

# 琉球大学学術リポジトリ

## 沖縄におけるサトウキビの蒸発散量：第6報 サトウキビの作物係数について(農業工学科)

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学農学部 公開日: 2008-02-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 山城, 三郎, Yamashiro, Saburo メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/3860">http://hdl.handle.net/20.500.12000/3860</a>

## 沖縄におけるサトウキビの蒸発散量

### 第6報 サトウキビの作物係数について

山城三郎\*

Saburo YAMASHIRO : Studies on the crop coefficient of sugar cane

#### Summary

This study was done in order to investigate the mean monthly crop coefficient of sugar cane with the evapotranspiration rate measured by lysimeter and potential evapotranspiration rate estimated from meteorological factors.

The evapotranspiration rate were measured during the growing seasons 1967~1968, 1968 ~1969, 1970 ~1971 and 1983, 1984. The first three seasons involved summer planted sugar cane whereas the last two seasons involved spring planted ratoons. In order to estimate potential evapotranspiration modified Penman method, radiation method and pan method were used.

It became clear that the curves of monthly mean crop coefficient of sugar cane increase smoothly for the first time, arrive at peak and then decrease smoothly. The values of monthly mean crop coefficient differed a little from the estimation method of potential evapotranspiration.

In Penman method, the peak values of monthly mean crop coefficient 1.0~1.1 appeared during July to October. In radiation method, the peak values 1.1~1.2 appeared during August to November. In pan method, the peak values 1.6~1.8 appeared during July to October.

It seems that the Penman method is better than other methods because of the peak growing season and the values of monthly mean crop coefficient.

#### 緒 言

サトウキビはその全生育期間を通して十分な水の供給を必要とする。それはサトウキビの茎長および草丈の伸長が消費水量と直接的に比例するからである。気象条件により異なるがサトウキビは約1500mm~2000mmの年平均降雨量を必要とする。沖縄の年平均降雨量は約2000mm~2400mmであるので、その絶対

---

\* 琉球大学農学部農業工学科

琉球大学農学部学術報告 37 : 171~182 (1990)

量はサトウキビ栽培に必要な降雨量として十分である。しかし、沖縄におけるサトウキビ栽培で最も多量の水分を必要とする夏期には降雨量が多いにもかかわらず、しばしば水分不足をきたしサトウキビ栽培の大きな障害となっている。従って、サトウキビの全生育期間における消費水量の分布に関する知識はカンガイ計画における一回のカン水量および間断日数の決定に際して重要な意味を持つものである。そのような知識は蒸発散量に関する研究によって得られる。サトウキビの蒸発散量は直接測定するか、気象要因に基づきいろいろな方法で間接的に推定して決定される。ここでは、筆者がライシメータ法によって測定したサトウキビの蒸発散量と修正ペンマン法その他によって気象要因から推定した蒸発散位を用いて、サトウキビの作物係数について検討した。

## 材料および方法

### 1. 蒸発散量の直接測定

筆者<sup>4,5,6,7,8)</sup>は固定床式ライシメータの内外にサトウキビN:Co,310を一般に用いられる栽植密度で栽培し、その蒸発散量を測定した。測定期間は夏植サトウキビの場合1967年1月～1968年2月、1968年1月～1969年2月と1970年1月～1971年2月で、春植サトウキビの株出しは1983年4月～1983年12月と1984年4月～1984年12月である。

一般にライシメータにおける水収支は次式で示される。

$$P + I_{ir} = ET + M + G \dots \dots \dots (1)$$

ここで

P : 降雨量 mm

$I_{ir}$  : カン水量 mm

ET : 蒸発散量 mm

M : 土壌保有水量 mm

G : ライシメータからの流出量 mm

である。まとめる時のライシメータ内の残留水が一定ならば、Mを消去して考えることができる。従って、上式は(2)式および(3)式となる。

$$ET = P + I_{ir} - G \dots \dots \dots (2)$$

$$\Sigma ET = \Sigma (P + I_{ir}) - \Sigma G \dots \dots \dots (3)$$

ライシメータからの水の流出が止まった日はほぼこの条件を満たすものとして、(3)式から $\Sigma ET$ を計算した。それらの結果に(4)式で示す二次のLogistic曲線を適用したら、かなり良く適合したのでそれらの式を微分して各月における平均日蒸発散量を求めてTable 1に示した。

$$Y = C + \frac{D - C}{1 + e^{\phi(t)}} \dots \dots \dots (4)$$

ここで

$\phi(t)$  :  $a_0 + a_1 t + a_2 t^2$

Y : 累積蒸発散量 (cm)

t : 30日を期間単位とした植付後の期間数

C : 初期値

D : 漸近値

C, D,  $a_0$ ,  $a_1$ ,  $a_2$ は定数

である。

2. 蒸発散位の推定

植物に十分水を補給している状態での蒸発散量が蒸発散位である。その推定方法にはいろいろあるが、ここでは修正ペンマン法、放射法及び蒸発計蒸発量による方法を用いた。

(1) 修正ペンマン法

修正ペンマン法を示す式として(5)式を用いた。

$$ET_o = W \cdot R_n + (1 - W) \cdot f(u) \cdot (e_a - e_d) \dots \dots \dots (5)$$

ここで

ET<sub>o</sub>：推定したグリーンガラスの蒸発散位（以下ガラスベースの蒸発散位と呼ぶ）

W：蒸発散量に及ぼす放射の影響に対する気温と高さによる補正要因

f(u)：風速の関数 =  $0.27(1 + \frac{u}{100})$

u：地上2 mの高さにおける風速 km/day

(1-W)：蒸発散量に及ぼす風速と湿度の影響に対する気温と高さによる補正要因

R<sub>n</sub>：純放射 mm/day

(e<sub>a</sub> - e<sub>d</sub>)：蒸気圧降下 mb

e<sub>a</sub>：月平均気温（℃）における飽和蒸気圧 mb

e<sub>d</sub>：月平均気温（℃）における実際の蒸気圧 mb

Wは気象表から求められる。また純放射R<sub>n</sub>は日射量のデータから次式で求めた。

$$R_n = (1 - \alpha) R_s - R_w \dots \dots \dots (6)$$

ここで

(1 - α)R<sub>s</sub>：地表を十分カバーしているグリーンガラスが受ける純短放射

R<sub>s</sub>：各月の平均日射量 cal/cm<sup>2</sup>/day

α：アルベド。普通のグリーンガラスは0.20~0.25のアルベドを持っている。沖縄におけるデータがないため、ここでは最大値0.25を用いた。

R<sub>w</sub>：放出される純長放射。これは次式によって求めた。

$$R_w = f(t) \cdot f(e_d) \cdot f(n/N) \dots \dots \dots (7)$$

ここで

f(t)：長放射に及ぼす気温の要因  $6 T^4$

6：ステファンボルツマン定数 =  $8.09 \times 10^{-11}$  cal/cm<sup>2</sup>/day/T<sup>4</sup>

T：絶対温度 = ℃ + 273.2

f(e<sub>d</sub>)：長放射に及ぼす蒸気圧の要因 =  $0.34 - 0.044\sqrt{e_d}$

f(n/N)：長放射に及ぼす最高可能日照時間に対する日照時間の比の要因 =  $0.1 + 0.9n/N$

さらに、十分水を与えたアルファルファの蒸発散位を推定するためにヤンセン等<sup>3)</sup>によって提唱された(8)式に示すもう一つの修正ペンマン法を用いて蒸発散位の計算を行った。

$$ET_o = \frac{\Delta}{\Delta + r} (R_n + G) + \frac{\Delta}{\Delta + r} \times 15.36 W_f (e_a - e_d) \dots \dots \dots (8)$$

ここで

ET<sub>o</sub>：推定したアルファルファの蒸発散位（以下アルファルファベースの蒸発散位と呼ぶ）

Δ：飽和蒸気圧と気温の関係を示す曲線の勾配 mb/℃

r：乾湿球温度定数 mb/℃

R<sub>n</sub>：純放射 cal/cm<sup>2</sup>/day

G：土壌の熱フラックス cal/cm<sup>2</sup>/day

W<sub>f</sub>：風速の関数 =  $a_w + b_w U_z$

$ET_0$ を水柱mmに換算するために、1 gの水を蒸発させるのに必要な熱量即ち590cal/gを用いた。Gは $E$   
 $T_0$ の計算では無視した。

$a_w, b_w$ : 定数

$u_z$ : 地上Z mの高さにおける風速 km/day. 実用上Uは地上2 mの高さで測定される。

$(e_a - e_d)$ : 蒸気圧降下 mb

T: 日平均気温 °C

$\frac{\Delta}{\Delta + r}$ : 高さ気温によってかわり、気象表から求めることができる。

(2) 日射量から求める方法

ガラスベースの蒸発散位はこの方法によっても求めることができる。日射量から求める方法は小さい島においてかなりよい結果が得られると言われている<sup>1)</sup>。 $ET_0$ と気象要因との関係は次の式で示される<sup>1,2)</sup>。

$$ET_0 = a + b \cdot W \cdot R_s \dots \dots \dots (9)$$

ここで

$ET_0$ : 蒸発散位 mm/day

$R_s$ : 日射量 mm/day

$W$ :  $\frac{\Delta}{\Delta + r}$

$\Delta$ : 飽和蒸気圧と気温との関係を示す曲線の勾配

r: 乾湿球温度定数

a, b: 定数

w, a, bは気象表から求められる。

(3) 蒸発計蒸発量による方法

蒸発計蒸発量は気温、風速、日射量、湿度などのような蒸発散位に影響を及ぼす要因と深い関係がある。従って、蒸発散位と蒸発計蒸発量との関係は(10)式で示される<sup>1,2)</sup>。

$$ET_0 = K_p \cdot E_p \dots \dots \dots (10)$$

ここで

$ET_0$ : ガラスベースの蒸発散位 mm/day

$K_p$ : 無次元の係数で上記の気象要因などが与えられると文献から得ることができる。

$E_p$ : 蒸発計蒸発量 mm/day

以上述べたように修正ペンマン法、日射量による方法及び蒸発計蒸発量による方法を用いて、Table 1に示したサトウキビの各生育期間ごとに蒸発散位を求めてTable 2に示す。

Table 1 Mean monthly evapotranspiration rate (mm/day) mesured by lysimeter for the summer planted sugar cane and ratoons of the spring planted sugar cane

Season Month	Summer planted suger cane			Spring planted rstoons	
	1967~1968	1968~1969	1970~1971	1983	1984
Jan.	1.2	0.8	0.6		
Feb.	1.8	1.2	1.0		
Mar.	2.5	1.8	1.4		
Apr.	3.6	2.4	2.1	1.6	0.7
May	4.7	3.2	3.0	2.6	1.7
Jun.	5.7	4.0	3.8	4.0	3.4
Jul.	6.2	4.6	4.5	5.2	5.5
Aug.	6.0	4.9	4.9	5.5	5.9
Sept.	5.1	4.9	4.9	5.0	5.3
Oct.	3.9	4.5	4.4	4.0	3.7
Nov.	2.8	3.9	3.6	2.9	2.5
Dec.	1.9	3.1	2.8	2.0	1.2
Jan.	1.2	2.4	2.0		
Feb.	0.7	1.9	1.4		

Table 2 Potential evapotranspiration ET<sub>o</sub>(mm/day)

Season Month	Summer planted sugar cane												Spring planted ratoons							
	1967~1968				1968~1969				1970~1971				1983				1984			
Method	P <sub>g</sub>	P <sub>a</sub>	R <sub>a</sub>	P <sub>n</sub>	P <sub>g</sub>	P <sub>a</sub>	R <sub>a</sub>	P <sub>n</sub>	P <sub>g</sub>	P <sub>a</sub>	R <sub>a</sub>	P <sub>n</sub>	P <sub>g</sub>	P <sub>a</sub>	R <sub>a</sub>	P <sub>n</sub>	P <sub>g</sub>	P <sub>a</sub>	R <sub>a</sub>	P <sub>n</sub>
Jan.	3.2	3.9	1.9	2.7	3.2	4.0	2.3	1.7	2.4	3.1	1.7	1.0								
Feb.	2.8	4.1	2.6	2.1	3.3	3.5	1.6	2.0	3.1	3.7	2.4	1.4								
Mar.	3.2	4.9	4.0	2.8	4.1	3.9	2.9	1.8	2.4	3.1	1.9	1.4								
Apr.	4.2	4.7	4.1	2.5	4.0	4.9	4.1	2.3	3.4	4.2	3.3	1.7	3.9	3.9	3.2	2.2	4.0	3.9	2.8	2.0
May	4.6	4.8	4.0	3.2	4.1	5.4	4.3	2.5	3.7	4.5	3.6	2.2	4.1	4.1	3.3	2.4	4.2	4.1	3.5	2.2
Jun.	4.8	5.7	4.4	3.2	3.7	4.6	4.3	2.5	4.6	5.4	4.6	2.7	4.4	4.3	4.0	2.5	5.0	5.0	4.5	2.8
Jul.	5.4	6.2	6.0	4.0	5.3	6.7	6.4	3.3	5.2	5.9	5.5	3.0	5.6	5.6	5.0	3.3	5.5	5.4	5.2	2.9
Aug.	5.0	5.7	4.9	4.2	4.9	5.3	4.4	2.6	4.9	5.7	5.2	3.6	5.0	4.9	4.4	3.6	6.0	6.0	5.0	3.1
Sept.	4.8	6.0	5.1	3.7	5.2	5.6	4.6	2.8	4.2	5.0	4.2	2.5	4.9	4.9	4.0	3.1	5.0	4.9	4.6	2.9
Oct.	4.6	5.4	3.6	3.2	4.5	5.4	3.7	2.4	4.0	4.7	3.5	2.4	4.3	4.2	3.3	2.9	4.2	5.3	3.3	2.9
Nov.	3.5	3.7	2.5	2.1	3.5	4.2	3.0	2.1	3.7	4.5	2.8	1.9	5.0	4.9	2.5	3.0	3.3	3.3	2.2	1.7
Dec.	2.2	4.0	2.1	2.0	3.3	3.4	2.6	1.7	2.9	3.5	2.5	1.7	3.6	3.5	2.0	2.1	3.4	3.3	1.5	1.7
Jan.	2.5	3.7	2.3	1.9	3.3	3.0	2.0	1.5	2.5	3.6	2.1	1.5								
Feb.	3.0	3.5	1.6	2.2	2.8	3.7	2.3	1.4	3.3	4.1	2.3	1.8								

NOTE P<sub>g</sub>:Modified Penman ET<sub>o</sub>(grass based)      P<sub>a</sub>:Modified Penman ET<sub>o</sub>(alfalfa based)  
 R<sub>a</sub>:Radiation method ET<sub>o</sub>                      P<sub>n</sub>:Class A pan method ET<sub>o</sub>

結果及び考案

気象データに基づく方法で推定した作物の蒸発散位は実際の作物の蒸発散量と調整する必要がある。そのことは自然の圃場条件においては普通のカンガイ作物の蒸発散位はまれにしか現れないからである。蒸発散位を実際の作物の蒸発散量ETに変えるためには次の式が用いられる。

$$ET = K_c \cdot ET_0 \dots\dots\dots(11)$$

ここで

- ET：作物の蒸発散量
- ET<sub>0</sub>：基準作物の蒸発散位
- K<sub>c</sub>：作物係数

この式とTable 1 およびTable 2 によって、蒸発散量を実測したサトウキビの各生育期ごとの作物係数をTable 3～Table 6 のように計算した。これらの結果に基づいて、月別作物係数を各生育期ごと及び蒸発散位の推定方法ごとにまとめるとTable 7 のようになる。この表に基づいて、各月の作物係数を蒸発散位の推定方法ごとにプロットし、平均化するために曲線を描くとFig. 1～Fig. 8 のようになる。これらの曲線から各推定方法ごとにサトウキビの月平均作物係数を求めることができる。なお、Fig. 1～Fig. 4 は夏植サトウキビの月平均作物係数を示し、Fig. 5～Fig. 8 は春植サトウキビの株出しの月平均作物係数を示している。これらの図によると月平均作物係数は初期には小さいが日数の経過とともに増大し、ついにはピークに達しその後減少する傾向を示す。月平均作物係数の値は蒸発散位の推定方法によっても多少異なるが、その変動はほぼ同じ傾向を示している。ペンマン法においては、ガラスケースの場合もアルファルファベースの場合もサトウキビの月平均作物係数のピークは7月～10月に現れ、その値は1.0～1.1となっている。日射量による方法においては一ヶ月遅れて8月～11月に、月平均作物係数のピーク1.0～1.2が現れている。蒸発計蒸発量による方法においては、夏植サトウキビでは8月～10月に月平均作物係数のピークが1.6～1.7となり、株出しでは7月～9月にそのピークは1.7～1.8となっている。

以上サトウキビの生育最盛期及び月平均作物係数の値などから、サトウキビの月平均作物係数を求める方法としてはペンマン法がよいと考える。

Table 3 Calculation of monthly crop coefficient K<sub>c</sub> by Modified Penman grass based ET<sub>0</sub>.

Season	Summer planted sugar cane									Spring planted ratoons					
	1967～1968			1968～1969			1970～1971			1983			1984		
Item	ETmm	ET <sub>0</sub> mm	K <sub>c</sub>	ETmm	ET <sub>0</sub> mm	K <sub>c</sub>	ETmm	ET <sub>0</sub> mm	K <sub>c</sub>	ETmm	ET <sub>0</sub> mm	K <sub>c</sub>	ETmm	ET <sub>0</sub> mm	K <sub>c</sub>
Month															
Jan.	1.2	3.2	0.38	0.8	3.2	0.25	0.6	2.4	0.25						
Feb.	1.8	2.8	0.64	1.2	3.3	0.36	1.0	3.1	0.32						
Mar.	2.5	3.2	0.78	1.8	4.1	0.44	1.4	2.4	0.58						
Apr.	3.6	4.2	0.86	2.4	4.0	0.60	2.1	3.4	0.62	1.6	3.9	0.41	0.7	4.0	0.18
May	4.7	4.6	1.02	3.2	4.1	0.78	3.0	3.7	0.81	2.6	4.1	0.63	1.7	4.2	0.40
Jun.	5.7	4.8	1.19	4.0	3.7	1.08	3.8	4.6	0.83	4.0	4.4	0.91	3.4	5.0	0.68
Jul.	6.2	5.4	1.15	4.6	5.3	0.87	4.5	5.2	0.87	5.2	5.6	0.93	5.5	5.5	1.00
Aug.	6.0	5.0	1.20	4.9	4.9	1.00	4.9	4.9	1.00	5.5	5.0	1.10	5.9	6.0	0.98
Sept.	5.1	4.8	1.06	4.9	5.2	0.94	4.9	4.2	1.17	5.0	4.9	1.02	5.3	5.0	1.06
Oct.	3.9	4.6	0.85	4.5	4.5	1.00	4.4	4.0	1.10	4.0	4.3	0.93	3.7	4.2	0.88
Nov.	2.8	3.5	0.80	3.9	3.5	1.11	3.6	3.7	0.97	2.9	5.0	0.58	2.5	3.3	0.76
Dec.	1.9	2.2	0.86	3.1	3.3	0.94	2.8	2.9	0.97	2.0	3.6	0.56	1.2	3.4	0.35
Jan.	1.2	2.5	0.48	2.4	3.3	0.73	2.0	2.5	0.80						
Feb.	0.7	3.0	0.23	1.9	2.8	0.68	1.4	3.3	0.42						

Table 4 Calculation of monthly crop coefficient  $K_c$  by Modified Penman alfalfa based  $ET_o$ .

Season	Summer planted sugar cane									Spring planted ratoons					
	1967~1968			1968~1969			1970~1971			1983			1984		
Item	ET mm	$ET_o$ mm	$K_c$	ET mm	$ET_o$ mm	$K_c$	ET mm	$ET_o$ mm	$K_c$	ET mm	$ET_o$ mm	$K_c$	ET mm	$ET_o$ mm	$K_c$
Month															
Jan.	1.2	3.9	0.31	0.8	4.0	0.20	0.6	3.1	0.19						
Feb.	1.8	4.1	0.44	1.2	3.5	0.34	1.0	3.7	0.27						
Mar.	2.5	4.9	0.51	1.8	3.9	0.46	1.4	3.1	0.45						
Apr.	3.6	4.7	0.77	2.4	4.9	0.49	2.1	4.2	0.50	1.6	3.9	0.41	0.7	3.9	0.18
May	4.7	4.8	0.98	3.2	5.4	0.59	3.0	4.5	0.67	2.6	4.1	0.63	1.7	4.1	0.41
Jun.	5.7	5.7	1.00	4.0	4.6	0.87	3.8	5.4	0.70	4.0	4.3	0.93	3.4	5.0	0.68
Jul.	6.2	6.2	1.00	4.6	6.7	0.69	4.5	5.9	0.76	5.2	5.6	0.93	5.5	5.4	1.02
Aug.	6.0	5.7	1.05	4.9	5.3	0.92	4.9	5.7	0.86	5.5	4.9	1.12	5.9	6.0	0.98
Sept.	5.1	6.0	0.85	4.9	5.6	0.88	4.9	5.0	0.98	5.0	4.9	1.02	5.3	4.9	1.08
Oct.	3.9	5.4	0.72	4.5	5.4	0.83	4.4	4.7	0.94	4.0	4.2	0.95	3.7	5.3	0.70
Nov.	2.8	3.7	0.76	3.9	4.2	0.93	3.6	4.5	0.80	2.9	4.9	0.59	2.5	3.3	0.76
Dec.	1.9	4.0	0.48	3.1	3.4	0.91	2.8	3.5	0.80	2.0	3.5	0.57	1.2	3.3	0.36
Jan.	1.2	3.7	0.32	2.4	3.0	0.80	2.0	3.6	0.56						
Feb.	0.7	3.5	0.20	1.9	3.7	0.51	1.4	4.1	0.34						

Table 5 Calculation of monthly crop coefficient  $K_c$  by Radiation  $ET_o$ .

Season	Summer planted sugar cane									Spring planted ratoons					
	1967~1968			1968~1969			1970~1971			1983			1984		
Item	ET mm	$ET_o$ mm	$K_c$	ET mm	$ET_o$ mm	$K_c$	ET mm	$ET_o$ mm	$K_c$	ET mm	$ET_o$ mm	$K_c$	ET mm	$ET_o$ mm	$K_c$
Month															
Jan.	1.2	1.9	0.63	0.8	2.3	0.35	0.6	1.7	0.35						
Feb.	1.8	2.6	0.69	1.2	1.6	0.75	1.0	2.4	0.42						
Mar.	2.5	4.0	0.63	1.8	2.9	0.62	1.4	1.9	0.74						
Apr.	3.6	4.1	0.88	2.4	4.1	0.59	2.1	3.3	0.64	1.6	3.2	0.50	0.7	2.8	0.25
May	4.7	4.0	1.18	3.2	4.3	0.74	3.0	3.6	0.83	2.6	3.3	0.79	1.7	3.5	0.49
Jun.	5.7	4.4	1.30	4.0	4.3	0.93	3.8	4.6	0.83	4.0	4.0	1.00	3.4	4.5	0.76
Jul.	6.2	6.0	1.03	4.6	6.4	0.72	4.5	5.5	0.82	5.2	5.0	1.04	5.5	5.2	1.06
Aug.	6.0	4.9	1.22	4.9	4.4	1.11	4.9	5.2	0.94	5.5	4.4	1.25	5.9	5.0	1.18
Sept.	5.1	5.1	1.00	4.9	4.6	1.07	4.9	4.2	1.17	5.0	4.0	1.25	5.3	4.6	1.15
Oct.	3.9	3.6	1.08	4.5	3.7	1.22	4.4	3.5	1.26	4.0	3.3	1.21	3.7	3.3	1.12
Nov.	2.8	2.5	1.12	3.9	3.0	1.30	3.6	2.8	1.29	2.9	2.5	1.16	2.5	2.2	1.14
Dec.	1.9	2.1	0.90	3.1	2.6	1.19	2.8	2.5	1.12	2.0	2.0	1.00	1.2	1.5	0.80
Jan.	1.2	2.3	0.52	2.4	2.0	1.20	2.0	2.1	0.95						
Feb.	0.7	1.6	0.44	1.9	2.3	0.83	1.4	2.3	0.61						

Table 6 Calculation of monthly crop coefficient  $K_c$  by class A pan  $ET_o$ .

Season	Summer planted sugar cane									Spring planted ratoons					
	1967~1968			1968~1969			1970~1971			1983			1984		
Item	ETmm	$ET_o$ mm	$K_c$	ETmm	$ET_o$ mm	$K_c$	ETmm	$ET_o$ mm	$K_c$	ETmm	$ET_o$ mm	$K_c$	ETmm	$ET_o$ mm	$K_c$
Mouth															
Jan.	1.2	2.7	0.44	0.8	1.7	0.47	0.6	1.0	0.60						
Feb.	1.8	2.1	0.86	1.2	2.0	0.60	1.0	1.4	0.71						
Mar.	2.5	2.8	0.89	1.8	1.8	1.00	1.4	1.4	1.00						
Apr.	3.6	2.5	1.44	2.4	2.3	1.04	2.1	1.7	1.24	1.6	2.2	0.73	0.7	2.0	0.35
May	4.7	3.2	1.47	3.2	2.5	1.28	3.0	2.2	1.36	2.6	2.4	1.08	1.7	2.2	0.77
Jun.	5.7	3.2	1.78	4.0	2.5	1.60	3.8	2.7	1.41	4.0	2.5	1.60	3.4	2.8	1.21
Jul.	6.2	4.0	1.55	4.6	3.3	1.39	4.5	3.0	1.50	5.2	3.3	1.58	5.5	2.9	1.90
Aug.	6.0	4.2	1.43	4.9	2.6	1.88	4.9	3.6	1.36	5.5	3.6	1.53	5.9	3.1	1.90
Sept.	5.1	3.7	1.38	4.9	2.8	1.75	4.9	2.5	1.96	5.0	3.1	1.61	5.3	2.9	1.83
Oct.	3.9	3.2	1.22	4.5	2.4	1.88	4.4	2.4	1.83	4.0	2.9	1.38	3.7	2.9	1.28
Nov.	2.8	2.1	1.33	3.9	2.1	1.86	3.6	1.9	1.89	2.9	3.0	0.97	2.5	1.7	1.47
Dec.	1.9	2.0	0.95	3.1	1.7	1.82	2.8	1.7	1.65	2.0	2.1	0.95	1.2	1.7	0.71
Jan.	1.2	1.9	0.63	2.4	1.5	1.60	2.0	1.5	1.33						
Feb.	0.7	2.2	0.32	1.9	1.4	1.36	1.4	1.8	0.78						

Table 7 Monthly crop coefficient ( $K_c$ ) factors

Season	Summer planted sugar cane												Spring planted ratoons							
	1967~1968				1968~1969				1970~1971				1983				1984			
Method	$P_g$	$P_a$	$R_a$	$P_n$	$P_g$	$P_a$	$R_a$	$P_n$	$P_g$	$P_a$	$R_a$	$P_n$	$P_g$	$P_a$	$R_a$	$P_n$	$P_g$	$P_a$	$R_a$	$P_n$
Jan.	0.38	0.31	0.63	0.44	0.25	0.20	0.35	0.47	0.25	0.19	0.35	0.60								
Feb.	0.64	0.44	0.69	0.86	0.36	0.34	0.75	0.60	0.32	0.27	0.42	0.71								
Mar.	0.78	0.51	0.63	0.89	0.44	0.46	0.62	1.00	0.58	0.45	0.74	1.00								
Apr.	0.86	0.77	0.88	1.44	0.60	0.49	0.59	1.04	0.62	0.50	0.64	1.24	0.41	0.41	0.50	0.72	0.18	0.18	0.25	0.35
May	1.02	0.98	1.18	1.47	0.78	0.59	0.74	1.28	0.81	0.67	0.83	1.36	0.63	0.63	0.79	1.08	0.40	0.41	0.49	0.77
Jun.	1.19	1.00	1.30	1.78	1.08	0.87	0.93	1.60	0.83	0.70	0.83	1.41	0.91	0.93	1.00	1.60	0.68	0.68	0.76	1.21
Jul.	1.15	1.00	1.03	1.55	0.87	0.69	0.72	1.39	0.87	0.76	0.82	1.50	0.93	0.93	1.04	1.58	1.00	1.02	1.06	1.90
Aug.	1.20	1.05	1.22	1.43	1.00	0.92	1.11	1.88	1.00	0.86	0.94	1.36	1.10	1.12	1.25	1.53	0.98	0.98	1.18	1.90
Sept.	1.06	0.85	1.00	1.38	0.94	0.88	1.07	1.75	1.17	0.98	1.17	1.96	1.02	1.02	1.25	1.61	1.06	1.08	1.15	1.83
Oct.	0.85	0.72	1.08	1.22	1.00	0.83	1.22	1.88	1.10	0.94	1.26	1.83	0.93	0.95	1.21	1.38	0.88	0.70	1.12	1.28
Nov.	0.80	0.76	1.12	1.33	1.11	0.93	1.30	1.86	0.97	0.80	1.29	1.89	0.58	0.59	1.16	0.97	0.76	0.76	1.14	1.47
Dec.	0.86	0.48	0.90	0.95	0.94	0.91	1.19	1.82	0.97	0.80	1.12	1.65	0.56	0.57	1.00	0.95	0.35	0.36	0.80	0.71
Jan.	0.48	0.32	0.52	0.63	0.73	0.80	1.20	1.60	0.80	0.56	0.95	1.33								
Feb.	0.23	0.20	0.44	0.32	0.68	0.51	0.83	1.36	0.42	0.34	0.61	0.78								

NOTE  $P_g$  : Modified Penman  $ET_o$  (grass based)  
 $R_a$  : Radiation method  $ET_o$

$P_a$  : Modified Penman  $ET_o$  (alfalfa based)  
 $P_n$  : Class A pan method  $ET_o$

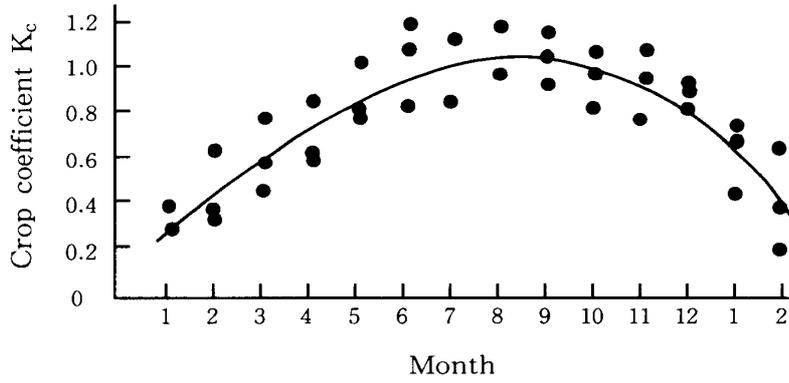


Fig. 1 Modified Penman grass based crop coefficient curve for summer planted sugar cane

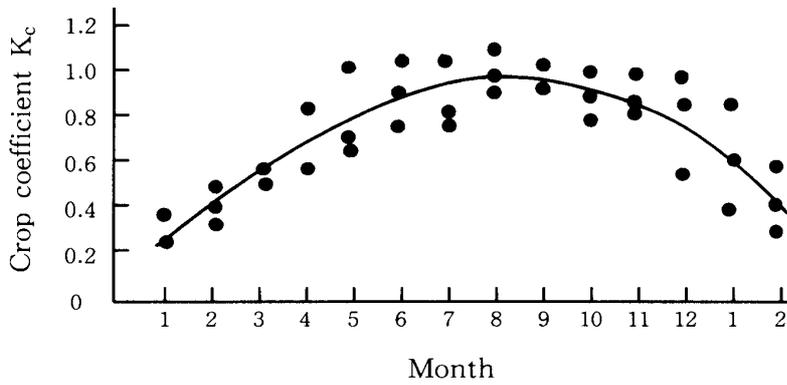


Fig. 2 Modified Penman alfalfa based crop coefficient curve for summer planted sugar cane

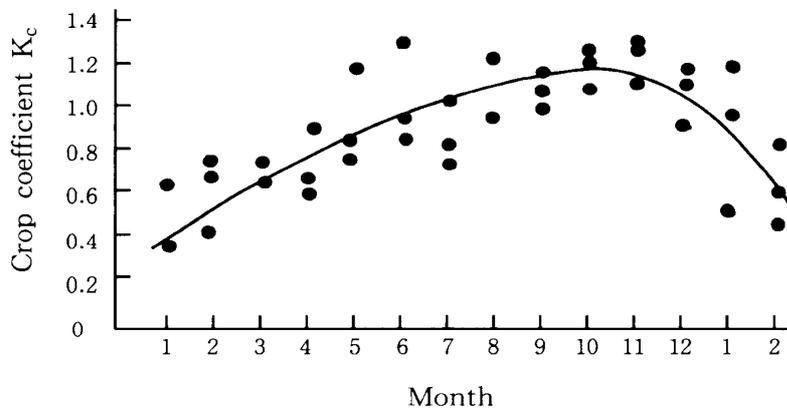


Fig. 3 Radiation method crop coefficient curve for summer planted sugar cane

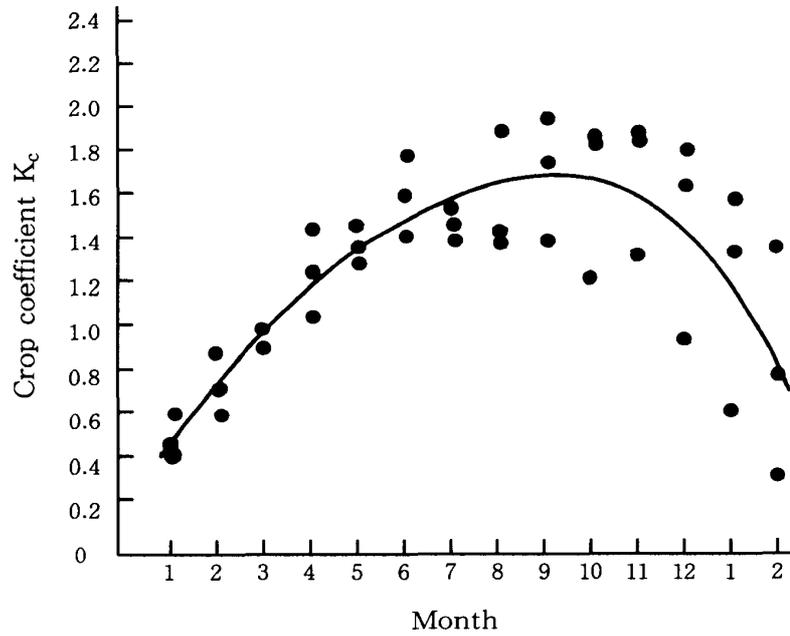


Fig. 4 Class A pan crop coefficient curve for summer planted sugar cane

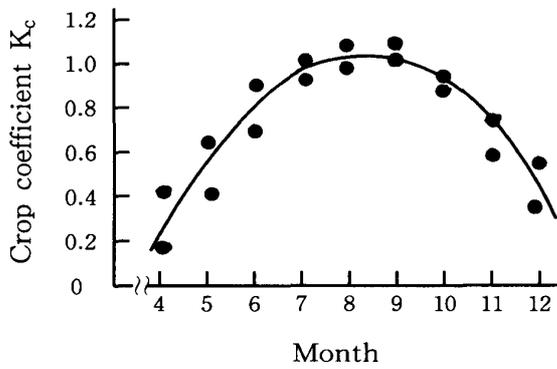


Fig. 5 Modified Penman grass based crop coefficient curve for the first and second ratoons of spring planted sugar cane

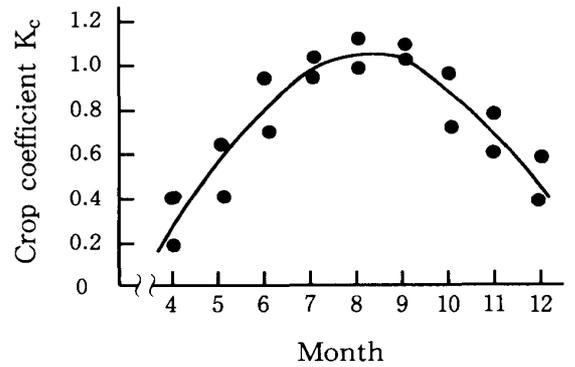


Fig. 6 Modified Penman alfalfa based crop coefficient curve for the first and second ratoons of spring planted sugar cane

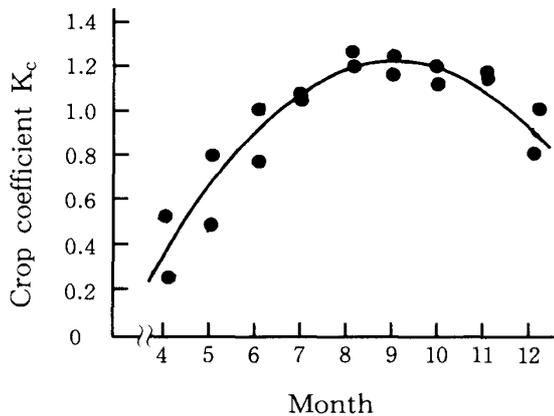


Fig. 7 Radiation method crop coefficient curve for the first and second ratoons of spring planted sugar cane

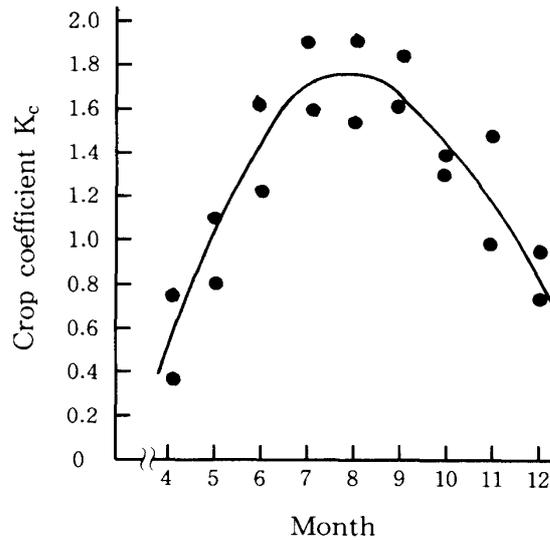


Fig. 8 Class A pan crop coefficient curve for the first and second ratoons of spring planted sugar cane

### 適 要

本研究はライシメータによって測定したサトウキビの蒸発散量と気象要因から推定した蒸発散位を用いてサトウキビの月平均作物係数について検討するものである。

蒸発散量の測定は1967年～1968年、1968年～1969年、1970年～1971年の夏植サトウキビと1983年、1984年の春植サトウキビの株出しについて行われた。蒸発散位の推定には修正ペンマン法、日射量から推定する方法及び蒸発計蒸発量から推定する方法を用いた。

サトウキビの月平均作物係数は初期にはなだらかに増大し、ピークに達し、その後減少することが明らかになった。月平均作物係数は蒸発散位の推定方法によって少し異なる値を示した。

修正ペンマン法においては、月平均作物係数のピーク1.0～1.1が7月～10月に現れた。日射量による方法では、そのピークは8月～11月に現れ1.1～1.2となった。蒸発計蒸発量による方法では、そのピーク1.6～1.8が7月～10月に現れた。

サトウキビの生育最盛期及び月平均作物係数の値から、修正ペンマン法が他の方法に比べよいと考える。

### 参考文献

1. FAO 1975 Crop water requirements. Irrigation and drainage paper No. 24
2. FAO 1979 Crop water requirements. Irrigation and drainage paper No. 33
3. Jensen, M. E. and Wright, J. L. 1971 Estimating soil moisture depletion from climate, crop and soil data. Trans. ASAE 14:954～959
4. 山城三郎 1968 沖縄における甘蔗の蒸発散量 第1報 琉大農学報 15:193～198
5. ————— 1969 沖縄における甘蔗の蒸発散量 第2報 琉大農学報 16:207～217
6. ————— 1971 沖縄におけるサトウキビの蒸発散量 第3報 琉大農学報 18:109～119
7. ————— 1972 沖縄におけるサトウキビの蒸発散量 第4報 琉大農学報 19:343～362

8. ————— 1974 沖縄におけるサトウキビの蒸発散量 第5報 琉大農学報 21:199~215