



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

ハウス栽培におけるトマト体内の水分動態と消費水量の検討

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2008-02-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 浅井, 修 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/3093

氏名(本国籍)	浅井 修 (兵庫県)
学位の種類	博士(農学)
学位記番号	農博甲第 396 号
学位授与年月日	平成 18 年 3 月 13 日
学位授与の要件	学位規則第 3 条第 1 項該当
研究科及び専攻	連合農学研究科 生物環境科学専攻
研究指導を受けた大学	岐阜大学
学位論文題目	ハウス栽培におけるトマト体内の水分動態と消費水量の検討
審査委員会	主査 岐阜大学 教授 千家 正 照 副査 岐阜大学 助教授 西村 真 一 副査 信州大学 教授 木村 和 弘 副査 静岡大学 教授 土屋 智 副査 岐阜大学 教授 天谷 孝 夫

論文の内容の要旨

畑地の土地利用形態は、主に露地畑と施設畑(ガラス室、ビニールハウス、雨除けハウス、トンネル)に分類される。施設畑は降雨を遮断し土壌水分ならびに気象環境を制御する閉鎖系であることから、露地畑に比べ消費水量ならびに用水量が増大する。雨除けハウスは施設畑に分類されるが、屋根部分のみを被覆し側方を開放した構造をしており閉鎖系とは少し異なる。雨除けハウスが普及し始めたのは昭和 58 年頃からであり、普及面積も少なかったことから現在まで施設畑として分類されてきた。しかし、近年雨除けハウスの設置実面積が増加傾向にあることから消費水量や用水量について検討する必要性がでてきた。そこで、雨除けハウスの気象特性について把握し、トマトの消費水量と用水量について検討した。

試験地は岐阜県飛騨地域であり、雨除けハウスの発祥の地として知られている。この地域は海拔 1,000m 前後にあり、冷涼かつ気温の日較差が大きいという気象条件を活かしてトマトやホウレンソウなどの雨除けハウス栽培が行われている。現行の用水計画(農林水産省構造改善局, 1997)は消費水量の推定にペンマン法を採用しており、露地畑と施設畑について蒸発位の算定法が示されている。しかし、雨除けハウスは常時側方を開放していることから、ハウス内部の気象特性が施設畑と異なると考えられ、消費水量の推定法を新たに検討する必要がある。そこで、ハウス内外の気象観測(温度、湿度、風速、純放射量、日射量、日照時間、水面実蒸発量)から雨除けハウス内の気象特性を明らかにし、ハウス外気象データからハウス内蒸発位の推定を試みた。また、篤農家の判断によって水管理を行う「農家区」と灌水時に浸透損失が発生しないよう土壌水分を制御した「自動灌水区」の 2 試験区を設け、これらの灌水量から用水計画上の作物係数および栽培管理用水量について検討し

た。

畑地用水計画でペンマン式を用いてハウス内の蒸発位を求めるには、ハウス外の気象データを補正してハウス内の気象環境を正確に推定する必要がある。本試験の結果から6～9月の雨除けハウス内の気象環境はハウス外の気象データに対して、気温 $+ (0.5 \sim 0.9^{\circ}\text{C})$ 、水蒸気圧が等しい、風速 $0\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 、そして純放射量は次式として推定することができた。

$$\text{純放射量} = (1 - \text{アルベド}) \times \text{短波放射} \times 0.83 (\text{透過率}) - \text{有効長波放射} \times 0.6$$

これより算定した雨除けハウスの蒸発位とトマトの消費水量との比によって得た作物係数は、設計基準で示されている値とほぼ同じであった。また、ハウス外気象データを用いて7～9月の露地畑、施設畑、雨除けハウスの蒸発位を推定した結果、蒸発位は露地畑、施設畑、雨除けハウスの順に大きくなった。さらに、雨除けトマト栽培では土壌水分を一定に管理し、高収量と果実の品質向上を目的とした多量の栽培管理用水が必要となることも明らかにした。

上記の雨除けハウス栽培におけるトマトの消費水量と用水量の検討から、篤農家は常に土壌水分を圃場容水量以上に保ち、品質向上を目的とした栽培を行っていた。灌水による土壌水分の急激な変化は、果実の表皮が裂ける裂果を誘発するという報告による影響である。裂果の発生原因としてその他に、果実内部の水分状態・日射量や温湿度・品種特性や栽培条件等に影響されるとする報告があるが、いまだ多くの生産現場で発生していることからその抑制方法が求められている。そこで、水管理ならびに植物体内の水分移動の観点から裂果防止対策の基礎的な情報を得ることを目的に、茎熱収支法によるトマト体内の水分動態の測定とデンドロメータを用いた果実の伸縮について測定を行い、ハウス内の気象環境との関係について検討した。また、施設畑が増加し灌水を制御できる現在において、トマト1株の消費水量を正確に測定する技術が求められている。そこで、茎熱収支法によるトマト1株の日消費水量の算定を試みた。

試験地は愛知県西部に位置する丸屋根式ビニールハウスで行った。栽培床にロックウールを用いた養液栽培が行われており、灌漑には点滴チューブが用いられタイマー制御により1日10回程度灌水されている。試験期間である2003年4月17日から4月21日のトマトの生育状況は、草丈が3.5mを超え、葉柄数は22枚、18、19段花房が開花しており、空調暖房と床暖房により前年の秋から長期にわたり栽培されていた。トマトは南北畝に2条植えされ斜め誘引されていた。ロックウールはブラックフィルムで包まれ、さらに上部はシルバーフィルムで覆われており常に養液で飽和している。トマト体内の水分動態の測定にはフローゲージ(SGA5, SGA10, Dynamax Inc)を用いた。フローゲージは南北畝に2条植えされた東側の株の主枝2箇所と葉柄および果梗に設置した。果実の伸縮の測定にはデンドロメータ(DEX100, Dynamax Inc)を用いた。デンドロメータは果梗の水分動態を測定している果実に設置した。対象とした果実は楕円形であり長径10.5cm、短径8.7cmであった。また、果頂から果底までは6.8cmであった。果齢は開花後30日前後で果実の大部分が緑色であったことから緑熟期と考えられる。その他、測定対象株の近傍に熱型全天日射計(PCM-1, Prede)と電気抵抗式温湿度計(TR-72S, T and D)をそれぞれ土壌面から高さ1.9m、0.8mの位置に設置した。また、株元のロックウール深さ5cmの根群温度を熱電対を用いて測定した。

その結果、主枝2箇所の茎内流は日の出から24時付近まで確認された。トマトの多段栽培では、草丈が大きく着果数も多いことから、貯留水分の回復と果実肥大のため、根から養水分を吸収することにより日没後も茎内流が確認されたと考える。葉柄と果梗の茎内流量は、導管および師管が並走し連結していることから正負対称の変化を示した。日射量が多い日は、気温や飽差の影響を受け蒸散活動が活発になり葉面からの蒸散量が多くなると、果実内部の水分は果実外部へ流出した。しかし、夕刻から翌朝にかけて20時頃をピークと

する茎内流により日中の流出量を上回る水分が果実内部へ流入した。これらのことはひずみ量の増減からも確認できた。また、果実のひずみ量は、果梗の茎内流量とやや正の相関があり、気象要素との相関は小さかった。

果実の膨張が夕刻から翌朝にかけて確認されること、さらに日中の蒸散量と夕刻から発生する果実への水分移動量が比例関係にあることから、気温が高くかつ飽差が大きい晴天日の夕刻の水管理が裂果抑制のために重要と考えられる。すなわち、晴天日の夕刻の灌水は、根からの能動的な吸水と水分移動により果実への流入量が急激に増加すると予想され、裂果の原因となることが考えられる。

審 査 結 果 の 要 旨

本論文は大きく下記の二つの研究テーマに分かれる。

まず一つ目は、雨除けハウス栽培におけるトマトの消費水量と用水量の検討である。雨除けハウスは施設畑に分類されるが、屋根部分のみを被覆し側方を開放した構造をしていることから、通常の施設畑と気象条件が異なり、用水計画上の消費水量を推定する方法が確立していない。そこで、ハウス内外の気象観測データの比較から雨除けハウス内の気象特性を明らかにし、ハウス外気象データからハウス内蒸発位の推定方法を確立した。とくに、蒸発散に關与する純放射量は次式で推定できることを明らかにした。

$$\text{純放射量} = (1 - \text{アルベド}) \times \text{短波放射} \times \text{透過率} - \text{有効長波放射} \times 0.6$$

上式から算定した蒸発位とトマトの消費水量との比によって得た作物係数は、設計基準で示されている値とほぼ同じであり、上記による推定法の妥当性を検証した。さらに、雨除けハウスでトマト栽培している篤農家の灌水量の実測から、高収量と果実の品質向上を目的として、土壤水分を常に圃場容水量以上に保つために多量の栽培管理用水が使われることを明らかにした。

二つ目の研究は、気象環境がトマト体内の水分動態と果実肥大に与える影響の解明に關する研究である。この研究は、水管理ならびに植物体内の水分移動の観点から裂果防止対策の基礎的な情報を得ることを目的に、茎熱収支法によりトマト体内の水分動態を、デンドロメータを用いて果実の伸縮を測定し、ハウス内の気象環境との關係について検討した。その結果、主枝の茎内流は日の出から 24 時付近まで確認された。トマトの多段栽培では、草丈が大きく着果数も多いことから、昼間に消費された貯留水分の回復と果実肥大のために、日没後も根からの吸水により茎内流の発生を確認した。葉柄と果梗の茎内流量は、導管および師管が並走し連結していることから正負対称の変化を示した。日射量が多い日は、葉面からの蒸散量が多くなり果実内部の水分は果実外部へ流出した。しかし、夕刻から翌朝にかけて 20 時頃をピークとする茎内流により日中の流出量を上回る水分が果実内部へ流入した。果実のひずみ量は、果梗の茎内流量とやや正の相関があり、気象要素との相関は小さかった。果実の膨張が夕刻から翌朝にかけて確認されること、さらに日中の蒸散量と夕刻から発生する果実への水分移動量が比例関係にあることから、晴天日の夕刻の灌水は、根からの能動的な吸水と水分移動により果実への流入量が急激に増加すると予想され、裂果の原因となることが考えられることを明らかにした。

以上、本論文の研究成果は、気象環境と水管理がトマトの水分動態に与える影響を明らかにすることによってトマトの品質向上を目的とした灌水管理に対して重要な情報を

提供するとともに、雨除けハウスにおけるトマトの消費水量を推定する方法を提案し用水計画策定のための新しい手法を提案している。故に、審査委員全員一致で本論文が岐阜大学連合農学研究科の学位論文として十分価値あるものとして認めた。

学位論文の基礎となる学術論文は以下の通りである。

- (1) 雨除けハウス栽培におけるトマトの消費水量と用水量の検討, 浅井修・伊藤健吾・千家正照・矢部勝彦, 農業土木学会論文集, 237, 99-104, 2005
- (2) ハウス栽培におけるトマト体内の水分動態と果実肥大, 浅井修・伊藤健吾・千家正照, 農業土木学会論文集, 239, 35-42, 2005

その他の既発表論文は以下の通りである。

- (1) Influence of selected mulches on evapotranspiration, soil moisture, temperature and root distribution under *capsicum* canopy, Begum, S. A., Ito, K., Senge, M., Hashimoto, I., and Asai, O., Sand dune reserch,48(2), 1-10, 2001