

植物生長調節物質の散布がリンゴカラムナータイプ樹の新しょう生長に及ぼす影響

渡邊 学^{1*}・壽松木 章²・小森貞男²・佐藤秀継³

¹岩手大学大学院連合農学研究科 020-8550 盛岡市上田

²岩手大学農学部 020-8550 盛岡市上田

³岩手県農業研究センター 024-0003 北上市成田

Effect of Plant Growth Regulators on Shoot Growth of a Columnar Type Apple Tree

Manabu Watanabe^{1*}, Akira Suzuki², Sadao Komori² and Hidetugu Sato³

¹The United Graduate School of Agricultural Sciences, Iwate University, Ueda, Morioka 020-8550

²Faculty of Agricultural, Iwate University, Ueda, Morioka 020-8550

³Iwate Agricultural Research Center, Narita, Kitakami 024-0003

Summary

We investigated the effects of plant growth regulators on shoot growth of a columnar type apple tree. The shoot growth of 'Trajan' differed from that of normal type trees and its growth stopped in June, but then continued until early October. The shoot growth was inhibited in 'Trajan' when treated with NAA and MH, but promoted with BA, BA+MH and BA+GA₃. However, the number of shoots was greater when treated with BA than with NAA, and the response to BA alone was greater at 600ppm than at 300ppm. In addition, the effects of applying BA plus MH or GA₃ had an interactive effect on 'Trajan'. It is evident from the above results that cytokinins, auxin, and gibberellins affect shoot growth of the columnar type.

キーワード： カラムナータイプ, リンゴ, 生長調節物質, 新梢生長

緒 言

1960年代に、カナダでリンゴ'McIntosh'の枝変わりとして発見された'McIntosh Wijcik'(Fisher, 1969)は、側枝の発生が極端に少なく、短い節間の主幹上に短果枝が密生し、コンパクトな円筒状を示すことから、カラムナータイプ樹と呼ばれている。このようなカラムナータイプ樹の特性は通常のスパータイプ樹と異なり、優性遺伝することが知られている(Lapins, 1969; Lapins, 1976)。カラムナータイプ樹は、このような特異な特性を持つことから、これまでに遺伝解析や生育特性と植物生長調節物質との関係などについて検討されてきた。

カラムナータイプ樹の生育特性と内生長調節物質の関係について、オーキシンは主要な要因ではないという報告(Lee・Looney, 1977)と、関与を認める報告(Looney・Lane, 1984)があり、判断としない。また、ジ

ベレリンについては、低い内生レベルが節間の短縮化に影響を及ぼす(Looneyら, 1988)ものの、樹形形成との関係は明らかでない。サイトカイニン、ゼアチン様物質の内生レベルが'Wijcik'で高い(Looneyら, 1988)こと、*in vitro* 培養体の高サイトカイニンに対する耐性が'McIntosh'よりも'Wijcik'で高い(Laneら, 1982; Sarwarら, 1998)ことなどが報告されているが、生育特性との関連は明らかでない。このように、カラムナータイプ樹の生育は、内生長調節物質の関与が示唆されているものの、それらの相互作用については未解明な点も多い。

そこで本研究では、カラムナータイプ樹の生育と植物生長調節物質との関係を検討することを目的として、植物生長調節物質の散布が、カラムナータイプ樹の新しょう生長に及ぼす影響を調査した。

材料および方法

実験 1. BA, NAA および MH の散布が 'Tuscan' の新しょう生長に及ぼす影響

2000年に、岩手県農業研究センターに植栽している9年生の'Tuscan'(商標名:ボレロ, マルバカイドウ台木)を

2002年9月30日 受付. 2002年12月26日 受理.

*Corresponding author. E-mail: mwata@iwate-u.ac.jp

現在: 岩手大学農学部附属寒冷フィールドサイエンス教育研究センター 020-8550 岩手県盛岡市上田

30樹供試し、 α -ナフタレン酢酸 (NAA) およびベンジルアミノプリン (BA) の 300 および 600 ppm 処理, マレイン酸ヒドラジッド (MH) の 1300 および 2600 ppm 処理ならびに無処理区の 7 区を設け, 実験を行った. 処理方法は 5 月 30 日, 6 月 6 日および 6 月 13 日の 3 回, 展着剤としてグラミン S を 0.1% になるように添加した各液剤を樹全体に葉から滴る程度に散布した. 新しょう生長の調査は, 1 樹につき 1 年生枝 3 本を任意に選び, それらより発生した新しょうの長さおよび節間長を処理前, 処理後および落葉後の 3 回測定した.

実験 2. NAA, MH, BA, BA+MH および BA+GA₃ の散布が 'Trajan' の新しょう生長に及ぼす影響

岩手大学西下台ほ場に植栽している 2 年生の 'Trajan' (商標名: ポルカ, マルバカイドウ台木) 66 樹を供試し, 2001 年に実験した. 処理区は, NAA の 50 および 100 ppm, MH の 1300 および 2600 ppm, BA の 300 および 600 ppm, BA600 ppm+MH1300 ppm, BA600 ppm+MH2600 ppm, BA600 ppm+GA₃100 ppm, BA600 ppm+GA₃500 ppm ならびに無処理の 11 区とした. また, カラムナータイプ樹とノーマルタイプ樹の生育反応を比較するために, 成木の 'ふじ' (M.26 台木) 6 樹を供試し, 生育中庸な 2 年生側枝を 1 樹当たり 6 本選び, 'Trajan' と同様の処理区を設けた. 処理は, 6 月 8 日から 1 週間おきに計 3 回, 展着剤としてグラミン S を 0.1% になるように添加した各液剤を 'Trajan' では樹全体に, 'ふじ' では選択した 2 年生側枝に, 葉から滴り落ちる程度に散布した.

新しょう生長の調査は, 'Trajan' では 2 年生樹の主幹および側枝上に, 'ふじ' では選択した 2 年生側枝の 2 年枝および 1 年枝上に発生した 1 cm 以上の新しょうについて行った. 総伸長量は, 生長停止後の値から処理終了後の値を減じて求めた. 側枝数は生長停止後の値を旧枝 1 cm 当りの本数で表わした. 幹断面積は, 接木接合部上 10 cm の部位の直径から算出し, 幹断面積増加量は, 生長停止後の値から処理開始前の値を減じて求めた. 無処理区については新しょう伸長を経時的に部位別に測定した.

結 果

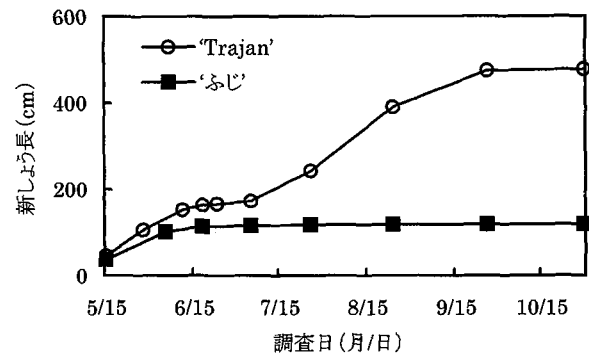
実験 1. BA, NAA および MH の 散布が 'Tuscan' の新しょう生長に及ぼす影響

BA, NAA および MH の散布が 'Tuscan' の新しょう生長に及ぼす影響についての結果を第 1 表に示した. 先端の新しょう伸長は, NAA 処理区が対照区より抑制される傾向がみられ, BA および MH 区と対照区との間には大差がなかった. 側枝の伸長は, BA 処理で促進され, 600 ppm よりも 300 ppm で効果が高かった. MH および NAA 処理の効果は判然としなかった. なお, NAA 処理では, 新しょう先端が生育阻害を受けた. このような傾向は, 総伸長でみた場合に顕著であった. また, 旧枝当たりの伸長でも同様な傾向がみられた.

実験 2. NAA, MH, BA, BA+MH および BA+GA₃ の散布が 'Trajan' の新しょう生長に及ぼす影響

新しょうの伸長は, ノーマルタイプ樹である 'ふじ' では 6 月上旬に停止したのに対し, 'Trajan' では 6 月中旬に一度停滞したものの, その後再び伸長し, 10 月上旬まで継続した (第 1 図).

各処理の新しょう伸長は, NAA および MH 処理では抑制されたのに対し, BA および BA に MH または GA₃ を混合した処理では促進された (第 2 図). また, 'ふじ' に対する処理でも, 'Trajan' と同様の傾向がみられたが, 無処理区がほとんど伸長しなかったため, 無処理区に対す

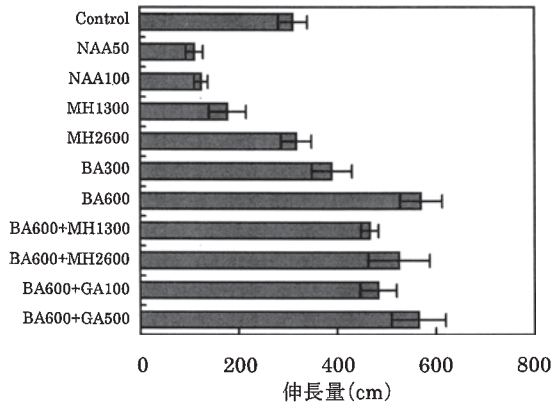


第 1 図 'Trajan' および 'ふじ' の新しょう長の推移

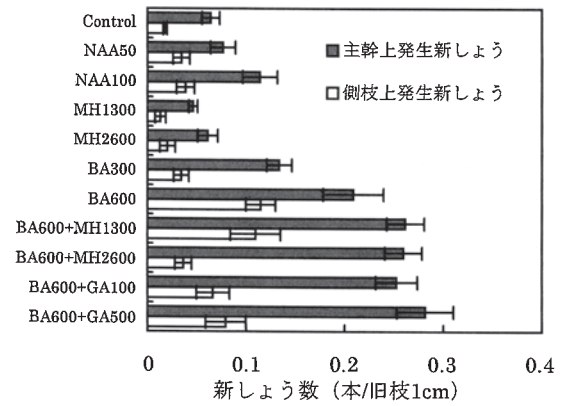
第 1 表 BA, NAA および MH の散布が 'Tuscan' の新しょう生長に及ぼす影響

処理区	新しょう伸長 (cm)			旧枝当たり伸長量 (cm・旧枝1cm ⁻¹)
	先端 (A)	側枝 (B)	総伸長 (A) + (B)	
対照	12.1±7.3 bc ²	1.4±0.5 a	13.5±7.5 a	0.67±0.3 b
BA300	10.5±4.1 abc	25.9±14.9 c	36.4±12.1 b	1.25±0.4 c
BA600	14.5±1.3 c	14.6±5.5 b	29.1±5.8 b	1.16±0.1 c
NAA300	5.3±1.3 ab	0.6±0.3 a	5.9±1.3 a	0.22±0.0 a
NAA600	4.8±1.1 a	2.8±1.4 a	7.6±1.0 a	0.30±0.0 ab
MH1300	12.0±5.9 bc	0.9±0.3 a	12.9±5.9 a	0.42±0.2 ab
MH2600	13.3±5.5 bc	1.1±0.5 a	14.4±5.9 a	0.42±0.2 ab

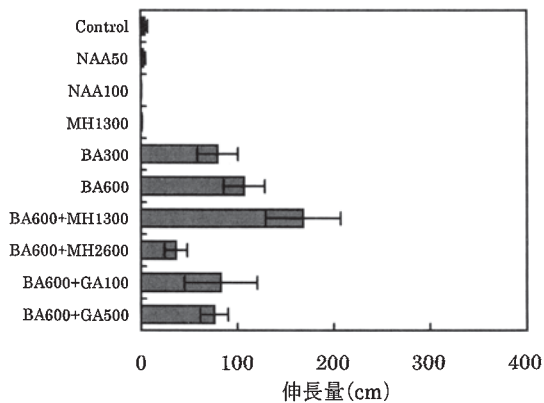
²異なる英字間に5%水準で有意差あり



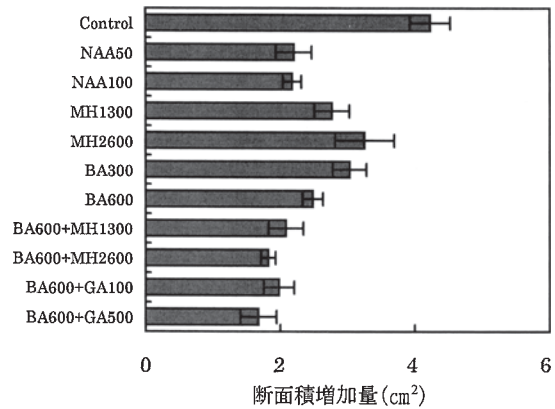
第2図 植物生長調節物質の散布が'Trajan'の総伸長量に及ぼす影響
図中の横棒は標準偏差を示す



第4図 植物生長調節物質の散布が'Trajan'の旧枝1 cm当たりの新しょう数に及ぼす影響
図中の横棒は標準偏差を示す



第3図 植物生長調節物質の散布が'ふじ'の総伸長量に及ぼす影響
図中の横棒は標準偏差を示す



第5図 植物生長調節物質の散布が'Trajan'の幹断面積増加量に及ぼす影響
図中の横棒は標準偏差を示す

る比率は高かった(第3図)。

新しょう発生数は、新しょう伸長の場合と同様、NAA処理よりもBA処理で増加し、BA処理間では300 ppmよりも600 ppmで効果が高かった。さらに、その効果はMHまたはGA₃の加用で増大した(第4図)。

幹断面積増加量は、対照区で最も大きく、各処理区とも対照区を下回り、新しょうの伸長や発生に効果が高い区ほど小さかった(第5図)。

なお、'ふじ'のNAA処理は、ほとんどの枝で薬害による枯死が観察された。

考 察

'Trajan'の新しょう伸長は、ノーマルタイプ樹のそれと異なり、6月中旬に停滞した後、再び生長し、10月上旬まで継続した。この傾向はえき芽よりも頂芽で強かった。新しょうの二次伸長は、若木や樹勢の強い樹に多くみられ、同一樹内では立ち枝に発生しやすい傾向がある。カラムナータイプ樹の新しょうの多くが直立枝的様相を示し、猪俣も新しょう伸長がノーマルタイプ樹より遅くまで続くことを認めている(私信)。このように、新しょう

伸長の遅延はカラムナータイプ樹の特性と考えられるが、供試樹が栄養生長の旺盛な幼木であることの影響も考えられるので、さらに成木で調査する必要がある。

新しょうの伸長量および発生数は、2000年の成木での実験ではBA処理が、2001年の幼木では、BA処理およびBAにMHまたはGA₃を加用した処理で増加した。一方、NAA処理は、新しょうの伸長を促進しなかったが、その発生数を増加させた。MH処理は有意差はみられなかったもののNAA処理と逆の傾向を示した。一般にリング樹にBA剤を散布すると、側枝発生数が増加することが知られている(Wertheim・Estabrooks, 1994)。本実験においても、BA処理により新しょう発生数が増加し、また、新しょう長も有意に増大しており、生育特性がノーマルタイプ樹と大きく異なるカラムナータイプ樹においても、側枝の発生にはサイトカイニンの関与が大きいことが認められた。また、'Tuscan'と'Trajan'では、効果の現れるBA濃度が異なり、品種間差が認められたが、両品種ではカラムナー習性の程度が異なることから、それとの関連が示唆された。

Lee・Looney(1977)は、'McIntosh Wijcik'×'Golden

Delicious'の実生に対するオーキシン移行阻害剤の TIBA 処理が頂芽優性の程度を強めたことを報告しているが、本試験の MH 処理では、頂芽優勢を弱める作用を示しており、やや異なった。カラムナータイプ樹の生育特性と頂芽優勢との関係については、今後詳細に検討する必要がある。

NAA 処理は、両タイプ樹とも生育阻害を生じたが、その濃度は 'Trajan' では 300 ppm 以上であったのに対して、'ふじ' では 50 ppm であり、前者の NAA に対する抵抗性が高かった。また、MH 処理は、単独では有意な効果を示さなかったが、BA との混合処理では新しょう発生数を増大させた。Jones (1982) は、'McIntosh Wijcik' が過剰なサイトカイニンを生育適正レベルまで代謝する能力をもつことを推察したが、本実験の NAA および MH 処理に対する生育反応は、カラムナータイプ樹とノーマルタイプ樹のオーキシン代謝能力が異なることを示唆しており興味深い。

BA+GA₃ 処理は BA 処理よりも新しょう発生数を増加させたが、これは GA₃ がえき芽の発芽数を増加させたというよりは、BA 処理によって生じた 1 cm 未満の新しょうの生長を促進したことにより、結果的に 1 cm 以上の新しょう数が増加したためと考えられる。このことは、カラムナータイプ樹において低い内生ジベレリンレベルが節間の短縮化に参与する (Looney ら, 1988) という結果を支持した。

幹断面積の減少は、いずれの処理区においても認められたが、その原因は処理によって異なり、NAA および MH 処理では、新しょう本数、新しょう伸長ともに無処理より減少していることから、樹全体の生長抑制によるものと考えられた。一方、BA および BA に MH または GA₃ を加用した処理の幹断面積の減少は、えき芽の発芽が促進されたことにより、新しょう伸長と幹の肥大との間に養分の競合が生じたためと考えられる。

以上のように、カラムナータイプ樹のえき芽生長は BA により促進され、また NAA および MH、あるいは GA₃ によっても影響を受けたことから、内生のサイトカイニン、オーキシンおよびジベレリンが生育特性に参与していることが示唆された。従って、カラムナータイプ樹の生育特性と生長調節物質の関係を明らかにするためには、外生処理とともに、内生生長調節物質の動態を明らかにすることが重要である。

摘 要

植物生長調節物質の散布がリングカラムナータイプ樹の新しょう生長に及ぼす影響を調査した。'Trajan' の新しょう生長は、ノーマルタイプ樹のそれと異なり、6 月中旬に停滞した後、再び生長し、10 月上旬まで継続した。'Tuscan' および 'Trajan' の新しょう生長は、NAA および

MH 処理で抑制されたのに対し、BA 処理および BA に MH または GA₃ を加用した処理では促進された。一方、新しょう発生数は、NAA 処理よりも BA 処理で増加し、BA 処理間では 300 ppm よりも 600 ppm で効果が高かった。さらに、その効果は MH または GA₃ の加用で増大した。以上の結果から、サイトカイニン、オーキシンおよびジベレリンがカラムナータイプ樹の新しょう生長に参与していることが明らかになった。

引用文献

- Fisher, D. V. 1969. Spur-type strains of McIntosh for high density plantings. British Columbia Fruit Growers' Association Quarterly Report. 14: 3-10.
- Jones, O. P. 1982. Physiological basis for the compact habit of 'Wijcik-McIntosh'. Ann. Rept. E. Malling Res. Sta. for 1981: 159-160.
- Lane, W.D., N. E. Looney and F. Mage. 1982. A selective tissue culture medium for growth of compact (dwarf)mutants of apple. Theor. Appl. Genet. 61: 219-223.
- Lapins, K. O. 1969. Segregation of compact growth types in certain apple seedling progenies. Can. J. Plant Sci. 49: 765-768.
- Lapins, K. O. 1976. Inheritance of compact growth type in apple. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101: 133-135.
- Lee, J. M. and N. E. Looney. 1977. Branching habit and apical dominance of compact and normal apple seedlings as influenced by TIBA and GA₃. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102: 619-622.
- Looney, N. E. and W. D. Lane. 1984. Spur-type growth mutants of McIntosh apple: A review of their genetics, physiology and field performance. Acta Hort. 146: 31-46.
- Looney, N. E., J. S. Taylor and R. P. Pharis. 1988. Relationship of endogenous gibberellin and cytokinin levels in shoot tips to apical form in four strains of 'McIntosh' apple. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113: 395-398.
- Sarwar, M., R. M. Skirvin, M. Kushad and M. A. Norton. 1998. Selecting dwarf apple (*Malus × domestica* Borkh.) trees *in vitro*: multiple cytokinin tolerance expressed among three strains of 'McIntosh' that differ in their growth habit under field condition. Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 54: 71-76.
- Wertheim, S. J. and E. N. Estabrooks. 1994. Effect of repeated sprays of 6-benzyladenine on the formation of sylleptic shoots in apple in the fruit-tree nursery. Scientia Hort. 60: 31-39.