ネギの抽だいに及ぼす窒素の影響

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 野菜茶業研究所果菜研究部 470-2351 愛知県知多郡武豊町

Effect of Nitrogen on Bolting of Bunching Onion (*Allium fistulosum* L.)

Atsushi Yamasaki^{1*} and Kazuo Tanaka²

¹ National Agriculture Research Center for Tohoku Region, Shimo-kuriyagawa, Morioka 020-0123

² National Institute of Vegetable and Tea Science, Taketoyo, Aichi 470-2351

Summary

Effect of the nitrogen fertilizer level on growth and bolting of cv. 'Kincho' was investigated to clarify the involvement of nitrogen nutrition in flower initiation of bunching onion (*Allium fistulosum* L.). A low nitrogen level retarded the growth and promoted leaf sheath bulbing. Low nitrogen decreased both the nitrogen and carbon concentrations, but increased the C/N ratio. Low nitrogen promoted bolting when the plants were exposed to a low temperature for 21 days. However, the nitrogen level did not affect bolting when plants were exposed to a sufficiently low temperature for 35 days. In conclusion, low nitrogen is considered to be a supplementary factor for flower initiation of bunching onion.

キーワード：窒素，抽だい，花芽分化，ネギ

緒 言

ネギの花芽分化については，その抽だいを制御しようという観点から，温度および日長条件の影響について調べられてきた (Yamasakiら，2000a, 2000b). 一方で，緑植物春化型の植物であるネギの低温に感応する植物体の大きさについては，渡辺 (1955) が調査しており，越冬時の花芽分化時の苗の大きさとしては，いずれの品種でも，葉鞘径では 5~7 mm とほぼ一定であると報告している。ただし，低温遭遇が進むと，品種によっては葉鞘径が 3 mm 程度の生育の遅れた極小苗にも花芽分化が見られることがある，としている。生育の遅れを招来する原因として，株の栄養状態が不良であることが考えられることから，この結果はネギの花芽分化に越冬時の栄養状態が関係していることを伺わせる。

花芽分化と栄養との関係については，古くは Klebs (1918) や Kraus・Kraybill (1918) が，体内での C/N 率の増加が花芽分化の引き金になっていると指摘した。また，多くの植物において，窒素レベルの低下が花芽分化を促す例が知られている (江口ら，1958; Wada・Totsuka,

1982; Wada・Shinozaki, 1985). イチゴの場合はこの現象を積極的に利用し，ポット育苗中に施肥を中断して積極的に窒素レベルを低下させ，花芽分化の促進を行うことによって促成栽培が成立している (藤本，1972; 松本，1991). 窒素レベルの低下が花芽分化を引き起こす機作については，ウキクサにおいて研究が進められているものの (Tanakaら，1990)，他にはほとんど研究例が見あたらない。本研究では，低窒素条件に対するネギの花成反応について検討するため，窒素追肥レベルを変えることにより，植物体の窒素栄養状態が生育および抽だいに及ぼす影響について調査した。

材料および方法

1994年9月2日に‘金長’を12 cm径のポリポットに播種し，最低温度18℃，白熱球の電照で日長延長して日長を12時間以上に保ったガラス室内で育苗した。用土には，容量比で山砂：ピートモス：くん炭 = 6:2:2の混合土を用いた。被覆化成肥料 (ロング70，N:P₂O₅:K₂O = 14:12:14 (%)) をポットあたり2 g施用した。随時間引きを行って，ポットあたりの個体数が3株となるようにした。

11月10日にポット地表面に窒素追肥処理を行った。処理は，被覆尿素 (LPコート30，N成分40%) をポット当

2004年4月5日 受付. 2004年7月22日 受理.

* Corresponding author. E-mail: yamasaki@affrc.go.jp

第1図 窒素追肥がネギ‘金長’の低温処理開始時および処理中の生育に及ぼす影響

●: 追肥量 0g, □: 同 1g, ▲: 同 2g
垂直線は標準誤差を示す (n = 9)

たり 0, 1, 2 g の 3 段階とした。そして同ガラス室内で育苗を続け、約 1 か月後の 12 月 8 日に、窒素分析のために 5~6 個体を葉身、葉鞘および根の 3 部位に分けて採取して風乾後粉碎し、NC アナライザー (スミグラフ NC-800) によって部位別に炭素および窒素の乾物当たり含有率を調べた。残りの個体を自然光型人工気象室に搬入し、自然日長下、昼温 (9:00~17:00) を 20℃、夜温 (17:00~翌 9:00) を 7℃ とし、花成誘導のための低温処理を 21 日間あるいは 35 日間行った。35 日間の処理終了時には、各区 10 個体の花芽発育ステージを検鏡して調査し、肥厚期に達しているものを花芽分化したとして花芽分化率を算出した。

処理終了後、最低温度 20℃、白熱球の電照で日長延長した 12 時間日長のガラス室内に移し、液肥を与えながら 90 日後まで育て、その間抽だい調査を行った。総包が肉眼で観察できる時点を抽だいたと判断した。抽だい調査に供試した個体数は各区 12 とした。

結 果

低温処理期間中、草丈は窒素追肥レベルが高いほど大きくなる傾向があったが、1 g 区と 2 g 区との差は小さかった (第 1 図)。葉鞘中位部径 (葉鞘の高さの中央におけ

る直径)については、低温処理開始後 1 g および 2 g 区では増加したのに対して、0 g 区ではほとんど増加がみられず、1 g および 2 g 区との差が拡大した。葉鞘基部径は常に 0 g 区が大きい傾向にあった。これらの結果、葉鞘肥大指数 (葉鞘基部径/葉鞘中位部径) は 0 g 区が顕著に大きくなった。低温処理 21, 35 日後における出葉数は、両時期とも 0 g 区で少なく出葉が抑制されたが、1 g 区と 2 g 区との差はなかった (第 1 表)。

葉身および根における窒素含有率は、追肥量が増すほど増加したが、葉鞘においては 1 g 区と 2 g 区との差はなかった (第 2 表)。2 g 区は葉身および根において 0 g 区の 4 倍近くの窒素を含有していた。全体として追肥処理に応

第1表 窒素追肥量がネギ‘金長’の出葉数に及ぼす影響

追肥 ^z 量(g)	出 葉 数	
	21日後 ^y	35日後 ^y
0	0.7±0.1 ^x	1.1±0.1
1	1.2±0.2	1.8±0.1
2	1.3±0.2	1.7±0.2

^z LPコート30をポット表土に施用

^y 低温処理開始後の日数

^x 平均±標準誤差(n=9)

第2表 窒素追肥量がネギ‘金長’の窒素および炭素の乾物当たり含有率に及ぼす影響

追肥 量(g)	窒素含有率 (%)			炭素含有率 (%)			C/N率		
	葉身	葉鞘	根	葉身	葉鞘	根	葉身	葉鞘	根
0	1.3 a ^z	0.80 a	0.94 a	40.5 a	39.9 a	39.5 a	32.5 a	51.7 a	42.2 a
1	3.5 b	2.96 b	3.20 b	42.1 b	41.8 b	41.0 b	12.0 b	14.2 b	12.8 b
2	4.5 c	3.47 b	4.05 c	42.2 b	42.1 b	41.1 b	9.5 b	12.6 b	10.4 b

^z 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

低温処理開始時に採取して分析に供した

第2図 窒素追肥量および低温遭遇日数がネギ‘金長’の抽だ率に及ぼす影響
□ 追肥量 0 g, □ 同 1 g, ■ 同 2 g
低温処理終了 90 日後に調査

第3表 窒素追肥量がネギ‘金長’の花芽の分化および発育に及ぼす影響

追肥量 (g)	花芽 分化率(%) ^z	発育 ステージ ^y
0	100	3.4±0.4 ^x
1	100	4.3±0.4
2	90	3.1±0.5

^z 低温処理開始35日後に検鏡して調査

^y 0:栄養生長, 1:肥厚期, 2-4:総包形成期, 5-8:小花形成期 (Yamasakiら, 2000b)

^x 平均±標準誤差 (n=9)

じた窒素吸収を示したものの、1 g区と2 g区の間の差は小さかった。炭素含有率は、いずれの部位においても0 g区で有意に低かった。これらの結果、C/N率はすべての部位で0 g区が顕著に高くなったが、他2区間には差がなかった。

低温処理を35日間行った直後、0 g区および1 g区では全個体が花芽分化しており、2 g区でも90%が分化していた。花芽の発育は1 g区でもっとも進んでいたが大きな差ではなかった(第3表)。

低温処理を21日間行った区では、窒素追肥量が多いほど抽だ率は低くなった(第2図)。しかし低温処理を35日とすると、窒素追肥量に関わらず、検鏡時(第3表)と同様にすべての区で100%近い抽だ率となった。

考 察

低窒素レベルにより出葉が遅れる現象にはコムギ(Longnecker・Robson, 1994)など多くの例がある。本実験においても、35日後における出葉数の0 g区と1 g区との差は0.7であり(第1表)、低窒素レベルによって出葉が遅れたと考えられる。また、0 g区で葉鞘肥大指数が大きくなったが、これは窒素レベルの低下により、葉鞘中位部がほとんど生長せず、葉鞘基部の肥大が促されたことによるものと考えられる。ただ、鱗茎が形成された

いえるほどの肥大ではなかった。タマネギの場合は、鱗茎の形成は花芽分化に対して抑制的に作用する(Van Kampen, 1970; Rabinowitch, 1990)。しかし本試験では、葉鞘基部が肥大した0 g区において抽だいが促進されていることから、ネギの場合本試験で見られた程度の葉鞘基部の肥大であれば、花芽分化に対する直接の影響はなかったものと考えられる。

低温処理を21日間行った場合には、本実験において明らかに低窒素レベルによる抽だい促進が認められた。しかし、低温処理を35日間与えると窒素の影響は認められなくなった。このことから、ネギの花芽分化において、低窒素レベルは低温遭遇量が十分でないときにのみ促進的に作用する補足的な要因であると考えられる。このような特性はイチゴにおいて報告されているものと同様である。

また、日長や温度で花芽分化が行われるもの以外では、トマトの花芽分化も窒素の影響を受けやすいことが明らかにされている(江口ら, 1958)。タマネギでも、本実験と同様低窒素レベルが花芽分化を促進し、その効果は特に低温が十分に与えられなかった場合や葉鞘径が小さいなど生育量の小さい個体について顕著であった(穴戸・斎藤, 1976; Brewster, 1983)。この場合、低窒素は炭水化物特に非還元糖やデンプンの濃度を増加させるので、C/N率が高まる。結局、タマネギにおける花芽分化への低窒素レベルの影響は、炭水化物の増加を引き起こすことによるものであろうとされている(Brewster, 1987)。しかし、窒素不足が光合成に与える影響も大きく、きわめて多くの酵素やタンパク質が光合成に関与しているため、葉の窒素含量が低下すると光合成速度も低下する(Sinclair・Horie, 1989)。本実験のネギでは、0 g区においてC/N率は高くなったが炭素含有率は低かったため、窒素レベルの低下が光合成に抑制的に作用したのであろうと考えられる。体内窒素レベルと炭素栄養とは無関係ではあり得ないと考えられることから、花芽分化に対する窒素の影響を考える場合、今後は糖などの炭水化物の濃度変化についても同時に考慮すべきであろう。

抽だいの危険が伴う作型では、育苗時および本圃を通じ、肥料切れによる窒素レベルの低下に注意することが重要と考えられる。特にセル成型トレイによる育苗では、育苗が長期にわたるため肥料切れを起こしやすくなることが考えられるため、低温期に向かう育苗においては十分に注意を払う必要があろう。

摘 要

ネギの花芽分化における窒素栄養の関与について明らかにするために、窒素肥料の追肥量が、ネギ‘金長’の生育、および抽だいに及ぼす影響について調べた。その結果、低窒素レベルによって生育は抑制され、葉鞘基部の肥大が起こった。また、低窒素レベルは窒素含有量だけ

でなく炭素含有量も低下させたが、C/N率は顕著に増加した。低温処理によって花成誘導させると、処理21日間では低窒素は抽だいを促進したが、処理を35日間とすると窒素レベルの影響は認められなくなった。以上のことから、ネギの花芽分化において低窒素は、低温遭遇量が十分でないときにのみ促進的に作用する補足的な要因であると考えられた。

引用文献

- Brewster, J. L. 1983. Effects of photoperiod, nitrogen nutrition and temperature on inflorescence initiation and development in onion (*Allium cepa* L.). Ann. Bot. 51: 429-440.
- Brewster, J. L. 1987. Vernalization in the onion—a quantitative approach. p. 171-183. In: J. G. Atherton (ed.). Manipulation of flowering. Butterworth, London.
- 江口庸雄・金沢幸三・香川 彰・芦澤正和・大鹿保治・神山利一・松村 正. 1958. 蔬菜の栄養と花成に関する研究—相異なる環境と栄養条件下における花芽分化および発育について. 農技研報. E7: 167-247.
- 藤本幸平. 1972. イチゴ宝交早生の生理生態的特性の解明による新作型開発に関する研究. 奈良農試特別研報. p. 1-151.
- Klebs, G. 1918. Über die Blütenbildung bei Sempervivum. Flora. 111/112: 128-151.
- Kraus, E. J. and H. R. Kraybill. 1918. Vegetation and reproduction with special reference to the tomato. Oregon Agr. Coll. Exp. Sta. Bull. 149: 1-90.
- Longnecker, N. and A. Robson. 1994. Leaf emergence of spring wheat receiving varying nitrogen supply at different stages of development. Ann. Bot. 71: 1-7.
- 松本 理. 1991. イチゴの花成と休眠の制御に関する栽培学的研究. 山口農試特別研報. 31: 1-102.
- Rabinowitch, H. D. 1990. Physiology of flowering. p. 113-134. In: Rabinowitch, H. D. and J. L. Brewster (eds.). Onions and allied crops. Vol. I. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- 大戸良洋・斎藤 隆. 1976. タマネギの花芽形成に関する研究(第2報)花芽形成における低温感応に対する苗の性状の影響. 園学雑. 45: 160-167.
- Sinclair, T. R. and T. Horie. 1989. Leaf nitrogen, photosynthesis, and crop radiation use efficiency: A review. Crop Sci. 29: 90-98.
- Tanaka, O., G. Takeba, K. Izawa and T. Mera. 1990. Inhibition of flower induction by some inhibitors or protease in the short-day plant *Lemna paucicostata* 6476 and the long-day plant *Lemna gibba* G3. Plant Cell Physiol. 31: 383-389.
- Van Kampen, J. 1970. Shortening the breeding cycle in onion. Meded. Proefst. Groent. Vollegr., Alismaar. 51: 1-69.
- Wada, K. and T. Totsuka. 1982. Long-day flowering of *Perilla* plants cultured in nitrogen-poor media. Plant Cell Physiol. 23: 977-985.
- Wada, K. and Y. Shinozaki. 1985. Flowering response in relation to C and N contents of *Pharbitis nil* (*Convolvulaceae*) plants cultured in nitrogen-poor media. Plant Cell Physiol. 26: 525-535.
- 渡辺 斉. 1955. 葱品種の花芽分化並びに抽台性に関する研究. 京都大学園芸学研究集録 7: 101-108.
- 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.
- Yamasaki, A., K. Tanaka, M. Yoshida and H. Miura. 2000b. 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.