

北東北地域におけるセット球を用いたタマネギ初冬どり新作型に適した マルチの種類および定植日

木下貴文*・山本岳彦・濱野 恵・山崎 篤

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター 020-0198 岩手県盛岡市下厨川

Type of Mulching Film and Planting Date Adapted to a New Onion Cropping Type Using Onion Sets for Early Winter Harvesting in the Northern Tohoku Area of Japan

Takafumi Kinoshita*, Takehiko Yamamoto, Megumi Hamano and Atsushi Yamasaki

Tohoku Agricultural Research Center, NARO, Shimo-kuriyagawa, Morioka, Iwate 020-0198

Abstract

To develop a new onion cropping type using onion sets for early winter harvesting, we investigated the effects of mulching films (white-on-black, black, and green mulching films) and planting dates (August 2, 12, 22, and September 1) of sets in the northern Tohoku area of Japan. The daily mean soil temperature was lower under the white-on-black mulching film than under the green or black mulching films, especially in August. The duration from planting to sprouting was shorter whereas the plant growth, marketable bulb weight, and yield were higher under the white-on-black film than under the other films, possibly because of the lower temperature leading to less plant growth inhibition. Among the planting dates, the plant growth, marketable bulb weight, and yield were the highest in the case of August 12, resulting from a longer duration from planting to bulb initiation and moderate daylength and temperature during bulb growth. Therefore, it was considered that planting onion sets around August 12 and the use of the white-on-black mulching film were optimal adaptations to the cropping type for early winter harvesting. However, the number of decayed bulbs, likely caused by freezing injury just before the end of harvesting, was high under the white-on-black mulching film.

Key Words : bulb weight, bulb yield, off-crop season, plant growth, soil temperature

キーワード : 地温, 端境期, りん茎重, りん茎収量, 生育

緒 言

水田農業を主体とする東北地域では、稲作への依存度が高い農業産出額構成比を改善するため、水田輪作体系への高収益野菜品目の導入が重要である。また、水稲作付けの減少による水稲育苗ハウスなどの遊休ハウスの有効活用が求められている。特に寒冷積雪地である北東北地域では、夏に定植し秋から冬に収穫できる露地野菜品目は少なく、他品目との輪作体系の構築や冬期間の所得確保が可能な品目の導入は重要である。そこで、著者らは、主に西日本の暖地で取り組みがみられるセット栽培によるタマネギの冬どり作型に着目し、当該地域における導入可能性を検討している。

セット栽培の理論自体は古くから知られていたが、この栽培方法による冬どり作型は、伊藤ら (1968) によって実用化へ向けた研究が進展することで、西日本の暖地を中心

に導入されるようになった。暖地の慣行作型では、極早生品種を3月に播種し、育苗期間中の長日条件ですぐに肥大させ、セット球と呼ばれる直径2~2.5 cm程度の小球を5月上旬頃に一旦収穫する。収穫したセット球を風通しのよい場所で貯蔵した後、8月下旬~9月上旬に定植して、12~1月に収穫する。本作型で生産されるタマネギは同時期に流通する北海道産の貯蔵物と比較して、新鮮で水分率が高いため、サラダなどの生食用に適し、平均単価の約2.5~3倍 (川崎, 2007) で取引されていることから高収益生産が期待される。

本作型は、播種からセット球の収穫・貯蔵までの前半部分とセット球の定植から収穫までの後半部分に分けることができる。前半部分については、セット球の大きさや貯蔵条件が定植後の萌芽、生育および収量に影響を及ぼすことが知られている (川崎, 2007; Khokhar, 2009; Khokharら, 2007; 山下・高瀬, 1987)。この部分については寒冷地でもハウスなどの既存施設を用いれば暖地と同様に春期に育苗が可能であると考えられる。

一方、後半部分については、本作型は、秋播きあるいは

春播きの通常の作型と異なり、定植時の高温・長日条件から低温・短日条件へと向かう秋期に葉の生育およびりん茎肥大が行われるため、栽培に適した条件の幅が非常に狭く(川崎, 2007; 山下・高瀬, 1987), 定植時の栽培条件の設定が生育や収量の確保のために極めて重要である。暖地の栽培条件としては、比較的日長が長く、気温も高い10月中旬頃にりん茎肥大が開始するため、それまでの地上部の生育を十分に確保することが最終的なりん茎重にとって重要である(川崎, 2007; 山下ら, 1986)。また、定植直後が高温期であるため、萌芽および初期生育の確保のために地温を抑制し、土壤水分を維持できる白黒マルチの使用が推奨されている(山下・高瀬, 1987)。

寒冷地である東北地域では、夏期が冷涼である利点はあるが、暖地の収穫時期である12月には降霜や降雪があり、特に北東北地域では積雪の可能性も高いため、本作型にとっては不利な環境条件であり、定植時期や収穫時期を早める必要がある。近年、東北地方でも比較的温暖な宮城県沿岸部において作型が成立可能であることが報告されており、その場合のセット球の定植は8月20日頃であり、収穫は11月上旬と暖地の慣行よりも早い(澤里・大森, 2015)。より寒冷的な北東北地域において作型が成立するためには、さらに定植日を前進させる必要があると推察される。しかしながら、りん茎の肥大開始に大きな影響を及ぼす要因は日長および温度条件であり、日長が長いほど、また温度が高いほどりん茎肥大が早まる(Brewster, 2008; 加藤, 1964)。また、りん茎の肥大開始までに必要な積算気温(Lancasterら, 1996; Mondalら, 1986; 山田ら, 1969)や積算地温(木下ら, 2013)もあるため、単純に定植日を早めると、栽培時期がより長日・高温条件になるため、生育が不十分なままりん茎肥大がはじまり、最終的なりん茎重が小さくなる可能性がある。さらに、暖地とは生育期間中の気温や地温の条件も異なるため、適切なマルチの種類も異なる可能性もある。

そこで、本研究では、これらの背景を基に北東北地域(岩手県内陸部)においてセット栽培によるタマネギの初冬どり作型成立の可能性を探るため、適切なマルチの種類および定植日について検討を行った。

材料および方法

試験は岩手県盛岡市にある国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構(以下、農研機構)東北農業研究センター(緯度39.74, 経度141.13, 標高167m)で行った。供試品種は、セット栽培用品種として市販されている‘シャルム’(タキイ種苗(株))を用いた。2016年3月2日に市販の育苗培地(ナプラたまねぎ専用養土, ヤンマー(株))に小粒被覆肥料(マイクロロングトータル280-100日タイプ, ジェイカムアグリ(株))を重量比2%混合した培地(合計の施肥量でN:P₂O₅:K₂O=1,229:1,686:1,057 mg・L⁻¹)を充填した288穴セルトレイに播種した。

育苗は無加温二重被覆ハウス内において行った。当初はハウス内に設置したトンネル内(日中開放)で育苗を行い、3月28日以降はトンネルを除去した。セルトレイは根が地中に入らないように防草シート上に置き、1日当たり1~3回散水チューブで上面灌水を行った。5月24日に灌水を停止して結球した苗を乾燥させ、6月3日から35°Cに設定した恒温室(LPH-1.5, (株)日本医化器械製作所)内で3週間の高温処理を行った。その後直射日光が当たらないようシルバーポリフィルム(シルバーポリトウ#100, 東罐興産(株))を被覆した雨よけハウス内で貯蔵した。球径18~24 mm(平均19.8 mm)のセット球を、白黒, 黒および緑のポリマルチ(大倉工業(株))を展張した露地圃場に8月2日, 8月12日, 8月22日および9月1日の4回定植した。施肥量は全量元肥としてN:P₂O₅:K₂O=15:30:15 kg・10 a⁻¹を畝立て時に施用した。栽植様式は、畝幅150 cmの4条植え, 条間24 cm, 株間12 cm(22,222株・10 a⁻¹)とした。試験区制は主区をマルチ, 副区を定植日とする3反復分割区法とした。具体的には、圃場を3ブロックに分け、ブロックごとに主区であるマルチ処理区を設け、さらに各マルチ処理区内に副区である定植日の区を設けた。1区当たり40株を定植した。

週に3回程度の頻度で各区32株について萌芽日および倒伏日を調査した。また、9月23日および収穫時には各区12株について、草丈、萌芽からの累積出葉数および葉鞘径(葉鞘中央部の葉序と平行した径)を調査した。倒伏した株については1週間に1回の頻度で順次収穫し、11月14日に青立ち株も含めてすべての株を収穫し、草丈、累積出葉数を調査するとともに、りん茎は調査室内で1週間貯蔵した後に、各区32株について重量および直径を調査した。

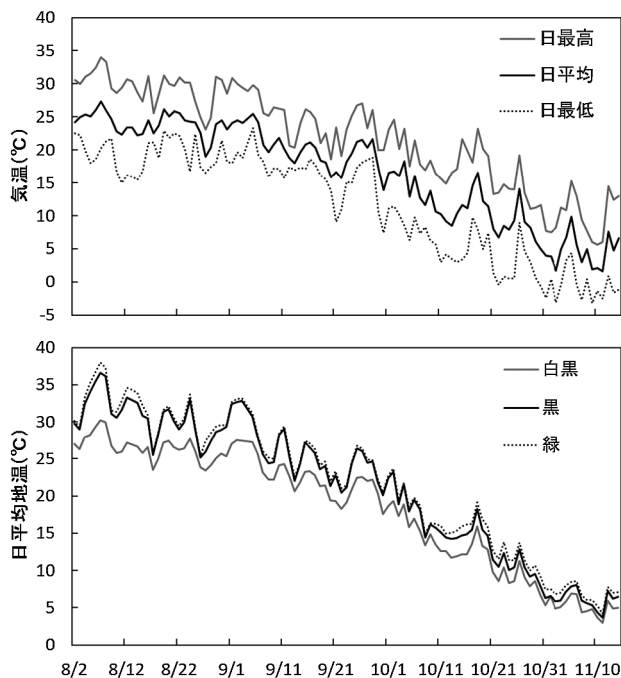
試験期間中は、地表から約5 cm下の地温をサーモレコーダー(RT-31S, エスペックミック(株))を用いて10分間隔で計測し、3反復の平均値で示した。気温については、東北農業研究センター内に設置された気象観測露場から得られたデータを利用した。

得られたデータは、マルチの種類および定植日を要因とする二元配置分散分析を行い、各要因間で有意差を検出した場合にはTukeyの多重検定を行った。交互作用が認められた場合にはすべての処理区間でTukeyの多重検定を行った。これらの統計解析のために、Excel統計2016 for Windows((株)社会情報サービス)を用いた。

結 果

1. 生育期間中の気温および地温の推移

生育期間中の気温および地温の推移を第1図に示した。日平均気温は、8月は約25°Cで推移し、その後徐々に低下し10月上旬以降は15°C以下で推移した。日最低気温は10月下旬以降に氷点下を記録するようになり、最終収穫までに-2°C以下を記録した日が5日間あった。日平均地



第1図 2016年8月～11月における気温およびマルチ種類別の日平均地温の推移
地温は地表から約5cm下で計測し、3反復の平均値で示した

温は、生育期間を通じて緑および黒マルチ区に比べて、白黒マルチ区では低く推移し、特に気温が高い時期ほど地温の差が顕著であった。黒マルチ区に比べると緑マルチ区の方が地温は0.1～1.5°C高く推移した。白黒マルチ区と緑マルチ区との差は、8月には1.5～7.8°C、10月中旬以降は1.0～3.9°Cだった。

2. 萌芽日数および萌芽率

マルチの種類および定植日が50%萌芽日数および最終萌芽率に及ぼす影響を第1表に示した。定植から50%の株が萌芽するまでの日数は、マルチ区間および定植日間ともに有意差が認められた。マルチ区間では白黒マルチ区で最も少なく、緑マルチ区で最も多かった。定植日区間では、定植日が早いほど長い傾向が認められた。また、交互作用も認められ、白黒マルチ区では定植日による差が小さかったが、黒および緑マルチ区では、他の定植日に比べて8月2日定植区で顕著に長かった。最終的な萌芽率は、いずれの区も95%以上であったが、白黒マルチ区で高く、緑マルチ区で低かった。

3. 生育および倒伏株率

生育中期(9月23日)および収穫時の生育および倒伏株率を第2表に示した。生育中期には、草丈はマルチ区間に有意差はなかったが、総出葉数は他のマルチ区に比べて白黒マルチ区で有意に多かった。定植日間で比較すると、草丈および総出葉数は、8月2日定植区と8月12日定植区で有意差がなく、それ以降の定植区では有意に小さかった。生葉数には定植日間で有意差が認められ、8月12日定植

第1表 マルチの種類および定植日が50%萌芽日数および最終萌芽率に及ぼす影響

マルチ	定植日	50%萌芽日		最終萌芽率 ^z (%)
		日付(月/日)	定植後日数	
白黒	8/ 2	8/11	9.4 defg ^y	100.0
	8/12	8/20	8.6 fg	99.0
	8/22	8/29	7.9 g	97.9
	9/ 1	9/ 8	7.6 g	100.0
黒	8/ 2	8/16	14.6 b	95.8
	8/12	8/23	11.1 cd	97.9
	8/22	8/30	8.8 efg	100.0
	9/ 1	9/11	10.1 def	97.9
緑	8/ 2	8/18	16.7 a	96.9
	8/12	8/24	12.1 c	96.9
	8/22	8/31	9.9 def	96.9
	9/ 1	9/11	10.7 cde	95.8
マルチ	白黒	—	8.4 C	99.2 A
	黒	—	11.1 B	97.9 AB
	緑	—	12.3 A	96.6 B
定植日	8/ 2	—	13.5 A	97.6
	8/12	—	10.6 B	97.9
	8/22	—	8.9 C	98.3
	9/ 1	—	9.5 C	97.9
二元配置分散分析 ^x	マルチ(A)	—	***	*
	定植日(B)	—	***	NS
	(A)×(B)	—	***	NS

^z 数値をアークサイン変換後に統計解析を行った

^y 同一項目の全群(小文字)あるいは各要因(大文字)の同一符号間にTukeyの多重検定により5%水準で有意差がないことを示す(n=3)

^x 二元配置分散分析により、***および*はそれぞれ、0.1%および5%水準で有意差があること、NSは有意差がないことを示す(n=3)

区で最も多く、9月1日定植区で最も少なかった。葉鞘径については、マルチ区間では白黒マルチ区で有意に大きく、定植日区間では8月12日定植区で最も大きく、9月1日定植区で最も小さかった。

収穫時の調査では、草丈はマルチ区間、定植日区間ともに有意差が認められた。マルチ区間では、黒マルチ区で最も大きかった。定植日区間では、8月22日定植区で最も大きく、8月2日定植区で最も小さかった。交互作用も認められ、8月2日、12日および22日定植区では、マルチ区間で有意差がないのに対し、9月1日定植区では、他のマルチ区に比べて白黒マルチ区で有意に小さかった。総出葉数および生葉数には定植日間で有意差が認められ、8月22日定植区で最も大きく、8月2日定植区で最も小さかった。

倒伏については、マルチの種類によって若干の差はある

第2表 マルチの種類および定植日が草丈、葉数、葉鞘径および最終収穫時までの倒伏株率に及ぼす影響

マルチ	定植日	生育中期 (9/23 調査)				収穫時			
		草丈 (cm)	総出葉数 (枚)	生葉数 (枚)	葉鞘径 (mm)	草丈 (cm)	総出葉数 (枚)	生葉数 (枚)	倒伏株率 ² (%)
白黒	8月 2日	47.9	7.4	5.6	10.6	47.7 fgh ^y	7.2	3.6	97.9 a
	8月 12日	48.0	8.0	7.5	12.8	62.1 abc	9.4	4.7	55.2 cd
	8月 22日	39.5	5.8	5.5	9.6	67.2 ab	11.6	7.3	0.0 e
	9月 1日	32.6	4.3	4.3	6.6	40.5 h	8.7	5.7	0.0 e
黒	8月 2日	46.8	7.1	6.5	9.7	49.0 efgh	7.6	4.2	81.3 b
	8月 12日	47.1	6.9	6.6	10.0	60.2 bcd	8.7	5.1	54.2 cd
	8月 22日	43.5	5.4	5.4	8.2	70.2 a	11.4	7.2	0.0 e
	9月 1日	34.7	3.9	3.9	5.9	52.9 def	9.7	6.5	0.0 e
緑	8月 2日	40.7	6.5	5.6	8.7	43.9 gh	7.3	4.1	71.9 bc
	8月 12日	46.2	6.6	6.4	10.2	57.2 cde	8.7	4.5	42.7 d
	8月 22日	43.1	5.1	5.1	8.0	66.6 ab	11.3	7.0	1.0 e
	9月 1日	32.3	4.0	4.0	5.8	50.0 efg	9.4	6.6	0.0 e
平均値									
マルチ	白黒	42.0	6.4 A	5.7	9.9 A	54.4 B	9.2	5.3	38.3 A
	黒	43.0	5.8 B	5.6	8.4 B	58.1 A	9.3	5.7	33.9 B
	緑	40.6	5.6 B	5.3	8.2 B	54.4 B	9.2	5.6	28.9 C
定植日	8/ 2	45.1 A	7.0 A	5.9 B	9.7 B	46.8 C	7.4 C	3.9 D	83.7 A
	8/12	47.1 A	7.2 A	6.8 A	11.0 A	59.8 B	8.9 B	4.8 C	50.7 B
	8/22	42.0 B	5.4 B	5.3 B	8.6 C	68.0 A	11.4 A	7.2 A	0.3 C
	9/ 1	33.2 C	4.1 C	4.1 C	6.1 D	47.8 C	9.3 B	6.3 B	0.0 C
二元配置分散分析 ^x	マルチ (A)	NS	***	NS	***	**	NS	NS	***
	定植日 (B)	***	***	***	***	***	***	***	***
	(A) × (B)	NS	NS	NS	NS	**	NS	NS	***

² 数値をアークサイン変換後に分散分析を行った

^y 同一項目の全群 (小文字) あるいは各要因 (大文字) の同一符号間に Tukey の多重検定により 5% 水準で有意差がないことを示す (n=3)

^x 二元配置分散分析により, ***, ** および * は, それぞれ 0.1%, 1% および 5% 水準で有意差があること, NS は有意差がないことを示す (n=3)

が, 8月2日定植区では9月下旬, 8月12日定植区では10月上旬から倒伏が始まった (データ略)。最終的な倒伏株率は, マルチ区間, 定植日区間ともに有意差が認められた。マルチ区間では, 白黒マルチ区で最も高く, 緑マルチ区で最も低かった。定植日間では, 8月2日定植で最も高く, 8月22日以降の定植区ではほぼ皆無であった。交互作用も認められ, 8月12日以降の定植日ではマルチ区間に有意差はないが, 8月2日定植区では, 他のマルチ区に比べて白黒マルチ区で有意に高かった。

4. りん茎重および収量

収穫時のりん茎重および収量を第3表に示した。商品性があるとしたりん茎の重量および直径には, マルチ区間, 定植日区間ともに有意差が認められ, 定植日区間では8月12日定植区が, マルチ区間では白黒マルチ区においてりん茎重およびりん茎径が大きく, 8月22日定植区で最も小さかった。りん茎重およびりん茎径には交互作用も認められ, 8月2日および22日定植区ではマルチ区間に有意差が

なかったのに対し, 8月12日定植区では白黒マルチ区で有意に大きかった。商品球率は, 8月2日および8月12日定植区で高く, 逆に8月22日および9月1日定植区では青立ち株率が高かった。9月1日定植区ではいずれのマルチ区でも商品性のあるりん茎がなかった。一方, 白黒マルチ区では収穫時の腐敗球率が高かった。萌芽しなかったか栽培途中で腐敗することによって生じた欠株率は白黒マルチ区に比べて緑マルチ区で有意に高かった。

総収量および商品収量はりん茎重と同様の傾向が認められ, マルチ区間では, 白黒マルチ区で最も大きく, 緑マルチ区で最も小さかった。定植日区間では, 8月12日定植区で最も大きく, 次いで8月2日定植区, 8月22日定植区, 9月1日定植区の順であった。また, 交互作用も認められ, 8月22日以降の定植日ではマルチ間に有意差がないのに対し, 8月12日以前の定植日では, 白黒マルチ区で総収量および商品収量が高い傾向が認められた。本試験で最も商品収量が高かったのは白黒マルチを展張し, 8月12日

第3表 マルチの種類および定植日が収穫時のりん茎重および収量に及ぼす影響

マルチ	定植日	りん茎重 ^z (g)	りん茎径 ^z (mm)	商品球率 (%)	腐敗球率 (%)	青立ち 株率 ^y (%)	欠株率 (%)	総収量 (kg・m ⁻²)	商品収量 ^z (kg・m ⁻²)
白黒	8月 2日	101.6 bc ^x	63.6 bc	84.4	14.6	0.0	1.0	1.9 bc	1.5 bc
	8月12日	165.0 a	75.5 a	92.7	7.3	0.0	0.0	3.6 a	3.4 a
	8月22日	90.5 c	57.4 def	50.0	3.1	44.8	2.1	1.5 cde	1.0 cd
	9月 1日	—	—	0.0	5.2	94.8	0.0	0.2 f	0.0 e
黒	8月 2日	93.5 c	61.5 bcde	87.5	4.2	2.1	6.3	1.3 de	0.9 cd
	8月12日	119.6 b	67.2 b	90.6	1.0	6.3	2.1	2.3 b	2.1 b
	8月22日	80.2 c	55.2 f	35.4	0.0	64.6	0.0	1.3 de	0.7 de
	9月 1日	—	—	0.0	1.0	96.9	2.1	0.3 f	0.0 e
緑	8月 2日	85.0 c	59.6 cdef	83.3	1.0	8.3	7.3	1.1 e	0.8 d
	8月12日	98.5 bc	62.5 bcd	85.4	0.0	10.4	4.2	1.8 bcd	1.5 bc
	8月22日	79.3 c	55.8 ef	31.3	0.0	66.7	2.1	1.1 e	0.5 de
	9月 1日	—	—	0.0	0.0	94.8	5.2	0.3 f	0.0 e
平均値									
マルチ	白黒	119.0 A	65.5 A	56.8 A	7.6 A	34.9	0.8 B	1.8 A	1.5 A
	黒	97.8 B	61.3 B	53.4 AB	1.6 B	42.4	2.6 AB	1.3 B	0.9 B
	緑	87.6 C	59.3 B	50.0 B	0.3 B	45.1	4.7 A	1.1 C	0.7 C
定植日	8/ 2	93.4 B	61.6 B	85.1 A	6.6	3.5 C	4.9	1.5 B	1.1 B
	8/12	127.7 A	68.4 A	89.6 A	2.8	5.6 C	2.1	2.5 A	2.3 A
	8/22	83.3 C	56.1 C	38.9 B	1.0	58.7 B	1.4	1.3 C	0.7 C
	9/ 1	—	—	0.0 C	2.1	95.5 A	2.4	0.3 D	0.0 D
二元配置 分散分析 ^w	マルチ (A)	***	***	*	***	NS	*	***	***
	定植日 (B)	***	***	***	NS	***	NS	***	***
	(A) × (B)	**	**	NS	NS	NS	NS	***	***

^z 倒伏株および未倒伏株のうちりん茎径が50mm以上で、外部分球や腐敗のないりん茎について測定した

^y りん茎径が50mm未満の未倒伏株を青立ち株とした

^x 同一項目の全群 (小文字) あるいは各要因 (大文字) の同一符号間に Tukey の多重検定により5%水準で有意差がないことを示す (n=3)

^w 二元配置分散分析により、***、**および*は、それぞれ0.1%、1%および5%水準で有意差があること、NSは有意差がないことを示す (n=3)

商品球率、腐敗球率、青立ち株率および欠株率については、数値をアークサイン変換後に分析を行った

に定植を行った区の3.2t・10a⁻¹であった。

考 察

タマネギの生育およびりん茎肥大にはさまざまな環境条件が影響を及ぼすが、中でも日長および温度が大きく関与する (Brewster, 2008; 加藤, 1964)。りん茎肥大の開始には限界日長以上の長日条件が続くことが必要である (Heath, 1945; 加藤, 1964)。また、りん茎肥大に適する気温は15~20°C程度であり (加藤, 1964; 執行, 2007)、7°C以下では肥大が停止する (川崎, 2007)。一方、りん茎重はりん茎肥大期間中の総受光量と高い相関があり (Brewster, 1982; Mondalら, 1986)、りん茎肥大開始期の葉面積を確保することが重要である (岩田ら, 1959; 加藤, 1965)。暖地における慣行の冬どり作型においても、りん茎重や収量の増大のためにはりん茎肥大開始までの生育量の確保が重要であることが指摘されている (川崎, 2007)。

本試験を行った北東北地域は、秋以降の気温の低下が早く、暖地の収穫時期である12月までには降雪や積雪がみられるため、収穫を前進化させる必要がある。そのためには、暖地より早く定植を行う必要がある。しかし、定植日が早まるほど、栽培期間がより長日・高温条件となるため、生育が不十分なままりん茎肥大がはじまり、最終的なりん茎重が小さくなる可能性がある。そこで、本研究では、当地域における適切なマルチの種類および定植日の選択が重要と考え、検討を行った。

本試験における白黒マルチの使用は、緑および黒マルチを使用した場合に比べて、高温期の8~9月に日平均地温が低く推移し、愛知県における8月下旬定植の場合 (山下・高瀬, 1987) と同様の理由からセット球の萌芽や、生育を促進したと考えられる (第2表)。一方、マルチの種類に関わらず、'シャルム'におけるりん茎肥大の開始に必要な積算地温は約23,000°C・時間 (約960°C・日) と推

定されている(木下ら, 2013). 本試験における肥大開始の推定日は, りん茎重や商品収量にマルチ区間差があった8月2日および8月12日定植区において, 白黒マルチ区では, 9月7日および9月19日, 黒マルチ区では9月2日および9月13日, 緑マルチ区では9月1日および9月13日(それぞれ8月2日および8月12日定植区の値)と, 黒および緑マルチ区に比べて白黒マルチ区では5~6日遅かった. 従って, 本試験において白黒マルチの展張は, 他のマルチに比べて生育を促進するとともに, 定植から肥大開始までの期間が延長されることでりん茎肥大までの生育が確保され, 結果としてりん茎重および商品収量が増大したと推察される(第2表, 第3表).

しかし, 白黒マルチを使用した場合, 他のマルチよりも収穫時の腐敗球が多かった. タマネギのりん茎は -2°C 以下で凍結の可能性がある(Brewster, 2008). 本試験では, 最終収穫直前の11月上~中旬に最低気温が -2°C 以下の日が5日間あり, 観察の結果, 腐敗はりん茎肩部表面の凍結が一因と推察された. しかしながら, 白黒マルチにおいて腐敗を助長した要因の特定はできなかった. 以上のように, 本作型においてマルチを使用する場合, 地温を抑制する白黒マルチの使用が生育促進や収量確保の面から適切であるが, 低温期にはりん茎表面の凍結を助長する可能性があることが示唆された.

次に, 定植日の影響をみると, 50%萌芽までの日数は, 白黒マルチ区では定植日区間に有意差がないのに対し, 黒および緑マルチ区では, 8月2日と8月12日および8月22日区との間で有意差が認められ, 定植が早いほど長くなった(第1表). りん茎の萌芽は $10\sim 20^{\circ}\text{C}$ が適温域であり, 25°C 以上で抑制される(Miedema, 1994). また, セット球の定植時には成長点が地中にあるため, 地温が萌芽に影響を及ぼすと推察される. 黒および緑マルチ区では, 白黒マルチ区に比べて8月上~中旬の日平均地温が 30°C 以上の日が多く, 高く推移したため(第1図), 萌芽を遅らせた要因となった可能性がある.

地上部の生育についてみると, 生育中期(9月23日)の草丈と総出葉数は, 8月12日定植区と8月2日定植区との間で有意差がなかったが, 両区と比べて8月22日および9月1日定植区では有意に小さかった(第2表). 定植から調査までの期間は, 8月12日定植区と比べて8月2日定植区において長いにも関わらず, 8月12日定植区と草丈や総出葉数に差が生じなかった要因としては, 8月2日定植区では生育初期が最も高温条件で推移したため, 生育が抑制されたことが推察される. また, 8月2日定植区では最終収穫時における草丈や総出葉数が生育中期の値とほぼ同じであった. 先述したように, 8月2日定植区において, りん茎肥大に必要なとされる積算地温から推定した肥大開始日は, 9月1日~7日である. すなわち, 生育中期の調査時にはりん茎肥大が始まってから16~22日経過していることになる. また, 8月2日定植区では9月下旬から倒伏

が始まっていた. 従って, 生育中期の調査時には多くの株がりん茎の肥大期となっており, その後の新葉の展開がなかったため, 生育中期と最終収穫時の草丈や総出葉数がほぼ同じとなったと考えられる. 以上のことから, 8月2日定植区では, 8月12日定植区と比べて高温のために初期生育が抑制され, 展開葉数が少ない状態でりん茎肥大に十分な積算地温に達した結果, りん茎重が小さくなったと推察される.

一方, 8月22日以降の定植区では, りん茎の肥大がみられるものの不十分で青立ち株が多かった(第3表). 8月22日定植区において, りん茎肥大開始に必要なとされる積算地温から推定した肥大開始日は, 9月26日~10月2日である. この時期は短日条件に向かうため, 8月22日定植区では, いったん日長に感応して肥大を開始したものの, その後短日条件になることで再び葉の展開に生育相が転換(Wright・Sobeih, 1986)した可能性がある. 9月下旬~10月上旬の盛岡市における自然日長(日の出~日の入り)は11時間30分~12時間程度である(理科年表, 2014). これは, 佐賀県における慣行作型での肥大開始期(川崎, 2007)である10月中旬の自然日長(約11時間40分)とほぼ同じである. 一方, りん茎肥大のため必要な長日感応時の気温は $15\sim 25^{\circ}\text{C}$ の範囲であり(寺分, 1981), 肥大の継続に適した気温は $15\sim 20^{\circ}\text{C}$ 程度である(加藤, 1964; 執行, 2007). 佐賀県における平年値ではりん茎の肥大期にあたる10月中旬~11月上旬まで平均気温がその範囲内の $15\sim 20^{\circ}\text{C}$ で推移する(気象庁)のに対し, 本試験の条件では, 10月上旬には日平均気温が肥大の継続に十分とはいえない 15°C 以下に低下した. 従って, 盛岡市の場合, りん茎肥大開始に十分な日長条件でも気温がりん茎肥大の適温以下であったことも, 肥大が不完全になった要因と考えられる.

本試験の範囲において, 最も収量が多く, 栽培に適する条件と考えられたのは, 地温を抑制する白黒マルチを展張した条件で8月12日に定植を行った場合であり, 商品収量は $3.2\text{t}\cdot 10\text{a}^{-1}$ であった(第3表). 平均りん茎径はM規格(6~7cm)に相当し, 十分に商品性は確保されると思われる. また, 本試験では10月上旬から倒伏が始まり11月中旬までにすべての収穫を終えた. 従って, 暖地に比べて1か月以上収穫を前進でき, 他産地との競合がない時期に新タマネギを出荷できることは経営的に見た場合, 大きなメリットであると考えられる. しかしながら, 佐賀県における目標収量の $4.0\text{t}\cdot 10\text{a}^{-1}$ (川崎, 2007)や愛知県の実験成績である $4.2\text{t}\cdot 10\text{a}^{-1}$ (山下・高瀬, 1987)から見ると低い収量水準である. 今後さらなる増収と安定生産のために本地域に適した栽培条件や品種について検討していく必要があるものと思われる.

摘 要

北東北地域におけるセット栽培によるタマネギの初冬ど

り新作型の開発を目指し、マルチの種類（白黒ダブル、黒および緑）およびセット球の定植日（8月2日、12日、22日および9月1日）の組合せがりん茎や収量に及ぼす影響について検討した。緑および黒マルチに比べて、白黒マルチでは日平均地温が低く推移し、特に8月の高温期にそれが顕著であった。白黒マルチでは、他のマルチに比べて高温による生育抑制が緩和されることから、定植から萌芽までの日数が短く、生育も良好となり、りん茎収量も大きかった。一方、定植日を比較すると、8月12日定植がりん茎肥大に適する日長および温度の条件であるとともに、りん茎肥大までの期間が確保されて生育が良好であったことから、最もりん茎重や商品収量は大きかった。すなわち、本試験の範囲からは白黒マルチを展張し、8月12日前後に定植を行うことが適した栽培条件であると考えられた。しかし、白黒マルチでは最終収穫直前の凍結に起因すると推察される腐敗球の発生が多かった。

引用文献

- Brewster, J. L. 1982. Growth, dry matter partition and radiation interception in an over wintered bulb onion (*Allium cepa* L.) crop. *Ann. Bot.* 49: 609-617.
- Brewster, J. L. 2008. Physiology of crop growth, development and yield, Crop storage and dormancy. p. 123-135, 334-337. In: Brewster, J. L. (eds.), *Crop Production Science in Horticulture*. Vol. 15. Onions and other vegetable alliums 2nd edition. CABI Publishing, Wallingford, Oxfordshire, UK.
- Heath, O. V. S. 1945. Formative effects of environmental factors as exemplified in the development of the onion plant. *Nature* 155: 623-626.
- 伊藤 清・琴谷 稔・吉村修一・前田正男. 1968. タマネギの冬採り栽培に関する研究 (1) オニオンセットの利用について. *大阪農技セ研報*. 4: 17-24.
- 岩田正利・森田 勇・本多藤雄. 1959. 窒素供給期間の差異がタマネギの生育・収量に及ぼす影響. *園学雑*. 28: 96-108.
- 加藤 徹. 1964. 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3報) 球の形成肥大に及ぼす環境要因の影響. *園学雑*. 33: 53-61.
- 加藤 徹. 1965. 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4報) 葉および根の役割について. *園学雑*. 34: 127-133.
- 川崎重治. 2007. 秋冬どり (11~3月) 栽培 各作型での基本技術と生理. p. 167-184. *農業技術大系野菜編 8-2 タマネギ*. 農文協. 東京.
- Khokhar, K. M. 2009. Effect of set-size and storage temperature on bolting, bulbing and seed yield in two onion cultivars. *Sci. Hortic.* 122: 187-194.
- Khokhar, K. M., P. Hadley and S. Pearson. 2007. Effect of cold temperature durations of onion sets in store on the incidence of bolting, bulbing and seed yield. *Sci. Hortic.* 112: 16-22.
- 木下剛仁・木下 武・大串和義・川崎美紀・富岡ゆか・豆田和浩・中野裕一郎. 2013. 冬どりタマネギ高位安定生産技術の確立 第1報 定植時期およびマルチ種類の検討. *園学雑*. 12 (別2): 420.
- 気象庁. 過去の気温データ. <<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>>.
- Lancaster, J. E., C. M. Triggs, J. M. De Ruiter and P. W. Gandar. 1996. Bulbing in onions: photoperiod and temperature requirements and prediction of bulb size and maturity. *Ann. Bot.* 78: 423-430.
- Miedema, P. 1994. Bulb dormancy in onion. I. The effect of temperature and cultivar on sprouting and rooting. *J. Hort. Sci.* 69: 29-39.
- Mondal, M. F., J. L. Brewster, G. E. L. Morris and H. A. Bulter. 1986. Bulb development in onion (*Allium cepa* L.) I. Effects of plant density and sowing date in field conditions. *Ann. Bot.* 58: 187-195.
- 理科年表. 2014. 各地の日出入. 暦. p. 31-42. 国立天文台編. 丸善. 東京.
- 澤里昭寿・大森紀代美. 2015. 冬どりタマネギ栽培における子球育成法. *東北農研*. 68: 127-128.
- 執行正義. 2007. 第6章 鱗茎類. p. 123-148. 金濱耕基編. *野菜園芸学*. 文永堂出版. 東京.
- 寺分元一. 1981. タマネギのりん茎形成に及ぼす低温の影響. *園学雑*. 50: 53-59.
- Wright, C. J. and W. Y. Sobeih. 1986. The photoperiodic regulation of bulbing in onions (*Allium cepa* L.). I. Effects of irradiance. *J. Hort. Sci.* 26: 17-21.
- 山田貴義・琴谷 稔・伊藤 清. 1969. タマネギの冬採り栽培に関する研究. *大阪農技セ研報*. 6: 35-48.
- 山下文秋・森脇宏爾・高瀬尚明. 1986. タマネギのセット栽培に関する研究 (第1報) セット球の大きさ, 温度処理及び定植時期の影響. *愛知農総試研報*. 18: 128-135.
- 山下文秋・高瀬尚明. 1987. タマネギのセット栽培に関する研究 (第2報) 昇温防止マルチによる栽培法の改善. *愛知農総試研報*. 19: 148-155.