

## CO<sub>2</sub>施用下の培養液組成、着果数および葉面積が トマト促成長期栽培における生育・収量に及ぼす影響

伊藤 緑<sup>1)</sup>・番 喜宏<sup>1)</sup>・恒川靖弘<sup>1)</sup>

**摘要** : CO<sub>2</sub>施用下での増収技術を確立するために、培養液組成、着果数および葉面積が促成長期栽培におけるトマトの生育・収量に及ぼす影響について調査を行った。

- 1 園試処方と比較して、リンおよびカリウム濃度を高め、アンモニア態窒素比率を低下させた培養液を用いて栽培を行うことで、推定葉面積指数(推定LAI)が高くなり、生育が旺盛となった。また、尻腐果の発生が減少し、可販果収量が増加した。
- 2 CO<sub>2</sub>施用期間中に着果数を増加させることで増収を試みたが、収量に差はみられなかった。処理期間中の推定LAIが低かったことから、着果数に対する光合成量の不足が原因と考えられた。
- 3 冬期(12月中旬～2月中旬)の推定LAIを4.9～5.5で栽培した場合、3.3～3.7とした場合よりも、1～4月にかけて増収し、糖度も向上する傾向であった。CO<sub>2</sub>施用やハイワイヤー誘引等、光合成を積極的に促進させる栽培環境における好適なLAIは、これまで好適とされた寒候期(11～4月)4より高いと推測された。

**キーワード** : トマト、促成長期栽培、CO<sub>2</sub>施用、収量、培養液組成、葉面積指数

## Effect of Nutrient Solution Composition, Number of Fruits and Leaf Area on Growth and Yield of Tomato under CO<sub>2</sub> Enrichment in Long-Term Forcing Cultivation

ITO Midori, BAN Yoshihiro and TSUNEKAWA Yasuhiro

**Abstract**: We investigated the effect of nutrient solution composition, number of fruits, and leaf area on the growth and yield of tomato under CO<sub>2</sub> enrichment with the aim of increasing yield in long-term forced cultivation.

1. Tomato leaf area index (LAI) increased and growth became vigorous by increasing the phosphorus and potassium concentrations and reducing the ammonia nitrogen ratio compared with the Enshi formula nutrient solution. In addition, the occurrence of blossom end rot was reduced and the fruit yield was increased.
2. There was no difference in yield by increasing the number of fruits during the CO<sub>2</sub> enrichment period. It was considered that the lack of photosynthate in relation to the number of fruits was due to the low LAI during the treatment period.
3. When cultivating a leaf area index (LAI) between 4.9 to 5.5 in the winter season (mid-December to mid-February), the yield tended to increase in the period from January to April, and the sugar content also increased compared with an LAI range of 3.3 to 3.7. Under improved cultivation conditions (CO<sub>2</sub> enrichment, improvement of light-intercepting characteristics) an LAI of more than 4 is considered to be suitable during the winter season.

**Key Words**: Tomato, Long-term forcing culture, CO<sub>2</sub> Enrichment, Yield, Culture solution composition, Leaf area

---

本研究の一部は園芸学会平成29年度春季大会(2017年3月)において発表した。  
本研究は共同研究「環境制御による施設野菜の高収益生産技術の開発」により実施した。

<sup>1)</sup>園芸研究部

(2018.9.5 受理)

## 緒言

施設トマトの生産現場では、環境モニタリング装置の普及に伴い、CO<sub>2</sub>施用をはじめとした環境制御技術の導入が進んでおり、より多収とするための栽培管理技術の確立が求められている。試験機関からは、CO<sub>2</sub>施用やミスト噴霧、温度管理などを組み合わせた環境制御による増収効果が多く報告されている<sup>1-3)</sup>。しかし、長期の作型において、環境制御下の植物体の栽培管理に着目し、生育・収量に言及した報告は少ない。

CO<sub>2</sub>施用下のトマトにおいては、収量の増加によって特に窒素およびカリウムの要求量が増加することから、施肥管理について改善する必要がある。また、果実への光合成産物の分配はシンク強度(着果数)を増加させることにより高まる<sup>5)</sup>ため、光合成量が増加するCO<sub>2</sub>施用下において、着果数を増加させることで、増収する可能性がある。

トマトの生産に好適な葉面積指数(LAI)は暖候期(5~10月)は5、寒候期(11~4月)は4とされている<sup>6)</sup>。生産現場では、日射量の少ない冬に、光合成能力が低く、果実生産に寄与していないと考えられる下位葉を摘除し、株当たりの着生葉数を15枚程度に減少させる管理がみられるが、生育・収量に及ぼす影響は明らかではない。

そこで、本研究では、CO<sub>2</sub>施用下での増収技術を確立するために、トマト促成長期栽培における培養液組成、着果数および葉面積が生育・収量に及ぼす影響について調査を行った。

## 材料及び方法

### 試験1 トマト促成長期栽培における培養液組成および着果数が生育・収量に及ぼす影響

#### 1 試験区の設定

園試処方準じた培養液組成の園試区、培養液中の合計窒素成分濃度を園試区と同等とし、硝酸態窒素とアンモニア態窒素の比率を変更するとともに、リンおよびカリウム濃度を高めた改良区を設けた(表1)。いずれの培養液にも微量要素肥料(OATハウス5号、OATアグリオ、東京)を添加した。さらに、果房当たりの着果数を、常に最多で4果とする4果区、CO<sub>2</sub>施用期間中(概ね第5~14果

房)のみ最多で5果とし、それ以外の期間は最多で4果とする5果区を設け、培養液組成と組み合わせて試験区を設置した。

#### 2 耕種概要

愛知県農業総合試験場の屋根型ハウス(間口8.4 m、奥行18 m、軒高2.8 m)を用いて試験を行った。供試品種として、穂木「りんか409」(株式会社サカタのタネ、神奈川)を台木「がんばる根3号」(愛三種苗株式会社、愛知)に接ぎ木して用いた。播種は2015年7月28日に行い、8月18日に接ぎ木した。9 cmポリポットに1ポット当たり2株を鉢上げし育苗した。9月9日にヤシガラ培地(ココバッグ、トヨタネ株式会社、愛知)に1バック当たり6株定植した。条間1.8 m、株間18 cm相当(栽植密度3.0株・m<sup>-2</sup>)で振り分け誘引、誘引の高さ上限を2.8 mとした。収穫は11月11日から翌年の6月27日まで行った。なお、摘心は2016年5月16日に開花果房の上2葉を残して行った。

給液管理は、タイマー灌水と日射比例灌水を併用し、かけ流し方式で、排液率を25~35%とした。1日1株当たりの窒素施用量を生育に応じて30~220 mgとした。着果促進のため、各果房当たり3~5花開花時に4-CPA液剤(トマトトーン、石原産業株式会社、大阪)を100倍に希釈して噴霧した。

ミスト噴霧には微粒ミスト(グローミスト、トヨタネ株式会社、愛知)を用い、気温25℃以上かつ相対湿度75%未満の場合に、60秒噴霧、30秒休止のサイクルで噴霧(8.6 ml・m<sup>-2</sup>・min<sup>-1</sup>)した。ミスト噴霧は2015年9月14日から栽培終了まで行ったが、ミスト設備が遮光カーテンより上部にあるため、強日射時にはミスト噴霧を休止し、遮光カーテン(SLSハーモニー30、株式会社誠和、栃木)により遮光した。

施設内のCO<sub>2</sub>濃度はスマートリレー(FL1E-H12RCE、IDEC、大阪)を用い、CO<sub>2</sub>センサモジュール(CO<sub>2</sub>EngineK30、センスエアー、スウェーデン)によって計測した。CO<sub>2</sub>施用には液化CO<sub>2</sub>を用い、株元に配置した20 cm間隔で小孔を開けたチューブから吐出させた。施設内の気温が、天窓換気の設定温度とした27℃未満では500 ppm、天窓換気が行われる27℃以上では400 ppmを維持するよう施用した。CO<sub>2</sub>施用は2015年11月26日から2016年3月25日まで行い、施用時間は1月までは7~15時、2月は7~16時、3月は6~16時とした。

施設内最低気温は温風加温機(HK-1520TE、ネポン株式会社、東京)により11℃に設定した。

表1 試験区の設定

試験区	培養液組成 (me/L)							着果数 <sup>1)</sup> (個/果房)
	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Total-N	P	K	Ca	Mg	
改良・5果区	16.8	0.5	17.3	5.0	10.5	8.0	4.0	5.0
改良・4果区								4.0
園試・5果区	16.0	1.3	17.3	4.0	8.0	8.0	4.0	5.0
園試・4果区								4.0

1) CO<sub>2</sub>施用時

### 3 調査項目及び調査方法

調査は、施設のサイドおよび栽培ベッドの両端の株を除いて、1区5株連続して選び、4反復で行った。

生育については、総葉数、総果房数、開花果房下の茎径および葉幅を調査した。総葉数は、摘心時に最上位となった葉の葉位とした。総果房数は摘心時に調査した。茎径は、2016年4月13日に開花果房下の茎の短径を測定した。葉幅は、葉位ごとに最大葉幅となつてから随時測定した。また、以下に示す樋江井ら<sup>7)</sup>の方法により、葉幅から個葉の面積を推定した。

$$\ln(y) = 2.217 \ln(W) - 1.9$$

Ln: 自然対数、y: 葉面積、W: 葉幅

さらに、群落の推定LAIを、個葉の面積の和から求めた。その際、葉長20 cm以上の葉を展開葉とした。なお、調査時点の最上位の展開葉から上位5葉までについては、それぞれ上位葉から順に、その葉の最大葉幅となった時の35%、50%、65%、85%、90%の葉幅であると仮定して葉面積を算出した。

収量は収穫果実を可販果と規格外果に分けて果数および果重を測定した。

無機成分分析は、2016年1月中旬および3月中旬に当該時点での収穫果房下から採取した葉と、1月中旬および4月中旬に収穫した果実を対象とし、改良区、園試区ともに4果区からサンプリングした。採取した葉および果実を65℃で5日以上通風乾燥後、粉碎し、窒素濃度は全窒素炭素測定装置(JM1000、株式会社ジェイ・サイエンス・ラボ、東京)で測定した。乾燥粉碎試料を乾式灰化後、リン濃度はバナドモリブデン酸法で分光光度計(UV-1800、株式会社島津製作所、京都)を用いて測定し、カリウム、カルシウムおよびマグネシウム濃度は原子分光光度計(Z-5310、日立計測機器サービス株式会社、東京)を用いて測定した。

#### 試験2 トマト促成長期栽培における冬期の摘葉管理が生育・収量・品質に及ぼす影響

##### 1 試験区の設定

冬期(12月中旬～2月中旬)の摘葉管理として着生葉数15枚程度とする強摘葉区および21枚程度とする弱摘葉区を設けた。なお、葉長20 cm以上の葉の枚数を着生葉数とした。処理は2016年12月6日から2017年2月20日まで行った。処理開始以前の期間は、収穫中の果房下2枚を残して以下の葉を摘葉し、処理終了後は、収穫果房下まで摘葉した。

##### 2 耕種概要

試験1と同じ施設を用いて試験を行った。供試品種として、穂木「りんか409」(株式会社サカタのタネ、神奈川県)を台木「がんばる根3号」(愛三種苗株式会社、愛知)に接ぎ木して用いた。播種は2016年7月25日に行い、8月10日に接ぎ木した。試験1と同様に育苗し、9月2日に定植した。栽植密度および誘引方式は試験1と同様とし

た。収穫は10月28日から翌年の6月30日まで行った。なお、摘心は2017年5月15日に開花果房の上2葉を残して行った。

培養液組成は試験1の改良・5果区および改良・4果区(表1)と同様とし、給液管理はタイマー灌水と日射比例灌水を併用し、給液ECを0.5～2.0 mS・cm<sup>-1</sup>とし、かけ流し方式で、排液率を25～35%とした。着果促進のため、各果房当たり3～5花開花時に4-CPA液剤(トマトトーン、石原産業株式会社、大阪)を100倍に希釈して噴霧した。

ミスト噴霧およびCO<sub>2</sub>施用は試験1と同様の方法とし、ミスト噴霧は2017年9月7日から栽培終了時まで、CO<sub>2</sub>施用は2017年12月6日から3月17日まで行った。

施設内最低気温は温風加温機(HK-1520TE、ネポン株式会社、東京)により11℃に設定した。

### 3 調査項目及び調査方法

調査は、施設のサイドおよび栽培ベッドの両端の株を除いて、1区5株連続して選び、4反復で行った。

生育については試験1と同様に、総葉数、総果房数、開花果房下の茎径、葉幅および推定LAIを調査した。収量は収穫果実を可販果と規格外果に分けて果数および果重を測定した。糖度はデジタル糖度計(PAL-1、アタゴ株式会社、東京)を用いて、各区5果ずつ計測した。

## 試験結果

#### 試験1 トマト促成長期栽培における培養液組成および着果数が生育・収量に及ぼす影響

##### 1 培養液組成および着果数が生育に及ぼす影響

培養液組成についてみると、総葉数は、改良・5果区で72.4枚、改良・4果区で72.2枚に対して、園試・5果区で70.3枚、園試・4果区で71.4枚で、改良区で有意に多くなった(表2)。また、総果房数、茎径、第11葉以降の葉幅の平均値についても同様に、改良区で有意に大きくなった。一方、着果数については、いずれの調査項目においても、有意差は認められなかった。また、いずれの調査項目でも交互作用は認められなかった。推定LAIは、第4果房開花期の11月上旬まではいずれの試験区も同等に推移したが、収穫開始期の12月上旬には、改良区で2.7、園試区で2.2となり、以降も改良区で高く推移した(図1)。

##### 2 培養液組成および着果数が収量に及ぼす影響

1株当たりの収量を表3に示した。培養液組成についてみると、総収量、可販果収量、可販果数は改良区で有意に多く、規格外果数、尻腐果数は改良区で有意に少なかった。着果数についてみると、総収穫果数、可販果数が5果区で有意に多くなった。可販果1果重は5果区で有意に軽くなった。総収量および可販果収量に有意差は認められなかった。また、いずれの調査項目とも交互作用は認められなかった。

表2 培養液組成および着果数が生育に及ぼす影響(2015~2016年)

試験区 培養液組成・着果数	総葉数 <sup>1)</sup> (枚)	総果房数 <sup>1)</sup> (果房)	開花果房下 茎径 <sup>2)</sup> (mm)	葉幅 <sup>3)</sup> (cm)
改良・5果区	72.4	20.5	7.4	42.0
改良・4果区	72.2	20.3	7.9	42.2
園試・5果区	70.3	19.8	6.4	38.8
園試・4果区	71.4	20.1	7.1	40.0
培養液組成	**	*	*	**
分散分析 <sup>4)</sup> 着果数	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
交互作用	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

- 1) 摘心時
- 2) 4月13日調査
- 3) 第11葉以降の葉の平均値
- 4) \*\*:1%水準で有意差あり、\*:5%水準で有意差あり、n. s.:有意差なし

表3 培養液組成および着果数が収量に及ぼす影響(2015~2016年)

試験区 培養液組成・着果数	総収量 (kg/株)	可販果収量 (kg/株)	総収穫果数 (個/株)	可販果数 (個/株)	可販果1果重 (g/個)	規格外果数 <sup>1)</sup> (個/株)	尻腐果数 (個/株)
改良・5果区	11.8	10.8	78.5	70.7	153	7.8	4.0
改良・4果区	12.0	11.1	73.4	67.3	166	6.1	3.9
園試・5果区	10.8	9.7	76.6	65.9	147	10.8	7.7
園試・4果区	11.3	9.9	72.4	60.5	163	11.9	9.4
養液組成	*	**	n. s.	**	n. s.	*	*
分散分析 <sup>2)</sup> 着果数	n. s.	n. s.	**	**	*	n. s.	n. s.
交互作用	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

- 1) 尻腐果数を含む
- 2) \*\*:1%水準で有意差あり、\*:5%水準で有意差あり、n. s.:有意差なし

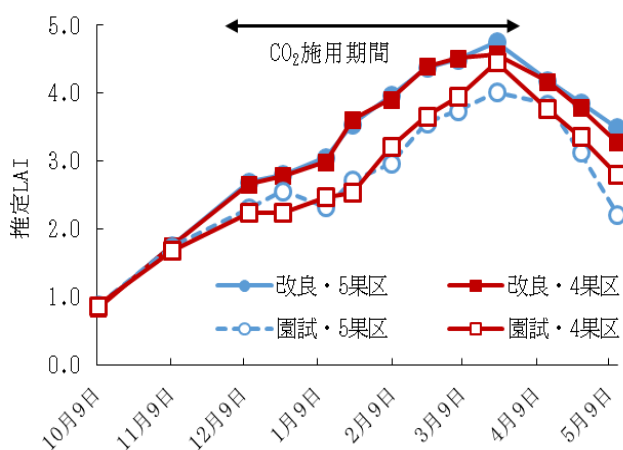


図1 培養液組成および着果数が推定LAIの推移に及ぼす影響(2015~2016年)

### 3 培養液組成が無機成分含有率に及ぼす影響

トマト葉の乾物当たり無機成分含有率を表4に示した。1月中旬のカリウム含有率は、改良区で園試区より有意に高かった。また、有意差は認められないものの、3月中旬のカリウム含有率および1月中旬と3月中旬のカルシウム含有率は、改良区で園試区より高くなる傾向があった。

トマト果実の乾物当たり無機成分含有率を表5に示した。いずれの時期においても、リンおよびカリウム含有率は、改良区で園試区より有意に高かった。また、1月中旬のマグネシウム含有率は、改良区で園試区より有意に高かった。

### 試験2 トマト促成長期栽培における冬期の摘葉管理が生育・収量・品質に及ぼす影響

#### 1 冬期の着生葉数および推定LAI

1株当たりの着生葉数と推定LAIの推移をそれぞれ図2、図3に示した。着生葉数は、摘葉処理を開始した12月6日までは両試験区とも同等で推移した。摘葉処理期間中は、強摘葉区で15~16枚/株、弱摘葉区で18~22枚/株で推移した。摘葉処理を終了し、強摘葉区の摘葉を控えた2月20日以降は、次第に強摘葉区の着生葉数が増加し、3月中旬には両試験区の着生葉数は同等となった。推定LAIは、着生葉数と同様に、摘葉処理開始までは両試験区とも同等で推移し、摘葉処理開始前には強摘葉区で4.3、弱摘葉区で4.6であった。摘葉処理期間中は、強摘葉区で3.3~3.7、弱摘葉区で4.9~5.7で推移した。摘葉処理終了後は、3月下旬までは強摘葉区で4.3~5.0、弱摘葉区で5.6~5.8と弱摘葉区でやや高く推移し、4月中旬以降は同等となった。

表4 培養液組成がトマト葉の乾物当たり無機成分含有率に及ぼす影響(2016年)

試験区	サンプル採取時期	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
改良区		3.65	1.33	5.70	3.80	0.63
園試区	1月中旬	3.81	1.35	5.01	3.61	0.64
有意性 <sup>1)</sup>		n. s.	n. s.	*	n. s.	n. s.
改良区		4.06	1.03	6.32	3.99	0.73
園試区	3月中旬	4.10	0.91	5.88	3.41	0.58
有意性		n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

収穫果房の下葉を供試

1) \*:5%水準で有意差あり、n. s.:有意差なし(t検定)

表5 培養液組成がトマト果実の乾物当たり無機成分含有率に及ぼす影響(2016年)

試験区	サンプル採取時期	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
改良区		2.33	0.49	4.70	0.20	0.22
園試区	1月中旬	2.02	0.42	4.06	0.18	0.18
有意性 <sup>1)</sup>		n. s.	**	*	n. s.	*
改良区		1.61	0.40	3.82	0.14	0.14
園試区	4月中旬	1.49	0.36	3.39	0.12	0.13
有意性		n. s.	*	*	n. s.	n. s.

1) \*\*:1%水準で有意差あり、\*:5%水準で有意差あり、n. s.:有意差なし(t検定)

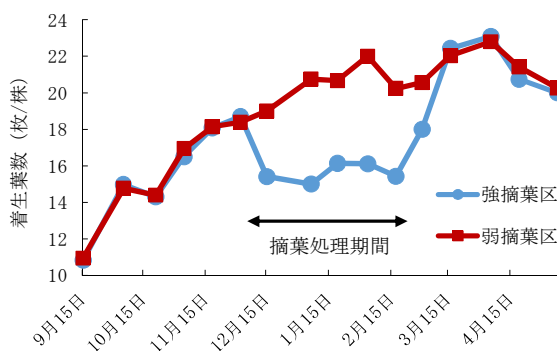


図2 1株当たり着生葉数の推移(2016~2017年)

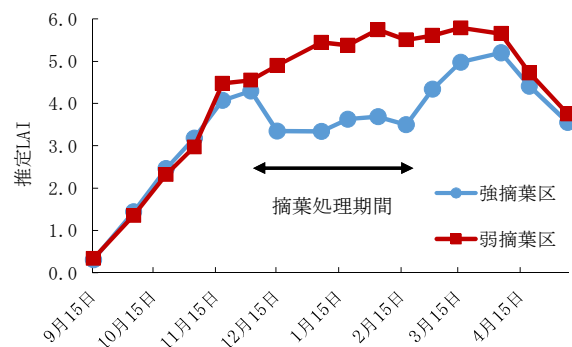


図3 冬期の摘葉管理が推定LAIの推移に及ぼす影響(2016~2017年)

## 2 冬期の摘葉管理が生育に及ぼす影響

総葉数は、強摘葉区の76.4枚に対して、弱摘葉区は78.2枚で、弱摘葉区の方が多い傾向であった(表6)。また、総果房数も同様に強摘葉区の21.9に対して、弱摘葉区は22.7で、弱摘葉区の方が多い傾向であった。葉幅は、処理開始前および処理期間後に展開した葉について、大きな差はみられなかったが、処理期間中に展開した葉は、強摘葉区の51.6 cmに対して弱摘葉区は54.2 cmで、弱摘葉区の方が強摘葉区より葉幅が大きくなる傾向がみられた。開花果房下の茎径は、摘葉処理開始以降に弱摘葉区の方が強摘葉区より太く推移する傾向がみられた(図4)。

## 3 冬期の摘葉管理が収量・品質に及ぼす影響

1株当たりの収量を表7に示した。可販果収量は、強摘葉区の11.0 kgに対して弱摘葉区は12.0 kgで、弱摘葉区の方が強摘葉区より1.0 kg多かった。収穫時期ごとにみると、弱摘葉区の収量は、特に1~4月にかけて増加した。可販果数は強摘葉区65.8個に対して弱摘葉区は71.1個で、弱摘葉区で5個程度多かった。可販果1果重は両試験区とも同等であった。規格外収量および規格外果数は、それぞれ、強摘葉区で0.9 kg、6.8個、弱摘葉区で0.6 kg、4.7個で、弱摘葉区の方が強摘葉区より少なかった。果実糖度は摘葉処理開始以降から3月下旬までの間、強摘葉区は4.7~5.4°、弱摘葉区は5.0~5.9°

表6 冬期の摘葉管理が生育に及ぼす影響(2016~2017年)

試験区	総葉数 <sup>1)</sup> (枚)	開花花房数 <sup>1)</sup> (果房)	葉幅(cm)		
			1~37葉目 <sup>2)</sup>	38~52葉目 <sup>3)</sup>	53~75葉目 <sup>4)</sup>
強摘葉区	76.4	21.9	41.7	51.6	44.6
弱摘葉区	78.2	22.7	42.2	54.2	45.6

- 1) 摘心時
- 2) 摘葉処理開始前に展開済
- 3) 処理期間中に展開
- 4) 処理期間後に展開

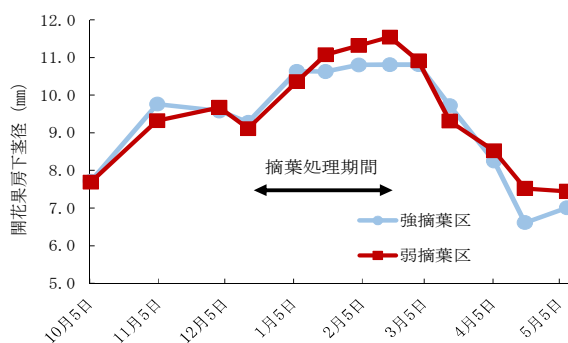


図4 冬期の摘葉管理が茎径の推移に及ぼす影響(2016~2017年)

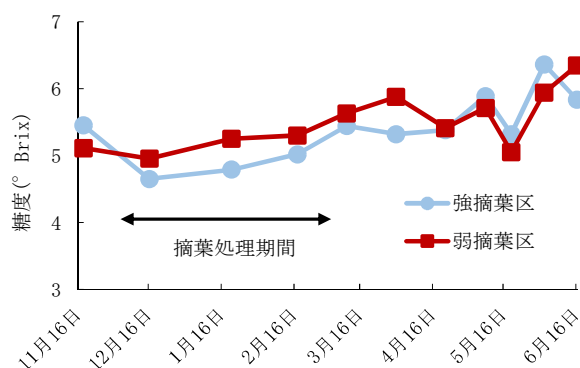


図5 摘葉管理が糖度の推移に及ぼす影響(2016~2017年)

表7 冬期の摘葉管理が収量に及ぼす影響(2016~2017年)

試験区	可販果収量(kg/株)					可販果数 (個/株)	可販果1果重 (g/個)	規格外収量 (kg/株)	規格外果数 (個/株)
	10~12月	1~2月	3~4月	5~6月	合計				
強摘葉区	1.5	1.7	3.0	4.8	11.0	65.8	168	0.9	6.8
弱摘葉区	1.6	2.0	3.5	4.9	12.0	71.1	169	0.6	4.7

で、弱摘葉区で強摘葉区より糖度が高くなる傾向がみられた(図5)。

## 考 察

CO<sub>2</sub>施用下での増収技術を確立するために、培養液組成、着果数および葉面積がトマト促成長期栽培における生育・収量に及ぼす影響について調査を行った。

培養液組成については、園試処方(園試区)および園試処方と比較してリンおよびカリウム濃度を高め、アンモニア態窒素比率を低下させた培養液(改良区)を用いて栽培を行ったところ、改良区で葉幅が大きくなった。推定LAIは、収穫開始期頃から改良区で2.7、園試区で2.2となり、以降も改良区が高く推移した。このことが、茎の肥大や総葉数、総果房数の増加といった、旺盛な生育につながったと考えられた。収量に関しては、改良区では園試区と比較して、尻腐果の発生が有意に少なくなり、可販果収量が多くなった。培養液中のアンモニア態窒素比率が高まると、尻腐果が発生しやすくなる<sup>8)</sup>ことから、

アンモニア態窒素比率を低下させた培養液を用いることが、可販果収量の増加につながると考えられる。

鈴木ら<sup>9)</sup>は、CO<sub>2</sub>施用下においてリンおよびカリウムを増施した結果、他の成分の吸収が促進され、茎葉の繁茂や増収効果が認められたと報告している。本試験においても、葉幅が大きくなり、推定LAIが高くなるとともに、葉および果実におけるカリウム含有率の増加が認められた。

カリウムの主な機能は、①酵素への作用、②pH安定作用、③浸透圧の維持、④膜電位形成であり<sup>10)</sup>、これらの作用は果実生産に大きく影響する。カリウム吸収量は着果期から果実の着色期にかけて増加し、地上部のカリウムは葉と果実の間で競合が認められる<sup>11)</sup>。本試験において、収穫開始期から推定LAIに差がみられたこと、改良区で葉および果実のカリウム含有率が高かったことから、培養液中のカリウム濃度を高めることで、CO<sub>2</sub>施用時に増加する光合成量や光合成産物の転流等の生理作用に関わるカリウムを補い、生産性を高めることが可能であると考えられた。

次に、着果数に着目し、CO<sub>2</sub>施用下において、着果数



を増やし、増収を試みたが、本試験では収量に差は認められなかった。推定LAIが高く推移した改良区においても、着果数を増加させた期間の推定LAIは2.7~4.5で、長期間にわたり推定LAIが4以下のやや低い値であったため、着果数に対する光合成量が不足し、可販果1果重が減少したことが原因であると推察された。

冬期の摘葉管理が、生育・収量に及ぼす影響を明らかにするため、強摘葉区と弱摘葉区を設けて試験を行った。強摘葉区は、弱摘葉区と比較して、摘葉処理開始以降の葉面積が小さく、茎径が細くなり、生育が劣る傾向であった。また、可販果収量についても、強摘葉区では、弱摘葉区と比較して株当たり5果、1 kg程度少なかった。

草川ら<sup>12)</sup>は、果房直下の側枝を利用し、側枝葉を4枚で摘芯し、葉面積を拡大することで、糖度が向上したと報告している。本試験においても同様に、推定LAIが大きい弱摘葉区で糖度が高い傾向であった。

販果収量や糖度に差がみられた時期は1~4月であり、この時期は摘葉処理を行い、推定LAIに差をつけた時期に着果していた果実の収穫時期と一致する。高軒高施設におけるハイワイヤー誘引(誘引高さ上限3 m)では慣行誘引(誘引高さ上限1.8 m)と比較して、収穫果房位置の受光量は181%と優れる<sup>13)</sup>。本試験においても、誘引高さ上限を2.8 mとして栽培したため、強摘葉区で摘除される葉が着生する収穫花房付近でも良好な光環境であったことが推察される。このため、本試験での生育・収量の差は、葉面積の多寡による受光量の差異が、光合成量に影響を及ぼしたことによると考えられた。

細井<sup>6)</sup>は、トマトの生産に好適なLAIは寒候期4であるとしている。しかし、本試験の推定LAIは、強摘葉区で3.3~3.7、弱摘葉区で4.9~5.7で推移しており、細井の報告<sup>6)</sup>よりも高く推移した弱摘葉区で収量が優れた。この要因として、細井の報告<sup>6)</sup>では、誘引高さ1.8~2.0 mの誘引で、CO<sub>2</sub>施用を行わない条件での試験であったことから、受光量やCO<sub>2</sub>濃度が光合成の律速となっしまい、LAIを増加させても光合成量の増加につながらなかったことが考えられた。本試験では、誘引高さが高く、受光量が増加したと考えられることや、CO<sub>2</sub>施用を行ったことで、LAIの増加による受光面積の拡大が光合成量の増加にむすびつき、増収効果がみられたと考えられる。これまでのLAIに関する研究は、主にオランダの品種や制限された栽培条件でのデータに基づくと考えられ、日本の品種や現在の栽培条件とは異なることを考慮する必要がある。

また、近年、施設の高軒高化に伴い、生産現場では慣行誘引と比較して受光態勢に優れるハイワイヤー誘引<sup>13,14)</sup>の導入が進んでいる。このようなCO<sub>2</sub>施用やハイワイヤー誘引等、光合成を積極的に促進させる栽培環境における好適なLAIは、これまで好適とされた寒候期4より高いと推測される。

好適なLAIは日射量により変動し、それによって最適な着果数も変化する。今後は、受光量をより効率的に増加させるための摘葉管理や整枝方法、日射量に応じた

LAIと着果数の管理について検討を進める必要がある。

謝辞：本研究を行うに当たり、JAあいち経済連の都築宏明氏、鈴木翔太氏には試験装置の設置および各種調査に多大なるご協力をいただいたので、ここに感謝の意を表す。

## 引用文献

1. 安場健一郎, 鈴木克己, 佐々木英和, 東出忠桐, 高市益幸. トマト長期多段栽培における多収のための統合環境制御下での温室環境と収量の推移. 野菜茶研研報. 10, 85-93(2011)
2. 根岸直人, 木野本真沙江. 二酸化炭素施用と温度管理によるトマト高品質多収生産技術の確立. 栃木県農業試験場研究成果集. 30, 19-20(2012)
3. 前田健, 宮田洋輔, 勝山直樹, 安田雅晴, 鈴木隆志. トマト独立ポット耕におけるミスト噴霧とCO<sub>2</sub>施用の効果. 岐阜県農業技術センター研究報告. 16, 1-6(2016)
4. 伊藤緑, 加藤美雪, 樋江井清隆, 中村嘉孝, 大藪哲也, 番喜宏. 二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)施用時間がトマト促成長期栽培における収量および無機成分含量に及ぼす影響. 愛知農総試研報. 48, 125-128(2016)
5. エペ・フューヴェリング編. トマト オランダの多収技術と理論. 東出忠桐訳. 農山漁村文化協会. 東京. p. 135-141(2012)
6. 細井徳夫. 養液耕による施設栽培長段トマト個体群の収量に好適な葉面積指数に関する研究. 野菜・茶業試験場研究報告. 16, 329-349(2001)
7. 樋江井清隆, 伊藤緑, 中神康晴, 番喜宏. 非破壊によりトマト個葉面積を推定する回帰モデルの構築および検証. 園学研. 15(別1), 329(2016)
8. 池田英男, 大沢孝也. 培養液のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>/NH<sub>4</sub><sup>+</sup>比と液温がトマトの生育, 収量ならびに尻腐れ果発生に及ぼす影響. 園学雑. 57(1), 62-69(1988)
9. 鈴木克己, 戸田育樹, 鈴木大地, 岩切祥和. CO<sub>2</sub>施用下で異なる培養液処理したトマトの生育. 園学研. 17(別1), 517(2018)
10. 渡辺和彦. 農業技術大系 土壌肥料編 第4巻. 農山漁村文化協会. 東京. 実際346の2-347(2009)
11. 農山漁村文化協会編. トマト大辞典. 農山漁村文化協会. 東京. p. 661(2015)
12. 草川知行, 福地信彦, 井上満. トマトの果房直下の側枝葉数を変えた栽培における葉重と果実糖度との関係. 千葉県農林総研研報. 5, 93-98(2013)
13. 羽石重忠, 石原良行. トマト促成栽培におけるハイワイヤー整枝法の特長. 栃木農試研報. 55, 15-26(2005)
14. 細井徳夫. 葉面積を4水準に制御した樹高3 mトマト個体群の収量解析. 野菜茶研研報. 2, 245-265(2003)