



# 琉球大学学術リポジトリ

University of the Ryukyus Repository

Title	サトウキビのカンガイにおける有効土壌水分の下限値について (2)(農業工学科)
Author(s)	山城, 三郎; 吉永, 安俊
Citation	琉球大学農学部学術報告 = The Science Bulletin of the Faculty of Agriculture. University of the Ryukyus(26): 273-285
Issue Date	1979-12-11
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/4159">http://hdl.handle.net/20.500.12000/4159</a>
Rights	

# サトウキビのカンガイにおける有効土壌 水分の下限値について (2)

山城三郎\*・吉永安俊\*

---

Saburo YAMASHIRO and Anshun YOSHINAGA : On the lowest limit  
of available soil moisture in irrigation for sugarcane (2)

---

## I 諸 言

池原<sup>4)</sup>、岡出<sup>6)</sup>および永井<sup>5)</sup>によるとサトウキビの原産地はインドのガンジス・ブラマプトラ両河川の中下流地域であると述べられている。サトウキビの沖縄への渡来については確かな立証はないが、これは住民の生食用としてかなり以前から栽培されていたようである。1623年に沖縄に始めて製糖法が渡来し、サトウキビは本格的に栽培されるようになった。以来その作付面積および収量は年年増大し、1640年頃にはサトウキビは沖縄の主要農作物になるに至った。その後、サトウキビは沖縄の基幹作物として栽培されて来た。沖縄においてもこのサトウキビに対するカンガイ試験はすでに1912年頃から行われていたようである。しかしながら、農業工学的な側面からの研究が少なく、この面からの研究が待望されている。

畑地カンガイ計画を立てるに当って、作物の有効土壌水分は最も重要な要素の一つである。日本内地における畑地カンガイ計画に際しては、この有効土壌水分の下限値として、一般にpF 3.0に対応する土壌水分が用いられている。しかしながら、水資源に乏しい南西諸島のカンガイ計画においては、この有効土壌水分の範囲を拡げて考える必要もある。著者ら<sup>9)</sup>はこの観点からサトウキビのカンガイにおける有効土壌水分の下限値について試験研究を継続している。1977年度にはpF 1.9, pF 3.5, pF 3.8およびpF 4.0に対応するように土壌水分を制御したポットにサトウキビを栽培して、土壌水分とサトウキビの日蒸散量およびその草丈との関係について検討した。その結果、サトウキビに対する有効土壌水分の下限値としてはpF 3.5～pF 3.8に対応する土壌水分が適当であるとの推論が得られた。今回はその結果をより明らかにする目的で、制御する土壌水分の数を増やして実験を行い、有効土壌水分の下限値についてサトウキビの日蒸散量、茎径、茎長、草丈、乾物重量および気温の面から検討を行った。

## II 試 験 方 法

供試土壌としては、1977年度と同様、琉球大学農学部附属農場の島尻マーヂ（石灰岩土壌）を用いた。この土壌をある程度乾燥させた後、1.0cm×1.0cmのフルイにかけ、含水比がほぼ一樣になるようによくかき混ぜて74個のポット（直径38cm、深さ48cmのポリバケツ）に詰め、サトウキビ N: C<sub>0</sub>, 310を4月18日に植え付けた。なお、土壌を詰める際、各ポットごとに容器重量、土壌重量、土壌含水比を

---

\* 琉球大学農学部農業工学科

測定するとともに、その土壌のpF-水分曲線を遠心法によって作成した。

写真1に示すように、全ポットに植え付けたサトウキビをビニールハウス内で十分カン水して栽培し、ある程度(平均草丈165cm)成長させた。ポットの土壌水分を制御するためには、サトウキビ自体の重量が必要である。このため、74個のポットのうち4個を土壌水分制御開始時(7月3日)のサトウキビの重量測定に供した。残る70個のポットを10の土壌水分区に区分けして、各区ともそれぞれ同一条件で水管理を行った。すなわち、前述の容器重量、土壌重量、土壌含水比、pF-水分曲線およびサトウキビの重量を用いて、各区におけるポットの土壌水分をそれぞれpF 1.9, pF 2.3, pF 2.7, pF 3.0, pF 3.4, pF 3.6, pF 3.7, pF 3.8, pF 4.0, pF 4.2に対応するように重量法で制御した。つまり、各区とも所定のpF値に対応するポットの全重量をあらかじめ計算し、1日1回その重量を測定して不足した水分量を補給する方法をとった。この補給水量が日蒸散量である。なお、ポットの土壌表面からの水分蒸発を防止する目的で、土壌表面を発泡スチロールで被覆した。また、サトウキビの重量変化に伴う土壌含水比の誤差を補正する目的で、測定期間中14日に1度の割合で、各pF区から1ポットずつランダムに取り出し、サトウキビの重量測定に供した。さらに生育状況を比較する目的で、そのサトウキビの乾物重量を測定した。

上記のように土壌水分を制御した条件下でサトウキビの日蒸散量を測定するとともに、その茎径、茎長、草丈などの生育調査を7日ごとに行った。また、土壌水分を所定のpF値に制御する以前に、各土壌水分区におけるサトウキビの生育に違いがなかったかどうかを確かめる目的で7月4日~7月14日の期間は、全ポットの土壌水分をpF 1.9に対応するように制御した。つまり同一条件で水管理を行い、サトウキビの日蒸散量、草丈および乾物重量を測定して各pF区との関係について検討した。Briggs and Shantz<sup>1)</sup>、玉井<sup>7)</sup>および山城<sup>8)</sup>によると作物の蒸散量は気温、日射量その他の気象要因によっても影響される。そのため、本年度は土壌水分を制御した状態で気温と日蒸散量との関係を明らかにする目的で、自記温度計を用いてビニールハウス内の気温を測定した。なお、以下に考察する日蒸散量は各pF区的全ポットにおけるサトウキビの日蒸散量を平均したものである。

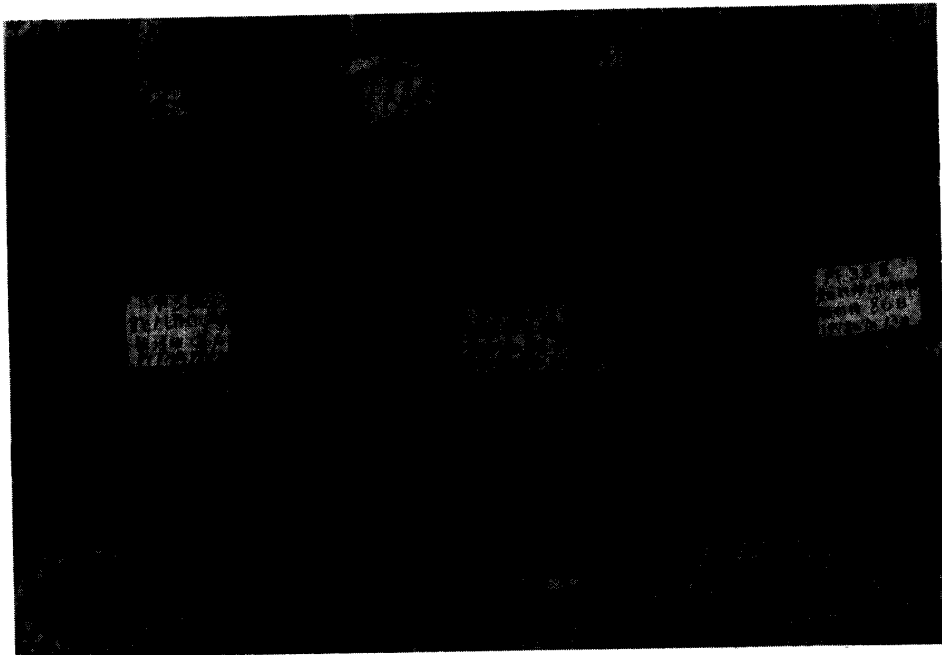


写真1 ビニールハウス内におけるサトウキビの栽培状況

### Ⅲ 結果および考察

前述のように、水資源に乏しい南西諸島のカンガイ計画を立てるに当っては、有効土壌水分の範囲を拡げて考える必要もある。土壌物理性測定法委員会<sup>2)</sup>によると、この意味での有効土壌水分の範囲は易効性水分領域である。すなわち、有効土壌水分の下限値は作物の初期シオレ点 (pF 3.8 に対応する土壌水分) である。

Gardner and Ehlig<sup>3)</sup>によると、植物がいったんシオレるとその蒸散量と土壌水分との関係は直線で示されると述べられている。つまり、作物の初期シオレ点より土壌水分が多い場合と少ない場合とでは、土壌水分の増減に伴う蒸散量の変化は異った傾向を示すと考えられる。著者ら<sup>9)</sup>は 1977 年度の測定結果に基づき、サトウキビの蒸散作用および草丈の成長が pF 3.8 あたりからかなり抑制されることを明らかにした。山城<sup>8)</sup>によると土壌水分を十分供給している状態におけるサトウキビの日蒸散量と日射量との間には直線関係が認められた。この日蒸散量に対する気温の影響も土壌水分の多少によって異なると考えられる。また、サトウキビの茎径、茎長、乾物重量なども土壌水分の多少によって異なってくると推察される。以下、1978 年度の測定結果に基づき、土壌水分とサトウキビの日蒸散量および生育状況との関係を究明し、有効土壌水分の下限値について検討する。図 1 は全ポットの土壌水分を pF 1.9 に対応するように制御した最後の日 (7月14日) の測定結果に基づき、土壌水分区 (pF 区) とサトウキビの日蒸散量、草丈および乾物重量との関係を示したものである。これらの図によると、土壌水分を所定の pF 値に対応するように制御する以前のサトウキビは各 pF 区ともほぼ同程度の生育状況を示していたことがわかる。

#### 1. 土壌水分とサトウキビの日蒸散量との関係

図 2 に 8 月 18 日～8 月 26 日の測定結果に基づき、所定の pF 値とサトウキビの日蒸散量との関係を示す。この図で実線はその期間の各 pF 区におけるサトウキビの日蒸散量の平均値を示している。この図によると、日蒸散量は pF 3.5 あたりまでは pF 値の増大に伴い緩やかに減少し、その後は急減するような傾向変動を示している。

図 3～図 12 は 7 月 19 日～8 月 26 日 (台風日とその近日を除く) の測定結果に基づきビニールハウス内におけるサトウキビの日蒸散量と日平均気温との関係を各 pF 区ごとに示したものである。これらの図によると、土壌水分が一定ならば日蒸散量と日平均気温の間には直線関係がありかなり高い相関関係が認められる。これらの関係直線をまとめて図 13 に示す。この図で明らかなように、pF 値の増大に伴い関係直線の勾配は小さくなっている。つまり、この図はサトウキビの蒸散作用におよぼす気温の影響が土壌水分の多少によって変わることを明らかにしている。

制御した土壌水分に対応する pF 値とこれらの関係直線の勾配との関係を図 14 に示す。この図においても、pF 3.5 あたりまでは pF 値の増大に伴い関係直線の勾配は緩やかに減少し、その後は急減するような傾向変動を示している。つまり、サトウキビの蒸散作用に対する気温の影響力は pF 3.5 あたりから急減することがわかる。

#### 2. 土壌水分とサトウキビの生育状況との関係

図 15 は 8 月 24 日と 8 月 31 日の測定結果に基づき、所定の pF 値とサトウキビ (主茎) の茎径、茎長および草丈との関係を示したものである。この図によると、茎径および茎長も pF 3.5 あたりまでは pF 値の増大に伴い緩やかに減少し、その後は急減する曲線となっている。しかし、サトウキビの草丈は pF 値の増大に伴い直線的に減少している。

図 16 に土壌水分とサトウキビの乾物重量との関係を示す。この図は所定の pF 値に制御後 38 日目の各

pF区における乾物重量を示すものである。この図によると、茎径および茎長の場合と同様、乾物重量もpF値の増大に伴い減少する傾向を示している。この場合はpF 3.2あたりから乾物重量が急減している。

サトウキビの1本当り茎重は主に茎径と茎長によって支配される。したがって、サトウキビの収量はpF 3.5内外のpF値に対応する土壤水分から急減すると考えられる。

以上、サトウキビの日蒸散量、日蒸散量におよぼす気温の影響およびサトウキビの生育状況について、土壤水分の面から検討した。その結果と1977年度の結果をまとめると、サトウキビに対する有効土壤水分の下限値としてはpF 3.5～pF 3.8に対応する土壤水分が適当であると推察される。なお、このポット試験では1日1回の測定に基づき水分管理を行った。今後、水分管理をもっと入念に行うならば、この有効土壤水分の下限値に多少の変化はあると考える。

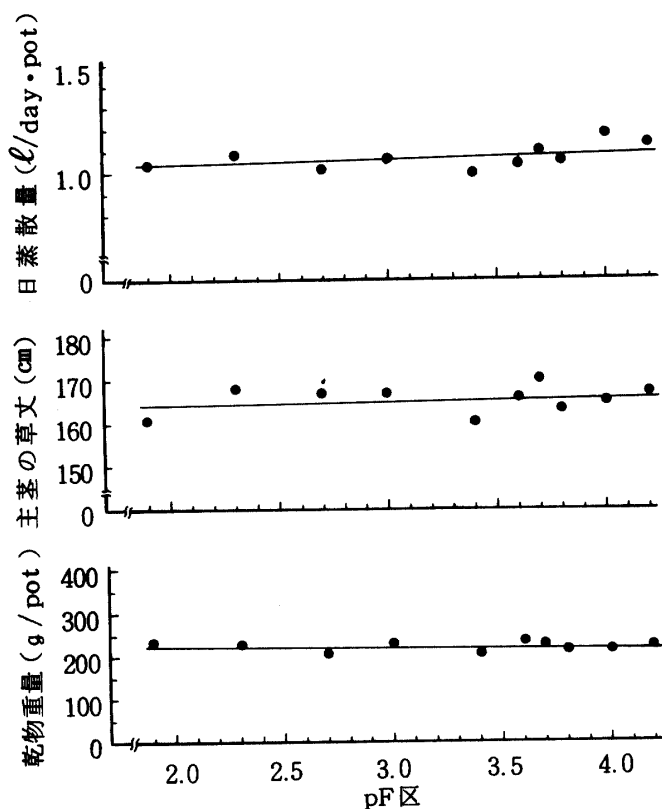


図1. 土壤水分 (pF 値) とサトウキビの日蒸散量、草丈および乾物重量との関係 (全ポットの土壤水分をpF 1.9 に対応するように制御して10日後, 7月14日)

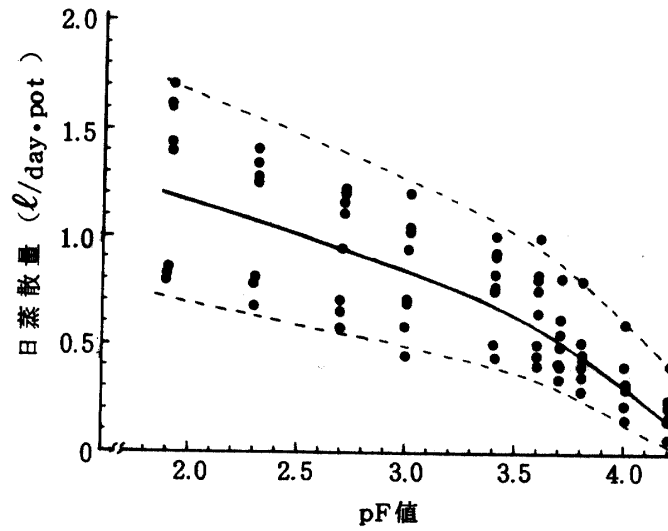


図2. 土壌水分(pF値)とサトウキビの日蒸散量との関係  
(1978年8月18日～1978年8月26日)

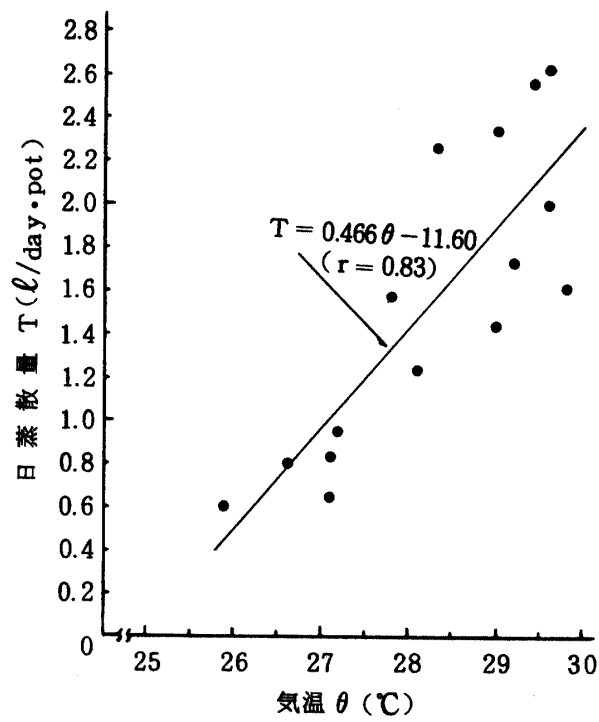


図3. サトウキビの日蒸散量と日平均気温との関係(pF 1.9)

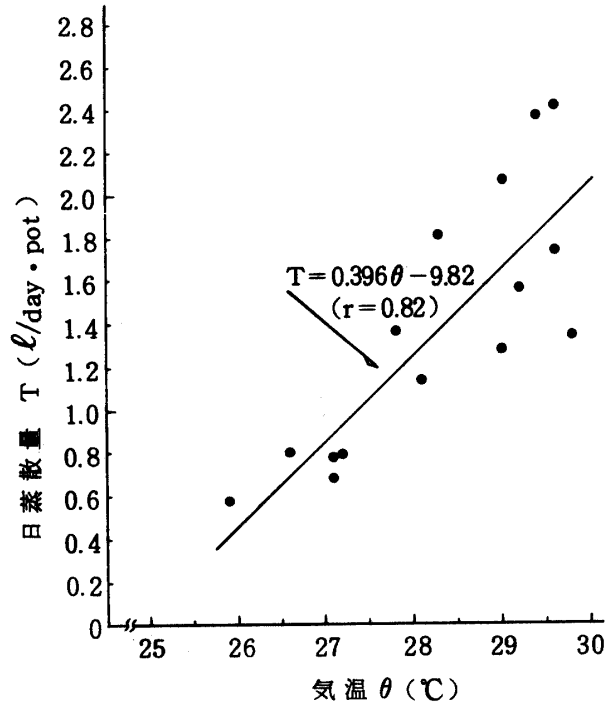


図4. サトウキビの日蒸散量と日平均気温との関係 (pF 2.3)

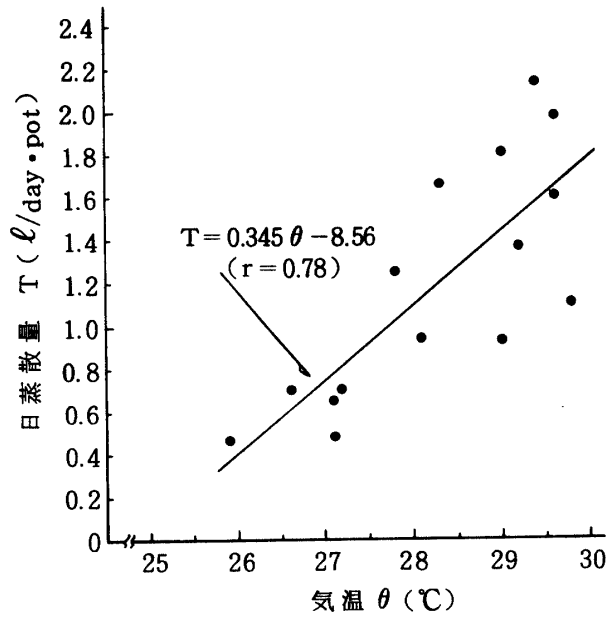


図5. サトウキビの日蒸散量と日平均気温との関係 (pF 2.7)

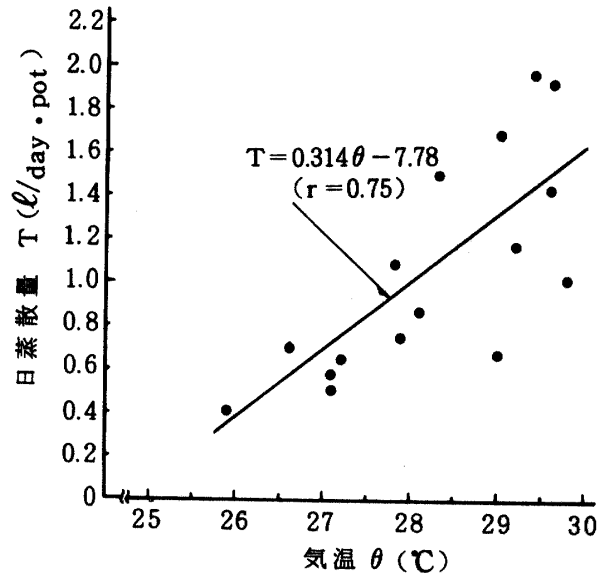


図6. サトウキビの日蒸散量と日平均気温との関係 (pF 3.0)

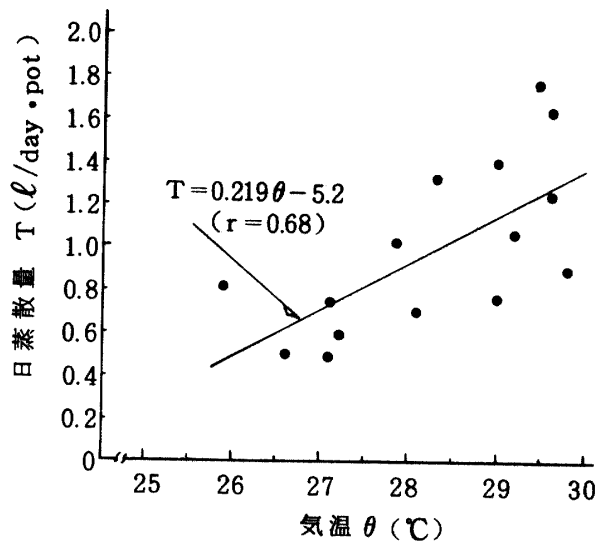


図7. サトウキビの日蒸散量と日平均気温との関係 (pF 3.4)



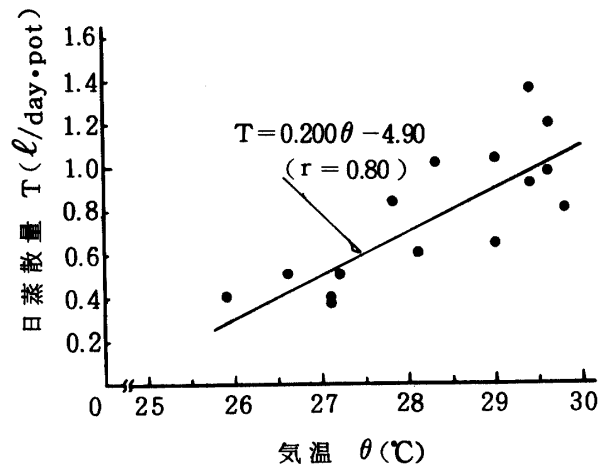


図8. サトウキビの日蒸散量と日平均気温との関係 (pF 3.6)

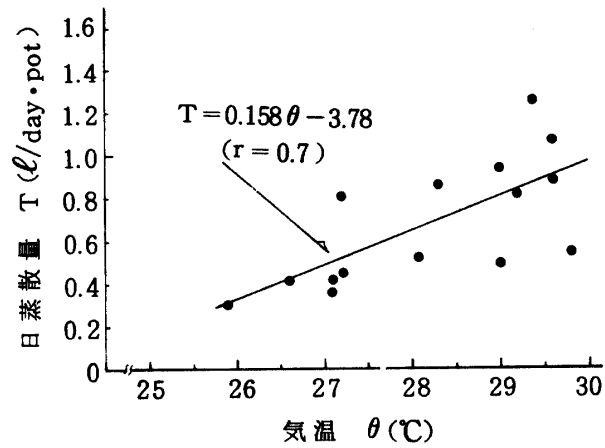


図9. サトウキビの日蒸散量と日平均気温との関係 (pF 3.7)

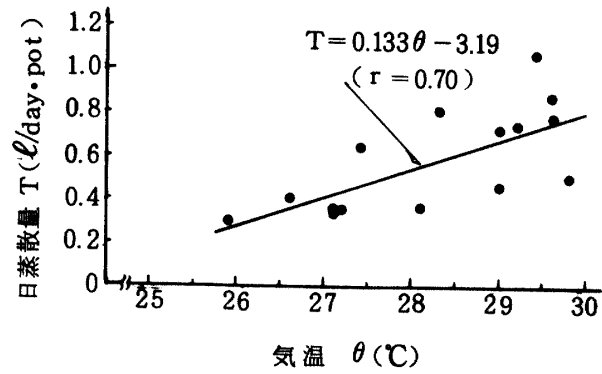


図 10. サトウキビの日蒸散量と日平均気温との関係 (pF 3.8)

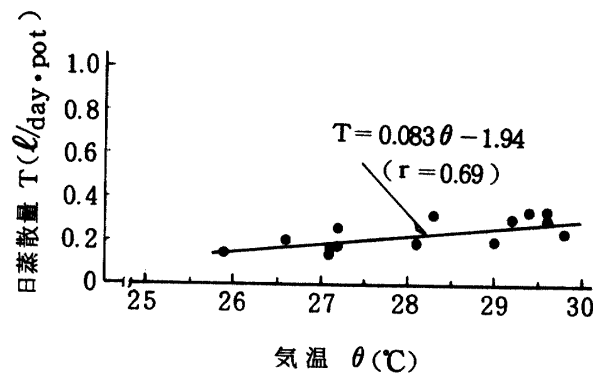


図 11. サトウキビの日蒸散量と日平均気温との関係 (pF 4.0)

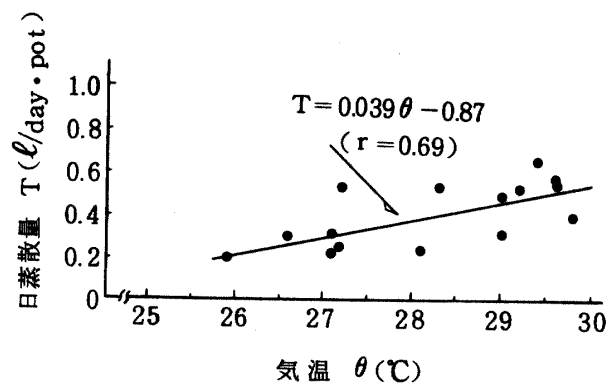


図 12. サトウキビの日蒸散量と日平均気温との関係 (pF 4.2)

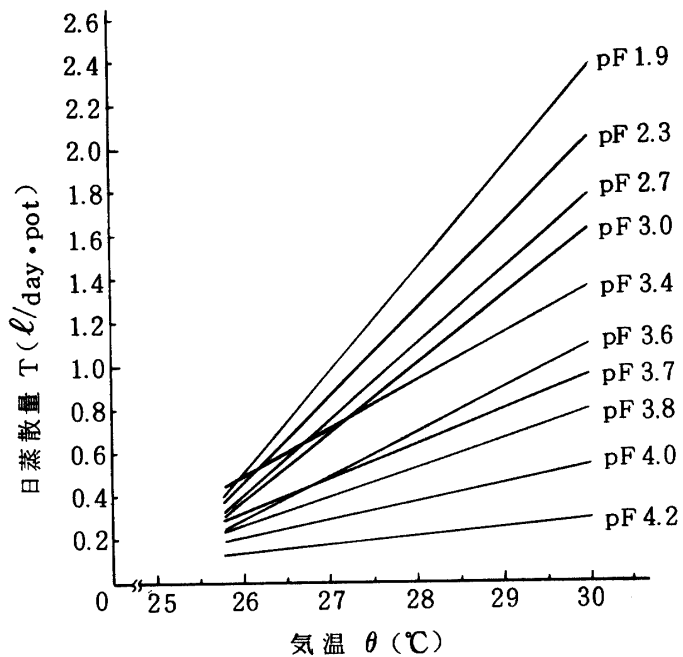


図13. サトウキビの日蒸散量と気温およびpF値との関係

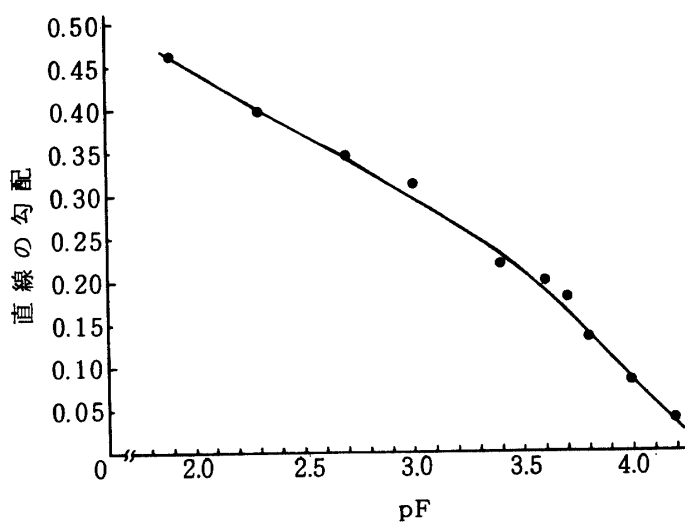


図14. 日蒸散量と気温との関係を示す直線の勾配とpF値との関係

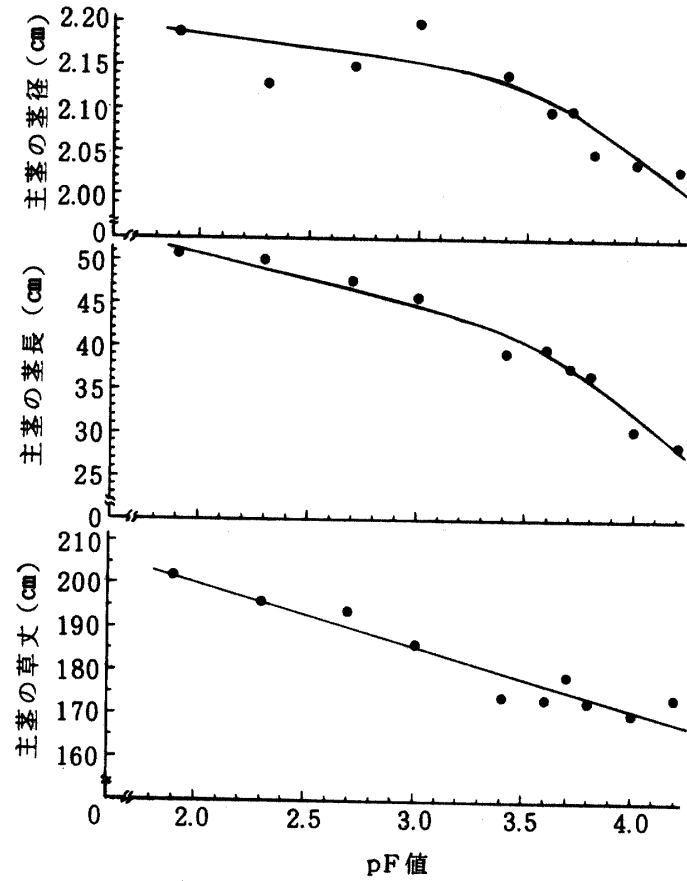


図 15. 土壌水分 (pF 値) とサトウキビの生育状況との関係  
(1978年8月24日, 8月31日測定)

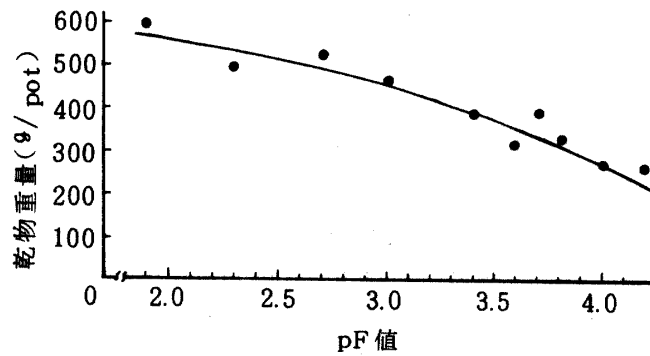


図 16. 土壌水分 (pF 値) とサトウキビの乾物重量との関係  
(土壌水分を所定の pF 値に対応するように制御して38日後)

## IV 適 要

1. 本研究はポット試験によって、サトウキビのカンガイにおける有効土壌水分の下限値について検討するものである。

2. 上記の目的を達成するため、本年度はサトウキビを植え付けた70個のポットを10のグループに分け、各グループにおけるポットの土壌水分をそれぞれ pF 1.9, pF 2.3, pF 2.7, pF 3.0, pF 3.4, pF 3.6, pF 3.7, pF 3.8, pF 4.0, pF 4.2 に対応するように制御して、その pF 値とサトウキビの日蒸散量および生育状況との関係について検討した。

3. 日蒸散量、日蒸散量と気温との関係直線の勾配、サトウキビの茎径および茎長は pF 3.5 あたりまでは pF 値の増大に伴い緩やかに減少し、その後は急減する傾向を示した。また、サトウキビの乾物重量は pF 3.2 あたりから急減する変動を示した。しかし、サトウキビの草丈と pF 値との関係は負の勾配を持つ直線で示された。

4. サトウキビのカンガイにおける有効土壌水分の下限値としては、1977年度の結果と同様、pF 3.5 ~ pF 3.8 に対応する土壌水分が適当であると推察される。

## 参 考 文 献

1. Briggs, L. J. and Shantz, H. L. 1916 Daily transpiration during the normal growth period and its correlation with the weather. J. Agr. Res. 7:155 ~ 212
2. 土壌物理性測定法委員会 1972 土壌物理性測定法 1 ~ 495, 東京, 養賢堂
3. Gardner, W. R. and Ehlig, C. F. The influence of soil water on transpiration by plants. J. Geophys. Res. 68:5719 ~ 5724
4. 池原真一 1968 沖縄における甘蔗作経済の研究, 琉球大学農学部学術報告, 15:1 ~ 164
5. 永井威三郎 1956 作物栽培各論 3:1 ~ 370, 東京, 養賢堂
6. 岡出幸男 1941 気象と甘蔗品種に関する研究, 創立十周年記念論文集 1 ~ 16, 台湾総督府糖業試験場
7. 玉井虎太郎 1956 畑作用水法の合理化に関する研究, 愛媛大学紀要第6部, 2:157 ~ 317
8. 山城三郎 1974 サトウキビの蒸散量, 琉球大学農学部学術報告, 23:231 ~ 235
9. ———・吉永安俊 1978 サトウキビのカンガイにおける有効土壌水分の下限値について(1), 琉球大学農学部学術報告, 25:257 ~ 263

## Summary

1. This study was done in order to investigate on the lowest limit of available soil moisture in irrigation for sugarcane. The sugarcane which was used in this test was planted in pots.
2. To attain this purpose, the seventy pots in which the sugarcane was planted were divided into ten groups and the soil moisture of the pots in each groups was controlled at pF 1.9, pF 2.3, pF 2.7, pF 3.0, pF 3.4, pF 3.6, pF 3.7, pF 3.8, pF 4.0 and pF 4.2 respectively. We investigated the relationship between the values of pF and daily transpiration and growth of the sugarcane.

3. The daily transpiration, the gradients of the linear equations on the relationship between the daily transpiration and temperature, stem diameter and stem length of the sugarcane decreased slowly until about pF3.5, but quickly after that for the increase of the values of pF. The dry weight of the sugarcane decreased quickly after about pF3.2 for the increase of the values of pF. But the relationship between the values of pF and plant length of the sugarcane showed linear equation with negative gradient.
4. It seems that the lowest limit of available soil moisture in irrigation for sugarcane may be the soil moisture at pF3.5 ~ pF3.8, as the result in 1977.