

琉球大学学術リポジトリ

沖縄におけるサトウキビに対するカンガイの必要性 (2)(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	http://hdl.handle.net/20.500.12000/4056

沖縄におけるサトウキビに対する カンガイの必要性(2)

山城 三郎*

Saburo YAMASHIRO: The necessity of irrigation for sugarcane produced
in Okinawa (2)

I 緒 言

1963年は70年来の大干バツ年で、当時の宮古におけるサトウキビの干バツ被害率は60%であったと言われている。それ以来、宮古は1965年、1967年の干バツ年の後、1971年には再び大干バツにみまわれた。宮古地方気象台および宮古支庁の資料によると、同年の3月から8月にかけて降雨が少なく、7月31日現在のサトウキビの干バツ被害率は90%に達したと述べられている。この年には、八重山石垣島においてもサトウキビはほぼ同じ程度の干バツ被害を受けている。1972年には、沖縄本島およびその周辺離島において、6月20日から7月19日の30日間ほとんど降雨がなく、各地で土壌水分欠乏をきたし、サトウキビのシオレ現象が見られた。この土壌水分欠乏は7月20日から7月24日の台風7号によってもたらされた約480mmの降雨量で一時解消された。しかしながら、その後降雨が少なく、サトウキビは再びシオレ現象を起こした。とくに沖縄本島南部の島尻マージ地帯のホ場においては、枯死寸前のサトウキビが見られるようになった。さらに、1974年には宮古において6月17日以後降雨が少なく、9月19日現在のサトウキビの干バツ被害率は平均30%であったと言われている。

以上、サトウキビの干バツ被害がいかに大きいものであるかがわかる。したがって、サトウキビの栽培に当っては、土壌水分の管理がとくに必要であることが明らかである。著者は、沖縄でサトウキビが最も多く干バツ被害を受けている島尻マージ地帯とほとんど干バツ被害を受けていないジャーガル地帯を対象に水収支計算を試みた。さらに、その結果とサトウキビの10アール当り収量との関係を検討しサトウキビに対するカンガイの必要性について考察した。

II 材料及び方法

1. 有効雨量および不足水量

島尻マージ地帯として宮古を対象に、1938年～1973年の降雨記録、同地帯のサトウキビ栽培ホ場における全容易利用可能水分量およびサトウキビの日消費水量を用いて水収支法によって、有効雨量および不足水量を計算した。また、ジャーガル地帯である南風原町を対象に、降雨記録、同地帯のサトウキビ

* 琉球大学農学部農業工学科

栽培ホ場における全容易利用可能水分量およびサトウキビの日消費水量を用いてこれらの計算を行った。南風原町には長期の降雨量記録がないため、この計算では隣接地の那覇における1938年～1973年の降雨記録を用いた。なお、計算法は土地改良事業計画設計基準³⁾に準拠して、表1に示すように5mm未満の降雨量を無効、それ以上については降雨量の80%を有効とした。ここでは全容易利用可能水分量を土壤水分保留量の上限值とし、預金法によって有効雨量および不足水量を1日単位で計算し、全生育期間の月別にまとめた。表1で有効雨量+前日の残留水量-消費水量がその日の残留水量に当り、この値が負になれば不足水量となる。この計算を以下に示すデータに基づいて行った。

1) 全容易利用可能水分量 (TRAM)

i) 有効土層

石橋ら¹⁾によると、畑地カンガイ計画における有効土層とは土壤生産力的立場とはやや異なり、根群の有無に必ずしもこだわらず、24時間容水量に達したあと、土壤面蒸発、作物根の水分吸収、毛管補給などによって水分消費が行なわれる深さをさすと述べられている。しかしながら、サトウキビを対象にした有効土層に関するデータがないため、ここでは有効土層のかわりにサトウキビの有効根群域を用いることにした。著者が伊江村ゴヘズ他5地区の島尻マージ地帯で調査した結果では、表2に示すように、サトウキビの有効根群域は約40cm～60cmとなった。一般に、カンガイすることによって作物の根は上層部に多く分布するようになる。したがって、この計算では、島尻マージ地帯におけるサトウキビの有効土層として40cmを採用した。また、久貝²⁾の研究結果を検討して、ジャーガル地帯におけるサトウキビの有効土層を50cmとした。

ii) 有効土壤水分の上限值

一般に、有効土壤水分の上限值として24時間容水量が用いられている。著者⁶⁾が糸満市、今帰仁村および石垣市で調査した結果によると、24時間容水量はほぼpF 1.9に対応する土壤水分であることがわかった。したがって、pF 1.9に対応する土壤水分を有効土壤水分の上限值とした。

iii) 有効土壤水分の下限值

著者ら^{7,8,9)}はサトウキビのカンガイにおける有効土壤水分の下限值について、ハウス内でポット試験を行い、サトウキビの蒸散量、生育状況および気象要因が蒸散量におよぼす影響の面から検討を行った。その結果、pF 3.5～pF 3.8に対応する土壤水分が有効土壤水分の下限值として適当であることが明らかになった。ここでは、有効土壤水分の下限值として、pF 3.8に対応する土壤水分を採用した。

iv) 土壤水分消費型

一般に、畑地カンガイ計画において、有効土層を4等分した場合、上層から40%、30%、20%、10%の土壤水分消費型が用いられている。著者の実験によると、サトウキビの土壤水分消費型は生育時期によって異なる。実際のカン水は主にサトウキビの生育最盛期に行う。したがって、沖縄総合事務局⁴⁾による糸満市と石垣市におけるデータを検討し、生育最盛期における土壤水分消費型として、図1に示す消費型を使用した。

v) 全容易利用可能水分量 (TRAM)

以上の緒言に基づき、宮古上野村の島尻マージ地帯におけるホ場の各土壤区分層の利用可能水分量および全容易利用可能水分量を計算すると表3と表4のようになる。また、南風原町のジャーガル地帯のホ場における計算結果は表5と表6に示すとおりである。したがって、水収支計算には島尻マージ地帯およびジャーガル地帯における全容易利用可能水分量として、それぞれ27.8mm、41.3mmを採用した。

2) サトウキビの日消費水量

作物の消費水量と蒸発散量は厳密な意味では異なる。しかしながら、大差はないので、一般に蒸発散量が消費水量として用いられている。著者は1966年から1971年にわたり、琉球大学農学部附属農場で夏植サトウキビの蒸発散量を測定した。その結果に基づき、サトウキビの累積蒸発散量の期別変化にロジ

ステック曲線を適用し、これを微分して月別平均日蒸発散量を求めた。この水収支計算では、これらの日蒸発散量のうち、降雨が最も平年並にあった1968年度のデータを使用した。このデータを表7に示す。なお、サトウキビの月別平均日蒸発散量は、植付け初年度においては、その値および変化量が小さい。したがって、植付け初年度の値は表7に示すように1968年1月の値と同じであるとみなした。

2. サトウキビの10アール当り収量

サトウキビの10アール当り収量は品種によって異なるので、N:Co. 310が優良品種に決定された1957年以降について検討を行った。また、サトウキビの台風被害率はきわめて大きい。したがって、この検討に用いるサトウキビの10アール当り収量としては、台風被害率で補正した値を採用した。

表1 有効雨量および不足水量の計算例（宮古，1968年6月）

期日	項目	降雨量 mm	有効雨量 mm	消費水量 mm	不足水量 mm	残留水量 mm	備考
1		14.0	11.2	4.1		8.3	
2		0.0	-	"		4.2	
3		0.0	-	"		0.1	
4		0.0	-	"	4.0		
5		-	-	"	4.1		
6		0.0	-	"	4.1		
7		5.0	4.0	"	0.1		
8		-	-	"	4.1		
9		49.5	27.8	"		23.7	
10		11.0	4.1	"		23.7	
	小計	79.5	47.1	41.0	16.4		5月31日の残留 水量 = 1.2 mm
11		5.0	4.0	4.1		23.6	
12		0.0	-	"		19.5	
13		0.0	-	"		15.4	
14		-	-	"		11.3	
15		-	-	"		7.2	
16		-	-	"		3.1	
17		0.0	-	"	1.0		
18		0.0	-	"	4.1		
19		5.5	4.4	"		0.3	
20		81.0	27.5	"		23.7	
	小計	91.5	35.9	41.0	5.1		
21		5.0	4.0	4.1		23.6	
22		1.5	-	"		19.5	
23		-	-	"		15.4	
24		0.0	-	"		11.3	
25		-	-	"		7.2	
26		-	-	"		3.1	
27		0.5	-	"	1.0		
28		13.0	10.4	"		6.3	
29		2.5	-	"		2.2	
30		-	-	"	1.9		
	小計	22.5	14.4	41.0	2.9		
	計	193.5	97.4	123.0	24.4		

表2 サトウキビの有効根群域

地区名	No.	有効根群域 cm
伊江村 ゴヘズ	1	49
	2	52
伊江村 西崎	1	60
	2	54
宮古平良市 袖山	1	43
	2	40
	3	40
宮古上野村 豊原	1	45
	2	45
	3	36
具志川市兼ヶ段		60
八重山石垣市	1	40
	2	45
	3	47
	4	43

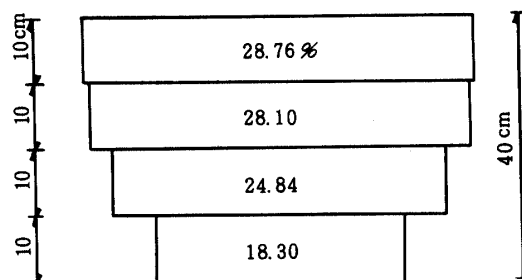


図1 島尻マージ地帯のホ場におけるサトウキビの土壌水分消費型のモデル

表3 利用可能水分量 (AM) の計算 (宮古, 島尻マージ)

層別	深さ cm	カンガイの上限値 (容積含水率) %	カンガイの下限値 (容積含水率) %	利用可能水分量 AM mm
1	0 - 10	32.0	24.0	8.0
2	10 - 20	34.5	25.0	9.5
3	20 - 30	37.0	29.5	7.5
4	30 - 40	36.5	30.0	6.5

表4 全容易利用可能水分量 (TRAM) の計算 (宮古, 島尻マージ)

層別	深さ cm	土壌水分消費型 SMEP %	利用可能水分量 AM mm	当該各層の水分消費を 基準とした場合の全消費 水量 mm	全容易利用可能 水分量 TRAM mm
1	0 - 10	28.76	8.0	27.8	27.8
2	10 - 20	28.10	9.5	33.8	
3	20 - 30	24.84	7.5	30.2	
4	30 - 40	18.30	6.5	35.5	
計			31.5		

表5 利用可能水分量(AM)の計算(南風原村, ジャーガル)

層別	深さ cm	カンガイの上限値 (容積含水率)%	カンガイの下限値 (容積含水率)%	利用可能水分量 AM mm
1	0~10	47.6	34.0	13.6
2	10~20	47.0	36.0	11.0
3	20~30	42.5	33.5	9.0
4	30~40	43.2	32.5	10.7
5	40~50	46.0	35.0	11.0

表6 全容易利用可能水分量(TRAM)の計算(南風原村, ジャーガル)

層別	深さ cm	土壌水分消費型 SMEP %	利用可能水分量 AM mm	当該各層の水分消費 を基準とした場合の 全消費水量 mm	全容易利用可能 水分量 TRAM mm
1	0~10	32.9	13.6	41.34	41.34
2	10~20	26.3	11.0	41.83	
3	20~30	20.4	9.0	44.12	
4	30~40	11.7	10.7	91.45	
5	40~50	8.7	11.0	126.44	
計			55.3		

表7 サトウキビの月別平均日消費水量(1968年度)

月	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
日消費水量mm/day	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	1.1	1.6	2.3
月	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
日消費水量mm/day	3.2	4.1	4.9	5.3	5.2	4.5	3.7	2.8	2.1	1.5

III 結果及び考察

1. 降雨量, 有効雨量および不足水量の平年値

1938年~1973年の降雨記録に基づき, 宮古(島尻マージ地帯)と南風原(ジャーガル地帯)における有効雨量および不足水量を前述の方法で計算した。これらの結果から, 両地帯について降雨量, 有効雨量, 消費水量および不足水量をサトウキビの全生育期間の月別に加算し, 各年度の月降雨量, 月有効雨量, 月消費水量, 月不足水量を求めた。気象要因とくに降雨量は年ごとの変動が激しく, その分布は一般に対数正規分布となる。したがって, 月降雨量, 月有効雨量および月不足水量の平年値を対数正規確

率紙を用いて求め、図2と図3に示す。

図2で明らかのように、平年的に考えると10月以外の月には、宮古におけるサトウキビにとって月降雨量の絶対量が不足することはまずない。図3によると、南風原のサトウキビにとっても、平年における月降雨量の絶対量は7月、9月および10月以外の月には不足しない。またこれらの図によると、降雨量の50%も利用されていない。そして、サトウキビを植付けた翌年、とくに7月～10月の不足水量が大きく、降雨量の有効率も時期によって異なっている。しかしながら、10月はサトウキビの伸長後期に当り、7月～9月の生育最盛期ほど土壌水分欠乏がサトウキビの生育に大きな影響を与えない。このことから、サトウキビの生育期間を全生育期間、植付け翌年の1年間、翌年の7月～9月の3期間にわけて、各生育期間における降雨量、有効雨量および不足水量の平年値をまとめた。

その結果、宮古では上記の各生育期間における降雨量の平年値はそれぞれ3600mm, 2150mm, 590mmとなっている。また、これらの各生育期間における有効雨量の平年値は950mm, 720mm, 230mmで、不足水量の平年値は482mm, 467mm, 249mmである。南風原では、これらの各生育期間における降雨量の平年値は3450mm, 2100mm, 580mmで、有効雨量の平年値は1020mm, 770mm, 245mm, 不足水量の平年値は421mm, 408mm, 220mmとなっている。

2. 不足水量と夏植サトウキビの10アール当り収量との関係

前述したように、夏植サトウキビの水分不足は植付け翌年、とくに7月から9月に生ずる。作物生育の面から見ると、この不足水量は人工的に補給されるべきであると考えられる。ここでは宮古(島尻マージ地帯)と南風原(ジャーガル地帯)について、不足水量と夏植サトウキビの10アール当り収量との関係を調べカンガイの必要性について検討した。

図4～図6は宮古における不足水量と10アール当り収量との関係を示すものである。これらの図によると、どの生育期間においても、両者の間には負の勾配を持つ直線関係が認められ、とくに7月～9月には直線の勾配および相関係数が大となっている。したがって、島尻マージ地帯においては、サトウキビに対するカンガイは必要で、とくに植付け翌年の7月～9月にはカンガイが重要であることがわかる。

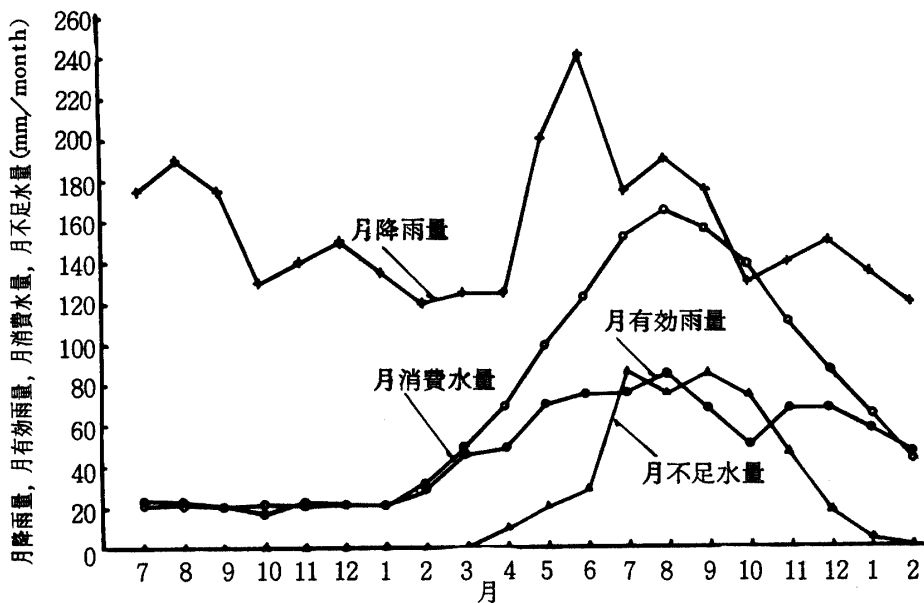


図2 月降雨量、月有効雨量、月消費水量および月不足水量の平年値の時期的変化
(宮古、島尻マージ)

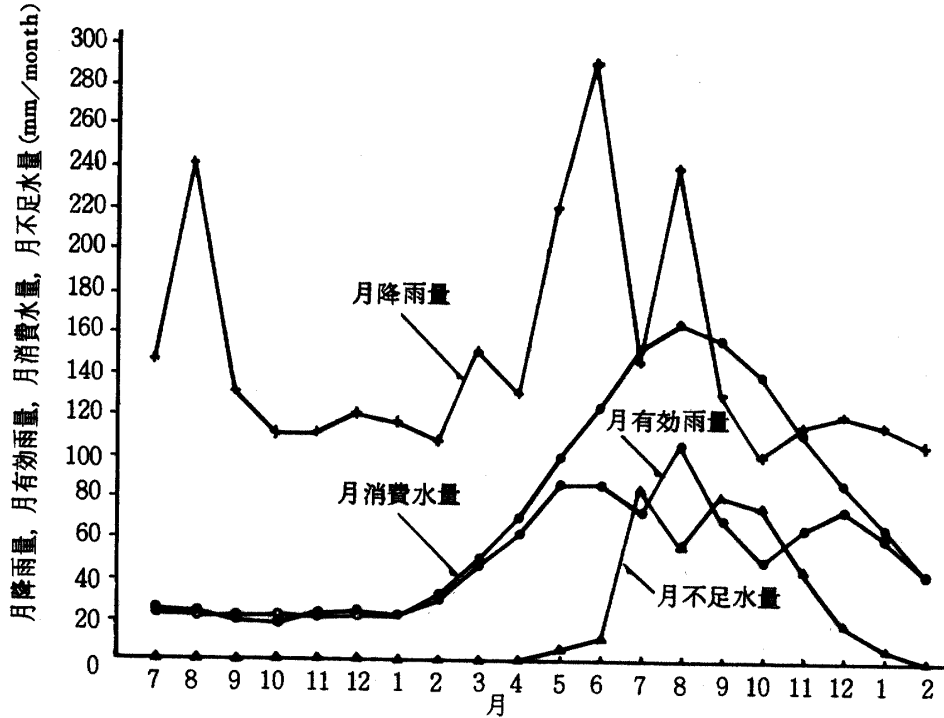


図3 月降雨量, 月有効雨量, 月消費水量および月不足水量の年平均値の時期的変化
(南風原, ジャーガル)

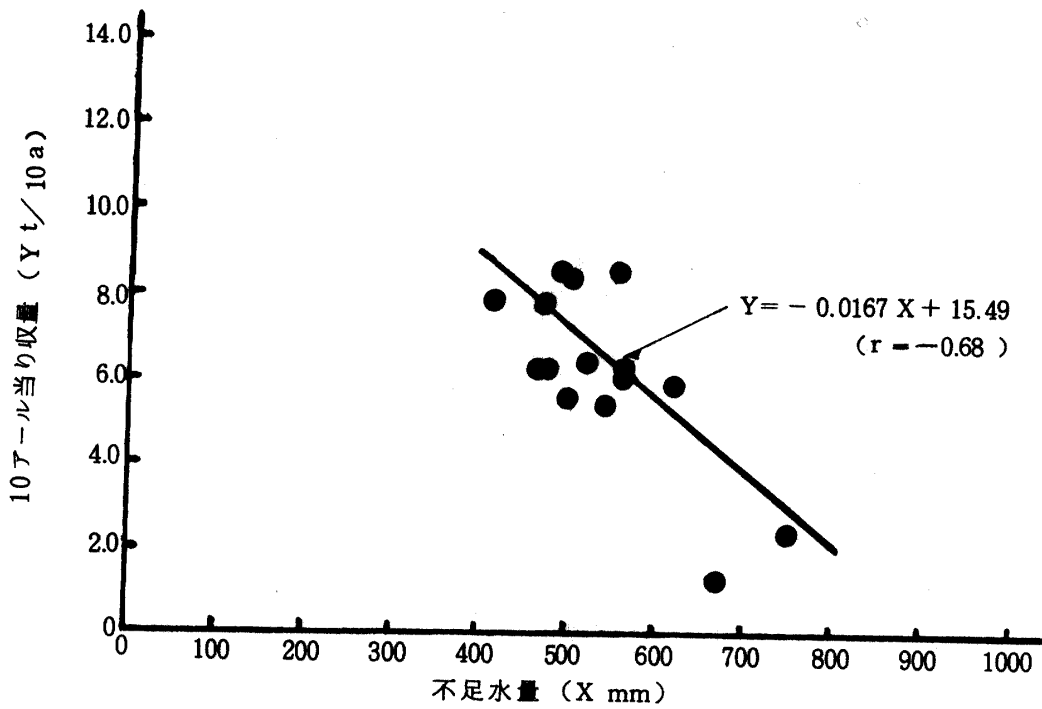


図4 全生育期間の不足水量と夏植サトウキビの10アール当り収量との関係
(宮古, 島尻マージ)

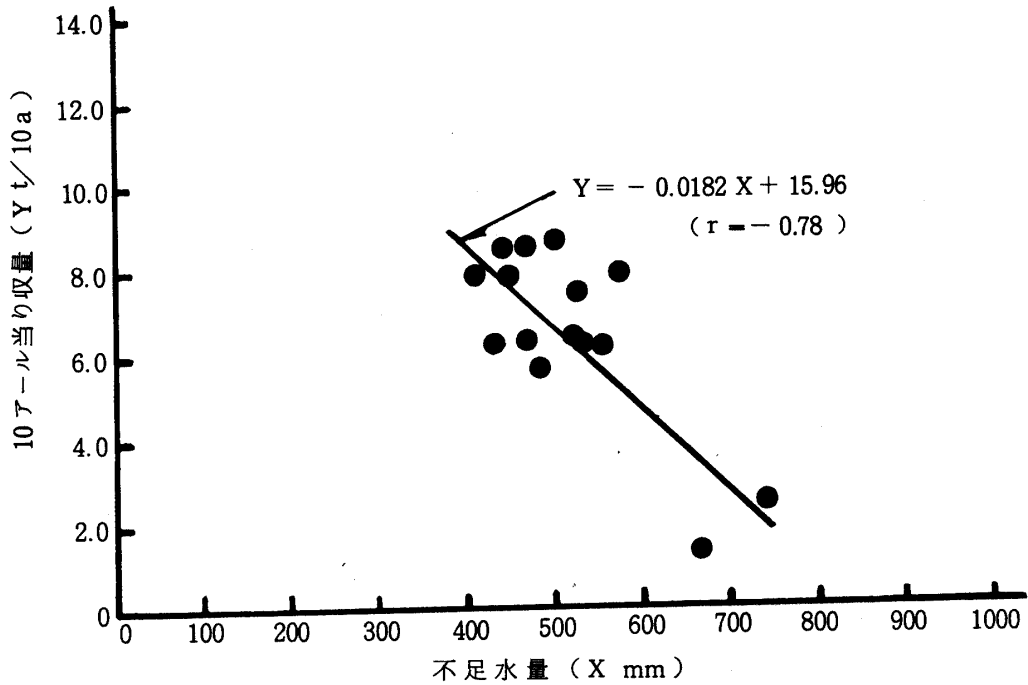


図5 植付け翌年1月～12月の不足水量と夏植サトウキビの10アール当り収量との関係 (宮古, 島尻マージ)

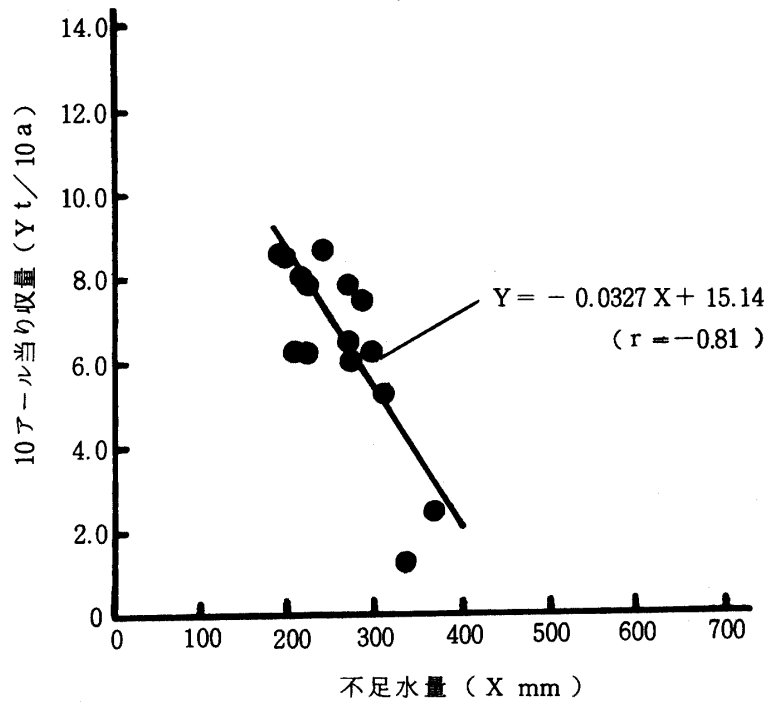


図6 植付け翌年7月～9月の不足水量と夏植サトウキビの10アール当り収量との関係 (宮古, 島尻マージ)

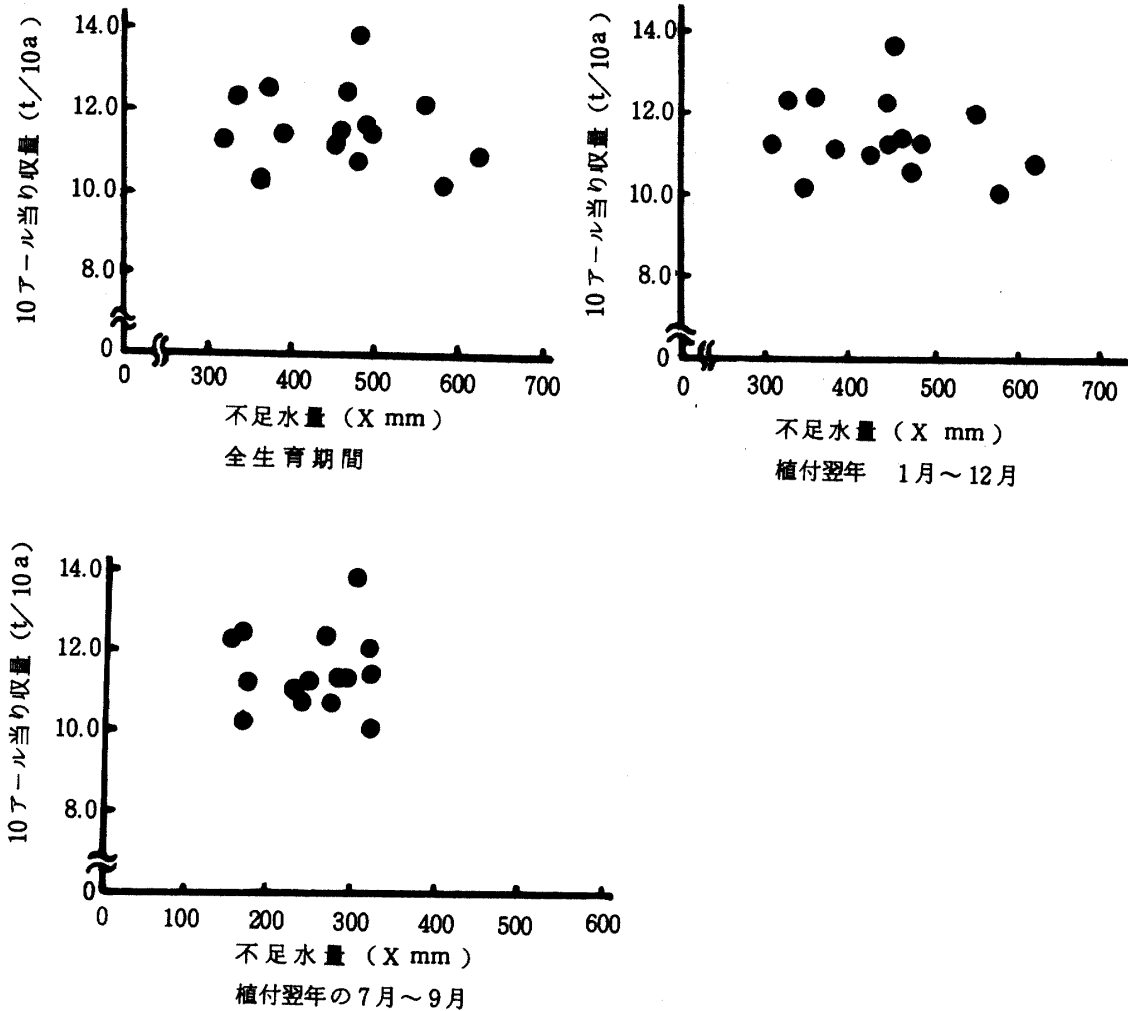


図7 不足水量と夏植サトウキビの10アール当り収量との関係
(南風原, ジャーガル)

図7は南風原における不足水量と10アール当り収量との関係を示すものである。これらの図によると、どの生育期間においても、両者の間には確かな関係が認められない。すなわち、ジャーガル地帯においてはサトウキビに対するカンガイはあまり重要でないと考えられる。ジャーガル地帯における上記の不足水量は見かけの値であり、有効根群域より下層からの水分補給があるために、上記の結果になったと推察される。したがって、十分排水し下層土からの毛管補給がないようなジャーガル地帯においては異なった結果が出るものとする。

IV 摘 要

1. 本研究では、宮古（島尻マージ地帯）と南風原（ジャーガル地帯）のサトウキビ栽培ホ場における

水収支計算を行い、不足水量と夏植サトウキビの10アール当り収量との関係から、カンガイの必要性について検討した。

2. 宮古では、夏植サトウキビの全生育期間、植付翌年の1年間、植付翌年の7月～9月の各生育期間における降雨量の平年値はそれぞれ 3600 mm, 2150 mm, 590 mm となった。また、これらの各生育期間における有効雨量の平年値は 950 mm, 720 mm, 230 mm で、不足水量の平年値は 482 mm, 467 mm, 249 mm となった。
3. 南風原では、各生育期間における降雨量の平年値は 3450 mm, 2100 mm, 580 mm で、有効雨量の平年値は 1020 mm, 770 mm, 245 mm, 不足水量の平年値は 421 mm, 408 mm, 220 mm となった。
4. 宮古では、どの生育期間においても、不足水量と夏植サトウキビの10アール当り収量との間には負の勾配を持つ直線関係が認められた。すなわち、島尻マージ地帯においては、サトウキビに対するカンガイが必要で、とくに植付け翌年の7月～9月におけるカンガイの重要性が明らかになった。
5. 南風原では、どの生育期間においても、不足水量と夏植サトウキビの10アール当り収量との間には確かな関係が認められなかった。すなわち、ジャーガル地帯においてはサトウキビに対するカンガイがあまり必要でないという結果が得られた。これは、有効根群域より下の土層からの水分補給があるためだと推察される。

引用文献

1. 石橋豊, 佐藤晃三, 丸山利輔, 竹中肇, 内藤利貞, 田辺邦美, 田中宏平 1977 農業水文学 朝倉書店発行
2. 久貝晃尋 1972 沖縄のサトウキビカンガイ栽培における土壌水分, 畑地農業No.166: 322～326
3. 農林省構造改善局 1973 土地改良事業計画設計基準第2部第1篇第4章畑地カンガイ, 1～217
4. 沖縄総合事務局農林水産部 1974 畑地カンガイ調査報告, 1～37
5. 山城三郎 1970 沖縄におけるサトウキビに対するカンガイの必要性, 琉球大学農学部学術報告, 17: 458～472
6. 山城三郎 1973 石炭岩土壌の圃場容水量, 琉球大学農学部学術報告, 20: 145～157
7. 山城三郎・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
8. ————・————— 1979 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), 琉球大学農学部学術報告, 26: 273～285
9. ————・————— 1980 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(3), 琉球大学農学部学術報告, 27: 203～211

Summary

1. In this study, the necessity of irrigation for sugarcane was investigated by calculating incomings and outcomings of water in sugarcane field in Miyako (Shimajiri - maji area) and Haeburu (Jagal area), and examining the relationship between soil moisture deficiency and the yield of sugarcane.
2. In Miyako, rainfalls in the normal year for all the vegetation period, the period from January to December and the period from July to September in the year following the year when sugarcane was planted, were 3600 mm, 2150 mm, and 590 mm re-

- spectively. For those periods, the available rainfalls in the normal year were 950 mm, 720 mm, 230 mm and the soil moisture deficiencies in the normal year became 482 mm, 467 mm, 249 mm respectively.
3. In Haebaru, rainfalls in the normal year for all the vegetation period, the period from January to December and the period from July to September in the year following the year when sugarcane was planted, were 3450 mm, 2100 mm, 580 mm, respectively. For those periods, the available rainfalls in the normal year were 1020 mm, 770 mm, 245 mm and the soil moisture deficiencies in the normal year became 421 mm, 408 mm, 220 mm respectively.
 4. In Miyako, the relationship between soil moisture deficiency and the yield of sugarcane per 10 are was shown by linear equation with negative gradient in each period. It became clear that irrigation for sugarcane in the Shimajiri-maji area is necessary, especially for the period from July to September in the year following the year when sugarcane was planted.
 5. In Haebaru, there are no precise trends in the relationship between soil moisture deficiency and the yield of sugarcane per 10 are in any period. It seems that irrigation for sugarcane in Jagal area is not so necessary. It is supposed that soil moisture may be supplied from soil zone under the effective root zone in Jagal area.