暖地畑夏作雑草の発生相と雑草害

岩田岩保 九州農業試験場

Iwaho IWATA*: Studies on Emergence Pattern of Main Summer Weeds and Crop Reaction to Weed Damage in Upland Fields in South-West Japan

ま え が き

畑地における作物と雑草は、その畑の自然的、耕種的条件の変化にしたがって、複雑な相互作用を及ぼし合っている。したがって、合理的な雑草防除技術を確立するには、畑における雑草の発生生態及び作物に対する雑草の害作用、すなわち雑草害の発現機作を解析、把握することがその原点であると考ええる。さらに、雑草害は作物対雑草という異種植物間の競争であるという観点で促え、本研究を実施した。

研究は、1963年から1972年まで熊本県菊池郡西合志町九州農試圃場で実施し、畑夏作における雑草の発生相、雑草害の発現機作、さらに、雑草との間に特徴的な競争関係が認められたトウモロコシと陸稲について、競争の様相を生育及び養分吸収を中心に解析した。

今回の受賞にあたって、本研究実施に絶大な協力を頂いた九州農試在職当時の作物第2部第3研究室高柳繁(現農業研究センター)、異儀田和典(現東北農業試験場)の両氏及び同研究室員。また、研究のとりまとめにあたっては九州大学教授松本重男博士に御指導と御教示を頂いた。ここに、これらの方々から感謝申し上げます。

1. 九州における主要な畑夏雑草の発生相¹⁻⁹⁾

雑草の種子は、休眠の強弱、覚醒の遅速などが雑草の種類で異なり、さらに土壌、気象条件及び耕種条件でその発生が影響される。そこで、自然状態及び人為的に発生時期を変えた場合の雑草の発生様相を明らかにしようとした。

(1) 自然状態での発生相

九州地域の主要畑夏雑草11草種の発生消長は、第1図のようにイヌタデが最も早く2月初旬には発生し始め、ついで、オオイヌタデで、最も遅い草種はコミカンソウであった。発生の最盛期、発生経過は草種によって異なる。

る。発生量の累積経過から発生型を第2図のように3つに分類した。すなわち、オオイヌタデに代表される飽和型曲線、エノコログサの直線型及びメヒシバに代表され

第1図 自然条態下の発生経過⁹⁾

*: Kyushu National Agricultural Experiment Station

第1表 発生相と気温との関係^{1),9)}

類 別	雑 草 名	発 生 始 期		発 生 期 間		発 生 終 期 月 日
		月日	*平均 気温 ℃	所用 日数	**平均 気温 ℃	
飽 和 型	イ ス タ デ	2.12	5.6	26	7.8~13.3	3.10
	オ オ イ ス タ デ	2.23	8.4	35	8.5~10.7	3.30
	ツ ユ ク サ	3.4	9.8	13	13.4~10.5	3.17
直 線 型	ア オ ビ ユ	3.8	13.3	77	10.7~17.8	5.24
	エ ノ コ ロ グ サ	3.15	10.8	67	11.1~17.4	5.21
S 字 型	メ ヒ シ バ	3.30	8.5	46	13.6~17.9	5.15
	コ ゴ メ カ ヤ ツ リ	4.17	13.9	33	16.2~17.7	5.20
	オ ヒ シ バ	4.19	12.8	37	17.5~18.1	5.26
	ス ベ リ ヒ ユ	4.24	13.9	33	18.1~18.0	5.27
	ウ リ ク サ	4.27	15.9	33	17.6~18.1	5.30
	コ ミ カ ン ソ ウ	4.29	17.8	36	17.8~18.1	6.4

注) * 発生始期前10日間の日平均気温の平均

** 左は発生始期~50%発生までの日平均気温、右は50%~発生終期までの日平均気温の平均

第2図 自然状態での発生量の累積経過^{1),9)}

るS字型曲線である。各草種の発生消長と気温との関係を見ると、第1表のように発生始期は飽和型、直線型、S字型の順に遅れ、したがって、発生始期の平均気温はおおむねこの順に高くなる。発生期間は直線型が極端に長く、ついで、飽和型であり、S字型のほとんどはその幅が小さいのが特徴である。

(2) 発生時期を変えた場合の発生相

害草度、発生時期などの異なる5草種と陸稲を供試し、播種時期をかえて発生相を調査した。4月播の発生始期は、自然発生と同様にオオイスタデが最も早く、播種後12日で、以下メヒシバ14日、コゴメカヤツリ19日、陸稲20日、オヒシバ23日、スベリヒユ25日であった。発生終期は陸稲が播種後25日で最も早く、以下オオイスタデ28

日、メヒシバ45日、オヒシバ72日、スベリヒユ88日、コゴメカヤツリ96日の順であった。5月播の発生始期は、草種間差が短縮され、コゴメカヤツリが最も遅く、播種後9日であった。発生終期は陸稲が播種後12日で最も早く、オオイスタデ15日、メヒシバ23日、スベリヒユ31日、コゴメカヤツリ35日、オヒシバ57日の順であった。6月播の発生始期は5月播と同程度で、草種間に大きな差はなかったが、スベリヒユが播種後3日で最も早く、コゴメカヤツリが6日で最も遅かった。発生終期は陸稲が播種後8日、メヒシバ12日、オオイスタデ15日、オヒシバ21日、スベリヒユ29日、コゴメカヤツリ30日の順であった。

発生時期の相違による発生総本数は第2表のように、自然発生で比較的早く発生するオオイスタデ、メヒシバは4月播が最も多く、5、6月播と遅くなるにしたがって減少した。しかし自然発生の比較的遅いコゴメカヤツリ、スベリヒユ、オヒシバは逆に4月播が最も少なく、6月播が最も多かった。すなわち、その草種の発生適温の時期からはずれると発生本数が少なくなることが認められた。

第2表 播種時期を変えた場合の発生本数^{1),9)}

雑 草 名	発生本数 (本/区)		
	4月1日播	5月2日播	6月4日播
オオイスタデ	182	163	86
メヒシバ	215	151	130
コゴメカヤツリ	185	208	464
スベリヒユ	427	496	660
オヒシバ	1,332	1,698	2,428

第3図 自然発生及び播種期別の発生数の累積経過⁹⁾

発生の様相は、全般的に4月播に比べて、5、6月播が最盛期の発生割合の山が高くなった。この傾向は自然状態での発生始期の早い草種、つまり平均気温が低い時期に発生する草種ほど、発生時期が5、6月播とずれるにしたがって最盛期の山が高くなる傾向が認められた。

草種別に発生量の累積経過を前記自然発生の結果と併記すると、第3図のように各草種とも4月播から5、6月播へと発生の時期が遅れるにしたがって、つまり気温が高くなるにつれて、発生型は飽和型の曲線に移行する傾向が認められた。自然発生時期が早く、自然発生でも飽和型を示すオオイヌタデ、自然発生がやや遅くS字型をとるメヒシバは4月播では直線型と飽和型の中間的経過を示すが、両草種とも5、6月播では完全に飽和型になった。自然発生が遅く、経過型がS字型のオヒシバ、コゴメカヤツリ及びスベリヒユは発生時期が遅れるにつれて、S字型から直線型、飽和型の曲線へと移行する傾向を示した。なお、陸稲は雑草に比べて、出芽も斉一であり、出芽期間も極めて短く、累積経過も播種期に関係なく飽和型曲線を取り、雑草との生態的差異が認められた。

このように、夏雑草の発生相をその累積発生経過から

第4図 自然発生における発生本数の累積経過の模式⁹⁾

3型に分類したが、これを第4図のように模式化した。すなわちI型(飽和型)：自然発生の時期が、その雑草の発生適温以上である場合。III型(S字型)：発生適温に達しない時期から発生を開始している場合。II型(直線型)：IとIIの中間。夏雑草の土壌中の種子は、越冬休眠が覚醒すると、土壌水分が適当であれば、発生は気温に左右される。雑草の発生型は、発生時の気温がその草種の発生適温より低い場合にはIII型が多く、発生が不斉一であるが、適温及びそれより高温になるにしたがいIII型から、II、I型へと移行することが認められた。

2. 畑夏作物に対する雑草害の見え様相^{4,6,9)}

多種類の作物が作付けられる暖地の畑作では、除草作業の効率を高めることが、作業体系上極めて重要である。そのためには、それぞれの作物と雑草の相互関係、すなわち、作物に対する雑草害と、その逆の雑草に対する作物の雑草抑圧力を解明しておくことが基本課題である。

(1) 無除草下での作物と雑草との競争

作物畑を無除草で放任した場合、その畑は作物と雑草の混合群落となり、競争下におかれるが、まず雑草量の推移を第5図に示す。作物及び雑草の各草種はそれぞれ種間、種内競争をしながら各作物畑ごとに特徴的な推移をとる。暖地では、作付は4～6月ころが最も多いが、各草種の推移は、作物の種類や栽植密度よりも、優占草種であるメヒシバ、オヒシバの絶対量に大きく影響される。競争力の弱い草種は、メヒシバ、オヒシバの競争力がまだ弱い作物生育前半期には比較的小う盛な生育を示すが、作物生育の後半期になるとメヒシバ、オヒシバに抑圧される。一方、発生本数の変化は重量とは異なり、作物間差が大きく、同一作物では栽植密度による差はほ

第5図 各作物畑における全雑草重の時期的推移^{4,9)}

注) (1)1970年の各作物は疎植区の値のみを示す(第6図参照)
 (2)栽培法は慣行にしたがった。
 (3)図中の()は播種日(日/月), 品種名

とんどない。また、優占草種を含む全草種とも播種後50～70日以後本数は減少した。

雑草との競争状態におかれた作物生育の推移を作物重群落比〔各作物重÷(各作物重+全雑草重)×100〕でみると第6図のように、作物によって著しく異なる。青刈ソルガムは競争に強く、雑草害は全く認められず、逆に雑草抑圧力が極めて強いことを示した。陸稲及びラッカセイは、初期生育から作物重群落比の低下が大きく、最終的には枯死、腐敗株がでた。ダイズ(夏ダイズ)は成熟前の落葉の影響で、収穫期に作物重群落比が大きく低下した。トウモロコシと雑草との競争は特異で、作物重群落比は生育とともに漸増してゆくが、ソルガムのように完全に雑草を抑圧することなく、同時に雑草の生育量も第5図のように、他作物畑同様に増加傾向をとり、最終的には雑草も結実する。このトウモロコシと雑草の関係は、一種の「空間的すみわけ」現象を示すものと考察される。

(2) 作物と雑草の生育に対する除草の影響

除草することによって、その後の雑草群落の組成は変

第6図 無除草状態における作物重群落比の経時的推移^{4,9)}

注) 1. 図中の数字は播種日(日/月・年)
 2. 栽植密度は陸稲: 1968 (40cm 条播), 1970 (60cm と 30cmの条播)。ラッカセイ: 1969 (90×20cm), 1970 (70×20cmと35×20cm)。トウモロコシ: 1969(90×20cm), 1970 (90×20cmと45×20cm)。青刈ソルガム: 1969 (60×10cm)。ダイズ: 1970 (60×20cmと30×20cm)。
 3. 品種名, その他栽培法など第5図に同じ。

化した。すなわち、除草後の発生草種は、それまでの優占草種のメヒシバ、オヒシバの発生が減少して、非優占草種であったスベリヒユ、ウリクサ、コミカンソウなどの小型広葉雑草、カヤツリグサ類及びカゼクサ、オオニワホコリなどの晩生イネ科雑草が大幅に増加してきた。このことは各作物畑に共通で、おおむね密植より疎植でその傾向が大きかった。

作物の生育に対する影響は、陸稲、ラッカセイ、ダイズでは茎数、分枝数に、トウモロコシでは草丈に強く現われた。収量は穂数、莢数に現われたが、それ以上に各作物とも登熟過程に影響し、子実重に強く現われた。

除草の影響を雑草害の程度(作物乾物重の2回除草区に対する1回除草, 無除草区)と作物重群落比の時期別推移でみると、第7図のように、各作物とも生育初期には作物重群落比の低下に比べて、雑草害は小さいが、生

第7図 各時期の作物重群落比と雑草害程度との関係^{5,9)}

- 注) 1. 各調査時期のプロットはそれぞれ疎・密植の1回除草、無除草区の測定値を示す。
 2. 2回除草区の群落比は各作物とも98%前後であったので1点○にまとめた。
 3. 材料は第6図の1970年と同じ材料に除草処理区を設けた。
 4. 除草時期は播種後日数で、陸稲(1回:38日, 2回:26と56日) ラッカセイ(36,24と55), トウモロコシ(35,24と56), ダイズ(37,25と56)。

育が進むにつれて、トウモロコシを除く3作物では両者の間に比例関係がみられ、収穫期ではほぼ完全な正比例関係を示した。陸稲は播種後35日前後の密植無除草区と50日前後の疎植無除草区で作物重群落比が低いにもかかわらず、無除草区の陸稲重量が2回除草区より上回る協同現象がみられた。ラッカセイは4作物中最も規則的な関係がみられ、無除草に放任すると雑草害は最も大きい。トウモロコシは播種後50日前後まで作物重群落比は低下するが、その割には雑草害は少なかった。ダイズは播種後50日前後までは、作物重群落比の低下も雑草害の程度も小さいが、収穫期に急激に作物重群落比が低下し、雑草害が現われてきた。これは既述のように登熟期の後半に落葉するダイズの生育特性に起因する。

(3) 作物と雑草の窒素吸収競争

各作物畑における無除草区の窒素含有率は、全般的傾向として生育とともに低下し、広葉雑草とイネ科雑草との差は僅かであった。作物別の窒素含有率は、ダイズ≧ラッカセイ≧陸稲>トウモロコシであった。雑草の影響が窒素含有率に最も顕著に現われた作物はトウモロコシで、各生育時期とも他作物及び雑草よりも低い値で推移した。

作物の窒素吸収量に対する雑草の影響を、乾物重と対比して第3表に示す。陸稲では、生育初期における雑草の存在は、陸稲の生育にプラスに作用する現象が密植区でみられ、その程度は窒素吸収量よりも乾物重に大きく現われた。中・後期での雑草害は乾物重に対しては比較的小さいが、窒素吸収量に対してはやや大きかった。この中・後期の傾向は、疎植区に比べ密植区の無除草区で

第3表 作物の乾物重及び窒素吸収量に及ぼす雑草の影響^{6,9)}
 (2回除草区に対する1回除草区、無除草区の比率)

作物名	調査時期	乾物重(%)				窒素吸収量(%)			
		疎植		密植		疎植		密植	
		1回除草	無除草	1回除草	無除草	1回除草	無除草	1回除草	無除草
陸 稲	初期	97		111		98		106	
	中期	98	102	93	84	78	98	90	83
	後期	94	76	96	71	95	72	98	66
ラ ッ カ セ イ	初期	92		103		90		102	
	中期	88	84	92	81	89	76	92	76
	後期	86	52	85	40	86	50	86	40
トウモロコシ	初期	86		85		89		73	
	中期	99	81	90	91	86	66	86	85
	後期	97	86	81	75	88	58	73	64
ダ イ ズ	初期	97		84		102		86	
	中期	96	86	87	77	96	77	77	62
	後期	93	68	103	92	91	61	108	94

注) 材料、処理は第7図に同じ。

第4表 トウモロコシの乾物重 (g/m²) に及ぼす栽植密度、施肥量及び除草の影響^{7,9)}

調 査 月 日	項 目	疎 植				密 植			
		多 肥		少 肥		多 肥		少 肥	
		除 草	無除草	除 草	無除草	除 草	無除草	除 草	無除草
6.23	全地上部	3.6	3.7	3.5	2.9	6.8	7.4	5.2	5.2
7.8	葉 身	48.1	33.3	21.0	15.7	55.5	46.8	43.4	21.6
	葉 鞘	16.5	11.8	7.3	4.9	18.7	17.1	16.0	7.8
	茎	8.2	5.1	2.6	1.7	7.6	7.3	5.3	2.3
	全地上部	72.7	50.2	30.9	22.2	81.8	71.2	64.7	31.6
7.27	葉 身	89.0	72.2	66.9	49.2	133.3	116.1	117.9	69.8
	葉 鞘	41.0	35.9	35.0	25.6	51.7	67.3	57.3	34.9
	茎	116.2	105.0	84.9	63.5	187.3	202.2	126.5	84.1
	雄 穂	21.6	24.2	18.4	16.3	32.1	35.1	34.1	23.9
	雌 穂	72.4	45.0	46.3	18.1	76.6	74.9	51.7	19.9
	枯 葉	23.1	13.9	13.6	11.0	27.4	28.9	19.9	18.1
	全地上部	363.3	296.2	265.1	183.7	508.5	524.4	407.3	250.7
8.9	葉 身	75.5	63.7	52.7	48.1	111.1	103.2	100.2	69.5
	葉 鞘	43.7	38.0	33.3	30.8	63.1	62.8	63.0	42.2
	茎	144.1	152.9	110.4	92.6	227.9	246.8	204.4	176.4
	雌 穂	150.9	138.7	139.0	98.6	231.9	285.6	191.0	88.2
	枯 葉	24.8	22.8	16.1	19.1	34.0	41.9	29.5	32.1
	全地上部	439.1	416.1	351.4	289.2	668.0	740.2	558.1	408.3

注) 1. 品種ゴールデンロバンタム(F₁)。播種：5月30日，栽植密度：疎植区(90×20cm)・密植区(45×20cm)，1本立。施肥量(kg/a)：苦土石10.0，多肥はN1.5・P₂O₅1.5・K₂O1.5，少肥は0.5・1.5・1.2，無追肥。

2. 除草：6月10日・29日の2回手取り。

大きかった。トウモロコシでは，雑草の存在によって，生育初期は密植区で乾物重の低下に比べ窒素吸収量の低下が大きいが，中・後期では栽植密度に関係なく窒素吸収量の低下が乾物重の低下より大きかった。ラッカセイ，ダイズは根粒菌を考慮する必要があるが，雑草の存在下における窒素吸収量と乾物重は，ダイズの生育中期を除いて平行的な推移を示した。すなわち作物体の窒素量に対し，雑草の直接的影響は極めて少ないと考えられる。

3. トウモロコシと雑草の競争過程⁷⁻⁹⁾

トウモロコシは，他作物に比べ，雑草害を比較的受けにくく，雑草との競争の様相もやや異なり，雑草抑圧力も大きい，その割には収穫後の畑に残存する雑草量も多く，開花結実する。またその競争の内容も乾物重より窒素吸収に強く現われ，生育形質に対しては，栄養器官より雌穂に予想以上の影響が現われた。このようなことからトウモロコシと雑草との競争の様相をトウモロコシの生長量，窒素吸収及び体内窒素の動態から解析した。

(1) トウモロコシの生育，窒素吸収に対する雑草の影響

トウモロコシの生育に対する影響は，葉数，分枝数には小さく，草丈に最も大きく現われた。乾物重には第4表のように，生育初期はまだ影響が少ないが，疎植少肥

区ではすでに現われてきた。生育中期になると雑草害が明瞭となり，特に密植少肥は著しく影響を受けた。部位別には，生育中期では各部位の差が少なかったが，後期及び収穫期には部位間の差が明瞭となり，少肥条件では雌穂に対する影響が強く現われた。密植多肥条件で興味ある現象は，全生育期間を通じて葉身重が，生育後期に茎，葉鞘及び全地上部重が，収穫期には茎，雌穂重及び全地上部重が，それぞれ無除草区が除草区を上回っている。この現象はトウモロコシと雑草の競争関係を示す特異なものであろう。

トウモロコシの時期別，部位別窒素吸収量は，生育初期には葉身の吸収量が極めて多くを占めたが，生育とともに他の部位との差は縮小され，収穫期の窒素吸収量の分布は雌穂が最も多く，ついで葉身，茎であり，葉鞘は最も少なかった。この窒素分布に対する雑草の影響は，少肥区では栽植密度に関係なく生育初期から，多肥区では生育中期以後に現われた。除草区に対する無除草区の窒素吸収量が最も著しく低下する時期は，多肥では中期，少肥では後期であった。

トウモロコシの雑草害の発現機作を乾物重と窒素吸収量で対比させると第8図のように，窒素全吸収量(全地上部)は，生育初期にはすでに少肥区で栽植密度に関係なく乾物重より窒素吸収により強く雑草害が現われてき

第8図 乾物重及び窒素吸収に及ぼす雑草の影響^{7,9)}

第9図 トウモロコシの栽培法と雑草抑圧力の時期的変化^{8,9)}

注) 無除草区は第4表の無除草区、裸地区は同表と全く同じ処理でトウモロコシ無播種。

—○— 疎植多肥 —□— 密植多肥
—△— " 少肥 —◇— " 少肥

ている。中～後期になるとともに雑草害はさらに明らかになり、その程度はやはり窒素吸収量により強く現れてくる。部位別では、葉身は処理別、時期別とも乾物重と窒素吸収量とは比例的であるが、葉鞘、茎では、変動が大きく、特に、生育後期以後は無除草区が除草区に比べ乾物重よりも窒素吸収量の低下が大きい。雌穂について

第5表 トウモロコシと雑草の生育の推移^{8,9)}

	項 目	調査月日 (月・日)	疎 植		密 植	
			多 肥	少 肥	多 肥	少 肥
トウモロコシ	乾物重 (g/m ²)	6. 23	3. 6	3. 5	6. 8	5. 2
		7. 7	27. 7	30. 9	81. 8	64. 7
		7. 27	363. 3	265. 1	508. 5	407. 3
		8. 9	439. 1	351. 4	668. 0	588. 1
	CGR* (g/m ² /day)	5. 30~6. 23	0. 15	0. 15	0. 28	0. 22
		6. 23~7. 8	4. 62	1. 83	5. 00	3. 97
		7. 9~7. 27	15. 29	13. 32	22. 46	18. 03
		7. 27~8. 9	5. 83	6. 64	12. 27	13. 89
雑 草	乾物重 (g/m ²)	6. 21	9. 4	7. 8	8. 7	25. 7
		7. 5	78. 0	26. 4	82. 9	67. 3
		7. 21	332. 3	216. 5	332. 1	371. 8
		8. 11	520. 5	513. 9	673. 4	676. 6
	CGR* (g/m ² /day)	5. 30~6. 21	0. 43	0. 35	0. 39	1. 67
		6. 21~7. 5	4. 90	1. 33	5. 30	2. 97
		7. 5~7. 21	15. 89	11. 88	15. 57	19. 03
		7. 21~8. 11	8. 96	14. 17	16. 29	14. 49

注) 1. * 5月30日の乾物重を0として算出。 2. 耕種条件は第2表に同じ。 3. 雑草は第9図の裸地区を用いた。

は、処理による雑草害の差が他の部位より大きく現われるが、各区とも登熟が進むにしたがって、雑草害からの回復の方向へと進み、特に密植多肥でその傾向が大きい。また雌穂における雑草害の影響は、窒素吸収量と乾物重とは両者平衡を保って現われ、他部位と異なる。

(2) 雑草に対するトウモロコシの影響

トウモロコシの雑草抑圧力について、第9図の時期別推移が示すように、生育初期のトウモロコシと雑草との間には、区間の雑草発生数を考慮すると両者の間の競争はほとんど起っていないと考えられる。中期では密植少肥以外はトウモロコシの雑草抑圧効果は明らかではなく、後期（播種後53日）になって、全区で抑圧効果が明瞭となった。しかし収穫期（74日）には密植多肥区以外の区は、後期に比べやや抑圧力が低下した。これは収穫期のトウモロコシの老化にともなう無除草区の群落内への光の透過率が大きくなり、優占雑草のメヒシバの生育がおう盛になるためと考えられ、密植多肥区ではトウモロコシが収穫期まで生育がおう盛であったことに起因する。

(3) トウモロコシと雑草の生育の比較

第5表のように、播種から生育初期にかけてのCGRは雑草が明らかに大きく、この期間はトウモロコシ、雑草とも単位面積当りの個体数できまる。初期から中期にかけてのCGRはトウモロコシと雑草でほとんど同じ傾向であり、両者ともCGRは施肥量との関係が大きかった。中期から後期にかけてのCGRは密植多肥のトウモロコシが雑草に比べ高い以外は大きな差がなかった。後期から収穫期になると、トウモロコシの乾物重の増加は停滞するが、雑草の乾物重はなお急激な増加を続けるため、CGRはいずれの区でも雑草が大きくなった。

4. メヒシバと陸稲の生育特性の比較^{2,3)}

暖地畑作で最も強害雑草であるメヒシバについての研究は、発生生態、繁殖様式などを主に、多くの成果があるが、生育経過を追った乾物の生産過程、養分吸収特性についての研究は少ない。そこで、筆者はメヒシバのこれらの生育特性を重点に、同じイネ科であり、メヒシバ

第6表 播種期の相違によるメヒシバと陸稲の乾物重及び養分吸収比の推移
——単・混播別メヒシバ/陸稲比(%)——

播種期 (月・日)	調査月日 (月・日)	乾物重		N		P ₂ O ₅		K ₂ O		SiO ₂	
		単播	混播	単播	混播	単播	混播	単播	混播	単播	混播
4. 5	5. 16	29	49	35	52	38	63	35	72	9	17
	6. 14	199	275	157	296	95	212	256	355	75	104
	7. 20	189	619	167	569	124	918	243	805	92	226
	9. 2	386	⊗	268	—	221	—	313	—	129	—
4. 25	5. 31	101	82	100	79	104	90	132	117	34	29
	6. 25	185	278	170	353	149	256	206	427	80	111
	7. 29	239	1,234	327	1,323	206	844	338	1,540	109	348
	9. 2	249	⊗	231	—	86	—	343	—	75	—
6. 4	7. 5	19	7	22	8	29	10	26	10	5	2
	8. 7	161	104	155	125	153	109	215	159	50	25
	8. 25	271	161	251	195	208	159	370	225	132	53
	9. 23	383	616	275	—	30	—	540	—	114	—
6. 24	7. 25	50	35	57	39	61	53	78	48	15	12
	8. 14	138	129	143	146	145	147	203	191	52	40
	9. 6	291	119	304	138	338	124	527	212	118	54
	10. 23	309	203	264	—	133	—	584	—	150	—
8. 3	9. 2	15	27	14	27	19	35	15	40	6	10
	9. 19	40	44	45	41	55	52	48	44	18	19
	10. 10	111	51	80	33	97	41	163	69	72	32
8. 23	9. 23	22	35	30	39	44	47	46	54	12	15
	10. 28	86	105	83	95	121	132	122	154	36	39
	12. 1	96	90	76	67	115	95	57	72	84	67

注) 1. 上表は発表文献 9) の表から算出した。

2. 播種期: 上記6時期。

3. 栽植密度: 25×5cm, 陸稲・メヒシバのそれぞれ単播区, 両者を交互に播いた混播区。1株2本立。

4. 施肥量: 基肥にN(200g/a), P₂O₅(600g/a), K₂O(600g/a), 追肥はN(200g/a/1回)を2回。

5. 調査は各区50株。

の雑草害を強く受ける陸稲を対照として、発生時期別に検討した。

(1) メヒシバの生育及び養分吸収特性

4月から8月まで6回にわたって、メヒシバと陸稲を単播して、両者の生育、養分吸収特性、さらに混播（交互播）して両者の競争関係を検討した。草丈は、メヒシバが陸稲に比べ各播種期とも最終時には大きかった。伸長経過は4月播では生育初期には伸長が緩慢であったが、中期から急激に伸長した。6月播では、陸稲の草丈は発芽直後から伸長が盛んである。しかしメヒシバは発芽直後にはやや緩慢であったが、生育の経過とともに伸長速度が極めて大きくなった。極晩播の8月播になると、陸稲の生育は初期には6月播と同様に伸長速度が大きい、生育後期には停滞した。メヒシバは前の2時期とは明らかに異なり、生育全期を通じて、伸長が緩慢であり、草丈は著しく短く、この発生時期は明らかにメヒシバの生育には不適時期であることを示した。

乾物重、養分吸収について、メヒシバと陸稲を対比して推移を第6表に示す。乾物重は各播種期とも生育初期には単・混播とも陸稲がメヒシバより大きかった。しかし生育の中期以後は4月播では、メヒシバの生育がおう盛となり、播種後40～50日になると、メヒシバの生長速度が急激に大となって、陸稲に追いついた。さらに生育が進み、陸稲の出穂期には、陸稲とメヒシバの生育特性の差は明らかとなり、陸稲では出穂、登熟の生育段階に入るため、乾物重の増加量も低下してきたが、メヒシバでは出穂、登熟の過程と、分枝、伸長の栄養生長過程との同時生育を続けるため、全乾物重の差が大きくなった。この傾向は播種期が早いほど、また単播区よりも混播競争が行われている混播区ほど顕著である。4月播のこのような両者の生育量の差は、6月上旬（6月4日）播までみられるが、6月下旬（6月24日）播以後8月播になると、メヒシバの初期生育の劣勢は回復せず、生育の最終期になっても陸稲に追いつかず、メヒシバの生育は極端に低下した。このことは、陸稲とメヒシバの環境条件に対する生育の適応範囲は、作物である陸稲の方が広く、雑草であるメヒシバでは狭いことを示す。しかし、生育好適条件下ではメヒシバは陸稲より明らかに生育がおう盛であり、両者の生育特性の明らかな相違を示すものであろう。

養分吸収は、窒素では、陸稲とメヒシバの間に各播種期、生育段階とも含有率の差が少なく、吸収量は乾物の増加量の大小に影響された。加里は、播種時期及び生育段階に関係なく、含有率はおおむね陸稲よりメヒシバが高く、イネ科雑草の特性を示し、また、生育にともなう

推移は陸稲とメヒシバでは平行的であり、両者の吸収量の比は、単・混播とも全般的に他要素より大きく現われた。しかし、リン酸は、窒素、加里とやや異なる特異な動きを示した。すなわち、メヒシバの生育初期のリン酸含有率は陸稲より各播種期いずれも著しく高いが、生育の経過とともに急減し、その傾向は播種期が早いほど顕著であった。このことは、メヒシバのリン酸吸収特性、生育中期以後の根圏の差、土壌中でのリン酸の土層別固定能の差などが影響されたと考えられる。一般に、雑草と作物のリン酸吸収競争は強いとされているが、メヒシバと陸稲の場合、リン酸吸収競争の生育への影響は、生育初期（播種後30～40日）のリン酸吸収量の多少が問題となると考えられる。硅酸は、メヒシバの含有率が陸稲の1/2～1/3で同じイネ科植物でありながら明瞭な差異があった。生育時期別推移は、全般的に陸稲とメヒシバでは平行的である。したがって、吸収量比はいずれの播種期でもメヒシバ優勢の結果にはならなかった。

(2) 競争からみたメヒシバと陸稲の生育反応

競争の数量的な表現方法として、各形質について、陸稲、メヒシバ別に競争度（山田豊一：1955）を次のように算出、検討した。

$$\text{競争度}(\%) = \frac{\text{混播区の値} - \text{単播区の値}}{\text{単播区の値}} \times 100$$

陸稲の草丈、葉数及び茎数についてメヒシバに対する競争度を第10図に示す。陸稲とメヒシバの混播による陸稲の草丈、葉数、茎数に及ぼす競争度は、播種期に関係なく、茎数が最も大きく、ついで草丈であり、葉数への影響はほとんどない。

競争度の最も大きい茎数の推移は、播種期の早い4月播では、発芽後30日前後までは、陸稲に対して競争度はプラスに現われるが、その後急激にマイナスに拡大される。しかし播種期が6月、8月と遅くなると、4月播とは逆に生育初期から競争度はプラスに拡大され、茎数に現われる競争度は播種期によって著しく異なることを示す。草丈についても、全般的な推移は茎数と同様の傾向がみられるが、競争度が茎数より小さく、また播種後30日前後の生育初期の競争度は、茎数にみられるようなプラスになることはなく、生育初期からマイナスを示す。

養分吸収に対する競争度を乾物重と対比させて考察すると、窒素吸収の競争度は、陸稲、メヒシバとも生育時期、播種期を通じて、プラスとマイナスがほぼ相反して現われ、メヒシバ優勢期と陸稲優勢期が明瞭に区別された。乾物重との関係は、メヒシバは窒素吸収と乾物重の競争度がほぼ平行的に動くが、陸稲では乾物重より窒素吸収に現われる競争様相がより明瞭である。この様相は

第10図 陸稲の草丈、葉数及び茎数のメヒシバに対する競争度の推移^{8,9)}

草丈 ——— 葉数 - - - 茎数 . . .

播種期が早い場合には生育初期に、また播種期が遅くなるにしたがって生育中期から後期に現われてくる。リン酸吸収も傾向的には窒素吸収と同様であったが、陸稲では乾物重とリン酸吸収の競争様相は窒素吸収の場合よりさらに明瞭である。しかし、メヒシバでは乾物重との相関が窒素吸収の場合より低下する。加里及び硅酸も傾向的には窒素、リン酸と一致し、養分吸収の競争が現われる時期は、乾物重に現われる時期より窒素吸収では早い、リン酸、加里及び硅酸では遅れる。

む す び

本研究は暖地の畑作物の雑草防除技術を確立するための基礎研究として、暖地の主要夏雑草の発生相を明らかにし、主な夏作物について、雑草害の発生様相を作物重群落比の推移を中心にして解析した。さらに、雑草害の発現機構について、雑草との競争関係に特徴のあるトウモロコシと陸稲を供試し、生長解析及び養分吸収の見地から作物と雑草の生育特性、生育反応を比較し、雑草害の発現様相及び競争関係の本質的機作の一端を明らかにした。しかし最近暖地畑作は、作目が多様化し、作付体系も複雑化（多毛作化）と単純化（連作化）が交錯し、その結果として、雑草もイネ科雑草優占から広葉雑草の漸増傾向が現われ始めている。

今後雑草の防除には一層の効率化と省力化が期待される現状では、除草体系の確立とその科学的裏付けとなる雑草の発生生態、作物と雑草との競争関係の解析などの基礎研究が一層望まれる。

発 表 論 文

- 1) 異儀田和典・岩田岩保：主要夏雑草の発生相と初期生育。九州農業研究 31, 83~85 (1969)。
- 2) 岩田岩保・高柳 繁：陸稲とメヒシバの生育に対する播種期の影響。日作紀 38 (別号 2), 57~58 (1969)。
- 3) 岩田岩保・高柳 繁：メヒシバと陸稲の生育特性の比較。九州農試報告 17 (2), 225~250 (1974)。
- 4) 岩田岩保・高柳 繁：夏畑作物の雑草害の解析 I 主要畑作物と雑草の競争。雑草研究 25 (3), 194~199 (1980)。
- 5) 岩田岩保・高柳 繁：同上 II 作物の生育、収量に及ぼす雑草の影響。雑草研究 25 (3), 200~206 (1980)。
- 6) 岩田岩保・高柳 繁：同上 III 作物と雑草の窒素吸収競争。雑草研究 25 (3), 207~211 (1980)。
- 7) 岩田岩保・高柳 繁：同上 IV トウモロコシの生育と窒素吸収に対する雑草の影響。雑草研究 25 (4), 253~257 (1980)。
- 8) 岩田岩保・高柳 繁：同上 V トウモロコシと雑草との競争過程の生長解析。雑草研究 25 (4), 258~263 (1980)。
- 9) 岩田岩保・高柳 繁・異儀田和典：畑夏作における雑草の発生相と雑草害の作物間比較。九州農試報告 23 (2), 153~204 (1983)。

(1985年6月4日受理)