

トマトの生育・収量におよぼす 環境要因の影響

V 苗素質について

相馬 暁* 岩渕晴郎**

Influence of Environmental Factors on the Growth and Quality of Tomatoes

V. Properties of the Seedling

Satoru SOUMA and Haruo IWABUCHI

トマト苗の生育ステージを表現する形態的指標としては葉/茎比が最も適切な指標であり、苗体内のC/N比、蛋白態窒素濃度など栄養生理的指標とも密接なつながりを持っていた。すなわち豊富な水分とN優位の状態の葉/茎比が5以上の若苗は、定植後の発根力に優れ、旺盛な養水分吸収をもたらすが、栄養生長過多傾向となり、尻ぐされ果、乱形果の多発などにより収量は不良となった。一方、N吸収が低下し、炭水化物が多量に蓄積した状態の葉/茎比3以下の老化苗は、定植後の栄養生長が衰退し、上位果房の着果数の減少や果実肥大の抑制を受けると共に、アミトマトや軟弱果の多発をうながし、ある程度の早期収量は得られるが、全収量は低下した。それに対し、両者の中間のN吸収がやや低下し、炭水化物の蓄積が始まった状態の葉/茎比3~5程度の苗は栄養生長と果実の着果・肥大のバランスがとれ、全収量が良好となり適正と思われた。なお、葉/茎比3~5の適正苗は一般的な育苗によると、育苗日数55~60日程度で、第1果房の開花始~開花期に相当した。

結 言

野菜作りは苗半作と古くから言われているが、実際、苗素質の相違に基づく生育・収量・品質の差異は顕著なものがあり¹⁾⁴⁾¹⁴⁾、著者らもトマト苗の素質と生育・収量との関係について一部検討を行い、苗素質が定植後の栄養生長のみならず、収

量・異常果の発生に多大な影響を及ぼすことを報告⁹⁾した。

このような苗素質の重要性を反映し、苗素質・育苗法に関する試験・研究は多く、また苗素質を表わす表現法も数多くある。まず当初は、育苗期間の長短を基礎に、草丈・葉数・苗重など栄養生長量の多少から、苗の穴・小で苗素質を表現した。そのような研究としては、キャベツ類について育苗中の移植回数を多くした大苗は定植後の植傷みが少ないが、必ずしも増収に結びつかないことを明らかにした、浅見¹⁾、熊沢ら⁷⁾の報告がある。

一方、それと逆に、山崎¹⁶⁾はトマトで移植回数4回(90日苗)、2回(60日苗)、0回(25日苗)の

1979年11月12日受理

* 北海道立中央農業試験場, 069-13 夕張郡長沼町

** 同 上 (現北海道立上川農業試験場, 078-02 旭川市永山町)

苗を比較し、露地早熟栽培では大苗（90日苗）ほど早熟性・越夏性・多収性など全ての面ですぐれていることを示した。しかし、ビニールトンネル栽培では、長期育苗の大苗を定植した場合、若苗より多少熟期は早まるが収量の伸びが十分でないことが多かった。実際栽培ではこれを“老化苗”の生産力低下と呼び³⁾、野菜生産安定のために解決しなければならない重要な問題として、多くの研究者によって検討されてきた。

その一つとして、藤井ら²⁾³⁾は苗の老化を生殖生長に傾きすぎて生産能力が低下した状態であると規定し、60～100日育苗のトマト苗で長期育苗のものほど苗素質の低下が目立ち、定植後温度など環境要因の影響を受けやすいことを明らかにした。そして苗素質を表わす指標として、栄養生長量の多少、すなわち大苗・小苗にかわって、苗の充実度を示す茎葉/草丈比や、T/R比、乾物率などの重要性を指摘した。

さらに、景山⁵⁾・巽¹⁵⁾は苗素質を表現する指標を

1) 形態的、2) 栄養生理的、3) 組織的、指標に大別し、数量化した。そしてトマト苗の素質、特に老化現象は育苗日数そのものよりも苗の生育ステージによるべきであるとし、その形態的指標として葉/茎比が茎葉/草丈比やT/R比よりも適切だとした。また、通常条件で育苗する場合、葉中の蛋白態N/T-N比や全糖/全炭水化物比の低下など苗の老化を示す徴候は、8～10葉期をすぎた時点から顕著に認められ、特に12葉期以降は老化の進行が速く、かつ、そのような苗体内の生理的状态を形態的指標としての葉/茎比がよく表現していることを示した。

著者らも昭和46年以来の一連のトマトを中心とした育苗試験結果から、苗素質に関して、その形態的・栄養生理的指標について二、三報告⁸⁾¹⁰⁾¹²⁾をなしたが、本報はそれらを含め、一連の試験を全体的にとりまとめ、苗素質の表現法、計測法を中心に、苗素質の意義について検討したので報告する。なお、参考としてメロン苗の形態的指標について一部検討を行った。

なお、本稿の取まとめに当たり、御指導御校閲をいただいた中央農業試験場奥村純一化学部長、細貝節夫園芸部長に心から謝意を表する。

試 験 方 法

試験年次及び試験内容は第1表に示すとおりで

第1表 試験内容と年次

年次	試 験 名 (内 容)
昭和	
46～51	簡易床土の造成及び比較検討
49～50	育苗期間中の苗素質・苗状況の推移
48～50	苗素質に及ぼす育苗条件の影響 1) 三要素適量検討及び欠除試験 2) 育苗管理（かん水頻度・鉢密度）技術の影響
50～52	農家慣行床土の実態調査
51～53	簡易検定基準策定に関する試験
51～53	メロン苗の苗素質検討試験

あり、各種検討は関連する試験を総合的にとりまとめで行った。なお供試作物及び品種は、46～53年のトマトの育苗試験には“ひかり”を供試し、51～53年のメロンの育苗試験には“ワンダフル”を使用した。

育苗条件は、は種をもみがらくん炭培地（46～49年）及びピートモス培地（50～53年）に行い、は種後20日目に鉢上げを行った。育苗に供試した床土は、46～50年の育苗試験にはピートモス：粗粒火山性土：沖積土＝2：1：1の速成床土を標準床土とし、その他各種速成床土を使用した。床土に対する施肥量はN：P₂O₅：K₂O＝240：600：240mg/ℓ（成分量）を硫酸：過石：硫加で施用し、ピートモスの酸性矯正には苦土石灰4.6g/ℓを使用した。

一方、51～53年の育苗には、ピートモス：沖積土＝1：1及びピートモス：火山性土＝1：1を標準床土として使用、その他各種速成床土、クレハ培土・ポットエースのような市販床土及び農家慣行床土を供試した。速成床土に対する施肥量はN：P₂O₅：K₂O＝250：600：250mg/ℓ（成分量）を硫酸：過石：硫加で施用し、ピートモスなどの酸性矯正は苦土石灰5.0g/ℓを使用した。なお、46～53年の全試験において、800cc有穴ポットを標準として使用した。また、は種日は3月1日（70日苗）を標準とした。

結 果

1. 苗状況・苗素質の年次間及び処理間の差異（50～53年）

各年次（50～53年）に行った試験処理の内、養分欠除試験など極端な処理を除いた各種試験区の苗状況・苗素質を比較検討し、60日苗及び70日苗の、農試慣行法による標準的生育相を第2表にとりまとめた。なお、農試標準区としてピートモス：火山性土＝1：1の速成床土区の生育量を併記した。

70日苗、全処理区数54、2,700ポットについてみると、G.I.乾物重、次で草丈と葉／茎比の変異が大きく、葉数の変異は小さかった。ところで各年次内における変異は50～53年全体の変異に比べて小さく、処理による影響もさることながら、気象など試験年次の相違に基づく影響の方が強く認められた。なお、供試床土条件をそろえた農試標準区をみても、年次間差異が認められた。

60日苗についても、70日苗の場合とほぼ同様な

傾向を示し、60日苗の標準的生育量をみると、草丈23.9±2.4 cm、葉数7.9±0.5枚、茎径5.03±0.26mm、G.I. 963±177、乾物重1.88±0.58g、葉／茎比4.42±0.40であった。一方、70日苗は草丈33.6±3.1 cm、葉数10.6±0.4枚、茎径6.26±0.36mm、G.I. 2,374±453、乾物重5.95±0.71g、葉／茎比2.96±0.23となった。

さらに、農家慣行苗と農試慣行苗の苗状況・苗素質の比較を実態調査¹²⁾を利用して行なうならば、農家慣行苗（三笠市17戸）は見かけの生育量の割に、乾物重が小さく、農試慣行苗に比べて全般的に苗の充実度が低い徒長傾向の苗であった。なお、この調査対象は63～76日苗であるが、しかし70日苗（3戸）のみで比較しても同様に徒長苗の傾向がみられた。

第2表 苗状況・苗素質の年次間・処理間差異

年次	項目	草丈	葉数	莖径	G.I.	乾物重	葉/莖比	年次	項目	草丈	葉数	莖径	G.I.	乾物重	葉/莖比
		cm	枚	mm	×10 ³	g / 株				cm	枚	mm	×10 ³	g / 株	
		70日苗								60日苗					
50年	最高値	48.0	11.6	7.54	3.66	8.92	3.69	50年	最高値	40.0	9.5	6.09	2.28	5.89	3.57
	最低値	29.0	9.2	5.38	1.79	4.30	2.10		最低値	26.5	7.6	4.44	0.98	1.71	2.49
	平均値	37.2	10.3	6.56	2.54	6.38	2.85		平均値	32.2	8.7	5.52	1.55	3.62	2.98
	CV	16.0	5.9	7.9	21.9	20.3	15.5		CV	—	—	—	—	—	—
	農試標準区	35.6	10.5	7.54	2.82	8.92	2.48		農試標準区	31.3	9.2	6.69	1.93	5.89	3.57
51年	最高値	47.8	12.6	7.95	5.17	9.77	3.23	52年	最高値	29.5	8.5	5.49	1.30	—	—
	最低値	31.3	10.4	6.41	2.41	4.13	2.28		最低値	21.4	7.5	4.49	0.73	—	—
	平均値	38.6	11.4	6.97	3.38	6.64	2.74		平均値	24.3	7.8	5.00	0.96	—	—
	CV	13.8	5.3	6.6	23.9	23.3	12.7		CV	9.2	3.2	6.0	16.1	—	—
	農試標準区	36.8	12.3	6.42	2.91	5.17	2.28		農試標準区	24.0	9.0	5.35	1.21	1.24	3.77
52年	最高値	32.4	10.4	6.26	2.18	7.63	3.53	53年	最高値	28.0	9.2	5.86	1.21	2.24	6.25
	最低値	26.1	9.4	5.33	1.89	4.58	2.27		最低値	15.4	6.3	4.16	0.57	0.90	3.59
	平均値	29.4	10.1	5.94	1.76	5.93	2.95		平均値	21.6	7.7	4.94	0.81	1.45	4.29
	CV	9.2	3.1	4.6	13.8	16.0	14.6		CV	15.7	14.5	9.1	22.7	26.0	15.4
	農試標準区	28.3	10.1	6.24	1.78	5.86	3.37		農試標準区	32.5	10.4	5.66	1.91	6.86	2.71
53年	最高値	34.0	11.1	6.22	2.28	6.86	4.20	全体	最高値	40.0	9.5	6.09	2.28	5.89	6.25
	最低値	23.8	9.4	4.59	1.08	2.65	2.71		最低値	15.4	6.3	4.16	0.57	0.90	2.49
	平均値	29.1	10.2	5.58	1.68	4.98	3.27		平均値	23.9	7.9	5.03	0.96	1.88	4.02
	CV	9.3	4.6	8.1	18.3	20.8	13.2		CV	19.9	11.8	10.4	36.8	61.7	20.0
	農試標準区	32.5	10.4	5.66	1.91	6.86	2.71								
全体	最高値	48.0	12.6	7.95	5.17	9.77	4.20								
	最低値	23.8	9.2	4.59	1.08	2.65	2.10								
	平均値	33.6	10.6	6.26	2.37	5.95	2.96								
	CV	18.5	7.2	11.5	38.2	23.8	15.6								

注 70日苗：50年11処理(550ポット)
51年16処理(800ポット)
52年11処理(550ポット)
53年16処理(800ポット)

60日苗：50年4処理(200ポット)
52年11処理(550ポット)
53年16処理(800ポット)

2. 苗状況・苗素質の形態的指標の推移 (49~50 年)

育苗日数の増加に伴う苗状況・苗素質の形態的指標の推移を第3表に示した。まず、秋育苗(49年)・春育苗(49・50年)とも、草丈・G.I.(草丈cm×葉数枚×莖径mm)など栄養生長量は当然な

なが育苗日数が長くなるにつれ増加した。一方、形態的指標としての、葉/莖比は育苗日数の増加に伴ない低下し、莖葉重/草丈比(莖葉/草丈比と略す)及び平均節間長は育苗日数の増加とともに一般的には高まった。

第3表 苗状況・苗素質の形態的指標の推移

年次	育苗日数 日	草丈	葉数	莖径	G.I. ×10 ³	花芽数		乾物重 g/株	莖重割合 %	葉/莖 比	平均節間長	莖葉/草丈 比
						第1果房	第2果房					
49年秋	40	10.2	5.3	3.5	0.19	0		0.21	14.4	5.93	1.92	0.02
	50	18.9	7.8	4.8	0.71	4.5		0.79	19.8	4.05	2.42	0.04
	55	24.7	8.8	5.0	1.09	4.9		1.43	20.1	3.97	2.81	0.06
	60	28.2	8.9	5.7	1.43	5.1	2.1	2.10	22.5	3.45	3.17	0.07
	70	34.8	10.8	5.7	2.15	5.2	4.3	3.65	25.0	2.99	3.22	0.11
	80	43.4	11.3	5.8	2.55	5.4	4.2	4.98	30.2	2.32	3.84	0.12
50年春	40	7.5	4.5	3.4	0.12	0		0.28	10.7	8.33	1.67	0.04
	50	9.6	5.5	4.3	0.23	0.3		0.51	11.8	7.50	1.75	0.05
	55	17.8	7.8	6.2	0.86	4.7	0.3	1.75	16.0	5.25	2.28	0.10
	60	24.8	9.2	6.5	1.48	5.2	3.5	5.09	20.6	3.85	2.70	0.21
	70	27.0	10.5	6.7	1.90	5.6	3.9	5.85	21.5	3.64	2.57	0.18
	70-密植	35.3	9.7	6.5	2.23	4.5	3.7	3.07	26.7	2.74	3.64	0.09

苗状況・苗素質の推移は秋育苗(49年9~11月)と春育苗(50年3~5月)で明らかに異なり、秋育苗は草丈の伸長が著しいが、莖径・乾物重の増加で春育苗より劣り、花芽数も少なかった。また、秋育苗では草丈の伸長に伴ない莖重割合の増加が大きく、そのため葉/莖比が小さくなっていた。そして平均節間長が伸び、いわゆる徒長苗の傾向を示し、かつ、莖葉/草丈比で示されるように地上部の充実度の低い苗となった。

このような秋育苗と春育苗の間に生じた相違は、主として光条件の差異によるものと推測された。事実、春育苗においても密植条件の処理区では、草丈及び平均節間長が伸び、地上部の充実度も低下し、秋育苗と類似した生育を示した。

3. 生育量間の相互関係 (49~51年)

5種の育苗試験、34処理区間で生育量間の相互関係を全体的に検討してみると、第1-a図のように、草丈・莖葉重で示される生育量が大きくなるほど、総葉長・最大葉長が伸び、莖重割合が増加した。しかし、鉢密度を4段階に変えた試験にお

いて、各処理区20株、計80株の生育量間の関係を検討したところ、第1-b図に示すように草丈の伸長が必ずしも総葉長・最大葉長・莖径の増加をもたらさなかった。すなわち、鉢密度を高めると、草丈のみが伸長し、葉長や莖径の増加が伴わない、秋育苗と類似した生育を示した。

この点を第1-c図に模式的にとりまとめた。すなわち、秋育苗は春育苗に比べて、草丈の伸長に伴う莖葉重の増加が少なく、平均節間長の伸びが著しかった。そして遮光及び鉢密度試験の結果は春育苗にもかかわらず、秋育苗と類似する結果を得、特に草丈の伸長につれ総葉長の増加が鈍化、停滞、抑制された。

このように、生育量間の相互関係において、育苗時期・処理内容によって時には一致しないものもあるが、G.I.、草丈、莖葉重、莖重割合の間には相互に常に高い相関々係が成り立ち、また、草丈、莖葉重と葉/莖比、平均節間長の間にも常に高い相関々係が認められ、これらの相互関係が安定したものであることを示していた。

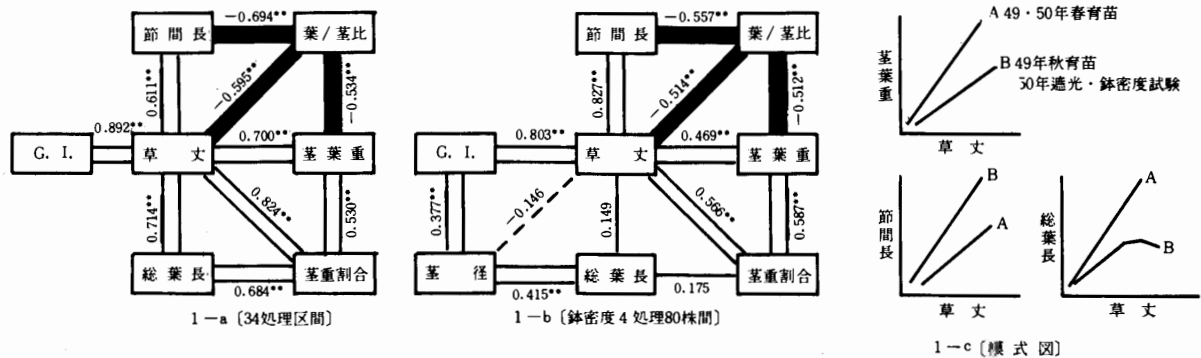


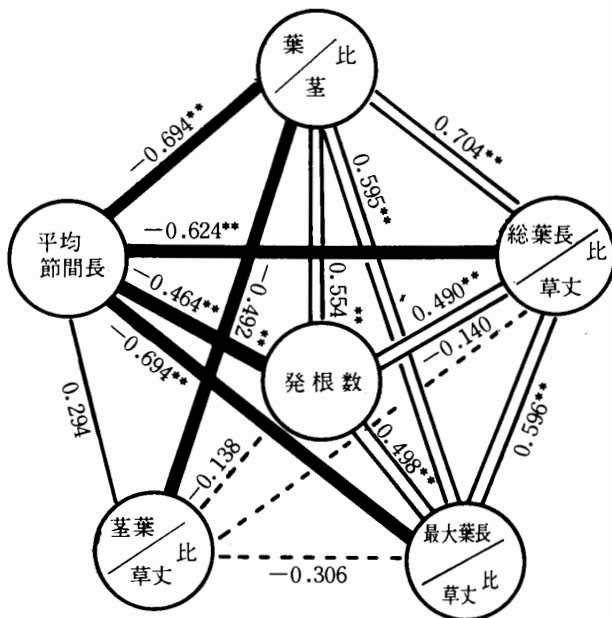
図1. 生育量間の相互関係

4. 形態的指標相互の関係 (49~50年)

苗素質を表わす形態的指標相互の関係を検討し、第2図にとりまとめた。苗の生育ステージ、老若を表わす⁵⁾⁸⁾¹⁵⁾葉/茎比は、まず第2-b図に示すように、発根数と高い正の相関々係にあった。なお発根数は、充分にかん水した川砂を温度18~20℃に保ち、根部を地ぎわより切断した苗を5cmさし込み、ビニールトンネル内で10日間おいた後、根数を調査した。

さらに、他の形態的指標、すなわち地上部(苗)

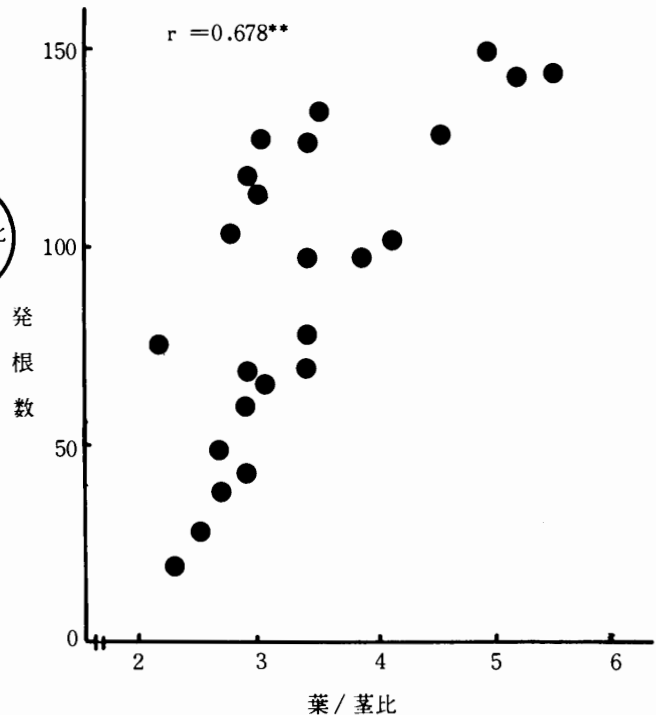
の充実度を示す茎葉/草丈比、徒長程度を示す平均節間長などとの相互関係を検討すると、第2-a図のように、葉/茎比と平均節間長・茎葉/草丈比の間には負の相関々係が成り立ち、また現場において、乾物重を求めることなく利用できる指標としての、総葉長/草丈比あるいは最大葉長/草丈比との間にも高い正の相関々係が認められ、かつ、これら指標と発根数との間にも相関々係が成り立つことから、現場で利用できる指標と思われた。



== 正相関1%水準
 ■ 負相関
 — 正相関有意性なし
 ---- 負相関

2-a

[5種の育苗試験]
 [34処理区間]



2-b [3種, 24処理区間]

図2. 形態的指標相互の関係

5. 苗状況・形態的指標と栄養生理的指標の相互関係 (49~53年)

形態的指標を葉/茎比で代表させ、苗体内成分、すなわち生理的指標との関係を検討したのが第3図である。葉/茎比の大きな若苗ほど全炭水化物、全糖が少なくなり、T-Nあるいは蛋白態N(P-N)が多くなることが、その相関々係から推測された。このことは葉/茎比の大きな若苗ほど、体内的にはN優位の、C/N比の小さな状態にあり、葉/茎比の小さな老化苗は逆に炭水化物の蓄積が起こり、いわゆるC優位の、C/N比が大きな状態であることを示していた。そして、形態的指標である葉/

茎比が実は苗体内の生理的状态を十分に反映していることがわかった。

さらに、苗状況・形態的指標・栄養生理的指標の相互関係について第4図にとりまとめた。その結果、草丈(苗状況)と葉/茎比・節間長(形態的指標)とC/N比(栄養生理的指標)の間に一連の高い相関々係が成り立ち、また茎葉重・総葉長(苗状況)と茎葉/草丈比と蛋白態N/T-N比・T-C濃度の間にも一連の高い相関々係が認められた。すなわち、苗状況、形態的指標は苗体内の栄養生理的状态の表現型であった。

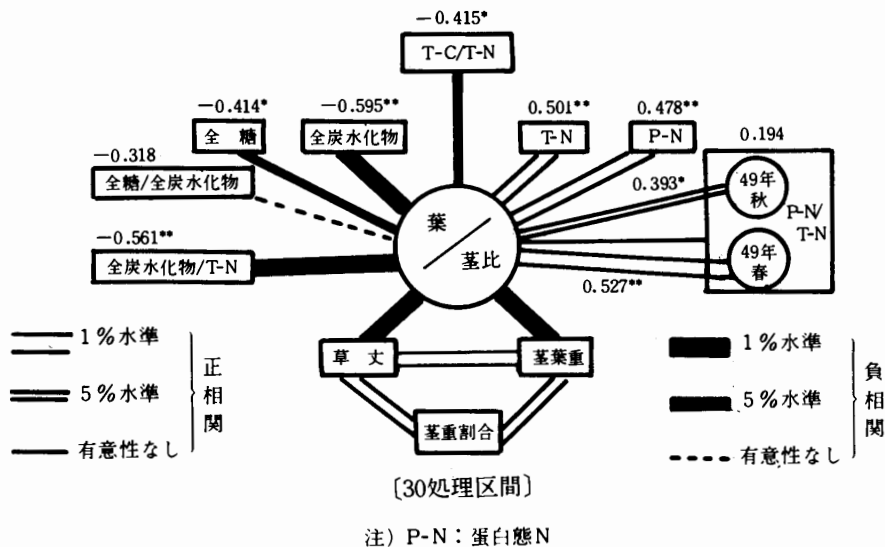


図3. 葉/茎比と栄養生理的指標

次に、栄養生理的状态の一端として、60日苗及び70日苗の苗体内養分濃度を第4表に参考としてまとめた。51~53年の各種育苗試験の内、農試慣行法により育苗した49処理区について検討した結果、70日苗でT-N $2.74 \pm 0.40\%$, P $2O_5$ $1.18 \pm 0.27\%$, K $2O$ $4.33 \pm 0.87\%$, CaO $2.20 \pm 0.37\%$, MgO $1.17 \pm 0.19\%$ 程度となり、60日苗はT-N $4.06 \pm 0.39\%$, P $2O_5$ $1.31 \pm 0.35\%$, K $2O$ $5.94 \pm 0.66\%$, CaO $2.77 \pm 0.48\%$, MgO $1.13 \pm 0.16\%$ であった。なお、吉江ら¹⁷⁾は良苗の体内成分濃度を60日苗でN:P $2O_5$:K $2O$ =4.5:1.0:8~9%程度とし、農試・農家慣行苗と異なった。この点は既に実態調査¹²⁾で指摘したように、育苗管理方法と施肥量の関連や、良苗(体内成分)条件の再検討が必要である。

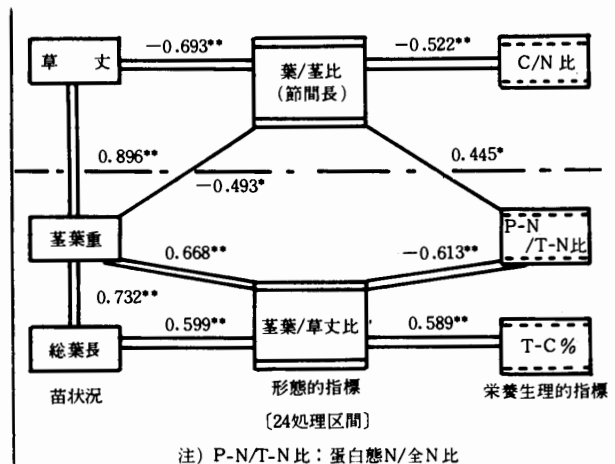


図4. 苗状況・形態的指標・栄養生理的指標間の相互関係

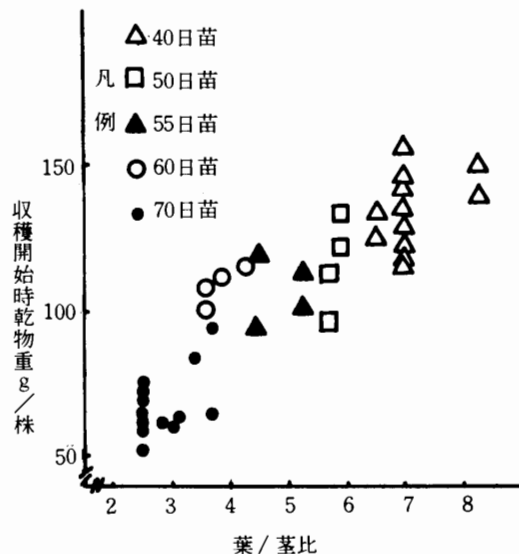
第4表 苗体内養分濃度 (%)

項目	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
	60 日 苗				
最高値	5.01	4.43	7.77	4.32	1.70
最低値	1.48	0.43	5.00	1.03	0.56
平均値	4.06	1.31	5.94	2.77	1.13
CV	19.4	54.1	22.2	35.0	28.9
	70 日 苗				
最高値	4.20	2.04	8.85	4.96	1.90
最低値	0.95	0.59	1.67	0.48	0.29
平均値	2.74	1.18	4.33	2.20	1.17
CV	29.0	39.0	40.0	33.5	33.0

注) 60日苗 分析点数 16点
70日苗 分析点数 49点

6. 苗素質が本ぼ定植後の栄養生長・収量に及ぼす影響

本ぼ定植後の栄養生長について検討すると、第5図に示すように、葉/茎比の大きな若苗ほど収穫開始時の乾物重が重くなり、明らかに栄養生長が旺盛となっていた。逆に葉/茎比の小さな老化苗は定植後の栄養生長が停滞・抑制される傾向がみられた。このように葉/茎比の大きな苗ほど栄



注) 本ぼ条件: 5月10日定植, トンネル・マルチ条件,
N基肥20kg+追肥20kgを標準

図5. 葉/茎比と栄養生長量

養生が旺盛になるのは、苗体内のN濃度、蛋白態N濃度などが高いことで示されるように、苗の生理的活性が高く、そのため、発根力が強く、定植後の養水分吸収が盛んであるためと推測された。

さらに、葉/茎比と収量の関係をとりとまとめ第6図に示した。葉/茎比の小さな老化苗(70日苗)

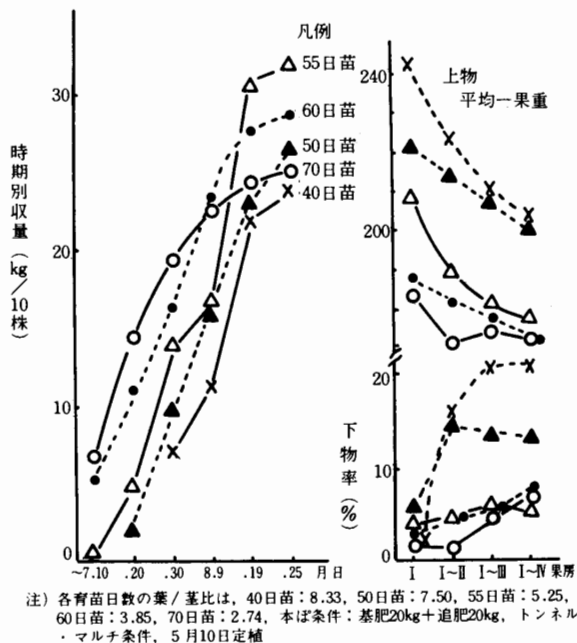


図6. 苗素質と収量

は定植後の栄養生長が抑えられ、上位果房の着果率の低下が生じ、そのため、ある程度まとまった早期収量は得られるが、全収量は伸びなかった。また上物平均一果重も小さく、果実肥大が不良であった。

一方、葉/茎比の大きな若苗は栄養生長過多傾向となり、尻ぐされ果が多発し、かつ下物率が高まり、樹勢の割に収量は伸びなかった。しかし、上物平均一果重は大きく、果実肥大は良好であった。なお、本試験(49年)の範囲内では栄養生長過多傾向となるも、上物平均一果重はまだ良好であるが、別に行った試験⁹⁾ではさらに栄養生長過多になると、果実は大きい乱形果(下物)が増加し、上物平均一果重もむしろ低下した。その点55~60日、葉/茎比3~4程度の苗は栄養生長と果実の着果・肥大のバランスがとれていて、全収量が良好であった。

7. メロン苗における検討(51~53年)

トマトについて明らかにした苗素質に対する考え方が単にトマト苗だけの特異的現象なのか、それとも野菜苗一般に適応できるものなのかを検討するため、参考としてメロン苗素質について調査した。

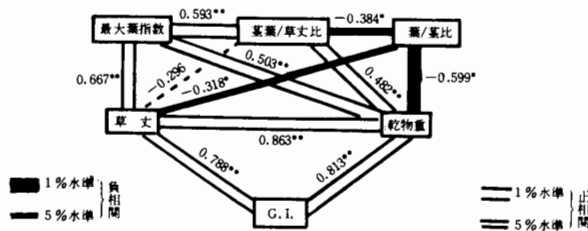


図7. メロン苗の苗状況・形態的指標の相互関係 (n=31)

まず、生育量として草丈、茎葉重、G.I. (茎長 $\times$ 葉数 $\times$ 葉径 $\times$ 葉厚) をとり、形態的指標として葉/茎比、茎葉/草丈比、最大葉指数 (一番大きな葉のタテ $\times$ ヨコ) をとり、これらの関係を検討した。その結果、草丈や茎葉重で示される生育量が大きくなるほど、葉/茎比は小さくなり、茎葉/草丈比、最大葉指数は大きくなることになった。また葉/茎比と茎葉/草丈比の間には負の相関関係が成り立ち、トマトの場合とまったく同じ関係が認められた。

さらに、メロン苗の葉/茎比と定植後の生育増加率、すなわち着果始めの乾物重を定植時の苗乾物重で割ったものとの関係を検討した。結果を第8図に示すが、葉/茎比の大きな若苗ほど生育増加率が大きく、トマトの場合と同じ結果を得た。さらに茎葉/草丈比、最大葉指標との関係をみたところ、各々負の相関関係が成り立ち、これもほぼトマトと同様な結果であった。さらに、52年に行った結果でも、最大葉指数の増加につれ、生育

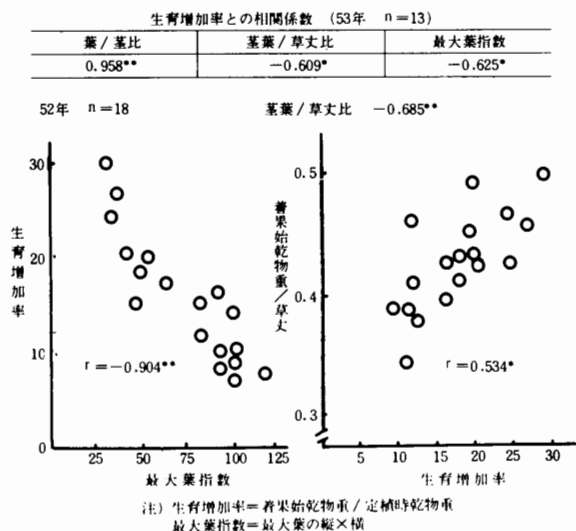


図8. メロン苗の苗素質と生育増加率

増加率が低下し、そして生育増加率の大きなものほど、着果始の茎葉乾物重/草丈比が高まり、草丈の割に茎葉重、特に葉重の大きな、葉が過繁茂となる傾向を示した。

論 議

苗素質の表現法は当初の草丈・葉数・苗重など栄養生長量の多少から大苗・小苗と表現したものが^{1,2,7,16)}、地上部と地下部の比率、すなわち T/R 比や、地上部の充実度を示す茎葉/草丈比など、より苗の質的な面へ検討が進み²⁾³⁾、さらに現在は苗の生育ステージを示す指標として葉/茎比の重要性が指摘され、栄養生理的指標の検討が始まった段階^{5,15)}である。そして著者らの既報告^{8,9,10,12)}はその延長線上で、北海道での育苗問題について論じたものである。

その中で著者らは形態的指標を、1) 草丈・茎径・葉数・苗重など栄養生長量を計測した苗状況 (一次指標) と、2) 一次指標 (苗状況) の組合せによって苗の質的な相違を表わそうとした狭義の形態的指標 (二次指標) とに分けて考えた¹²⁾。なお、G.I. は栄養生長量を一次的に計測したものでなく、その組合せであるが、しかし他の葉/茎比などと異なり、苗の質的な表示と言うよりは、より総合的な栄養生長量の表示であり、形態的指標でなく苗状況であると考えた。

さて、栄養生長量を示す苗状況の中で、育苗条件によって大きく変異するものは草丈・苗重・G.I. であり、逆に葉数は変異が少なく、育苗日数のある程度示し得るものであった (第2表)。ただ葉数が同程度の苗同士でも栄養生長量に大きな差異があり、苗素質的には相違が認められた¹²⁾。そのため葉数で苗の老若 (生育ステージ)・苗の素質を的確には表現し得ないものと思われた。

一方、栄養生長量の多少に基づく大苗・小苗と言う表現も実は生育ステージを示す意味で元来使用されており、山崎¹⁶⁾や熊沢ら⁷⁾の試験においても大苗イコール長期育苗の苗であった。それが一般化され、育苗期間が同じ場合も、大苗ほど生育ステージの進んだ苗と類推して使用した。それは一面妥当であったが、栄養生長量の大・小が必ずしも生育ステージの進展程度と一致しない場合が認められ、より適切な指標として葉/茎比が景山ら⁵⁾によって提唱された。著者らも、栄養生長量の

多少と苗の老若・充実度についても検討し、大苗が必ずしも若化苗とはかぎらず、小苗が必ずしも若苗でない場合もあり、栄養生長量の多少で生育ステージ（苗の老若）を正しく表現することが困難であることを知った¹³⁾。

苗状況は基本的には育苗日数の増加に伴い変化した。すなわち草丈・葉数・茎径・苗重・G.I.で示される栄養生長量は育苗期間が長くなるにつれ増加した。しかし生育量の増加は等質・等速ではなく、一般的に茎重の増加割合が葉重の増加割合より大きく、そのため葉/茎比は育苗日数の増大に伴い連続的に低下した。また、草丈の伸長速度より茎葉重の増加速度が速いため、茎葉/草丈比は長期育苗になるほど通常は大きくなった。同様に、葉数の増加速度が草丈の伸長速度に及ばないため、平均節間長も育苗日数が長くなるにつれ増加した（第3表）。

このように苗状況及び形態的指標は基本的には育苗日数の増大につれ、連続的に変化するものであり、そのかぎりにおいては生育ステージを表現していると言えるが、しかし育苗条件によって生育速度が種々異なるため、同一育苗日数でも、G.I.・苗重や葉/茎比の変異が大きく（第2表）、また遮光・密植・秋育苗と言った弱光条件下での育苗は一般的な春育苗の苗と明らかに異なり、草丈の伸長が著しいが、茎葉重の増加が少なく、そのため茎葉/草丈比が低下した（第3表）。すなわち、形態的指標としての茎葉/草丈比は育苗条件によって栄養生長（草丈）との関係が異なるため、苗の充実度を的確に表現するが、生育ステージを表わすには妥当でなく、育苗日数もまた生育ステージを全面的に示す指標にはなり得なかった。

その点、葉/茎比は育苗日数の増加に伴い連続的に低下するばかりでなく（第3表）、種々の育苗条件にもかかわらず、栄養生長量と常に一定の関係を保ち（第1-a, b図）、かつ発根力と高い正の相関関係にあった（第2-b図）。そして苗体内の栄養生理的状态をよく表現していた（第3図）。それ故に、苗の老若（生育ステージ）を示す形態的指標として葉/茎比が最適であった。

そこで葉/茎比を中心に苗の老若と本播定植後の栄養生長量・収量の間を関係を検討したところ、葉/茎比の大きな若苗ほど定植後の栄養生長量が旺盛になることがわかった（第5図）。しかし収量

は栄養生長過多となった若苗でも、栄養生長が衰退した老化苗でも低下し、両者の中間の苗で最も良好となった（第6図）。

その点を栄養生理的状态から検討すると、まずトマト苗はKrausら⁹⁾の指摘のように、1) 豊富な水分とN優位の段階(stage I-若苗)から、2) N吸収がやや低下し、炭水化物の蓄積が始まる段階(stage II-適正苗)を経て、3) N吸収がさらに低下し、体内に炭水化物が多量に集積する段階(stage III-老化苗)へと移り変わった。そのことは、葉/茎比の低下（生育ステージの進展）に従い、無機態養分濃度ばかりか、蛋白態N濃度も低下し、還元糖・全糖・全炭水化物・T-Cなどの濃度が上昇し、苗体内のC/N比が連続的に高まることから立証された（第3・4図）。

このようなトマト苗の栄養生理的状态の推移に基づき、定植後の生育・結実も、1) 栄養生長が著しく旺盛だが結実が不良な状態（若苗）から、2) 栄養生長がやや衰えるが結実が良好となる状態（適正苗）を経て、3) 栄養生長が一層微弱となり、結実が不良となる状態（老化苗）へと変遷し（第5・6図）、Kraus et al.⁹⁾の結果とよく一致した。

さて、全体をとりまとめるなら、トンネル・マルチ栽培において若苗とはN優位の状態の苗、stage Iの状態にあるもので、第5図にも示すように定植後、旺盛な栄養生長をもたらす、むしろ栄養生長過多となり、結実は尻ぐされ果・乱形果の多発により不良となった。それに対し、C優位の状態の、stage IIIの苗が老化苗で、定植後の栄養生長の衰退と、上位果房を中心とする着果率の低下及び果実肥大の不良のため収量が伸び悩んだ。また、両者の中間のstage IIの状態の苗が、定植後の栄養生長と果実着果・肥大のバランスがとれ、適正苗であった。それは育苗日数で言うとうと55~60日苗で、葉/茎比3~5程度の苗であった。

なお、トマト苗素質に対するこのような考え方はメロンに対しても、定植後の栄養生長量に関してはある程度共通な点がみられた。メロンはトマトと同じ果菜類でも、トマトのように栄養生長と生殖生長が完全に同時的に進展するタイプでなく、不完全ではあるが栄養生長と生殖生長の転換、すなわち茎葉の増加期とその後続く果実の肥大・成熟期がみられる。しかし、トマト苗の栄養生長

量と形態的指標との間に成り立った関係が、メロン苗においてもほぼ同様に成り立ち (第 7 図), また形態的指標としての葉 / 茎比の大きな苗ほど, 定植後の栄養生長が旺盛で, トマト苗の場合とよく一致した (第 8 図)。果実の着果・肥大については今後の検討にまたねばならないが, 少なくとも栄養生長量に関しては, トマト苗同様, 葉 / 茎比が形態的指標として有効と思われた。今後, 検討を深めて行くことによって, 果菜類一般についても, 統一的な苗素質の形態的指標を作り得るものと推測された。

参 考 文 献

- 1) 浅見与七. “蔬菜類の移植に関する研究 (第一報)” 農事改良資料, **81**, 304~320 (1934).
- 2) 藤井健雄. “ビニール栽培用果菜育苗の 2・3 の問題” 農業および園芸, **35**, 313~318 (1970).
- 3) 藤井健雄, 伊東 正. “トマト育苗における“老化苗”に関する一考察” 農業および園芸, **38**, 601~604 (1963).
- 4) 久富時男, 藤本幸平. “低温期のトマトの生育調整に関する研究. 第 2 報. 夜温・土壌水分・光量・苗質および窒素施肥量がトマトの生育・収量に及ぼす影響” 奈良農試報, **3**, 37~54 (1971).
- 5) 景山美葵陽, 巽 稔. “育苗に関する研究 I, トマト苗の素質について (1)” 園試報 A (平塚), **2**, 107~143 (1964).
- 6) Kraus, E. J. and H. R. Kraybill. “Vegetation and reproduction with special reference to the tomato” Oreg. Agric. Exp. Stn. Bull. **149**, 5~9 (1948).
- 7) 熊沢三郎, 南川勝次. “甘藍類の移植が活着並に生育に及ぼす影響” 園芸之研究, **32**, 74~84 (1936).
- 8) 相馬 暁, 平井義孝, 岩淵晴郎. “トマト被覆栽培における育苗技術改善に関する試験, 第一報. 育苗期間中の苗状況・苗素質の推移と二・三の苗素質判定基準の検定”. 北農, **42**(10), 12~28 (1975).
- 9) 相馬 暁, 平井義孝, 岩淵晴郎. “トマトの生育・品質におよぼす環境要因の影響. II. 育苗日数の相違がトマトの生育・収量・異常果の発生に及ぼす影響”. 北海道立農試集報, **34**, 32~40 (1976).
- 10) 相馬 暁, 岩淵晴郎. “トマト被覆栽培における育苗技術改善に関する試験, 第 3 報. 育苗時のかん水頻度が苗状況・苗体内成分・苗素質の形態的指標等におよぼす影響”. 北農, **44**(1), 24~40 (1977).
- 11) 相馬 暁, 岩淵晴郎. “トマト被覆栽培における育苗技術改善に関する試験, 第 5 報, トマト育苗床土の実態調査” 北農, **44**(4), 30~40 (1977).
- 12) 相馬 暁, 岩淵晴郎, 多賀辰義. “トマト被覆栽培における育苗技術改善に関する試験, 第 7 報, 育苗時の鉢密度が苗状況におよぼす影響と苗状況・形態的指標・苗体内成分の影響.” 北農, **44**(6), 22~34 (1977).
- 13) 相馬 暁, 岩淵晴郎, 多賀辰義. “トマト被覆栽培における育苗技術改善に関する試験, 第 9 報, トマト苗の選択的育苗技術確立のための床土条件の検討”. 北農, **45**(7), 1~11 (1978).
- 14) 武井昭夫, 早川岩夫, 嶋田永生. “施設栽培における土壌環境要因の解析と改善に関する研究 (3), 施肥法と育苗日数の相違がトマトの生育に及ぼす影響”. 愛知農総試研報, **B4**, 29~39 (1972).
- 15) 巽 稔, 景山美葵陽. “育苗に関する研究 II. トマト苗の素質について (2)”. 園試報, **A3**, 133~160 (1964).
- 16) 山崎肯哉. “蔬菜の育苗” 浅見与七博士還暦記念出版会編. 園芸技術新説. 養賢堂. 1955.
- 17) 吉江修司, 島田典司. “そ菜類苗の栄養生理的研究 (第 1 報) 苗床の肥沃度とトマト苗の組成分について” 千葉大園学報, **11**, 93~102 (1963).

Influence of Environmental Factors on the Growth and Quality of Tomatoes

V. Properties of the Seedling

Satoru SOUMA and Haruo IWABUCHI

Summary

The leaf/stem ratio was found to be the best index of the morphological growth stages of a tomato seedling. It related closely to physiological nutrient indices such as the C/N ratio and in vivo protein nitrogen level of the seedling. Thus, a young seedling which is well-supplied with water and nitrogen with a leaf/stem ratio of over 5:1 had good rooting after transplantation and absorbed water vigorously, but tended toward excessive levels of nutrients and growth, later with many fruits starting to rot at the point opposite the stalk and the fruits were of irregular shape, which resulted in poor crops. On the other hand, more mature seedlings which absorbed less nitrogen and had a leaf/stem ratio lower than 3:1 and with a high level of carbohydrate accumulation, declined in nutrient levels and growth after transplantation, and though cropped earlier to some extent, had lower total yields, due not only to the fewer fruits at the top of the plant and inhibition of fruit growth but also production of soft fruit and tomatoes with multiple and irregular segmentation. In contrast, an intermediate seedling with a little lower level of nitrogen absorption and a leaf/stem ratio of 3:1~5:1 in the initial stage of carbohydrate accumulation, appeared to be optimized because leaf and stem growth and fruit numbers and growth were balanced resulting in good total crop yields. The number of days taken to rear suitable seedlings with a leaf/stem ratio of 3:1~5:1 was generally about 55 to 60 days, which corresponded to the beginning of flowering to fullflowering of the first flowering cluster.