

ネギの分げつ発生に及ぼす環境条件 および植物生長調節剤処理の影響

(独)農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター 山崎博子

1. はじめに

ネギは利用形態から太く長い葉鞘を利用する根深ネギと葉鞘・葉身の両方を利用する葉ネギに分けられる。このような利用形態の違いは、主に栽培時の軟白処理の有無と使用するネギ品種の分げつ性の違いに起因する。分げつ性はネギの収量や品質を決定する重要な要素であり、根深ネギでは、分げつによって葉鞘が細分化・扁平化すると外観品質が低下するため、分げつは好ましくない現象とされている。一方、葉ネギでは軟らかい肉質や高い収量性を確保するため、ある程度の分げつ性が求められている。日本で栽培されているネギの分げつ性には幅広い品種間差があり、一般に、葉ネギ用品種は根深ネギ用品種に比べて高い分げつ性を有している。

最近の根深ネギ栽培では、近年育成されたF₁品種の利用が主流となりつつある。これらの品種は概して分げつ性が弱く（ほぼ非分げつ性）、旧来品種に比べて外観品質や作業性に優れている。一方、旧来品種の中には、分げつ性がやや強く、外観品質は劣るものの、食味や食感に優れた特性をもつものがある。このような品種は分げつ性を改良することにより、実用性の高い品種として再生できる可能性がある。ネギの分げつ性を効率的に弱めることができれば、根深ネギの品種育成にとって有用な技術となる。分げつの発生しやすい条件での選抜が効率的な選抜

につながると予想されることから、筆者らは、ネギの分げつ性を効率的に弱める選抜条件を選定することを目的として、分げつ促進要因の探索に取り組んだ。ネギの分げつ促進要因に関しては、これまでに、分げつを抑える耕種的方法の開発や栄養繁殖性ネギの増殖の観点からも研究が行われ^{1),2),3)}、いくつかの知見が得られている。ここでは、筆者らの研究成果を中心にネギの分げつ促進要因について紹介する。

2. 分げつ芽の形成過程

分げつとは分枝の一種であり、地際部にある葉腋に形成された側芽が生育すること（あるいは、生育したもの）で、イネ科作物やネギ属野菜でみられる。分げつのもとになる側芽は地際部に位置する短縮茎の葉腋から発生するため、生育が進むと分げつと主茎との見分けはほとんどつかなくなる。

ネギの分げつ芽（＝側芽）の分化・発達に関しては、八鍬⁴⁾が詳細な研究を行っている。ネギの主茎第 n 葉の葉腋に分化する分げつ芽の原基は、主茎第 $n+1$ 葉が分化した時期に楕円形の丘陵部として認められる。やがて、この丘陵部は楕円長径の片側から隆起し、これが分げつ芽の第1葉となる。この場合、葉の分化は、①主茎第 n 葉→②第 $n+1$ 葉→③第 n 葉葉腋の分げつ芽第1葉→④第 $n+2$ 葉→⑤分げつ芽第2葉、の順に進行

する。第 n 葉葉腋における分げつ芽の分化は、第 $n+2$ 葉の分化後に起こることはなく、第 n 葉の葉腋に分げつ芽が形成されるか否かは、第 $n+1$ 葉の分化から第 $n+2$ 葉の分化までの短い期間に決定される。

ネギの葉序は $1/2$ で、葉は交互に向かい合って出葉する。分げつ芽の葉序面は、分化直後には主茎の葉序面に対して直角であるが、その後、 $2\sim3$ 葉が分化する間に、主茎の葉序方向に 90 度の転移が起こり、最終的には主茎と分げつ芽の葉序方向は平行になる。

表-1 ネギの栄養生長および分げつ発生に及ぼす施肥処理の影響(品種:小春、西光)

施肥処理 ² (前期→後期)	地上部生体重(g)		芽数(本/株)	
	小春	西光	小春	西光
液肥→液肥	183	189	3.9	3.3
施肥中断	147	156	2.8	2.3
水→液肥	144	154	2.6	2.9
液肥→水	51	71	2.4	2.1
水→水	17	23	2.1	1.8
地上部生体重と芽数の相関係数	0.81**		0.85**	

²7週齢のネギ苗に対して前期(8週間)、後期(10週間)に液肥(大塚A処方 $1/2$ 濃度)または水道水をかん水。施肥中断区は液肥(8週)→水(3週)→液肥(7週)を処

**相関係数の有意差検定、 $P=0.01$ で有意。

3. 栄養生長の影響

砂耕・無施肥という極端な肥料欠乏条件でネギを栽培すると、分げつ数は減少することが報告されている⁴⁾。筆者らは、分げつの発生と栄養生長との関係を明らかにするため、砂と市販培養土を等量混合した培地でネギを栽培し、水道水と液肥かん水を組み合わせた5種類の施肥処理を行った。試験終了時の生育は、液肥→液肥区で最も優れ、液肥→水区および水→水区の生育は極端に劣った(表-1)。分げつ数は液肥→液肥区で最多、水→水区で最少となり、地上部生体重と分げつ数との間には有意な正の相関が認められた(表-1)。これらの結果が示すように、ネギの分げつは基本的には栄養生長が旺盛な条件で発生しやすいと考えられる。

実際の栽培では、施肥を行うことが普通であり、上記の試験のような極端な肥料欠乏条件での栽培はあり得ない。通常の栽培条件を基準として、それよりも分げつを促進できる条件を見出すため、本圃での栽植密度(株間 2.5 、 5 、 10cm)と施肥量(標準、多肥)を変えて、ネギを栽培した。その結果、収穫時の株重は株間が

表-2 本圃での栽植密度、施肥条件がネギの生育および分げつ発生に及ぼす影響(品種:浅黄系九条、長悦)

施肥条件 ²	株間(cm)	芽数(本/株)		分げつ株率(%)		株重(g)	
		浅黄	長悦	浅黄	長悦	浅黄	長悦
標準	2.5	3.3	1.3	— ³	28	180	237
	5	4.3	1.5	—	48	243	333
	10	5.1	1.7	—	64	333	432
多肥	2.5	3.5	1.2	—	22	175	256
	5	4.4	1.3	—	28	240	338
	10	4.6	1.5	—	49	326	410
分散分析	株間	**	**		**	**	**
	施肥	ns	**		**	ns	ns
	交互作用	ns	ns		ns	ns	ns

²標準区の施肥量は、 $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}=1.7\text{-}1.5\text{-}1.7\text{kg/a}$ 。多肥区は標準区の2倍量施用。

³分げつ性品種であり、全株が分げつした。

広いほど重く、分げつ数も株間が広いほど増加した(表-2)。このような本圃での栽植密度の低下による分げつ数の増加現象は、品種や栽培年次に関係なく認められた。一方、施肥量の影響をみると、標準区と多肥区の株重には有意な差は認められず、多肥条件での分げつ促進効果は認められなかった(表-2)。ネギは吸肥率の比較的低い野菜であり、過剰な施肥は栄養生長の促進につながりにくいのではないかと考えられる。栄養生長の促進によってネギの分げつ発生を促進するには、多量の施肥よりも広い株間での定植の方が確実な方法であると考えられた。

本圃での栽植密度とともに育苗時の栽植密度も分げつ発生に影響する可能性が考えられる。村井ら²⁾は、苗床への播種量が少ない場合に分げつが発生しやすいことを報告している。この理由は、苗床での低い栽植密度が栄養生長の促進に働くためと推定される。村井ら²⁾の試験は、地床育苗で行われたものであるが、現在のネギ栽培では、地床育苗に比べて育苗期間の短い、ペーパーポットやセルトレイを用いた育苗が一般的となっている。そこで、筆者らは、セル当たりの播種粒数(1粒, 3粒)とセルトレイ下への床土増量処理の有無を組み合わせた条件でネギの育

苗を行い、セルトレイでの育苗条件が分げつ発生に及ぼす影響を調査した。その結果、これらの育苗条件の違いは定植時におけるネギ苗の栄養生長に明確な影響を及ぼした。しかし、収穫時の栄養成長や分げつ数には床土増量処理による促進効果は確認されなかった。また、播種粒数の影響については、播種粒数が少ない場合に分げつ数が増加する品種もあれば、増加しない品種もあり、その影響は品種によって異なった(データ略)。育苗時における栄養生長の促進は基本的には分げつの発生を促進する方向に作用するが、促進の程度は育苗方式や育苗期間によって異なると考えられる。例えば、育苗期間の短い、ペーパーポットやセルトレイを用いた育苗では、地床育苗に比べて育苗時の条件が分げつ発生に及ぼす影響は相対的に小さくなると考えられる。

4. 温度、日長の影響

中国南部在来葉ネギ系統「杭州」を異なる温度条件(平均温度25℃, 20℃, 17.5℃)で栽培したところ、分げつの発生は栽培温度が高いほど促進された(図-1)。試験終了時の地上部生体重は栽培温度が高いほど重く、高温条件での

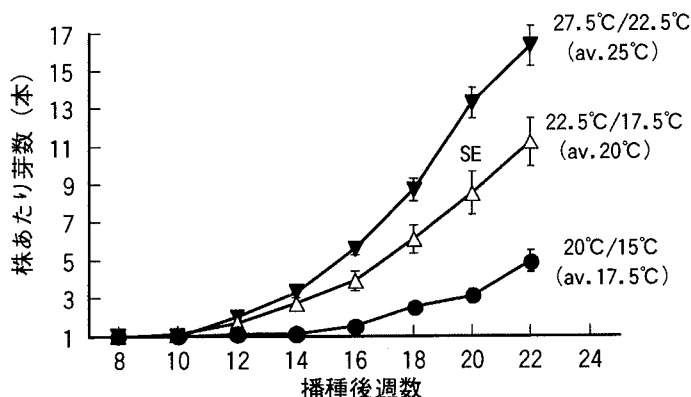


図-1 ネギの分げつ発生に及ぼす温度条件の影響(品種: 杭州)

旺盛な栄養生長は分げつ数増加の主要な要因と考えられた。従って、高温での分げつ促進という本試験の結果は、高温条件で旺盛な生育を示す「杭州」の特性を反映したものと考えられるが、日本で一般に栽培されているネギの生育適温は15～20℃といわれ、「杭州」に比べると低い。筆者らは「杭州」以外の品種で温度試験を実施していないが、生育適温が「杭州」より低い品種では、分げつ発生の適温も「杭州」に比べて低くなる可能性があると考えられる。

日長条件が分げつの発生に及ぼす影響を明らかにするため、表-3に示した6品種のネギ苗を異なる日長条件で栽培した。その結果、草丈は1品種を除いて短日条件に比べて長日条件で有意に高くなり(表-3)、日長は葉の伸長生長に対して明確な影響を及ぼした。一方、分げつ数は6品種中2品種では短日条件に比べて長日条件で有意に増加したが、他の品種では日長の影響は認められず(表-3)、分げつ発生に対する日長の影響は品種によって異なった。また、長日条件で分げつの発生が促進された「九条太」、「小夏」の地上部生体重量には日長による有意な違いはなかったことから(表-3)、長日条件での分げつ促進は栄養生長の促進によるものではな

いと考えられた。

5. 植物生長調節物質処理の影響

サイトカイニンは多くの植物に対して分枝を促進する作用を有している。通常、茎の先端にある頂芽が生長しているとき、側芽は生長ににくい状態にあり、この現象は「頂芽優勢」と呼ばれる。頂芽優勢には主にオーキシンとサイトカイニンの2種類の植物ホルモンが関与すると考えられている。ネギ苗にサイトカイニン的一种であるベンジルアミノプリンおよびカイネチンを浸漬処理した試験では、これら2つの化合物には分げつ発生を促進する効果が認められた(表-4、図-2)。しかし、同時にこれらの処理では1つの葉腋から2個以上の分げつ芽が発生する「多分げつ」などの異常も確認された(表-4)。このように、サイトカイニンはネギに対して分枝(分げつ)促進効果を有することは確認されたが、その効果は正常な分げつの発生を促進するものとはいえなかった。

次に、サイトカイニン以外の植物ホルモンや植物生長調節物質がネギの分げつ発生に及ぼす影響を明らかにするため、ネギ苗に図-3に示した6種類の化合物の浸漬処理を行った。その

表-3 ネギの生育および分げつ発生に及ぼす日長の影響

品種	草丈(cm)			地上部生体重(g)			芽数(本/株)	
	短日 ²	長日 ²		短日	長日		短日	長日
小夏	71	79 **		200	223 ns		1.1	1.6 *
湘南	80	95 **		240	225 ns		1.3	1.1 ns
西光	75	83 **		218	201 ns		3.4	3.1 ns
小春	83	87 ns		197	177 ns		3.9	4.3 ns
九条太	86	92 **		175	160 ns		2.3	4.1 **
浅黄系九条	73	85 **		152	117 *		5.3	5.2 ns

播種：8/16、日長処理開始：9/30、調査：翌3/4

²短日=自然日長、長日=16時間日長(自然日長+補光)

ns, *, ** t検定(草丈、生体重)およびU検定(分げつ数)で、同一品種内の異なる日長間に有意差なし、P=0.05、0.01で有意差あり

表-4 ネギの分げつ発生に及ぼすサイトカイニン処理の影響 (品種: 小春)

化合物名	濃度 (μM)	芽数 (本/株)	異常分げつ発生数 ²		地上部生体重 (g)	草丈 (cm)
			多分げつ	奇形葉		
ベンジルアミノ プリン	40	5.1 bc ¹	1	0	67 a	78 a
	200	6.5 bc	8	11	58 a	75 a
	1000	9.6 a	19	4	31 b	60 b
カイネチン	40	4.2 bc	0	0	69 a	77 a
	200	5.0 bc	0	0	65 a	78 a
	1000	6.6 b	6	6	52 ab	71 ab
無処理	—	3.5 c	0	0	69 a	79 a

処理方法: 3.5か月齢のネギ苗を処理溶液に24時間浸漬。

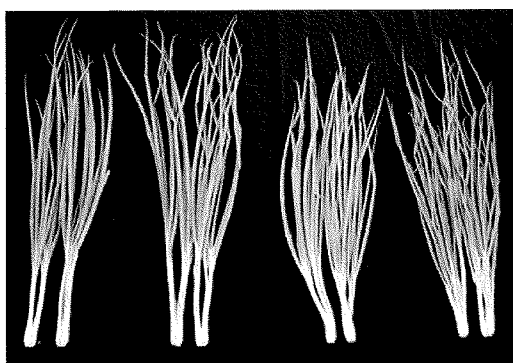
¹12株当たりの発生数²Tukeyの多重検定で異なる文字間に $P=0.01$ で有意差あり

図-2 ネギの分げつ発生に及ぼすサイトカイニン処理の影響

左から、水、カイネチン 40 μM 、200 μM 、1000 μM 処理
 品種: 小春
 処理方法: 3.5か月齢のネギ苗を処理溶液に24時間浸漬。

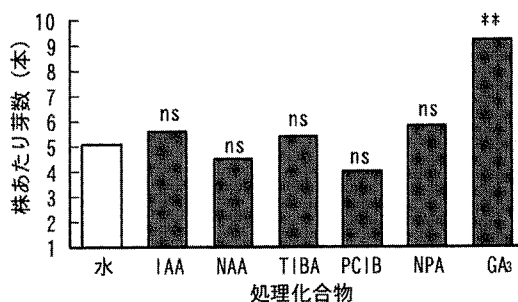


図-3 分げつの発生に及ぼす植物生長調節物質処理の影響

ns, ** Dunnettの検定で水処理区に対して、それぞれ有意差なし、危険率1%で有意差あり。

品種: 浅黄系九条

処理方法: 4.5か月齢のネギ苗を濃度 100 μM の処理溶液に24時間浸漬。IAA, NAAはオーキシン、TIBA, PCIBはアンチオーキシン、NPAはオーキシン移動阻害剤、GA₃はジベレリンに属する植物生長調節物質。

結果、6種類の化合物のうちジベレリン処理にのみ顕著な分げつ促進効果が確認された(図-3)。ジベレリン処理にはサイトカイニン処理でみられた多分げつの発生は認められず、ジベレリンにはネギの正常な分げつ発生を促進する作用があると考えられた。

ジベレリンの分げつ促進効果についてさらに詳細に調査したところ、ジベレリン処理による分げつ発生を外観上確認できるのは、処理の7~9週後であることがわかった。このことは、ジ

ベレリンの分げつ促進効果が分げつ芽の分化誘導に起因することを示している。(分げつ芽第1葉の分化から出葉までに要する期間は、分げつ芽第1葉までの未展開葉数(=4.5~5.5枚)と展葉速度(=約10日)から、45~55日と計算できる。ジベレリン処理の数日後に分げつ芽第1葉の分化が起こると仮定すると、処理から分げつ芽第1葉の出葉までに要する期間(=45+ α ~55+ α 日)は、ジベレリン処理後に外観から分げつ発生を確認できるのまでの期間(=7~9週

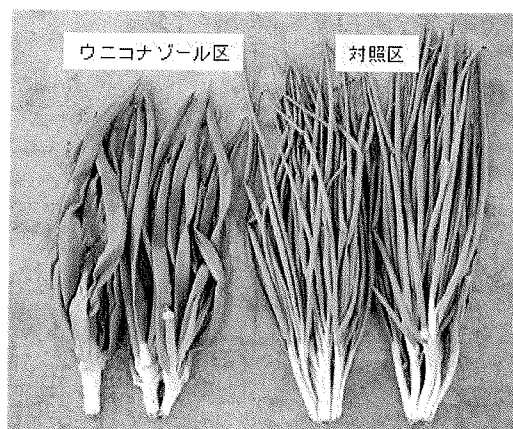


図-4 ジベレリン生成阻害剤(ウニコナゾール)処理がネギの分げつ発生に及ぼす影響(品種：杭州)

間) とほぼ一致する。) また、ネギに含まれるジベレリンを人為的に減らす処理を行うと、分げつの発生は抑制されることが明らかとなった(図-4)⁵⁾。これまで、植物の分枝制御においてジベレリンの役割は全く注目されてこなかったが、一連の試験結果から、ネギでは分げつの発生制御にジベレリンが重要な役割を果たしている可能性が示された。

6. 乾燥、軟白処理の影響

葉ネギ栽培では、夏に掘り上げた苗を乾燥させてから定植する「干しネギ」と呼ばれる栽培法があり、定植後の分げつ促進や増収の効果があるといわれている。一方で、地下水位が高く、湿害を受けやすい圃場条件において分げつが発生しやすいといわれることもある。このような乾燥の影響を試験において再現することは非常に困難である。筆者らは、干しネギ処理やかん水制限などの乾燥処理を複数のネギ品種に対して行ったが、分げつの発生に対して明確な効果は得られなかった。分げつ発生に対する乾燥の影響が不明瞭な理由は、乾燥の作用が分げつ芽

の分化を誘導するジベレリンの作用のように直接的なものではなく、栄養生長などへの影響を介した間接的な作用であるためではないかと推定される。

根深ネギ栽培では長い葉鞘を確保するため、植え溝への定植や土寄せ処理が行われる。村井ら²⁾は、植え付けの深さが分げつ発生に及ぼす影響を調査し、わずかではあるが、浅植えでは深植えに比べて分げつ株が多くなることを報告している。筆者らは、定植時の植え付けの深さと土寄せの程度が分げつ発生に及ぼす影響について、品種や年次を変えて複数回の試験を行った。その結果、土寄せの程度が分げつ発生に影響することはほとんどなかったが、植え付けの深さは実施した半数の試験において、分げつ数に有意な影響を及ぼした。そして、その場合、分げつの発生はいずれも深植えに比べて浅植えで促進された(データ略)。これらの結果から、浅植えには分げつの発生を促進する効果があると思われるが、その効果は品種や栽培年次に関係なく確実に発現するような強力なものではないと考えられた。

7. 今後の展開

これまでの研究結果から、複数の要因がネギの分げつ促進に作用することが明らかとなった。今後は、これらの基礎知見を研究の本来の目的である「ネギの分げつ性を効率的に弱める選抜条件の選定」に応用していく必要がある。分げつ促進要因を実用的な選抜条件に応用するには、効果の確実性や処理の簡便性を有することが必要条件となる。この観点からみると、明らかにした複数の分げつ促進要因のうち、本圃での低い栽植密度(=広い株間)が選抜条件として最も有望と考えられる。根深ネギ栽培における一般的

な株間は2～3cmであることから、株間5cm以上で栽培すれば、通常の栽培より分げつの発生を確実に促進できると考えられる。また、ジベレリン処理は複数のネギ品種に対して分げつ促進効果を示すことや、セル苗への底面給水等の方法によって大量の苗に簡易に処理することが可能なことから⁶⁾、選抜条件として利用できる可能性がある。このような理由から、筆者らは、本圃での低い栽植密度とジベレリン処理をネギの分げつ性を効率的に弱める選抜条件の候補とした。今後は、これらの分げつ促進条件の選抜条件としての有効性を検証していく予定である。

分げつ促進要因を探索する研究過程において、副次的に、ジベレリンがネギの分げつ発生制御において重要な役割を果たしている可能性が示された。これまで、植物生理学の分野において分枝とジベレリンとの関係が注目されたことはない。しかし、同分野における分枝研究の対象は、シロイヌナズナ、イネ、トウモロコシ、エンドウなどの一部の植物に限定されており、ネギではこれらのモデル植物とは異なる制御機構が存在する可能性がある。ネギ属には約500種が含まれ、ネギ以外にも、タマネギ、ニンニク、ニラ、ワケギ、ラッキョウなど多くの野菜が含まれる。これらのネギ属野菜の分げつ発生過程は、ネギと類似するものが多く、共通の分げつ制御機構をもつ可能性がある。また、これらのネギ属野

菜にとって分げつは収量や品質を左右する重要な要素となっている。このような意味でも、ネギの分げつ発生制御機構の解明は興味深い研究課題であり、この課題解決を目指して、今後、さらに研究を進めていく予定である。

引用文献

- 1)板木利隆・比企正治. 1957. 根深葱の栽植密度に関する試験. 神奈川農試園芸分場研報, 5: 55-60
- 2)村井正和・吉野 旭・実川三朗・内田 力. 1981. 根深ネギの分げつ要因について. 千葉原農研報, 3:21-42
- 3)吉田俊郎・岩田義治. 1986. ネギ「坊主不知」の増殖に関する研究. 千葉原農研報, 8:11-21
- 4)八鍬利郎. 1993. ネギ=生育ステージと生理, 生態 II 苗の発育と分げつ. 農業技術体系野菜編⑧-1, 農山漁村文化協会, p.61-74
- 5)山崎博子・矢野孝喜・長菅香織・稲本勝彦・山崎 篤. 2007. 内生ジベレリンレベルの低下はネギの分げつ発生を抑制する. 園芸学会雑誌, 76(別 1):198
- 6)山崎博子・矢野孝喜・長菅香織・山崎 篤. 2006. ネギの分げつを促進する外部要因の探索 2.ジベレリン処理の影響. 園芸学会雑誌, 75(別 1):360