トマトの生育・品質におよぼす環境要因の影響

III. 水分条件と窒素用量が生育・収量・異常果の発生に及ぼす影響

相馬 暁* 岩渕晴郎*

Effect of Cultivation Environments on the Growth and Quality of Tomatoes

III. Effect of nitrogen fertilization and irrigation on the growth, yield and quality of tomatoes

Satoru SOUMA* and Haruo IWABUCHI*

夏秋トマトに対する窒素用量3段階(半肥，標肥，倍肥)とかん水量3段階（少，中，多）の3×3の組合せを枠試験で行った。多かん水ほど養水分吸収が旺盛で生育初期から栄養生長が促進され，平均1果重が最も大きく収量増加の原因となった。倍肥系列では初期生育の抑制を受けるが比較的軽く，土壌中無機態窒素量が高く推移し，生育後半の栄養生長が旺盛となり，総収穫果数，特に上位果房の着果数の増加が収量増加をもたらした。この傾向は標肥系列においてほぼ同じであるが，半肥系列では，生育後半の生育停滞と著しい着果数の減少によって収量も低下した。収量は多かん水・倍肥処理区が最も高く，一般的に窒素用量よりもかん水量の多少によってより大きく影響された。異常果の発生については，栄養生長と結びついた果実肥大時の養水分吸収の抑制がアミトマト（グスベリ状果）の原因であり，又着果数増大に伴う果房間の養水分競合が軟弱果に関与しているものと思考した。

緒 言

北海道の夏秋トマト（トンネル・マルチ栽培）の生育・収量・異常果(グスベリ状果及び軟弱果)の発生に及ぼす栽培環境・土壌条件など[3]や土壌水分（かん水）条件[14]・苗素質[15)18)]の影響についてはすでに報告したが，本報はさらに，これら異常果の発生しやすい老化苗（葉重/茎重比が小さく，発根力・養水分吸収力の弱い苗[7)16)17)20)]）を使い，種々の環境要因を窒素施肥量と土壌水分条件にしぼり，この二つの要因がトマトの生育・収量・異常果の発生に及ぼす影響について検討した。

なお本報におけるグスベリ状果は府県におけるアミトマトと一致し，昭和50年度園芸学会において後者に名称が統一された。本報においては既報との関連でグスベリ状果の名称を使用したが，以後はアミトマトに統一する。

なお，本稿のご校閲をいただいた北海道立根釧農業試験場長 松代平治氏，北海道立中央農業試験場園芸部長 細見節夫氏に厚く謝意を表する。

* 1977年6月3日受理

* 北海道立中央農業試験場，夕張郡長沼町

試験方法

試験は1 m² の枠に〝ひかり〟を供試品種として4株ずつ定植し，3連制で行なった。供試土壌は細粒質褐色低地土（夕張川河成沖積土）である。

栽培概要は，3月1日には種，5月10日に本ぽ定植，6月4日にトンネルを除去，同10日に手上げを行なった。栽培様式はポリマルチ・ビニールトンネル栽培で，5月下旬まではシルバーポリトウで二重被覆し，夜間の保温を図った。

試験処理は，施肥窒素量3段階（各枠当たり，半肥11g，標肥22g，倍肥44g－10a 当たり11kg，22kg，44kg 相当－）と水分条件3段階（少水分－目標 pF2.6，中水分－目標 pF2.3，多水分－目標 pF2.0）の組合せで行なった。処理圧は，半肥系列の少水分区を処理区1，中水分区を処理区2，多水分区を処理区3，標肥系列の少水分区を処理区4，中水分区を処理区5，多水分区を処理区6，倍肥系列の少水分区を処理区7，中水分区を処理区8，多水分区を処理区9とした。

施肥は各枠当たり，全量基肥として，窒素は処理区別通りの3段階とし，硫安で，燐酸：加里は成分量で20：22g ずつ過石：硫加で，全層施用し，同時に苦土石灰を50g ずつ施用した。

かん水は深さ10cm に埋設したテンシオメーターの測定値を目安に，pF2.0 設定の区に対しては各枠1回10mm 程度，pF2.3及び2.6設定の区に対しては1回5～10mmのかん水を行った。なお，定植後水分処理開始時までに10mm程度のかん水を6回行い，5月28日より水分処理を開始した。水分処理期間はビニール小屋かけを行なって，降雨を遮断した。

供試苗の苗状況は，草丈63.5cm，葉数13.0枚，茎径（地ぎわ）7.85mm，葉重／茎重比1.83，茎葉重／草丈比2.31，育苗日数70日苗である。

結　果

1. 水分処理結果

水分処理は降雨遮断条件で行なったので，処理に応じ，図1に示すように，目標 pF 値よりやや乾燥傾向になったが，土壌水分条件には明確な差異が生じた。なお表示しなかったが，下層20cm部においても処理区間の差異が明らかに認められた。

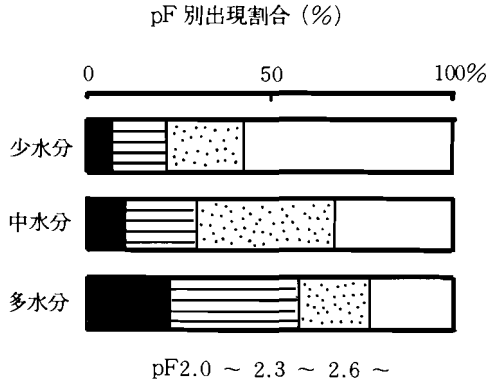


図1　水分処理結果（10cm部）

2. 土壌分析結果

土壌中の無機能窒素量の推移を表1に示す。無

表1　土壌中無機態N量（mg/100 g 乾土）

処理区 No.	窒素系列	水分処理	6月28日			7月30日		
			NO_3－N	NH_4－N	N 合 量	NO_3－N	NH_4－N	N 合 量
1	半肥系列 11kg／10a	少水分	3.12	0.59	3.71	0.47	0.18	0.65
2		中水分	2.01	0.49	2.50	0.30	0.22	0.52
3		多水分	0.93	0.15	1.08	0.23	0.17	0.40
4	標肥系列 22kg／10a	少水分	5.18	0.84	6.02	2.04	0.69	2.73
5		中水分	4.52	0.89	5.41	0.98	0.33	1.31
6		多水分	3.00	0.30	3.30	0.43	0.27	0.70
7	倍肥系列 44kg／10a	少水分	10.20	1.55	11.75	4.18	0.42	4.60
8		中水分	8844	1.29	9.73	1.69	1.02	2.71
9		多水分	7.12	1.20	8.32	1.22	0.43	1.65

機能窒素量は窒素施肥量の増加につれ増大し，多水分条件になるほど減少した。特に半肥系列（処理区1, 2, 3）の無機能窒素量の減少が顕著であった。

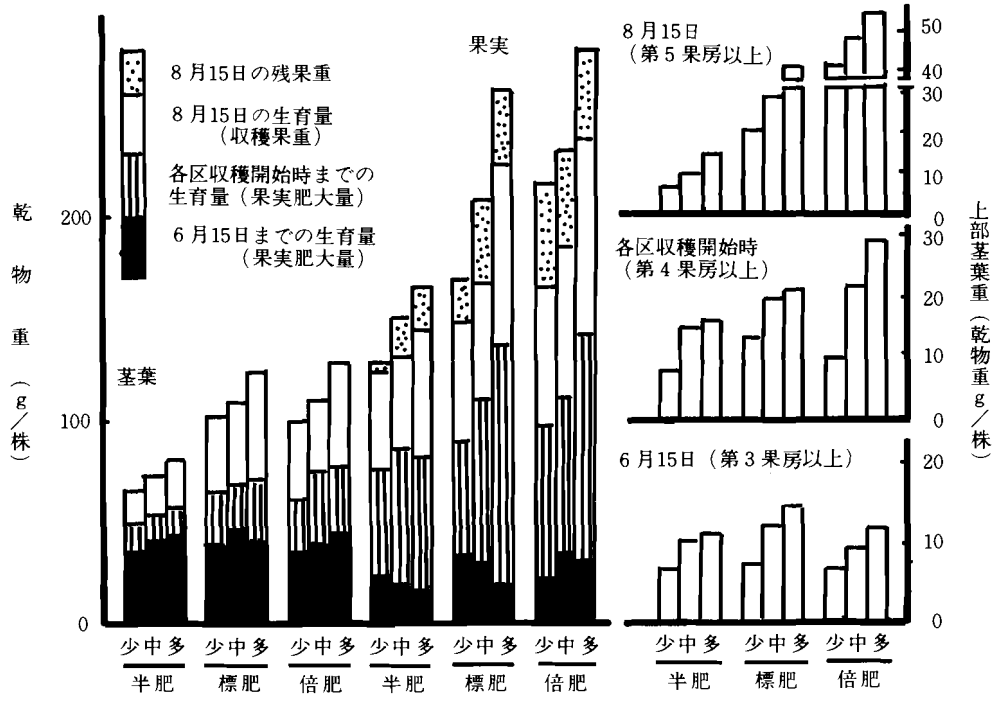
3. 生育調査結果

土壌水分条件及び無機能窒素量に生じた明確な差異がトマトの生育に及ぼす影響を検討した結果，草丈・葉数・G.I（草丈cm×葉数枚×茎径mm）などで示される見かけの生育量は，表2に示すとおり，各調査時期とも水分条件が多水分になるほど旺盛となり，その差異は時間の経過と共により明確となった。一方，窒素施肥量と生育量の関係は生育時期によって異なり，生育初期（6月15日）では倍肥系列（処理区7, 8, 9）の生育が標肥系列よりやや劣り，多窒素施肥による生育抑制が認められた。しかし，その後生育の進展と共に倍肥系列

表2　生育調査結果

処理区別（各区平均）	6月15日		各区収穫開始時*		8月15日	
	草丈 cm	G.I.**×10^3	草丈 cm	G.I.**×10^3	草丈 cm	G.I.**×10^3
少水分	116.8	27.1	137.4	40.1	211.3	87.9
中水分	120.9	29.4	151.3	44.1	227.3	93.9
多水分	125.6	31.2	152.7	46.0	248.3	108.5
半肥系列	118.9	27.7	132.7	34.9	180.2	64.9
標肥系列	122.1	30.5	149.0	43.9	241.3	102.3
倍肥系列	122.3	29.5	157.7	51.9	265.5	123.2

* 収穫開始時は，処理区1，2，3，4が7月8日。処理区5，6，7，8，9は7月12日。
** G.I.＝草丈cm×葉数枚×茎径mm



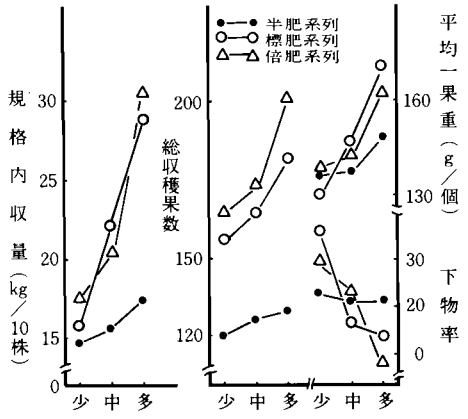
注：収穫果実の乾物重は各区10個体の平均乾物重を収量に乗じて求めた。

図2　時期別生育増加量

の生育は旺盛となり，一方，半肥系列（処理区1, 2, 3）の生育量が明らかに，標肥・倍肥系列より劣りだし，生育後半（８月15日）に至っては，水分処理以上の生育差が窒素施肥量の違いによって生じた。なお，半肥系列の多水分区（処理区３）は収獲始め頃に，すでに肥切れの様相を示し，中・少水分区（処理区2, 1）も順次，肥切れの様相を示した。

乾物重の時期別増加量を図２に示した。茎葉の生育量は，草丈・G.Iで示される見かけの生育量とよく一致し，全期間を通じて多水分条件ほど生育が旺盛であり，生育初期には倍肥系列で一部生育抑制が認められたが，生育後半には逆に倍肥・標肥系列の生育が旺盛となった。一方，果実の肥大・収獲果重はほぼ茎葉の生育傾向と一致し，本試験の範囲内では栄養生長の旺盛なものほど収獲果重が増加した。

4. 収量調査結果



＊下物率：90ｇ以下の屑果・奇型果／総収穫果数

図３　収量調査結果（10株当たり）

収量調査結果を図３に示す。規格内収量は多水分条件ほど明らかに増加し，一方，窒素施肥量では，半肥系列の収量が明らかに劣った。しかし，中・多水分条件下では標肥系列と倍肥系列の差はあまり明確ではなかった。多水分条件あるいは多窒素施用による収量向上の要因の一つは総収穫果数が増加するためであり，表示しなかったが，本試験の範囲内では総収穫果数と総着果数の間に高い正の相関々係が認められた。なお，下物率（90ｇ以下屑果・奇型果数/総収穫果数）は一般に多水分条件ほど少なく，平均一果重は多水分条件ほど逆に高まり，共に収量向上の要因となった。

異常果の発生率を図４にとりまとめた。1)グスベリ状果は少水分条件ほど著しく増加し，窒素施肥量との関係はあまり明確でないが，多水分条件の半肥区（処理区３）でやや多かった。2)軟弱果はグスベリ状果と逆に多水分条件ほど多発する傾向にあり，また窒素施肥量の増加につれ，やや発生率が高まるようであった。3)尻ぐされ果は少水分，多窒素施肥ほど発生率が高まった。なお，すじぐされ果は発生率が低く，一定の傾向が認められなかった。

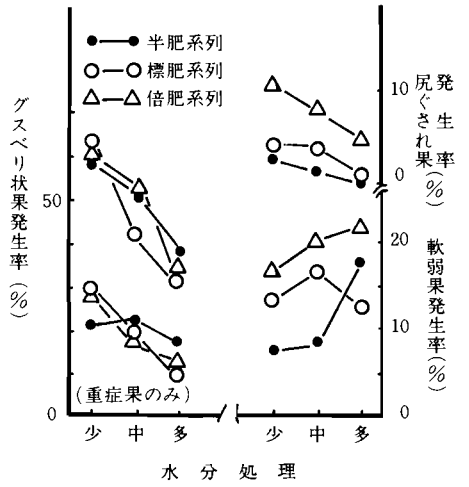


図４　異常果発生割合（個数割合）

5. 作物体養分吸収状況

図５に示すように，茎葉における全窒素濃度は生育の進展につれ低下し，窒素施肥量の増加に伴い上昇した。そして水分条件との関連では，土壌中無機能窒素量が豊富に存在する段階では多水分条件ほど体内濃度が高まり，無機能窒素量の消耗に従い，多水分条件で体内濃度が低下した。そのため，一般的には生育初期～収穫開始時迄は多水分条件ほど体内全窒素濃度が高く，半肥系列あるいは生育後半においては多水分条件で体内濃度が低下した。

果実内においても窒素施肥量の増加に伴う体内全窒素濃度の上昇は全期間を通してほぼ明らかであり，それに比べて水分処理の影響はあまり明確

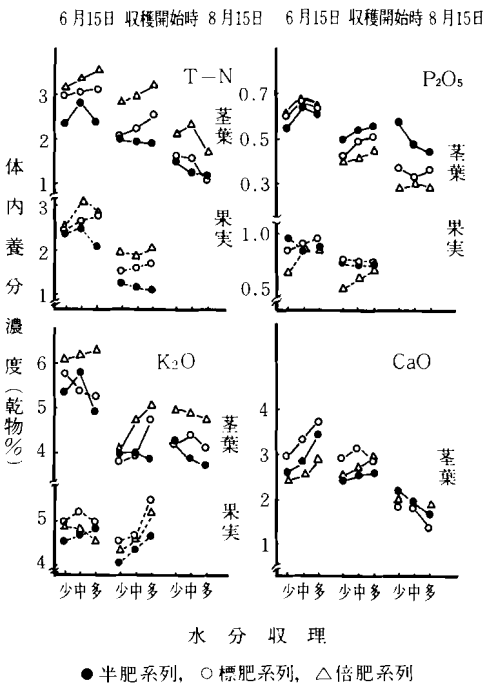


図5　体内養分濃度の推移

ではなかった。

燐酸濃度は，茎葉において生育初期にはあまり明確な傾向を示さないが，その後窒素施肥量の増加につれ体内濃度が低下する傾向を見せた。なお果実（未熟果）においてはあまり明瞭な傾向は認められなかった。

加里濃度は，茎葉において全般的に，窒素施肥量の増加で上昇し，全窒素濃度の推移と類似していた。果実内では生育初期～収穫開始期にかけて，標肥系列の体内濃度が高く推移し，収穫開始時では多水分条件ほど体内加里濃度が高かった。

茎葉の石灰濃度は生育初期に多水分条件ほど高まるが，その後窒素施肥量の少ないほど多水分条件で明らかに低下した。一方，倍肥系列は生育初期～収穫開始時にかけて体内濃度が抑えられていた。なお果実内濃度は茎葉に比べ非常に低く，比較するのが困難であった。

養分吸収状況は表示しなかったが，茎葉の全窒素吸収量は各時期とも窒素施肥量の増加に伴い増大し，一般的に多水分条件ほど増加した。その後，生育後半の土壌中無機態窒素量の消耗が著しい多水分区（処理区3，6，9）で減少していた。一方，果実の全窒素吸収量も窒素施肥量の増加につれ増大し，また一般的に多水分条件で増加した。

燐酸吸収量は，茎葉においては各時期とも多水分条件ほど増大したが，窒素施肥量との関係では，茎葉・果実とも標肥系列がもっとも多かった。

加里吸収量は，茎葉・果実とも多水分条件及び多窒素施肥で一般的に増加し，生育経過につれ，その傾向はより明確となった。それに対し，石灰・苦土吸収量は茎葉・果実とも全窒素吸収量の変化・推移と類似していた。

6. 体内養分濃度と栄養生長

作物体茎葉部の養分濃度と栄養生長の関係を検討し，表3にとりまとめた。例えば生育初期（6月15日）の燐酸及び石灰の体内濃度と同期の栄養生長量（茎葉乾物重）との間に高い正の相関々係が認められ，次の時期の生育量とは全窒素，燐酸濃度が高い相関々係にあった。また収穫開始時の全窒素・加里・石灰濃度が同時期及び次の時期（8月15日）の栄養生長量に影響を及ぼしていた。すなわち，燐酸濃度は生育初期に高い効果を示すが，その後影響力は低下した。また逆に全窒素濃度は初期には多窒素施肥区で生育抑制を受けるため生育と濃度との間に相関々係が認められないが，その後加里・石灰と共に影響を強めていた。

7. 果実肥大について

果実内養分濃度と果実の肥大について検討し，

表3　茎葉養分濃度と生育（n＝9）

項目		茎葉乾物重（g／株）				
	対応	6月15日	収穫開始時	対応	収穫開始時	8月15日
T−N	%	6月15日（生育初期） 0.394	0.832**	収穫開始時	0.793*	0.742*
P_2O_5	%	0.769*	0.690*		−0.509	−0.557
K_2O	%	−0.198	0.585		0.742*	0.682*
CaO	%	0.801**	0.143		0.728*	0.753*

表4にとりまとめた。生育初期の果実内窒素濃度が高いほど，同時期及び次の時期（収穫開始時）の果実乾物重が重く，果実の肥大に関与していることがわかった。しかし，この時期（6月15日）の果実の大小は次の時期の果実の大小とあまり関連性がなかった。

表4　果実乾物重・果実養分濃度と果実肥大

項目	果実乾物重（g／株）						
	対応	6月15日	収穫開始時	対応	収穫開始時	収穫全果*	総着果重**
T−N　%	6月15日（生育初期）	0.683*	0.669*	収穫開始時	0.754*	0.769*	0.803*
P_2O_5　%		0.075	0.099		−0.056	−0.143	−0.239
K_2O　%		0.206	0.111		0.881**	0.892**	0.770
果実乾物重 g		−	0.324		−	0.983**	0.927**

＊収穫全果：8月20日迄に収穫し得た果実の全乾物重
＊＊総着果実：（収穫全果＋残果）乾物重
注　他に6月15日の果実乾物重と収穫全果重，r＝0.277
　　収穫全果乾物重と総着果重，r＝0.946**

収穫開始時の果実内加里濃度は同時期の果実重あるいは収穫全果重・総着果重と高い正の相関々係が認められ，また全窒素濃度も同様に正の相関が認められた。一方，この時期の果実重は収穫全果・総着果重と高い相関々係にあり，収量をある程度推測させるものと思われた。

8. 収量構成要因について

栄養生長量と収量の関係を中心に，収量構成要因について表5にとりまとめた。栄養生長量を見かけの生育量G.I.と乾物生産量（茎葉乾物重）とで代表させ，収量・収穫果数・平均一果重との関係をみてみると，G.I.と茎葉乾物重は収量との間に本試験の範囲内では高い相関々係が成り立ち，栄養生長の旺盛なものほど収量が向上した。

栄養生長量は，生育初期（6月15日）のG.I.・茎葉乾物重と平均一果重の間に正の高い相関が認められるように，初期には果実の肥大を通じて収量向上に寄与し，収穫開始時から生育後半にかけては着実数確保（特に上位果房における）による総収穫果数の増大によって，収量向上に関与していた。なお，栄養生長の衰退は上位果房の着花・果数を著しく低下させ，総収穫果数の減少を通じ，

表5　生　育　と　収　量

項目	対応	収量	総収穫果数	平均一果重 g	対応	収量	総収穫果数	平均一果重 g	対応	収量	総収穫果数	平均一果重 g
G.I.	6月15日	0.833**	0.467	0.791*	収穫開始時	0.860**	0.953**	0.536	8月15日	0.896**	0.674	0.644
茎葉乾物重		0.611	0.550	0.717*		0.849**	0.934**	0.544		0.913**	0.967**	0.648
平均一果重						0.869**						
総収穫果数						0.949**						

収量低下につながった。

9. 異常果の発生に関与する要因

異常果の内，グスベリ状果と軟弱果を中心に，生育・果実肥大・着果数・収量との関係を検討し表6に示した。

グスベリ状果の発生は生育初期（6月15日）の栄養生長量の増大につれ低下し，また収量向上，平均一果重の増大（果実肥大の促進）につれても明らかに低下した。すなわち収量を低下させる栄養生長の抑制がグスベリ状果の発生につながった。一方，軟弱果は収穫開始時～生育後半の生育量と正の相関々係にあり，総収穫果数（総着果数）の増大に伴い増加する傾向にあった。

養分吸収量と異常果発生率の関係をみてみると，表示しなかったが，グスベリ状果は上部茎葉・茎葉・果実の燐酸・加里・石灰などの吸収量の低

表6　生育・果実肥大・収量と異常果発生率(%)

項目	対応時期	グスベリ状果発生率	同重症果発生率	軟弱果発生率
G.I.	6月15日	−0.816**	−0.695*	0.416
	収穫開始時	−0.357	−0.357	0.773*
	8月15日	−0.223	−0.361	0.718*
茎葉重g乾／物株	6月15日	−0.846**	−0.124	0.299
	収穫開始時	−0.412	−0.410	0.745*
	8月15日	−0.523	−0.261	0.646
収量		−0.685*	−0.772*	0.596
平均一果重		−0.889**	−	0.372
総収穫果数		−0.473	−	0.685*
グスベリ状果発生率		−	−	−0.358

下に従い発生率が高まり既報[14)15)18)]と同様な結果がえられた。また軟弱果は茎葉・上部茎葉の全窒素・苦土等と正の相関々係をもつが，果実吸収量とはあまり明確な関係を示さなかった。しかし，全体としては全窒素の吸収増大につれ発生率が高まるようであり，多窒素－多水分条件で発生率が高まることを，ある程度裏付けるものと思われた

論　　議

トマトの養分吸収や施肥量に関する既往の報告[1)8)10)]は多く，窒素施肥量については，かなり少ない施肥量でもある程度の生育は維持されるとしている。そのような立場から，郷間ら[2)]は施肥適量として，窒素：燐酸：加里（成分量）＝20：20：20kg/10aを基準とし，蟻川ら[1)]はこれ以上は過剰施用であるとした。それに対し，久富ら[4)]は冬作トマトに対しては10a当たり窒素30kg前後の施肥量が必要があるとし，一方，松村ら[9)]はトマトの養分吸収量は，10a当たり収量が9.3tの時，窒素：燐酸：加里＝25.6：6.7：47.3kgであるとし，トマトを窒素吸収量の比較的多い野菜とみなした。

ところで，農家の施肥実態は，府県の場合，嶋田[13)]の調査実例（愛知県25戸）によると窒素：燐酸：加里（成分量）＝37.6：24.0：27.4kg程度であるが，著者らの調査（三笠市32戸）によると窒素：燐酸：加里＝42.3：42.4：37.5kg/10aとかなり多く，特に燐酸施肥量が増えていた。この値は道の施肥基準（窒素：燐酸：加里＝22：20：22kg/10a）を大巾に上廻る値であり，蟻川ら[1)]のような過剰施用なのか，また実際に必要な量なのか問題である。

一方，養分吸収は単に施用した養分量に支配されるのみならず，栽培環境に大きく影響されることは言うまでもなく，久富ら[4)5)6)]は苗素質・土壌水分・光量等との関連で窒素用量を検討しており，また竹下[19)]は水分条件との関連から窒素用量を検討し，多水分条件ほど生育・収量が向上するが，窒素用量との関係はあまり明確でないとしている。なお，沖森ら[11)]はトマトの生育・収量を最も良好にする水分条件はpF1.6の多水分であるとした。

著者らはこれらの既往の報告を踏まえて，道央のトンネル・マルチ栽培における夏秋トマトの異常果発生防止対策の一環として，窒素用量と水分条件の組合せについて検討した。その結果，降雨遮断条件で行なったので，水分処理は目的どおり処理区間に顕著な差異をもたらし（図1），その水分処理と窒素施肥量によって，土壌中無機能窒素量及びその推移に明確な変化をもたらしていた（表1）。これら土壌水分条件及び無機能窒素量の明らかな差異に基づき，G.I.や草丈で示される見かけの栄養生長量あるいは乾物重で示される生育量にも著しい相違が生じた（表2，図2）。すなわち，①水分条件が多水分になるほど各時期とも生育が旺盛となった。②生育初期には倍肥系列で，上部茎葉重などで明らかなように，生育抑制が認められた。③生育後半には，土壌中無機能窒素量の消耗の激しい半肥系列の生育は肥切れの様相を示し，生育が停滞した。それに対し，土壌中の無機能窒素量が比較的高く推移した倍肥系列の生育は旺盛に維持された。

次に作物体の養分吸収状況から生育の差異を解析すべく，まず，作物体内養分濃度と栄養生長・果実肥大の関係を検討した。生育初期の体内高燐酸濃度は初期生育を旺盛にするが，その後影響力が低下し，茎葉の高窒素濃度は極端な場合（倍肥系列）には初期生育を抑制するが，その場合であってもその後生育後半の旺盛な栄養生長を維持するのに効果があった（表3）。一方果実の肥大に関しては，果実中の全窒素濃度が果実肥大の初期から収穫期まで深く関与し，収穫開始時を中心に加里濃度が高い程，果実の肥大が促進され，収穫果重・総着果重が増加した（表4）。

多水分条件では生育初期から窒素・燐酸の吸収が促進され，体内濃度が比較的高く維持し，収穫開始時には加里や石灰吸収もほぼ同様な傾向を示した。このような初期からの燐酸・窒素吸収の促進が前述のように，生育初期から旺盛な栄養生長をうながした、それに対し，窒素施肥量の増加は，土壌中塩類濃度を高め濃度障害的に初期生育を抑制した。また養分吸収面においては燐酸あるいは石灰の吸収が倍肥系列で抑えられる傾向にあり，生育抑制の一要因となったものと思われる。しかし，体内窒素・加里濃度がその後とも高く維持されることにより，生育後半の旺盛な栄養生長をもたらした。一方，半肥系列は土壌中無機能窒素量の消耗に伴い，窒素吸収量が著しく減少し，体内窒素濃度も低下した。また加里吸収量・体内濃度も低下し，これが生育停滞の要因となったものと思われる。

次に，収量について検討するなら，規格内収量は規格内総収果数×平均一果重によって決まる。そして規格内総収穫果数とは総収穫果数から下物果数を除いたものであり，また総収穫果数とは収穫段位果房数×一果房果数によって決まる。なお総収穫果数と総着果数の間には，本試験の範囲内では正の相関が認められた。

さて，このような収量構成要因に水分処理及び窒素施肥がどのように関与し，収量向上につながったかを検討してみると，①多水分条件による生育初期からの旺盛な栄養生長は果実の肥大（平均一果重）を促進し，下物率を低下させ，収量向上に寄与した（表５）。そして，そのような条件下では一般的に果実内の全窒素・加里・石灰濃度が高く保たれ，果実肥大を促進した（表４）。②多窒素条件による生育後半の旺盛な栄養生長は上位果房の着果確保による総収穫果数の増大を通じて，収量向上に関与していた（表５）。③半肥系列のような少窒素条件は生育後半に栄養生長が衰退し，上位果房の着花・果数が減少し，総収穫果数の減少を通じて収量低下につながった。④多水分一多窒素条件の組合せ（処理区９）は初期生育の抑制も比較的軽く，生育後半まで旺盛な栄養生長が維持され，果実肥大・収穫果数増大により，最も収量が高まった。

ここで全体を総括的にとりまとめるならば，比較的溶脱の激しい枠条件下で老化苗を用いて行なった本試験において，夏秋トマトの生育・収量は，半肥系列（11kg/10a）においては水分条件の多少にかかわらず他系列より劣るが，標肥（22kg/10a）・倍肥（44kg/10a）系列間にはあまり明確な差異は生ぜず，窒素施肥量間の差より，水分条件によって生育・収量がきまるとの竹下ら[19]の結果と一致した。しかし，一応の目安としては 10a 当たり，多水分条件（pF 2.0）では窒素44kg前後，中水分条件（pF 2.3）では窒素22kg前後が妥当と思われる。なお，本試験のように基肥のみで十分ならば追肥の省力化が可能であり，今後，緩効性窒素の導入・施肥法との関連から一層の検討が必要と思われる。

異常化の発生について二～三検討を加えてみるならば，グスベリ状果は栄養生長（特にその時点の栄養生長の中心部位である上部茎葉の栄養生長）の抑制及びそれに伴う果実肥大の停滞・収量低下によって多発し（表８），またそのような条件下の茎葉・上部茎葉・果実中の燐酸・加里等の吸収低下が認められ，従来の結果[14)15)18)]とも一致した。このようなことから，グスベリ状果の発生は果実肥大時の不利な養分吸収条件に問題があり，作物体全体の栄養状態が関与しているものと推測された。

一方，軟弱果はあまり明確ではないが，生育後半まで旺盛な栄養生長が持続され，上位果房の着果数が確保されるような条件下で多発する傾向にある（表８）ことから，着果数増大に伴う果房（果実）間の養水分競合が発生要因の一部になっているものと推測され，今後，摘果によって着果数を制限した条件下での検討が必要と思われる。

以上の結果から，収量向上・異常果の発生に関与した要因をとりまとめるなら，まず窒素施肥量と水分処理の差異によって生じた土壌中無機能窒素量の相違が，土壌水分条件（かん水量）の差異と共に，作物体の養水分吸収に深く関与し，吸収量や体内養分濃度に影響を与え，栄養生長量を左右し，果実肥大にもかかわっていた。すなわち，①多水分条件による旺盛な養水分吸収は体内の全窒素・燐酸濃度の上昇や吸収量の全体的な増加をうながし，生育初期からの旺盛な栄養生長をもたらした。この生育前半の旺盛な栄養生長は着果数をやや減少させる傾向があるが，平均一果重（果実肥大）を著しく増大させ，下物率の低下による

規格内果数の増加を伴い，収量向上につながった。そして，このような栄養生長の全体的な向上は燐酸・加里などの吸収増大を伴い，グスベリ状果の発生率低下につながった。一方，②多窒素条件では生育初期はむしろ栄養生長が抑制されるが，その後体内窒素濃度が高く推移するので，生育後半まで旺盛な栄養生長が持続され，これが上位果房の着花数の確保をうながし，ひいては総収穫果数の増加を通じて，収量を向上させた。そしてこのような着果数の増加が果房（果実）間の養水分競合をひき起し，軟弱果の増加につながったものと思われる。

引用文献

1 蟻川浩一，大木孝之．“トマト三要素試験”．そ菜に関する土壌肥料研究集録．全国購買農業協同組合連合会編．1966，p. 169－173.

2）郷間光安，大木孝之，蟻川浩一，松崎敏英．“野菜の施肥基準に関する研究，第1報，果菜の施肥基準について”．神奈川農総研報．**113**，11－29（1973）.

3）平井義孝，相馬　暁，岩渕晴郎，末永勝輝，西村勝義．“三笠市にみられたトマト異常果の発生について，第1報，とくにグスベリ状果の発生要因”．北農．**41**（1），27－39（1974）.

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．2^5要因実験の½実施”．奈良農試報．**3**，37－54（1971）.

5）———，———，“———”，第3報，地温・土壌水分・窒素施用量・栽植密度がトマトの生育・収量に及ぼす影響．2^4要因実験”．奈良農試報．**4**，27－35（1972）.

6）———，———．“———”，第4報，生育時期別土壌水分・地温・苗令・窒素施用法の組合せがトマトの生育・収量に及ぼす影響”．奈良農試報．**5**，1－11（1973）.

7）景山美葵陽，巽　穣．“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）.

8）関東東山技術連絡協議会．“関東東山地域における施肥標準量”1966．29 p.

9）松村安治，寺島政夫，川西英之．“養分吸収量”．そ菜に関する土壌肥料研究集報．全国購買農業協同組合連合会編．1966，p. 159－168.

10）中井信行，増井正芳．“時期別養分吸収”そ菜に関する土壌肥料研究集録．同上編．1966，p. 151－158.

11）沖森　当，大友譲二，松田　栄．“ハウスそ菜に対する灌水試験”．農及園．**39**，1382－1392（1964）.

12）斉藤　隆，“生育のステージと生理，生態”農業技術大系，野菜編2，トマト，農山漁村文化協会，1973，基．p. 137－151.

13）鳴田永生．“集約多肥栽培土壌の酸性に関する土壌溶液論的研究”．愛知園試報．**6**，67－114（1967）.

14）相馬　暁，平井義孝，岩渕晴郎．“トマトの生育・品質におよぼす環境要因の影響．Ⅰ．トマトの生育及び異常果と土壌水分の関係”．道農試集報．**30**，45－52（1974）.

15）———，———，———．“———”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”．道農試集報．**34**，32－40（1976）.

16）———，———，———，原田正，竹田秀人．“トマト被覆栽培における育苗技術改善に関する試験．第1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）.

17）相馬　暁，岩渕晴郎，“———”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）.

18）———，———．“———”．第4報，育苗期間中の水管理の相違に基づく苗素質の差異がトマトの生育・収量・異常果の発生に及ぼす影響”．北農．**44**（3），21－39（1977）.

19）竹下純則，古藤　実．“被覆栽培そ菜の土壌肥料に関する研究，第2報，施肥量と水分管理がトマトの生育・収量におよぼす影響”．神奈川園研報，**16**，65－71（1968）.

20）巽　穣，景山美葵陽．“育苗に関する研究Ⅰ，トマト苗の素質について（2）”．園試報A（平塚），**3**，133－160（1964）.

Effect of Cultivation Environments on the Growth and Quality of Tomatoes

3. Effect of nitrogen ferilization and irrigation on the growth, yield and quality of tomatoes

Satoru SOUMA* and Haruo IWABUCHI*

Summary

As to tomatoes in the preforcing culture a frame experiment was made to elucidate the effect of the combination of different amounts of nitrogen fertilizer applied (11 ; 22 ; 44kg/10a) and different amounts of soil moisture (pF2.0 ; 2.3 ; 2.6) on their growth, yield and occurrence of abnormal fruits. The results are summarized as follows :

A heavy irrigation strongly promoted the growth of tomato plants. While a heavy nitrogen application repressed a nutritive growth in the earlier growing period, a heavy nitrogen applicatlon combined with a heavy irrigation brought about a good nutritive growth in the latter growing period. In the meantime, a light nitrogen application hardly promoted a nutritive growth in the latter period, because inorganic nitrogen contents in soil decreased remarkably. As for the earlier growing period, the more vigorous was the nutritive growth, the larger was the average weight of fruits, resulting in an increased yield. As for the latter period, the more vigorous was the nutritive growth, the larger was the fruit set percentage, especially in the upper fruit clusters, whereby the yield increased. The largest yield was obtained in the combination of a heavy nitrogen application of 44kg/10a and a heavy irrigation bring the soil moisture to pF2.0, in which the best nutrtive growth was obtained. It was disclosed, however, that the irrigation treatment had a stronger effect on the yield than the nitrogen fertilization.

The percentage of abnormal fruits like gooseberry fruits increased significantly when the irrigation was light (pF2.6). In the same treatment, the nutritive growth was repressed, especially in the upper stalks and leaves. On the other hand, abnormal fruits like softened fruits occurred when the irrigation or the nitrogen fertilization was heavy. Black-end fruits appeared in case of the light irrigation and heavy nitrogen application.

*Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, Naganuma, Hokkaido, 069-13 Japan.