

# ナス苗の素質に関する生理的研究

## Ⅱ. 土壌水分と施肥量の影響

楼 惠寧・加藤 徹

(農学部蔬菜園芸学研究室)

# The Physiological Study on the Quality of Seedlings in Eggplant

## Ⅱ. Effects of Soil Moisture and Fertilizer Application Level

Huining LOU and Toru KATO

*Laboratory of Vegetable Crop Science, Faculty of Agriculture*

**Abstract:** Effect of soil moisture and fertilizer application level was studied in relation to the chemical constituents in stem and hormones level in shoot apices to clarify the physiological characteristics of eggplant seedlings which could produce higher yield.

- 1) Growth of seedlings was promoted under medium soil moisture or high fertilizer application condition. However, smaller S/R value was obtained on the seedlings grown under low soil moisture or low fertilizer application condition.
- 2) More carbohydrates and nitrogenous compounds in stem was contained on the seedlings grown under low soil moisture or low fertilizer application condition than those grown under high soil moisture or high fertilizer application condition. S/R value closely correlated to total sugar or insoluble nitrogen contents in stem.
- 3) Higher level of cytokinin, abscisic acid and indoleacetic acid and lower level of gibberellin-like substances were detected in the shoot apices of seedlings grown under low soil moisture or low fertilizer application condition. There were a negative correlation between S/R value and cytokinin / gibberellin-like substances ratio (CK / GA), and a positive correlation between S/R value and gibberellin-like substances / abscisic acid ratio (GA / ABA).
- 4) From above-mentioned results, it may be concluded that seedlings with smaller S/R value physiologically contained more total sugar and insoluble nitrogen in stem, and more cytokinin, abscisic acid and indoleacetic acid, and less gibberellin-like substances in shoot apices.

### 緒 言

著者ら<sup>1-2)</sup>は苗の生育及びその後の生育と収量に及ぼす土壌水分、施肥量の影響を検討し、育苗時水分を控えて、乾燥ぎみの条件下で育てられた苗は全体として生育が抑えられたが、地下部よりも地上部のほうが多く抑制され、S/R値が小さくなり、定植後生育が良く、太根が多くなり、収量が高いことと、多肥区の苗は生育が旺盛であるが、乾物分配が根に少なく、茎に多く、S/R値が大きく、収量が低かったことを報告した。また、前報<sup>3)</sup>においてS/R値の小さい苗は茎の中に可溶性糖分と不溶性窒素が多く含まれ、頂芽部にサイトカイニン、アブシジン酸とインドール酢酸が多く、ジベレリン様物質が少ないことを明らかにした。本実験では、異なる土壌水分あるいは施

肥量のもとで育苗した苗の素質を茎の炭水化物、窒素化合物、そして頂芽部における内生ホルモンレベルの変化を調査し検討を加えたので報告する。

## 実験方法

‘はやぶさ’ナスを供試し、5月5日に播種し、5月18日に12cmポリポットに鉢上げした。床土として土：パーク堆肥（1：1）の混合床土を使った。活着をまって、二つの実験に分けて、一つは土壤水分を、他は施肥処理をして育苗した。

### 実験1 土壤水分の影響

灌水量を調節して、乾燥区（土壤含水量約17%）、適湿区（土壤含水量約28%）と多湿区（土壤含水量約40%）を設けた。予備実験で毎日ポット当り乾燥区では60ml灌水し、昼灌水時に葉がややしおれる程度で、適湿区では120ml灌水し、多湿区では、鉢を並べた箱の底に朝1cmほど水を保ち、なお昼に120ml灌水し、夕方土壤含水量を測定した結果、それぞれ上記の値を得たので、本実験ではそれに基づき灌水した。なお、生育に伴って、灌水量をやや増加した。また床土に窒素、リン、カリと苦土石灰をそれぞれ2kg/a、4kg/a、2kg/a、12kg/aを施した。各処理区50株ずつとした。処理は35日間行われ、6月25日に実験を終了した。終了時各処理区の苗から頂芽部を採集し、その後のホルモン分析に供した。また、株の生育を調査するため、葉、茎、根に分けて、各部分の新鮮重と乾物重を測定するとともに葉面積も調査した。なお、茎は体内成分の分析に供した。

### 実験2 施肥量の影響

床土の施肥量を変えて、多肥区と少肥区を設けた。少肥区は床土に三要素それぞれ2kg/a、4kg/a、2kg/aを施し、多肥区ではそれらを倍量施した。なお苦土石灰は両処理区とも12kg/aを施した。その他の管理と調査方法は実験1と同じであった。

茎内の炭水化物と頂芽部のホルモンの分析は第1報<sup>3)</sup>と同様に行った。

炭水化物と窒素化合物の分析：茎の乾物を供試し、それぞれ80%アルコールで抽出して可溶性成分を、残渣で不溶性成分を常法に従って分画し、Somogyi法とsemi-micro Kjeldahl法によって測定した。

ホルモンの分析：冷凍貯蔵の頂芽部をホモゲナイズし、4℃で80%のメタノールで24時間ずつ3回抽出し、そして抽出液を合計して低温下で減圧濃縮して、メタノール層を除去し、水層のみとした。この水層を使って、ブタノールあるいは酢酸エチルで抽出し、各ホルモン分画をえてから、高速液体クロマトグラフィー（HPLC）によって、サイトカイニン、アブシジン酸、インドール酢酸の含量を測定した。また、ジベレリン様物質についてはレタス胚軸生物検定法によって測定した。

## 結 果

### 実験1 土壤水分の影響

1. 苗の生育状態に及ぼす影響 Table 1に見られるように、適湿区において苗の生長がもっともよく、葉重、茎重、根重と葉面積がともに多かった。乾燥区では、苗の生育が著しく抑制される傾向が見られた。しかし乾物分配率を見ると、乾燥区の苗は根への乾物分配が多く、茎への分配が少なく、S/R値が小さかった。逆に、多湿区では、茎への乾物分配が多く、根への分配が少なく、S/R値が大きかった。適湿区は乾燥区と多湿区との中間であった。

2. 体内成分に及ぼす影響 乾燥区では茎中の還元糖、全糖、澱粉、多糖類、全炭水化物が多かった。全糖と全炭水化物の含量は多湿区においてもっとも少なく、多糖類は多湿区と適湿区との間

Table 1. Effect of soil moisture on the growth and partitioning percentage of dry matter of seedlings<sup>2</sup>

Treatments	Leaf area (cm <sup>2</sup> )	Leaf weight (g)		Stem weight (g)		Root weight (g)		S/R
		FW	DW	FW	DW	FW	DW	
Low	328.9 a <sup>1</sup>	10.560 a	1.657 a (56.2) b	6.500 a	0.646 a (22.0) a	6.752 a	0.642 a (21.8) c	1.007 a
Medium	514.0 b	17.400 c	2.350 c (53.0) a	12.667 c	1.143 c (25.8) b	10.667 c	0.938 b (21.2) b	1.219 b
High	329.3 a	12.000 b	1.760 b (52.9) a	8.400 b	0.893 b (26.8) c	7.320 b	0.675 a (20.3) a	1.323 c

<sup>1</sup> Values in parenthesis indicate the partitioning percentage of dry matter.

<sup>2</sup> Mean separation within columns by Duncan's multiple range test. 5 %.

Table 2. Effect of soil moisture on the chemical constituents in stem of seedlings (mg/g, FW)

Treatments (soil moisture)	Reducing suger	Non-reducing suger	Total suger	Starch	Poly-saccharides	Total carbohydrates	Soluble nitrogen	In-soluble nitrogen	Total nitrogen	C/N
Low	2.414	4.291	6.705	1.939	9.732	16.437	0.918	1.614	2.532	6.492
Medium	1.614	3.515	5.129	1.701	8.902	14.031	1.028	1.499	2.527	5.552
High	1.378	2.592	3.970	1.836	9.014	12.981	1.161	1.152	2.313	5.612

に大きな差が見られなかった。可溶性窒素は土壤水分が多いほど増加する傾向が見られたが、不溶性窒素と全窒素は乾燥区においてもっとも多く、次いで適湿区で、多湿区の順に低くなっていた (Table 2)。

3. 頂芽部のホルモンレベルに及ぼす影響 Table 3に見られるように、新鮮重当りのサイトカイニンの含量は土壤水分の増加にしたがって減少した。株当りのサイトカイニンの含量は適湿区でもっとも多く、多湿区でもっとも少なかった。新鮮重当りのジベレリン様物質の含量は乾燥区でもっとも少なく、適湿区でもっとも多く、多湿区は乾燥区と適湿区との中間であった。アブシジン酸の含量は乾燥区でもっとも多く、適湿区でもっとも少なく、多湿区と適湿区との間に大きな差が見られなかった。また、インドール酢酸の含量は乾燥区においてもっとも高く、多湿区においてもっとも低かった。

Table 3. Effect of soil moisture on the hormones levels in shoot apices of seedlings

Hormones	Treatments (soil moisture)					
	Low		Medium		High	
	$\mu\text{g/g}$ , FW	$\mu\text{g/plant}$	$\mu\text{g/g}$ , FW	$\mu\text{g/plant}$	$\mu\text{g/g}$ , FW	$\mu\text{g/plant}$
CK*	5.820	0.195	4.704	0.197	4.023	0.171
GAs	0.239	0.008	0.301	0.013	0.287	0.012
ABA	15.453	0.518	10.455	0.437	10.903	0.464
IAA	13.810	0.463	13.096	0.548	10.627	0.453

\*CK, cytokinin; GAs, gibberellin-like substances (GA<sub>3</sub> equiv.); ABA, abscisic acid; IAA, indoleacetic acid.

## 実験2 施肥量の影響

1. 苗の生育状態に及ぼす影響 Table 4に見られるように、多肥区の苗は少肥区の苗より生育が促進され、葉、莖、根の新鮮重と乾物重そして葉面積がともに多かった。乾物分配率から見ると、少肥区の苗は根への分配が多く、莖への分配が少なく、S/R値が小さかった。それに対して多肥区の苗は地下部よりも地上部のほうが多く促進されたため、S/R値が大きくなった。

Table 4. Effect of fertilizer application level on the growth and partitioning percentage of dry matter of seedlings<sup>2</sup>

Treatments (fertilizer level)	Leaf area (cm <sup>2</sup> )	Leaf weight (g)		Stem weight (g)		Root weight (g)		S/R
		FW	DW	FW	DW	FW	DW	
High level	835.6 b <sup>2</sup>	28.100 b	3.674 b (53.7) a	18.200 b	2.060 b (30.0) b	11.700 a	1.110 b (16.3) a	1.845 b
Low level	560.4 a	19.100 a	2.345 a (53.5) a	11.667 a	1.118 a (25.5) a	11.130 a	0.913 a (21.0) b	1.210 a

<sup>2</sup> Values in parenthesis indicate the partitioning percentage of dry matter.

<sup>2</sup> Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5%.

Table 5. Effect of fertilizer application level on the chemical constituents in stem of seedlings (mg/g, FW)

Treatments (fertilizer level)	Reducing suger	Non- reducing suger	Total suger	Starch	Poly- carbo- hydrates	Total carbo- hydrates	Soluble nitrogen	In- soluble nitrogen	Total nitrogen	C/N
High level	1.210	2.094	3.304	1.006	6.421	9.725	1.043	0.847	1.890	5.146
Low level	1.471	3.902	5.373	1.711	8.947	14.326	1.114	1.423	2.537	5.644

2. 苗の体内成分に及ぼす影響 体内成分は Table 5 に示すとおりである。少肥区の苗は多肥区のものに比べて、体内の還元糖、全糖、多糖、澱粉と全炭水化物の含量が多かった。また、窒素化合物についても可溶性と不溶性ともに少肥区において多い傾向が見られた。

3. 頂芽部のホルモンレベルに及ぼす影響 Table 6 に見られるように、少肥条件下で頂芽部に含まれているサイトカイニン、アブシジン酸とインドール酢酸の含量が増加したが、ジベレリン様物質の含量は少肥区よりも多肥区において多かった。

Table 6. Effect of fertilizer application level on the hormones levels in shoot apices of seedlings

Hormones	Fertilizer level			
	High level		Low level	
	μg/g, FW	μg/plant	μg/g, FW	μg/plant
CK*	4.065	0.155	4.730	0.186
GAs	0.519	0.020	0.313	0.013
ABA	7.568	0.289	9.449	0.371
IAA	9.905	0.378	13.144	0.516

\*CK, cytokinin; GAs, gibberellin-like substances (GA<sub>3</sub> equiv.);

ABA, abscisic acid; IAA, indoleacetic acid.

## 考 察

1. 土壌水分及び施肥量と生育の関係 Table 1 に見られるように、土壌水分が低いほど、ナス苗の生育が抑えられ、特に地上部のほうが著しく抑制された。これは既報<sup>2)</sup>の結果と SHARP<sup>4)</sup>の結果と一致している。

Table 4 に見られるように、多肥条件下で、苗の生育が促進され、葉重、莖重、根重がともに増加した。これは高橋<sup>5)</sup>の報告と一致している。また、少肥区の苗は多肥区の苗に比べて S/R 値が小さかった。これは既報<sup>1)</sup>の結果と一致していた。

2. 土壌水分及び施肥量と体内成分との関係 Table 2 に見られるように、土壌水分が少ないほ

ど、苗体内の還元糖、全糖、澱糖、多糖類、全炭水化物の含量が増加した。また、不溶性窒素と全窒素についても同じ傾向が見られた。齋藤ら<sup>6-7)</sup>もほぼ同じような結果を報告している。

また、本実験の結果から、少肥条件下で苗体内の炭水化物と窒素化合物の含量が多いことが明らかになった (Table 5)。齋藤ら<sup>8)</sup>はトマトにおいて地上部全体を分析した結果少肥区の苗は多肥区より炭水化物の含量が多いが、窒素化合物の含量は少なかったことを報告し、本実験の結果とやや異なっている。これは供試品種、分析部位と実験条件の違いによるものと考えられる。

3. 土壤水分及び施肥量と頂芽部のホルモンレベルとの関係 乾燥区においてサイトカイニンの含量がもっとも多かった (Table 3)。これは乾燥区の苗は地下部よりも地上部のほうが多く抑制され、地上部の割合に地下部が多いためと考えられる。多湿条件下では根の生長が抑えられたうえ、土壤の通気性が悪く、サイトカイニンの生産が抑えられ、頂芽部のサイトカイニンの含量が減少したと考えられる。多肥区の苗が少肥区の苗に比べて頂芽部ののサイトカイニンの含量が少なかったのは多肥区の苗が生長が旺盛で、根量の割合に地上部が多いので、全体のサイトカイニンが薄められたためと考えられる。

AHARONIら<sup>9)</sup>は乾燥によってレタス葉のジベレリンのレベルが減少したと報告している。また、REIDら<sup>10-11)</sup>は湛水条件下で、木部溢泌液、根と地上部のジベレリンのレベルが減少したと報告している。本実験の結果と同じであった。乾燥あるいは湛水など水ストレス条件下でジベレリンの生産が抑えられると思う。山村ら<sup>12)</sup>はイネにおいて窒素施肥量の増加にしたがってジベレリンの含量が増加すると報告している。本実験においても同じような結果が得られた。

適湿区で頂芽部のアブシジン酸の含量がもっとも少なく、乾燥区でもっとも多かった。水ストレス条件下で植物体内のアブシジン酸が増加することは多くの研究者によって報告されている<sup>13)</sup>。SIVAKUMARANら<sup>14)</sup>とWRIGHTら<sup>15)</sup>が湛水条件下で葉のABAの含量が増加すると報告し、本実験の結果とほぼ一致していた。また、鄭ら<sup>16)</sup>はイネにおいて窒素が多いほどアブシジン酸の含量が減少すると報告している。本実験でも同じような結果がえられた (Table 6)。生育にもっとも良好な条件下では抑制物質としてのアブシジン酸の生産が抑えられるのではないかと考えられる。

本実験では土壤水分の増加にしたがって頂芽部のインドール酢酸の含量が減少していた。しかし、PHILLIPS<sup>17)</sup>はヒマワリで湛水条件下で生長した株は対照区より根でのオーキシンの含量が多いと報告しているが、実験に用いられた植物の種類と部位の違いによるものと考えられる。

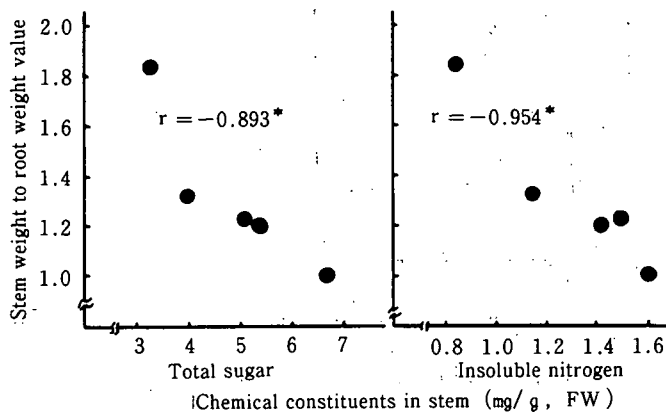


Fig. 1. Relation between the chemical constituents in stem and the value of stem weight to root weight (S/R). \*, significant at 5% level.

4. 体内成分と苗の素質との関係 Fig. 1に見られるように茎の中に含まれている全糖と不溶性窒素の含量が多い苗はS/R値が小さいことから、苗の素質が体内成分と密接に関係していることが明らかである。著者ら<sup>1-2)</sup>は乾燥区あるいは少肥区の苗は定植後活着がよく、発根力が強く、太根根数が多く、収量が多いことを報告しているが、それは乾燥区あるいは少肥区の苗の体内に炭水化物と窒素化合物が多く含まれていることと関連していると考えられる。すでに第1報<sup>3)</sup>で考察したように、茎の糖分と不溶性窒素は発根と花芽分化に関係している<sup>6-7, 18-22)</sup>ことから、乾燥区と少肥区の苗は糖の含量が多いので、よい花芽を多く持ち、そして定植後発根力が強く、多くの太根を形成することによって高収量がえられたと考えられる。

5. 頂芽部のホルモンレベルと苗質との関係 頂芽部に含まれているホルモンレベルと苗質との関係は Fig. 2と Fig. 3に示すとおりである。

サイトカイニンの含量が多く、ジベレリンの含量が少なく、サイトカイニン/ジベレリン (CK/GA) の比率が大きいほど苗のS/R値が小さくなった。サイトカイニンは茎の伸長を抑制する効果があるのに対して、ジベレリンは茎の伸長を促進する効果がある<sup>23)</sup>。ジベレリンが多いと乾物分配が茎に傾き、S/R値が大きくなりやすいと考えられる。サイトカイニンとジベレリンはともに花芽形成に関与している<sup>24-26)</sup>が、ある程度のジベレリンレベルが花芽分化発育に必要であるが、あまり多いと苗質が逆に低下する可能性がある。

S/R値が小さい苗は頂芽部にアブシジン酸が多かった (Fig. 2)。また、Fig. 3に見られるようにジベレリン/アブシジン酸 (GA/ABA) の比率が大きいほど苗のS/R値が大きくなった。

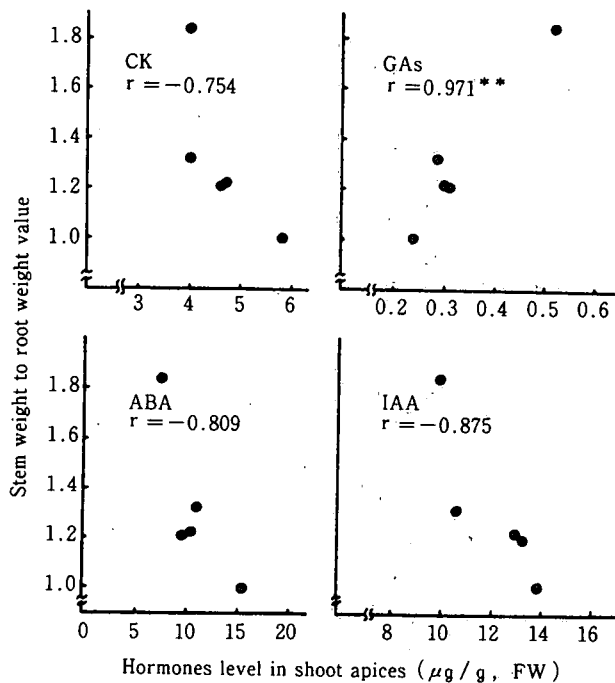


Fig. 2. Relation between the hormones level in shoot apices and the value of stem weight to root weight (S/R).

CK, cytokinin; GAs, gibberellin-like substances; ABA, abscisic acid; IAA, indoleacetic acid; \*\*, significant at 1% level.

ジベレリンは茎の伸長を促進するのに対してアブシジン酸はその逆な効果がある。少肥区と乾燥区の苗は頂芽部に含まれているジベレリンが少なく、アブシジン酸の含量が多いため、地上部の生長が抑えられ、茎の伸長があまり促進されず、S/R値が小さくなったと考えられる。また、多肥区の苗は頂芽部に含まれているジベレリン含量が多く、アブシジン酸含量が少なく、茎の伸長が促進され、S/R値が大きくなったと考えられる。多肥条件のようなジベレリン生産量が多い条件下では苗の生育が徒長しやすいので、育苗上あまり好ましくないと思われる。

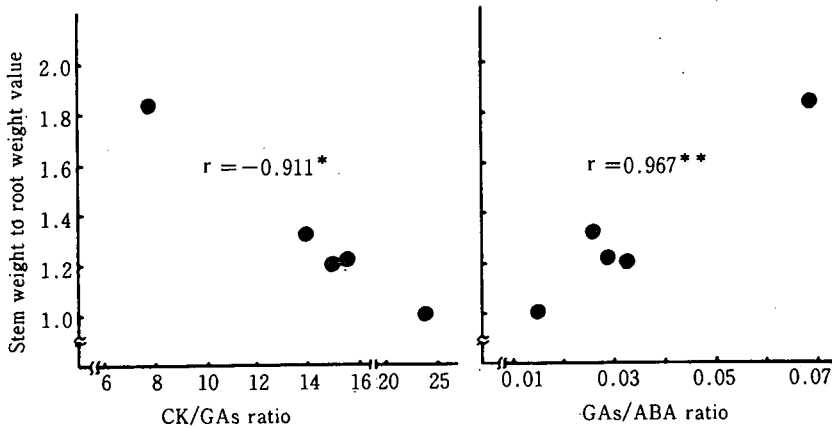


Fig. 3. Relation between the hormones balance in shoot apices and the value of stem weight to root weight (S/R).

CK, cytokinin; GAs, gibberellin-like substances; ABA, abscisic acid; IAA, indoleacetic acid; \*, \*\*, significant at 5%, 1% level, respectively.

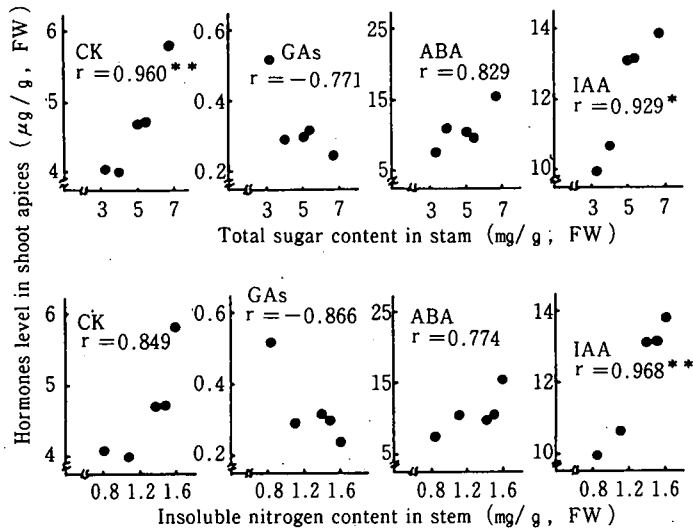


Fig. 4. Relation between the chemical constituents in stem and the hormones level in shoot apices. CK, cytokinin; GAs, gibberellin-like substances; ABA, abscisic acid; IAA, indoleacetic acid; \*, \*\*, significant at 5%, 1% level, respectively.

オーキシンが発根を促進すること<sup>27)</sup>から、多湿区と多肥区の苗はオーキシンの含量が少ないので、定植後の発根が弱く、太根根数が少なく、収量が低くなったと考えられる。

6. 茎の体内成分と頂芽部のホルモンレベルとの関係 体内の全糖が多いと、頂芽部のサイトカニン、アブシジン酸とインドール酢酸の含量が増加し、ジベレリン様物質の含量が減少した。不溶性窒素とホルモンとの関係についても、ほぼ同じような傾向が見られた (Fig. 4)。体内の成分と頂芽部のホルモンとの間に密接な関係があるように思われる。

前報<sup>3)</sup>と本実験の結果を合わせて考えると、茎の中の成分及び頂芽部のホルモンは苗質と密接に関係していることが明らかになった。また、乾燥ぎみあるいは少肥条件で育てられた苗いわゆる良苗は形態的にはS/R値が小さい、生理的には、体内の炭水化物特に可溶性糖分、窒素化合物特に不溶性窒素が多く、頂芽部にサイトカニン、アブシジン酸、インドール酢酸の含量が高く、ジベレリンの含量がやや少ないような特徴を持っていると言える。

### 要 約

ナスの苗質の生理的特徴を明らかにするために体内成分と頂芽部のホルモンレベルに及ぼす土壤水分と施肥量の影響を調べた。土壤水分処理として乾燥区、適湿区と多湿区を、施肥量の処理区として多肥区と少肥区を設けて実験を行った。

1. 乾燥区、少肥区の苗は適湿区と多肥区のものに比べて生育は抑制されたが、根への分配が多く、茎への分配が少なく、茎重/根重 (S/R) 値が小さかった。
2. 乾燥区、少肥区の苗は体内の還元糖、全糖、澱粉と全炭水化物の含量が多く、不溶性窒素と全窒素の含量も多かった。体内に可溶性糖分と不溶性窒素の多い苗はS/R値が小さかった。
3. 乾燥区では頂芽部のサイトカニン、アブシジン酸とインドール酢酸の含量が多く、ジベレリンの含量が少なかった。適湿区ではアブシジン酸の含量がもっとも少なく、ジベレリンの含量がもっとも多かった。少肥区の苗は頂芽部のサイトカニン、アブシジン酸、インドール酢酸の含量が多く、ジベレリンの含量が少なかった。サイトカニンとジベレリンの比率 (CK/GA) が大きく、ジベレリンとアブシジン酸の比率 (GA/ABA) が小さく、インドール酢酸の含量が多い苗はS/R値が小さかった。
4. 良苗の特徴として生態的に根が多く、S/R値が小さく、生理的には茎中の可溶性糖分と不溶性窒素が豊富で、頂芽部に含まれるジベレリンが少なく、アブシジン酸の含量が多く、オーキシンとサイトカイニンの含量も多いことが上げられる。

### 文 献

- 1) 加藤 徹・楼 惠寧：ナス・ピーマンの育苗とその生産力に関する研究 (第2報)。育苗期施肥量の影響。生物環境調節, 25, 13-18 (1987)。
- 2) 楼 惠寧・加藤 徹：ナス・ピーマンの育苗とその生産力に関する研究 (第4報)。ナスにおける育苗期の土壤水分の影響。生物環境調節, 25, 57-61 (1987)。
- 3) 楼 惠寧・加藤 徹：ナス苗の素質に関する生理的研究 (第1報)。日照時間と日照の強さの影響。生物環境調節, 26, 69-78 (1988)。
- 4) SHARP, R. E. and DAVIES, W. J.: Solute regulation and growth by roots and shoots of water-stressed maize plant. *Planta*, 147, 43-49 (1979)。
- 5) 高橋文次郎・江口麻雄・米田和夫：トマト及びナスの花成に関する研究 (第4報)。トマト及びナスの花芽分化に及ぼす温度ならびに肥料の影響。園学雑, 43, 237-246 (1973)。
- 6) 斎藤 隆・伊藤秀夫：トマトの生育ならびに開花・結実に関する研究 (第8報)。花芽形成に関する生理学的研究。園学雑, 36, 79-90 (1967)。



- 7) 斎藤 隆・伊藤秀夫：トマトの生育ならびに開花・結実に関する研究 (第10報)。花の形態、機能及び落花に及ぼす幼苗期の環境条件の影響 (2) 灌水量、摘葉及び Gibberellin 施与の影響。園学雑, 36, 19-27 (1967)。
- 8) 斎藤 隆・伊藤秀夫：トマトの生育ならびに開花・結実に関する研究 (第12報)。花の發育ならびに形態に及ぼす苗の栄養と低温の相互作用の影響。園学雑, 40, 18-22 (1971)。
- 9) AHARONI, N., BLUMENFELD, A. and RICHMOND, A. E: Hormonal activity in detached lettuce leaves as affected by leaf water content. *Plant Physiol.*, 59, 1169-1173 (1977)。
- 10) REID, D. M., CROZIER, A. and HARVEY, B. M. R: The effects of flooding on the export of gibberellins from the root to the shoot. *Planta*, 89, 376-379 (1968)。
- 11) REID, D. M. and CROZIER, A: Effects of waterlogging on the gibberellin content and growth of tomato plants. *J. Exp. Bot.*, 22, 39-48 (1971)。
- 12) 山村三郎・太田保夫：植物ホルモンのバランスに及ぼす窒素の影響 (第1報)。イネ茎葉のジベレリン含量及びエチレン生成に及ぼす窒素の影響。日作記, 49, 159-160 (1980)。
- 13) ZEEVAART, J. A. D: Changes in the levels of abscisic acid and its metabolites in excised leaf blades of *Xanthium strumarium* during and after water stress. *Plant Physiol.*, 66, 672-678 (1980)。
- 14) SIVAKUMARAN, S. and HALL, M. A: Effects of age and water stress on endogenous levels of plant growth regulators in *Euphorbia lathyris* L. *J. Exp. Bot.*, 29, 195-205 (1978)。
- 15) WRIGHT, S. T. C. and HIRON, R. W. P: The accumulation of abscisic acid in plants during wilting and under other stress conditions. In "Plant Growth Substances" ed. by CARR, D. J., p. 291-298, Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1972)。
- 16) 鄭 永浩・太田保夫：イネの光化学オキシダント障害に関する生理的研究 (第4報)。イネの内生アブシジン酸 (ABA) 含量及びオゾン感受性に及ぼす窒素施肥量の影響。日作記, 50, 570-574 (1981)。
- 17) PHILLIPS, I. D. J: Root-shoot hormone relation II. Changes in endogenous auxin concentration produced by flooding of the root system in *Helianthus annuus*. *Ann. Bot.*, 28, 37-45 (1964)。
- 18) 吉江修司・島田典司：蔬菜類苗の栄養生理的研究 (第2報)。育苗温度とトマト苗の組成成分について。千葉大園芸学報, 12, 69-74 (1964)。
- 19) 吉江修司・島田典司：蔬菜類苗の栄養生理的研究 (第3報)。苗床の水分含量及び移植回数とトマト苗の組成成分について。千葉大園芸学報, 13, 57-61 (1965)。
- 20) YAMADA, N. and OTA, Y: Physiological character of rice seedling (II). *Pro. Crop Sci. Soc. Japan*, 26, 78-80 (1957)。
- 21) 本多 靖・臼田純雄：イネ苗に関する生理生態学的研究。日作記, 27, 429-431 (1958)。
- 22) 宮崎督三・時津忠臣・村岡洋三：タバコ苗の栄養条件が定植後の生長に及ぼす影響。日作記, 26, 141-142 (1957)。
- 23) ENGELKE, A. L., HAMZI, H. Q. and SKOOG, F: Cytokinin-gibberellin regulation of shoot development and leaf form in tobacco plantlets. *Am. J. Bot.*, 60, 491-495 (1973)。
- 24) BERNIER, G., KINET, J.-M., JACQARD, A., HAVELANGE, A. and BODSONM: Cytokinin as a possible component of the floral stimulus in *Sinapis alba*. *Plant Physiol.*, 60, 282-285 (1977)。
- 25) KINET, J. M., SACHS, R. M. and NERNIER, G: The physiology of flowering. Vol. 3 CRC, Boca Raton, Florida (1985)。
- 26) NAPIER, D. R., JACOBS, G., VAN STADEN, J. and FORSYTH, C: Cytokinins and flower development in *Leucospermum*. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 111, 776-780 (1986)。
- 27) McDAVID, C. R., SAGAR, G. R. and MARSHALL, C: The effect of auxin from the shoot on root development in *Pisum sativum* L. *New Phytol.*, 71, 1027-1032 (1972)。

(昭和63年9月29日受理)

(昭和63年12月27日発行)

