

サトウキビ畑におけるハイキビの防除

琉球大学農学部 石 嶺 行 男

はじめに

ハイキビ (*Panicum repens* L.) は熱帯・亜熱帯に分布するイネ科の多年生雑草で、その繁殖型が地下茎であるため、防除が困難な雑草の1つとして数えられており、熱帯・亜熱帯の農耕地、ゴルフ場ならびに休耕地等でその雑草害が報告されている^{1, 5, 6, 13, 18)}。

サトウキビ畑におけるハイキビの防除法に関する体系的な研究は非常に限られているが、これまでの研究に基づき、若干の知見をここに報告したい。すなわち、(1)サトウキビとハイキビの相互作用について、(2)サトウキビ畑におけるハイキビの限界除草期間について、(3)サトウキビにおけるハイキビの化学的防除法についての3点である。

材料および方法

サトウキビとハイキビの相互作用

1995年5月から12月の期間に、琉球大学農学部附属農場の温室において、暗赤色土壌を用いて、ポット試験を実施した。ワグネルポット(1/1000a)に35kgの土壌を充填しN:P:K=3.6:2.0:2.8の化成肥料を370kg/haで混合し、1節に調整したサトウキビ苗(NCo310)と同じく1節に調整したハイキビ苗を移植した。実験は、6処理区6反復制で行った。その内訳は、T1:ハイキビ苗4本区、T2:サトウキビ苗1本区、

T3:サトウキビ苗1本とハイキビ苗4本区、T4:サトウキビ苗2本とハイキビ苗4本区、T5:サトウキビ苗3本とハイキビ苗4本区及びT6:サトウキビ苗4本とハイキビ苗4本区である。T1, T3, T4及びT5についてはハイキビの発芽した苗4本をそれぞれ20cmの間隔をもって正方形状に各ポットの中央部に移植した。T2及びT3については発芽したサトウキビ苗1本を中央に移植した。T4については発芽したサトウキビ苗2本を20cmの間隔を置いて移植した。T5については発芽したサトウキビ苗3本を三角形状に20cmの間隔を置いて移植した。T6については発芽したサトウキビ苗4本を正方形状に20cmの間隔をおいて移植した。肥料は基肥と等量を植え付け後60日および120日後に施用した。灌水および殺虫剤は必要に応じて行った。他の雑草草種は適宜手作業で除草した。植え付け後30日から30日間隔でサトウキビ及びハイキビの茎長および分けつ数を記録した。ハイキビは地上部と地下部の乾重も測定した。データはDMRTにより統計的に解析した。

ハイキビの除草時期がサトウキビの収量に与える影響

1994年5月から1995年3月にかけて琉球大学農学部附属農場で圃場試験を行った。以下のように7処理区を設け、3反復で乱塊法により配

置した。

T1(0) : ハイキビのみ

T2(0) : サトウキビのみ

T3(45) : 植え付け後 45日目除草区

T4(60) : 植え付け後 60日目除草区

T5(90) : 植え付け後 90日目除草区

T6(120) : 植え付け後120日目除草区

T7(NW) : 除草しない区

試験区の大きさは、5 m×4.5 mで畝間は150 cmとした。1 節に調整したサトウキビ苗を株間30 cmで植え付け、サトウキビ苗を中心にその周りに1 節に調整したハイキビ苗4本を1 辺15 cmの正方形形状に移植した。化成肥料(N:P:K=3.6:2.0:2.8) 370 kg/haを基肥として施用し同量の追肥を60日間隔で3 回行った。適宜灌水を行い必要に応じて殺虫剤を散布した。実験中は他の雑草の混入を防ぐため、雑草を発見次第手取りで除草した。収穫時にサトウキビの生長および収穫量に関する各形質を調査し、ハイキビの生長に関する各形質を除草時もしくは収穫時に測定した。

サトウキビ畑におけるハイキビの化学的防除

1995年8月18日から1996年7月11日の期間に、琉球大学農学部附属農場の温室において、暗赤色土壌を用いてポット試験を実施した。ワグネルポット(0.1 m²)に35 kgの土壌を充填しN:P:K=3.6:2.0:2.8の化成肥料を370 kg/haで混合し、1 節に調整したサトウキビ苗(NC0310)をポットの中央に5 cmの深さで植え付け、同じく1 節に調整したハイキビ苗4本をサトウキビから15 cm離れた位置に3 cmの深さで移植した。基肥と同量の追肥を2 回、植え付け後60日および120日目に施用した。適宜灌水を行い必要に応じて殺虫剤を散布した。アシュラムSL(液

剤37%)及びWG(顆粒水溶剤80%)をそれぞれ2, 3及び4 kg ai/haの濃度に調整し、植え付け後20日目に散布する区と植え付け後40日目に散布する区に分け、それぞれ手動噴霧器で散布した。ハイキビに対する効果は、処理後0, 7, 14, 21, 28および35日に観察により、効果なし=0%から完全枯死=100%までの範囲で判定した。サトウキビの主茎長を薬剤処理後0, 7, 14, 21及び28日に、収量及び収量構成要素を収穫時にそれぞれ測定した。測定したデータは、ダンカンの多変量解析により統計処理を行った。

結果および考察

サトウキビとハイキビの相互作用

サトウキビの茎長は、植え付け後60日までは緩慢に伸長したが、植え付け後60~120日の間に急激に伸長し、その後の伸長は緩慢に推移した(Fig. 1)。サトウキビ単植区では、全試験期

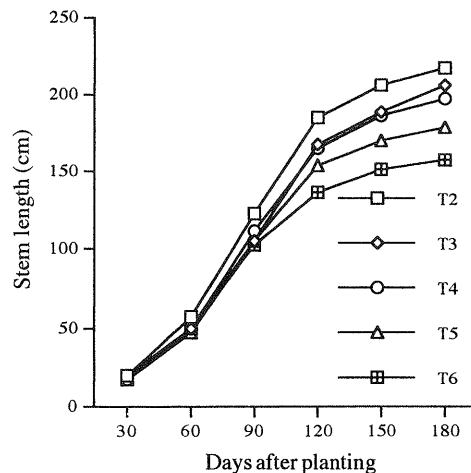


Fig. 1. Elongation of sugarcane stem under different sugarcane densities and weeds. T2 = 1 sugarcane, T3 = 1 sugarcane + 4 weeds, T4 = 2 sugarcanes + 4 weeds, T5 = 3 sugarcanes + 4 weeds, T6 = 4 sugarcanes + 4 weeds.

間を通して最も高い伸長を示し、T3およびT4がそれに続いた。植え付け後90日から収穫時にかけて、T5及びT6においては、サトウキビ密度が高くなるほど伸長が抑制され、サトウキビの高密度による抑制効果が見られた。T3及びT4においては、ハイキビの繁茂により、サトウキビ単植区よりもやや低い伸長を示した。分けつ数は、サトウキビ単植区で最大で、ハイキビとの混植区では、サトウキビ密度が高いほど、ポット当たりの分けつ数は少なかった (Fig. 2)。T6に

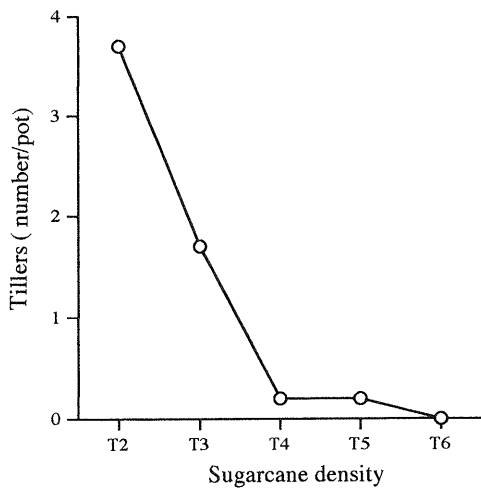


Fig. 2. Changes in number of sugarcane tillers under different sugarcane densities and weeds. T2 = 1 sugarcane, T3 = 1 sugarcane + 4 weeds, T4 = 2 sugarcanes + 4 weeds, T5 = 3 sugarcanes + 4 weeds, T6 = 4 sugarcanes + 4 weeds.

においては分けつを示さず、これは密植したサトウキビ自体の競合によるものである。

T1, T3及びT4におけるハイキビの伸長は、植え付け後120日まで急激に増大した。T5およびT6においては、植え付け後90日まで急激に伸長したが、それ以降は横這いとなった。サトウキビ密度が高いほどハイキビの伸長は低く抑えられ、サトウキビによる遮光の影響がでたものと思われた。遮光と栄養欠乏がハイキビの伸長を抑制

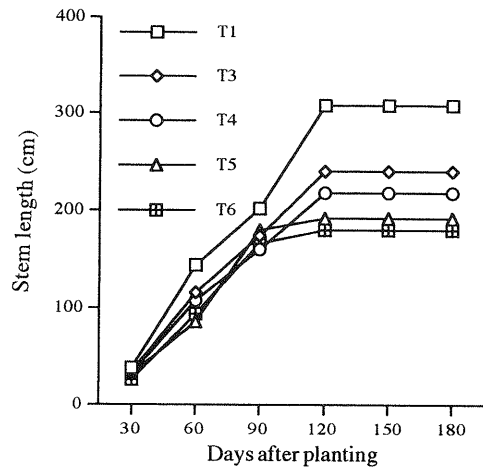


Fig. 3. Elongation of torpedograss stem under different sugarcane densities. T1 = 4 weeds, T3 = 1 sugarcane + 4 weeds, T4 = 2 sugarcanes + 4 weeds, T5 = 3 sugarcanes + 4 weeds, T6 = 4 sugarcanes + 4 weeds.

するものである (Fig. 3)。Elleryは、遮光の増大に伴って植物生産量が減少したことを報告している³⁾。また、ハイキビの分けつ数は、植え付け後60日までが急激で、その後緩やかな増加となった。ハイキビ単植区は、収穫時に至るまで最も高い分けつ数を示し、サトウキビ密度

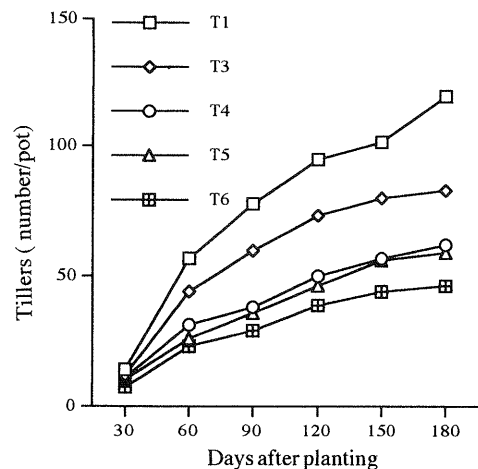


Fig. 4. Changes in number of torpedograss tillers under different sugarcane densities. T1 = 4 weeds, T3 = 1 sugarcane + 4 weeds, T4 = 2 sugarcanes + 4 weeds, T5 = 3 sugarcanes + 4 weeds, T6 = 4 sugarcanes + 4 weeds.

Table 1. Torpedograss biomass production under different densities of sugarcane

Treatments	Shoot	Rhizome	Total
	g/pot		
T1 (4 weeds)	487a	312a	839a
T3 (1 sugarcane + 4 weeds)	288b	136b	428b
T4 (2 sugarcanes + 4 weeds)	217bc	95bc	295c
T5 (3 sugarcanes + 4 weeds)	148c	67cd	216d
T6 (4 sugarcanes + 4 weeds)	127c	63d	190d

Note: Means in each column not followed by the same letter are different at 5% level of significance, as determined by Duncan's Multiple Range Test.

が高くなるにつれハイキビの分げつは減少した (Fig. 4)。2ないし4本のサトウキビ密度が、T1及びT3の場合と比較して顕著にハイキビの分げつを抑制した^{14, 21, 24}。

サトウキビ1苗とハイキビを混植したT3では、ハイキビだけのT1と比較して、ハイキビの地上部重を約40%と根茎重50%を抑制した (Table 1)。T4からT6では、T3と比較してハイキビの地上部重25~54%、根茎重30~54%および全乾物重が31~50%減少した。T3では、サトウキビ栽植密度が低いために、ハイキビが生育する隙間が多く生じた。サトウキビ生育初期の段階で、サトウキビの緩慢な発芽と畝間や株間の広い空間は、雑草の生長を高める主要因となることが、報告されている^{11, 16}。ハイキビの根茎重及び地上部重が大きいほど、多くの栄養分を必要とし、これが収量を低くする原因と思われる。また、ハイキビの地下茎による炭水化物の蓄積が、研究者によって報告されている¹⁷。

根重及び地上部重は、サトウキビ単植区のT2において他の区に比べ有意に大きく、T4~T6では、T3に比べ根重で約40~50%、地上部重で48~96%高い値を示した。サトウキビとハイキビの混植区においては、サトウキビの密度が高いほど根重が大きくなり、これがハイキビの生育量を低下させた。そして、サトウキビの根重が高いほど、多量の養分を吸収し、その結果生長が促進された²⁵。T4、T5及びT6のサトウキビは、他の処理区よりも茎長が有意に高く、サトウキビ密度が高いほど、茎長は高い値を示した。また、T4、T5およびT6では、原料茎が他の区に比べて多く、ハイキビが繁茂したT3では、原料茎は、主茎から出たもののみであった。サトウキビ単植区では、原料茎は主茎及び分げつ茎から得られた。サトウキビとハイキビの混植区においては、サトウキビ密度が高いほど原料茎数は多かった。T2、T3及びT4は、他の処理区よりも茎径は大きく、ハイキビと混植した処理区では

Table 2. Root, shoot, yield and yield contributing parameters of sugarcane under different densities of sugarcane

Treatments	Root dry wt.	Shoot dry wt.	Stalk length	Millable stalk	Diameter	Yield	Brix
	g/pot	g/pot	cm/pot	no./pot	cm/stalk	g/pot	%
T2 (1 sugarcane)	299a (299)	719a (719)	456a (456)	3.2 (3.2)	1.97ab	1535a (1535)	17.9a
T3 (1 sugarcane + 4 weeds)	150c (150)	277d (277)	181c (181)	1.3 (1.3)	2.00a	625c (625)	18.4a
T4 (2 sugarcanes + 4 weeds)	210bc (105)	409c (204)	296b (148)	2.0 (1.0)	1.84bc	945b (473)	18.4a
T5 (3 sugarcanes + 4 weeds)	225b (75)	514bc (171)	423a (141)	3.0 (1.0)	1.75c	1130b (377)	18.2a
T6 (4 sugarcanes + 4 weeds)	214b (54)	453b (113)	498a (125)	4.0 (1.0)	1.72c	1168b (292)	18.0a

Note: Means in each column not followed by the same letter are different at 5% level of significance, as determined by Duncan's Multiple Range Test. Figures in parentheses indicate the average content per plant.

サトウキビ密度が高くなるにつれ、茎径は減少した (Table 2)。茎長及び茎径が大きい場合に収量が多いことがこれまでに知られている^{9, 10, 20)}。サトウキビ単植区が最も高い収量で、T3が他の区よりも著しく低い収量であった。ハイキビとの混植区では、サトウキビ密度が高いほど高い収量が得られた。ある研究において、ある限界までのサトウキビの栽植密度を高くすると、結果として高い収量と低い雑草量になると報告されている^{2, 19)}。本研究におけるハイキビとの混植区において、サトウキビ1苗植えに比べ、2, 3ないし4本植えでは、収量がそれぞれ51, 81及び87%高かった。ブリックス糖度は、ハイキビ及びサトウキビの密度による影

響は見られなかった。それは、サトウキビ単植区においては、多くの分げつ茎がそれぞれ競合し、ハイキビとの混植区においては、分げつ茎の競合に加えハイキビとの競合があったからである。

ハイキビの除草時期がサトウキビの収量に与える影響

植え付け後45~60日以内に除草を行った場合、ハイキビによるサトウキビの収量抑制は約11~31%であり、一方ハイキビは、除草とサトウキビによって94~100%が抑制された。およそ60日またはそれ以上に生長したハイキビは、地下茎が著しく発達したため、手取りによる完全な

Table 3. Suppression effect of sugarcane on torpedograss and vice versa in plant
sugarcane cultivated fields under different days of weeding

Treatments	a. Sugarcane yield suppressed by torpedograss	b. Torpedograss total biomass suppressed by sugarcane
	%	
T3(45), weeding at 45 DAP	11	100
T4(60), weeding at 45 DAP	31	94
T5(90), weeding at 45 DAP	49	88
T6(120), weeding at 45 DAP	55	82
T7(NW), non-weeding	59	51

Note:

$$a. \frac{\text{Fresh wt. of S. stalk in pure plot} - \text{Fresh wt. of S. stalk in mixed plot}}{\text{Fresh wt. of S. stalk in pure plot}} \times 100$$

$$b. \frac{\text{Dry wt. of weed in pure plot} - \text{dry wt of weed in mixed plot}}{\text{Dry wt of weed in mixed plot}} \times 100$$

S.= Sugarcane, mixed= Sugarcane + Weed, wt.= weight

除草は困難であった。T5(90), T6(120)及びT7(NW)の場合には, T2(0)及びT3(45)と比較して, サトウキビ収量の著しい低下が見られた(Table 3)。植え付け後45日から90日の間に, 除草が1日遅延することは, サトウキビ収量を0.9~1.5%づつ低下させたことになる。したがって, サトウキビ畑は植付け後45~90日の間, ハイキビが侵入しない様にする必要がある。これらの実験結果は, 他の研究者によるこれまで

の報告と一致している^{9, 10, 17, 19}。除草の遅延によってハイキビの乾物重は高くなり, その結果サトウキビの減収が生じ, 初期除草によってハイキビの乾物重は低下し, その結果としてサトウキビの収量は増加した。同様の結果がMartinらによって報告されている^{11, 12}。農作物による最大の雑草抑制と雑草の抑制による最小の農作物抑制が究極の目標であるべきである^{15, 23}。今回の実験において, 植え付け後45~60日以内

に除草されたT3(45)およびT4(60)では、94~100%の最大の抑草抑制と11~31%の最小のサトウキビ収量抑制が認められた。したがって、ハイキビの除草時期としては、ハイキビの生育に影響を生じない出芽後45日以内が除草効果及び省力の点から適切であると考えられる。

サトウキビ畑におけるハイキビの化学的防除

最終評価時におけるハイキビの枯死率は、供試薬剤の施用時期、剤型および施用量にかかわらず、有意差は見られなかった (Fig. 5)。一方、これまでの研究において、成熟したハイキ

ビの枯死率は、アシュラム濃度2及び4 kg ai/haでは、それぞれ60~87%であった⁷⁾。植物の生長の程度が枯死率に影響する要因となっている。今回の実験とこれまでの実験の結果から、生長したハイキビの防除には、アシュラムの散布が最も効果があることがわかった。設定した薬量2, 3及び4 kg ai/haでは、いずれの剤型も、植え付け後20日の処理では28日後に、また植え付け後40日の処理では35日後に枯死率は100%になった。植え付け後20~40日で処理されたサトウキビの場合は、ハイキビの再生長は収穫に至るまで認められなかった¹³⁾。これは、地下茎が形成されなかったか、または地下茎がみじかすぎて、再生長できなかったと思われる。これまでの研究では、植え付け後50日以内で、約7 cmの地下茎の発達を報告されている³⁾。また別の研究では、ジョンソングラスの若い地下茎にアシュラムを施用したとき、再生長の抑制が長く続いたとある¹⁸⁾。今回の研究もまたこれまでの研究も、アシュラム 3 kg ai/haで植え付け後40日から開始して40日間隔で3回施用して、サトウキビ畑のハイキビを防除した研究を支持している⁸⁾。

植え付け後20日後における2, 3 kg ai/haでのアシュラム液剤は、4 kg ai/haの場合より有意に高い茎長、茎径および収量を示し、かつアシュラム顆粒水溶剤の2 kg ai/haは、他の処理区より有意に高い茎長、茎径および収量を示した。4 kg ai/haのアシュラム顆粒水溶剤は、サトウキビの収量および収量構成要素に著しい被害を生じた。収量構成要素は、薬量の増大に伴って減少した (Fig. 6)。今回の研究の結果は、アブラナおよびヒマワリ畑における雑草を抑制するため、2~3葉、4~5葉および6~7葉の時期にthifensulfuron:tribenuron(2:1混

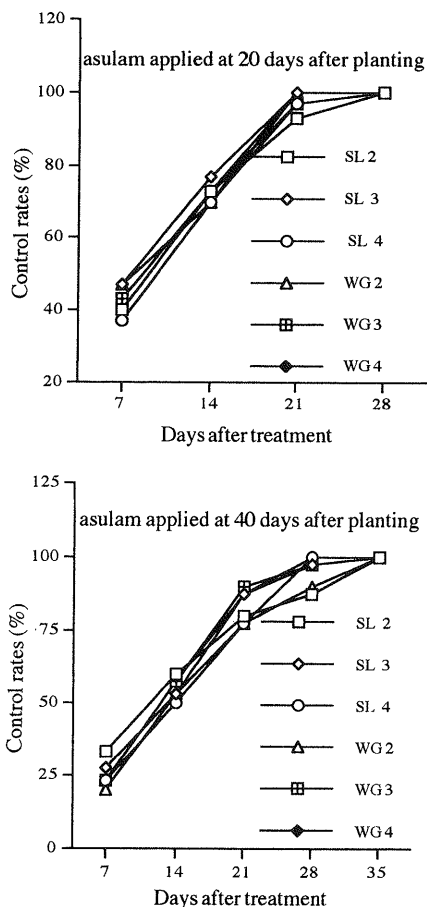


Fig. 5. Torpedograss control with asulam SL (soluble concentrate, 37%) and asulam WG (water soluble granule, 80%) in sugarcane. 2, 3 and 4 indicate rate in kg ai/ha).

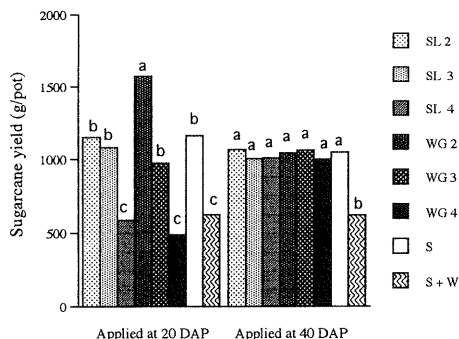


Fig. 6. Effect of asulam SL (soluble concentrate, 37%) and asulam WG (water soluble granule, 80%) on sugarcane yield. 2, 3 and 4 indicate rate in kg ai/ha. S=sugarcane, S+W=untreated sugarcane planted with weed. Means followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

合物)を0.23, 0.45, 0.9, 1.8及び3.6g ai/haで施用したWallの結果と同様である²²⁾。彼は、2～3葉期に低葉量で施用したときに農作物の葉害が最小でかつ開花率、種子収量および種子の含油量への影響が最小であることを報告している。植え付け後40日目施用区では、サトウキビの収量や収量構成要素にアシュラムによる悪い影響は見られず、未処理区に比べ有意に高い収量が得られた。

参 考 文 献

1. Bruff S.A., J.L. Griffin and E.P. Richard, Jr. 1995. Influence of rainfree period after asulam application on johnson-grass (*Sorghum halepense*) Control. Weed Technol. 9, 316-320.
2. Baki, B.B., S. Suhaimi and J.A. Munir 1995. Path analysis of two sympatric graminoids (*Echinochloa crusgalli* spp. *crusgalli* L. Beauv. and *Ischaemum rugosum* salisb.) in competition with rice (*Oryza sativa* L. Var. MR. 84). Proc. 15th APWSS conf. Tsukuba, Japan 1(B): 546-556.
3. Ellery L.K. 1972. Effect of shade on Giant Foxtail. Weed Sci. Vol.2:588-592.
4. Holt, J.S. and D.R. Orcutt 1996. Temperature thresholds for bud sprouting in the perennial weed and seed germination in cotton. Weed Sci. 44:523-533.
5. Holm, L.G., D.L. Plucknett, J.V. Pancho, James P. Herberger 1977. The world's worst weeds, Distribution and Biology. Univ. press, Hawaii, Honolulu, pp.353-357.
6. Hossain, M.A., Y. Ishimine, H. Akamine and S. Murayama 1996. Growth and Development Characteristics of Torpedograss (*Panicum repens* L.) in Okinawa Island, Southern Japan. Weed Res. Japan 41(4), 323-331.
7. Hossain, M.A., Y. Ishimine, H. Kuramochi, H. Akamine and M. Konnai 1997. Efficacy of post-emergence herbicides on Torpedograss (*Panicum repens* L.). J. Weed Sci. Tech. 42(3), 197-205.
8. Hossain, M.A., Y. Ishimine, H. Akamine, S. Murayama and H. Kuramochi 1997. Growth characteristics, emergence patterns and control of Torpedograss (*Panicum repens* L.) in sugarcane. Proceedings, 16th APWSS Conference, Kuala Lumpur, 310-313.
9. Ishimine, Y., K. Miyazato and S. Matsu-moto 1986. Competition between sugarcane and *Bidens pilosa* L. Var. *radiata* Scherff. at earlier stages of sugarcane growth. Weed Res. Japan 31(4):278-293.
10. Ishimine, Y., S. Murayama and S. Matsu-moto 1988. Competition between sugar-

- cane and *Rottboellia exaltata* L.f. at earlier stage of cane growth. Weed Res. Japan 33(2), 0 122-128.
11. Isimine, Y., M.A. Hossain, K. Motomura, H. Akamine, S. Murayama and S.M.M. Uddin 1994. Comparative study of sett planting and settling transplanting system of sugarcane. Bull. Coll. Agr. University of The Ryukyus, Okinawa, Japan 41:319-326.
 12. Matin, M.A., Hossain M.A., OYA K., Hossain A.H.M.D., Rahman, M.K. and Uddin S.M.M. 1993. Critical period for weed management in sugarcane field. Okinawa Agriculture, 28(1):22-27.
 13. Millhollon, R.W. 1976. Asulam for johnsongrass control in sugarcane. Weed Sci. 24(5), 496-499.
 14. Moody, K. 1992. Weed management in wet-seeded rice in tropical Asia. Int. Symposium, Biological Control and Integrated Management of Paddy and Aquatic Weeds in Asia. Tsukuba, Japan, pp. 1-20.
 15. Nieto, Jorge and D.W. Staniforth. 1961. Corn-foxtail competition under various productions Conditions. Agron. J. 53: 1-5.
 16. Patel, M.P., P.L.Naik, N.J. Mehta, H.S. Patel and B.C. Naik 1991. Herbicidal control of weed in sugarcane. Indian sugar 41(5):309-312.
 17. Peng, S.Y., 1984. Developments in crop science(4). The biology and control of weeds in sugarcane, pp. 26-79.
 18. Richard E.P.Jr. and J.L. Griffin 1993. Johnsongrass(*Sorghum halepense*) control in sugarcane(*Saacharum* sp.) with asulam applied alone and in mixtures. Weed Technol. 7, 657-662.
 19. Singh, N. and M.K. Moolani 1975. A review of chemical weed control in sugar cane proc. Third all India weed control, Seminar, Hissar pp. 41-42.
 20. Uddin, S.M.M., 1996. Effect of mixture of charcoal with pyroligneous acid on growth, yield and quality of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). Ph. D. thesis. The United Graduate School of Agricultural Sciences, Kagoshima University. Kagoshima, Japan pp. 1-198.
 21. Vangsaroj, P. 1995. Implementation of integrated weed management of sustainable rice production. Proc. 15th APWSS conf. Tsukuba, Japan 1(A):81-92.
 22. Wall, D.A. 1997. Effect of crop growth stage on tolerance to low doses of thifensulfuron:tribenuron. Weed Sci. 45, 538-545.
 23. Weber, C.R. and D.W. Staniforth. 1961. Comparative relationships in variable weed and soybean stands. Agron J. 49: 440-444.
 24. Worsham, A.D., G.G. Nagabhushana and J. P. Yenish 1995. The contribution of no-tillage crop production to sustainable Agriculture, Proc. 15th APWSS conf. Tsukuba, Japan 1(A):104-111.
 25. Yamaguchi, M. 1983. World vegetables. Published by Van Nostrand, Reinhold. pp. 66-89.