に大きかった。特に15時間日長区、16時間日長区、3時間暗期中断区および4時間暗期中断区では、それぞれ2.4、2.5、2.4および2.5と大きかった。

鱗茎の掘り上げ50日後となる定植時の鱗茎重、定植後の萌芽日数および生育を第2表に示した。定植時の鱗茎重は、日長延長および暗期中断の処理時間が長くなるに従い重い傾向にあり、自然日長区の4.1gと比較して15時間日長区および16時間日長区、ならびに3時間暗期中断区および4時間暗期中断区で5.6～6.6gと有意に重かった。萌芽日数は、自然日長区の11.7日と比較して13時間日長区

のみ15.1日と有意に長かった。収穫時の株重は、日長延長および暗期中断の処理時間が長くなるに従い重い傾向にあり、自然日長区の16.8gと比較して16時間日長区、ならびに3時間暗期中断区および4時間暗期中断区で23.8～24.0gと有意に重かった。葉長は、自然日長区と比較していずれの処理区でも有意な差は見られなかった。分げつ数は、日長延長および暗期中断の処理時間が長くなるに従い多い傾向にあり、自然日長区の8.7と比較して4時間暗期中断区で11.1と有意に多かった。

実験2 初夏どり栽培用の鱗茎生産における長日処理期間が鱗茎肥大に及ぼす影響

長日処理期間がワケギ鱗茎の掘り上げ時の生育に及ぼす影響を第3表に示した。株重、分げつ数および分球数には、長日処理の開始時期による有意な差が見られなかった。

第2表 日長延長および暗期中断が定植時のワケギの鱗茎重と定植後の生育に及ぼす影響

長日処理方法	日長あるいは暗期中断時間 (時間)	定植時の鱗茎重 (g)	萌芽日数 ^z (日)	株重 (g)	葉長 (cm)	分げつ数 (本)
日長延長	自然日長	4.1a ^y	11.7a	16.8a	31.8ab	8.7ab
	13	5.1abc	15.1b	18.2ab	33.1ab	7.7a
	14	4.5ab	14.1ab	17.0a	30.1a	7.7a
	15	5.6bcd	12.9ab	22.2ab	34.0b	8.9abc
	16	6.1cd	12.8ab	24.0b	33.5ab	10.1abc
暗期中断	1	4.9abc	13.8ab	17.5a	30.8ab	8.1a
	2	4.7ab	12.6ab	18.5ab	32.2ab	8.9abc
	3	5.7bcd	12.9ab	24.0b	32.1ab	10.7bc
	4	6.6d	13.2ab	23.8b	34.0b	11.1c
分散分析		*x	*	*	*	*

^z 定植した5月14日から萌芽までの日数

^y 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

(定植時の鱗茎重量はn=20、萌芽日数、株重、葉長、分げつ数はn=12)

*は5%水準で有意、NSは有意差がないことを示す

第3表 長日処理期間（開始時期）がワケギの鱗茎の掘り上げ時の生育に及ぼす影響

長日処理日数 (開始日)	株重 (g)	葉長 (cm)	分げつ数 (本)	分球数 (球)	鱗葉 形成株率 (%)	鱗葉長 (mm)	鱗茎		
							新鮮重 (g)	乾物重 (g)	乾物率 (%)
自然日長	1374	74.4a ^z	97.8	30.4	100	19.0a	9.5	1.2	13.2
100 (12月10日)	1511	80.6b	88.9	32.4	100	31.0c	15.5	2.7	17.2
80 (1月1日)	1448	75.3a	80.7	31.2	100	30.6c	14.6	2.4	16.6
60 (1月20日)	1322	76.0a	86.2	33.0	100	24.7b	11.7	1.9	16.1
40 (2月10日)	1255	76.6ab	78.9	29.1	100	26.1b	11.6	1.8	15.4
分散分析	NS ^y	*	NS	NS	—	*	—	—	—

^z 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（株重、葉長、分げつ数、分球数、鱗葉長はn=16、鱗葉形成株率はn=2、鱗茎の乾物率は鱗茎5球をまとめて計測、n=2）

^y *は5%水準で有意、NSは有意差がないことを示す

すべての区の葉鞘基部内には鱗葉が形成されており、鱗葉長は、自然日長区の19.0mmと比較してすべての処理区で24.7～31.0mmと有意に長く、特に100日区および80日区で長かった。鱗茎の新鮮重、乾物重および乾物率は、自然日長区と比較してすべての処理区で高い傾向にあった。

長日処理期間がワケギ鱗茎の掘り上げ時の鱗茎肥大に及ぼす影響を第2図に示した。交合部径には、処理による有意な差が見られなかった。葉鞘基部径は、自然日長区の18.5mmと比較して100日区および80日区で24.0～24.1mmと有意に大きかった。鱗茎の肥大指数は、長日処理の期間が長くなるに従い大きい傾向にあり、自然日長区の1.7と比較してすべての処理区で2.1～2.5と有意に大きかった。特に100日区および80日区では、それぞれ2.5および2.4と大きかった。

鱗茎の掘り上げ47日後となる定植時の鱗茎重、定植後の萌芽日数および生育を第4表に示した。定植時の鱗茎重は、自然日長区の3.0gと比較してすべての処理区で5.3～

6.1gと有意に重かった。萌芽日数および葉長には、処理による有意な差が見られなかった。株重は、自然日長区の15.2gと比較してすべての処理区で22.2～26.0gと有意に重かった。分げつ数は、自然日長区の7.4と比較して100日区、80日区および40日区で10.0～10.2と有意に多かった。

考 察

3～5月に鱗茎を定植するワケギ初夏どり栽培では、定植時の種球（鱗茎）の肥大が不十分なため、定植後の生育や収量が低下し、栽培上の問題となっている。そこで、電照による鱗茎の肥大促進を目的とし、長日処理方法および長日処理期間が鱗茎肥大に及ぼす影響について調査した。

実験1および2において、鱗茎を掘り上げて調査を行った3月下旬には、いずれの区においても株重、葉長、分げつおよび分球数に差が見られず、鱗葉が形成されていたことから、第二次生育期を終了し、鱗茎の肥大充実期に達していたと考えられる。しかし、自然日長区は葉鞘基部径や

第2図 長日処理期間（開始時期）が交合部径、葉鞘基部径および鱗茎の肥大指数に及ぼす影響

^z 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（n=16）

第4表 長日処理期間（開始時期）が定植時のワケギの鱗茎重と定植後の生育に及ぼす影響

長日処理日数 (開始日)	定植時の 鱗茎重 (g)	萌芽日数 ^z (日)	株重 (g)	葉長 (cm)	分けつ数 (本)
自然日長	3.0a ^y	10.3	15.2a	31.1	7.4a
100 (12月10日)	6.1b	11.4	26.0b	35.7	10.0b
80 (1月1日)	6.2b	10.8	23.5b	34.4	10.1b
60 (1月20日)	6.2b	10.6	23.0b	36.0	8.3ab
40 (2月10日)	5.3b	10.0	22.2b	33.9	10.2b
分散分析	**	NS	*	NS	*

^z 定植した5月14日から萌芽までの日数

^y 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

(定植時の鱗茎重量はn=20, 萌芽日数, 株重, 葉長, 分けつ数はn=12)

*は5%水準で有意, NSは有意差がないことを示す

鱗茎の肥大指数が小さかった（第1図）ことから、鱗茎の肥大充実期の始期であったと判断される。

長日処理の日長について、青葉・高樹（1971）はニンニクでは日長が長いほど球形成の誘導効果が大きく、16時間日長では処理前に冬季の低温を経過することが必要であるが、20時間以上の日長では低温を経過しなくても球を形成するとしている。ワケギにおいても同様に、日長が長いほど鱗茎形成に対して強力な誘導刺激として作用するとされている（山崎，2003）。実験1において、日長延長により鱗葉長（第1表）および鱗茎の肥大指数（第1図）が増加したことから、処理による鱗茎形成の誘導効果が見られ、その効果は16時間日長まではより長い日長ほど大きいことが示唆された。特に15時間および16時間日長では、鱗茎の肥大指数がそれぞれ2.4および2.5となり、従来の5月に掘り上げる肥大指数2.5と同等の鱗茎が得られることが明らかとなった。

暗期中断処理について、ヒガンバナ科に属する園芸品目や鱗茎肥大に対する報告は見られないが、開花反応や花芽分化に対する報告が見られる。樋口（1993）は、光周性における開花反応は明期ではなく暗期の長さに関係しており、短日植物では限界暗期より長い暗期、長日植物では限界暗期より短い暗期に遭遇することが必要であるとしている。このことから、開花制御のためには日長延長ではなく暗期を2分する電照が行われ、2～4時間の処理が標準とされている（川田ら，1996）。佐々木ら（2013）は、スプレーギクに対して、暗期中断時間が5時間まででは長いほど花芽分化の抑制効果が大きいとしている。また、上野ら（1961）は、花芽分化期前後のイチゴに対して、1/3、1および3時間の暗期中断では長い処理ほど花芽分化の抑制効果が大きく、3時間の暗期中断で15～16時間日長と同等の効果が得られたとしている。ワケギの鱗茎肥大を対象とした本実験においても、暗期中断による鱗茎の肥大促進効果が見られた。また、暗期中断時間が深夜0時を中心と

した1～4時間の範囲では、処理時間が長いほど鱗茎形成に対してより強い誘導刺激が与えられていたと推察され、葉鞘基部径および鱗茎の肥大指数が大きい傾向にあった（第1表）。なお、暗期中断の時間帯と鱗茎肥大の関係については、今後詳細を検討する必要がある。また、上野ら（1961）のイチゴの花芽分化の抑制に対する暗期中断の影響と同様に、ワケギの鱗茎肥大に対しても、3～4時間の暗期中断で15～16時間日長の長日処理と同等の効果が得られることが示唆された。実験場所における平年の1月1日の日長が概ね10時間（国立天文台，2015）であることから、15時間の日長延長処理には5時間の電照が必要となる。これに対し、3時間の暗期中断の電照時間は、15時間の日長延長と比較して2時間短縮でき、深夜電力の利用も可能となることから、大幅な電気代の削減が期待できる。

長日処理期間について、ラッキョウでは短日条件から長日条件に変更すると、半月～1か月後には葉の鱗葉化および花序の分化が見られると報告されている（青葉，1967）。また、青葉（1964）は、タマネギの球形成に対する長日処理期間の影響について検討し、25～85日間の処理ではいずれも新葉の分化が停止し、貯蔵葉である鱗葉（高樹・青葉，1977）から成長点までの葉数はほぼ同等であるが、処理期間がこれより短いと普通葉の鱗葉化が不十分な状態で発育が停止し、球内の鱗葉と普通葉の数が少なかったとしている。実験2では、すべての処理区において鱗葉が形成され、さらに鱗茎の新鮮重や肥大指数は長日処理期間が長いほど大きかった。特に80日区および100日区では、鱗茎の肥大指数がそれぞれ2.4および2.5となり、従来の5月に掘り上げる肥大指数2.5と同等の鱗茎が得られることが明らかとなった。これらのことは、ラッキョウおよびタマネギと同様に、長期の長日処理により鱗茎内で普通葉の分化が停止し、鱗葉の形成が促進されたためと考えられた。また、40日区および60日区では、鱗葉長（第3表）

および葉鞘基部径（第2図）が80日区および100日区と比較して有意に小さかった。このことは、40日区および60日区は、前述のラッキョウやタマネギなどのネギ属の品目と同様に長日処理により鱗茎内での鱗葉化が進んでいたものの、80日区および100日区と比較して処理期間が短く効果が不十分であったためと考えられた。さらに、山崎（2003）は秋季に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、その後の日長に対する感受性が高まり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。本実験においても、すべての処理区で冬季の低温に遭遇しているため、処理後半の春季の長日に対する感受性が高まり、鱗茎肥大が速やかに誘導されたうえ、施設内の温度上昇により肥大が助長された（長谷川ら，1979）と考えられた。また、本実験で用いた系統‘下関’は、限界日長が14（小川・松原，1982）～15時間（川口・房尾，2005）と比較的長いいため夏季栽培に利用される系統であるが、80日間以上の長日処理を行えば十分な鱗茎肥大の促進効果が得られることが確認された。

掘り上げ時の鱗茎の新鮮重や乾物重は、実験1および実験2において、自然日長区と比較していずれの処理区でも大きい傾向であった。また、実験1の長日処理方法が鱗茎の葉鞘基部径および掘り上げ後約50日間軒下に吊り下げて貯蔵した後の定植時の鱗茎重に及ぼす影響については、自然日長区と比較して15時間以上の日長延長および3時間以上の暗期中断を処理した区で有意に大きく、15時間日長は3時間の暗期中断と同等の効果であった（第2表）。これらの区では定植約1か月後の株重、葉長および分げつ数が大きかった。さらに、実験2の長日処理期間が定植時の鱗茎重に及ぼす影響についても、自然日長区と比較してすべての長日処理期間で有意に大きく、特に1月20日までに開始した区で大きい傾向であった。これまで、ワケギ（川口ら，2014）やスカシユリ（藤原，1992）において、鱗茎の貯蔵養分含量や球根内部で分化した芽数は、鱗茎重により異なり、鱗茎重が大きいほど定植後の生育が旺盛となることが報告されている。また、ワケギ鱗茎の内容物質としては、越冬後、春にかけての組織含水量の低下に伴い蓄積された還元糖（田口，1948）とされ、日長に誘起され肥大充実した鱗茎には重合度3～8程度のフルクタンが多く蓄積する（山崎，2003）と報告されている。本実験においても、長日処理による肥大充実した鱗茎生産が可能であり、これらを初夏どり栽培の種球として定植することにより、初期生育が旺盛となることが示唆された。

以上のことから、初夏どり栽培用の鱗茎生産において、15～16時間の日長延長および3～4時間の暗期中断が有効であり、掘り上げた鱗茎を種球として定植後の初期生育が旺盛となることが明らかとなった。さらに、16時間の日長延長の処理期間については、処理期間が長いほど鱗茎の肥大指数が増加し、遅くとも1月1日から処理を開始し

80日以上処理するのが有効であると考えられた。これらの長日処理により、従来の5月に掘り上げる鱗茎と同等に肥大した鱗茎（肥大指数2.5）が得られることが明らかとなった。

摘 要

3月にワケギ初夏どり栽培用の充実肥大した鱗茎を収穫するため、白熱電球による長日処理が生育に及ぼす影響を明らかにした。ワケギ系統‘下関’では15～16時間の日長延長により鱗茎の肥大充実を促し、従来の5月に掘り上げる鱗茎（肥大指数2.5）と同等の鱗茎が得られ、定植後の初期生育が旺盛となった。3～4時間の暗期中断によっても15～16時間の日長延長と同等の鱗茎肥大の促進効果が示されたことから、暗期中断処理による電気代の削減の可能性が示唆された。16時間の日長延長の処理期間については、処理開始が早く処理期間が長いほど鱗茎の肥大指数が増加し、遅くとも1月1日から処理を開始し80日以上処理することで、従来の5月に掘り上げる鱗茎と同等に肥大した鱗茎が得られることが明らかとなった。

引用文献

- 青葉 高. 1964. タマネギの球形形成および休眠に関する研究. 山形大紀要（農）. 4: 265–363.
- 青葉 高. 1965. ニンニクの球形形成に関する研究. 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. ラッキョウの球形形成過程並びに球形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・高樹英明. 1971. ニンニクの球形形成に関する研究. 第3報. タネ球の低温処理ならびに植付け後の日長条件の影響. 園学雑. 40: 240–245.
- CASIO. 2016. 日の出日の入り. 生活や実務に役立つ計算サイト. <<http://keisan.casio.jp/exec/system/1236677229>>.
- 藤原一道. 1992. スカシユリ抑制栽培における球根サイズと切花品質. 東北農研. 45: 305–306.
- 長谷川繁樹. 1990a. ワケギ 生育ステージと生理, 生態. p. 173–178. 農業技術大系野菜編8 (1). ネギ ニンニク ニラ ワケギ 他ネギ類. 農文協. 東京.
- 長谷川繁樹. 1990b. ワケギ 各作型での基本技術と生理. p. 389–414. 農業技術大系野菜編8 (1). ネギ ニンニク ニラ ワケギ 他ネギ類. 農文協. 東京.
- 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 当. 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.
- 樋口春三. 1993. 光周性. p.23-27. 農業技術大系花卉編 1. 生長・開花とその調節. 農文協. 東京.
- 広島県園芸振興協会. 2013. 初夏どり・夏どり栽培について. わけぎ栽培マニュアル. p.4-6. 広島県.
- 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. 1973. タマネギ 植物としての特性. p.3-12. 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.
- 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. 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: 1-7.
- 川口岳芳・南田秀樹・川本靖信・佐藤彩佳. 2014. 簡易移植機を利用したワケギ球根の植付方法の開発とその実用可能性. 農作業研究. 49: 57-67.
- 河原孝之. 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.
- 川田穰一・遠藤 久・望月龍也・関山哲雄. 1996. 第1章 花きの電照・補光栽培技術. p.3-142. 電照・補光栽培の実用技術 新しい花き・野菜・果樹づくり. 社団法人 農業電化協会. 東京.
- 国立天文台. 2015. 暦の計算. <<http://eco.mtk.nao.ac.jp/koyomi/dni/dni35.html>>.
- 小西国義. 1982. VII 開花. p.108-154. 植物の生長と發育. 養賢堂. 東京.
- 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, 温度感应性の相違. 九州農研. 44: 223.
- 佐々木 厚・吉村正久・鈴木誠一・森山厳與・金浜耕基. 2013. 赤色電球形蛍光ランプによる暗期中断時間と光強度がスプレーギクの開花と花房の形状に及ぼす影響. 園学研. 12: 187-194.
- 植物栄養実験法編集委員会. 1990. 第IV章 無機成分分析法. p.114-173. 植物栄養実験法. 博友社. 東京.
- 田口亮平. 1948. ワケギの發育経過中特に越冬並に鱗茎形成に伴う体内生理条件の変化. 園学雑. 17: 59-68.
- 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.
- 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.
- 寺分元一. 1965. タマネギのりん茎形成に関する研究. 第1報. りん茎形成と生育とに及ぼす光質の影響. 園学雑. 34: 52-60.
- 寺分元一. 1970. タマネギのりん茎形成に関する研究. 第5報. 青色光, 赤色光および近赤外光の混合光がりん茎形成に及ぼす影響. 園学雑. 39: 35-40.
- 上野善和・伊藤元栄・松川淳子. 1962. イチゴの花成と栄養生長に関する研究. 第2報. Light Break の影響. 園学雑. 31: 168-172.
- 八鍬利郎. 1963. 葱属植物の分蘖・分球に関する研究. 北大農邦文紀要. 4: 130-214.
- 八鍬利郎. 1973. ネギ 生育のステージと生理, 生態. p.55-108. 農業技術大系野菜編8 (1). ネギ ニンニク ニラ ワケギ 他ネギ類. 農文協. 東京.
- 八鍬利郎. 1999. ニンニク・そのほかのネギ類 生育のステージと生理, 生態. p.111-200. 農業技術大系野菜編8 (1). ネギ ニンニク ニラ ワケギ 他ネギ類. 農文協. 東京.
- 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. 野菜茶研報. 2: 139-211.
- 野菜・茶業試験場. 1989. ワケギ. p.266-267. 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.