

春どり栽培用ワケギ鱗茎の貯蔵時の温度および湿度が種球品質に及ぼす影響

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/10.15017/1854039>

出版情報 : 九州大学大学院農学研究院学芸雑誌. 72 (2), pp.27-37, 2017-09-08. 九州大学大学院農学研究院

バージョン :

権利関係 :

春どり栽培用ワケギ鱗茎の貯蔵時の温度および湿度が 種球品質に及ぼす影響

川口 岳芳^{1,2*}・房尾 一宏^{2a}・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)

Effects of Temperature and Humidity in Storage on the Quality of Seed Bulbs for Spring-Harvesting Cultivation of *Allium* × *wakegi* Araki

Takeyoshi KAWAGUCHI^{1,2*}, Kazuhiro FUSAO^{2a} and Yukio OZAKI

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

はじめに

ワケギ (*Allium* × *wakegi* Araki) はヒガンバナ科ネギ属に属し (河原, 2014), ネギ (*A. fistulosum* L.) とシャロット (*A. cepa* L. *Aggregatum* group) を両親とした種間雑種であり, 雌性雄性ともに配偶子が不稔で種子ができない (田代, 1984) ため, 鱗茎を栄養繁殖し, これを営利栽培の種球として利用している。

広島県における従来のワケギの作型は, 秋季に鱗茎を定植して年内に収穫する秋どり栽培, 翌年の3月まで株を据え置き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 (野菜・茶業試験場, 1989) であった。4~6月は長日により鱗茎肥大が誘起された後の休眠期間にあるため, 鱗茎を定植しても萌芽せず栽培が困難であった。近年になって, 鱗茎の減圧吸水処理による休眠の打破技術 (長谷川ら, 1991) が開発され, 5~8月に出荷される初夏どり栽培および夏どり栽培が可能となり, 周年出荷体系が構築された。

一方, 種球生産のための鱗茎の増殖は, 春どり栽培と同様に秋季に鱗茎を定植し, 第一次生育期, 冬季の

低温による生育停滞期および翌年の第二次生育期を経て, 数十に分げつすることを利用して行われ (長谷川ら, 1979), 春季の長日に誘起されて肥大充実した休眠中の鱗茎を掘り上げる。その後, 10~20球の鱗茎を紐で交互に数珠つなぎに結束して軒下に吊り下げて貯蔵し, 6~12月の間, 各作型の種球として随時使用する。しかし, 軒下での貯蔵期間が長くなるに従って鱗茎は乾燥し, 柔細胞の減少に伴い繊維物質が残ったスポンジ状に萎縮 (軟化) する。このため, 春どり栽培用の最終定植時期となる年末には定植に適する鱗茎が激減し, これらの鱗茎を定植しても萌芽時期が揃わず, その後の生育も不良になる。鱗茎の軟化の原因について, 同属のタマネギ (加藤, 1973) やユリ科のチューリップ (吉野, 1967) では, 鱗茎や球根に蓄積された糖などの貯蔵養分が貯蔵中の呼吸により消耗するためと報告されている。ワケギ鱗茎の貯蔵中の軟化については, タマネギでみられる灰色腐敗病, 軟腐病や黒かび病など (大西ら, 1981) とは異なり, 吉野 (1967) や加藤 (1973) の報告と同様の呼吸による消耗が原因と考えられるが, 詳細な研究はみあたらない。

¹九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

²広島県立総合技術研究所農業技術センター

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

²Hiroshima 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)

^a現在:退職

これまで筆者らは、ワケギ鱗茎の軒下での吊り下げ貯蔵における鱗茎重量および軟化などの品質低下の推移を明らかにした(川口ら, 2017, 印刷中)。また、貯蔵中の遮光処理が鱗茎の品質低下の抑制に有効であることを明らかにしているが、その一方で鱗茎の品質低下が激しい8月以降の貯蔵方法の改善が必要であることを指摘している(川口ら, 2017, 印刷中)。そこで、貯蔵中の温度および湿度が鱗茎の品質および定植後の萌芽に及ぼす影響を調査し、鱗茎の品質低下を軽減できる条件を明らかにした。

さらに、現地での鱗茎の低温貯蔵を想定した場合、出荷までの生産物の予冷に利用されている既存の予冷庫の庫内湿度は、本報で明らかにした鱗茎の貯蔵に好適な湿度約70～90RH%と比較して高湿度であることが予想される。そこで、既存の予冷庫内で好適な湿度を維持することを目的とし、除湿機の稼働時間が庫内湿度に及ぼす影響を明らかにした。また、併せて玄米保管用の貯蔵庫の庫内湿度を計測し、ワケギ鱗茎の貯蔵の利用可能性を明らかにしたので報告する。

材 料 と 方 法

実験1 貯蔵時の温度および湿度が鱗茎の種球品質に及ぼす影響

2006年10月5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)のビニルハウス(間口7.2 m, 奥行き45 m)内に、低温伸長性が強く(丸山ら, 1988)、広島県の冬どりおよび春どり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‘寒知らず’晩生系統‘広島3号’の鱗茎を畝幅1.4 m, 条間20 cm, 株間25 cmとして570球・a⁻¹で定植した。圃場への施肥は、土壌のECが0.8 dS・m⁻¹であったため行わず、パーク堆肥(有機物70%, N:P₂O₅:K₂O=1.5%:1.1%:0.4%, 久米産業(株)500 kg・a⁻¹を混和した。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に達した時点で灌水開始点とし、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。温度管理は無加温でなりゆきとした。

ビニルハウス内の株の鱗茎が肥大し、地上部がほとんど倒伏した2007年5月16日に掘り上げ、3日間畝の上で風乾した。その後、株を分割し鱗茎10球が一塊となるよう葉身部分を麻ひもで結束し、殺菌剤(ペノミル水和剤500倍液, (株)住友化学)に約30分間浸漬した後、再度風乾し処理区に分類した。スレート屋根と足場鋼管(直径48.6 mm)で組んだ枠(奥行き120

cm, 幅190 cm, 高さ170 cm)に、遮光率60%の黒寒冷紗で周囲を被覆し、5月28日に軒下の高さ約110～160 cmに鱗茎を吊り下げた。処理区は、恒温機(FMU-1331, (株)日本医化器械製作所)への鱗茎の入庫時期として7月18日(以下, 7月区)および8月18日(以下, 8月区)、貯蔵温度を0℃(以下, 0℃区)、5℃(以下, 5℃区)および10℃(以下, 10℃区)の区を設けた。また、鱗茎の包装方法として、鱗茎10分球を専用のポリエチレン袋(28 cm×26 cm)に入れ、手動式真空ポンプ(6132-A0010A, ナルゲン(株))と家庭用のポリ袋シール器(JP-523, ツインバード(株))を用い袋内を減圧し、初期値を約1/2気圧とした区(以下, 減圧区)、ポリエチレン袋(28 cm×26 cm)に鱗茎10分球を入れ密封した区(以下, 密封区)、同様のポリエチレン袋にあらかじめ直径6 mmの穴を24箇所開け(開口率0.9%)鱗茎10分球を入れた区(以下, 穴あき区)、同様のポリエチレン袋に除湿剤(25 gパック, 塩化カルシウムおよび保水剤, 現エステー(株))を鱗茎10分球と一緒に入れ密封した区(除湿区)を設けた。対照として鱗茎を掘り上げ後、継続して軒下で吊り下げ貯蔵した区を設けた。軒下に吊り下げた5月28日から12月20日まで、約1週間ごとに鱗茎の重量、軟化、カビ、発根および萌芽がみられた数を調査した。鱗茎の“軟化”の判断は、手指で鱗茎を把持した時に乾燥し柔細胞が減少してスポンジ状となっている状態とした。“発根”の判断は盤茎から新根が、“萌芽”の判断は鱗茎の上部から葉身の伸長が、“カビ”は鱗茎に白点がそれぞれ視認された状態とした。調査は軒下吊り下げ貯蔵の開始時に10分球を1塊として麻ひもで結束したものを1反復とし、穴あき区および対照区は3反復、その他の区は2反復とした。各包装方法の貯蔵温度別の湿度および呼吸速度の目安(渋谷, 2014)としてのCO₂交換速度は、処理区と同様のサンプルを別途用意し自記温湿度計(おんどとりTR-72U, (株)ティアンドデイ)および赤外線吸収式CO₂センサー(Telaire7001D, (株)Telaire)を同梱し、湿度は7月25～27日、CO₂交換速度は7月20～25日に計測した。なお、減圧区は、包装内に計測機器の同梱が不可能であったため欠測とした。その後、12月22日に各処理区について著しい軟化がみられない鱗茎を4～6球抽出し、同センター内のビニルハウス内に条間10 cm, 株間20 cmとしてa当たり5000球・a⁻¹で定植し、萌芽を調査した。

実験2 除湿機の稼働時間が庫内湿度に及ぼす影響

広島県立総合技術研究所農業技術センター（同上）内の予冷库（冷蔵ユニットPUA08E-E, W170×L170×H220 cm, 780 W, (株)三菱重工）内で除湿機（MJ-180DX, 400 W, (株)三菱電機）の1時間当たり除湿機（MJ-180DX, 400 W, (株)三菱電機）を15（以下, 15分区）, 30（以下, 30分区）, 45（以下, 45分区）および60分（以下, 60分区）稼働させる区を設定し, 対照として0分の区を設けた. 予冷库内の設定温度は5℃とした.

さらに, 玄米保管用の貯蔵庫（農産物保冷库, GB-14, 1.0 m³, 内寸W86×L86×H140 cm, 320 W, (株)静岡精機）で保存する区も設け, 設定温度を3および5℃, 湿度モードを高湿および低湿とした. 貯蔵庫内の温度および湿度は, 両貯蔵庫とも2009年5月26日～7月2日に, 各処理区について約5日間, 自記温湿度計（おんどとりTR-72U, (株)ティアンドデイ）により計測した. なお, 自記温湿度計の設置位置は, 予冷库では庫内中央部, 玄米貯蔵庫では上部は底面から90 cm, 下部は底面から3 cmの2箇所とした.

結 果

実験1 貯蔵時の温度および湿度が鱗茎の種球品質に及ぼす影響

貯蔵庫への入庫時期, 包装方法および貯蔵温度別の湿度および容器内のCO₂交換速度を表1に示した. 湿度はいずれの貯蔵温度でも密封区で99 RH%と高く, 穴あき区では83～87 RH%, 除湿区では16～25 RH%と低かった. また, 容器内のCO₂交換速度は, 穴あき区ではいずれの貯蔵温度でも1～2 mgCO₂・kg⁻¹・h⁻¹と低く, 密封区および除湿区では貯蔵温度が高いほど大きかった.

鱗茎を軒下に吊り下げ, 葉身が枯死した6月15日の葉身を含めた鱗茎の重量を100%とし, その後の軒下吊り下げおよび低温貯蔵中を含めた貯蔵中の鱗茎重量割合を図1に, 貯蔵終了時の各包装方法の鱗茎の状況を図2に示した. いずれの包装方法においても, 低温貯蔵開始時に葉身を切断したことによる重量の低下がみられた. 鱗茎の重量低下は, 低温貯蔵中と比較して軒下吊り下げ貯蔵区（対照区）で顕著であり, 低温貯蔵開始時の重量割合は, 7月区よりも8月区の方が小さかった. 包装方法別の貯蔵中の鱗茎の重量低下は, 減圧区および密封区で小さく, 次いで穴あき区, 除湿区であった. また, 穴あき区および除湿区においては, いずれの開始時期でも10℃区で鱗茎の重量低下が大きく, 次いで5℃区, 0℃区であった.

貯蔵中の軟化鱗茎の発生の推移を図3に示した. 鱗茎の軟化は対照区では8月中旬から発生し, その後増加した. 穴あき区では, 8月区で軟化が多かったが, 貯蔵温度による顕著な差はみられなかった. 密封区では, 7月区では軟化がみられなかったが, 8月区では5℃区で多かった. 減圧区では, 7月区で軟化が多く, 特に0℃区で多かった. 除湿区では, 8月区の10℃区で軟化が顕著に多かった. なお, 減圧区では外観による変化がほとんどみられなかったが, 低温貯蔵終了時に鱗茎を切断すると内部の腐敗が確認された（図2）.

貯蔵中の鱗茎のカビの発生, 発根および萌芽の推移を表2に示した. 貯蔵中のカビの発生は, 密封区で顕著に多く, 特に10℃区の発生率は11月以降45～56%と高かった. 除湿区でも, 8月区の10℃区でカビの発生がみられたが, その後の増加はみられなかった. 貯蔵中の発根は, 密封区でみられ, その他の処理区ではみられなかった. 密封区では低温貯蔵の開始が早いほ

表1 貯蔵温度および包装が湿度およびワケギ鱗茎のCO₂交換速度に及ぼす影響

包装方法	貯蔵温度 (℃)	相対湿度 ^z (%)	CO ₂ 交換速度 ^y (mg CO ₂ /kg/h)
穴あき	0	83	2
	5	87	1
	10	83	2
密封	0	99	22
	5	99	41
	10	99	60
除湿	0	16	15
	5	25	40
	10	22	56

^z 2007年7月25日～7月27日計測, TR-72Uで測定

^y 2007年7月20日～7月25日計測, 二酸化炭素濃度測定装置 (Telaire 7001D) で測定

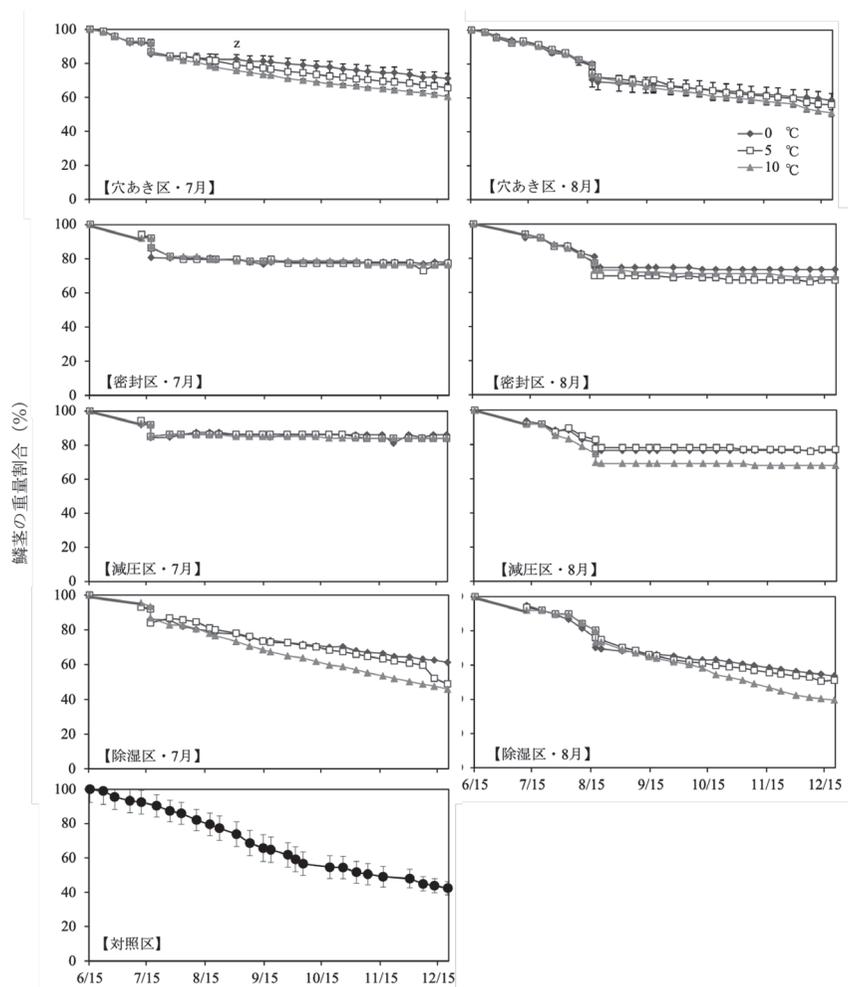


図1 貯蔵温度および包装方法がワケギ鱗茎の重量変化に及ぼす影響

^z 図中の垂線は標準誤差 (n=3) を示す



真空区 (0°C)

密閉区 (10°C)

穴空き区 (0°C)

除湿区 (0°C)

図2 低温貯蔵時の包装が貯蔵終了時の鱗茎の状態に及ぼす影響

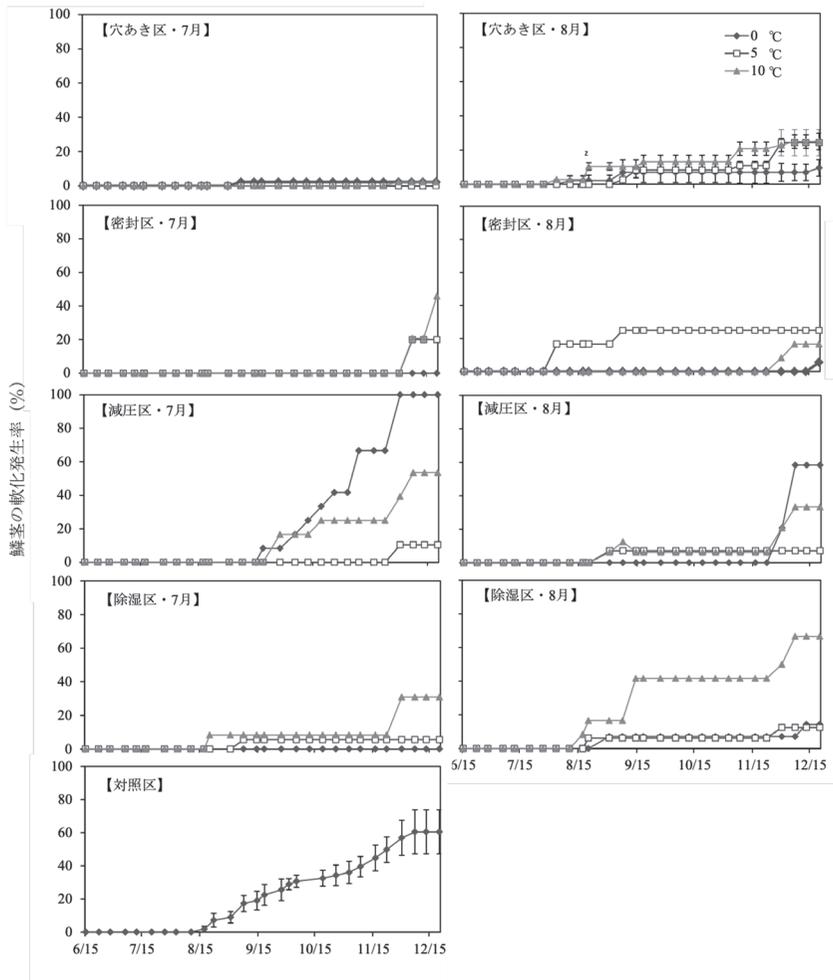


図3 低温貯蔵開始時期、温度および包装がワケギ鱗茎の軟化発生率に及ぼす影響

z 図中の垂線は標準誤差 (n=3) を示す

ど発根率が高く、7月区では5℃区および10℃区で8月以降の発根率が100%となった。貯蔵中の萌芽は、密封区で最も多く、穴空き区および除湿区7月区および8月区の10℃区でもみられた。特に密封区では5℃区および10℃区で多く、10℃区の萌芽率は11月以降75~100%と高かった。

貯蔵した鱗茎を定植後の萌芽率を表3に示した。減圧区を除くいずれの包装方法でも7月開始区では100%であったが、8月開始区では75~100%で、処理区による差が認められた。

実験2 除湿機の稼働時間が庫内湿度に及ぼす影響

異なる除湿機の稼働時間による予冷库内の温度および湿度の平均値を図4に示した。庫内温度は、いずれの処理区においても4.4~4.8℃であった。庫内湿度は、対照区が96 RH%と最も高く、15分区が88 RH%、30分区が90 RH%、45分区が81 RH%および60分区が63 RH%であった。

玄米貯蔵庫内の異なる設定温度および湿度モードによる庫内温度および湿度の平均値を図5に示した。庫内の設定温度を3℃とした場合、高湿モードでの庫内温度は上部が3.9℃であったが、下部は5.5℃と設定温度より高かった。また、低湿モードでは上部が5.9℃、下部が6.2℃といずれも設定温度より約3℃高かった。

表2 貯蔵温度および湿度がワケギ鱗茎のカビの発生、萌芽および発根に及ぼす影響

包装 ^z 方法	開始 ^y 時期(月)	カビ(%) ^x						発根(%) ^w						萌芽(%) ^v								
		6/15	7/17	8/17	9/18	10/19	11/30	12/20	6/15	7/17	8/17	9/18	10/19	11/30	12/20	6/15	7/17	8/17	9/18	10/19	11/30	12/20
無処理(軒下吊り下げ)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
穴あき	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	0	0	0	0	0	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10	32
密封	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	17	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	0	0	6	54	54	56	56	0	73	100	100	100	100	0	0	0	0	0	31	100	100
	8	0	0	0	0	0	25	25	0	0	50	50	50	100	0	0	0	0	0	8	42	75
	10	0	0	0	22	27	45	45	0	0	67	67	67	67	0	0	0	0	10	30	75	92
減圧	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	0	0	0	7	7	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
除湿	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	0	0	0	0	0	33	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	33	42

^z 穴あき区：鱗茎を開口率1%の穴あきポリエチレン袋に入れられた、密封区：ポリエチレン袋に鱗茎を入れ密封、減圧区：ポリエチレン袋に鱗茎を入れ1/2気圧に減圧、

^y 7月開始区：7月18日、8月開始区：8月18日

^x 鱗茎に白点が確認された状態を“カビ”と見なした

^w 盤茎からの新根が確認された状態を“発根”と見なした

^v 鱗茎から萌芽が確認された状態を“萌芽”と見なした

表3 低温貯蔵開始時期、温度および包装がワケギ鱗茎の定植後の萌芽率に及ぼす影響

包装方法	貯蔵温度 (°C)	貯蔵開始時期ごとの萌芽率 (%)	
		7月	8月
穴あき	0	100	100
	5	100	83
	10	100	100
密封	0	100	75
	5	100	100
	10	100	100
減圧	0	0	0
	5	0	0
	10	0	0
除湿	0	100	100
	5	100	100
	10	100	75

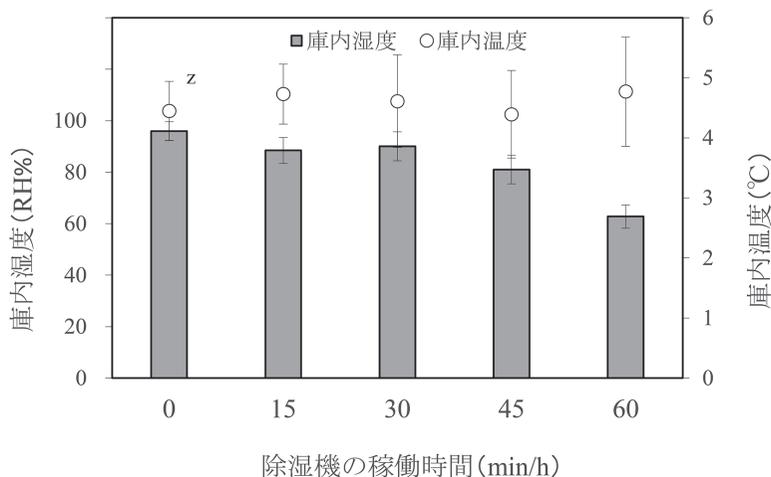


図4 予冷庫内での除湿機の稼働時間が庫内湿度に及ぼす影響

^z 図中の垂線は標準偏差を示す

庫内湿度は、高湿モードでは75～82 RH%であったが、低湿モードでは上下の差が大きく下部では55 RH%であった。庫内の設定温度を5°Cとした場合、高湿モードでは庫内温度は概ね5°Cに保たれたが、低湿モードでは上部で6.8°C、下部で7.6°Cといずれも設定温度より約2°C高かった。庫内湿度は、高湿モードでは87～90 RH%であったが、低湿モードでは下部では57 RH%と低かった。

考 察

実験1においてワケギ鱗茎の軒下吊り下げ貯蔵中の

軟化などの品質低下により、春どり栽培用の種球の確保が困難であるため、貯蔵温度と貯蔵開始時期が鱗茎の品質低下に及ぼす影響を調査した。さらに、異なる包装方法で鱗茎を貯蔵し、貯蔵時の湿度が鱗茎の品質低下に及ぼす影響についても検討した。

春季の長日により肥大充実した鱗茎を5月に掘り上げ、対照区および各処理区の処理開始まで軒下吊り下げ貯蔵した場合の鱗茎重量の減少や軟化の発生(図1, 図3)は、川口ら(2017, 印刷中)の報告と同様の推移を示し、貯蔵養分として蓄積されていた糖が呼吸により消耗されることに起因すると考えられた。なお、

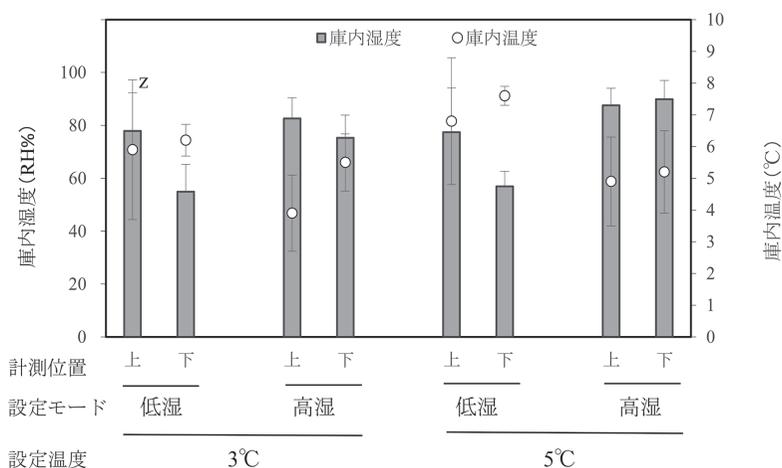


図5 玄米保管用の貯蔵庫内の設定温度および湿度モードが庫内温度および庫内湿度に及ぼす影響

^z 図中の垂線は標準偏差を示す

処理中と比較して処理開始までの鱗茎の重量低下が顕著で、特に8月上旬に重量が大きく低下した(図1)。

また、低温貯蔵時の温度については、穴あき区の8月開始および除湿区において、貯蔵温度が高いほど貯蔵中の鱗茎の重量低下および軟化の発生が顕著であり(図1, 図3)、特に10°Cにおいて、貯蔵期間後半には穴あき区および除湿区の8月区ではカビの発生が、穴あき区および除湿区の7月区および8月区では萌芽がみられた(図2)。これまで筆者らは、鱗茎の軒下吊り下げ貯蔵において、高温により鱗茎の呼吸量が減少する限界温度以下での0~25°Cでは、環境温度が低いほど鱗茎の呼吸速度の増加および重量低下を抑制できることを報告しており(川口ら, 2017, 印刷中)、タマネギ(加藤, 1973)およびチェーリップ(吉野, 1967)でも同様の報告がみられる。本実験においても、低温貯蔵開始までは軒下吊り下げ貯蔵時の気温が低温貯蔵中の貯蔵温度0~10°Cと比較して高かったことから、呼吸量の増加により鱗茎の貯蔵養分が消耗し、重量低下が大きかったと考えられる。このことから、鱗茎を掘り上げ後、早期に10°C以下で貯蔵することが、鱗茎重量の維持に効果的であることが示唆された。また、低温貯蔵期間中においても貯蔵温度が低いほど貯蔵中の鱗茎の呼吸消耗が抑制され、重量低下が軽減されたと考えられた。

包装方法による湿度と鱗茎の品質低下との関係については、包装内の湿度が高かった密封区では貯蔵中の

重量変化が小さかったものの、発根、萌芽およびカビの発生が多く、逆に除湿剤を同梱し湿度が低かった除湿区では重量低下が大きく、特に10°C区では顕著であった。また、穴あき区における鱗茎の発根、萌芽およびカビの発生は、貯蔵中の湿度が高かった密封区と比較して少なく、鱗茎の重量低下は貯蔵中の湿度が低かった除湿区と比較して小さかった。タマネギでは貯蔵中の湿度条件について、萌芽は50%以下の低湿度で著しく抑制(田中ら, 1985a)、根の伸長は高湿度で促進(田中ら, 1985c)、腐敗は95%以上の高湿度で発生が助長され(田中ら, 1985b)、特にボトリチス属菌は低温条件においても高湿度で発生が著しいと報告されている。本実験においても、湿度条件による発根、萌芽およびカビの発生状況はこれらの報告と同様の傾向にあった。従って、ワケギ鱗茎を貯蔵する湿度としては、鱗茎を包装内に入れて庫内の送風による乾燥を防ぎ、かつポリエチレン包装に1%の穴を開けて湿度70~90 RH%を維持することが適切で、発根、萌芽、カビの発生および鱗茎の重量低下を軽減できることが示唆された。なお、穴あき区の包装を開口し湿度70~90 RH%とする方法は、鱗茎を貯蔵する予冷库内の湿度条件に大きく依存することから、実際の利用にあたっては留意する必要がある。また、貯蔵開始時の気圧を1/2とした減圧区については、密封区と同様に貯蔵中の包装内外の空気および水分の交換がないため鱗茎重量が維持されていたが、0および10°C区では鱗茎

の軟化が顕著であった(図1, 図2, 図3)。一般に、CA貯蔵やMA貯蔵は、高CO₂かつ低O₂状態とし青果物の品質を維持する貯蔵方法であるが、長期間の低酸素状態が続くと、貯蔵中に好気呼吸から嫌気呼吸に代わり、アセトアルデヒドやエタノールなどの有害な揮発性成分が組織内に蓄積し、異臭や組織の変色、水浸状化および崩壊が発生すると報告されている(今堀, 2006; 今堀ら, 1998)。本実験においても、低温貯蔵終了時の鱗茎内部に黒く枯死した部分が見られたことから(図2)、包装内部が減圧処理により嫌気状態となり組織が崩壊および変色し、鱗茎の軟化を促進したと推察された。

貯蔵鱗茎の定植後の萌芽率は、7月区では穴あき区、密封区および除湿区ですべての貯蔵温度で100%であった(表3)。このことは、より早く0~10℃の低温で貯蔵することにより、貯蔵中の鱗茎のCO₂交換速度の増加と貯蔵養分および水分の減少を抑制でき(川口ら, 2017, 印刷中)、定植時まで鱗茎の品質低下を抑制できたためと考えられた。一方、8月区では、密封区の包装内部が高湿度となり、貯蔵中に発根、萌芽およびカビが発生した。また、除湿区では包装内部が極度の乾燥状態となり、貯蔵養分の消耗および鱗茎の重量低下が激しかったと考えられる(表2, 図1)。なお、減圧区ではすべての処理区で定植後の萌芽が見られなかった(表3)。このことは、前述と同様に貯蔵中の長期間の嫌気状態が組織の崩壊および変色を促進し(今堀, 2006; 今堀ら, 1998)、定植時には既に鱗茎の萌芽能力が失われていたためと推察された。

以上のことから、ワケギ鱗茎の品質低下を抑制するための低温貯蔵の開始時期は、他発休眠から覚醒し鱗茎の重量低下が激しくなる8月(川口ら, 2017, 印刷中)より早い7月が有効であると判断した。また、鱗茎の貯蔵温度は、重量低下、軟化、カビ、発根および萌芽が少ない0あるいは5℃、湿度は70~90 RH%が適切であると判断した。なお、本実験での湿度約70~90 RH%の条件は、鱗茎を開口率1%程度で開口した包装内に入れ、貯蔵庫の送風による乾燥を避け適度に換気することで再現可能であった。

次に、実験1で明らかにした鱗茎の貯蔵に好適な湿度約70~90 RH%は、使用する貯蔵庫内の湿度環境に大きく依存されると考えられることから、現地で使用する予冷庫の湿度制御方法について検討した。生鮮物を貯蔵する約1坪の予冷庫において、庫内湿度をワケギ鱗茎の貯蔵に適した湿度70~90 RH%とするためには、市販の除湿機(除湿能力17.5L・day⁻¹、消費電力

室温27℃時400W)を庫内で1時間あたり15~45分稼働することが適していると考えられた。また、湿度調節機能を有する玄米保管用の貯蔵庫では、設定温度より庫内温度が若干高く推移することが確認されたが、設定温度を3~5℃とし湿度設定を高湿度とすることでワケギの鱗茎の貯蔵に適用できることが示唆された。タマネギはエチレンによって呼吸活性が抑制される青果物に分類される(稲葉ら, 1989)が、鱗茎からのエチレン生成量は少なく、エチレンに対する影響度は低いあるいは中程度とされている(三愛化成商事株式会社, 2016)。ワケギの鱗茎についてもタマネギと同様に鱗茎からのエチレン生成量は少なく、エチレンに対する影響度は低いと推察されるが、貯蔵庫を他の青果物などと共有する場合は、庫内湿度やガス組成の面からも十分に考慮する必要があると考えられた。

要 約

ワケギ鱗茎を春季に掘り上げ後、軒下吊り下げ貯蔵中に鱗茎の品質低下が顕著となる8月以前(川口ら, 2017, 印刷中)からの貯蔵方法を確立するため、貯蔵中の温度および湿度が鱗茎の品質低下および定植後の萌芽に及ぼす影響を調査した。鱗茎の品質低下が少なく定植後の萌芽率が高い低温貯蔵の開始時期は7月、貯蔵温度は0あるいは5℃、湿度は70~90 RH%が適切であると判断した。さらに、鱗茎の貯蔵中の湿度は、予冷庫内の湿度条件に大きく依存することから、除湿機の稼働時間が庫内湿度に及ぼす影響についても検討した。生鮮物を貯蔵する約1坪の予冷庫において、庫内湿度をワケギ鱗茎の貯蔵に適した70~90 RH%とするためには、市販の除湿機(除湿能力17.5L・day⁻¹、消費電力室温27℃時400W)を庫内で1時間あたり15~45分稼働することが適していると考えられた。また、湿度設定機能を有する玄米保管用の貯蔵庫では、設定温度を3~5℃とし高湿度の設定とすることで、ワケギの鱗茎の貯蔵に適応できることが示唆された。

キ ー ワ ー ド

貯蔵, 呼吸, 軟化, 低温, 鱗茎

文 献

- 今堀義洋 2006 低酸素貯蔵環境における青果物の品質保持と代謝調節機構に関する研究. 日食保蔵誌, 32: 89-98
- 今堀義洋・甲田美香・上田悦範 1998 低酸素濃度下の数種果実における低酸素障害発生と呼吸活性との関係. 日食保蔵誌, 24: 303-308

- 稲葉昭次・久保康隆・中村怜之輔 1989 青果物の呼吸活性に及ぼすエチレンの作用力とその温度特性. 園学雑, **58**: 713-718
- 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
- 加藤徹 1973 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, 15-83頁
- 川口岳芳・房尾一宏・尾崎行生 2017 春どり栽培用ワケギ‘寒知らず’の軒下吊り下げ貯蔵における遮光が鱗茎の種球品質に及ぼす影響. 園学雑, 印刷中.
- 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
- 丸山竹男・下原孫一・松尾和文・毛利文男・高山裕章 1988 ワケギの周年栽培技術. 大分農技セ報, **18**: 87-100
- 大西忠男・岸本基男・置塩康之・入江和巳・森俊人・上岡誉富 1981 タマネギの機械収穫と乾燥・貯蔵に関する研究. 6. 兵庫式改良貯蔵小屋での貯蔵による灰色腐敗病の防止効果. 兵庫農総セ研報, **29**: 83-90
- 三愛化成商事株式会社 2016 エチレンガスの影響. <http://www.san-ai-corp.com/re_ethylene/gas.html>.
- 渋谷俊夫 2014 大阪府立大学大学院生命環境科学研究所緑地環境科学専攻 生物環境調節学研究グループ日験実習. 植物の光合成能力の評価. <<http://envbio.envi.osakafu-u.ac.jp/osakafu-content/uploads/sites/34/2015/12/Chamber-1.pdf>>
- 田中征勝・池光鉦・小餅昭二 1985a 春まきタマネギの貯蔵に関する研究. 第1報. タマネギの萌芽に及ぼす貯蔵温度, 湿度の影響. 北海道農試研報, **141**: 1-16
- 田中征勝・池光鉦・小餅昭二 1985b 春まきタマネギの貯蔵に関する研究. 第2報. タマネギの腐敗に及ぼす貯蔵温度, 湿度の影響. 北海道農試研報, **141**: 17-28
- 田中征勝・Jose Villamil・小餅昭二 1985c 春まきタマネギの貯蔵に関する研究. 第3報. タマネギの発根, 茎盤部突出に及ぼす貯蔵温度, 湿度の影響. 北海道農試研報, **144**: 9-30
- 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
- 野菜・茶業試験場 1989 野菜の種類別, 基本作型別, 地域別作型分布とその呼称に関する調査結果の総覧. 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, 266-267頁
- 吉野蕃人 1967 チューリップ球根の貯蔵中の呼吸について. 島根農大研報, **15 (A-1)**: 24-27

Summary

The effects of temperature and humidity on bulb quality and sprouting after planting for spring-harvesting cultivation of *Allium × wakegi* Araki were investigated as compared with the conventional storage method by hanging under eaves. The cold storage of the bulbs at 0 or 5 °C, humidity 70 to 90RH% from July reduced bulb deterioration and promoted sprouting after planting. Since control of humidity (70 to 90RH%) largely depends on the situation and condition of the precooling chamber, it is necessary to pay attention to practical use. In addition, the effect of the operation time of the dehumidifier in precooling chamber was investigated to maintain humidity 70 to 90 RH% suitable for seed bulbs of *Allium × wakegi* Araki. The possibility of using a storage for brown rice as a storage for bulbs of *Allium × wakegi* Araki was also investigated. The operation time of commercial dehumidifier (dehumidification capacity 17.5 L · day⁻¹, power consumption 400 W at 27°C) for 15 to 45 minutes per hour in a pre-cooling chamber was suitable for storing bulbs of *Allium × wakegi* Araki. In addition, a storage for brown rice by setting the temperature to 3 to 5 °C and high humidity mode was able to adapt to storage for bulbs of *Allium × wakegi* Araki.

Key words: low temperature, respiration, scale leaf, softening, storage