

トマトの収量－オランダの多収化、日本の夏秋季の収量変動－を探る

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 野菜茶業研究所
高収益施設野菜研究チーム 東出忠桐

オランダの施設トマトの収量はわが国の2倍以上である。1980年代に約30 t/10a/年であったオランダのトマト収量は2000年代にはその2倍の60 t/10a/年以上になっている。わずか数十年でこのような驚異的な多収化を達成できた理由については、施設トマトの関係者はもちろん、作物生産に携わるものなら誰しも関心を持つものと思われる。

話は変わって、わが国の夏秋季のトマト生産では、収量は日によって週によって大きく変動する。収量の変動は、価格の変動、信頼性の低下による産地離れ、生産者の労力配分の不均一等をまねき、生産者らに負担を強いている。週間収量が予測できれば環境制御の変更や産地間での協力などの対策を講じることができる。トマトに関する研究は多々あるが、夏秋季の収量変動の要因はいまだに解明されておらず、何の対応策もとられてない。

本報告では、トマトの収量に関わる未解明な現象の中から、品種面からみたオランダの多収化およびわが国の夏秋季の収量変動の要因について報告する。

1. オランダのトマトの多収化を探る

1) 作物の多収化は何によって達成されるのか

先に述べたようにオランダのトマトの収量増加は著しいものがある。この収量増加には施設

性能および栽培技術面の発展の果たす役割が大きい。具体的には、温室内への光透過率の向上、ロックウールシステム、ハイワイヤーシステム、CO₂施用およびコンピュータによる環境制御の導入があげられる。多収品種の育成も収量増加への影響は大きく、古い品種に比べて新しい品種で40%収量が高いとの報告もある。

育種面からの多収化を他の作物についてみる。過去100年のコムギおよびオオムギの多収化は、収穫指数の増加によると報告されている。コメにおいても古い品種より現在の品種の方が収穫指数は高いと報告されている。ダイズをみると、カナダの報告では、収量は1930年代から年あたり0.5%ずつ増加しており、この増加には収穫指数、光合成速度、気孔コンダクタンスの増加および葉面積指数の減少が関与したとしている。このように多くの報告は、多収化は収穫指数の増加に関係が深いとしている。

一方、トウモロコシでは、収量の増加には収穫指数の増加は関係がなく、乾物生産の増加に由来するとした報告があり、現在の品種の方が古い品種よりも光利用効率が高いとの報告もある。トマトについてみると、チェリー、ビーフ、ラウンドのようなタイプの異なるトマト間では果実への乾物分配に違いがあるとした報告の一方で、古い品種より現在の品種で果実への乾物分配が多いといった傾向はなく、光利用効率が

古い品種よりも現在の品種で高いのではないかと報告がある。

そこで筆者らは、品種面からみたトマトの多収化要因を探ることにした。オランダで過去50年に発表された施設トマトの品種について、同じ環境条件で栽培した場合、多収化の傾向があるのかを確認し、収量構成要素はどのように変化したかを解明することにした。

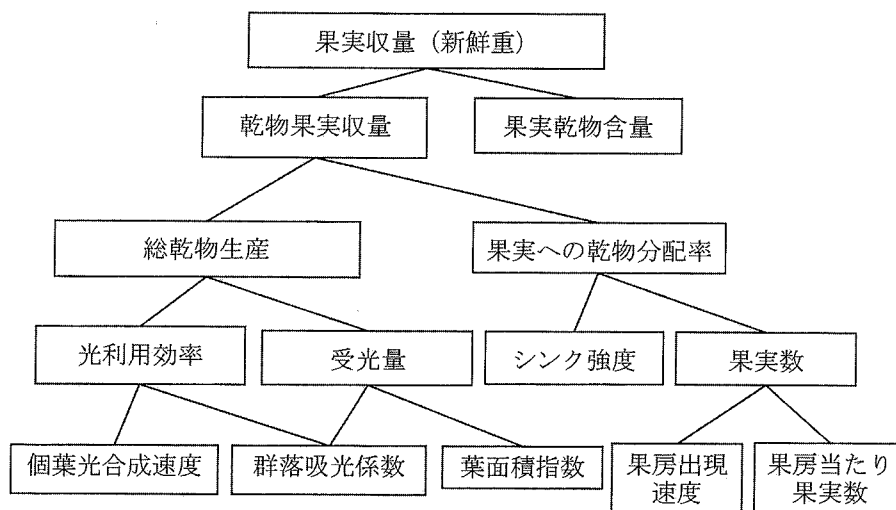
ところで、わが国においても施設トマトの栽培施設や技術は発達しているものの、わが国のトマト収量は1980年代から増加はみられず、現在でも20～25 t/10a/年に満たないと思われる。本研究では、このような日本のトマトの収量の低さの背景についても探った。

2) オランダトマトの収量増加は総乾物生産の増加に基づいている

1950年から2002年までにオランダで発表された各年代の代表的多収品種8種類および日本品種‘桃太郎ファイト’を比較した。試験は、オランダの現在の栽培環境（ワーゲニンゲン大学

フェンロー温室、ロックウール・ハイワイヤー栽培）において7～12月に行った。図－1は、トマトの収量に關与する収量構成要素の階層構造を示す。この図は、例えば、新鮮果実収量の増加は、乾物果実収量の増加または乾物含量の低下、あるいはその両方によって成り立つことを示している。

試験の結果、新鮮果実（未熟果も含む）収量（図2A）、乾物果実収量（図－2B）および地上部総乾物生産（図－2D）は、品種の発表年が新しいほど多かった。一方、果実の乾物含量（図－2C）と品種の発表年との間には相関関係はみられなかった。これより、オランダ施設トマトの多収化は、乾物含量の低下によるものではないことがわかる。乾物果実収量の増加は、図－1に示すように、総乾物生産の増加または果実への乾物分配の増加、あるいはその両方によって成り立つ。果実への乾物分配（図－2E）と品種の発表年との間には相関関係はみられず、収量の増加に対し、果実への乾物分配の増加は関与していないとみられる。なお、果房、花および果実



図－1 トマトの収量に關与する収量構成要素の階層構造. (Higashide and Heuvelink, 2009)

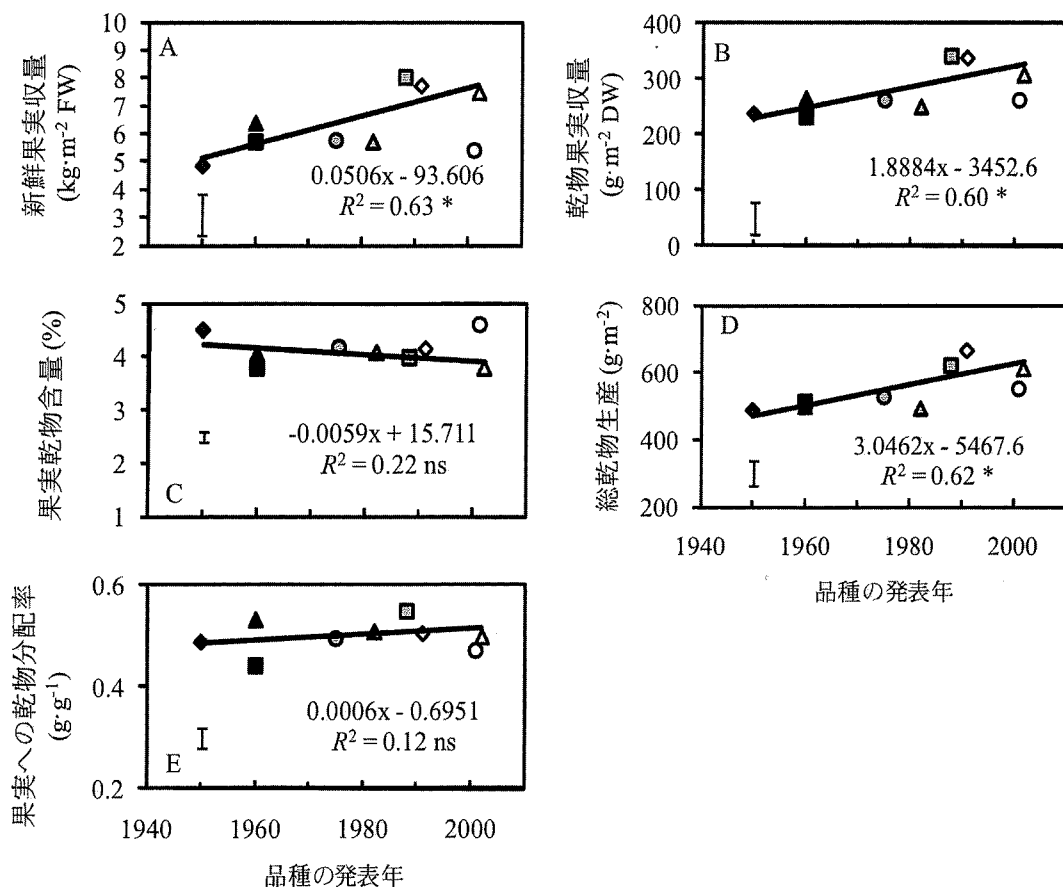


図-2 トマト品種の発表年と新鮮果実収量 (A), 乾物果実収量 (B), 果実の乾物含量 (C) 総乾物生産 (D) および果実への乾物分配率 (E) との関係.

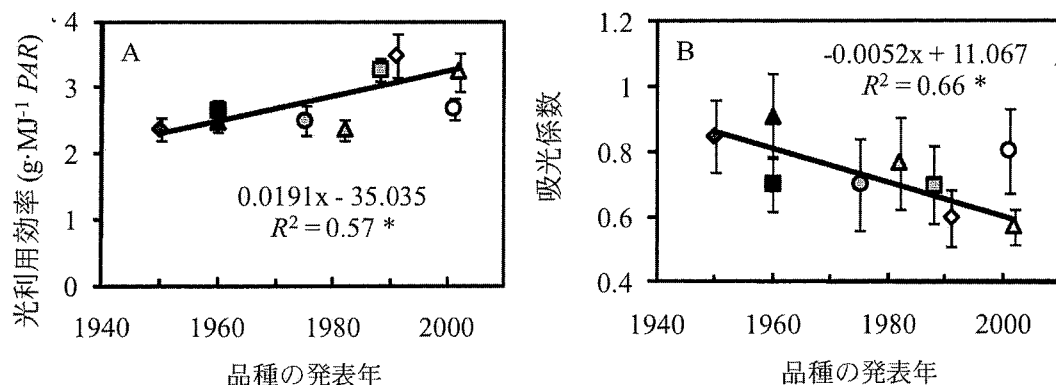
オランダ品種: Moneymaker (◆); Premier (■); Extase (▲); Sonatine (●); Calypso (△); Liberto (▣); Gourmet (◇); Encore (Δ). 日本品種: 桃太郎ファイト (○)
エラーバーは LSD (P ≤ 0.05) を示す. 発表年との相関関係はオランダ品種のみ. ns は有意差なし, *は P ≤ 0.05 で有意であることを示す. (Higashide and Heuvelink, 2009)

の数は、品種によって異なったが、これらと品種の発表年との間には相関関係はみられなかった。また、1果重と品種の発表年との間にも相関関係はみられなかった。

3) 光利用効率の向上によって総乾物生産が増加した

総乾物生産は、図-1 に示すように光利用効

率および圃場あたり受光量によって決まる。光利用効率 (図-3A) と品種の発表年との間には正の相関関係がみられる一方、摘心時のLAI, 平均LAIおよび圃場あたり受光量のそれぞれと品種の発表年との間には相関関係はみられなかった。したがって、総乾物生産の増加は、圃場あたり受光量が増加したのではなく、先のトウモロコシの報告と同様に光利用効率が増加したこと



図－3 トマト品種の発表年と光利用効率 (A) および吸光係数 (B) との関係。

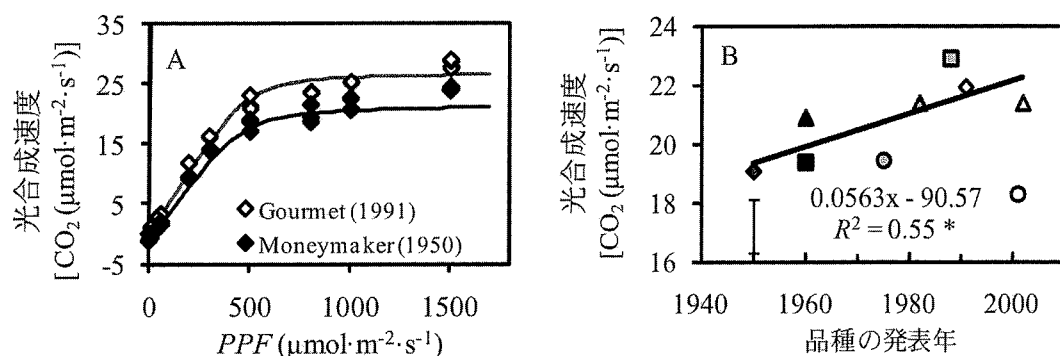
オランダ品種：Moneymaker (◆)；Premier (■)；Extase (▲)；Sonatine (●)；Calypso (▲)；Liberto (■)；Gourmet (◇)；Encore (△)。日本品種：桃太郎ファイト (○)

エラーバーは 95%信頼区間を示す。発表年との相関関係はオランダ品種のみ。* は $P \leq 0.05$ で有意であることを示す。

(Higashide and Heuvelink, 2009)

によるものとみられる。光利用効率は、群落の吸光係数および個葉の光合成速度によって決まる (図－1)。吸光係数と品種の発表年との間には負の相関関係がみられた (図－3B)。発表年の古い品種と新しい品種の光－光合成曲線をみると、新しい品種の方が最大光合成速度は高かった (図－4A)。各品種の光合成速度 (PPF：

$1500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, CO_2 : $1000 \mu\text{mol mol}^{-1}$) と品種の発表年との間には正の相関関係がみられた (図－4B)。したがって、光利用効率の増加は、吸光係数の減少と個葉光合成速度の増加の両方の要因によるものとみられる。個葉の光合成速度に関するワタ、コムギ、コメについての報告では、生殖成長のある一時期を除き、古



図－4 新旧トマト品種の光－光合成曲線 (A) および品種の発表年と光合成速度 (B) との関係。

オランダ品種：Moneymaker (◆)；Premier (■)；Extase (▲)；Sonatine (●)；Calypso (▲)；Liberto (■)；Gourmet (◇)；Encore (△)。日本品種：桃太郎ファイト (○)

エラーバーは LSD ($P \leq 0.05$) を示す。発表年との相関関係はオランダ品種のみ。* は $P \leq 0.05$ で有意であることを示す。

(Higashide and Heuvelink, 2009)

表－1 異なる年に発表されたオランダトマト品種における新鮮果実収量および収量構成要素間の相関関係

	乾物果実 収量	果実乾物 含量	総乾物生産 (地上部)	果実へ の乾物 分配率	光利用 効率	圃場あた り受光量	吸光係数	光合成 速度
新鮮果実収量	0.95	-0.49	0.90	0.53	0.92	-0.37	-0.61	0.87
有意差 ^z	***	ns	**	ns	**	ns	ns	**
総乾物生産 (地上部)				0.28	0.99	-0.51	-0.80	0.69
有意差				ns	***	ns	*	ns
光利用効率						-0.52	-0.77	0.70
有意差						ns	*	ns

^zns: 有意差なし; *, ** および *** は、それぞれ、 $P = 0.05, 0.01$ および 0.001 レベルで有意であることを示す。
(Higashide and Heuvelink, 2009)

い品種と新しい品種では光合成速度に差がないとされ、多収化には形態的要因（吸光係数など）が主に影響したとの報告が多い。しかしながら、トマトに関する筆者ら結果では、古い品種に比べて現在の品種の方が個葉光合成速度は高く、オランダトマトの多収化はコムギ、ワタ、コメの場合と異なるものと思われる。

以上の結果は、収量構成要素どうしの相関関係からも裏付けられる（表－1）。新鮮果実収量は、果実の乾物含量には相関がなく、乾物果実収量に極めて強い相関がある。また、新鮮果実収量は、果実への乾物分配には相関はなく、総乾物生産に極めて強い相関がある。総乾物生産は、圃場あたり受光量には相関がなく、光利用効率に極めて強い相関がある。光利用効率と吸光係数との間には有意な負の相関がある。なお、有意ではないが（ $P=0.052$ ）、光利用効率と個葉光合成速度との相関は高い。

以上をまとめると、オランダ品種の新鮮果実収量（図－2A）は1950年より年に約0.9%ずつ増加しており、収量増加は総乾物生産の増加および光利用効率の増加に起因しているといえ

る。また、光利用効率の増加は吸光係数の減少と個葉光合成速度の増加に起因していることが明らかになった。

4) 日本品種は乾物含量が高いが、収量は低い

日本品種の新鮮果実収量は、現在のオランダ品種に比べて低い（図－2A）。一方、乾物果実収量、総乾物生産、果実への乾物分配においては、両者で有意な差はみられなかった（図－2B, D, E）。果実の乾物含量は、日本品種の方が現在のオランダ品種に比べて有意に高かった（図－2C）。トマトの収量と果実糖度との間には負の相関関係があることが報告されている。1985年に発表された‘桃太郎’は甘み、硬さ、果実の多汁性および短節間を重視して開発された品種である。ここで比較に用いた‘桃太郎ファイト’もその傾向をもつものと思われる。筆者らの結果から、日本品種は糖度が高く果実品質面では優れるものの、この形質が収量の低さに関与するものと示唆される。しかし、日本品種の収量の低い理由には光利用効率の違い（図－3A）も大きいと考えられる。乾物含量を下げずに日本品

種を多収化するには、受光態勢（吸光係数）および個葉光合成速度を改善した光利用効率の高い品種の育成が必要であると考えられる。

2. 日本の夏秋季の収量変動を探る

1) トマトの収量変動に関与する研究はないのか

わが国の夏秋季のトマト生産は比較的涼しい標高の高い中山間地、高冷地で行われることが多い。しかし、冷涼な地域で栽培した場合でも、トマトの収量は日によって大きく異なる。このとき、同一地域では生産者、施設、定植日および栽培法が異なっても、トマトの収量は同時期に増減する傾向があるといわれる。不安定な収量は、出荷価格の変動を招き、産地の信頼性の低下、労働力分配の不均等など、多くの問題を生じる。施設トマトの収量予測に関しては、いくつかの報告があり、ある程度の予測は可能とされている。しかし、細かな収量変動を予測するのは難しく、特に日本の夏季のような高温期の週間収量を予測することは極めて困難である。

トマトの収量の変動を招く要因としては、着果数や収穫時期の変動が考えられる。これまでに果房間および果房内における同化産物の競合が、着果不良や果実生長の遅滞を引き起こすことが報告されている。トマトに対する高温の影響をみると、高温によって果実生長が促進し、果実への同化産物の分配が増加する。これは、葉の生育を抑制するだけでなく、落花やその後の果実生育の遅延を引き起こすとの報告がある。さらに、別な報告では、高温条件を1週間与えた場合、トマトの収量はその週内にいったん上昇するが、その後、低下し、最終的な積算収量には影響がないことも示されている。しかし、これらの報告は高温といっても比較的低い温度条件における実験結果であり、日本の夏秋季の30

℃以上の高温が続く状態とは異なると考えられる。高温は、また、トマトの花粉の放出量や稔性を低下させ、このために着花・着果不良が起こることが報告されている。さらに遮光によっても着花・着果不良が生じ、着果数が減少することも報告されている。着花・着果不良は果実数に大きな影響を与えることから、収量変動へも大きな影響があるものと考えられる。

このようにトマトでは着果や果実生長に対する高温や日射の影響を対象とした研究は非常にたくさんある。しかし、夏秋季の収量変動のメカニズムはいまだに解明されておらず、収量変動の予測に成功した例はない。このため収量変動に対して何の対応策もとることができない。そこで筆者は、環境データをトマトの花・果実ステージごとに解析し、収量変動に関係の深い要素を明らかにし、週間収量の予測への適用を検討した。

2) 特定時期の環境データと収量との関係を調査する

徳島県東みよし町の2戸のトマト生産者ハウス（A、B）の2005年のデータを用いて、特定時期の環境データと収量との関係を解析した。両生産者ともにトマト品種‘桃太郎8’を用いており、4月末～5月始に定植し、7月上旬より果実の収穫が始まり、12月初旬、第14～16果房まで収穫した。週1回の頻度で、花房出現数、開花数および果房あたりの収穫果実数について記録し、収穫毎にハウス全体の収量および収穫果実数について測定した。

屋外日射は、 $5 \text{ MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ から $25 \text{ MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ 以上に至るまで、非常に大きな変動をみせた。日平均気温は5月下旬には $20 \sim 25^\circ\text{C}$ となり、8月初旬にかけて約 30°C まで上昇した後、

徐々に低下した。日最高気温は5月以降ほとんどの日で30℃以上となり、7月から9月にかけてしばしば40℃に達し、日最低気温は7月から9月ではほとんどの日において20℃以上であった。開花は5月中旬より始まり、開花花房数はほぼ一定の速度で増加し、9月下旬には第15花房が開花した。収穫果房は7月上旬より9月中旬まではほぼ一定の速度で上昇したが、その後、上昇速度は鈍化した。開花から収穫までの日数は、5月下旬開花の場合、約40日であり、9月初旬開花の場合、約70～80日であった。ハウスAおよびBの総収量は、それぞれ15.5 kg m⁻²および14.1 kg m⁻²であった。週間収穫果実数と収量との間には極めて高い相関関係がみられた。一方、週間収量と一果重（平均130 ± 46 g）との間には相関関係はみられなかった。したがって、週間収量の変化は主に収穫果実数の変化によるものであるといえる。

収量変動に関係する環境データを特定時期ごとに解析するため、1週間の収量（Y）および収穫果実数（N）と開花前後の日積算日射（S）お

よび日平均気温（T）との相関の検討を試みたが、Y、N、SおよびTには、それぞれ長期的な傾向があり、しかもYおよびNの長期的傾向はSおよびTの長期的傾向に追随する傾向がある。そこで、この長期的傾向を取り除くため、まず、日積算日射、日平均気温、週間収量および収穫果実数の5週間の移動平均を求め、それぞれS_M、T_M、Y_MおよびN_Mとした。次に、それぞれの「対移動平均割合（S/S_M、T/T_M、Y/Y_MおよびN/N_M）」すなわち「週の平均値／前後2週を含む5週間の平均」を求めた。最後にS/S_MおよびT/T_Mと、Y/Y_MおよびN/N_Mとの相関関係を調査した。

3) 開花前の日射と収量の変動は一致する

日射と週間収量および収穫果実数との関係（表-2）をみると、Y/Y_MおよびN/N_Mともに開花12～0日前の範囲のS/S_Mとの間に有意な正の相関関係がみられた（ただし、ハウスAにおけるY/Y_Mと開花6～0日前のS/S_Mとの関係は除く）。開花後のS/S_MとY/Y_MおよびN/N_Mと

表-2 開花前後の日射の対移動平均割合（S/S_M）とトマトの週間収量および収穫果実数の対移動平均割合（Y/Y_MおよびN/N_M）との相関関係。

期間	各期間のS/S _M と各項目との相関係数 ²			
	Y/Y _M		N/N _M	
	ハウスA	ハウスB	ハウスA	ハウスB
開花14～8日前	0.23	0.29	0.20	^y
開花12～6日前	0.49 *	0.47 *	0.42 *	—
開花10～4日前	0.59 **	0.63 **	0.65 ***	—
開花8～2日前	0.52 *	0.54 **	0.60 **	—
開花6～0日前	0.40	0.43 *	0.48 *	—
開花4日前～2日後	0.17	0.14	0.33	—
開花2日前～4日後	-0.26	-0.09	-0.14	—

²ピアソン相関係数、ただし、収穫第1週は除外（n=22～23）。*、**および***は表1に同じ。^y測定なし。

日射:S、週間収量:Y、果実数:N、_Mは各値の5週間の平均を示す。

(Higashide, 2009)

の間には相関関係はみられなかった。これらの相関関係は開花 10～4 日前の S/S_M において最も強かった。

開花 10～4 日前の S/S_M と Y/Y_M および N/N_M との間の相関が最も強かったことから、週間収量、収穫果実数および開花 10～4 日前の平均日射を示したのが図-5 である。週間収量は $0.6 \text{ kg m}^{-2}/\text{週}$ 以下から $1.0 \text{ kg m}^{-2}/\text{週}$ 以上になるまで広い範囲で変動しているが、週間収量および収穫果実数の変動と開花 10～4 日前の日射の変動はしばしば一致していることがわかる。高温期のトマトにはたくさんの果実が着生しており、植物体内のシンク強度は非常に大きかったと考えられる。また、高温によって果実への同

化産物の分配はさらに増加することから、植物体内における同化産物の競合は激しいものと考えられる。一方、日射は日によって激しく増減することから、ソースからの同化産物供給も大きく増減したものと考えられる。低日射で同化産物の不足した状況では、シンク強度の小さい蕾や花への同化産物供給はさらに少なくなり、そのために落花あるいは不着果となったことが考えられる。

4) 気温は収量の変動に影響しているのか

平均気温と週間収量および収穫果実数との関係(表-3)をみると、 Y/Y_M および N/N_M ともに開花 10 日前～2 日後の範囲の T/T_M との間に

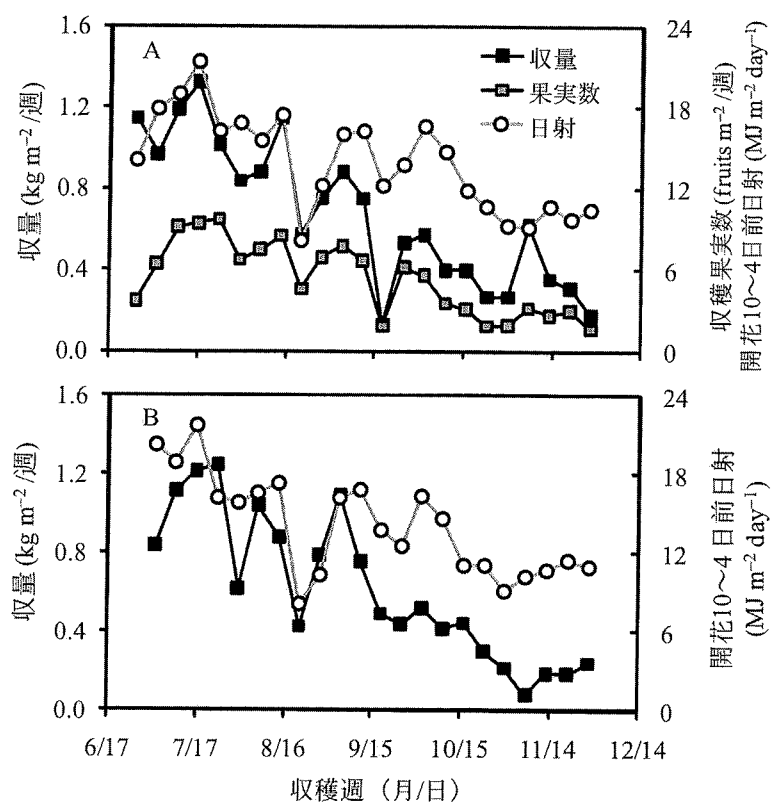


図-5 週間収量および収穫果実数と開花 10～4 日前の日射の推移。
A: ハウス A, B: ハウス B, 果実数データなし。(Higashide, 2009)

有意な正の相関関係がみられた（ハウスAにおける Y/Y_M と開花6日前～2日後の T/T_M との関係は除く）。トマトの開花数日前は、花粉の減数分裂期にあたり、最も感受性の高い時期であり、開花15～8日前の高温は花粉捻性の低下や着果不良を引き起こすことが報告されている。これらの報告に基づけば、開花数日前に高温に遭遇した場合には着果数が減少し、その結果、収穫果実数も減少すると推測される。ところが、高温による収穫果実数の低下はみられず、逆に気温と収穫果実数との間には正の相関関係がみられ（表－3）、これまでの報告から得られる予想と大きく異なった。この理由としては、平均気温と日射との間には強い相関関係があるため、収量－日射間の相関（表－2）が平均気温－収量間にも影響したことが考えられる。これは、収量と気温の相関関係が日射と収量の相関関係より弱いことによっても支持される。

トマトの果実成熟における温度に対する感受性は果実ステージによって異なり、収穫直前の果実は温度感受性が高いことが知られている。このため、収穫直前に高温に遭遇すると熟期が

表－3 開花前後の気温の対移動平均割合(T/T_M)とトマトの週間収量および収穫果実数の対移動平均割合(Y/Y_M および N/N_M)との相関関係

期間	各期間の T/T_M と各項目との相関係数 ²			
	Y/Y_M		N/N_M	
	ハウスA	ハウスB	ハウスA	ハウスB
開花14-8日前	0.04	0.16	0.12	— ^y
開花12-6日前	0.35	0.18	0.21	—
開花10-4日前	0.52 *	0.47 *	0.53 **	—
開花8-2日前	0.48 *	0.59 **	0.63 **	—
開花6-0日前	0.27	0.62 **	0.52 *	—
開花4日前-2日後	0.18	0.46 *	0.52 *	—
開花2日前-4日後	0.08	0.21	0.41	—
収穫21日-15日前	0.31	0.00	0.21	—
収穫14日-8日前	0.05	0.28	0.11	—
収穫7日-1日前	0.27	0.23	0.14	—

², *, **, **は表1に同じ。平均気温: T , T_M : 5週間の平均気温。
(Higashide, 2009)

早まり、収量はいったん上昇した後、低下して最終的な積算収量には高温に遭遇しない場合と変わらないことが報告されている。しかし、収穫3～0週前の範囲の T/T_M と Y/Y_M および N/N_M との間には相関関係はみられず（表－3）、このような傾向は確認できなかった。この理由としては、わが国の夏秋トマトの温度条件は先の報告に比べてはるかに高温であり、このような条件の中で一時的にさらに気温が上昇しても収量変動への影響は小さいことが考えられる。

5) 週間収量の予測式を作成する

特定時期の環境データをもとに週間収量および収穫果実数を予測するため次のような式が考えられる。

$$Y = F(S_1, S_2 \cdots T_1, T_2 \cdots E_1, E_2 \cdots) \quad [1]$$

F : $S_1, S_2 \cdots T_1, T_2 \cdots E_1, E_2 \cdots$ を変数とする関数;

$S_1, S_2 \cdots$: 特定時期の日射; $T_1, T_2 \cdots$: 特定時期の気温; $E_1, E_2 \cdots$: 特定時期のその他の環境

要因

収量と最も関係の深い日射および気温だけをピックアップして、それぞれ S_1 および T_1 とすると式[1]は次のようになる。

$$Y = F(S_1, T_1, E) = f(E) g(S_1, T_1) \quad [2]$$

E : その他の環境要因; f : E を変数とする関数;

g : S_1, T_1 を変数とする関数

表－2 および 3 において最も相関係数の大きかった開花10～4日前の日射 (S/S_M) および開花8～2日前の気温の対移動平均割合と週間収量および収穫果実数の対移動平均割合とのそれぞれの回帰式を予測に利用した。

$$g_N(S_1, T_1) = N/N_M = 0.74 S_1 + 3.26 T_1 - 3.00$$

$$(r^2 = 0.47) \quad [3]$$

$$g_Y(S_1, T_1) = Y/Y_M = 0.98 S_1 + 0.74 T_1 - 0.083$$

$$(r^2 = 0.36) \quad [4]$$

N : 週間収穫果実数; Y : 週間収量

ここで、式[3]および[4]に用いた回帰式は有意であるが、説明変数 T_1 は有意ではなかった ($P = 0.17$ および 0.7) ことから、 T_1 を式から取り除いた。

$$g_N(S_i) = N/N_M = 1.182 S_i - 0.193 \quad (r^2 = 0.42) \quad [5]$$

$$g_Y(S_i) = Y/Y_M = 1.082 S_i - 0.083 \quad (r^2 = 0.36) \quad [6]$$

式[5]および[6]を用いて予測週間収量 (Y_P) および予測週間収穫果実数 (N_P) を求めた。週間収穫果実数および収量に関する $f_N(E)$ および $f_Y(E)$ には (式[2]参照)、収穫3～1週間前のそれぞれの移動平均 N' および Y' を用いた。

$$N_P = f_N(E) g_N(S_i) = N' (1.182 S_i - 0.193) \quad [7]$$

$$Y_P = f_Y(E) g_Y(S_i) = Y' (1.082 S_i - 0.083) \quad [8]$$

6) 開花前の日射で収量変動は予測できた

式[7]および[8]を用いて予測した週間収量および収穫果実数と実際の週間収量および収穫果実数とを比較して予測式を検証した。検証には同地域の2戸の生産者ハウス (AおよびC) の2002～2004年および2006年のデータを用い、栽培条件等は予測式作成に用いた2005年と同様であった。図-6に示すように、予測した週間収量および収穫果実数の変動と実際の週間収量および収穫果実数の変動には同様な傾向がみられた。なお、予測には収穫3～1週間前のそれぞれの移動平均 N' および Y' を用いているため、収穫開始から2, 3週間までは、予測値が実測値よりも小さくなる。予測式を数年間のデータで検証した結果が表-4である。実際の収量および収穫果実数と予測値との相関は、2006年収量

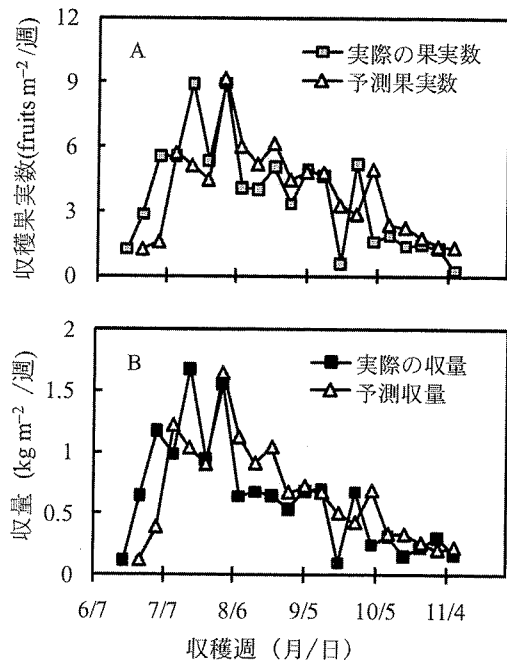


図-6 週間収穫果実数の予測および実際の果実数 (A)、週間収量の予測および実際の収量 (B)。ハウスC, 2004年。
(Higashide, 2009)

を除き、実際の値と3～1週間前の収量および収穫果実数の移動平均との相関に比べて強い。したがって、この予測式は週間収量および果実数の増減を予測するのに利用可能であると考えられる。予測式を実際に利用するには開花日お

表-4 実際の収量・果実数と3～1週前の移動平均および予測収量との間の相関係数 (r)。

		実測値との相関係数	
年		移動平均	予測値
2002	収量	0.60 *	0.69 **
2003	収量	0.80 **	0.84 ***
2004	果実数	0.63 **	0.77 ***
2004	収量	0.67 **	0.80 ***
2006	収量	0.55 *	0.56 *

*, ** および *** は表1に同じ。

(Higashide, 2009)

よび日射データが必要であるが、施設栽培ではこれらのデータ取得は容易であることから、予測式の適用も容易であると考えられる。なお、この予測式では3～1週前の移動平均を用いたが、乾物生産モデルなどを組み込めばさらに精度が向上する可能性はある。

以上のように、夏秋季の施設トマトの週間収量および収穫果実数の変動は、開花12～0日前の日射の変動と相関関係があり、日射の変動をもとに収量変動の予測が可能である。開花10～4日前の日射をもとに週間収量を予測する式を作成し、4年間のデータでこの予測式を検証したところ、予測値と実際の値との間には非常に強い相関がみられた。したがって、開花数日前の日射は、夏秋季の施設トマトの収量を予測する場合の重要な要素であるといえる。

おわりに

ここで紹介した報告で用いた手法は、乾物重、葉面積および光強度の測定や観察の記録といった非常に古典的なものであり、50年以上昔と変わっておらず、いまさらと感ずる方もおられるであろう。しかし、オランダの品種に関する報告はアメリカ園芸学会の本年の論文賞 (Vegetable Publication Award) を受賞し、収量変動の予測に関する報告もアメリカ園芸学会よりプレスリリースされていることから、わが

国以外でもこれらの研究に対する関心は高いものとみられる。今後は、オランダの多収化要因の研究をもとに、わが国のトマトの低収量を打開する方策が生まれることを期待する。また、高温期の収量変動の問題は、オランダのような高緯度に位置する施設園芸地域ではみられず、そのため研究対象にもなっていない。わが国から研究進展が望まれる分野であり、本研究がそのきっかけになればと考えている。

引用文献

- Higashide, T. (2009) Prediction of tomato yield on the basis of solar radiation before anthesis under warm greenhouse conditions. HortScience. 44(7), 1874-1878. (東出忠桐 (2010) 開花前の日射に基づいた夏秋トマトにおける週間収量変化の予測. 平成21年度野菜茶業研究成果情報)
- Higashide, T, and Heuvelink, E (2009) Physiological and morphological changes over the past 50 years in yield components in tomato. Journal of American Society for Horticultural Science. 134 (4), 460-465. (東出忠桐 (2010) オランダの施設トマト品種の多収化の要因は光利用効率向上である. 平成21年度野菜茶業研究成果情報)