

## 果菜類における光合成産物の動態に関する研究 (9)

誌名	野菜試験場報告. A = Bulletin of the Vegetable and Ornamental Crops Research Station. Series A
ISSN	03875407
巻/号	14
掲載ページ	p. 1-9
発行年月	1986年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## 果菜類における光合成産物の動態に関する研究

### Ⅸ トマトにおける $^{14}\text{C}$ 同化産物の転流に及ぼす温度の影響†

吉岡 宏\*・高橋和彦\*\*・新井和夫\*\*\*

#### I 緒 言

著者らは、既に、トマトにおける光合成産物の転流・分配に及ぼす温度、特に夜温の影響について調べ、8, 13, 18°C とした場合、夜温が高いほど転流が速やかであること、また、低夜温 (8°C) 下に置かれる期間が長くなるほど根方向への転流が増すことを明らかにした (吉岡ら, 1977, 1981)。しかし、これまでの報告では、転流速度に対して定性的に取り扱ったに過ぎず、環境 (温度) 制御による転流の制御を図るためには、転流速度と温度との関係を正確に把握しておく必要がある。

また、光合成産物の転流は sink (果実) の生理状態によって大きく変動する (吉岡ら, 1979)。更に、sink の温度条件はその生理活性に大きく関与し、低い果実温度条件下では転流する光合成産物量が低下することが明らかにされている (WALKER ら, 1977b)。

そこで、本報ではトマトにおける光合成産物の転流に及ぼす温度の影響をより詳細に検討するために、まず、トマト葉柄における  $^{14}\text{C}$  同化産物の転流速度に及ぼす温度の影響を調べた。次に、果房 (果実) の温度を変えた場合の  $^{14}\text{C}$  同化産物の転流速度、同化葉からの転流率と分配、果実の肥大について調べ、sink の温度条件が転流に及ぼす影響について検討した。

#### Ⅱ 材料及び方法

実験には、第1果房の上に2葉残して摘心し、4果に摘果した '福寿2号' を供試した。トマトは園芸培土 (呉羽化学) を詰めた12 cmポリ鉢で育苗した後、1/5,000a

ワグネルポット (園芸培土) に移植し、ガラス室内で栽培した。

#### 1 転流速度に及ぼす温度の影響

1982年8月10日には種したトマトを供試した。第3花開花後29日目の果実を着生したトマトを  $^{14}\text{CO}_2$  同化用恒温器 (高橋ら, 1975) 内に搬入し、 $^{14}\text{CO}_2$  同化処理の前3時間、処理温度 (3, 8, 13, 18, 28, 33, 38, 43°C の8区) 下に置いた。Fig.1 に示すように、第1果房の上2葉目の葉を速度測定葉として、先端の小葉に、小型アクリル製同化箱 (15×10×3 cm) を用い、1葉当た

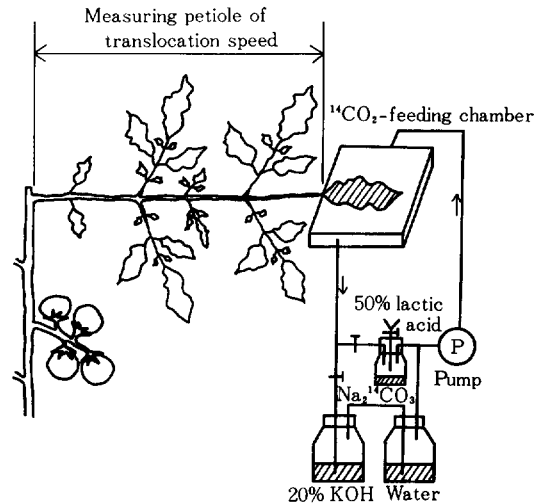


Fig. 1 Diagram showing methods of feeding  $^{14}\text{CO}_2$  and measuring  $^{14}\text{C}$  translocation speed of photosynthates in single leaf of tomato plants

\* 企画連絡室 (元栽培部)

\*\* 静岡大学 (元栽培部)

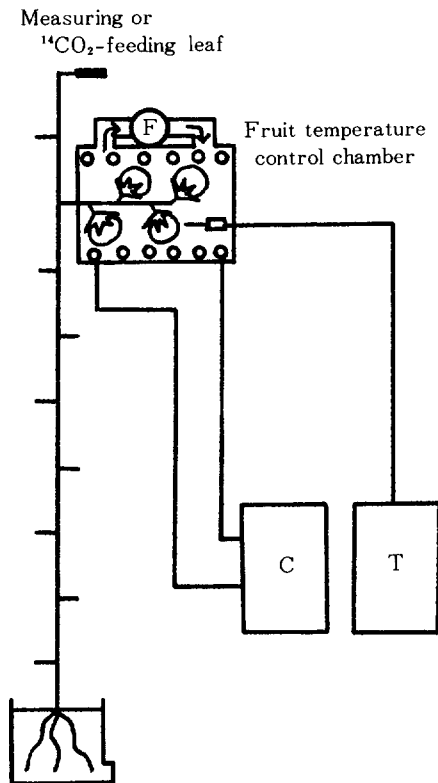
\*\*\* 栽培部

† 本報告の一部は昭和58年秋季園芸学会大会において発表した。

り  $3.7 \times 10^5 \text{Bq}$  ( $10 \mu\text{Ci}$ ) の  $^{14}\text{CO}_2$  を 5 分間同化 ( $30 \text{Klx}$ , 処理温度) させた。その後、各処理温度の暗黒下に置き、同化開始30分後に速度測定葉を採取し、同化小葉の基部から、葉柄を 1 cm 間隔に切り、 $^{14}\text{C}$  量の測定を行った。 $^{14}\text{C}$  の測定は前報 (吉岡ら, 1977) と同様の方法により、燃焼法で測定試料を調製し、液体シンチレーション・カウンターで測定した。転流速度は星野 (1974) の方法により、 $^{14}\text{C}$  同化産物の転流先端を推定し、算出した。また、転流係数は CANNY (1973) の方法によって求めた。

## 2 転流・蓄積に及ぼす果実温度の影響

果実 (果房) 温度の制御は、Fig. 2 に示すように、直径 17 cm × 長さ 18 cm の円筒形アクリル製チャンパー (銅製蛇管、小型ファン付き) を使い、循環用ポンプ付き冷水器 (クールニクス・サーキュレーター) により、一定温度の水を循環させて行った。処理区は果実温度 8, 23, 38°C の 3 区とした。また、転流速度及び転流率の



F: Fan C: Circulator of thermo-controlled water  
T: Thermometer

Fig. 2 Diagram of a fruit temperature control apparatus

測定のための  $^{14}\text{CO}_2$  同化処理には、第 1 果房の上 2 葉目の葉を用いた。

### 実験 1 転流速度に及ぼす影響

1982年9月16日には種したトマトを供試した。第 3 花開花後33日目の果実を着生した株を、23°C に設定した  $^{14}\text{CO}_2$  同化用恒温器内に搬入し、 $^{14}\text{CO}_2$  同化処理の前12時間、果実温度を制御して順化させた。前述と同様、転流速度測定葉 (Fig. 2) の先端の小葉に、 $3.7 \times 10^5 \text{Bq}$  ( $10 \mu\text{Ci}$ ) の  $^{14}\text{CO}_2$  を 5 分間同化 ( $30 \text{Klx}$ , 23°C) させ、30分後に採取し、 $^{14}\text{C}$  同化産物の転流先端を推定して転流速度を求めた。なお、実験は 2 反復で行った。

### 実験 2 転流・分配に及ぼす影響

1982年10月22日には種したトマトを供試した。第 3 花開花後40日目の果実を着生した株を、実験 1 と同様に恒温器内に搬入して順化させた後、1区 2 株として、 $^{14}\text{CO}_2$  同化葉 (Fig. 2) に  $3.7 \times 10^5 \text{Bq}$  ( $10 \mu\text{Ci}$ )/株 の  $^{14}\text{CO}_2$  を 1 時間同化 ( $30 \text{Klx}$ , 23°C) させた。その後、23°C (果実は試験温度に制御) の暗黒下に置き、2 及び 5 時間後に採取し、各器官の  $^{14}\text{C}$  量を測定した。

### 実験 3 果実肥大に及ぼす影響

1983年1月8日には種したトマトを供試した。1区 4 株として、4月9日より5日間、ガラス室内で果実のみの温度制御を行い、その期間における果径の肥大を調査した。なお、実験開始時における果実の肥大程度は、第 3 花開花後20日目であり、平均果径は第 1, 2, 3, 4 果がそれぞれ、4.91, 4.17, 3.49, 2.41 cm であった。

## III 実験結果

### 1 転流速度に及ぼす温度の影響

供試トマトの速度測定葉の葉柄の長さは 21~23 cm であった。 $^{14}\text{CO}_2$  同化開始30分後における葉柄 1 cm 当たりに含まれる  $^{14}\text{C}$  量を Fig. 3 に示した。低温区ほど同化小葉基部の葉柄中の  $^{14}\text{C}$  量が少なく、しかも、短い距離で一定の値になった。この結果については、低温によって転流が抑制されたことに加え、本実験では  $^{14}\text{CO}_2$  同化処理時の温度が、転流時の温度と同じであったため、温度による同化量の差が生じたことも原因の一つと考えられる。28°C 以上の区では、供試した葉の葉柄内では同化小葉の基部から離れるほど、葉柄に含まれる  $^{14}\text{C}$  量がほぼ直線的に減少した。

Fig. 3 の直線的に  $^{14}\text{C}$  量が減少している部分について、直線を当てはめ、 $^{14}\text{C}$  量がバックグラウンド値になっ

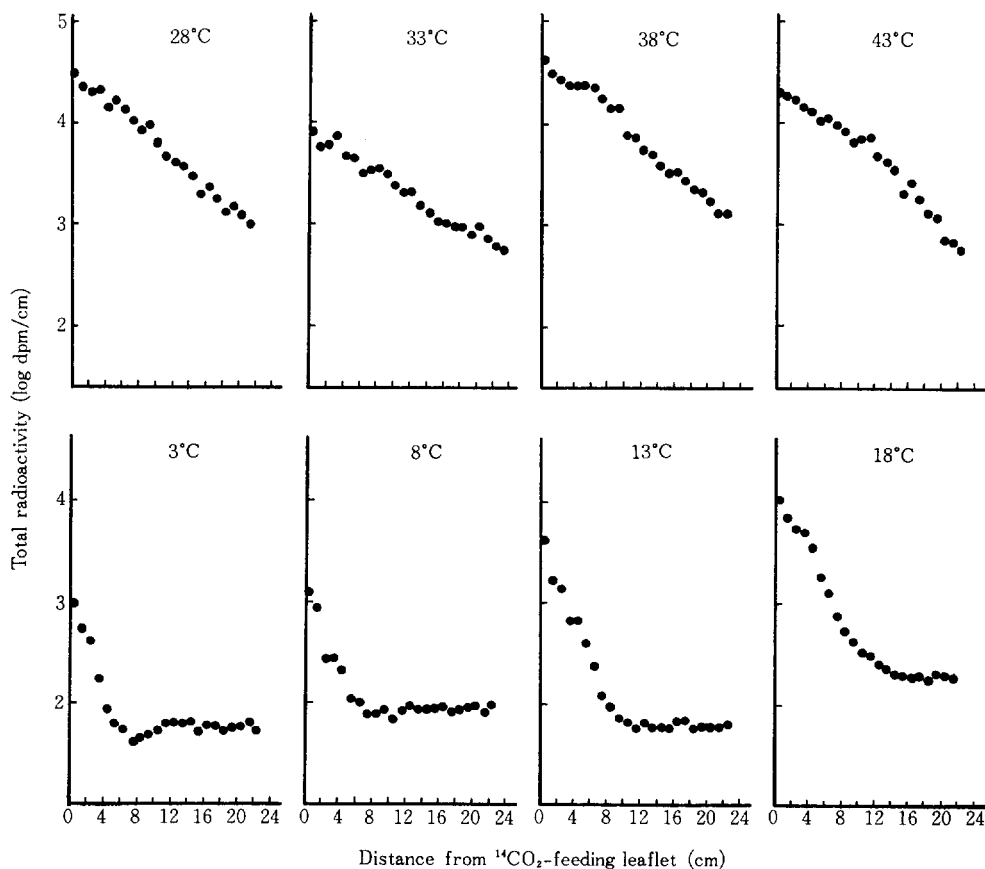


Fig. 3 Total <sup>14</sup>C-radioactivity of petiole per 1 cm length at 30 minutes after <sup>14</sup>CO<sub>2</sub>-feeding

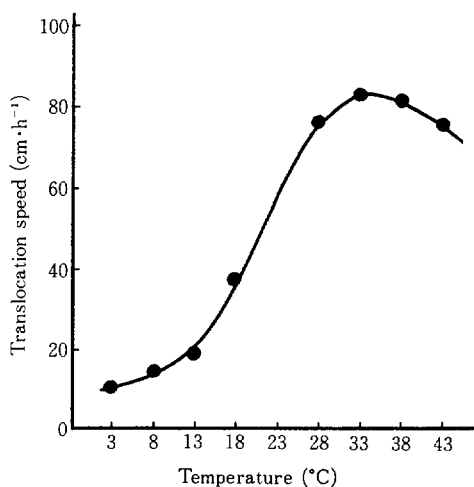


Fig. 4 Effect of temperature on translocation speed of <sup>14</sup>C-photosynthates in the petioles

た点を <sup>14</sup>C 同化産物の転流先端として、葉柄中における転流速度を求めた結果を Fig. 4 に示した。3°C では 10.8 cm·h<sup>-1</sup> であり、3~18°C では温度の上昇に伴って緩やかに高まったが、それよりも高い温度になると急速に高まり、33°C で最大速度 (83.0 cm·h<sup>-1</sup>) になった。更に高温になると、転流速度は若干低下した。

転流速度の温度係数  $Q_{10}$  は、Fig. 5 に示すように、3~28°C の温度範囲では 1.6~2.6 の範囲にあり、比較的高い値で推移したが、33°C 以上の高温域になると急速に低下し、1.0 前後ではほぼ一定になった。

転流速度の対数値を縦軸にとり、絶対温度の逆数値を横軸に取って作図した転流速度の Arrhenius plot を Fig. 6 に示した。その結果、傾斜を異にする 2 本の直線が得られ、30~33°C 付近に屈折点が存在することが認められた。

CANNY(1973) は通導組織内における <sup>14</sup>C 同化産物の

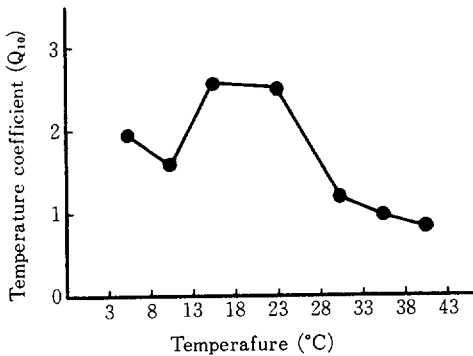


Fig. 5 Temperature coefficient of translocation speed

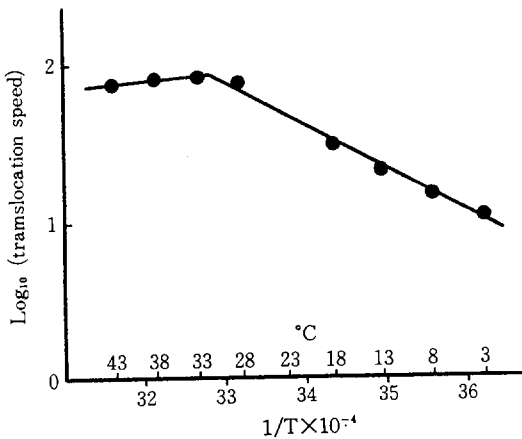


Fig. 6 Arrhenius plot of translocation speed

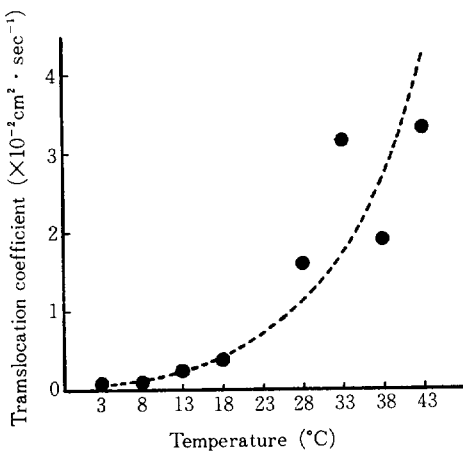


Fig. 7 Effect of temperature on translocation coefficient of <sup>14</sup>C-photosynthates in the petioles

転流が、物質の拡散現象と相似した傾向を示すことより、転流に対して、拡散についての物理化学的な考え方を導入することを提案している。そこで、CANNY(1973)の方法に従って転流係数を求めた結果を Fig. 7 に示した。なお、転流係数が大きくなることは、濃度勾配が一定の条件下で、単位時間当たり、通導系の単位断面積を転流する光合成産物の量が多くなることを示している。転流係数は、3°C では  $0.14 \times 10^{-2} \text{cm}^2 \cdot \text{sec}^{-1}$  であり、18°C までは緩やかに増加したが、それよりも高温になると急速に増大し、43°C で  $33.3 \times 10^{-2} \text{cm}^2 \cdot \text{sec}^{-1}$  になった。しかし、高温域 (28~43°C) では大きくばらついた。

## 2 転流・蓄積に及ぼす果実温度の影響

### 実験 1 転流速度に及ぼす影響

トマト植物体を 23°C の条件下に置き、果実 (果房) 温度のみ変えて測定した葉柄における転流速度は Table 1 に示すとおりであった。高温区ほど速度が速く、また、果実温度が低くなるほど転流速度の抑制が著しかった。

Table 1 Effect of fruit temperature on translocation speed of <sup>14</sup>C-photosynthates in the petioles

Fruit temperature (°C)	Speed (cm·h <sup>-1</sup> )
8	79.5
23	116.9
38	140.7

### 実験 2 転流・分配に及ぼす影響

<sup>14</sup>CO<sub>2</sub> 同化葉からの <sup>14</sup>C 同化産物の転流率に及ぼす果実温度の影響を Fig. 8 に示した。なお、転流率は植物全体の <sup>14</sup>C 量に対する同化葉以外の器官に存在した <sup>14</sup>C 量の割合として示した。2 及び 5 時間後とも、転流率は 23°C 区で最も高くなり、38°C、8°C 区の順に低くなった。2 時間後ではわずかであった 23°C と 38°C 区の差も 5 時間後には明確な差になった。また、8°C 区は、先の転流速度と同様、転流率においても著しく抑制された。

次に、<sup>14</sup>CO<sub>2</sub> 同化 5 時間後に採取したトマトにおける <sup>14</sup>C 同化産物の各器官への分配を Fig. 9 に示した。果実温度が低くなるほど、根及び茎への分配が多くなり、反面、果実への分配が少なかった。特に、8°C 区ではこの傾向が顕著になり、23°C、28°C 区に比べて、果実への <sup>14</sup>C 同化産物の分配は約 20% 近く少なかった。

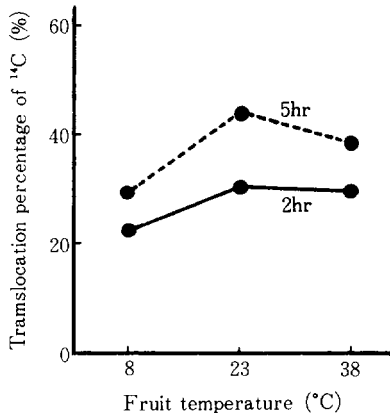


Fig. 8 Effect of fruit temperature on translocation percentage of <sup>14</sup>C-photosynthates

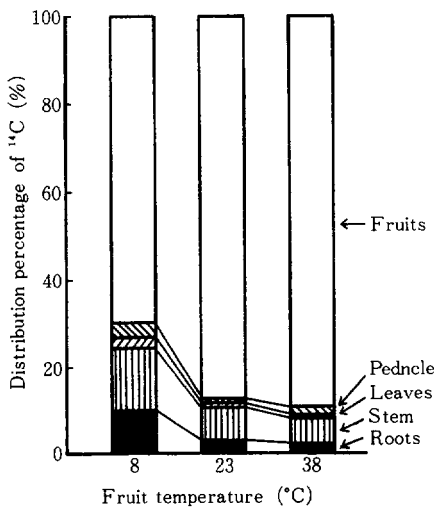


Fig. 9 Effect of fruit temperature on distribution percentage of <sup>14</sup>C-photosynthates. plants were harvested at 5 hours after <sup>14</sup>CO<sub>2</sub>-feeding

**実験3 果実肥大に及ぼす影響**

ガラス室内で、果実（果房）のみを温度抑制し、処理開始後5日間における果径の変化を調べた結果を Table 2 に示した。なお、結果は温度処理開始前の果径を100とした指数で表した。果実の肥大は23°C区で最も優れ、38°C、8°C区に劣った。特に、8°C区における果実肥大の抑制が著しかった。また、38°C区では、他区に比べて果実の外観が異なり、果色が淡い緑色になった。

Table 2 Effect of fruit temperature on increase of fruit size

Fruit temperature (°C)	Index of fruit size <sup>a</sup>
8	114.3
23	125.8
38	122.6

<sup>a</sup> Fruit diameter at the start of treatment indicated as 100

**IV 考 察**

**1 転流速度に及ぼす温度の影響**

トマトにおける光合成産物の転流が温度の影響を強く受け、比較的高い温度で促進されることは、HEWITTら(1948)、HORIら(1977)、SHISHIDOら(1979)、久富ら(1974)、吉岡ら(1977、1979)など多くの研究によって明らかにされている。しかし、これらの研究では乾物の増減や葉から他器官への<sup>14</sup>C同化産物の転流割合を基に温度の影響が検討されたに過ぎず、転流速度と温度との関係を定量的に検討した研究例はほとんど認められない。一方、トマトにおける光合成産物の転流速度を測定した例は、<sup>11</sup>Cをトレーサーとして用いたMOORBYら(1974)や<sup>14</sup>Cによる吉岡ら(1982)の報告など数少ない。

そこで、本研究ではトマト葉柄中における光合成産物の転流速度に及ぼす温度の影響について、<sup>14</sup>Cトレーサー法を用いて検討を行った。その結果、トマト葉柄中における<sup>14</sup>C同化産物の転流速度は温度の影響を強く受けることが明らかになった。つまり、3°Cのような低温下では10.8 cm・h<sup>-1</sup>と極めて遅いものであったが、温度が高まるにつれて速やかになり、33°Cで最大速度(83.0 cm・h<sup>-1</sup>)に達し、更に高い温度では若干低下した。また、温度係数やArrhenius plotにおいて、30~33°C付近で転流速度に変化が生じることが認められた。一方、転流係数については、温度の上昇に伴って急速に高まり、転流速度とは異なった結果を示した。

通導系（師管）における光合成産物の転流については、その機構に諸説があるが、その過程は大別して、酵素反応などエネルギー消費を伴う生化学的過程と、濃度勾配によって引き起こされる物理化学的過程（拡散など）の二つに分けられる。本研究において、転流速度、Arrhenius plot、温度係数（生理・生化学的反應ではQ<sub>10</sub>≒2.0

であるが、拡散のような物理元的な過程では  $Q_{10} \approx 1.2$  である—SUTCLIFFE, 1977) が  $30^{\circ}\text{C}$  付近を境にして変化したのに対して、転流係数は温度の上昇に伴って高まったことより、転流先端の移動する速度(転流速度)と転流量は異なった性質の過程によって律速されていると推察される。つまり、転流先端の移動は生化学的な過程によって律速され、一方、転流量、特に  $30^{\circ}\text{C}$  以上の温度域における転流量は物理化学的な過程を負うところが大きいと考えられる。

## 2 転流・蓄積に及ぼす果実温度の影響

トマト果実の sink 能が光合成産物の転流に大きな影響を及ぼすことは、既に、Ho (1979), KHAN ら(1969), TANAKA ら(1974), WALKER ら(1977a), 吉岡ら(1979) など多くの研究によって明らかにされている。sink 能の発現は、その代謝活性と密接な関係があるが(田中, 1981), 種々の環境要因のうち、温度条件は代謝活性に直接影響を及ぼし、比較的高い温度で代謝が促進される。

そこで、本研究ではトマト果実の温度条件が光合成産物の転流及び果実の肥大に及ぼす影響について検討した。まず、光合成産物の転流についてみると、転流速度は果実温度が高いほど速やかであり、また、果実への分配も多く、温度による sink 能の高まりが直接転流に影響を及ぼすことが明らかになった。しかし、転流率は若干異なり、 $23^{\circ}\text{C}$  区が  $38^{\circ}\text{C}$  区よりも高くなった。これは、高温区ほど果実の呼吸速度が高まったために起きた現象と考えられる。本研究で用いた転流率は採取した試料に残存した  $^{14}\text{C}$  の分配から算出したものであり、同化から採取までの期間の呼吸による  $^{14}\text{C}$  の放出を無視して算出している。そのため、果実からの呼吸による放出が多くなると、転流率は小さい値になる。また、果実肥大についても同様の現象が認められた。つまり、 $38^{\circ}\text{C}$  区は光合成産物の転流が最も多いにもかかわらず、呼吸による炭水化物の消費が激しく、その結果、肥大は  $23^{\circ}\text{C}$  区よりも劣ったと考えられる。

このように、果実(sink)の温度条件は光合成産物の転流に大きな影響を及ぼし、温度が高い場合には、source から sink への転流を促し、また、低い場合にはこれを抑制することが明らかになった。同様に、高い果実温度がトマト果実への光合成産物の転流を促す現象は WALKER ら(1977b) によっても報告されている。これらの結果は sink における代謝活性(物質変換、呼吸など)が転流に強く関与していることを示していると考えられる。すなわち、果実温度が高い場合には、果実に流

入した転流物質の組織構成成分への組み換えが促進され、また、呼吸が高められ、光合成産物の消費が多くなる。そのため、source と sink 間での光合成産物に対する濃度勾配が高まり、転流が促進されると考えられる。しかし、果実温度が著しく高い場合には、転流は促進されるにもかかわらず、呼吸による消耗が激しくなり、果実の肥大が悪化する。

トマトの実際栽培で、果実のみの温度制御は著しく困難である。しかし、直接日光が当たった果実は葉温、気温よりも数度高い果実温となり、しかも、日没後も比較的長時間高い温度に維持される(穴戸ら, 1985)。このことは、転流促進を考える上で栽培管理上重要な意義を持っている。すなわち、温度が比較的低く推移する冬期の施設栽培ではトマト果実の上に覆い被さる葉を除去したり、また、うねを南北方向にするなど、積極的に果実に日光を当て、果実温度を高く維持することが重要であることを示している。

## V 摘 要

トマトにおける光合成産物の転流に及ぼす温度の影響を明らかにするため、 $^{14}\text{C}$  トレーサー実験を行った。まず、葉柄における転流速度に及ぼす温度の影響について調べ、次に、果実(sink)温度を変えた場合の転流・蓄積について検討した。本実験より得られた結果は次のとおりである。

- 1) 葉柄における  $^{14}\text{C}$  同化産物の転流速度は低温で遅く( $3^{\circ}\text{C}$  で  $10.8 \text{ cm}\cdot\text{h}^{-1}$ )、 $33^{\circ}\text{C}$  で最大( $83.0 \text{ cm}\cdot\text{h}^{-1}$ )になり、更に高温になると若干低下した。
- 2) 転流速度の温度係数  $Q_{10}$  は  $3\sim 28^{\circ}\text{C}$  の範囲では  $1.6\sim 2.6$  であり、 $28^{\circ}\text{C}$  以上になると  $1.0$  前後に低下した。また、Arrhenius plot では  $30\sim 33^{\circ}\text{C}$  付近に屈折点が認められた。
- 3) 転流係数は低温で小さく( $3^{\circ}\text{C}$  で  $0.14 \times 10^{-2} \text{ cm}^2 \cdot \text{sec}^{-1}$ )、 $18^{\circ}\text{C}$  までは徐々に高まり、更に高温になると急速に高まった。
- 4) 転流速度、転流係数の解析から、転流先端の移動する速度(転流速度)と転流量は異なった過程によって律速されることが推察された。
- 5) 果実温度を変えた場合の葉柄における転流速度は高温区ほど大きく、 $38^{\circ}\text{C}$  区  $140.7 \text{ cm}\cdot\text{h}^{-1}$ 、 $23^{\circ}\text{C}$  区  $116.9 \text{ cm}\cdot\text{h}^{-1}$ 、 $8^{\circ}\text{C}$  区  $79.5 \text{ cm}\cdot\text{h}^{-1}$  であった。
- 6) 同化葉からの  $^{14}\text{C}$  同化産物の転流率は果実温  $23^{\circ}\text{C}$  区で最も高くなり、 $38^{\circ}\text{C}$ 、 $8^{\circ}\text{C}$  区に順に低くなった。ま

た、分配は高果実温区ほど果実への分配が多くなり、根、茎への分配が低下した。特に、果実温 8°C 区では果実への分配が著しく低下した。

7) 果実の肥大は果実温 23°C 区が最も良く、38°C、8°C 区の順に劣った。

8) 果実温度と転流との関係から、高果実温は果実の sink 能を高め、光合成産物の転流を促す。そのため、転流促進にとって、果実温の確保の重要性が明らかになった。

### 引用文献

- 1) CANNY, M. J. (1973): Phloem translocation. pp. 246~267, Cambridge Univ. Press, Lond.
- 2) HEWITT, S. P. & O. F. CURTIS (1948): The effect of temperature on loss of dry matter and carbohydrate from leaves by respiration and translocation. *Amer. J. Bot.*, **35**, 746~755.
- 3) 久富時男・森岡和之 (1974): 良品多収のための環境管理基準の設定に関する研究 (第2報). トマトの <sup>14</sup>C-同化産物の転流・分配に及ぼす異なる夜温とその経過時間の影響. *奈良農試研報*, **6**, 20~30.
- 4) Ho, L. C. (1979): Regulation of assimilate translocation between leaves and fruits in the tomato. *Ann. Bot.*, **43**, 437~448.
- 5) HORI, Y. & Y. SHISHIDO (1977): Studies on translocation and distribution of photosynthetic assimilates in tomato plants. I. Effects of feeding time and night temperature on the translocation and distribution of <sup>14</sup>C-assimilates. *Tohoku J. Agric. Res.*, **28**, 26~40.
- 6) 星野正生 (1974): ラジノクローバにおける光合成産物およびリンの転流と蓄積に関する研究. *草地試研報*, **5**, 35~84.
- 7) KHAN, A. A. & G. R. SAGAR (1969): Alteration of the pattern of distribution of photosynthetic products in the tomato by manipulation of the plant. *Ann. Bot.*, **33**, 753~762.
- 8) MOORBY, J., J. H. TROUGHTON & B. G. CURRIE (1974): Investigations of carbon transport in plants. II. The effects of light and darkness and sink activity on translocation. *J. Exp. Bot.*, **25**, 937~944.
- 9) SHISHIDO, Y. & Y. HORI (1979): Studies on translocation and distribution of photosynthetic assimilates in tomato plants. III. Distribution pattern as affected by air and root temperature in the night. *Tohoku J. Agric. Res.*, **30**, 87~94.
- 10) 矢戸良洋・新井和夫・浅沼 智 (1985): トマトの葉温・果実温の変化が光合成に及ぼす影響. *野菜試栽培部年報*, **12**, 22~24.
- 11) SUTCLIFFE, J. (1977): Plants and temperature. 佐藤 庚訳, 植物と温度, 1981, pp. 22~31, 朝倉書店, 東京.
- 12) 高橋和彦・新井和夫・長岡正昭・吉岡 宏 (1975): <sup>14</sup>C 同化用恒温器の試作と同化測定方法. *野菜試栽培部年報*, **2**, 19~22.
- 13) TANAKA, A. & K. FUJITA (1974): Nutrio-physiological studies on the tomato plant. IV. Source-sink relationship and structure of the source-sink unit. *Soil Sci. Plant Nutr.*, **20**, 305~315.
- 14) 田中 明 (1981): 光合成と source-sink 関係. 宮地重 遺稿, 光合成 II. pp. 121~147, 朝倉書店, 東京.
- 15) WALKER, A. J. & L. C. HO (1977a): Carbon translocation in the tomato: Carbon import and fruit growth. *Ann. Bot.*, **41**, 813~823.
- 16) ———— (1977b): Carbon translocation in the tomato: Effects of fruit temperature on carbon metabolism and the rate of translocation. *Ibid.*, **41**, 825~832.
- 17) 吉岡 宏・高橋和彦・新井和夫・長岡正昭 (1977): 果菜類における光合成産物の動態に関する研究. I. トマトの <sup>14</sup>C 同化産物の転流・蓄積に及ぼす夜温, 地温並びに生育中の照度, N濃度処理の影響. *野菜試報*, **A. 3**, 31~41.
- 18) ———— (1979): 果菜類における光合成産物の動態に関する研究. III. トマト果実の肥大・成熟に伴う Sink 能の変化と Source-Sink の関係. *野菜試報*, **A. 6**, 85~103.
- 19) ———— (1981): 果菜類における光合成産物の動態に関する研究. V. トマトにおける <sup>14</sup>C 同化産物の昼夜間の転流割合と, 転流・分配に及ぼす光・夜温の影響. *野菜試報*, **A. 9**, 63~81.
- 20) ———— (1982): 果菜類における光合成産物の動態に関する研究. (第15報) トマトの光合成及び光合成産物の転流に及ぼす摘果, 摘葉の影響. 昭57年春季園芸学会発表要旨, 202~203.



## Studies on the Translocation and Distribution of Photosynthates in Fruit Vegetables

### IX Effects of Temperature on Translocation of <sup>14</sup>C-Photosynthates in Tomato Plants

Hiroshi YOSHIOKA, Kazuhiko TAKAHASHI and Kazuo ARAI

#### Summary

In Order to analyze the effects of temperature on the translocation of photosynthates in tomato plants, <sup>14</sup>C-tracer experiments were carried out. The tomato plants (Cultivar 'Fukuju No. 2') were grown in a glasshouse, topped so as to leave two leaves above the first truss and thinned at the rate of four fruits per plant.

In the first experiment, the whole tomato plants were subjected to different conditions of temperature. Then, the distal leaflet of the second leaf above the first truss was exposed to <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> gas for 5 minutes as shown in Fig. 1. The <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> fed leaves were harvested at 30 minutes after the beginning of the exposure to <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> gas, the amount of <sup>14</sup>C in the petiole per 1 cm length was measured and the translocation speed of <sup>14</sup>C was calculated by estimating the amount of translocated <sup>14</sup>C in the most distal parts of petiole from <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> fed leaflet.

In the second experiment, the attached fruits of tomato plants were maintained under different conditions of temperature (8, 23, 38°C) using the fruit temperature control chamber illustrated in Fig. 2. By the feeding of <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> gas to the distal leaflet or leaf-blade of the second leaf above the first truss, the translocation speed of <sup>14</sup>C in the petiole and the translocation and distribution percentage of <sup>14</sup>C from <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> fed leaf to other organs were measured. Moreover, the increase of fruit diameter was measured under different conditions of fruit temperature.

The results obtained were as follows;

1. The translocation speed of <sup>14</sup>C-photosynthates in the petioles was significantly affected by the temperature. The speed was slow at low temperatures, reached maximum values (83.0 cm·h<sup>-1</sup>) at 33°C, and decreased gradually at higher temperatures again (Fig. 4).

2. The temperature coefficient ( $Q_{10}$ ) of the translocation speed of <sup>14</sup>C-photosynthates varied from 1.6 to 2.6 in the temperature range of 3 to 28°C. However,  $Q_{10}$  decreased to about 1.0 at higher temperatures (Fig. 5). Moreover, there was a break in the line of the Arrhenius plot of translocation speed at 30 to 33°C (Fig. 6).

3. The translocation coefficient of <sup>14</sup>C-photosynthates in the petioles decreased at low temperatures and it was increased considerably as the temperature rose (Fig. 7).

4. Based on the analysis of the translocation speed and coefficient, it was suggested that

the translocation speed and mass transfer of photosynthates were limited by biochemical and physical processes, respectively.

5. The translocation speed of  $^{14}\text{C}$ -photosynthates in the petioles was remarkably affected by the fruit temperature. A high value of speed ( $140.7 \text{ cm}\cdot\text{h}^{-1}$ ) was obtained at a fruit temperature of  $38^\circ\text{C}$  (Table 1).

6. The percentage of  $^{14}\text{C}$ -photosynthates translocated from the  $^{14}\text{CO}_2$ -fed leaf to other organs was highest at a fruit temperature of  $23^\circ\text{C}$ , followed by  $38^\circ\text{C}$  and  $8^\circ\text{C}$  in this order (Fig. 8). On the other hand, the rate of translocation of  $^{14}\text{C}$ -photosynthates to the fruits increased when the fruit temperature was high with a concomitant decrease in the translocation to roots and stem. Especially, the translocation to fruits decreased remarkably on a fruit temperature of  $8^\circ\text{C}$  (Fig. 9).

7. In the tomato plants maintained under different fruit temperatures for 5 days, the increase of the fruit diameter was highest at  $23^\circ\text{C}$ , followed by  $38^\circ\text{C}$  and  $8^\circ\text{C}$  in this order (Table 2).

8. Based on the results of the experiments on the effects of fruit temperature on translocation, it was concluded that higher fruit temperature enhanced the sink ability of fruits and promoted the translocation of photosynthates to the fruits.