

# 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3報(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 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/4491">http://hdl.handle.net/20.500.12000/4491</a>

# 沖縄におけるサトウキビの蒸発散量 第3報

山城 三郎\*

Saburo YAMASHIRO: Evapotranspiration of sugarcane produced in Okinawa. III.

## I 緒 言

第2報で1963年11月から1963年2月までに測定したサトウキビの月平均日蒸発散量と月平均気温、月最高気温およびサトウキビの伸長量との関係について検討した。蒸発散量を支配する気象その他の条件と自然状態における蒸発散量の関係について短期間の測定値では満足な解決が得られないのは言うまでもない。著者はこれらの関係を究明するため、第1報(9)および第2報(10)と同じ方法で蒸発散量の測定を継続している。今回は第1報および第2報に報告した蒸発散量と1968年9月～1970年4月および1969年8月～1971年2月の測定値で水平面日射量および蒸発計蒸発量との関係について検討したのでここに報告する。

## II 材料および方法

蒸発散量測定装置としては琉球大学農学部附属農場の圃場内に埋設されている1号～3号ライシメーターを使用し、供試品種には前回と同様 N:CO, 310を採用した。1号ライシメーターには供試土壌として糸満町米須の石灰岩土壌を入れてあり、1968年9月～1970年4月の測定にはこれを使用し、具志川市具志川地荒原の石灰岩土壌を入れた2号および3号ライシメーターは1969年8月～1971年2月の測定に利用した。ライシメーター内およびその周辺の圃場には畦間1.2m株間0.3mでサトウキビを植え付けできるだけ普通に栽培されている状態で蒸発散量を測定した。かん水時期はライシメーターに埋設した吸湿体(石膏ブロック)と Moisturemeter で決定し、葉のロール現象が見られない前にかん水した。このようにかん水すると1回のかん水量はだいたい30mm内外であるが、植え付け初期においては発芽を促進するため2～3mmのかん水も行なった。

降雨量、蒸発計蒸発量およびライシメーターからの流出量は毎日午前8時から9時の間に測定し前日の値とした。また蒸発散量は第1報(9)および第2報(10)と全く同じ方法で計算し、蒸発計蒸発量は欠測もあるので月量とせず月別に平均した日量を取り、水平面日射量としては琉球気象庁の資料にもとづき月別に平均した日量を採用した。

## III 結 果

1968年9月～1970年4月に1号ライシメーターで測定した流入量と流出量から積算蒸発散量を求めると第1表および第1図のようになり、1969年8月～1971年2月に2号および3号ライシメーターで測定

\* 琉球大学農学部農業工学科

琉球大学農学部学術報告 18: 109～119 (1971)

した流入量と流出量から算定した積算蒸発散量は第2表、第3表および第2図の通りである。第2図でわかるように2号および3号ライシメーターの値はほぼ一つの曲線上にのる。これらの両曲線から月平

第1表 積算蒸発散量の計算 (1号ライシメーター)

Table 1. Calculation of cumulative total evapotranspiration (lysimeter No. 11)

Date	Cumulative total rainfall	Cumulative total irrigated water	Cumulative total inflow into lysimeter	Cumulative total outflow from lysimeter	Cumulative total evapotranspiration
1968					
9. 4	197.0	—	197.0	171.8	25.2
9.22	214.6	2.7	217.3	178.1	38.2
10.28	305.5	2.7	303.2	221.7	83.5
11.23	392.8	3.7	396.5	272.1	124.4
12.10	449.1	3.7	452.8	291.9	160.9
12.28	504.6	3.7	503.3	283.2	180.1
1969					
1.13	540.0	3.7	543.7	331.4	212.3
1.24	584.7	3.7	588.4	360.2	228.2
2. 7	703.8	3.7	712.5	472.1	240.4
2.19	735.5	3.7	739.2	480.6	258.6
3.21	1004.3	3.7	1008.0	733.1	274.9
4.14	1105.5	3.7	1109.2	780.8	324.8
5.12	1294.7	3.7	1298.4	864.1	434.3
5.26	1491.6	3.7	1495.3	1009.9	485.4
6.17	1933.3	3.7	1957.0	1362.3	594.7
7. 4	2281.8	3.7	2285.5	1650.7	634.8
8.29	2775.9	3.7	2779.6	1970.6	809.0
9.16	2860.3	3.7	2864.0	1971.7	892.3
9.30	2875.5	3.7	2879.2	1971.7	907.5
10.20	3260.4	3.7	3264.1	2304.5	959.6
11.17	3328.2	3.7	3331.9	2318.8	1013.1
12. 5	3407.8	3.7	3411.5	2392.1	1029.4
12.15	3422.9	3.7	3426.6	2395.4	1041.2
1970					
1.22	3540.9	3.7	3544.6	2457.8	1035.8
2. 9	3601.1	3.7	3604.8	2500.4	1104.4
3.22	3896.4	3.7	3900.1	2775.6	1124.5
4.12	4006.6	3.7	4010.3	2873.6	1136.7
4.30	4148.1	3.7	4151.8	2993.1	1153.7

第2表 積算蒸発散量の計算 (2号ライシメーター)

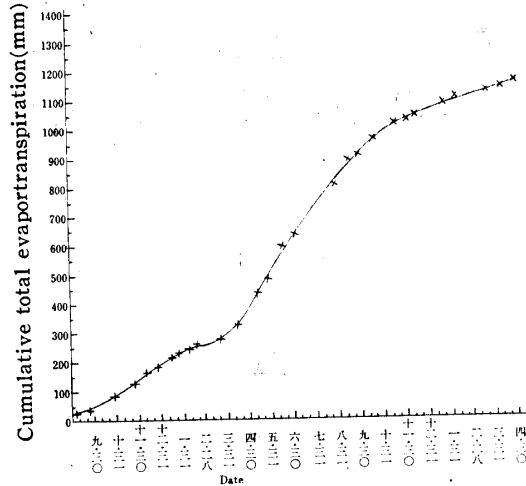
Table 2. Calculation of cumulative total evapotranspiration (lysimeter No. 2)

Date	Cumulative total rainfall	Cumulative total irrigated water	Cumulative total inflow into lysimeter	Cumulative total outflow from lysimeter	Cumulative total evapotranspiration
1969					
8.31	498.5	—	493.5	378.3	120.2
10.29	930.1	77.9	1058.0	909.2	148.8
11.8	932.4	87.4	1069.8	910.6	159.2
12.5	1125.6	93.0	1218.6	991.6	227.0
12.27	1150.0	93.0	1243.0	1002.2	240.8
1970					
2.13	1330.5	93.0	1423.5	1106.7	316.8
2.23	1340.1	93.0	1433.1	1407.4	325.7
4.2	1704.6	93.0	1797.6	1422.8	374.8
5.6	1867.8	93.0	1960.8	1567.6	393.2
5.20	1957.6	93.0	2050.6	1588.1	462.5
6.26	2349.0	93.0	2442.0	1904.4	537.6
7.16	2522.6	183.0	2703.6	2090.2	615.4
7.28	2543.6	263.0	2805.6	2095.7	709.9
8.27	2744.2	263.0	3007.2	2096.7	910.5
9.24	2897.1	263.0	3160.1	2096.7	1063.4
10.25	3051.9	263.0	3314.9	2127.1	1187.8
11.13	3143.3	263.0	3405.3	2127.1	1279.2
12.26	3322.8	263.0	3585.8	2147.4	1438.4
1971					
1.16	3398.0	263.0	3661.0	2176.4	1484.6
2.21	3494.5	263.0	3757.5	2197.4	1560.1

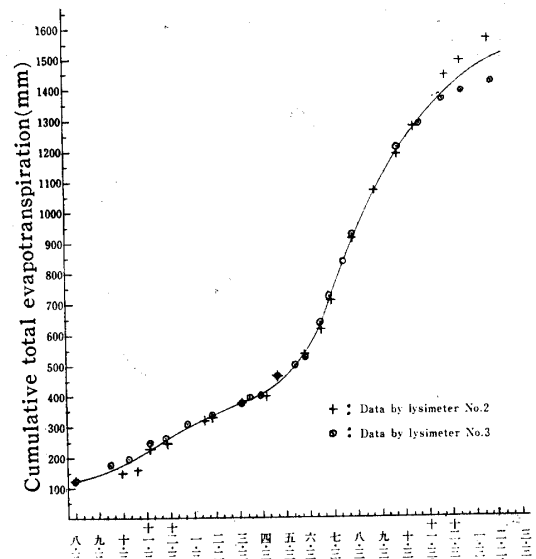
第3表 積算蒸発散量の計算 (3号ライシメーター)

Table 3. Calculation of cumulative total evapotranspiration (lysimeter No. 3)

Date	Cumulative total rainfall	Cumulative total irrigated water	Cumulative total inflow into lysimeter	Cumulative total outflow from lysimeter	Cumulative total evapotranspiration
1969					
8.31	498.5	—	493.5	376.1	122.4
10.13	950.2	75.8	1026.0	855.2	170.8
11.9	932.4	92.7	1075.1	879.1	196.0
12.5	1125.6	98.3	1223.9	976.5	247.4
12.24	1149.1	98.3	1247.4	987.3	260.1
1970					
1.22	1258.7	98.3	1357.0	1049.6	307.4
2.22	1340.1	98.3	1438.4	1102.6	335.8
4.2	1704.7	98.3	1803.0	1430.6	372.4
4.12	1724.4	98.3	1822.7	1431.6	391.1
5.1	1835.9	98.3	1964.2	1565.2	399.0
5.20	1957.7	98.3	2056.0	1593.3	462.7
6.12	2119.7	98.3	2218.0	1719.0	499.0
6.25	2349.1	98.3	2447.4	1921.1	526.3
7.15	2522.7	183.0	2711.0	2082.0	629.0
7.26	2543.7	268.3	2812.0	2092.2	719.8
8.14	2658.4	268.3	2926.7	2092.2	834.5
8.27	2744.3	268.3	3012.6	2092.2	920.4
10.25	3052.0	268.3	3320.3	2114.4	1205.9
11.21	3144.6	268.3	3412.9	2128.6	1284.3
12.23	3303.0	268.3	3576.3	2215.7	1360.6
1971					
1.18	3393.1	268.3	3666.4	2283.7	1382.7
2.26	3497.6	268.3	3765.9	2347.6	1418.3



第1図 積算蒸発散量 (1号ライシメーター)  
Fig. 1. Cumulative total evapotranspiration (lysimeter No. 1)



第2図 積算蒸発散量 (2号、3号ライシメーター)  
Fig. 2. Cumulative total evapotranspiration (lysimeter No. 1 and No. 2)

均日蒸発散量を求めると第4表および第5表のようになる。第4表および第5表の値を含め1966年9月~1971年2月の月平均日蒸発散量と共に、著者が琉球大学農学部附属農場で測定した月平均日蒸発計蒸発量および琉球気象庁の資料にもとづく月平均日水平面日射量を各生育期ごとにまとめたのが第6表である。第6表よりこれらの平均値は第3図で示される。

第4表 平均日蒸発散量 (1号ライシメーター)  
Table 4. Average daily evapotranspiration (lysimeter No.1)

Date	Cumulative total evapotranspiration	Monthly evapotranspiration	Number of days	Daily evapotranspiration
1968	mm	mm	day	mm/day
9. 4	25		26	1.0
9.30	50	25	31	1.3
10.31	89	39	30	1.7
11.30	140	51	31	1.6
12.31	190	50		
1969				
1.31	236	46	31	1.5
2.28	255	19	28	0.7
3.31	295	40	31	1.3
4.30	380	85	30	2.8
5.31	510	130	31	4.2
6.30	620	110	30	3.7
7.31	733	113	31	3.6
8.31	830	97	31	3.1
9.30	915	85	30	2.8
10.31	981	65	31	2.1
11.30	1030	49	30	1.6
12.31	1058	28	31	0.9
1970				
1.31	1034	26	31	0.8
2.23	1105	21	23	0.8
3.31	1130	25	31	0.8
4.30	1152	22	30	0.7

第5表 平均日蒸発散量 (2号, 3号ライシメーター)

Table 5. Average daily evapotranspiration (lysimeter No. 2 and No. 3)

Date	Cumulative total evapotranspiration	Monthly evapotranspiration	Number of days	Daily evapotranspiration
1959	mm	mm	day	mm/day
8.31	120			
9.30	141	21	30	0.7
10.31	175	34	31	1.1
11.30	215	40	30	1.3
12.31	252	47	31	1.5
1970				
1.31	305	43	31	1.4
2.23	339	34	23	1.2
3.31	370	31	31	1.0
4.30	402	32	30	1.1
5.31	460	58	31	1.9
6.30	550	100	30	3.3
7.31	749	189	31	6.1
8.31	930	181	31	5.8
9.30	1094	164	30	5.5
10.31	1220	126	31	4.1
11.30	1315	95	30	3.2
12.31	1400	85	31	2.7
1971				
1.31	1455	55	31	1.8
2.23	1493	40	23	1.4

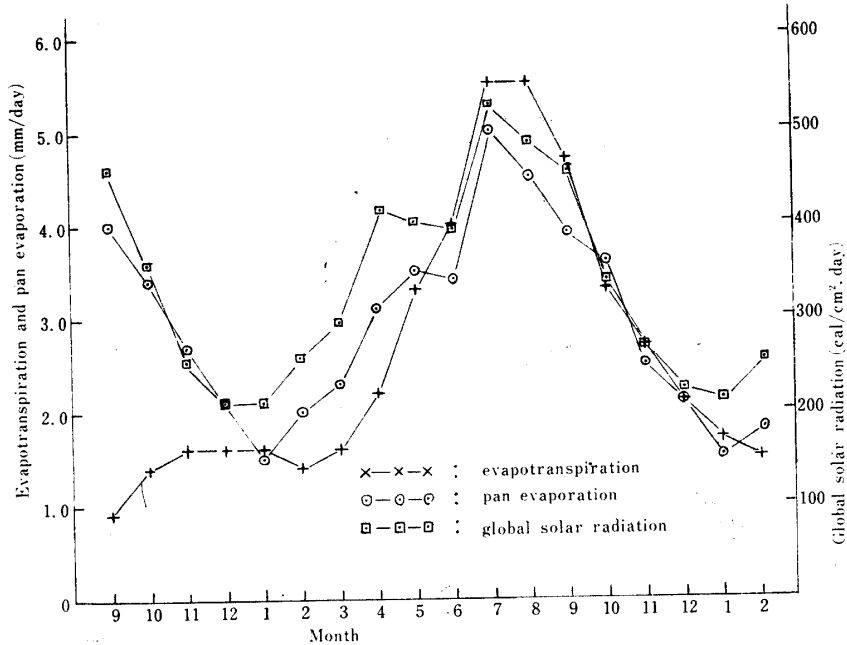
第6表 蒸発散量蒸発計蒸発量および水平面日射量の平均値

Table 6. Averages of evapotranspiration, pan evaporation and global solar radiation

Vegetation period	1955—1963			1967—1969			1963—1970			1969—1971			Averages		
	ET	E	S	ET	E	S	ET	E	S	ET	E	S	ET	E	S
Month															
Sept.			440		3.5	453	1.0	4.3	470	0.7	4.1	475	0.9	4.0	460
Oct.			401	1.8	3.7	333	1.3	3.8	350	1.1	2.8	333	1.4	3.4	357
Nov.			215	1.7	2.2	250	1.7	3.5	315	1.3	2.4	234	1.6	2.7	254
Dec.	1.9		162	1.3	1.8	214	1.6	2.3	216	1.5	2.2	257	1.6	2.1	212
Jan.	2.2	1.7	202	1.3	1.5	243	1.5	1.4	188	1.4	1.4	207	1.6	1.5	210
Feb.	2.3	2.5	270	1.2	1.2	204	0.7	1.6	257	1.2	2.5	303	1.4	2.0	259
Mar.	2.7	3.1	333	1.3	2.0	313	1.3	1.6	263	1.0	2.6	213	1.6	2.3	293
Apr.	3.2	3.1	333	1.7	3.3	455	2.8	3.0	440	1.1	3.0	355	2.2	3.1	415
May.	3.9	3.6	426	3.1	3.4	453	4.2	3.0	334	1.9	3.8	390	3.3	3.5	403
Jun.	4.8	3.4	398	4.0	3.3	393	3.7	2.4	310	3.3	4.6	479	4.0	3.4	396
Jul.	6.0	5.0	524	6.1	5.6	559	3.6	4.6	539	6.1	4.9	486	5.5	5.0	527
Aug.	7.1	4.3	491	6.0	4.0	441	3.1	4.8	581	5.8	4.8	440	5.5	4.5	498
Sept.	6.0	3.5	453	4.5	4.3	470	2.8	4.1	475	5.5	3.6	422	4.7	3.9	455
Oct.	3.2	3.7	333	3.9	3.8	350	2.1	2.8	333	4.1	3.9	333	3.3	3.6	339
Nov.	2.6	2.2	250	3.2	3.5	315	1.6	2.4	234	3.2	2.7	231	2.7	2.5	270
Dec.	2.0	1.8	214	2.9	2.3	215	0.9	2.2	257	2.7	1.9	206	2.1	2.1	223
Jan.	1.4	1.5	243	2.6	1.4	183	0.8	1.4	207	1.8	1.6		1.7	1.5	213
Feb.		1.2	204	2.3	1.6	257	0.8	2.5	303	1.4	2.0		1.5	1.8	255

Note

ET : Evapotranspiration mm/day  
 E : Pan evaporation mm/day  
 S : Global solar radiation cal/cm<sup>2</sup>. day



第3図 平均日蒸発散量、平均日蒸発量および平均日水平面日射量  
 Fig. 3. Averages of daily evapotranspiration, daily pan evaporation and daily global solar radiation.

#### IV 考 察

第3図でわかるように夏植えサトウキビの植え付け翌年を考えると平均日蒸発散量、平均日蒸発計蒸発量および平均日水平面日射量のいずれもほとんど同じような変化をしている。また1月から5月までは蒸発散量より蒸発計蒸発量が多いが、6月から10月までは逆に蒸発散量が多くなり、その後は両者ほとんど同じ値を示している。そこで水平面日射量と蒸発計蒸発量、水平面日射量と蒸発散量および蒸発計蒸発量と蒸発散量の関係を調べると次のようになる。

##### 1) 月平均日水平面日射量と月平均日蒸発計蒸発量の関係

第6表より縦軸に月平均日蒸発計蒸発量、横軸に月平均日水平面日射量を取り散布図をつくると第4図のようになる。蒸発計蒸発量は気温、湿度、風速などの影響を受けるので完全に一直線上にはのらないが、両者が比例関係にあることは言える。この散布図より回帰直線をつくると次のようになり、かなり高い相関々係を示している。

$$E = 0.009S - 0.1$$

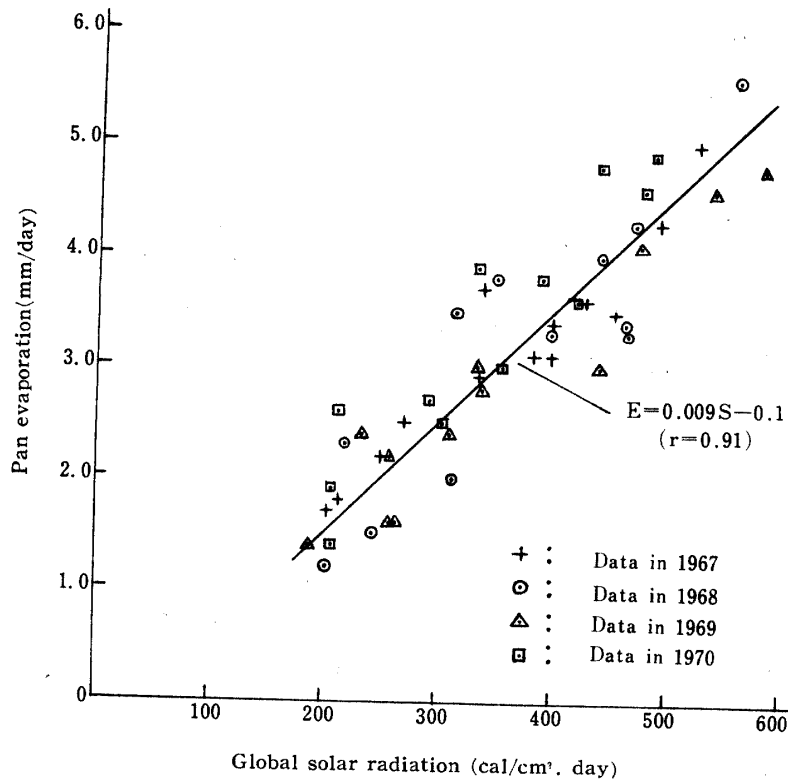
$$r = 0.91$$

註

E : 月平均日蒸発計蒸発量 (mm/day)

S : 月平均日水平面日射量 (Cal/cm<sup>2</sup> · day)

r : 相関係数



第4図 月平均日水平面日射量と月平均日蒸発計蒸発量の関係

Fig. 4. Relation between average daily global solar radiation and average daily pan evaporation in each month

2) 月平均日水平面日射量と月平均日蒸発散量の関係

田辺等(7)はファイトトロン内での実験からサトウキビの蒸散量と日射量の間には直線関係があり、相関は非常に大きいと説明している。第6表より縦軸に月平均日蒸発散量を横軸に月平均日水平面日射量を取り散布図をつくると第5図のようになる。この散布図から両者の間にも直線関係が認められ、回帰直線は次のようになる。

$$ET = 0.010S - 0.4$$

$$r = 0.67$$

註

ET： 月平均日蒸発散量 (mm/day)

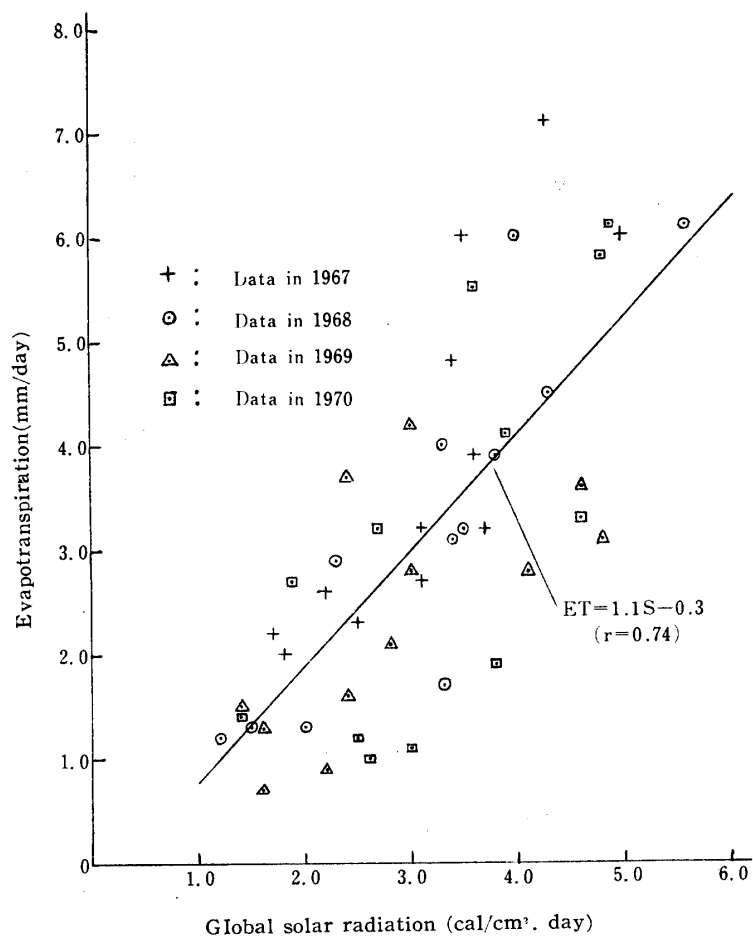
3) 月平均日蒸発計蒸発量と月平均日蒸発散量の関係

第6表より縦軸に月平均日蒸発散量を横軸に月平均日蒸発計蒸発量を取り散布図をつくると第6図のようになる。この散布図から両者の間にも直線関係が認められ、回帰直線は次のようになる。

$$ET = 1.1E - 0.3$$

$$r = 0.74$$



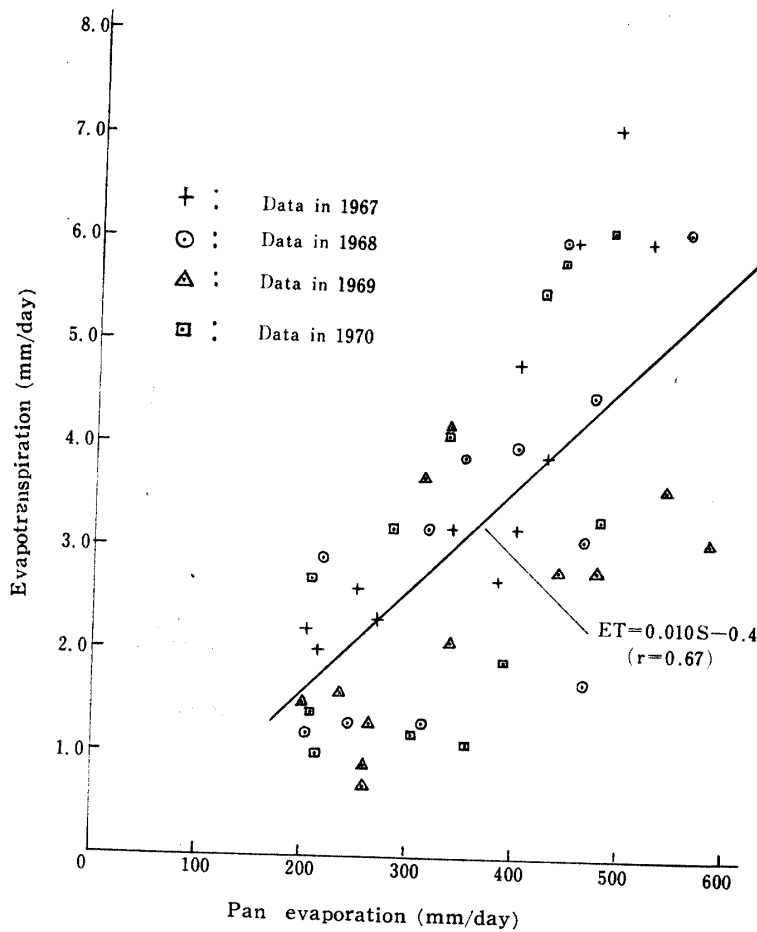


第5図 月平均日水平面日射量と月平均日蒸発散量の関係

Fig. 5. Relation between average daily global solar radiation and average daily evapotranspiration in each month

以上の3項目でわかるように蒸発散量は水平面日射量と蒸発計蒸発量に比例するが、水平面日射量よりも蒸発計蒸発量との関係が高い相関を示している。これは特に植え付け翌年の7月以後はサトウキビの葉が重なり合ったりして日射量を受ける葉面積が一定でなく、また蒸発計蒸発量は日射量以外の蒸発散量を支配する気象条件の影響を受けることからうなずける。

以上の式は四ヶ年のデータにもとづくものであり、長期にまたがる測定の結果、これらの式の定数はいくらか変るものとする。



第6図 月平均日蒸発計蒸発量と月平均日蒸発散量の関係

Fig. 6. Relation between average daily pan evaporation and average daily evapotranspiration each month

### V 摘 要

- 1) 本研究は沖縄におけるサトウキビの蒸発散量と気象条件との関係を調べるものである。
- 2) 実験圃場は第1報、第2報と同様琉球大学農学部附属農場に設置し、供試品種にはN:Co,310を採用した。
- 3) サトウキビの蒸発散量としては1966年9月～1971年2月にライシメーターにより測定した夏植えサトウキビの月平均日蒸発散量を用いた。
- 4) 気象条件としては1966年9月～1971年2月に琉球大学農学部附属農場で測定した月平均日蒸発計蒸発量と琉球気象庁の資料にもとづく同期間の月平均日水平面日射量を採用した。
- 5) 夏植えサトウキビ植え付け翌年の1月～5月は蒸発散量より蒸発計蒸発量が多く、6月～10月は逆に蒸発散量が多くなり、その後は両者ほとんど同じ値を示している。

6) 夏植えサトウキビ植え付け翌年の月平均日蒸発散量 ( $ET$  mm/day) と月平均日水平面日射量 ( $S$  Cal/cm<sup>2</sup>. day) および月平均日蒸発計蒸発量 ( $E$  mm/day) の間には次のような関係がある。

$$E = 0.009S - 0.1$$

$$ET = 0.010S - 0.4$$

$$ET = 1.1E - 0.3$$

7) 以上の式は四ヶ年のデータにもとづくものであり、長期にまたがる測定の結果、これらの式の定数はいくらか変わるものと考ええる。

#### 参 考 文 献

- 1) 大島一志 1963 畑地かんがいの計画と設計 畑地農業研究会発行
- 2) 琉球気象庁 1966~1968 琉球気象要覧 第117号~第123号
- 3) 琉球気象庁 1969~1970 琉球気象月報 第124号~第141号
- 4) 城間理夫 1970 沖縄におけるパイナップルの蒸散量について第36回農業土木学会九州支部沖縄学会講演集 127~128頁
- 5) 武藤 勲 西ノ原久志 1969 南九州火山灰地(赤ホヤ地帯)の水分移動(Ⅲ)第34回農業土木学会九州支部講演集 148~151頁
- 6) 玉井虎太郎 1936 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(2):1~161
- 7) 田辺邦美, 野村安治, 坂東孜郎, 長 勝史, 舟越 保 1970 サトウキビの蒸散量と気象要素との関係についてのファイトトロンによる実験的研究 第36回農業土木学会九州支部沖縄学会講演集 129~132頁
- 8) 種田行男 1958 畑地かんがい 理工図書発行
- 9) 山城三郎 1968 沖縄における甘蔗の蒸発散量第1報 琉球大学農学部学術報告 15:193~198
- 10) 山城三郎 1969 沖縄における甘蔗の蒸発散量第2報 琉球大学農学部学術報告 16:207~217

### Summary

This study was done in order to investigate effects of the weather on evapotranspiration of the sugarcane grown in Okinawa.

This investigation was carried out in the University of the Ryukyus farm as done for part 1. and part 2. The sugarcane used in this investigation was a variety N:Co, 310.

The daily evapotranspirations of sugarcane were measured with three lysimeters and an electric resistance moisture meter from September, 1966 to February, 1971 and their monthly averages were used in this report.

As climatic factors, used were those of monthly averages of daily pan evaporation recorded at the university farm for the experimental period and those of global solar radiation recorded in the Monthly Weather Review by the Ryukyu Meteorological Agency.

The pan evaporation was greater than the evapotranspiration of the summer-planted sugarcane during the period of following January through May, whereas the evapotranspiration became greater than the pan evaporation during the June through October period. The two measurements showed similar values after October.

It was found from the four years experiment that relations among the monthly averages of daily pan evaporation ( $E$ , mm/day), the monthly averages of daily global solar radiation ( $S$ , cal/cm<sup>2</sup>. day) and the monthly averages of daily evapotranspiration ( $ET$ , mm/day) for the summer-planted sugarcane after the following January were to be expressed as follows;

$$E=0.009 S-0.1$$

$$ET=0.010 S-0.4 \text{ and}$$

$$ET=1.1E-0.3$$

The constants in the above formulas may be expected to vary to some extent if data are accumulated in the future.