

白瓜ビニールハウス内外での微気象環境の比較

森本 祐二*, 平野 絵美*, 三浦 健志*

Comparison of micrometeorological environments
inside and outside an oriental pickling melon greenhouse.

Yuji MORIMOTO*, Emi HIRANO*, and Takeshi MIURA*

(Received November 30, 2006)

The use of greenhouses has rapidly increased after 1965, and the area became 11 times of 1965 as of 2001. Meteorological conditions 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 an oriental pickling melon 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 decreased about 30% of that of outside it by plastic film and frame.
- (2) Net radiation during the daytime inside the greenhouse was almost the same as the absorbed total short-wave radiation.
- (3) The difference of daytime mean air temperature inside and outside the greenhouse was between 3 and 4 degree Celsius in day average.
- (4) Both relative humidity and saturation deficit inside the greenhouse were higher than outside, and those were affected by ventilation.
- (5) Wind speed inside the greenhouse was greatly affected by opening rate of the house side.

Key words : *greenhouse, micrometeorology, oriental pickling melon*

I. 緒言

ビニールハウスを含む施設畑は、昭和40年以降急速に設置面積が増加し、その面積は平成13年の時点で、昭和40年の11倍にもなり、野菜・花卉・果樹等の様々な農作物の栽培に役立っている。ビニールハウスは周囲をビニール被膜によって覆われているため、降雨が完全に遮断され、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良く知られている¹⁾。これらの特徴を考慮し、施設畑での計画用水量を考えるにあたって、施設畑における蒸

発散量を求める必要があり、そのためには施設畑における特殊な気象環境を把握しなければならない。

森田ら²⁾は、スイカを栽培しているビニールハウス内外の微気象環境を比較し、三浦ら³⁾は、白瓜を栽培しているビニールハウスにおいて微気象環境、土壌水分環境、灌水量を調査し、ハウス内蒸発散量を推定した。本論文は、三浦らが行ったビニールハウス内外での微気象測定結果に焦点を当て、日射、純放射、気温、湿度、風速のハウス内外における違いを比較し、まとめたものである。

*岡山大学大学院環境学研究科

II. 測定圃場と測定方法の概要

測定は岡山県瀬戸内市牛窓町長浜の白瓜が作付けされているビニールハウスにおいて、2005年3月下旬から6月下旬まで実施した。測定対象ハウスは、棟が南北方向、間口7.3m、長さ100m、高さ2.8mである。畝は高さ約15cm、幅は2m、2.4mの2本があり、それぞれ全面にビニールマルチが施されている。また、各畝を覆うようにビニールトンネルが設置されていた。灌水は各畝のマルチ下に2本ずつ設置された灌水ホース（スミスンスイ）により行われた。なお、ビニールトンネルは4月上旬に撤去された。

ハウス内外における測定機器の配置を Fig.1 に示す。測定項目は、ハウス内において、日射量（測定高度155cm）、反射日射量（同155cm）、純放射量（同150cm）、乾・湿球温度（同175cm, 40cm）、土壌水分量（深さ5, 15, 25, 35, 45cm）、またハウス外において、日射量（測定高度190cm）、乾・湿球温度（同140cm）、及び灌水量である。データは土壌水分量のみ10分毎に、その他の項目については1分毎に記録した。また、灌水量は積算流量計により測定した。

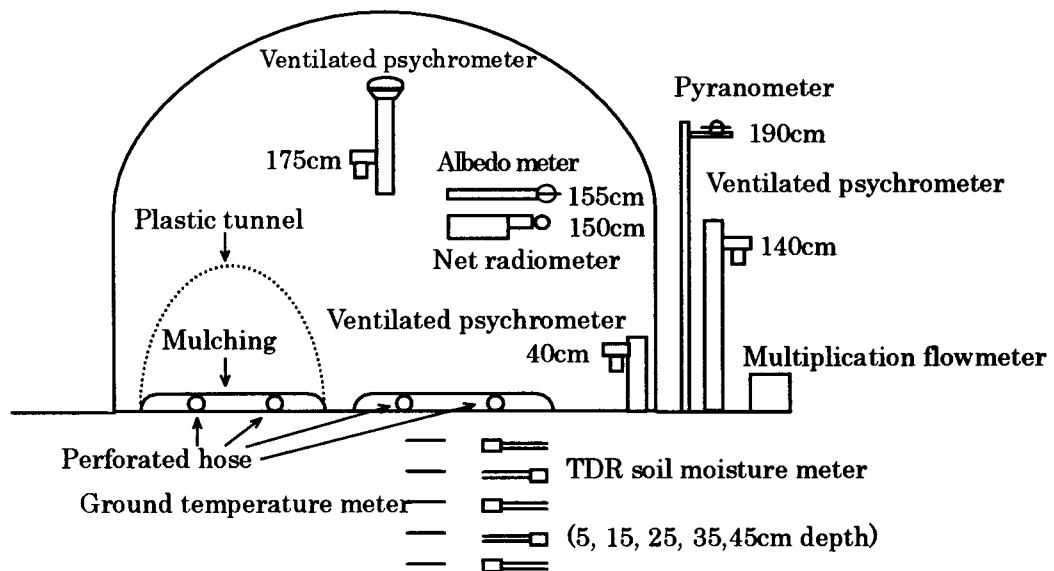


Fig.1 Set-up of measuring instruments inside and outside the plastic greenhouse.

Fig.2 に測定期間中の白瓜の成長状況を被度の変化で示す。被度は目視と、記録データの回収の際に撮影した写真を基に、作物が地表面を覆っている割合を調べたもので、図はその結果を表したものである。苗の定植は1月下旬に行われ、収穫は6月上旬頃から下旬にかけて継続的に行われた。

栽培管理状況としては、低温、高温障害等を防ぐため、ハウス側面のビニール被膜の上げ下げによる換気が行われた。換気は、定植から3月末までは保温のためにほとんど行われなかったが、外気温の上昇と白瓜の生長が進むにつれて換気の時間や側面の開放率は増加した。6月上旬頃からは、夜間も含めたほぼ1日中、側面を開放して換気が行われた。

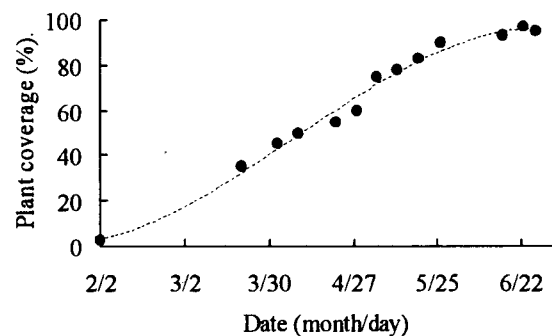


Fig.2 Increase of plant coverage

III. 測定結果と考察

1. 放射関係

Fig.3 に晴天日における測定例として、5月26日のハウス内外日射量、純放射量、反射日射量の日変化を示す。ハウス外日射量はきれいなカーブを描いているが、ハウス内日射量及び純放射量は、部分的に落ち込んでいる。これはハウスのフレームの影によるものである。

Fig.4 に各量の経日変化を示す。晴天日の日射量は増加傾向を示している。また、測定開始直後から4/14までの間、純放射量が極端に小さい値となっているのは、測定機器の異常のためである。

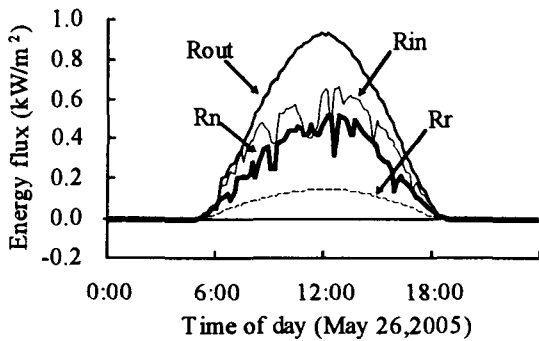


Fig.3 Diurnal variation of energy flux on a clear day (May 26, 2005). Rout: outside solar radiation, Rin: inside solar radiation, Rn: net radiation, Rr: reflected solar radiation.

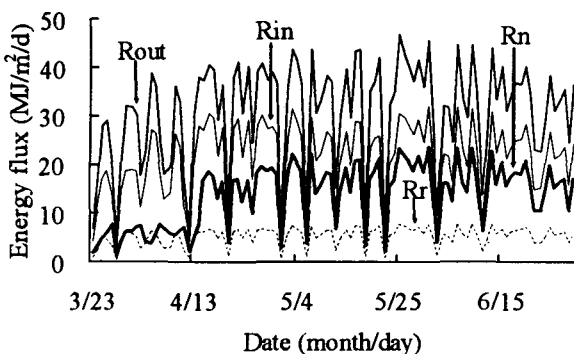


Fig.4 Changes of energy flux. Rout: outside solar radiation, Rin: inside solar radiation, Rn: net radiation, Rr: reflected solar radiation.

Fig.5 にハウス内外日射量の相関図を示す。これにより、ハウス内への日射透過率は約70%弱だったことが分かる。

Fig.6 にハウス内における吸収短波放射量（日射量－反射日射量）と純放射量の関係を示す。一般に、ビニールハウス等の温室内では有効長波放射量 ≈ 0 となり、純放射量と吸収短波放射量はほぼ等しいとされているが^{4,5)}、本研究でもそれを裏付ける測定結果が得られた。

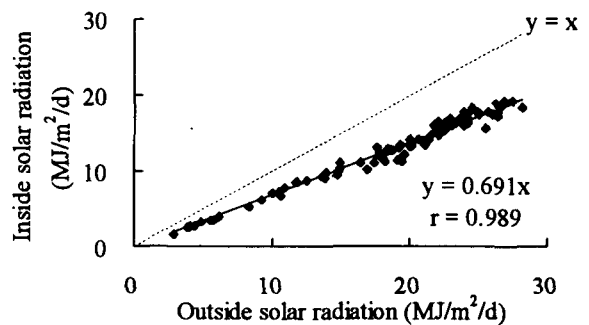


Fig.5 Relation between daily solar radiation inside and outside the plastic greenhouse.

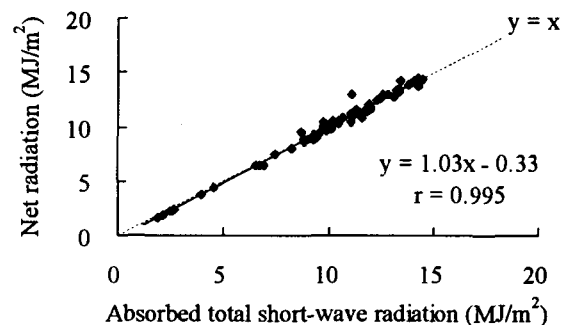


Fig.6 Relation between net radiation during daytime and absorbed total short-wave radiation.

2. 気温

Fig.7 に5月26日における気温の日変化を示す。夜間にはほとんど無かった気温差が日中では4°C程度の差となっている。ハウス内気温の急激な上昇が8時前頃に一時停止しているのは、ハウス側面を開放して換気を始めたことが原因である。

Fig.8 に昼間平均気温の経日変化を示す。ハウス内外気温差は、4月上旬まで3~4°Cの差であったが、それ以降は徐々にその差が小さくなり、6月中旬以降ではほとんど無くなった。これは外気温の上昇に伴って側面の開放率と換気時間が増加したためである。

また、Fig.9 にハウス内外における日最高気温と日最低気温の変化を示す。最低気温は、ハウス内外でほぼ等しくなっており、夜間の気温差はほとんど無いと思われる。逆に最高気温では、測定開始直後には平均15°C前後の差があったが、その差は季節の進行とともに徐々に縮まった。

Fig.10 にハウス内外における最高最低気温の差、すなわち日較差の変化を示す。十分な換気を行っていない前半では、内外差が非常に大きくなっているが、6月下旬にはほぼその差が見られなくなり、換気効果がよく分かる結果となった。

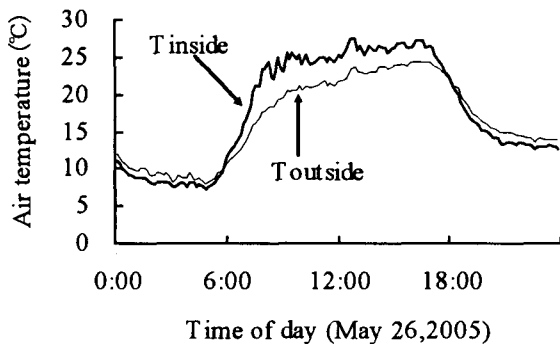


Fig.7 Diurnal variation of air temperature on a clear day (May 26, 2005).

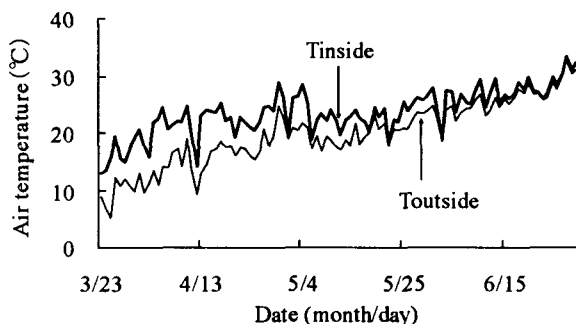


Fig.8 Changes of daytime mean air temperature.

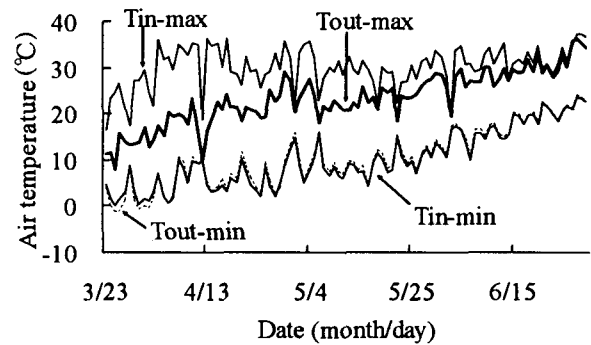


Fig.9 Changes of daily maximum air temperature and minimum air temperature.

Tout-max: outside daily maximum temperature,
Tout-min: outside daily minimum temperature,
Tin-max: inside daily maximum temperature,
Tin-min: inside daily minimum temperature.

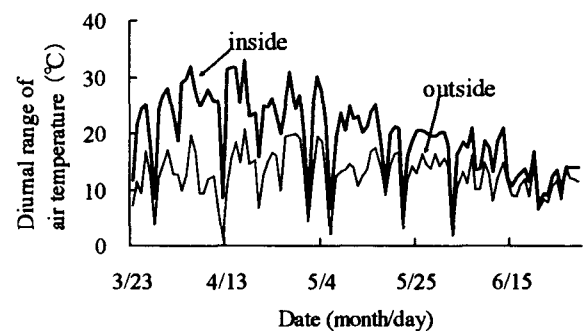


Fig.10 Changes of diurnal range of air temperature.

3. 相対湿度, 飽差

晴天日における相対湿度と飽差（飽和水蒸気圧と実際の水蒸気圧の差）の変化状況を、被度が50%未満で、換気がほとんど行われていなかった4月5日と、被度が90%程度で、十分に換気が行われていた5月26日について、それぞれFigs.11~14に示す。

4月5日の相対湿度は、ハウス内外とも明け方まで90%以上あり、日の出とともに減少し、内外差は昼から夕方にかけて大きくなり、深夜になくなった。昼間ハウス内の方が相対湿度は大きく、空気が湿っていると考えられるが、飽差は17時まではハウス外よりもかなり大きく、ハウス内空気の方が蒸発させる潜在能力は高いと考えられる。

一方、5月26日の相対湿度は、換気が十分に行われていたこともあり、ほとんど内外差は見られなかった。しかし飽差においては、昼間平均で約2hPa程度ハウス内の方が高くなっていた。

このことから、相対湿度が高いことが、蒸発散を抑制する原因にはならないと思われる。したがって、蒸発散量等を扱う場合には、相対湿度ではなく、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。

Fig.15, 16 に相対湿度と飽差の経日変化を示す。ここでは、それぞれを6時~18時における平均気温を用いて算出している。相対湿度に関しては、換気を開始した4月中旬頃まではハウス内の方が若干高いが、4月下旬以降はほとんどその差が見られなくなった。

一方飽差は、5月下旬頃まではハウス内の方がハウス外よりも高いが、6月以降はほぼ同じ値となった。

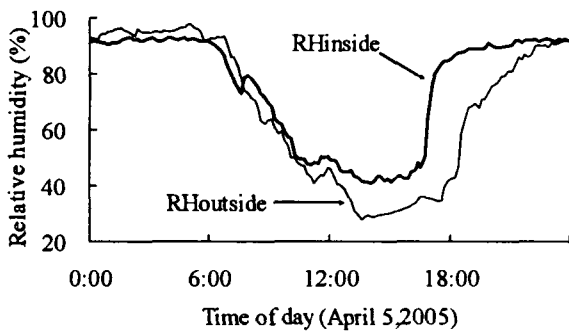


Fig.11 Changes of relative humidity on a clear day. (April 5, 2005)

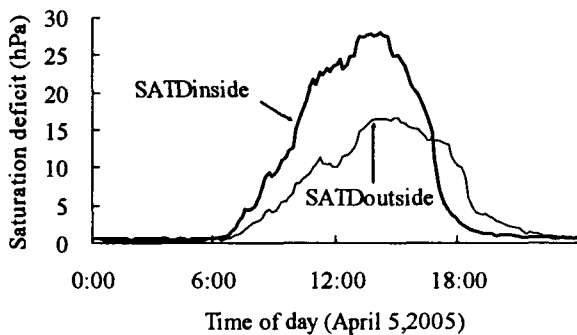


Fig.12 Changes of saturation deficit on the same day of Fig.11.

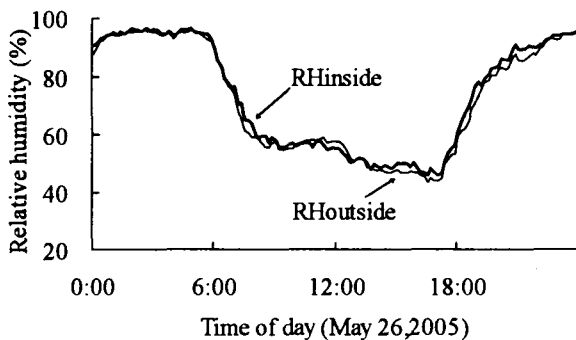


Fig.13 Changes of relative humidity on a clear day (May 26, 2005).

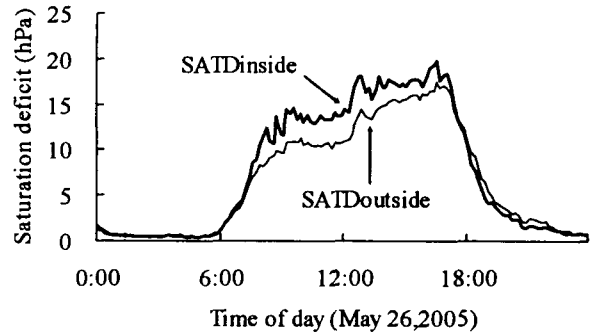


Fig.14 Changes of saturation deficit on the same day of Fig.13

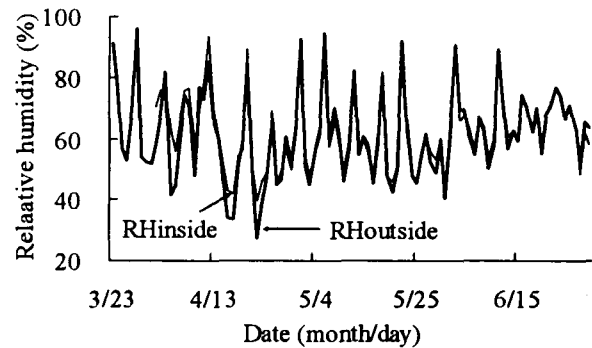


Fig.15 Changes of daytime mean relative humidity.

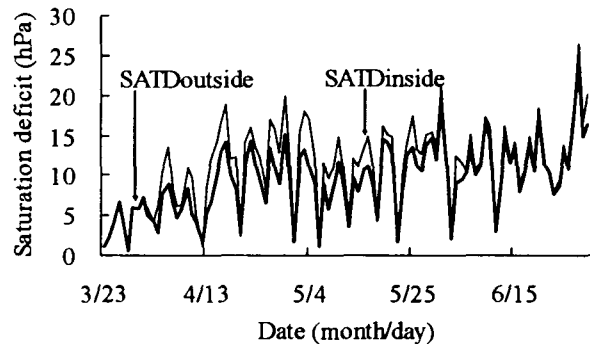


Fig.16 Changes of daytime mean saturation deficit.

4. 風速

同じハウスにおいて、ハウス内外風速の測定が、2005年7月14日に行われた。³⁾ その期間の虫明地域気象観測所とハウス外、ハウス外とハウス内の関係性を用いて、虫明地域気象観測所の風速からハウス内の風速を推定した。ハウス内風速の推定値を、虫明地域気象観測所の値とともに Fig.17 に示す。ハウス内風速はハウス外の風速に比べて極めて小さく、ハウスの側面を一日中開放して換気を行っていた6月でもハウス外の3割程度の値となっている。

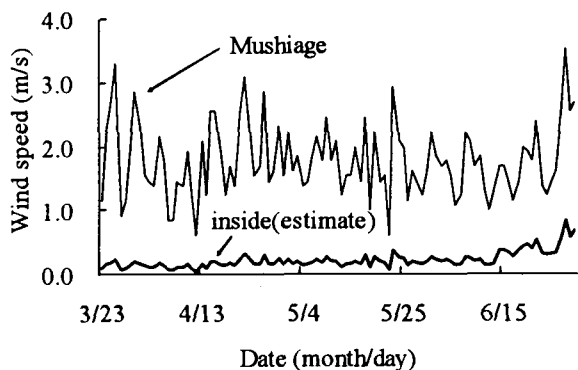


Fig.17 Changes of daytime mean estimated wind speed inside greenhouse and observed value at Mushiage area meteorological station.

IV. まとめ

白瓜を栽培しているビニールハウスの内外において微気象, 土壌水分環境等の測定を行った。ここでは主にハウス内外の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, 露地と比べて次のような点で異なっていることが分かった。

①日射量; ハウスを覆うビニール被膜とフレームによって約70%に減少する。

②純放射量と吸収短波放射量は, ほぼ一致した。

③気温; ハウス内外の温度差は昼間に大きく, 夜間ではほとんどなくなった。ハウス内外の月平均気温を整理すると Table.1 のようになる。ハウス内外差は, 昼間の平均気温で3月 6.7℃, 4月 6.2℃, 5月 3.2℃, 6月 1.3℃となった。

④湿度; ハウス内の方が相対湿度, 飽差とも高くなったが, 換気によってその内外差は徐々に小さくなった。

⑤風速; ハウス内では風速が弱く, 側面の開放割合に応じて変化した。

Table.1 Monthly mean air temperature

		March	April	May	June
Air temperature (°C) (1day average)	inside	11.7	16.0	18.4	24.0
	outside	7.8	13.1	17.2	23.7
difference		3.9	2.9	1.2	0.3
Air temperature (°C) (daytime average)	inside	16.7	22.4	23.5	27.4
	outside	10.0	16.2	20.3	26.1
difference		6.7	6.2	3.2	1.3

謝辞

測定に際して, 中国四国農政局資源課, 瀬戸内市牛窓支所産業建設課, 牛窓町長浜の神宝正行氏にお世話になった。ここに記して感謝の意を表する。

引用文献

- 1) 矢吹蔓壽, 古在豊樹他: 農業環境調節工学, 朝倉書店, 235pp. (1985)
- 2) 森田 昇・三浦健志: スイカ・ビニールハウス内外での気象環境の比較, 岡山大学環境理工学部研究報告, 3, 121-126, (1998)
- 3) 三浦健志, 平野絵美, 森本祐二, 諸泉利嗣: 白瓜ビニールハウスにおける蒸発散量と上向き補給水量の推定, 中国四国農業気象, 19, (2006) (印刷中)
- 4) 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, 24(4), 17-23, (1969)
- 5) 坪井八十二編: 新編農業気象ハンドブック, 養賢堂, pp.158 (1974)