寒冷地におけるニンニクの生育の様相と春植え栽培¹

高樹 英明

山形大学農学部 997 鶴岡市若葉町

Growth and Development of Spring-Planting Garlic in Cold Climate Regions of Japan

Hideaki TAKAGI

Faculty of Agriculture, Yamagata University, Tsuruoka, Yamagata 997

Summary

The growth and development of several garlic cultivars planted in autumn and spring were compared in a cold district, and principles of spring-planting culture were studied.

The shoot growth of autumn-planted garlics during the autumn was generally small. Local cultivars in cold districts (=north cultivars) made less growth during the autumn than warm-district cultivars (=south cultivars), and the north late-maturing cultivars made the least growth. The shoot sizes and bulb yields of the north late-maturing cultivars planted in spring were not much less than those of the autumn-planted ones. However, the sizes and yields of the spring-planted south cultivars were much less than those of the autumn-planted ones.

The maturity dates of autumn- and spring-planted garlics of each cultivar were almost the same. However, in the north cultivars, spring-planted garlics continued vigorous bulb growth until later than autumn-planted ones.

In spring-planting culture, most cultivars formed intermediate and/or single-cloved bulbs. The rates of such abnormal bulbs of the north cultivars were lower than those of the south ones, and those of the north late-maturing cultivars were much lower.

Maximum bulb yield of spring-planted garlics was produced when cloves were first stored at outdoor temperatures and then at -2°C from early winter to the planting date.

Spring-planting culture of garlic in cold districts was a promising cropping procedure when the north late-maturing cultivars were used.

緒 言

我が国のニンニク栽培はほとんどすべて秋植えで行われているが、中国北部の寒冷で積雪の少ない地方ではニンニク苗の越冬が困難なため春植えが行われている(7)。中国での春植え栽培の要点は、春の土壌解凍後なるべく早く植え付けることとされているが、著者らは前報(12)で、我が国の寒冷積雪地におけるニンニクの春植え栽培の方法を検討し、春植え栽培を効果的に行うためには前記要点を含む6項目の条件を守ることが重要であることを示した。しかし、前報ではこれらの条件が重要であることの生態生理学的な理由を十分明らかにし得なかった。そこで、著者は本研究において春植えニンニクの生育の

様相を秋植えニンニクのそれとの比較によって生態生理学的に検討し、前記条件の重要性を生態生理学的な面から解明しようとした。さらに、春植え栽培がニンニクの生態生理からみて無理のない作型かどうかの検討を行った。

材料及び方法

実験 1. 秋植えニンニクと春植えニンニクの生育相の比較

暖地型の中生品種とみなされる‘荏州早生’(6)、山形在来種の1系統で寒地型六片種系の中生品種とみなされる‘山形’及び寒地型晩生品種の‘ほうぎ’を供試した。

’82年7月に圃場から掘り上げた球をガラス室内で数日間日干し、その後通風の良い軒下の棚の上に薄く並べて貯蔵した。9月に球を解体して側球を取り出し、1個

1988年5月9日 受理

¹ ニンニクの春植え栽培に関する研究(第2報)

重 6.1~7.0 g の側球を種球用に選び出し、以後種球を紙袋に入れて、秋の植え付け時期あるいは -2°C 貯蔵開始時期まで、軒下貯蔵を続けた。なお、種球の調整、貯蔵方法は他の実験でも同様に行った。

秋植え栽培は'82年10月13日に山形大学農学部園場に植え付け、栽植密度を畦幅約110cm、 $20\times 20\text{cm}$ の3条植えとした。春植え栽培及び他の実験でも栽培園場、栽植密度は同様とした。基肥としてN、 P_2O_5 及び K_2O をそれぞれ1.4、2.5及び1.0 kg/a施用し、追肥としてNと K_2O を翌年3月28日及び5月2日にそれぞれ2要素とも0.44及び0.26 kg/aずつ施用し、慣行にしたがって栽培した。春植え栽培は、種球を'82年11月6日から翌春の3月28日まで -2°C で貯蔵し、同日に植え付けた。春植え栽培での施肥は3要素とも濃厚液肥で行い、植え付け翌日にN(全量 NH_4)、 P_2O_5 及び K_2O をそれぞれ0.8、2.3及び1.3 kg/a施用し、5月16日にN(全量 NH_4)のみを0.8 kg/a追肥した。

生育調査は、12月10日、3月28日及びその後25日の間隔で7月6日まで生育の中庸な個体を6個体以上掘り上げて行った。さらに、地上部がほとんど黄変して平均生葉数が1~2枚になった日を収穫日として最終の掘り上げ調査を行った(16~29個体)。なお、4月~6月の期間は以上の生育調査の中間の時期も適宜数個体掘り上げて、発育状態を調査した。

草丈は底盤基部から葉の緑色部分の最上位までの長さとし、花序を除外して測定した。茎葉重には花茎重(珠芽重を除く)を含めた。ただし、6月中旬に'宍州早生'と'ほうき'の花茎の総苞の着生部分から上部を摘み取ったので、7月6日調査の茎葉重には残存花茎重しか含まれていない。球重は側球と珠芽の合計重としたが、前記2品種の7月6日以降の調査では珠芽重が含まれていない。なお摘苔時の1個体当りの珠芽重は'宍州早生'が約2 g、'ほうき'が約0.2 gであった。種球の貯蔵葉重は、貯蔵養分の消耗状況を生体重より正確に反映していると考えられる(3) 乾物重で示した。

実験 2. 春植えニンニクの収穫球重と異常球発生に関する品種比較試験

供試品種は'宍州早生'、'ほうき'、暖地型中生品種の'上海'及び寒地型六片種系晩生品種に属するとみなされる'盛岡ピンク'(仮称)・'岩手ニューホワイト'・'白鳥'である。

実験は'82年秋から'83年夏までの'82年度と次年度('83年度)の2回行ったが、両年度実験とも実験開始年の7月に収穫した球を種球とした。'82年度実験の秋植え栽培は1個重6.1~9.0 gの側球を'82年9月24日に

植え付け、春植え栽培は1個重7.1~8.0 gの側球を同年11月6日から -2°C で貯蔵して、翌年3月28日に植え付けた。'83年度実験は秋植え・春植え栽培とも1個重8.0~9.9 gの側球を種球とし、秋植え栽培は'83年10月5日に植え付け、春植え栽培は種球を同年11月12日から -2°C で貯蔵して、翌年4月9日に植え付けた。栽培管理・施肥などは、両年度実験とも実験1に準じて行った。

'83年度実験では発芽時期、収穫時期を前報(12)に述べた方法で調査した。また、球の二次生長についても調査した。二次生長の程度には種々の段階があるが(13)、本報告では収穫球の品質が市場で問題になると考えられる強二次生長、すなわち側芽にも花序が形成されて抽苔のみられた二次生長の発生率を示した。

実験 3. 種球の冷蔵開始時期が貯蔵中の種球の芽と根の生長・球重減少、植え付け後の発芽並びに収穫球重に及ぼす影響

'79年7月28日に収穫した'ほうき'の1個重6.0~9.0 gの側球を種球とし、秋植え栽培は同年9月20日に、春植え栽培は翌年4月3日に植え付けた。春植え栽培の種球の植え付け日までの貯蔵は、最初は軒下貯蔵とし、次いで第5図に示した種々の時期から -2°C 貯蔵とした。貯蔵中の球内の芽の生長、植え付け後の発芽時期及び収穫球重等を調査した。

春植え用種球の軒下貯蔵中の球重の減少を調査するため、'80年7月下旬に収穫した'ほうき'の1個重6.0~9.0 gの側球(32球)を同年10月1日から紙袋に入れて通風の良い日陰の軒下に置き、翌年3月24日まで約1カ月ごとに球重を測定した。

結 果

秋植えニンニクの生育相の品種間差異

秋季における茎葉の生長量は3品種とも、春季の生長量に比較してわずかであった(第1、2図)。3品種の中では'宍州早生'の秋季生長量は比較的多かったが、'ほうき'の秋季生長量は著しく少なく、この品種の越冬直前(12月10日)における地表レベルでの発芽率は50%にとどまった。しかし、根雪融雪期(3月21日)には100%発芽していた。

茎葉の生長は3品種とも主として春季に行われ、生殖生長と球肥大生長も春季に行われた。越冬後の茎葉の栄養生長再開時期は3品種ともほぼ同じ3月末ごろからであったが、花序と側芽(=側球原基)の分化開始時期は'宍州早生'では4月初め、'山形'では4月上旬、'ほうき'では4月中旬で品種間に差異が見られた。種球の貯蔵養分は、'宍州早生'と'山形'では4月下旬に、'ほう

Fig. 1. Effect of season of planting on shoot growth of three cultivars (Expt. 1). Cloves of 6.1 to 7.0 g in weight were planted on 13 October, 1982 and on 28 March, 1983. The cloves planted in spring were stored at -2°C from 6 November to 28 March. Plant length was measured excluding a scape.

Fig. 2. Effect of season of planting on shoot and bulb growth of the three cultivars of Fig. 1. Shoot weight was measured including a scape, but excluding a new bulb and the storage leaf of a mother bulb.

き'では5月上旬にほとんど消耗した。側球の新貯蔵葉の肥大生長が明白になったのは、'荏州早生'と'山形'では5月上旬で、'ほうき'では5月中旬であった。花茎を除く茎葉の生長は、'荏州早生'と'山形'では5月下旬頃に、'ほうき'では6月中旬頃に終了した。なお、'荏州早生'の花茎を含む茎葉重は、草丈と生葉数が減少に転じて後も、'山形'と異なってしばらくの間若干増加を続けた。これは'荏州早生'ではこの期間に花茎が急速に伸長し(第1図)、この重さの増大が葉重の減少を上回ったためである。

展開葉の下葉からの枯れ上がりは'荏州早生'では5

月下旬から、'山形'と'ほうき'では6月中旬から顕著になった。茎葉のほとんど黄変した時期(=収穫期)は'荏州早生'と'山形'が7月上旬で、'ほうき'が7月下旬であった。

球の肥大生長は収穫期まで続いたが、肥大生長がおう盛に行われたのは収穫約3週間前までで、以降の肥大生長は漸次緩やかになった。

春植えニンニクと秋植えニンニクの生育相の比較

春植えニンニクの茎葉の生長は発芽後の4月中旬から、'荏州早生'と'山形'では6月上旬まで、'ほうき'では6月中旬まで行われた。春植えニンニクの茎葉の生長開

Fig. 3. Ten-day means of outdoor temperatures from October, 1982 to July, 1983, and ten-day means of daily snow depths in the field from the autumn of 1982 to the spring of 1983. F: the first ten days of a month. S: second ten days. T: third ten days.

始は秋植えニンニクの茎葉の春の生長再開より約半月遅れたが、4月中旬までの秋植えニンニクの生長はわずかであった。秋植え・春植えニンニクとも、平均気温が生長適温域の下限の 15°C 以上(9) に上昇した4月下旬以降(第3図)に茎葉の生長がおう盛になった。

春植えニンニクの草丈、生葉数の増加は秋植えのものより遅くまで続き、春植えニンニクの最大草丈は3品種とも秋植えのものにほぼ等しくなった。しかし、春植えニンニクの最大生葉数は‘山形’と‘ほうき’では秋植えのものより約1葉少なく、‘壺州早生’では約3葉少なかった。また、春植えニンニクの最大茎葉重は、‘ほうき’では秋植えのものの約9割に達したが、他の2品種では約7割にとどまった。

春植えニンニクの花序・側芽の分化は秋植えのものより遅れたが、3品種とも同じ4月下旬に分化を開始した。この時期に春植えの‘壺州早生’では約半数の個体が花序・側芽を形成せず、茎頂が1枚の貯蔵葉原基に包まれているのが認められた。すなわち一りん片球の形成が既に開始していた。

春植えニンニクの種球の貯蔵養分の消耗時期は、3品種とも同じ5月下旬であった。

春植えニンニクの貯蔵葉の肥大生長が明白になった時期は、一りん片球形成個体を除くと3品種とも秋植えニンニクより遅く、‘壺州早生’では約10日遅い5月中旬、‘山形’では約半月遅い5月20日前後、‘ほうき’では約10日遅い5月下旬であった。なお、春植え‘壺州早生’の一りん片球形成個体の貯蔵葉は5月初め頃に肥大生長

が明白になり、同品種の秋植えニンニクの正常型球形成個体のそれより早かった。

春植えニンニクの茎葉のほとんど黄変した時期は、‘山形’では秋植えのものより約5日遅れたが、他の2品種は秋植えのものと大差なかった。ただし、春植え‘壺州早生’の一りん片球形成個体は秋植えのものより数日以上早く黄変し、正常型球形成個体は数日遅く黄変したが、平均すると秋植えの黄変期と差がなかった。

春植えのニンニクの球肥大生長は、‘山形’と‘ほうき’では収穫期の直前近くまで比較のおう盛に行われ、秋植えニンニクの場合のようにこの時期に球肥大生長がそれまでの時期より劣るということとはなかった。しかし、春植えの‘壺州早生’では収穫期前約3週間の球肥大生長は秋植えのもの以上に衰えた。

球形成型は秋植えニンニクでは3品種とも全個体が花序・側球を形成する正常型になったが、春植えニンニクでは全個体が正常型になったのは‘ほうき’のみで、‘壺州早生’は55%の個が一りん片球型に、また‘山形’は15%の個が中間型(12)になった(第1表)。春植えニンニクの収穫球重は秋植えのものに劣ったが、‘ほうき’は劣る程度が最も小さく、春植えでの収穫球重は秋植えでのその80%であった。‘山形’はその割合が74%で、‘壺州早生’は同65%であった。

春植えニンニクの収穫球重と異常球発生に及ぼす品種の影響

春植え栽培での収穫球重の比較的大きかった品種は‘盛岡ピンク’、‘白鳥’、‘ほうき’などの寒地型の熟期の比較的遅い品種で(第2, 3表)、これらの品種の春植えでの収穫期すなわち茎葉黄変期は秋植えでのものより約5日遅かった(第3表)。「白鳥」と「盛岡ピンク」は秋植えでも収穫球重が他の品種よりかなり大きく、これら2品種の春植えした場合の収穫球重の低下は‘ほうき’に比べるとかなり大きかった。これに対して、‘ほうき’は秋植えではこれら2品種より収穫球重がかなり劣ったが、春植えした場合の収穫球重の低下が小さかったため、春植えでの収穫球重は上記2品種のものにかなり近づいた。

球形成型に関しては、秋植え栽培では全品種が正常型の球を100%形成したが、春植え栽培では正常型球形成率が100%であったのは‘ほうき’のみで、‘ほうき’以外の寒地型品種は中間型球を、また暖地型品種は中間型球と一りん片球を正常型球とともに形成した。しかし、寒地型品種の場合、中間型球形成率が25%以下で比較的小なく、さらに、‘盛岡ピンク’と‘白鳥’では中間型球の1りん茎当たりの側球数が正常型球のそれとほぼ同

Table 1. Bulbing type and bulb weight in autumn- and spring-planting garlics^a (Expt. 1).

Cultivar	Bulb weight (g/plant)		S/A ^y (%)	Bulbing type ^x of spring planting (%)			No. of observations
	Autumn planting ^w (A)	Spring planting ^v (S)		Normal	Intermediate ^u	Single-cloved	
Ishuwase	44.5±1.4(20) ^z	29.0±2.0(16)	65	45	0	55	22
Yamagata	50.2±1.8(20)	37.1±1.3(21)	74	85	15	0	33
Hoki	65.9±2.6(20)	52.4±1.6(29)	80	100	0	0	41

^z Weights of cloves planted were 6.1 to 7.0 g.^y "The bulb weight of spring-planted garlics"/"the bulb weight of autumn-planted garlics"^x In autumn planting, all the plants formed only normal bulbs.^w Cloves were planted on 13 October, 1982.^v Cloves were stored at -2°C from 6 November, 1982 to the planting date, 28 March, 1983.^u An intermediate bulb is a bulb with few lateral cloves and a terminal clove in place of an inflorescence.^t Mean±SE of (N) replicates.**Table 2.** Effect of cultivar on bulb weight, bulbing type and clove number per bulb in autumn- and spring-planting garlics^a (Expt. 2 in 1982 to 1983).

Cultivar	Bulb weight (g/plant)		S/A (%)	Bulbing type ^w of spring planting (%)			No. of cloves per bulb	
	Autumn planting ^y (A)	Spring planting ^x (S)		Normal	Inter-mediate	Single-cloved	Autumn planting	Spring planting
Hoki	79.4±3.0(19) ^v	66.8±1.2(16)	84	100	0	0	6.2±0.1(27) ^v	6.5±0.1(23)
Iwate new white	73.4±2.5(18)	56.4±1.7(20)	77	75	25	0	6.5±0.3(26)	5.8±0.3(28)
Morioka pink	107.2±4.4(15)	81.2±2.2(19)	76	81	19	0	6.5±0.4(22)	6.2±0.3(27)
Hakucho	109.8±1.8(20)	75.2±1.4(8)	68	75	25	0	6.4±0.3(28)	6.4±0.6(12)
Shanghai	66.8±2.2(14)	45.0±1.2(17)	67	45	38	17	5.4±0.4(20)	5.2±0.6(24)
Ishuwase	69.2±2.4(20)	37.7±1.6(17)	54	54	8	38	7.6±0.3(28)	5.2±0.7(24)

^a Weights of cloves planted were 6.1 to 9.0 g (autumn) or 7.1 to 8.0 g (spring).^y Cloves were planted on 24 September, 1982.^x Cloves were stored at -2°C from 6 November, 1982 to the planting date, 28 March, 1983.^w In autumn planting, all the cultivars formed only normal bulbs.^v Mean±SE of (N) replicates.**Table 3.** Effect of cultivar on sprouting, harvest date, bulb weight and secondary growth of bulbs in autumn- and spring-planting garlics^a (Expt. 2 in 1983 to 1984).

Cultivar	Harvest date		Bulb weight (g/plant)		S/A (%)	Bulbs with secondary growing cloves ^w (%)	
	Autumn planting ^x	Spring planting ^y	Autumn planting(A)	Spring planting(S)		Autumn planting	Spring planting
Hoki	19 July	24 July	62.1±2.2(24) ^v	50.6±2.1(18)	81	50	12
Iwate new white	15 July	20 July	61.4±3.3(19)	44.2±1.4(22)	72	0	0
Morioka pink	18 July	22 July	83.3±3.0(15)	58.2±2.5(20)	70	0	0
Hakucho	16 July	22 July	81.3±3.1(18)	49.9±2.1(22)	61	0	0

^a Weights of cloves planted were 8.0 to 9.9 g.^y Cloves were stored at -2°C from 12 November, 1983 to the planting date, 9 April, 1984.^x Cloves were planted on 5 October, 1983.^w When a lateral bud (clove) grew secondarily, a small inflorescence and several secondary cloves were formed in the clove, and then some green leaves emerged from the clove.^v Mean±SE of (N) replicates.

じであったため、両品種の1りん茎当たりの平均側球数は春植え・秋植え栽培間で差がみられなかった(第2表)。また、これら2品種の中間型球は花茎の有無を別にする

と外観上も正常型球とあまり差異が認められなかった。一方、'ほうき'は二次生長の発生が多く、春植え栽培では収穫球の約1割が強二次生長球であった(第3表)。

Table 4. Growth of vegetative buds of cv. 'Hoki' cloves during storage at -2°C and at outdoor temperatures, and emerging dates of the sprouts above ground after planting (Expt. 3 in 1979 to 1980).

Period of -2°C storage ^z	First day of -2°C storage			Planting day (3 Apr. 1980)			Emerging date of sprout above ground
	Sprout- ing (%) ^y	Clove bud		Sprout- ing (%) ^y	Clove bud		
		Length (mm) ^x	No. of leaves ^w		Length (mm) ^x	No. of leaves ^w	
20 Sep. 1979~3 Apr. 1980	0	11.9±0.7 ^v	7.7±0.2 ^v	0	15.0±0.6 ^v	7.9±0.1 ^v	Apr. 21.5±0.5(28) ^u
20 Oct. 1979~3 Apr. 1980							Apr. 15.4±0.3(28)
20 Nov. 1979~3 Apr. 1980	0	26.1±1.3	9.9±0.2	0	25.1±1.0	10.0±0.2	Apr. 15.9±0.3(28)
19 Dec. 1979~3 Apr. 1980							Apr. 14.4±0.2(28)
18 Jan. 1980~3 Apr. 1980				43	31.4±1.3	11.1±0.1	Apr. 13.4±0.2(28)
17 Feb. 1980~3 Apr. 1980	50	31.2±1.6	10.2±0.2	50	29.8±0.9	10.5±0.3	Apr. 13.7±0.2(27)
Control ^t				86	31.6±1.3	10.8±0.2	Apr. 11.9±0.1(27)

^z Cloves being 6.0 to 9.0 g in weight were stored at outdoor temperatures before -2°C storage.

^y About seven observations.

^x Length from base to top of the longest leaf.

^w Number of leaves initiated.

^v Mean $\pm$ SE of about seven replicates.

^u Mean $\pm$ SE of (N) replicates.

^t Cloves were stored from August, 1979 to 3 April, 1980 at outdoor temperatures.

他の品種では強二次生長球の発生は全く見られなかった。

暖地型品種は2品種とも春植え栽培での球形形成や秋植え栽培の収穫球重に対する春植え栽培の収穫球重の割合などの点で寒地型品種より劣ったが、暖地型2品種の間でもこれらの点で明白な差が見られ、'上海'は'荊州早生'より春植え栽培で優れた成績を示した。

球の貯蔵中の芽と根の生長と球重の目減り

7月下旬に収穫後軒下の外気温条件下で貯蔵した'ほうき'の側球の芽は、秋以降貯蔵中に球内で徐々に伸長して12月以降漸次発芽し、翌年2月17日には貯蔵中の発芽率が50%になり、4月3日には86%に達した(第4表)。一方、軒下貯蔵の側球を9月~翌年2月の間の種々の時期から4月3日まで -2°C 貯蔵した場合には、4月3日における球内の芽の生長程度は -2°C 貯蔵開始時のそれとほとんど同じであり(第4表)、 -2°C 貯蔵中には芽の生長がほとんど進まなかった。

軒下で貯蔵した'ほうき'の側球は9月20日にはまだ全球未発根であったが、10月から11月にかけての期間に全球発根した(実験3)。しかし、9月20日から -2°C 貯蔵された球は4月3日においても全球未発根にとどまり、 -2°C 貯蔵中には発根が著しく抑制された。軒下貯蔵球は前記のように晩秋に発根したが、発根後の根の伸長は不良で、4月3日でも根長は約5 mmにとどまった。なお、未発根球あるいは発根球を -2°C 貯蔵しても根や球に凍結障害は全く認められなかった。

-2°C 貯蔵では貯蔵中の側球重の減少が極めて少なかったが、軒下貯蔵では貯蔵中の側球重の減少がかなり大

Fig. 4. Weight loss of cv. 'Hoki' cloves during storage at outdoor temperatures (under the eaves) from 1 October, 1980 to 24 March, 1981 (Expt. 3 in 1980 to 1981).

きく、10月から翌年3月まで軒下で貯蔵した側球は重さが当初の約3/4になった(第4図)。

種球の -2°C 貯蔵開始時期と春の植え付け後の地表発芽の早さ・収穫球重

4月3日に圃場に植え付けた後の地表レベルでの発芽は、 -2°C 貯蔵開始時期を9月下旬から10月下旬に遅らすとかなり早くなったが、10月下旬~翌年2月中旬

Fig. 5. Effect of beginning time of -2°C storage of cv. 'Hoki' cloves on bulb yield when planted in spring (Expt. 3 in 1979 to 1980). Weights of cloves planted were 6.0 to 9.0 g. In spring planting, cloves were stored first at outdoor temperatures, and then stored at -2°C up to the planting date, 3 April, 1980. In autumn planting, cloves were planted in the field on 20 September, 1979. Vertical lines are SE of the means. Percent values above the bars represent ratios of the mean bulb weights of the spring-planting plants to the mean bulb weight of the autumn-planting plants.

の期間は -2°C 貯蔵開始時期を遅らせても発芽はあまり早くならなかった (第4表)。

収穫球重は種球の -2°C 貯蔵開始時期が12月までは遅くなるほど増加し、種球を12月から -2°C 貯蔵した場合に収穫球重が最大になった (第5図)。しかし、これより -2°C 貯蔵開始時期が遅くなると収穫球重は漸次減少した。

考 察

春植えニンニクの生長・発達過程の特徴

春植えニンニクの生長・発達過程は以下の2点において秋植えニンニクのそれとは著しく異なる。第1点は、春植えでは秋季の栄養生長がなくなるため、花序・側芽分化前の純粋な栄養生長が春季のみに行われることである。このため、花序・側芽分化時期が秋植えの場合より遅延するとともに、栄養生長期間が短くなる。第2点は、花序・側芽分化誘起と貯蔵葉化促進の効果を示す低温を植物体の受ける時期が、秋植えではある程度栄養生長した後であるが、春植えでは主として種球の貯蔵期間中に

なるということである。このため異常球が発生しやすい(9)。

生育型の品種間差異と春植え適性

春植えニンニクの生育や収穫球重に及ぼす、上記第1点の影響は品種間差が大きかった。'荖州早生'は、秋植えの場合には春の生長再開後すぐに花序・側芽を分化するので、この品種は花序分化前の最少葉数確保(1)のための栄養生長の大部分を秋季に行うと考えられる。'山形'は'荖州早生'より秋季の栄養生長量がやや少なく、越冬後の花序・側芽分化時期が'荖州早生'よりやや遅くなる。一方、'ほうき'は秋植えしても秋季には栄養生長がわずかしち行われず、花序分化前の栄養生長のかんりの部分が春季に行われ、花序・側芽分化時期は前記2品種よりかなり遅くなる。しかし、これら3品種を春植えすると、'荖州早生'と'山形'は花序・側芽分化時期が秋植えの場合よりかなり遅れるのに対して、'ほうき'の遅れは比較的少なく、3品種ともほとんど同じ時期に分化する。春植えによる花序・側芽分化の遅延は側球肥大開始が遅れるので収穫球重の増加にとって不利である。また後述するように花序・側芽分化時期が秋植えの場合よりある程度以上遅延すると異常球が形成されやすくなる。

上記のことから秋季の生長量の少ない品種ほど春植えでの花序・側芽分化の遅延や栄養生長期間の短縮が少なくなると考えられるので、秋季の生長量の少ない品種ほど春植え栽培で良い成績を上げることが期待される。なお、前報(12)で暖地型品種は春植え栽培の成績が寒地型品種に比較して劣ることを示したが、これは暖地型品種が一般に秋冬季によく生長する性質を持っている(4)ためと考えられる。

春植えニンニクにおける異常球形成の品種間差異

春植えニンニクでは中間型球や一りん片球などの異常球の形成が比較的多くみられたが、この発生原因としては、既述のように種球の段階で低温誘導されることと、花序・側芽分化が遅延して秋植えの場合より長日の時期に分化することがあげられる。異常球発生率の品種間差はかなり大きかったが、これは主として、葉原基の貯蔵葉化誘起のための長日要求度の品種間差によって生じたものと考えられる。すなわち以下のように考えられる。'荖州早生'は春植えでは花序・側芽分化時期の遅延がかなり大きい。一方、この品種は貯蔵葉化誘起のための長日要求度が小さいので(9)、春植えした場合には花序・側芽分化前に長日要求が満たされて、貯蔵葉化を開始しやすい。花序・側芽分化前に貯蔵葉化を開始すると一りん片球を形成しやすいことは既報(9)で述べた。また、花

序・側芽分化とほとんど同時に貯蔵葉化を開始した場合には中間型球が形成されやすい(9)。寒地型品種が中間型球のみを形成したのは、これらの品種の長日要求度が‘亳州早生’よりかなり大きく(9)、また、花序・側芽分化の遅延の程度もより小さいため、分化時期が貯蔵葉化開始時期より遅れることがあまりないためであろう。

‘ほうき’は春植えでも100%の正常型球形成率を示した唯一の品種であったが、これはこの品種の貯蔵葉化誘起のための長日要求度が‘山形’等の他の寒地型品種よりさらに大きく(9)、また花序・側芽分化時期の遅延の程度が一層小さいためであろう。さらに、‘ほうき’は他の寒地型4品種よりも広い条件下で花序形成可能な品種であること(11)、すなわち潜在的に花序形成力の強い品種であることも正常型球形成率を100%にした原因になっていると考えられる。しかし、少なくとも貯蔵葉化誘起のための長日要求度の大きい品種ほど、春植え栽培で正常型球形成率のより高くなることが期待される。

なお、異常球の発生は品種要因の他に種球の貯蔵温度や冷蔵期間、冷蔵開始時期などにも強く影響されるが(9, 12)、少なくとも寒地型品種に限れば、仲秋以降から4ないし5カ月以上種球を冷蔵して春植えした場合には-2℃が異常球発生率を最も低くする冷蔵温度である(未発表)。

春植え栽培に適した品種の特性

春植え栽培に適した品種は、寒地型品種で貯蔵葉化誘起のため長日要求度の大きい、秋季の生長量の少ない品種といえるが、寒地型晩生品種は通常これらの性質を合わせ持っている。また春植えの収穫球重は秋植えのものよりある程度低下することは避けられないので、春植え栽培用品種は秋植えである程度以上の大球を生産する品種であることが必要であろう。なお、花序形成力の強いと考えられる完全抽苔型品種は正常型球形成率の高くなることが期待されるが、摘苔の作業が必要であるという欠点がある。

春植え栽培における種球の -2℃貯蔵の必要性

中国の春植え栽培では種球の貯蔵法についての記述がない(7)。種球を軒下などに貯蔵し続けると、球の乾燥や貯蔵中の発根・発芽のため、種球としての vigour が漸次低下する。球を軒下貯蔵から-2℃貯蔵に移すと、根及び芽の生長がその時点でほとんど停止し、また球の乾燥も著しく少なくなるので、種球の vigour のそれ以上の低下がかなり避けられる。-2℃貯蔵は春植えニンニクの種球の貯蔵法として、0℃以上の温度貯蔵と比較してもかなり有効であると著者は考えている(9, 10, 12)。

春植え栽培における種球の -2℃貯蔵開始時期の生育と収穫球重に及ぼす効果の解析

‘ほうき’の春の地表発芽時期は種球の-2℃貯蔵開始時期が9月下旬から10月下旬になると著しく早くなるが、これは種球の休眠のほとんど消失する時期が10月下旬頃(8)のためであろう。

休眠終了直前の仲秋から種球を-2℃貯蔵するより、初冬頃まで種球を外気温にさらしてその後-2℃貯蔵するほうが収穫球重は大きくなるが、これは晩秋～初冬季の外気温がニンニクに対して生育・球形成促進の後効果を示す約5～10℃の温度であるためと考えられる(5, 9及び未発表)。すなわち、後者では種球が約5～10℃の温度に約2カ月間さらされているが、前者では春の植え付け時まで生育・球形成促進の効果の極めて弱い約15℃以上の温度か-2℃にしかさらされないからであると考えられる。-2℃貯蔵開始期が1月以降になると、遅くなるほど収穫球重が減少するが、これは、軒下貯蔵を長く続けると種球の vigour が漸次減少することに加えて、種球の自然低温にさらされる期間が漸次長くなって、低温誘導が過剰になるためであろう。低温誘導の過剰は、種球の0℃以上の低温処理期間がある程度以上長くなると生じ、球形成及び成熟を著しく促進して、その結果比較的小株の状態でやや小球を形成させるが、-2℃貯蔵では低温誘導効果が極めて弱く、低温誘導の過剰が生じにくい(2, 9, 未発表)。

ニンニクの生態生理と春植え栽培

以上に述べたように寒冷地でのニンニクの春植え栽培は、適当な品種を選択して、適切な方法で行えば、ニンニクの生態生理的性質からみて不都合の少ない作型であるといえる。一方、暖地においてニンニクの春植え栽培が作型として成立するかどうかは、今後の研究課題であるが、暖地では寒地型品種の栽培は梅雨季以降の高温多湿と比較的短日長条件のため難しいということがあり、また暖地ニンニクは秋冬季の生長量が比較的多いという特徴を持っているので(4)、寒地での春植え栽培の理論を暖地にそのまま適用することはできないと考えられる。

摘 要

寒冷地における秋植え及び春植えニンニクの生育の様相と春植え栽培の理論・方法を生態生理学的に検討した。

1. 秋植えニンニクの秋季の茎葉の生長量は品種によって著しく異なり、寒地型品種は暖地型品種より秋季生長量が少なく、寒地型品種の中でもより晩生の品種は生長量が一層少なかった。

2. 春植えニンニクの収穫期は秋植えニンニクとあまり差がなかったが、寒地型品種の春植えニンニクの球肥

大生長は同品種の秋植えのものより遅くまで衰えずに続いた。

3. 春植えニンニクは地上部が秋植えニンニクより一般に小型になり、収穫球重も減少したが、寒地型品種はその差が暖地型品種より小さく、寒地型品種の中でもより晩生の品種はその差が一層小さかった。

4. 春植えニンニクでは中間型球や一りん片球が形成されたが、これらの異常球発生率は品種によって著しく異なった。暖地型品種は発生率が高く、寒地型品種は低かったが、寒地型品種の中でもより晩生の品種は一層低く、発生のみられない品種もあった。

5. 春植え用種球を -2°C で貯蔵すると軒下で貯蔵するより収穫球重が増加したが、この効果は種球の軒下貯蔵から -2°C 貯蔵に移行する時期の影響が大きかった。寒地型晩生品種では初冬季ごろまでは移行時期の遅いほど多収になり、それ以上遅くなると漸次減収した。

6. 寒冷地でのニンニクの春植え栽培は、秋植えで秋季の生長量の少ない、大球を生産する寒地型晩生品種を用いれば、ニンニクの生態生理からみて不都合の少ない作型であると考えられた。

引用文献

1. 青葉 高. 1966. ニンニクの球形成に関する研究 (第1報) タネ球の大きさ, 日長, 品種が球形成および花序の分化, 発育に及ぼす影響. 園学雑. 35: 284-290.
2. 青葉 高・高樹英明. 1971. ニンニクの球形成に関する研究 (第3報) タネ球の低温処理ならびに植付け後の日長条件の影響. 園学雑. 40: 240-245.
3. 馬場 昂. 1971. チューリップの栄養生理 [1]. 農及園. 46: 283-286.
4. 石橋祐二・小川 勉・松原徳行. 1987. ニンニクの品種の特性と分類. 長崎総農林試研報 (農業部門) 15: 95-111.
5. MANN, L. K. and P. A. MINGES. 1958. Growth and bulbing of garlic (*Allium sativum* L.) in response to storage temperature of planting stocks, day length, and planting date. Hilgardia 27: 385-419.
6. 長崎県総合農林試験場. 1982. 昭和56年度種苗特性分類調査報告書「にんにく」. p. 12. 長崎県総合農林試験場. 諫早.
7. 山東農学院主編. 1979. 蔬菜栽培学各論(北方本). p. 111-121. 農業出版社. 北京.
8. 高樹英明・青葉 高. 1975. ニンニクの球形成に関する研究 (第8報) 貯蔵温度と休眠レベルの低下. 園学要旨. 昭50春: 140-141.
9. 高樹英明. 1979. ニンニクの球形成と休眠に関する研究. 山形大学紀要 (農学). 8 (別冊): 507-599.
10. 高樹英明. 1979. ニンニク球の長期低温貯蔵における凍結障害の回避. 園芸学研究集録 第9集. 151-156.
11. 高樹英明. 1980. ニンニクの花序形成の誘導適温および形成可能温度の品種差異. 園学要旨. 昭55秋: 138-139.
12. 高樹英明・青葉 高. 1982. ニンニクの春植栽培に関する研究. 園学雑. 51: 318-328.
13. 高樹英明. 1983. ニンニクの二次生長の形態. 園学要旨東北支部. 昭58: 41-42.