

スイカ・ビニールハウス内外での微気象環境の比較

森田 昇*, 三浦 健志**

Comparison of micrometeorological environments
inside and outside a watermelon plastic greenhouse.

Noboru MORITA*, Takeshi MIURA**

(Received October 31, 1997)

The use of glass and plastic greenhouses have rapidly increased in recent years. Meteorological and soil moisture environments inside a greenhouse are significantly different from those in the open field. These differences should be understandable to establish accurate predictions of water consumption and evapotranspiration inside a greenhouse which play important roles in the design of any irrigation system. This study aims to estimate the micrometeorological conditions inside a watermelon plastic greenhouse which can be used for evapotranspiration calculations. Therefore, micrometeorological data were measured inside and outside the greenhouse for the comparison purposes. The results of this study may be summarized as :

- (1) Solar radiation inside the greenhouse was about 70% of that of outside it.
- (2) Net radiation during the daytime inside the greenhouse was almost the same as the absorbed total short-wave radiation.
- (3) The difference of air temperature inside and outside the greenhouse was very large during the daytime whereas not much difference was observed during the nighttime.
- (4) Both relative humidity and saturation deficit inside the greenhouse were higher than outside in case of highly vegetative land.
- (5) Wind speed inside the greenhouse was almost zero, while outside the average value was 1.8m/s.

Key words : plastic greenhouse, micrometeorology, watermelon

I. 緒 言

近年, ビニールハウスに代表される施設畑の面積増加が著しい。ビニールハウスの内部は, 周りを天井, 壁, 床によって囲まれた閉じられた空間であり, その気象環境は, 露地と比べると大きく異なっている。例えば, ビニール被覆により, 降雨は完全に遮断され, 日射量, 風速が減少する。また, 外気との空気の交換が少なくなるため, 気温, 湿度が上昇する, などといった特徴がよく知られている¹⁾。施設畑は, 降雨が遮断でき, 土壤水分環境そしてある程度気象環境をコントロールできるので, 高品質, 高付加価値の農作物の計画的な生産が期待できる。

このように, 施設畑内の気象環境は露地畑と違った特徴があり, 施設畑内での蒸発散量, 消費水量及び水利用実態を把握したうえで用水計画を立てる必要がある。本論文は, 施設畑の消費水量算出に関する研究の端緒として, ハウス内外の気象環境の違いを把握するために実施したスイカが作付されたビニールハウスでの微気象環境の測定結果をまとめたものである。

* 岡山大学大学院農学研究科 **岡山大学環境理工学部

II. 測定圃場と測定方法の概要

測定は鳥取県東伯郡大栄町のスイカが作付されているビニールハウスにおいて、1996年4月上旬から6月下旬まで実施した。測定対象圃場は国営東伯農業水利事業の受益地で、大山の東側山麓の丘陵地にあり、土壌は深さ約40cmまで火山性のクロボクである。

測定対象ハウスは、間口5.4m、長さ17m、高さ3.4mで、幅約2m高さ約10cmの2列の畝があり、測定期間を通じて全面に透明のマルチが敷かれ、各畝を覆うように高さ1mほどのビニールトンネルが設置されていた。灌水はマルチ下に設置された多孔ホース（各畝に2本ずつ）により行われた。なお、トンネルのビニール被覆は、5月23日に除去された。

ハウス内外における測定機器等の配置を Fig.1 に示す。測定項目は、ハウス内における日射量（測定高度200cm）、反射日射量（同130cm）、純放射量（同150cm）、乾・湿球温度（同20, 40, 60, 150cm）、土壌水分張力（深さ5, 15, 25, 35, 45, 55cm）、風速（測定高度65cm）、灌水量及びハウス外における日射量（同200cm）、乾・湿球温度（同150cm）、風速（同150cm）である。データは1分毎にサンプリングし、パソコンを通してPCカードにセーブした。また、灌水量は積算流量計により測定した。

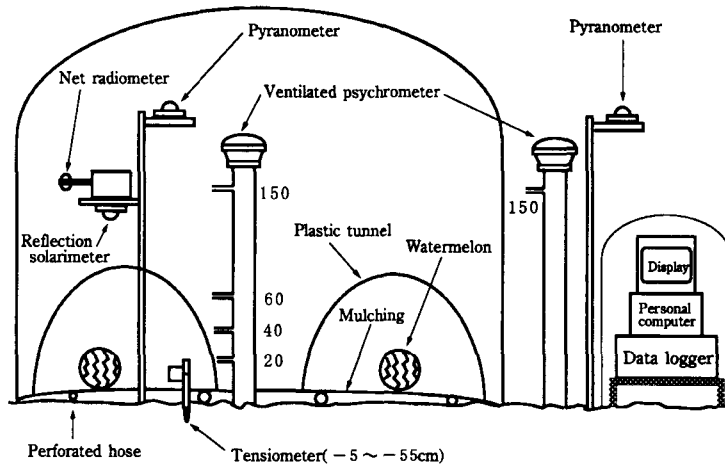


Fig.1 Set-up of measuring instruments inside and outside the plastic greenhouse.

Fig.2 に測定期間中のスイカの生長状況を植被率の増加で示す。植被率は、ほぼ1週間おきに、作物が地表面を覆っている割合を目視により測定したもので、図はその測定値を結んだものである。苗の定植は3月3日に行われ、植え付けの間隔は約40cmで2列の畝に合計78苗のスイカが栽培された。交配は4月下旬、収穫は6月25日から3日間で行われた。

栽培管理状況としては、低温、高温障害等为了避免するため、ハウス側方のビニール被覆の裾の上げ下げによる換気とトンネルのビニール被覆の開閉が行われた。換気の時間やハウス側方、トンネル被覆の開放程度は、定植から1ヶ月間ほどは、保温のためにほとんど換気は行われなかったが、外気温の上昇とスイカの生長が進むにつれて、換気

時間は長くなり、開放程度も大きくなった。5月下旬からは、夜中も含めたほとんど一日中、換気が行われた。

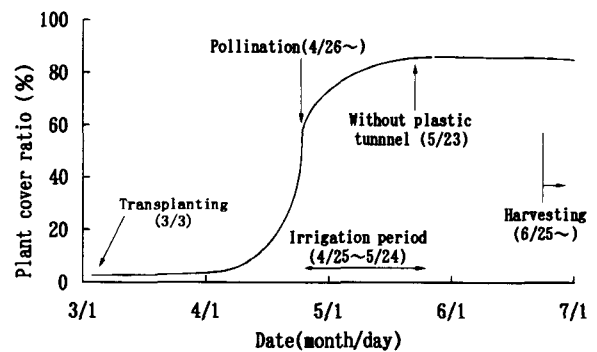


Fig.2 Increase of plant cover ratio.

III. 測定結果と考察

1. 日射量, 純放射量等

Fig.3 に晴天日の測定例として, 5月17日のハウス外日射量, ハウス内日射量, 反射日射量, 純放射量, 地中伝導熱量の日変化を示す。ハウス外日射量はきれいなカーブを描いているが, ハウス内日射量と純放射量は, ハウスの骨組み(フレーム)の影響で部分的に大きく落ち込んでいる。

Fig.4 に経日変化を示す。昼間(純放射量が正の時間)の総量をもって日量とした。晴天日の日射量は, 増加傾向にあり, 地中伝導熱量は, スイカの葉が地表面を覆うにつれて減少している。

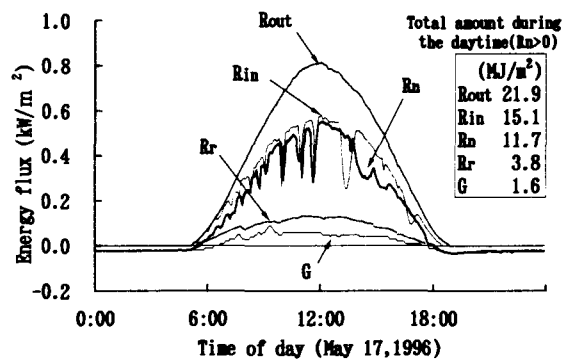


Fig.3 Hourly changes of energy flux on a clear day (May 17, 1996). Rout : outside solar radiation, Rin : inside solar radiation, Rn : net radiation, Rr : reflected solar radiation, G : soil heat flux.

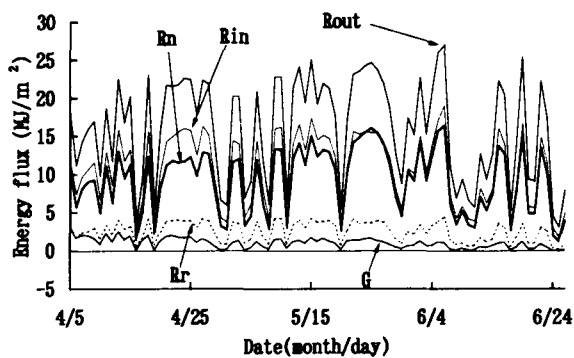


Fig.4 Daily changes of energy flux. Rout : outside solar radiation, Rin : inside solar radiation, Rn : net radiation, Rr : reflected solar radiation, G : soil heat flux.

Fig.5 にハウス内外の日射量(日量)の関係を示す。ハウス内への日射の透過率は, 測定期間を通じて 70%弱程度であったことが分かる。ビニールトンネル内の日射量は, さらにその 10~15%程度小さかったものと思われる。²⁾

Fig.6 にハウス内における吸収全短波放射量(日射量-反射日射量)と純放射量(昼間の総量)の関係を示す。一般に, ビニールハウスなどの温室内では有効長波放射量≒0となり, 純放射量と吸収全短波放射量はほぼ等しいとされているが^{3,4)}, 本研究においても, それを裏付ける測定結果が得られた。

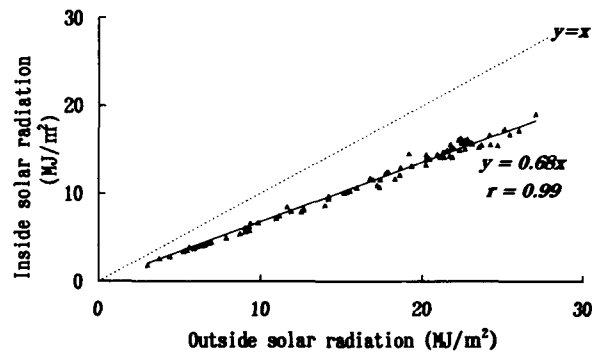


Fig.5 Relation between daily solar radiation inside and outside the plastic greenhouse.

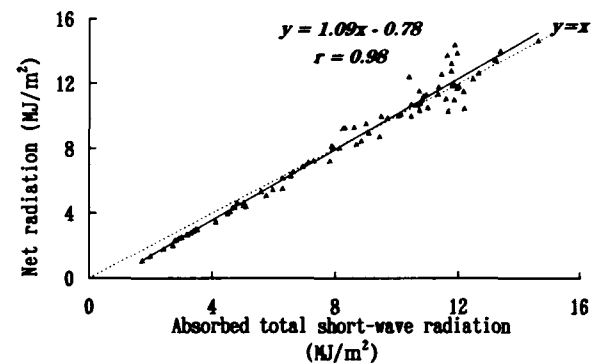


Fig.6 Relation between net radiation during the daytime and absorbed total short-wave radiation.

2. 気温

Fig.7 に 5 月 17 日の気温の日変化を示す。内外気温差は、夜間にはあまりないが、日中に大きくなり、10℃近くにもなっている。朝 8 時過ぎにハウス側方の裾を上げて自然換気を開始したため、ハウス内気温の急激な上昇がストップしているようすが分かる。昼間の平均値では内外気温差が 7.8℃であった。

Fig.8 に昼間平均気温の経日変化を示す。平均で 5 月中旬まで平均 7℃前後、それ以降は 4℃前後ハウス内の方が高かった。測定期間後半に内外差が縮小したのは、外気温の上昇につれて、換気の時間が長くなり、開放の程度が大きくなったためと考えられる。

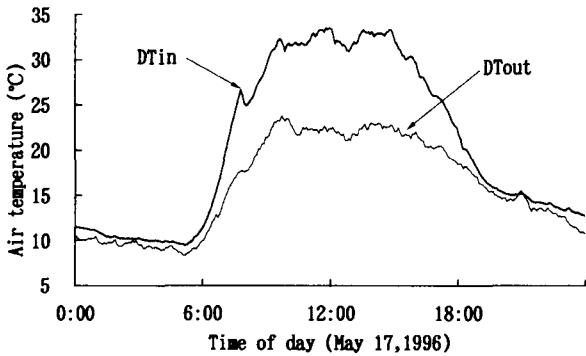


Fig.7 Hourly changes of air temperature on a clear day (May 17, 1996). DTin : inside air temperature, DTout : outside air temperature.

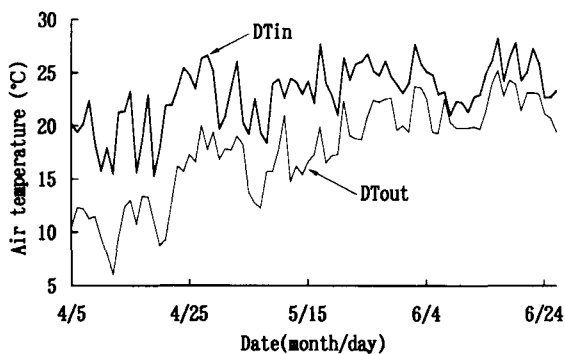


Fig.8 Daily changes of air temperature. DTin : inside air temperature, DTout : outside air temperature.

3. 相対湿度, 飽差

植被率が 10%程度で、換気もほとんどされなかったときの晴天日 (4/13) の相対湿度と飽差 (飽和水蒸気圧と実際の水蒸気圧の差) の変化状況を Fig.9, Fig.10 に、植被率が 80%程度で、日中には、常に換気されていたときの晴天日 (5/17) のもようを Fig.11, Fig.12 に示す。4 月 13 日の相対湿度は、昼間平均でハウス内 49%, ハウス外 52%とあまり内外差はない。しかし、飽差の内外差は、ハウス内気温の上昇とともに拡大し、昼間平均で 8.7hPa ハウス内の方が大きかった。

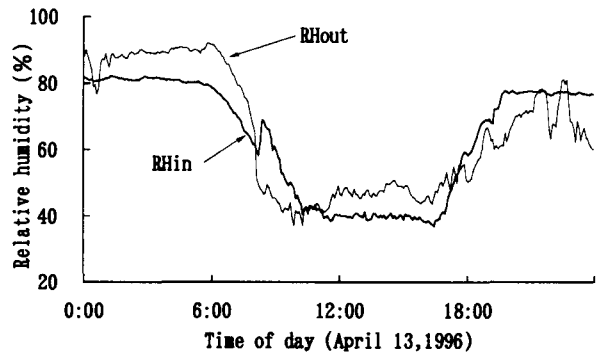


Fig.9 Hourly changes of relative humidity on a clear day (April 13, 1996). RHin : inside relative humidity, RHout : outside relative humidity.

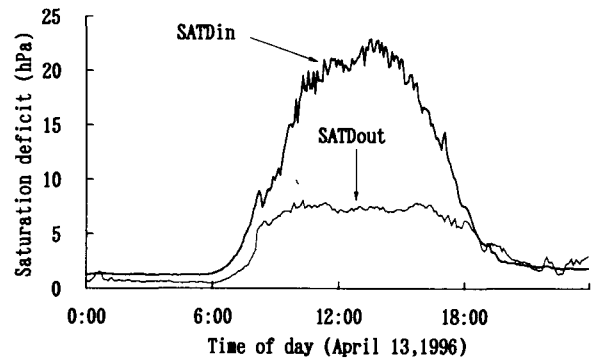


Fig.10 Hourly changes of saturation deficit on the same day of Fig.9. SATDin : inside saturation deficit, SATDout : outside saturation deficit.

一方、5月17日の相対湿度は、昼間平均でハウス内69%、ハウス外52%とハウス内の方が17%も高くなった。水蒸気量を飽差で表すと、ハウス内の方が1.1hPa高くなり、空气中へあとどれだけ気化できるかといった容量で考えれば、ハウス内はハウス外より相対湿度は高いが、蒸発させる潜在力はあることになる。

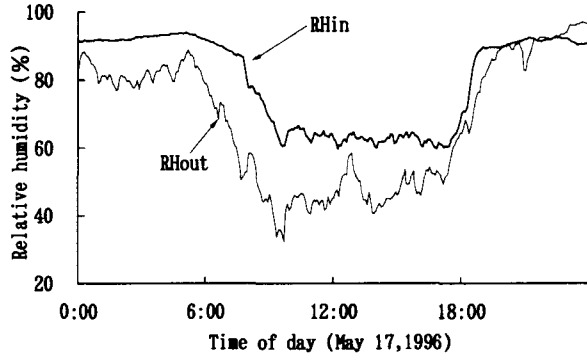


Fig.11 Hourly changes of relative humidity on a clear day (May 17,1996). RHin : inside relative humidity, RHout : outside relative humidity.

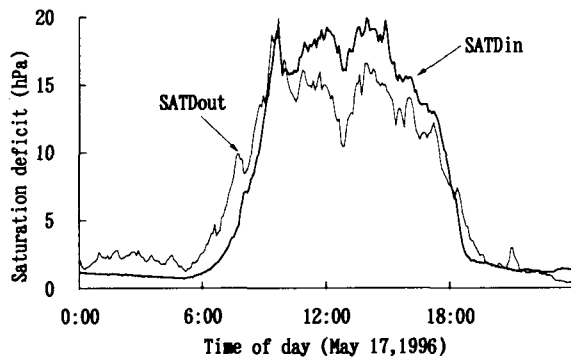


Fig.12 Hourly changes of saturation deficit on the same day of Fig.11. SATDin : inside saturation deficit, SATDout : outside saturation deficit.

Fig.13, Fig.14 に相対湿度と飽差の経日変化を示す。5月下旬以降は、一日中換気が行われていたので、内外差はほとんど見られない。また、ハウス内は、全面がマルチ被覆されていたため、スイカが地表面のほとんどを覆いだした段階で、ハウス内の方が相対湿度が高くなっている。しかし、飽差も同様にハウス内の方が高い値を示していることから、相対湿度が高いということが、単純に蒸発散を抑制することにはならないということが分かる。よって、蒸発散量を扱う場合には、水蒸気量を相対湿度より飽差のような絶対湿度表示で検討する必要があると考えられる。⁵⁾

以上より、測定対象ハウス内は、測定期間を通じて全面にマルチが敷かれていたため、土壌面からの蒸発がほとんどないと考えてよく、作物の生長(繁茂)状況と換気の有無が湿度環境を大きく左右していたと考えられる。

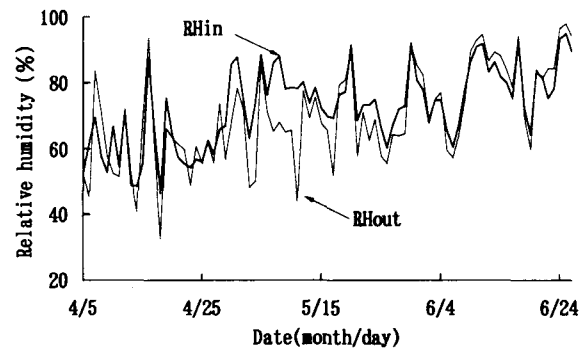


Fig.13 Daily changes of relative humidity. RHin : inside relative humidity, RHout : outside relative humidity.

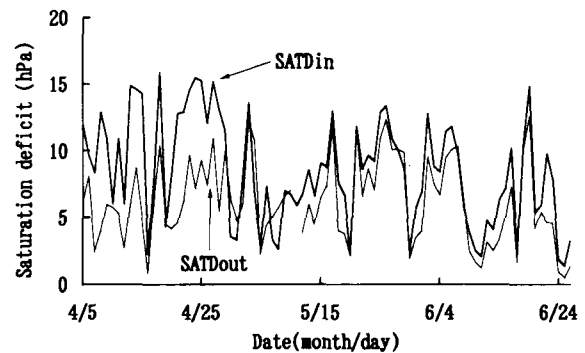


Fig.14 Daily changes of saturation deficit. SATDin : inside saturation deficit, SATDout : outside saturation deficit.

4. 風速

ハウス内の風速は、一日中側方が開放されるようになった5月下旬から三杯風速計を設置して測定した。Fig.15に6月13日～17日までのハウス内外での風速の変化を示す。風速の強い日中には戸外の約5～20%程度の値が観測されたが、計測範囲が0.2m/s以上の三杯風速計では、大半の期間は測定できなかった。なお、測定期間中のハウス外の風速は、昼間平均で1.8m/sであった。

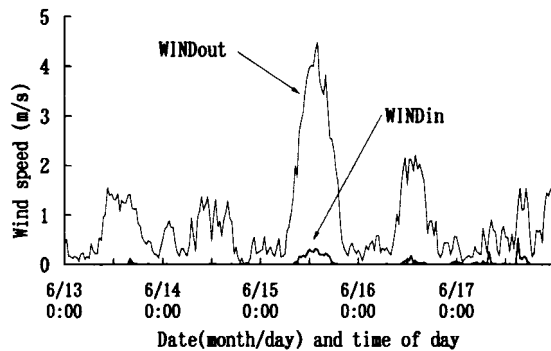


Fig.15 Hourly changes of wind speed. (June 13 to June 17, 1996) WINDin : inside wind speed, WINDout : outside wind speed.

IV. 総括

施設畑内での消費水量算出を目的として、スイカが作付されているビニールハウス内外において微気象、土壌水分環境等の測定を行った。ここでは、主として気象環境の違いについて整理した。その結果、ビニールハウス内の気象環境は、露地と比べると、次のような点で異なることが分かった。

- ①日射量は、被覆とフレームの影響で30%ほど減少した。
- ②有効長波放射量 ≈ 0 となり、純放射量と吸収全短波放射量がほぼ一致した。
- ③気温は、日の出とともに急上昇し、夜間にはほとんどない内外気温差が、日中では10℃以上を示す日もみられた。
- ④相対湿度は、換気や地表面の状態に大きく影響を受けた。ハウス内はハウス外より相対湿度は高いが、蒸発散の駆動力となる飽差も戸外より大きくなった。このことから、蒸発散量を扱うときは

飽差で検討する必要がある。

⑤ハウス内は、側方を開放していなければ、ほとんど無風状態であり、換気が行われていても、その風速は、戸外のせいぜい1割程度であった。

謝辞

測定に際して、中国四国農政局東伯農業水利事業所ならびに東伯地区土地改良区連合の関係各位にはお世話になった。また鳥取県大栄町大谷の中原清春氏には快く圃場を提供して頂いた。気象計器の設置には中国四国農政局資源課近藤ゆかり係長等の協力を得た。ここに記して感謝申し上げる。

本研究は、平成6,7年度科学研究費補助金、一般研究(C)(研究代表者：四方田 穆, 課題番号06660304)研究課題「施設畑における水利用の実態と用水計画」、平成9年度科学研究費補助金、基盤研究(B)(1)(研究代表者：四方田 穆, 課題番号09556049)研究課題「用水利用実態をふまえた畑地用水計画の体系化」を分担して行った研究の一部である。ここに記して関係各位に感謝の意を表する。

引用文献

- 1) 矢吹萬壽, 古在豊樹ら：農業環境調節学, 朝倉書店, 235pp. (1985)
- 2) 古在豊樹ら：農業環境気象学, 朝倉書店, pp.80 - pp.90 (1985)
- 3) 岩切敏：ガラス室の気象(2)－放射ならびに湿度環境について－, 農業気象, 第24巻第4号 pp.17 - pp.23 (1969)
- 4) 坪井八十二編：新編農業気象ハンドブック, 養賢堂, pp.158 (1974)
- 5) 矢吹萬壽, 古在豊樹ら：施設園芸学, 朝倉書店, pp.97 - pp.115 (1988)