ネギの抽台に及ぼす地温の影響

山崎 篤^{1*}・田中和夫²

¹東北農業研究センター野菜花き部 020-0123 盛岡市下厨川字鍋屋敷

²近畿中国四国農業研究センター総合研究部 623-0035 綾部市上野町

Effect of Soil Temperature on Bolting of Japanese Bunching Onion (*Allium fistulosum* L.)

Atsushi Yamasaki^{1*} and Kazuo Tanaka²

¹Department of Vegetable and Floricultural Science, National Agricultural Research Center for Tohoku Region,
92 Nabeyashiki, Shimo-Kuriyagawa, Morioka 020-0123

²Department of Integrated Research, National Agricultural Research Center for Western Region, Ayabe 623-0035

Summary

Effect of root zone temperature on bolting of Japanese bunching onion (*Allium fistulosum* L.) was investigated using a root zone temperature controlling apparatus. High root zone temperature promoted the growth of three cultivars 'Kincho', 'Asagi-kujo' and 'Cho-etsu' irrespective the air temperature conditions. High root zone temperature 5–20 °C under low air temperature inhibited the bolting of three cultivars. In contrast, low root zone temperature 5–15 °C under high air temperature promoted the bolting of 'Kincho' and 'Asagi-kujo'. The importance of root zone temperature in flower initiation of Japanese bunching onion was presented.

キーワード 地温, 花芽分化, 根圏, 根温, ネギ

緒 言

これまで、ネギの抽台制御を目的として、花芽分化に及ぼす温度の影響 (Yamasaki ら, 2000b; 2000c) や日長と温度との相互作用 (Yamasaki ら, 2000a) について検討してきたが、これらの実験はすべてポット試験で行われたので、地上部温度と地下部温度とがほぼ等しい条件であった。しかし、実際の栽培条件では、地温はかなり気温と異なる推移を示すし、ネギの場合には茎頂が通常地下部にあるうえ、土寄せなどの栽培管理によって根の分布が変わってきたりすることもあり、当然、花芽分化に関しても地温の影響も大きいと考えられる。そこで、地温を気温とは独立して制御する系を用いて実験を行い、地温がネギの生育および抽台に及ぼす影響について、1) 気温が低く地温が高い場合、2) 気温が高く地温が低い場合、の2つの試験を行って検証した。

材料および方法

実験 1 低気温下における高地温が生育および抽台に及ぼす影響

中生品種の「金長」、浅黄九条 および晩生品種の「長悦」の3品種を1994年10月14日に9 cm径のポリポットに播種し、最低温度18 °Cのガラス室内で育苗した。高さ1 mに設置した40 Wの白熱灯により $2.1 \mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ の光強度で補光することによって、日長が12時間日長を下回らないようにした。12月15日に植壌土をつめた1/5000aワグネルポットに5株ずつ植え、同じガラス室内で育成した。翌年1月18日から側窓を開放した自然日長の無加温ガラス室に移し、ワグネルポットの底孔に栓をしてシリコンコーキング剤で密封したのち土壤恒温水槽に入れた。断熱のために地表面を発泡スチロール板で覆ったうえで、5、12.5および20 °Cの3段階の地温処理を90日間行った。地温の処理は、ポット内深さ10 cmの地温が所定の温度になるように、恒温水槽内で水温を制御した水を循環させることによって行った。処理終了後、恒温水槽からポットを取り出して底穴の栓をはずし、処理期間中の出葉数を調査したのち同じガラス内でそのまま育て、6月まで抽台調査を行った。同時に、花芽分化の早

2002年3月1日 受付. 2002年7月24日 受理.

*Corresponding author.

晩の指標として、処理開始時から抽台までに展開した葉の数を測定した。処理期間中の最高および最低気温の平均は各々 21.0, 4.6℃であった。各区とも3ポットを供試した。

実験2 高気温下における低地温が生育および抽台に及ぼす影響

中生品種の‘金長’、‘浅黄九条’および晩生品種の‘長悦’の3品種を1992年12月12日に9cm径のポリポットに播種し、最低温度20℃のガラス室内で育苗した。日長は実験1と同様に制御した。翌3月26日に植壤土をつめた1/5000aワグネルポットに3株ずつ植え、自然日長下の最低気温20℃のガラス室内で育成した。5月12日から、実験1と同様の方法によって、7月21日まで低地温処理を70日間行った。地温処理は5, 10および15℃の3区とした。

第1表 低気温下における高地温処理がネギの抽台に及ぼす影響^z

地温 (°C)	金長			浅黄九条			
	抽台率 (%)	抽台 までの 葉数 ^y		抽台率 (%)	抽台 までの 葉数	抽台率 (%)	抽台 までの 葉数
5.0	100.0	5.8	a ^x	93.3	5.5	a	46.7
12.5	80.0	6.1	ab	86.7	7.0	b	6.7
20.0	33.3	7.4	b	26.7	7.5	b	0.0
	** w			*			**

^z 処理期間中の最高気温および最低気温はそれぞれ21.0℃, 4.6℃であった
6月30日まで抽台調査を行った

^y 処理開始時から抽台までに展開した葉の数

^x Scheffe の多重検定により異なる文字間に5%レベルで有意差あり

^w Fisher の正確確率検定により5% (*) あるいは1% (**) レベルで有意差あり

^v 抽台個体なし

第1図 低気温下における高地温処理がネギの出葉数に及ぼす影響
90日間の地温処理期間中の出葉数を示す
バーは標準誤差 (n=15)

処理終了後、ポットを水槽から取り出して底穴の栓をはずし、処理期間中の出葉数を調査したのち同室内でそのまま育て、10月まで抽台調査を行った。同時に、実験1と同様に処理開始時から抽台までの葉数も測定した。地温処理期間中の最高および最低気温の平均は各々 32.7, 20.2℃であり、通常なら花芽分化の起こらない温度条件であった (Yamasaki ら, 2000b)。各区とも3あるいは4ポットを供試した。

なお、以上の実験は旧野菜・茶業試験場久留米支場 (福岡県久留米市, 現在名 農業技術研究機構九州沖縄農業研究センター野菜花き研究部) において行った。

結 果

実験1 低気温下における高地温が生育および抽台に及ぼす影響

出葉速度は、いずれの品種においても地温が高いほど顕著に増加し、20℃区では5℃区の約2倍の出葉速度を示した (第1図)。

‘金長’ および ‘浅黄九条’ は5℃区ではほとんどが抽台し、12.5℃区ではわずかに抽台率は低下した。20℃では抽台率か30%前後と低くなった。‘長悦’ は5℃でほぼ半数が抽台したものの、12.5℃区および20℃区ではほとんどまたは全く抽台がみられなかった。処理開始時から抽台までに展開した葉の数は地温が低いほど少なくなる傾向がみられた (第1表)。

実験2 高気温下における低地温が生育および抽台に及ぼす影響

いずれの品種においても、実験1と同様に、地温が高いほど出葉速度は顕著に増加した (第2図)。

第2図 高気温下における低地温処理がネギの出葉数に及ぼす影響
70日間の低地温処理期間中の出葉数を示す
バーは標準誤差 (n=10)

第2表 高気温下における低地温処理がネギの抽台に及ぼす影響^z

地温 (°C)	金長		浅黄九条		長悦
	抽台率 (%)	抽台までの 葉数 ^y	抽台率 (%)	抽台までの 葉数	
5	100	6.3	88	6.7	0
10	75	6.8	50	6.3	0
15	13	10.0	0	-	0
	** x	n.s. w	*	n.s.	

^z 処理期間中の最高および最低気温の平均は、それぞれ32.7°C, 20.2°Cであった
10月31日まで抽台調査を行った

^y 処理開始時から抽台までに展開した葉数

^x Fisher の正確確率検定により5% (*) あるいは1% (**) レベルで有意差あり

^w Scheffe の多重検定により有意差なし

‘金長’ および ‘浅黄九条’ は、通常なら花芽分化の起こらない高気温下であるにもかかわらず、5°C区ではほとんどが抽台し、10°C区でも50~75%が抽台した。しかし、15°C区ではわずかに抽台がみられたのみであった。抽台までの葉数には有意な差がみられなかった。一方、‘長悦’ はいずれの区でも全く抽台はみられなかった(第2表)。

考 察

いずれの実験においても、地温が高いほど生育が促進された。特に、低気温下における高地温は生育促進効果が高いことが示された。一方、5~7月のガラス室内という高気温下においても、高地温ほど生育が促進された。ネギは高温下で生育が抑制されることはよく知られており(Inden・Asahira, 1990; Brewster, 1994), 光合成適温も15~20°Cと低い(山崎ら, 1998)。従って、実験2で処理した地温は、最高が15°Cでありネギの生育適温の範囲内にあったので、高地温ほど生育が促進されたと考えられる。いずれにしても、生育に及ぼす地温の影響が大きいことを示唆する結果となった。

これまでに、果菜類ではトマト(藤重ら, 1991), イチゴ(宇田川ら, 1990)などについて、地温あるいは養液栽培の液温など根圏の温度が花芽分化に及ぼす影響を調査したものはあるが、葉根菜類の研究例は少ない。本実験においては、ネギの抽台は、高気温下では低地温で促進され、低気温下では高地温で抑制されたことから、ネギの花芽分化における低温の主たる感応部位は、茎頂近傍もしくは根であると考えられた。実験1で、通常では花芽が分化しない20°Cの地温下でも‘金長’と‘浅黄九条’では30%程度花芽分化したことから、気温の影響も少なからず受けていると思われる。一方、実験2で花芽分化には不適な高気温下においても、‘金長’および‘浅黄九条’では5~10°Cの地温で花芽分化し、15°Cでも花芽分化する個体があったことは、3~15°Cの気温で花芽分化するという前報(Yamasakiら, 2000b)に符合している。

以上のことから、低温遭遇時に地温の確保を図ることは、抽台の抑制に有効であるものと考えられる。根深ネ

ギ栽培においては、従来から土寄せによる軟白が行われてきていたので、マルチ栽培について検討された事例はほとんどなかったが、近年ポリエチレンフィルムや発泡スチロールなどのプラスチック資材を用いた簡易軟白栽培が増加しつつあるので、マルチングによる地温確保が抽台に及ぼす影響について検討する必要がある。また、脱春化誘導のためのトンネル被覆(Yamasakiら, 2000b)には地温を上昇させる効果もあり、トンネル被覆下の昼高温による抽台抑制には地温の影響も考えられる。

低温要求性の植物において茎頂が低温を感受する場合であることは、古くから認識されているか(Schwabe, 1954), 根が茎頂とは別に独自に低温刺激を受けている可能性を調べた Rietze・Wiebe (1988) の実験においても、そのような可能性を根が持つことは確認されなかった。中村(1970)はニンジンを用いて、春化のためには茎頂部とともに養分を持った器官の存在が必要であるとする例を紹介している。一方、Wellensiek (1964) はチコリを用い、芽を持たなくとも根が春化されたことを示しており、また Pressman・Negbi (1981) は、ハクサイにおいて、茎頂に春化可能な温度を与えても、根に高温処理をすると春化されなかったことを報告している。言うまでもなく、根は養水分の吸収以外にも、オーキシン・サイトカイニン・ジベレリンなどの生長調節物質の生合成などの重要な働きを持つ他、地下部環境のセンサーとして機能し、巧妙な地上部への情報伝達も行っている。根そのものの冷却か、物質代謝の変化や生長調節物質の生合成などに影響して、花芽分化の促進に何らかの効果を持つ可能性がある。

根深ネギ栽培では、土寄せが行われると同時に追肥が行われることも多く、ネギの根はしばしば寄せられた土に向かって、すなわち上方、地表面に近い方向に伸長していく(藤井, 1978)。一方で、茎頂は土寄せによってより大気から遠ざかり、より温度変化の少ない環境におかれることになる。このような根系分布の変化は根深ネギ栽培特有の現象であり、花芽分化における低温感応性にも何らかの影響を与えていることが考えられる。

摘 要

ネギの抽台に及ぼす地温の影響を調べるため、地温制御装置を用い、低気温下における5~20°Cの高地温処理および高気温下における5~15°Cの低地温処理か、ネギ‘金長’、‘浅黄九条’および‘長悦’の生育および抽台に及ぼす影響について実験を行った。その結果、高地温は気温条件に関わらずネギの生育を促進した。また、低気温下における高地温は3品種の抽台を抑制し、高気温下における低地温は‘金長’および‘浅黄九条’の抽台を促進した。ネギの花芽分化には地温が大きく影響していることが明らかとなった。

引用文献

- Brewster, J. L. 1994. Onions and other vegetable Alliums. p.63-92. CAB International, Wallingford, UK.
- 藤井平司. 1978. 図説野菜の生育. p. 84-91. 農文協. 東京.
- 藤重宣昭・杉山直儀・尾形亮輔. 1991. トマトの花芽分化と結実に及ぼす根温の影響. 園学雑. 60: 97-103.
- Inden, H. and T. Asahira. 1990. Japanese bunching onion (*Allium fistulosum* L.). p.159-178. In: J. L. Brewster and H. D. Rabinowitch (eds.). Onions and Allied Crops. Vol.III. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- 中村英司. 1970. 野菜の開花調節. ニンジン p.110-124. 塚本洋太郎編著 園芸植物の開花調節. 誠文堂新光社, 東京.
- Pressman, E. And M. Negbi. 1981. Bolting and flowering of vernalized *Brassica pekinensis* as affected by root temperature. J. Exp. Bot. 32: 821-825.
- Rietze, E. and H. -J. Wiebe. 1988. The influence of soil temperature on vernalization of Chinese cabbage. J. Hort. Sci. 63: 83-86.
- Schwabe, W W 1954. Factors controlling flowering in the chrysanthemum. IV The site of vernalization and translocation of the stimulus. J. Exp. Bot. 5: 389-400.
- 宇田川雄二・青木宏史・伊東 正. 1990. イチゴの花芽分化および定植後の生育に及ぼす育苗期間中の根温の影響. 千葉農試研報. 31. 39-45.
- Wellensiek, S. J. 1964. Root vernalization of *Cichorium intybus* L. Proc. Koninklijke Ned. Akad. Wetenschappen, Series C. 67: 307-312.
- Yamasaki, A., K. Tanaka and H. Miura. 2000a. 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・中島規子・米山忠克. 1998. ネギの花成における炭素および窒素栄養とその動態(第1報)ネギの光合成特性について 園学雑. 67(別2): 116.
- Yamasaki, A., K. Tanaka, M. Yoshida and H. Miura. 2000b. Effects of day and night temperatures 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. 2000c. Induction of devernalization in mid-season flowering cultivars of Japanese bunching onion (*Allium fistulosum* L.) by high day temperature. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 69: 611-613.