

# トマトの水ストレスと生育に及ぼす根の部分吸水と吸肥の影響

|       |                           |
|-------|---------------------------|
| 誌名    | 農業氣象                      |
| ISSN  | 00218588                  |
| 著者    | 小沢, 聖<br>齊藤, 祥子<br>島根, 茂雄 |
| 巻/号   | 45巻2号                     |
| 掲載ページ | p. 105-109                |
| 発行年月  | 1989年9月                   |

農業気象(*J. Agr. Met.*) 45 (2): 105-109, 1989

# トマトの水ストレスと生育に及ぼす 根の部分吸水と吸肥の影響

小沢 聖\*・斉藤祥子\*\*・島根茂雄\*\*

( \* 東京都農業試験場江戸川分場  
\*\* 明治大学農学部 )

Effect of Partial Root Absorption of Water and Fertilizer  
on Leaf Water Stress and Growth of Tomato Plant

Kiyoshi OZAWA\*, Syoko SAITO\*\* and Sigeo SHIMANE\*\*

( \* Edogawa Branch, Tokyo Metropolitan Agricultural Experiment Station,  
1-133, Shishibone, Edogawa, Tokyo 133, Japan  
\*\* Faculty of Agriculture, Meiji University,  
Ikuta, Tama, Kawasaki 214, Japan )

Experiments were conducted to confirm that roots stemming from a tomato plant could possess different function to ease adverse environmental effects.

Three lateral shoots of fourth foliage stage tomato were forced to grow continuously, other growing points being removed. Two of these shoots were then allowed to roots in humid sand media. The original plant roots were cut off, and the plants were grown hydroponically with rooted lateral shoots in nutrient solutions of either single or two concentrations.

Plant height, leaf water potential, water and nutrient uptake decreased substantially when their roots were immersed in water or single higher concentrated solution. These responses, however, recovered up to nearly normal level in plants having the roots separately dipped in two solutions of different concentrations. This fact suggest that when roots are separated into two parts and grown in solutions of different concentrations, the roots in a better environment decrease the damage.

**Key words:** Fertilizer absorption, Hydroculture, Root, Tomato plant, Water absorption.

キーワード: 吸水, 吸肥, 水耕栽培, トマト, 根

## 1. はじめに

トマトの根の部分的な吸水と吸肥が作物体の水ストレスと生育に及ぼす影響を明らかにするために、同一の作物体から2つの根群を発達させ、それぞれの根群を濃度の異なる2種類の培養液で水耕栽培した。その結果、新しい知見が得られたので、概要を報告する。

## 2. 材料および方法

東京都農業試験場江戸川分場で、1988年6月17日にトマト、品種‘強力さすが(東京シード)’を播種して材料とした。発芽後、化成肥料を混ぜた赤土を培地として直径9cmのポリ鉢に鉢上げ、無加温のパイプハウス内で育苗した。苗の生育ステージが4葉期から5葉期となった7月26日に、生長点を蕾ごと摘除し、その後、萌芽した側枝のうち生長の速い3本を残し、ほかは除去した。

Fig.1とFig.2に示すように、サンプルとして側枝か

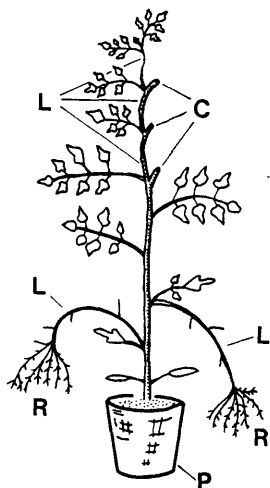


Fig. 1. Sketch of tomato plant used for the experiment

P, Pot; R, Root; L, Lateral shoot;  
C, Cutting point.

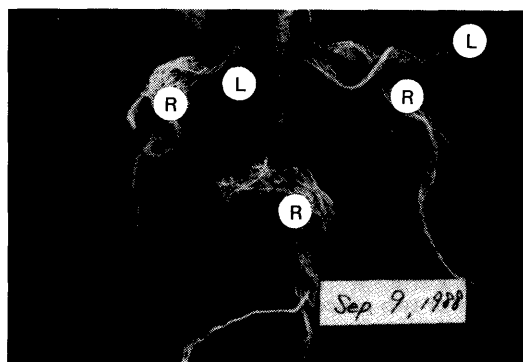


Fig. 2. Tomato plant with two root systems from lateral shoots

R, Root; L, Lateral shoot.

ら発達した2つの根群を持つ作物体を作るため、8月11日にガラス室内の適湿を保ったサンドベンチに苗を倒し、下位の側枝2本を埋設し発根させた。さらに、根の発達と地上部の生育のバランスを保つために、Fig.1に示すように、8月11日および8月21日に、最上位の側枝を基部1節のみ残り除去した。この間、苗には、鉢用土に挿入した点滴かん水用チューブから液肥をかん水し、側枝から発根するに従ってかん水量を抑制した。また、新たに発達した余分な側枝は除去した。

これらの作物体をサンプルとして、単独の培養液で水耕栽培する処理群、および、2種類の異なる濃度の培養液を組合せて水耕栽培する処理群を設け、8月31日から実験を開始した。培養液には、大塚ハウス1号と同2号

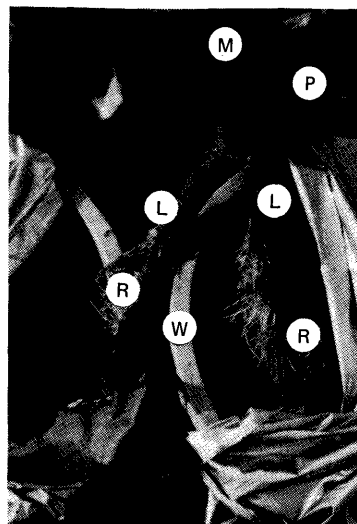


Fig. 3. Tomato plant in the hydroponic solutions

P, Pot; R, Root; L, Lateral shoot;  
M, Main shoot; W, Wagner's pot.

を混合した大塚ハウス標準培養液(大塚化学)を用い、容器には1/5,000アールのワグネルポットを用いた。単独の培養液で栽培する処理区は、側枝から発達した片方の根のみを培養液中に納め(他方の根は空中に残した)、標準培養液濃度に対する倍率として、単独0倍区、単独1倍区、単独5倍区、単独10倍区を設定し、1処理に4個体を供試した。2種類の異なる濃度の培養液を組合せて栽培する処理区は、Fig.3に示すように、側枝から発達したそれぞれの根群を異なる濃度の培養液中に納め、標準培養液濃度に対する倍率として、0倍と1倍の組合せ区(以下、0-1倍区のように示す)、0-5倍区、0-10倍区、1-5倍区、1-10倍区、5-10倍区を設定し、1処理に4個体を供試した。

なお、馴化のため、すべての作物体は8月31日から9月10日まで0倍液で栽培し、9月10日から19日までは5倍液の代りに3倍液を、10倍液の代りに5倍液を用いた。水耕開始後、育苗鉢の用土にはかん水せず、当初の根群は主茎の地ぎわ部から9月10日に切除した。また、培養液には通気せず、蒸発と日射を防ぐために、ワグネルポット上面は銀色のポリエチレンシートで覆った。栽培期間中に新たに発生した側枝はすべて除去した。

吸水量はワグネルポットの減水深と給水量から求め、草丈は分枝節から生長点までの長さで示し、ともに、10月10日に測定した。葉の水ポテンシャルはプレッシャーチャンバー(大起理化工業)により、上位3枚目から4枚目の展開葉の中位の小葉を用いて、10月11日19時00分から20時20分にかけて測定した。

### 3. 結 果

培養液濃度を高めた直後の9月19日から10月3日までの作物体の1日当たりの吸水量を、培養液の濃度別にFig.4に示す。単独の培養液で栽培した処理区では、作物体の吸水量は単独1倍区で最も多く、培養液濃度の上昇にともなって著しく低下した。また、単独0倍区では、単独5倍区とほぼ同じ吸水量を示した。一方、異なる2種類の濃度の培養液を組合せて栽培したすべての処理区で、作物体の吸水量に有意な差は認められず、平均の吸水量は単独1倍区より少なく、単独5倍区より多かった。また、同一の濃度の培養液を共通して組合せた処理区の間では、10倍液を除いて、他の一方に組合せた培養液の濃度が高まるほど、作物体の吸水量に占める共通した濃度の培養液の割合が高まった。

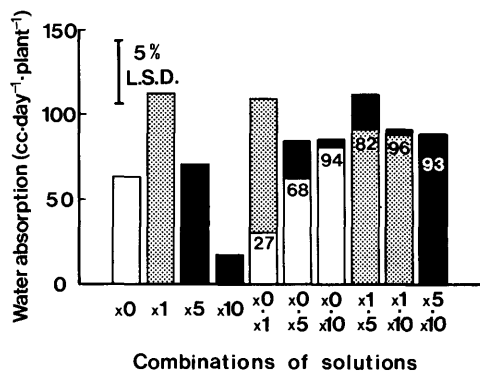


Fig. 4. Effect of combinations of solutions on water absorption  
Concentration of solutions  
□: x 0, ▨: x 1, ■: x 5, ■: x 10  
Number in figure shows ratio of lower concentration of solution in total water absorption, where l.s.d. (5%) is 9.8.

各処理区の葉の水ポテンシャルをFig.5に示す。単独0倍区、単独1倍区、1-5倍区および0倍液を組合せた処理区では、葉の水ポテンシャルは高く、処理間に差は認められなかった。一方、単独10倍区で最も低く、単独5倍区と5-10倍区で次いで低かった。

各処理区の草丈は、Fig.6に示すように、単独10倍区で最も低く、単独0倍区で次いで低かった。逆に、1-5倍区、単独1倍区、0-1倍区、0-5倍区では高く、処理間に差は認められなかった。

このほか、葉数、葉面積でも、草丈とほぼ同様の関係がみられた。また、根は、個別の培養液では単独1倍区、0-1倍区の1倍液、0-5倍区の5倍液で良く発達し、

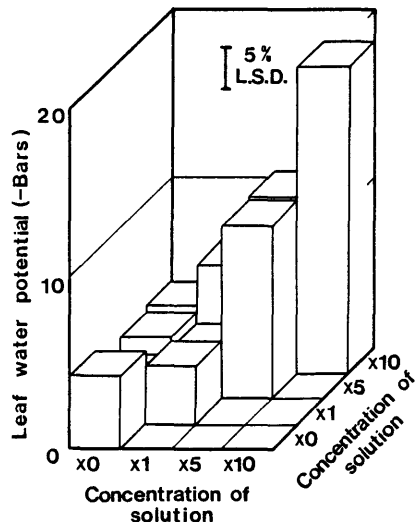


Fig. 5. Effect of combinations of solutions on leaf water potential

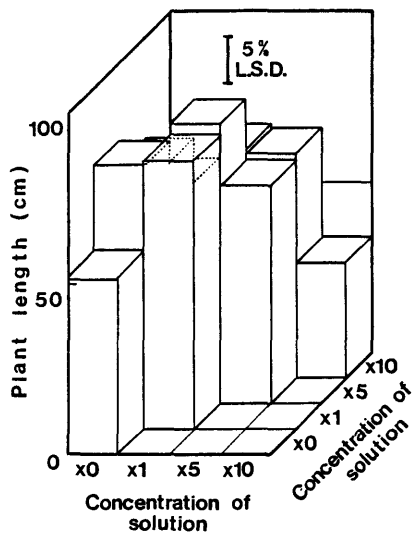


Fig. 6. Effect of combinations of solutions on plant length

作物体合計では、単独1倍区、0-1倍区、1-5倍区で良く発達した。根の形態は、特に、0倍液中で側根の発達が著しく抑制され、長くなった。

### 4. 考 察

Fig.4に示す吸水特性から、異なる濃度の培養液中にある同一の作物体の双方の根群が、吸水機能と吸肥機能をそれぞれ補完し合っていることが明らかとなった。この補完作用の影響で、高濃度の培養液においても、低濃度の培養液あるいは水を組合せて栽培することにより、

水ストレスが著しく軽減され、生育も改善されたといえる (Fig.5, Fig.6)。また、水と培養液を組合せて栽培することにより、水単独での栽培に比べて生育が促進されたことから、同様に肥料成分の不足も補われたといえる。しかし、高濃度の培養液との組合せにおいて、生育は水との組合せよりも標準濃度の培養液との組合せで優れていた (Fig.6)。このことから、吸水機能と吸肥機能の補完作用は、単純に作物体が培養液濃度を希釈する作用とは考えにくく、今後、詳細な検討が必要といえる。また、同様の現象はプリンスメロンでも認められたことから (小沢, 投稿中)、この補完作用が他の作物にも共通して存在する可能性がうかがえる。

Philip (1966) は、土壌-植物-大気の水循環を物理的に連続した系として認識し、この概念を SPAC と呼んだ。これによると、水はポテンシャルエネルギーの差に基づいて移動するために、培養液は濃度が低いほど作物に吸収されやすいことになる。しかし、Fig.4 から明らかかなように、0-1 倍区において作物体は標準濃度の培養液を水より多く吸収した。この原因は、主に、標準濃度の培養液中で根が著しく発達したことと考えられ、根の表面積、通水抵抗等を詳細に検討しない限り、本実験の結果を SPAC の概念で説明することはできないといえる。

一般に、干ばつ時には深層ほど土壌水分が多いことから、根が土壌中に深く発達することにより種々の作物で耐干性が高まることが報告されている (Kramer, 1983; 尾形ら, 1986; Cortes *et al.*, 1986; 小沢, 投稿中)。しかし、通常、肥料は耕土層に限って施用されることが多いため、小笠原では深い土層に発達した根の周囲には肥料成分が乏しく (佐藤, 1985)、干ばつ時の作物の吸肥機構に疑問が生じる。また、施肥した耕土層では干ばつにより土壌溶液濃度が著しく高まり、作物の生育を大きく阻害するため (小沢, 投稿中)、作物の吸水、吸肥に共通して適した土層は著しく狭められると推定される。このような条件下でも、作物は根を深く発達させることにより健全に生育することから、自然界においても本実験結果と同様に、根が吸水機能と吸肥機能を部分的に補完し合っているものと考えられる。

## 5. ま と め

トマトの根の部分的な吸水と吸肥が作物体の水ストレスと生育に及ぼす影響を明らかにするために水耕実験を実施した。

1) トマト '強力さすが (東京シード)' を材料とし、頂部に未発達した側枝 1 本、および下位の側枝 2 本から発達した 2 つの根群を持つ苗を作り実験に使用した。

2) 単独の培養液で水耕する処理として、標準培養液濃度を基準に 0 倍区、1 倍区、5 倍区、10 倍区を設定した。さらに、1 個の作物体の双方の根を異なる 2 種類の濃度の培養液に入れ水耕する処理として、0-1 倍区、0-5 倍区、0-10 倍区、1-5 倍区、1-10 倍区、5-10 倍区を設けた。

3) 作物体の吸水量は、単独の培養液処理では 1 倍区で最も多く、培養液濃度の上昇にともなって減少したが、濃度の異なる培養液を組合せたすべての処理区では、処理間での差および単独 1 倍区との差は認められなかった。また、同一の作物体の吸水量に占める低濃度の培養液の割合は、組合せる培養液濃度が高いほど高まった。

4) 葉の水ポテンシャルは、高濃度の培養液単独の処理区では低かったが、これらに低濃度の培養液を組合せた処理区では高かった。

5) 草丈は、単独 10 倍区と単独 0 倍区で低かったが、これらに 1 倍液あるいは 5 倍液を組合せた処理では高かった。

6) これらのことから、異なる濃度の培養液中にある同一作物体の 2 つの根群が吸水機能と吸肥機能を相互に補完し合うことが明らかになった。

## 謝 辞

本実験を遂行するに当たり、東京都農業試験場江戸川分場吉田和子氏、宮山高明氏、飯著栄氏ならびに明治大学農学部植物栄養学教室の学生諸氏に御世話になった。ここに、改めて御礼申し上げる。

## 引用文献

- Cortes, P. M. and Sinclair, T. R., 1986: Water Relations of Field-Grown Soybean Under Drought. *Crop. Sci.*, **26**, 993-998.
- Kramer, P. J., 1983: Drought Tolerance and Water Use Efficiency. In *Water Relation of Plants*. Academic Press, New York, 390-415.
- 尾形昭逸・実岡寛文・松本勝士, 1986: 暖地型飼料作物の水ストレス耐性機構の解析 (4) 異なる土壌水分条件下における根の発達と養分・水分吸収能の草種間差異. 日本草地学会誌, **31**, 263-271.
- 小沢 聖, 1984: 耕種法による果菜類の早ばつ対策 (第 1 報) 定植時の摘葉による根の伸長促進. 園学要旨, **59** 秋, 220-221.
- 小沢 聖, 1984: 耕種法によるプリンスメロンの干ばつ対策 (3) 施肥量, 施肥方法の影響. 昭和 58 年度東京都小笠原亜熱帯農業センター野菜試験成績書, pp. 48-49.
- 小沢 聖, 1988 a: 水ストレスの軽減によるトマトの着果改善. 農業気象, **44**, 7-14.

小沢 聖, 1988 b: 作土中の粗土塊の含有率がトマトとプリンスメロンの生育, 収量に及ぼす影響. 東京都農業試験場研究報告, **21**, 167-180.

小沢 聖, プリンスメロンの生育, 収量に及ぼす根系伸長の影響, 東京都農業試験場研究報告 (投稿中).

Philip, J. R., 1966: Plant water relations: Some physical aspects, *Ann. Rev. Plant Physiol.*, **17**, 245-268.

佐藤豊三, 1985: 心土の化学性調査, 昭和59年度東京都小笠原亜熱帯農業センター試験成績書, pp.76-78.