初夏どりネギ栽培におけるトンネル被覆資材と施肥方法が 生育、抽苔および収量に及ぼす影響

白岩裕隆^{1,3*}・鹿島美彦¹・板井章浩²・田辺賢二²

¹ 鳥取県園芸試験場弓浜砂丘地分場 684-0073 境港市中海干拓地 27

² 鳥取大学農学部 680-8553 鳥取市湖山町

³ 鳥取大学大学院連合農学研究科 680-8553 鳥取市湖山町

Effects of Tunnel Covering Plastic Films and Fertilization Methods on Growth, Bolting, and Yield in Welsh Onion (*Allium fistulosum* L.) Harvested in Early Summer.

Nobutaka Shiraiwa^{1,3*}, Yoshihiko Kashima¹, Akihiro Itai² and Kenji Tanabe²

¹Tottori Horticultural Experiment Station, Kyuhin Sand Dune Sub-Station, Sakaiminato, Tottori 684-0073

²Faculty of Agriculture, Tottori University, Koyama, Tottori 680-8553

³United Graduate School of Agricultural Sciences, Tottori University, Koyama, Tottori 680-8553

Abstract

Effects of tunnel covering plastic films and fertilization methods on growth, bolting, and yield were investigated in welsh onion (*Allium fistulosum* L.) harvested in early summer. Polyolefine plastic film (PO) induced the highest mean air and soil temperatures, while dripped polyethylene plastic film (DP) showed the lowest temperatures. Coefficient of variance on soil water content was higher in PO and non-dripped polyethylene plastic film (NDP). Application of an overall layer of fertilizer produced a lower bolting rate than application of fertilizer in a planting furrow only when using DP, but opposite results were demonstrated with PO and NDP. Effects of covering films and fertilization methods on bolting rate and yield showed significant interaction. Higher thermo-keeping films suppressed flower initiation. When higher thermo-keeping films were used to cover tunnels, management to control nitrogen concentration is required to inhibit bolting in this culture.

Key Words : bolting rate, devernization, planting furrow application of fertilizer, total layer application of fertilizer, tunnel cultivation

キーワード : 抽苔率, 脱春化, トンネル栽培, 植え溝施肥, 全層施肥

緒 言

鳥取県の弓浜砂丘地区では、冬期の降雪量が比較的に少なく、トンネル被覆を利用した初夏どりネギ栽培が行われている。本作型においては、ネギの極晩抽性の品種を用いて10月上旬に播種後、11月下旬に稚苗を移植し、12月中旬から翌年3月までトンネル被覆を行うことにより、5月下旬から収穫している。しかし、年次により抽苔が多発し、品質および収量が低下することが問題となっている。

ネギは緑植物低温感応型の作物であり、一定の大きさに達した株が、低温および短日条件に遭遇することで花芽分化する(八鍬・興水, 1969)。山崎らは、ネギの抽苔を制御する目的で、花芽分化に及ぼす温度の影響を検討し(Yamasakiら, 2000a, 2000b; 山崎・田中, 2002)、冬期のトンネル被覆

により脱春化が起こることを報告している(Yamasakiら, 2003)。また、安藤ら(2002)は、保温性の異なる数種のトンネル被覆の方法で、抽苔率に0.6～13.2%の差が生じることを報告しており、初夏どりネギ栽培では、トンネル被覆内の温度条件が花芽分化の誘起に影響を及ぼすことが考えられる。

一方、多くの作物で植物体内の窒素レベルと花芽分化が関係していることが知られ、ネギでは低温遭遇量が不十分な場合に、低窒素条件が花芽分化に促進的に作用することが報告されている(山崎・田中, 2005)。著者ら(白岩ら, 2005)は、初夏どり作型において花芽分化の開始時期である2月中旬の植物体の窒素レベルが低い場合に、抽苔率が高まることを明らかにしている。

以上のことから、本作型での抽苔発生には、トンネル被覆による温度条件と花芽分化時期の植物体の窒素レベルとが密接に関わっていることが推察される。実際の栽培では、数種のトンネル被覆資材が個々に利用されているが、保温

2005年10月26日 受付. 2006年6月2日 受理.

* Corresponding author. E-mail: shiraiwah@pref.tottori.jp

第1表 実験区の施肥方法と主要3要素の施肥量

実験区 ² (施肥方法)	トンネル被覆中の施肥量 (N:P ₂ O ₅ :K ₂ O kg・10 a ⁻¹)						栽培期間の総施肥量 (N:P ₂ O ₅ :K ₂ O kg・10 a ⁻¹)		
	IB 肥料の施肥量			2月5日の追肥量					
全層施肥	6.0	6.0	6.0	3.0	3.0	3.0	23.5	31.5	23.3
植え溝施肥	6.0	6.0	6.0	0	0	0	20.5	28.5	20.3

²実験は被覆資材 (PO, 無滴農ポリおよび有滴農ポリ) と施肥方法を組み合わせて行った

特性は明らかにされておらず, トンネル被覆資材の保温特性に基づいた肥培管理が行われていないことが抽苔発生の要因となっていると考えられる. そこで, 本研究ではトンネル被覆資材と施肥方法が生育, 抽苔および収量に及ぼす影響について調査した.

材料および方法

実験は, 中海干拓地にある鳥取県園芸試験場弓浜砂丘地分場の砂畑圃場 (砂丘未熟土) で行った. 品種は, 「長悦」 (協和種苗) を供試した. 2001年10月3日に264穴チェーンポット (CP303, 日本甜菜製糖) に1穴当たり2粒と3粒を交互に播種し (現地における慣行法), 11月28日に条間1 m, 深さ15 cmの植え溝を切り, 簡易移植機「ひっぱりくん」 (日本甜菜製糖) を用いて移植 (株間約2 cm) を行った. 12月18日から翌年 (2002年) 3月28日までトンネル被覆を行い, 5月28日に収穫した. トンネル被覆方法は, トンネル幅を50 cmとし, トンネルの両サイドに地表から25 cmの高さに直径8 cmの換気穴を2 m間隔であけた. 実験区は各区とも30 m²とし, 反復は設けなかった.

トンネル被覆資材は, ポリオレフィンフィルム (厚さ0.05 mm, 積水化学, 以下POと略), 無滴ポリエチレンフィルム (厚さ0.05 mm, 積水化学, 以下無滴農ポリと略), 有滴ポリエチレンフィルム (厚さ0.05 mm, 積水化学, 以下有滴農ポリと略) を供試した. 施肥方法の実験区は, 全層区と植え溝区とした (第1表). 全層区は緩効性肥料のイソブチリデン2尿素 (IB) 配合の化成肥料 (以下IB肥料と略) N:P₂O₅:K₂O=6.0:6.0:6.0 kg・10 a⁻¹ を全層施肥した後, 苗 (植物体) を移植した. トンネル被覆中の追肥は, 2月5日に化成肥料 N:P₂O₅:K₂O=3.0:3.0:3.0 kg・10 a⁻¹ を施肥した. 一方, 植え溝区は, 苗 (植物体) を移植した後, IB肥料 N:P₂O₅:K₂O=6.0:6.0:6.0 kg・10 a⁻¹ を植え溝施肥 (ネギの側条に施肥する方法) した. IB肥料の植え溝施肥 (トンネル被覆資材には有滴農ポリを使用) により, トンネル被覆中の追肥を行わない場合でも抽苔が抑制されることから (白岩・鹿島, 2001), 本実験の植え溝区では, 追肥を行わなかった. 各実験区の総施肥量は第1表のとおりとした. 灌水は, 2月5日と3月5日にトンネル被覆を除去し, スプリンクラーを用いて20分間の散水を行った.

調査は, トンネル被覆資材の光透過特性, 土壌含水率, トンネル被覆内の気温, 地温および地表面温度並びにネギの生育, 収量について行った. 被覆資材の光透過特性は,

波長別光エネルギー分析装置 (LI-1800, LI-COR) を用い, 3月11日の11:30から12:00 (晴天) に300–1100 nmの透過スペクトルを測定し, 光透過率を (各被覆資材の400–800 nmの光子束密度) / (自然光の400–800 nmの光子束密度) × 100 の計算式に基づいて算出した. 土壌含水率は, 水分計 (YZ/132, 矢崎計器) を用いて, 2月5日に各実験区の10か所について地表から10 cmの深さを測定した. トンネル内の温度は, 2月26日から3月4日まで温度記録計 (TR-71S, T and D) を用いて, 気温 (地表から10 cmの高さ), 地温 (地表から5 cmの深さ) を10分間隔で測定した. 地表面温度は, 放射温度計 (IT-330, 堀場製作所) を用いて, 3月25日の12:30から13:00 (晴天) に各実験区の10か所を測定した. ネギの生育は, 2月5日および3月28日に各実験区の20株について, 草丈, 新鮮重, 最内葉から第2葉のSPAD値 (SPAD-205, ミノルタ) を測定した. 収穫は5月28日に行い, 各実験区2 m²の3か所を掘り取り, 抽苔株数および抽苔株を除いた収量を調査した.

結 果

トンネル被覆資材の光透過スペクトルは, 各区とも自然光と同様の傾向がみられたが, 光透過率は, 無滴農ポリ93.3%, PO87.9%, 有滴農ポリ78.2%であった (第1図, 第2表). 晴天時の地表面温度は, POおよび無滴農ポリで40°C以上であったが, 有滴農ポリでは32.3°Cと低かった. 有滴農ポリの光透過率が無滴農ポリに比べて約15%低下したこと

第1図 被覆資材の種類における光透過スペクトルの比較
測定は2002年3月11日の11:30から12:00 (晴天) に行った

第2表 トンネル被覆資材の光透過率, トンネル被覆内の地表面温度および土壌水分

被覆資材	光透過率 ^z (%)	R/FR 比 ^y	地表面温度 ^x (3月25日) (°C)	土壌水分 (2月5日)	
				含水率 (%)	変動係数 (%)
PO	87.9	1.01	41.6 ± 1.6	22.8	35.1
無滴農ポリ	93.3	1.01	40.8 ± 2.0	27.6	21.7
有滴農ポリ	78.2	0.99	32.3 ± 0.7	28.4	12.7

^z光透過率 = 各被覆資材 (400–800 nm の光量子束密度) / 自然光 (400–800 nm の光量子束密度) × 100^yR/FR (赤色光/遠赤色光) 比 = (600–700 nm の光量子束密度) / (700–800 nm の光量子束密度)^x平均値 ± 標準偏差 (n=10)第3表 トンネル被覆内の気温および地温^z

被覆資材	温度	昼間平均 ^y (°C)	夜間平均 ^y (°C)	最高 (°C)	最低 (°C)	平均 (°C)
PO	気温	17.4	6.2	37.5	−1.6	10.7
	地温	11.7	10.7	19.2	6.9	11.1
無滴農ポリ	気温	16.6	6.4	35.9	−1.5	10.6
	地温	11.1	10.8	17.2	7.6	10.9
有滴農ポリ	気温	15.8	6.3	33.7	−1.7	10.1
	地温	10.8	10.5	16.1	7.5	10.6

^z測定は2002年2月26日から3月4日に行った^y昼間平均は7:00から17:00, 夜間平均は17:00から7:00の測定値を表す

第4表 トンネル被覆資材と施肥方法がネギの草丈, 新鮮重およびSPAD値に及ぼす影響

実験区		2月5日			3月28日		
被覆資材	施肥方法	草丈 (cm)	新鮮重 (g)	SPAD 値 ^z	草丈 (cm)	新鮮重 (g)	SPAD 値 ^z
PO	全層	25.8 ab ^x	6.3 ab	44.6 b	62.5 a	38.1 a	58.2 a
	植え溝	29.3 a	6.8 a	47.8 a	59.5 a	40.5 a	47.6 bc
無滴農ポリ	全層	24.5 ab	5.8 bc	45.2 b	56.0 a	36.9 a	56.0 ab
	植え溝	24.8 ab	6.1 bc	46.9 ab	59.3 a	39.6 a	45.6 c
有滴農ポリ	全層	21.7 b	5.1 c	45.6 ab	58.4 a	38.4 a	58.4 a
	植え溝	23.4 ab	5.5 bc	46.3 ab	58.6 a	38.2 a	51.5 abc
分散分析 ^y	A: 被覆資材	**	**	NS	NS	NS	NS
	B: 施肥方法	NS	*	*	NS	NS	**
	A × B	NS	NS	NS	NS	NS	NS

^zSPAD 値は最内葉から第2葉を測定した^y分散分析により, *は5%水準, **は1%水準, NSは有意差がないことを表す^x同一列内の異なるアルファベットは, 多重比較法 (Tukey 法) において5%水準で有意差があることを表す第5表 トンネル被覆資材と施肥方法がネギの収量および抽苔率に及ぼす影響^z

実験区		収量 (kg · a ⁻¹)	調整重 ^y (g/本)	抽苔率 (%)
被覆資材	施肥方法			
PO	全層	426.4 a ^w	112.2 a	9.1 a
	植え溝	325.8 c	103.4 b	22.1 cd
無滴農ポリ	全層	412.9 a	113.9 a	18.1 bc
	植え溝	322.7 c	100.8 b	24.1 cd
有滴農ポリ	全層	371.5 b	114.3 a	28.1 d
	植え溝	392.8 ab	113.0 a	12.1 ab
分散分析 ^x	A: 被覆資材	NS	NS	*
	B: 施肥方法	**	*	NS
	A × B	**	NS	**

^z調査は2002年5月28日に行った^y調整重は根および葉を出荷調整した1本当たりの新鮮重を表す^x分散分析により, *は5%水準, **は1%水準, NSは有意差がないことを表す^w同一列内の異なるアルファベットは, 多重比較法 (Tukey 法) において5%水準で有意差があることを表す

は、有滴農ポリの裏面に水滴が付着していたことによると考えられる。2月5日の調査における土壌含水率は、有滴農ポリ 28.4%、無滴農ポリ 27.6%、PO 22.8%と、PO では土壌が乾燥する傾向が認められた。また、地表面温度の高かった PO および無滴農ポリでは、土壌含水率の変動係数が大きく、乾湿の差が大きい傾向が認められた(第2表)。2月26日から3月4日の間におけるトンネル内の気温および地温を第3表に示した。昼間の平均気温および平均地温とも PO で最も高く、次いで無滴農ポリ、有滴農ポリの順であった。PO と有滴農ポリの差は、平均気温で 1.6°C、平均地温で 0.9°C であった。一方、夜間の平均気温および平均地温については、各被覆資材とも大きな差は認められなかった。

トンネル被覆中のネギの草丈および新鮮重を第4表に示した。2月5日の調査における草丈および新鮮重は、PO、無滴農ポリ、有滴農ポリの順で大きい傾向がみられた。施肥方法の影響は、新鮮重および SPAD 値で認められ、全層区に比べて、植え溝区で生育が大きい傾向となった。一方、3月28日の調査における被覆資材の影響は、草丈、新鮮重および SPAD 値のいずれにも認められなかったが、施肥方法の影響は SPAD 値に有意な差が認められ、全層区に比べて植え溝区で低かった。また、有意ではないが PO および無滴農ポリの植え溝区において SPAD 値の低下の程度が大きかった。

トンネル被覆資材と施肥方法がネギの収量および抽苔率に及ぼす影響を第5表に示した。収量は被覆資材による有意差は無かったが、施肥方法の違いによる有意差と被覆資材と施肥方法による交互作用が認められ、PO と無滴農ポリでは全層区で植え溝区よりも高く、有滴農ポリでは植え溝区で全層区よりも高かった。抽苔率は被覆資材と交互作用に有意な差があり、PO と無滴農ポリでは植え溝区が全層区よりも高く、有滴農ポリでは全層区で植え溝区よりも高かった。さらに、抽苔率が高いほど収量は低く、抽苔発生が収量に影響を及ぼす傾向が認められた。

考 察

本実験に用いた‘長悦’は、ネギの極晩抽性の品種に分類され(小島ら, 1999)、初夏どり作型の主要な品種であり、トンネル被覆を行うことにより脱春化が誘導される(Yamasaki ら, 2003)。脱春化の温度条件としては、中生品種‘金長’が昼温 35°C で脱春化されるのに対し、‘長悦’では昼温 20°C で脱春化が誘導されることが報告されている(Yamasaki ら, 2000a, 2000b)。本実験の2月26日から3月4日に調査したトンネル内の平均気温は、PO で 17.4°C と最も高く、次いで無滴農ポリで 16.6°C、有滴農ポリで 15.8°C であった。本実験での全層施肥区における抽苔率は、PO で 9.1%、無滴農ポリ区で 18.1%、有滴農ポリ区で 28.1%と(第5表)、保温性の高い被覆資材ほど抽苔が抑制された。このことから、トンネル被覆資材の違いによる抽苔率の差

は脱春化の程度の差によるものと推察される。

2月5日の調査では、保温性の高いトンネル被覆資材ほど草丈および新鮮重は大きくなる傾向がみられたが、3月28日の調査では、草丈および新鮮重に被覆資材による有意な差は認められなかった。本実験では、気温が上昇する時期(3月)においてもトンネルの換気穴の数を増やさなかったため、PO 区および無滴農ポリ区では高温により生育が緩慢となり、トンネル被覆の除去時(3月28日)には、有滴農ポリ区と PO 区および無滴農ポリ区の生育に大きな差がみられなかったことが考えられる。このことから、トンネル被覆内の温度が上昇しやすい PO および無滴農ポリは、気温が上昇する3月に換気穴を増やすなどの管理が必要である。また、トンネル被覆内の土壌水分は、肥料効果の発現に密接に関わること(白岩ら, 2005)から、土壌の乾湿の差が大きい PO および無滴農ポリでは、トンネル被覆中に乾燥を防ぐ灌水管理が必要であると考えられる。

ネギの栽培における植え溝施肥は肥料の利用率が高く、全層施肥と比較しても生育が同等以上になることから(西畑・松本, 2000; 田中・小山田, 2000)、施肥量の削減や追肥の省力化が可能であり、広く普及している。本作型では、トンネル被覆中にトンネルを除去して追肥する作業の省力化が求められており、有滴農ポリのトンネル被覆における IB 肥料の植え溝施肥は効果的であるものと考えられる。また、植え溝施肥ではトンネル被覆中の追肥を行わない場合に抽苔を抑制することが報告されている(白岩・鹿島, 2001)。本実験においても、有滴農ポリの抽苔率は全層区に比べて植え溝区で低かったが、PO および無滴農ポリでは全層区に比べて植え溝区で抽苔率が高かった。この原因として考えられることは以下のとおりである。本作型におけるネギの花芽分化の開始は2月中旬であり、この時期の植物体内の窒素レベルが低い場合には、抽苔率が高くなる(白岩ら, 2005)。PO および無滴農ポリの抽苔率は、2月5日に追肥を行わなかった植え溝区で高かったことから、11月28日に施肥した IB 肥料の効果は、花芽分化の開始時期である2月中旬には、すでに低下していたことが推察される。このことは、緩効性肥料の溶出は高温になるほど早くなる(藤原ら, 1996)ことから、有滴農ポリに比べて PO および無滴農ポリでは IB 肥料の効果が早く低下したことが抽苔率の高かった要因として推察される。このように、PO および無滴農ポリ被覆での追肥の省力化のための植え溝施肥においては、IB 肥料と比較して肥効期間の長い肥料の種類を選択する必要がある。一方、前述した乾燥防止のために、トンネル被覆内に灌水チューブを設置する場合があるが、灌水チューブを利用した液肥施用も抽苔抑制に有効な技術であると考えられる(白岩ら, 2005)。

これまでに、ネギの抽苔制御方法として、温度(安藤ら, 2002; 田畑ら, 1992; Yamasaki ら, 2003)、窒素(白岩ら, 2005; 山崎・田中, 2005)、温度と日長(Yamasaki ら, 2000c)などが報告されている。山崎(2002)は、ネギとイチゴの花芽

分化における環境条件に対する反応や炭素・窒素の栄養の動態について、両者の類似性が高いことを指摘した上で、ネギの場合には、脱春化の誘導に窒素が関わっている可能性を考察している。本実験において PO や無滴農ポリなど保温性の高い被覆資材でも施肥方法により抽苔率に差が生じたのは、脱春化の誘導に窒素が関与していることを示唆しており、本作型のような露地栽培では、温度管理と窒素施肥の調整による抽苔制御が重要であると考えられる。

以上の結果から、初夏どりネギ栽培では、PO などの保温性の高いトンネル被覆資材は花芽分化の抑制に有効であることが明らかとなった。また、保温性の高い被覆資材を用いる場合には、窒素施肥を工夫することによって抽苔抑制効果を高めるなど、被覆資材の保温特性を理解した肥培管理が必要であると考えられる。

摘 要

初夏どりネギ栽培において、トンネル被覆資材と施肥方法が生育、抽苔および収量に及ぼす影響について調査した。昼間の平均気温および平均地温は、ポリオレフィンフィルム (PO) で最も高く、有滴ポリエチレンフィルム (農ポリ) で低かった。また、PO および無滴農ポリでは、土壌の乾湿の差が大きい傾向が見られた。抽苔率は、有滴農ポリでは全層区に比べ植え溝区で低かったが、PO および無滴農ポリでは全層区に比べて植え溝区で高く、抽苔率および収量に被覆資材と施肥方法の交互作用が認められた。

初夏どりネギ栽培においては、保温性の高い被覆資材ほど花芽分化の抑制に有効であることが明らかとなった。また、保温性の高い被覆資材を用いる場合には、窒素施肥を調整することにより抽苔抑制効果を高める肥培管理が必要であることが明らかとなった。

引用文献

- 安藤利夫・甲田暢男・大越一雄. 2002. 初夏どりネギ栽培における晩抽性品種の花芽分化、抽苔特性. 千葉農総研研報. 1: 13–23.
- 藤原俊六郎・安西徹郎・加藤哲郎. 1996. 土壌診断の方法と活用. p. 14–38. 農文協. 東京.
- 小島昭夫・若生忠幸・小原隆由. 1999. ネギ遺伝資源の特性調査. 野茶試育種部研究年報. 12: 40–44.
- 西畑秀次・松本美枝子. 2000. ネギの生育に合わせた肥効調節型肥料による窒素供給. 園学雑. 69 (別 2): 398.

- 白岩裕隆・鹿島美彦. 2001. 夏ネギの早期栽培におけるトンネル内の植え溝施肥による安定生産技術. 鳥取園試報. 5: 53–61.
- 白岩裕隆・鹿島美彦・井上 浩・板井章浩・田辺賢二. 2005. 初夏どりネギ栽培における花芽分化時期の液肥が植物体の窒素レベル、抽苔および収量に及ぼす影響. 園学研. 4: 411–415.
- 田畑耕作・常法和廣・相星勝美. 1992. 暖地における根深ネギの春・夏どり栽培に関する研究. 第 1 報. 品種と抽台性及び脱春化処理の効果. 九州農業研究. 54: 215.
- 田中有子・小山田勉. 2000. セル成型苗利用による秋冬穫りネギの肥効調節型肥料を用いた全量基肥溝施肥法. 茨城農総セ園研報. 8: 19–26.
- 八鍬利郎・輿水 晋. 1969. ネギ属植物の花成に関する研究 (第 1 報) 温度、日長と花房分化、抽苔、開花期との関係. 農及園. 44: 1131–1132.
- Yamasaki, A., K. Tanaka, M. Yoshida and H. Miura. 2000a. Effect of day and night temperature on flower-bud formation and bolting of Japanese bunching onion (*Allium fistulosum* L.). J. Japan. Soc. Hort. Sci. 69: 40–46.
- Yamasaki, A., K. Tanaka, M. Yoshida and H. Miura. 2000b. Induction of devernalization in mid-season flowering cultivars of Japanese bunching onion (*Allium fistulosum* L.). J. Japan. Soc. Hort. Sci. 69: 611–613.
- Yamasaki, A., K. Tanaka and H. Miura. 2000c. Effect of photoperiods before, during and after vernalization on flower initiation and development and its varietal difference in Japanese bunching onion (*Allium fistulosum* L.). J. Hort. Sci. Biotech. 75: 645–650.
- 山崎 篤・田中和夫. 2002. ネギの抽台に及ぼす地温の影響. 園学研. 1: 209–212.
- 山崎 篤. 2002. 花芽分化特性の解明に基づくネギの新作型開発. 京都大学学位論文.
- Yamasaki, A., K. Tanaka, M. Yoshida and N. Nakashima. 2003. Effect of photoperiod on the induction of devernalization by high day temperature in field-grown Japanese bunching onion (*Allium fistulosum* L.). J. Japan. Soc. Hort. Sci. 72: 18–23.
- 山崎 篤・田中和夫. 2005. ネギの抽だいに及ぼす窒素の影響. 園学研. 4: 51–54.