



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

(S)-(+)-アブシジン酸がタマネギ(*Allium cepa* L.)の物質生産に及ぼす影響

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2022-06-08 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 松井, 鎬一郎, 前田, 博, 白井, 真, 禿, 泰雄 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/5452

(S)-(+)-アブシジン酸がタマネギ (*Allium cepa* L.)
の物質生産に及ぼす影響

松井 鑄一郎・前田 博・白井 真¹・禿 泰雄²

農学部附属農場

(1994年7月18日受理)

Growth Analyses of Onion (*Allium cepa* L.)
Plants Treated with (S)-(+)-Abscicic acid

Shuichiro MATSUI, Hiroshi MAEDA, Makoto Shirai¹ and Yasuo KAMURO²

Experimental Farm

(Received July 18, 1994)

SUMMARY

Onion plants treated with (S)-(+)- abscisic acid (ABA) were grown in an open field and a growth analysis was carried out in comparison with untreated plants. Treatment of ABA at a low concentration prior to transplanting in late autumn yielded large onions with low bolting.

Plants treated with ABA in late winter grew more slowly than the untreated ones for one month after treatment, followed by steep increases in plant height, dry weights of leaves, swollen part and root weights. After the time of maximum leaf area in mid April, the characteristics were equal to or less than those of the untreated plants. Growth analysis showed the highest crop growth rate and relative growth rate (RGR) at the time when leaf area index (LAI) reached the maximum. The ABA application promoted RGR and increased LAI. Thus, it advanced the growth pattern of the treated plants. However, final bulb yields were less than the untreated plants. This might be ascribed to decreased specific leaf area (SLA) and net assimilation rate (NAR) of the treated plants. Growth analysis suggested also RGR and relative growth rate of leaf (RGRl) for adequate parameters for plant growth. RGR was closely related to NAR, and RGRl to LAI and surplus, but negatively to the distribution rate to bulbs and the ratio of the nonphotosynthetic portion to the whole plant.

Res. Bull. Fac. Agr. Gifu Univ. (59) : 49-54, 1994

要 約

定植時に浸漬処理したタマネギは低濃度 (0.1ppm) の(S)-(+)-アブシジン酸 (ABA) により肥大部の発育促進と不時抽台抑制を示した。

長日条件になる1か月前葉部へのABA注入処理は葉部の最大生長期・肥大開始期に葉部および根部の生長促進を示した。しかし、その後生長は停滞し、最終的な肥大は高濃度処理区で抑制された。ABA処理は生育盛期において葉面積重量比を低下させ(葉を薄く)、純同化率の急速な低下と葉面積比の低下を引起こした。生長解析の結果、相対生長率と葉部の相対成長率が他の関数と相関が高く、タマネギの生長のパラメータとして適当であった。

1 東レ(株)ケミカル研究所

2 岐阜大地域共同研究センター客員教授

緒 言

アブシジン酸(ABA)は休眠ホルモンとも呼ばれ、生長抑制物質として働く知見が多い¹⁾。また、これまで ABA に関する研究は化学合成されたラセミ体 ABA によるものが主である。このものの生理活性は天然型 ABA の約 1/2 と言われている¹⁾。一方、近年天然型の ABA が微生物によって容易に生産され²⁾、植物生理の種々な場面に応用され、これまで認められなかった活性も知られるようになった^{2,3,4,5,6)}。タマネギ (*Allium cepa* L.) の球形形成は貯蔵養分を貯める過程とみると ABA は短日植物の休眠芽の形成を促進する¹⁾ため、関係深いものと予期される。ワケギでは長日条件下で球形形成するにともない内生的 ABA 濃度は増加することが知られている⁷⁾が、*in vitro* 試験で天然型 ABA を外生的に与えても球形形成は起らないことから松原らは生長や休眠に関与するホルモンと考えている⁸⁾。

タマネギに外生的に天然型(S)-(+)-アブシジン酸を与えて栽培し、タマネギの物質生産からその作用性を検討した。

材料および方法

前年秋に化成肥料(10-10-10)を10a当り50kg施肥し、耕起した。幅1mの畦を作り、黒色ポリエチレンフィルムで被覆し、11月20日に生育の揃った秋播き品種 OP の苗を縦横17×11cmに定植した。定植時処理実験として同日に ABA 溶液、0.1、1 および10ppmにそれぞれ2時間浸漬処理した苗を定植した。収穫時に草丈、肥大部重などを調査した。ついで生育時処理実験として2月24日に、ABA 10、100ppm溶液1ml及び100ppm 4 mlと蒸留水(対照区)を发育の最も進んだ葉の葉身内に注射器で注入した。3月3日、17日、31日、4月14日、27日、5月12日、6月9日に15株ずつ収穫し、草丈、葉面積、葉重、根重、肥大部重などを測定した。これらの数値をもとに2週間毎の、つまり、以下期間1、2…7と名付ける調査間隔間の生長量について生長解析を行った。あわせて、生長関数間の相関係数および統計処理を行った。生長解析に使用した生長関数は個体群成長速度 CGR (crop growth rate)、相対成長率 RGR (relative growth rate)、葉面積相対成長率 RGRl (RGR of leaf area)、葉重相対生長率 RGRw (RGR of leaf weight)、純同化率 NAR (net assimilation rate)、葉面積指数 LAI (leaf area index)、葉面積重量比 SLA (specific leaf area)、葉面積比 LAR (leaf area ratio)、葉重比 LWR (leaf weight ratio)、余剰生産 S (surplus)、非同化器官重と同化器官重の分配比 (distribution ratio of non photosynthetic part to leaf)、器官(肥大部)分配率 DRb (distribution ratio to bulb)であった。計算方法は高野の式⁹⁾によった。

結果および考察

1 定植時の処理効果

収穫時(6月23日)に1区40個体について葉重、肥大部重、根重、肥大部幅および不時抽台数について調査した(表1)。0.1ppm ABA 処理区は草丈および、肥大部重、肥大部幅において対照区より優れたが、他の濃度区では1ppmで草丈がよい外は他の調査項目に有意差がなかった。ABA の種子処理はダイコン⁶⁾やイネ⁴⁾の生育を促進することが明らかとなっている。本研究ではタマネギ苗の定植時の浸漬処理であるが、低濃度処理で草丈が高くなり、タマネギ収量も増大した。同時に0.1ppmで不時抽台数も有意に減少しているので、これの肥大への寄与もあったと思われる。上述の作物以外にジャガイモのは種時処理やコムギの包原基分化期処理で収量⁴⁾が増加し、一方、アサガオ²⁾やシャコバサボテン³⁾などでは短日処理前の ABA 処理で花芽形成に抑制的に働くこともわかっている。こうしたことがタマネギ収量の増加や不時抽台の抑制に影響したのであろう。

2 生育中の処理効果

(1) 生育調査

対照区のタマネギの生長過程はおおよそ次の三つに分けられる。まず長日条件となってやや昼間の日長が長くなった頃までの生長で、根部の拡大生長期で葉量が急速な生長を始める前の時期(生育初期)、つい

表1 定植時 ABA の根部処理がタマネギの発育に及ぼす影響

区	草丈 (cm)	葉部生重 (g)	肥大部生重 (g)	肥大部幅 (cm)	根部生重 (g)	不時抽台 (個)
対照区	60.0 b	36.5 N S	195.5 b	7.3 b	1.5 N S	0.45 a
0.1ppm区	66.9 a b	23.4 N S	294.3 a	8.8 a	1.8 N S	0.19 b
1ppm区	68.1 a	45.7 N S	212.7 b	7.7 b	1.3 N S	0.45 a
10ppm区	60.2 b	37.6 N S	198.1 b	7.4 b	1.6 N S	0.51 a

異なった記号間にはダンカン多重検定で5%水準で有意差あり。
N S, 有意差なし。

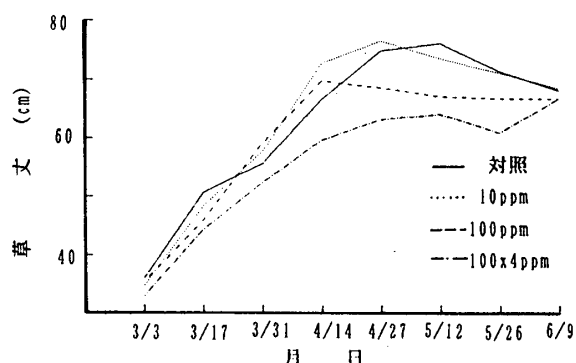


図1 ABA処理の草丈に及ぼす影響

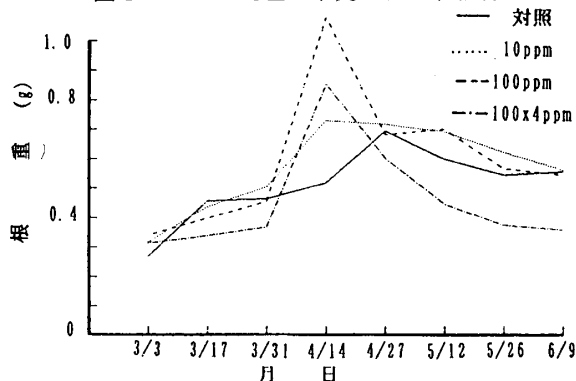


図2 ABA処理の根重(乾物)に及ぼす影響

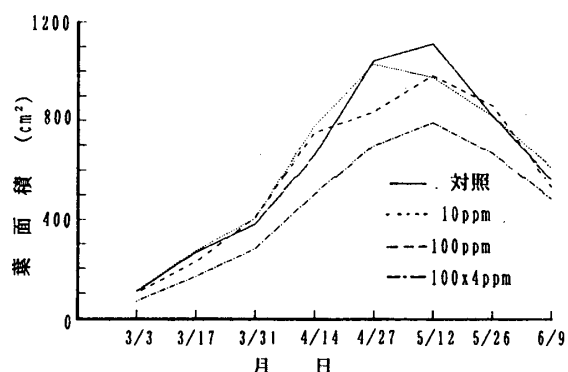


図3 ABA処理の葉面積に及ぼす影響

図1—3 供試品種 OP, 定植: 11月20日定植
ABA 処理: 2月24日, 葉身内へ1 ml 注入。
ただし, 100×4 ppm区は100ppmを4 ml注入。

で根部の最大期で葉面積もほぼ最大となり, 葉鞘の肥大が始まる時期(生長盛期), その後の葉量, 根量の減少と葉鞘部肥大・充実期(球の充実期)である。

ABA 処理区は処理後1カ月間の草丈(図1), 葉部乾燥重, 肥大部重, 根部重

(図2)とも対照区に比べ劣るか劣る傾向を示した。しかし, その後の生育盛期には, 草丈, 葉面積, 葉部乾燥重, 肥大部重, 根重とも対照区以上の著しい伸びを示した。ことに根部の著しい発育促進は, 10ppmや100ppm区のみならず, 草丈, 葉部乾燥重, 葉面積などでは常に抑制的であった100ppm×4回処理区でもみられ, 前項における定植時処理の効果の1因を示しているであろう。ついで, 葉面積が最大となる4月中旬から球の充実期にかけては, これらの調査項目は対照区と同等か劣る数値を示した。草丈, 葉面積, 根重の経時的な変化を示す図1～3および葉部乾燥重から, ABA 処理は最終的には収量増をもたらさず, 100ppm以上ではかえって生長抑制を示した。ワケギの球肥大にともない ABA レベルが上昇するとの山崎らの結果⁷⁾から, 長日になる時点で ABA 処理は葉部の生長を抑制しての急速かつ強制的な結球過程への移行を促進し(図4), 結果として, は種時処理のジャガイモやコムギ³⁾あるいは前項の定植時処理のような収量増加とならなかったと考えられる。また, Matsubara らの *in vitro* 実験結果⁸⁾を圃場実験で確かめたこととなった。

(2) 生長解析

各2週間の数値をもとに葉面積からと葉重からの生長解析を行った。主なものを図4～7に示した。これを生育初期, 盛期および球の充実期に分けてみると, 生育初期は一時的に葉面積の相対成長率 RGR1 が低下し, 同時に相対成長率 RGR, 純同化率 NAR も低く, 余剰生産 S の見られない時期で, 生長盛期は作物個体群成長速度 CGR, RGR, NAR, RGR1 も最大となり,

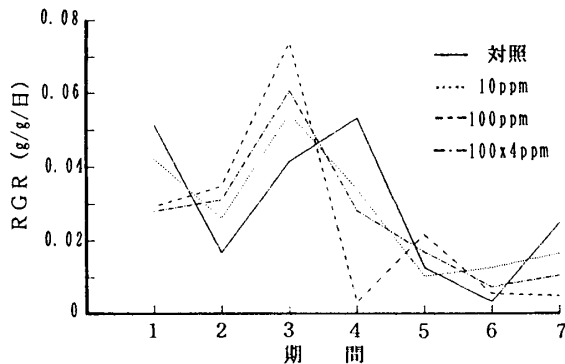


図4 ABA処理の相対生長率に及ぼす影響

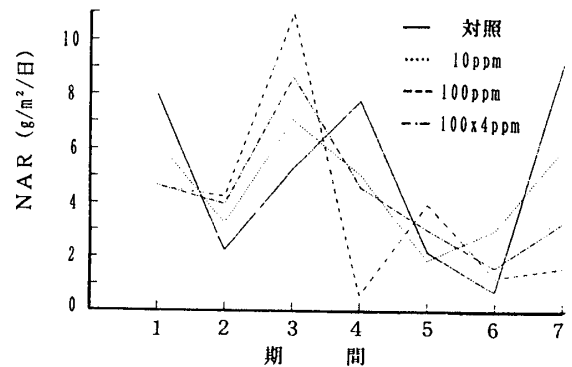


図5 ABA処理の純同化率に及ぼす影響

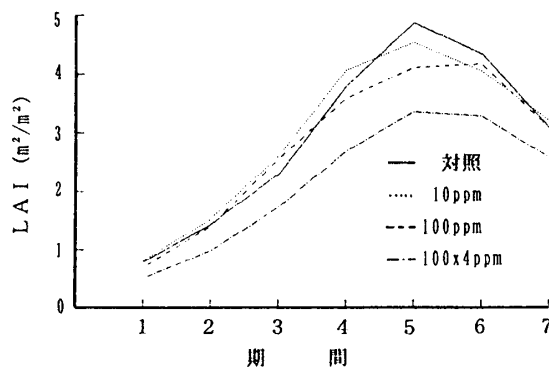


図6 ABA処理の葉面積指数に及ぼす影響

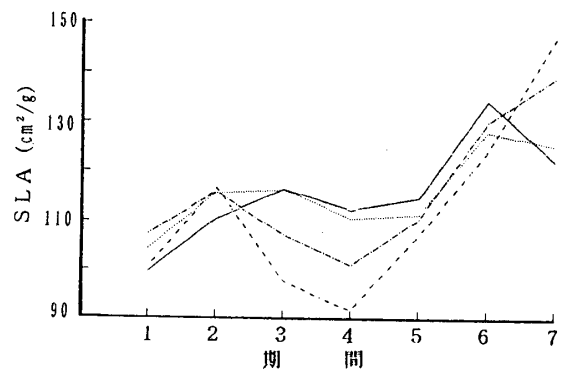


図7 ABA処理の葉面積重量比に及ぼす影響

図4-7 期間1: 3/3~3/17, 期間2: 3/17~3/31,
 期間3: 3/31~4/14, 期間4: 4/14~4/27,
 期間5: 4/27~5/12, 期間6: 5/12~5/26,
 期間7: 5/26~6/9.

余剰生産Sの増加が始まり、しかも肥大部への分配DRbが開始される時期で、ついで球の充実期はCGR, RGR, NAR, RGRlは低下し、S, DRbは最大となり、葉部への分配率DRlは負になる時期であった(図4, 5)。対照区のタマネギの個体群生長速度CGRも相対生長速度RGR(図4)も期間3-4つまり調査開始後3-4週間で葉面積が最大になる生長盛期に最高値をとった。一方、ABA処理によりCGR, RGRの最大値は2週間ほど早まった。純同化率NARについても処理区は期間3で最大値を示し(図5)、葉面積指数LAIについてもABA処理区は100ppm×4回区を除くと高い傾向が見られた(図6)。こうした傾向は100ppm処理区で顕著で、10ppmの低濃度処理区ではこれより劣った。

ところで、 $CGR = NAR \cdot LAI = a \cdot LAI - b \cdot LAI^2$ により最大個体群生長速度と最適葉面積指数を求めると、対照区はそれぞれ21.0 g/m²/日、3.0、またABA10ppm, 100ppm, 400ppm区で18.1 g/m²/日、3.0, 13.9 g/m²/日、2.6, 12.2 g/m²/日、2.2となり、100ppm以上の濃度では葉面積の小さいときに個体群の生長速度が最大となり、生育過程の早熟化と生長量の抑制的な効果が顕著であった。タマネギの内生ABA含有量の増加は主に植物の生長過程を反映しているというMatsubaraらの報告⁸⁾を裏付けるものであろう。こうしたABA処理による生長の質的転換を含む生育の前進について、生長解析の面からその要因を検討した。生育盛期の期間3, 4においてABA処理区は葉部と根部の生長の均衡がくずれる。ABA処理区、とくに100ppm処理区や100ppm×4回区では根部の初期生育が過度によく(図2)、葉部自体も生育初期に高いSLA、言換えれば、薄い葉肉がその後生育盛期で低く(厚く)なった(図7)。また、ABA処理で生育初期で高かったNARは低下し(図5)、 $RGR = NAR \cdot LWR \cdot SLA$ であるから、RGRは急速に低下し、対照区に匹敵するほど葉部の増大をもたらすには至らなかった(図3)。また、 $RGR = NAR \cdot LAR$ の関係においてもABA処理で葉面積比LARは低下したから、この面でも葉量の低下が示された。一方

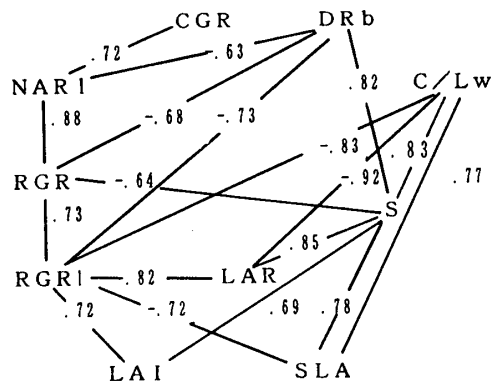


図8 各生長関数間の相関係数

CGR: 個体群生長速度, C/Lw: 分配比, DRb: 肥大部分配率, LAI: 葉面積指数, LAR: 葉面積比, NARl: 純同化率(葉面積による), RGR: 相対生長率, RGRl: 葉面積相対生長率, S: 余剰生産, SLA: 葉面積重量比

では ABA 処理で生育盛期の期間 3 (調査開始後 3 週間目) で根部重量が著しく高い図 2 から推定されるようにこの期間 ABA 処理で根部への分配率が高くなっていた。そして、球の充実期になると葉量の増加を伴わなかった結果として、当然のごとく肥大部への分配率は ABA 処理で低下した。このように ABA は球の肥大に直接には関係しないものの、通常の葉部あるいは根部の発育と異なった生長を引き起こすこと、つまり発育相の転換に関与することが明らかとなった。したがって、収穫期を制御したり、収量の影響を評価するには処理時期を変えた実験がさらに必要である。

(3) 生長関数間の相関

各生長関数間の相関係数 (図 8) からタマネギの生長過程を解析したところ, CGR と高い相関を示すものは NAR で, RGR は NAR 以外に葉面積生長速度 RGRl と高い相関を示した。RGR 以上に各生長関数と高い相関を示すものに RGRl があつた。タマネギの場合, 茎の部分 (いわゆる基盤を形成する) は植物全体から見るときわめて小さいため, 葉一球一根と単純な系と見做される。分配比, 肥大部分配率 DRb と

葉の生長と著しく高い負の相関を示し, 葉の生長が完了した後に肥大が始まることを示している。タマネギの生長のパラメータとしては RGR・RGRl が最もよいと考えられた。

LAI は圃場当りの植物体の存在量で生長解析における最も重要なパラメータとなっている。一方, LAR と SLA は植物体のもつ葉の性質を示している。ここで肥大部への分配や非同化部の割合と関係深い余剰生産 S に対する相関係数を求めると, LAI は 0.69 であるのに対し, LAR と SLA はそれぞれ 0.85, 0.78 と高い数値を示し, 本実験の栽植密度内ではタマネギは葉面積より葉質の方が重要な生産要因となることを示した。

高野は生長解析における葉重の, とくに施設園芸における重要性を指摘している¹⁰⁾。本実験でも, CGR, RGR, NAR と RGRl または RGRw の相関係数を求めると後者で高く, 葉面積より葉重をもとにした解析の方が適切であったが他の生長関数に対しは逆のものも見られた。したがって, ダイズにおける同様な生長解析の実験¹¹⁾において述べられたように作物の形態や作物群落の特色さらに検出しようとする生長関数によって葉面積によるか葉重による解析がよいかは使い分ける必要があろう。

引用文献

- 1 増田芳雄・勝見允行・今関英雄: “植物ホルモン” 東京: 朝倉書店 251-288, 1992.
- 2 Kamuro, Y., K. Yotsumoto, Sang-Kap Lee and S. Marumo: Marked inhibition of floral initiation by optically active abscisic acid in *Pharbitis nil*. *Agri. Biol. Chem.* 54: 3363-3365, 1990.
- 3 禿泰雄・白井真・米原徹・松井鑄一郎: 天然型アブシジン酸が短日処理による花芽形成に及ぼす影響. *園学雑* 60 別 1: 390-391, 1991.
- 4 Kamuro, Y., S. Matsui and M. Shirai: Practical use of (S)-(+)-abscisic acid: Inhibition, delaying or increasing effects on flower bud formation. *Proc. Plant Growth Reg. Soc. Amer.* 405-408, 1992.
- 5 禿泰雄・白井真・松井鑄一郎: 天然型アブシジン酸の種子処理による発芽, 生育および収量におよぼす効果. *岐阜大地域共同研究センター研究成果報告* 3: 97-102, 1993.
- 6 天笠正・小川正巳・禿泰雄・白井真: 天然型アブシジン酸のダイコンの抽台及び生育に及ぼす効果. *園学雑* 61 別 1: 294-295, 1992.
- 7 山崎博子・腰岡政二・西島隆明: ワケギの休眠に関する研究 (第 3 報), ワケギの生活環における鱗茎の発達と内生アブシジン酸について. *園学雑* 61 別 1: 298-299, 1992.
- 8 Matsubara, S. and I. Kimura: Changes of ABA content during bulbing and dormancy and *in vitro* bulbing

- in onion plant. J. Japan. Soc. Hort. Sci. **59**: 757-762, 1991.
- 9 高野泰吉：ミノワセダイコンの生長の量的解析。園芸学会研究発表要旨（春季大会）p242-243, 1979.
 - 10 高野泰吉：“蔬菜園芸学”東京：朝倉書店 85-90, 1991.
 - 11 松井鑄一郎・中村三夫・渡辺栄吉・大藪哲也・加藤善二：エダマメの収量に及ぼすマルチングの影響。岐阜大農研報**45**：277-288, 1981.