

# 畑夏作における雑草の発生相と雑草害の作物間比較

誌名	九州農業試験場報告
ISSN	03760685
著者名	岩田,岩保 高柳,繁 異儀田,和典
発行元	農林省九州農業試験場
巻/号	23巻2号
掲載ページ	p. 153-204
発行年月	1983年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



# 畑夏作における雑草の発生相と 雑草害の作物間比較

岩田岩保・高柳 繁<sup>1)</sup>・異儀田和典<sup>2)</sup>

(1983年6月7日 受理)

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 23：153—204，1983.

九州地域の主要な畑夏雑草の発生相をその累積発生型から①飽和型，②直線型，③S字型の3つに類別，この3型は各草種の発生時の気温と関連づけられ，発生適温より高温になるにしたがって，③→②→①と移っていった。

畑夏作物に対する雑草害は，青刈ソルガムでは雑草害より雑草抑圧力が強かった。陸稲及びラッカセイは生育初期から影響をうけ，トウモロコシは雑草との間に一種の「すみわけ」的現象を示した。ダイズ（夏ダイズ）では成熟前の落葉で雑草が再生，伸長し，登熟に影響した。無除草下の雑草は生育とともに種内及び種間競争で発生本数は減少したが，乾物重は増加し，最終的には優占草種の単一群落に近い状態となった。しかし除草によって雑草群落組成は変化した。作物の窒素吸収に対しては，トウモロコシでは生育初期から後期，陸稲は初期から中期に雑草との吸収競争が激しかったが，マメ科作物は反応が鈍かった。

雑草との競争に特異性を示したトウモロコシの雑草害の発現様相は，栽植密度及び施肥量の組合せで異なった。雌穂重については多肥密植下では明らかに雑草害が軽減された。トウモロコシの部位別窒素含有率は，まず茎，次いで葉鞘で低下し，葉身はほとんど影響されなかった。雌穂では収穫時にはほとんど差がなくなった。窒素吸収に対する雑草の影響は，乾物重より先行して現われた。

目	次
I 緒 言	2 作物の生育，収量に及ぼす除草の影響
II 九州における主要畑作夏雑草の発生相	3 作物と雑草の窒素吸収競争
1 自然状態での発生相	IV トウモロコシと雑草との競争過程
2 発生時期を変えた場合の発生相	V 結 論
3 総 括	VI 摘 要
III 数種の作物に対する雑草害の発現様相の比較	引用文献
1 作物と雑草との競争	Summary

## I 緒 言

畑地における作物と雑草は，両者がそれぞれの個生態によって発芽，発生し，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いながら同一群落を

九州農業試験場畑作物付体系研究室 885 宮崎県都城市横市町

<sup>1)</sup> 現農業研究センター

<sup>2)</sup> 現東北農業試験場

形成し、群落生態としての機能を発揮している。したがって、作物と雑草との関係は、作物対雑草という異種植物群間の競争といえる。その競争の結果は作物にとってみれば雑草害となる。すなわち、雑草害は作物と雑草の自然界における異種植物間競争の原則に基づく現象の一つである。

しかし自然界と異なることは、畑には作物生産という目的のため、より周到な管理、耕種操作が加えられるので、発生する雑草は、大部分が幼植物のうちに取り除かれるという繰り返しを、多くの場合6ヵ月前後の周期で受けていることである。

このような観点からすれば、農耕地における作物と雑草との競争関係は、林地、草地及び一部の樹園地における異種植物間の競争原則とはやや異なる。

我が国における雑草防除研究は、沼田ら<sup>52)</sup>、野口<sup>49)</sup>の論説、荒井の論文<sup>2)</sup>で明らかのように、第二次大戦後、2,4-Dの導入を契機として急速に行われるようになった。その対象の主体は水稲作、水田裏作麦におかれ、多くの有効除草剤の導入、開発と利用を主軸として、全国的に試験が実施された。同時に雑草生態に関する基礎的試験研究が、従来の作物学的研究手法に新たに生態学的手法を加えて、集中的に実施された。その結果、従来の経験的除草作業から科学的根拠に基づく効率的で、省力的な新しい雑草防除技術体系が確立され、水田農家の最も厳しい労働とされてきた除草作業が著しく改善された。畑作雑草防除関係も水稲作関係とほぼ同時に試験研究が開始され、除草剤の使用法についての試験とともに、機械的、耕種の防除法の試験とその基礎的研究が川廷<sup>31)</sup>、笠原<sup>25)26)27)</sup>、宮崎ら<sup>38)</sup>及び鳥山ら<sup>62)</sup>によって行われた。最近では渡辺<sup>66)</sup>、野口ら<sup>45)46)47)48)</sup>の雑草種子の発芽、発生の生理・生態及び光環境からみた競争に関する一連の研究がある。しかし水稲作に比べて試験研究の集中的、組織的研究が遅れた。

九州地域における畑作雑草防除の研究が本格的に進められたのは、全国的傾向と同様に2,4-Dの畑作物への適用試験以後である。1963年ころまでの試験研究経過の概要については、井浦<sup>13)</sup>のとりまとめがある。その後の試験研究は、新しく開発された除草剤の適用試験に重点がおかれ、より効果的な除草剤が選抜され、実用化されてきている。したがって雑草の生理・生態的研究は全般的に少なくなったが、筆者ら<sup>16)17)18)</sup>、安丸ら<sup>73)74)75)</sup>及び山本ら<sup>68)69)70)71)72)</sup>など生態的側面から新しい研究の展開がみられてきた。しかし夏畑作の雑草防除については、対象作物が多く、それぞれの作物の耕種条件が異なり、雑草害にも軽重があるため、系統的な研究に乏しいのが実情である。

筆者らは従来の九州地域の研究成果を整理しつつ、より新しい研究の展開を目的として、1963年より1972年まで熊本県菊池郡西合志町九州農試圃場で試験を実施してきた。現在まで、九州地域の主要畑雑草の発生相<sup>10)14)</sup>、除草剤の効果的使用法と雑草防除技術からみた地域性<sup>16)</sup>、主要雑草の発芽生<sup>25)</sup>、さらに主要作物の雑草害の解析<sup>19)20)21)22)23)24)</sup>、作物と雑草の競争からみた生育特性の解明<sup>15)17)</sup>などについて報告してきた。

これらの報告論文の中から畑夏作物の雑草害を解析的に検討できる素材を選びだし、「畑夏作における雑草の発生相と雑草害の作物間比較」としてとりまとめ報告する。

本研究の実施に当っては、九州農業試験場作物第2部の元部長稲村宏、中澤秋雄の両氏より研究実施上の便宜を与えられた。また、圃場作業や調査には豊民誠之、高橋シゲ子の

両技官にご協力をいただいた。これらの方々から感謝の意を表す。

本報告の作成に当って教示と校閲をいただいた畑作部安藤隆夫部長に感謝の意を表す。

## II 九州における主要畑作夏雑草の発生相

土中の雑草種子は、休眠時間が過ぎて覚醒した後は発芽条件が適当であれば発生する。しかしその様相は作物と異なり、齊一に出芽することは少なく、長期間にわたって発生する。これは雑草の種類、種子の休眠状態の個体差、埋土位置の深浅などが影響しているためである。

また畑では、作物の播種前に耕起・整地が行われ、発生していた雑草はおおむね除去され、雑草の再発生は播種後になる。耕起・整地の時期は作物の播種適期によって異なる。したがって発生する雑草も、またその生育量も耕耘時期によって異なってくる。

そこで本章では、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

九州地域における畑雑草の種類とその発消長については、国武<sup>34)</sup>、宮崎ら<sup>38)</sup>、清水<sup>56) 57)</sup>、安丸ら<sup>73) 74)</sup>及び九州農試を中心とする数県との連絡試験<sup>35) 50)</sup>の調査結果が報告されている。これら既往の報告は、特定地帯での発消長であり、その発生相の基準はほとんど暦日で示されている。したがって、その結果は他地域あるいは他地帯に直ちに適用し難い。すなわち試験結果は、やや普遍性に欠けると考えられる。それ故、本節では雑草の発生様相について、雑草種子の発芽、発生に最も影響を及ぼす温度条件と関連させて考察することによって、普遍的法則性のある結果を得るため試験を実施した。

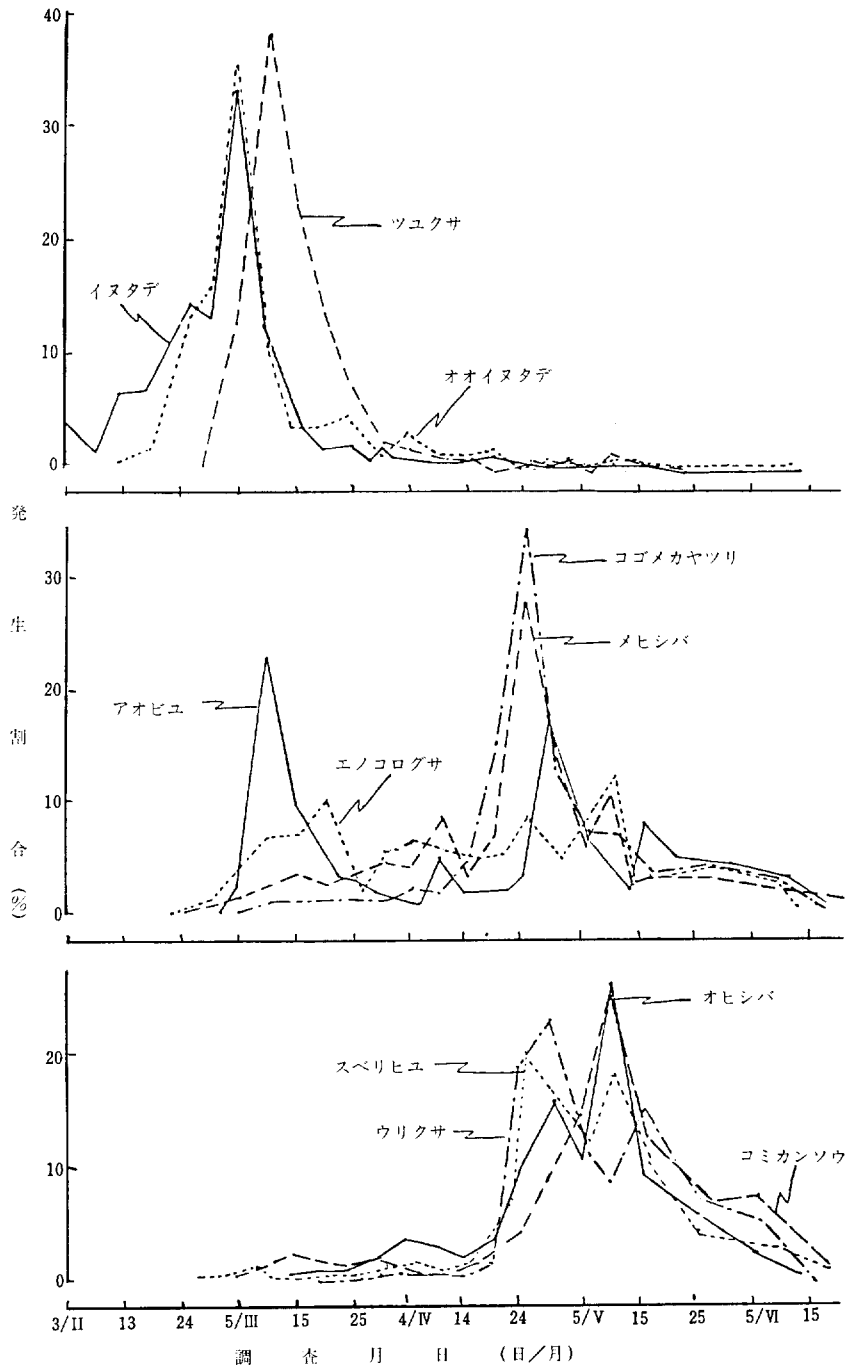
本節は1965～'66年に熊本県西合志町九州農試作物第二部の圃場及び附近の優占ないし次優占の雑草で、全国的にも強害草ないし害草に入る11草種についてその発生相を検討した。

#### 1) 材料と方法

供試雑草は1965年産の下記11草種である。

- イヌタデ (*Polygonum longisetum* De Bruyn)
- オオイヌタデ (*Polygonum lapathifolium* Linn.)
- ツユクサ (*Commelina communis* Linn.)
- アオビユ (*Amaranthus viridis* Linn.)
- エノコログサ (*Setaria viridis* (Linn.) Beauv.)
- メヒシバ (*Digitaria adscendens* (H. B. K.) Henr.)
- オヒシバ (*Eleusine indica* (Linn.) Gaertn.)
- コゴメカヤツリ (*Cyperus iria* Linn.)
- スベリヒユ (*Portulaca oleracea* Linn.)
- ウリクサ (*Vandellia crustacea* (Linn.) Benth.)
- コミカンソウ (*Phyllanthus urinaria* Linn.)

1965年12月10日に11草種の同年産風乾種子を草種別に3,000粒ずつ未耕土とよく混ぜた後、圃場に設置した40×30cm、深さ30cmの無底の木枠に10cmの厚さに敷き詰め



第1図 自然状態下の発生経過

た。未耕土には前もって消石灰 100 g/m<sup>2</sup>、複合肥料 (13-10-7) 30 g/m<sup>2</sup> を施用した。発生調査は発生し始めた翌春 2 月 3 日から 6 月 21 日まで 4~10 日毎にピンセットで抜きとって、発生本数を調査した。なお区数は 2 反復とした。また雑草の和名及び種名は日本植物誌<sup>33)</sup>に従った。

## 2) 結果と考察

### (1) 発生経過

発生経過を第 1 図に示した。発生の最も早い草種はイヌタデで、2 月初旬には発生し始め、3 月中旬までにそのほとんどが発生した。オオイヌタデはイヌタデよりやや遅れて発生し、そのほとんどが発生し終るのは 3 月下旬であった。両草種の発生最盛期は 3 月上旬であった。次にツユクサが 3 月上旬に発生し始めたが、その発生最盛期は短期間で、3 月下旬には発生を完了した。

またアオビユは、ツユクサとほとんど同時期に発生し始めたが、3 月中旬に一時発生が少なくなり、4 月下旬以降気温の上昇とともに再び発生が盛んになった。

メヒシバは 3 月上旬から発生し始め、徐々に発生が盛んになり、4 月の終わりから 5 月初めにかけて、発生の最盛期となり、以後次第に発生は少なくなった。

エノコログサは 3 月上旬から発生し、6 月中旬まで発生を続けたが、発生の最盛期は明瞭ではなかった。

コゴメカヤツリは、メヒシバよりやや発生が遅れたが、発生経過はメヒシバと同じような傾向をたどった。

スベリヒユの発生開始は 3 月上旬であったが、4 月中旬までの発生数はごくわずかであり、4 月下旬から 5 月上旬までが最盛期で、以後漸減した。

ウリクサは 3 月下旬から 4 月中旬までわずかに発生したが、大部分は 4 月下旬以降で、最盛期は 4 月の末から 5 月初めであり、以後漸減した。

オヒシバは 3 月下旬から発生し始め、次第に発生は多くなり、5 月上旬から中旬にかけて発生の最盛期となった。

コミカンソウは 3 月中旬から発生し始めたが、主な発生は 4 月下旬以降で、5 月中旬が発生の最盛期となった。

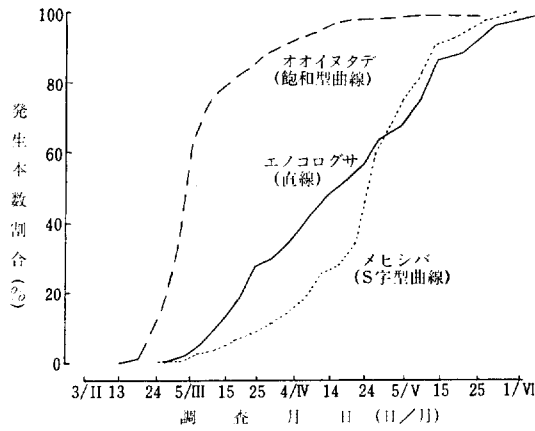
本試験の供試雑草の発生経過は、既往の結果<sup>35)36)</sup>に比べ草種によっては発生始めが若干早いものもあり、発生期間が短いものもあった。発生始めが早かったのは、試験年次の 1 月下旬から 2 月上旬にかけて気温が平年よりやや高く経過したことが原因と考えられる。

短い発生期間については、前述の既往の試験が特定圃場に限定せず、また特定畑でも陸稲作付区、土壌攪拌区など耕土を移動、攪拌した条件下での調査結果であったのに比べ、本試験は特定圃場で土壌をできるだけ動かさない条件下で実施したため、供試草種の発生はそれぞれの発生可能深度内にあるものに限られたためであると考えられる。

### (2) 発生量の累積経過

前項の発生経過から算出した発生量の累積経過を第 2 図に示した。

NODA ら<sup>43)</sup>は、水田雑草 6 草種を供試し、雑草の発生時期を水稻の栽培時期、すなわち早期、普通期、晩期の 3 時期に相当させ、土壌水分を湛水、飽水及び畑状態の 3 段階として試験した。その結果、雑草発生量の累積経過型は、Hyperbolic (H 型)、Semi-loga-



第2図 自然状態での発生量の累積経過

rithmic ( $L_1$  型), Double-logarithmic ( $L_2$  型), Sigmoid (S 型) 及び Straight ( $S_t$  型) に分類できるが, 一般には H,  $L_1$  及び S 型に分類されるとしている。さらにこれらの発生量の累積経過型は, 各草種ともその発生の時期, 土壌水分条件で変化する。畑状態での経過型は, 早期栽培ではほとんど S 型を示すが, 普通期栽培になると H,  $L_2$ , S 及び  $S_t$  型と多様に変化を示すとしている。

本試験の雑草量の累積経過型の分類については, おおよそは NODA ら<sup>43)</sup> の畑状態の経過型に準じたが, 次節の試験で比較対象として用いた陸稲の出芽が短期間に完全出芽することを考慮して, NODA らの分類型を多少改変し, Hyperbolic (H 型) を飽和型, Logarithmic ( $L_1$ ,  $L_2$  型) 及び Straight ( $S_t$  型) を直線型, Sigmoid (S 型) を S 字型として分類した。

イヌタデ, オオイヌタデ, ツユクサなどの発生の早い草種は飽和型を示し, 発生時期のやや遅いメヒシバ, さらに遅いゴゴメカヤツリ, スベリヒユ, オヒシバ, コミカンソウ,

第1表 発生相と気温との関係

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	イヌタデ	2.12	5.6	26	7.8~13.3	3.10
	オオイヌタデ	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	アオユビ	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
	ゴゴメカヤツリ	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。

ウリクサはS字型を示した。しかし、発生がやや遅いエノコログサは特異な経過をとり、ほぼ直線型を示した。またツクサよりやや発生の遅いアオビユでは飽和型が乱れて、エノコログサに近い直線型となった。

雑草の発生は、土壤水分がある程度適当であれば気温に影響される。そこで各草種の発生始期（10%発生）とその前10日間の平均気温、発生期間（発生始期～終期）とその平均気温及び発生終期（90%発生）を第1表に示した。

この表にみられるように、累積経過の飽和型、直線型、S字型の順に発生始期は遅れ、したがって発生始期の平均気温はおおむねこの順序で高くなっている。なお、直線型に分類される草種のうちアオビユが比較的高温時に、またS字型に分類される草種のうちでメヒシバはやや低温時に発生始期がある。

発生期間は直線型が極端に長く、したがってその発生期間の平均気温の幅も最も大きく、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

九州地域における畑夏作の作付の実態は、他地域に比べ作目が多彩で、播種期、植付期は3月から6月の長期にわたる。この時期は雑草の発生もまたおう盛な時期で、除草作業は農家にとって極めて大きな負担となる。

本節では、前節に供試した雑草の中から害草度、発生時期などの異なる5草種を選んで供試し、人為的に発生時期を変えた場合の発生相について草種間差を検討した。

### 1) 材料と方法

供試雑草はオオイヌタデ、メヒシバ、コゴメカヤツリ、オヒシバ、スベリヒユの5草種で、作物は陸稲農林12号を比較対象として供試した。雑草種子は、まず前年秋に採種して直ちに草種別に造成した雑草採種圃に播種し、越冬させ休眠を覚醒させた。この休眠覚醒種子を翌年2月上旬に採種圃の土壌とともに採取し、そのまま風乾して用いた。試験は圃場に設置した30cm×30cm、深さ30cmの無底木枠に4月1日、5月2日、6月4日の3回に分けて、前記の雑草種子が均一に含まれるように土壌をよく混合し表層の深さ10cmに詰めた。したがって各区の種子量には若干差が生ずるが、その差は僅少と考えられた。処理完了後発生本数をピンセットで抜き取り、本数を調査した。なお対象の陸稲は3播種期にそれぞれ140粒あて播種し、覆土は2cmとした。1区2反復とした。

### 2) 結果と考察

#### (1) 発生経過

草種別、発生期別の発生経過を第3図に示した。各草種の発生期間について、4月播での発生始期は自然発生と同様に、オオイヌタデが最も早く、播種後12日であった。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日の順であった。発生終期は陸稲が播種後25日で最も早く、以下オオイヌタデ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。

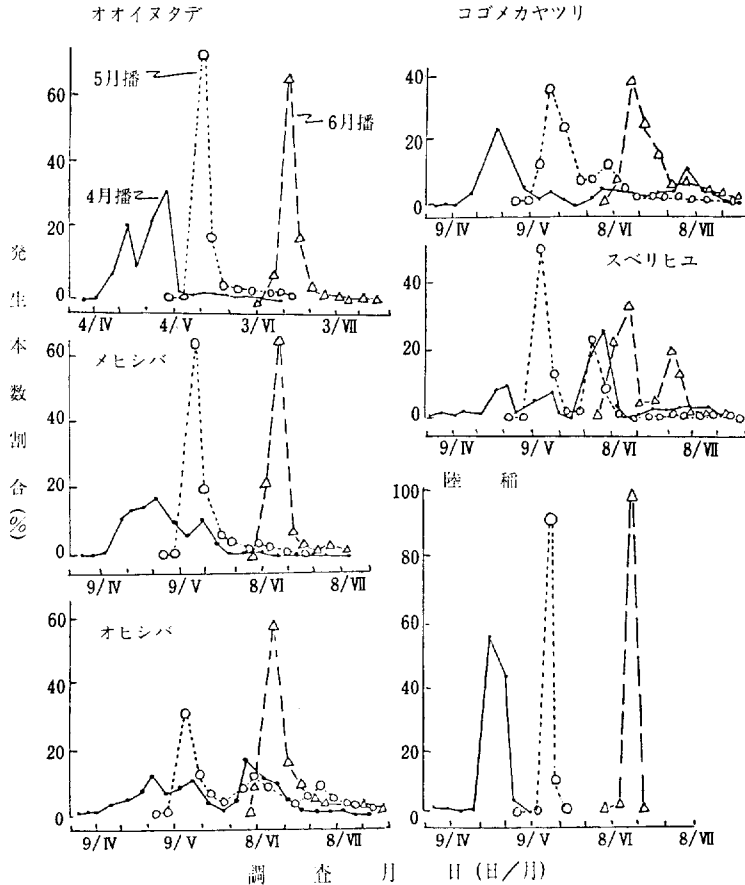
5月播の発生始期は草種間差が短縮され、コゴメカヤツリが最も遅く、播種後9日であった。発生終期は陸稲が播種後12日で最も早く、オオイヌタデ15日、メヒシバ23日、スベリヒユ31日、コゴメカヤツリ35日、オヒシバ57日の順であった。

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、以下メヒシバ12日、オオイヌタデ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を第2表に示した。自然発生で比較的早い時期に発生するオオイヌタデ、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少



第3図 播種期別の発生経過

第2表 播種時期を変えた場合の発生本数

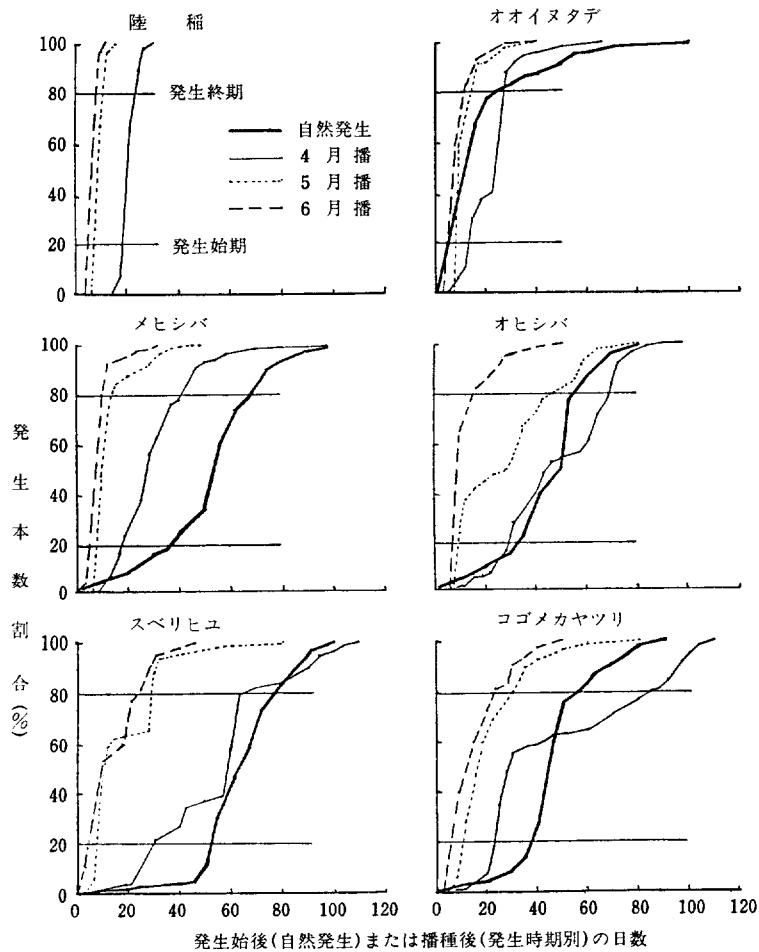
雑草名	発生本数 (本/区)		
	4月1日播	5月2日播	6月4日播
オオイヌタデ	182	163	86
メヒシバ	215	151	130
コゴメカヤツリ	185	208	464
スベリヒユ	427	496	660
オヒシバ	1,332	1,698	2,428

なくなることがわかった。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、オヒシバでは逆に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。

発生の様相は第3図でみられるように、全般的に4月播に比べて、5、6月播の方が最盛期の発生割合の山が高くなった。この傾向は自然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始期が5、6月播とずれるに従って、最盛期の山が高くなる傾向が認められた。すなわち、オオイヌタデ、メヒシバ、オヒシバが高く、次いでスベリヒユの順であった。しかし自然発生の遅いコゴメカヤツリは、播種期を変えても最盛期の山は自然発生の場合とほとんど同じ程度であった。

(2) 発生量の累積経過

供試雑草について、草種別に発生量の累積経過を前節の自然発生の結果と併記して第4図に示した。オオイヌタデの推移は、いずれの播種期も飽和型の曲線を示したが、播種期



第4図 自然発生及び播種期別の発生数の累積経過

が遅くなるにつれて、曲線の傾きは大きくなった。メヒシバは4月播ではS字型に近い飽和型の曲線を示し、自然発生とほとんど同じ傾向であったが、5、6月播では明らかに飽和型となった。コゴメカヤツリ及びスベリヒユは4月播ではS字型と飽和型の間で、自然発生に近い型を示し、5、6月播では飽和型に近い曲線となった。しかしスベリヒユの場合、各播種期の途中で一時発生量の停滞がみられたが、その停滞は播種期が遅くなるにつれて小さくなる傾向を示した。この停滞は、オヒシバの4、5月播についても同じようにみられたが、両草種とも4、5月播では発生調査期日が一致することからその時期の気象、土壌条件が影響したものと考えられる。しかし6月播は期日も異なり、オヒシバでは停滞現象は認められなかった。したがって停滞の原因については不明である。オヒシバの4、5月播は直線型と飽和型の間を示したが、6月播は飽和型曲線であった。陸稲は4月播でややS字型の傾向があるが、3播種期とも飽和型を示し、いずれも曲線の傾きが雑草に比べ垂直に近く、発生が短期間であることを示した。

以上から各草種とも4月播から5、6月播へと発生の時期がずれるに従って、つまり気温が高くなるにつれて、発生累積経過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間接的経過型を示すが、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。

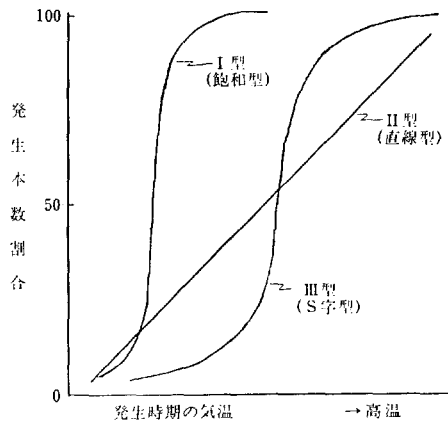
このような変化は、各雑草ともそれぞれの発生適温に近づくと従って、発生期間が短縮され、適温付近では短期間に比較的一斉に発生することを示している。なお陸稲は雑草に比べて、出芽も斉一であり、出芽期間も極めて短く、累積経過も播種期に関係なく飽和型曲線をとることが明らかになった。

### 3. 総 括

九州地域の主要畑夏雑草11草種について、自然発生条件下で、発生相を検討し、その累積発生型から3型に分類した。これによって除草時期の決定、適用除草剤の選定、除草手段の組み合わせなど、雑草防除体系の確立に合理的な根拠が与えられるものとする。さらに九州地域の畑夏作物の種類、作期を考慮して、害草度の高い5草種について、発生時期を変えた場合に発生相がどのように変るかを検討した。

まず夏雑草の自然条件下での累積発生型を第5図に模式化して示した。模式化に当り雑草の発生相が第1表に示すように気温に最も影響されることを考慮し、自然条件下での各草種の発生の早晩から草種をⅠ、Ⅱ、Ⅲ型に類別した。ついでこの類別と発生型の類別との関係を検討し、畑夏雑草の発生相を次のようにとりまとめた。

すなわち、まず土中の雑草種子は越冬後休眠が覚醒すると、土壌水分が適当であれば、気温の上昇とともに発芽、発生し始める。発生適温が比較的低い草種、つまり第5図でⅠ型の草種は、発生時期が早く、発生期間も短く、発生の累積経過は飽和型曲線をとった。この型の草種は、発生時期を自然発生時期より遅らせると、すなわち気温が高くなるに従って、飽和型曲線の傾きは大きくなり、発生期間が短縮され、発生総本数は減少した。発生適温が比較的高いⅢ型の草種は、自然発生の累積経過がS字型曲線であったが、発生時



第5図 自然発生における発生本数の累積経過の様式

期を遅らせて、気温が適温よりやや高い5～6月に発生させると、S字型曲線は直線から飽和型に近づき、発生期間も短縮され、発生総本数はI型とは逆に多くなった。

発生適温がI, III型の間にあると考えられるII型の草種は、発生の最盛期がやや不明瞭で、自然発生の累積経過は直線に近い形となった。したがってI, III型に比べて発生期間も長く、発生期間の気温の幅が広がった。この型は、発生時期を遅らせ、気温が比較的高い時期に発生させると、直線から飽和型曲線となるが、発生総本数はあまり減少しなかった。

このように雑草の発生様相は、その発生時期の気温とその草種の発生適温との隔たりによって、発生型が異なってくるが除草効果の面からは発生が飽和型に近いほど除草効果は高い。従来除草効果が不明確である原因として、雑草の発生が不斉一であったということをししばしば経験する。それはその時期の優占雑草の発生が飽和型の時期でなく、直線型あるいはS字型の時期であったためと考えられる。

### III 数種の作物に対する雑草害の発現様相の比較

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、畑作の合理的雑草防除技術を確認するための基本的課題である。このような観点から、数種の作物に対する畑夏雑草の雑草害の発現様相を1968～70年にわたって検討した。

#### 1 作物と雑草との競争

数種の作物を播種後から無除草で放任栽培し、作物の雑草の生育量の推移を作物間で比較し、作物と雑草との競争関係を検討した。

試験は九州農業試験場作物第2部（熊本県西合志町）の圃場で実施した。

##### 1) 材料と方法

供試作物とその耕種概要を第3表に示した。調査は各抜取時期とも雑草の抜取面積を69年及び70年の各作物の疎植区では1畦、68年の陸稲及び70年の各作物の密植区は3

畦を含む1区当たり約1m<sup>2</sup>として実施した。作物は、陸稲の場合疎植区が約2m<sup>2</sup>、密植区が約1m<sup>2</sup>(85~100株)、他の作物は疎・密植区とも12株を抜取り調査した。

第3表 供試作物と耕種概要

年度	供試作物 (品種名)	播種期 (月・日)	栽植密度	播種量 (g/a)	施肥量(kg/a)		区制 (区面積 と反復)
					基肥	追肥(施用月日)	
1968	陸 (農林24号)	6.10	40cm, 条播	500	N:0.5, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :0.9, K <sub>2</sub> O:0.9	N:0.1(6.29), 0.2(7.11)	10 m <sup>2</sup> 2
	ラッカセイ (334-A)	5.26	90cm×20cm		N:0.2, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :1.0, K <sub>2</sub> O:1.0 苦土石灰:10.0		12.6 m <sup>2</sup> 3
1969	トウモロコシ (ホワイトデントコーン)	5.19	90cm×20cm		N:0.5, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :1.5, K <sub>2</sub> O:1.0	N:0.5, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :1.5, K <sub>2</sub> O:1.0(6.9)	16.2 m <sup>2</sup> 3
	青刈ソルガム (パイオニア985-F <sub>1</sub> )	4.23	60cm×10cm		N:0.5, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :1.5, K <sub>2</sub> O:1.5	N:1.0(6.13)	16.8 m <sup>2</sup> 3
	陸 (ハタキヌモチ)	5.14	60cm, 条播 30cm, 条播	250 500	N:0.5, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :1.0, K <sub>2</sub> O:1.0 苦土石灰:10.0	N:0.3(5.10)	30.0 m <sup>2</sup> 3
	ラッカセイ (334-A)	5.16	70cm×20cm 35cm×20cm				N:0.2, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :0.6, K <sub>2</sub> O:0.96 苦土石灰:10.0
1970	トウモロコシ (ゴールデンクロスパン タム-F <sub>1</sub> )	5.13	90cm×20cm 45cm×20cm		N:0.5, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :1.5, K <sub>2</sub> O:1.2 苦土石灰:10.0	N:0.5, K <sub>2</sub> O:0.5(7.10)	45.0 m <sup>2</sup> 3
	ダイズ (ヒゴムスメ)	5.15	60cm×20cm 30cm×20cm				N:0.3, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :1.5, K <sub>2</sub> O:1.2 苦土石灰:10.0

注) 陸稲以外の各作物は1株1本。

## 2) 結果と考察

### (1) 作物畑における雑草の発生経過

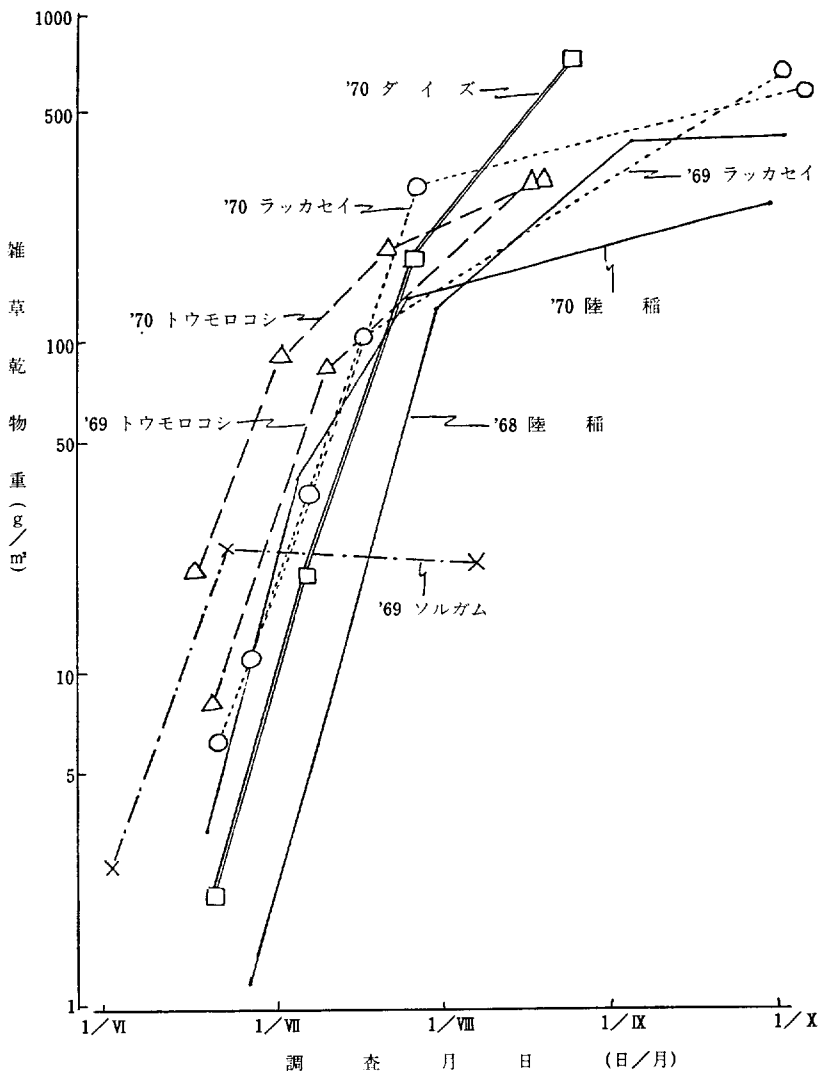
無除草で放任した場合の作物畑における全雑草重量の推移を第6図に示した。畑地の雑草の発生状態は農家の畑地管理の精粗、あるいは前作物の相違によっても異なり、作物の播種期、栽植密度及び耕起法によっても差がみられている。このことはすでに多くの研究者<sup>2) 8) 40) 41) 45)</sup>が指摘している。本結果でも第6図のように作物の生育初期の発生量には明らかな差がみられたが、生育中期以後は差が縮小された。青刈ソルガムを除く4作物の間では、それぞれの生育特性、生育量が大きく異なったにもかかわらず、4作物畑の雑草乾物重の差は最終的には縮小されてくる傾向がみられた。

1969年の試験から、ラッカセイ、トウモロコシ、青刈ソルガム畑における草種別雑草の発生本数を第7図にとりまとめて示した。播種後30~40日の発生本数はトウモロコシ畑が圧倒的に多く、青刈ソルガム、ラッカセイの2作物畑は少なかった。草種別では、ラッカセイ、トウモロコシ畑はメヒシバが優占していたが、青刈ソルガム畑は播種期が前記2作物より約1ヵ月早い4月下旬であった関係からカヤツリグサ類並びにタデ類を主体とする広葉雑草が多かった。播種後50~60日目までは全雑草の発生本数は増加してゆが、それ以後の本数は減少した。

このような推移の中で、タデ類の主体を占めるイヌタデ、オオイヌタデは、前章で述べたように発生時期が他草種より早く、発生期間も短く、生育も6月~8月上旬で終わるた

め、作物の生育後半には急激な減少を示した。ラッカセイ畑における「その他の広葉雑草」は他草種と異なり、生育の後半になっても増加傾向を示した。この区分の中に含まれる草種は、コニシキソウ、スベリヒユ、ザクロソウ、ウリクサなど小型雑草が多く、発生期もほとんど夏生の晩生に属し下草的に発生した。これら発生期の遅い小型広葉雑草はトウモロコシ、青刈ソルガム畑ではラッカセイ畑と異なり、生育後半には他草種と同様に減少した。

草種別乾物重の推移を第8図に示した。乾物重で示される各草種の生育量は、3作物畑とも全生育期間を通じてメヒシバが多く、その増加は収穫期まで続いた。しかし乾物増加



第6図 各作物畑における全雑草重の時期的推移

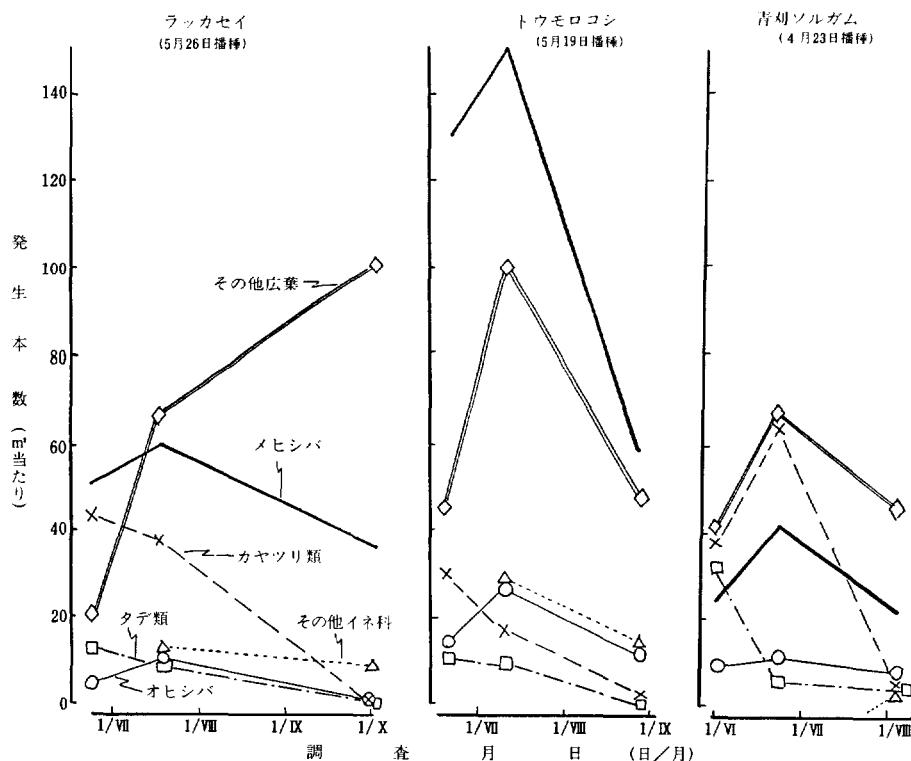
注) 1970年の各作物は疎植区の値のみを示す。

の推移は、播種後50~60日ころまでは急上昇したが、それ以後やや緩慢となった。他の草種は、播種後30~40日までは、メヒシバと同様に乾物重は増加したが、播種後50~60日になると、メヒシバとは逆に多くの草種が減少傾向を示した。ただ「その他のイネ科雑草」の傾向がやや異なり、発生本数は増加しないのに、乾物重はラッカセイ畑で増え、トウモロコシ畑では横ばいの傾向を示した。この区分の草種はほとんどオオニワホコリ、コゴメカゼクサであり、この2草種は発生の盛期が7月中~下旬で<sup>39)</sup>、他の草種に比べ発生が遅いために生じた結果であると考えられる。またオヒシバはメヒシバ以外の各草種に比べ生育後半の減少程度が少なく、青刈ソルガム畑では増加を続けていた。このことは、九州地域ではオヒシバはメヒシバと同程度の競争力をもつことを示すと同時に、「その他のイネ科雑草」の推移を考慮すると、九州地域での畑夏雑草におけるイネ科雑草の害草度の強さを示唆している。

以上のように、夏作物畑における雑草群落は九州地域では、ほとんどメヒシバが最優占種となり、作物を含めた他草種はこの絶対量に影響されて推移するものと考えてよいであろう。

## (2) 無除草下における群落総重に対する作物重の推移

無除草状態における作物と雑草の量的相対関係について、荒井は群落総重に対する水稻及び麦重の比<sup>1)2)</sup>、並びに干坂は荒井ら<sup>1)</sup>の論文から水稻重群落比<sup>3)</sup>を用いている。本試験



第7図 草種別雑草発生本数の時期的推移

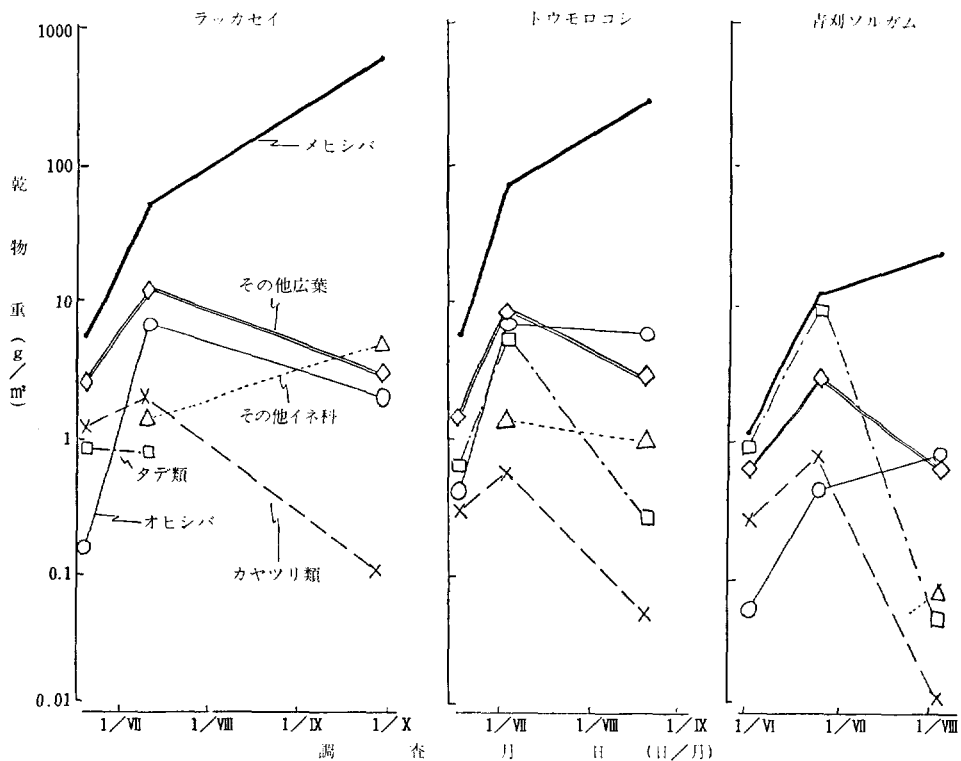
では数作物を供試したので作物重群落比〔各作物重÷(各作物重+雑草重)×100〕として、その推移を作物毎に算出し、第9図に示した。

作物と雑草によって構成されている群落は、作物の種類により特徴的な推移をとり、同一作物では播種期、栽植密度により変動幅は絶対値においてはやや異なったが、パターンとしてはよく似ていた。なお、同図で1970年の陸稲の疎植区と密植区の推移曲線が異なった。この原因は密植区ではメヒシバが優占したが、疎植区ではメヒシバの発生が少なく、小型広葉雑草が優占したため、雑草の影響が密植区より軽減されたと考えられる。各作物とも生育の極く初期は、作物重群落比がおおむね75%前後で雑草より優っていた。しかしその後は作物別の競争力の差が現われてきた。

青刈ソルガムは、播種後40日ころにはすでに群落比は95%前後となり、そのまま収穫期まで低下しなかった。したがって、生育の極く初期の雑草量が特に多くないかぎりほとんど雑草害はないものと考えられる。

陸稲は経験的にも実証的にも雑草との競争に弱く、雑草害を受け易い作物である。しかし播種期によって競争程度は異なった<sup>15)17)</sup>。

ラッカセイは作物体が畦間を完全に覆うまでの期間が長く、また草高が低い草型のため、雑草を放任した場合は、収穫期には雑草に完全に覆われるので栽植密度に関係なく枯死、



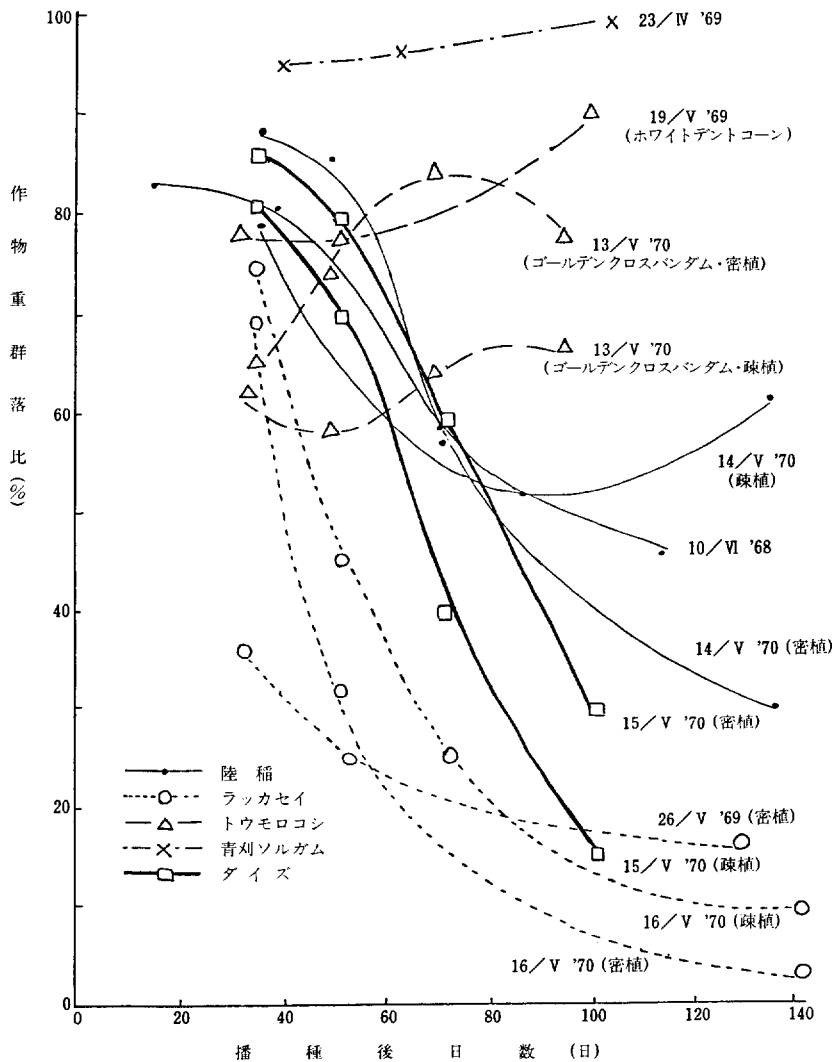
第8図 草種別雑草乾物重の時的推移

注) 各作物の播種期は第7図に同じ。



腐敗する株さえでてきた。

トウモロコシでは生育初期の作物重群落比は、ホワイトデントコーンが約80%、ゴールドデントクロスバンタムが約65%で他作物と差がなかったが、生育が進むとともに群落比は漸増傾向を示した。しかしその傾向は両品種でやや異なり、ホワイトデントコーンは直線的に増加したのに対して、ゴールドデントクロスバンタムでは若干の増減があった。なおトウモロコシは作物重群落比が増加してゆく割には、第8図の雑草重の推移に示したように、生育後半になっても雑草重の低下は少なく、ソルガムと異なっていた。すなわち、ホワイトデントコーンの場合、作物の生育と並行して雑草の生育も進行することを示した。石原



第9図 無除草状態における作物重群落比の経時的推移

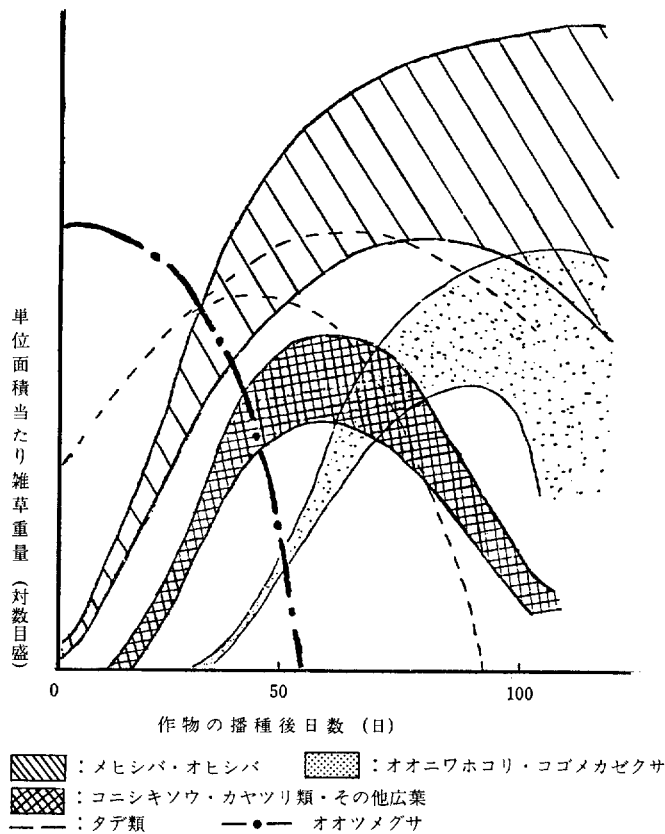
注) 図中の数字は播種日(日/月・年)。

ら<sup>12)</sup>は作物と雑草が空間的にすみわけることは耕地では困難であると述べているが、一方、生嶋ら<sup>11)</sup>は論説の中で、「すみわけは競争から協同へ転化したものである」という今西の理論を引用している。したがって、本試験結果及び筆者ら<sup>24)</sup>の雑草に対するトウモロコシの抑圧力が生育後期から収穫期になると低下ないしは横ばいを示した結果から考察すると、トウモロコシと雑草の関係は他作物と異なり、「空間的すみわけ」の一種を示していると考えられる。

ダイズ（夏ダイズ）は、陸稲、ラッカセイより雑草に対する競争力が強いといわれている<sup>29) 33) 36) 48)</sup>。しかし本結果では作物重群落比は生育中期までは陸稲と同程度であったが、後期には陸稲より低下した。これはダイズが他作物と異なり、収穫期前に落葉するため、それまでダイズによって被覆されていた雑草が急速に生長したためと考えられる。

3) 総括

作物畑における作物と雑草との競争について無除草で放任した場合、雑草重量はそれぞれ種間あるいは種内競争をしながら第10図に模式化したように推移する。



第10図 作物畑における無除草条件下での雑草重の推移  
 一作物を4月下旬～6月上旬に播種した場合一

注) '68年度の陸稲畑および'69年度のラッカセイ、トウモロコシ、ソルガム畑の調査結果より。

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、比較のお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。ただタデ類は作物の播種期によっては、メヒシバとの競争に負けず残存する場合がある。またコゴメカヤツリグサ、オオニワホコリなど発生時期の遅い雑草は、一般に夏作物の収穫期ころでも群落内で重量を増す傾向がある。

雑草本数の変化は重量とは異なり、作物間差は極めて大きい、同一作物内では、栽植密度による差はほとんどない。また全草種とも播種後50~70日以後本数が減少する。このことは群落内で発生密度を調節する現象のあることを示唆している。

雑草との競争状態におかれた作物の側に重点をおいてみると、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大きい。陸稲、ラッカセイは雑草害が大きい、その理由は作物体が畦間を完全に覆うまでの期間が長いためである。山本ら<sup>69)</sup>も作物群落内の相対照度が10%以下になる時期は、ソルガム、トウモロコシに比べ陸稲、ラッカセイでは遅れることを指摘している。トウモロコシと雑草との競争は特異な動きを示し、作物重群落比は、生育が進むにしたがって漸減してゆくが、完全に雑草を抑圧することなく、同時に雑草の生育量もある程度増加し、結実期を迎える。したがってトウモロコシと雑草は、一種の「すみわけ」をするものと考えられ、特に生育後期においてその傾向がある。ダイズ(夏ダイズ)は初期から生育がおう盛であり、茎葉の横への広がりも比較的早く、畦間の被覆も早いので、雑草には強い。ダイズとトウモロコシの雑草害の様相について、KNAKEら<sup>33)</sup>はトウモロコシ畑に発生したGiant-foxtail(キンエノコログサ)は全部稔実したが、ダイズ畑では播種3週間後に発生したGiant-foxtailはほとんど成熟期まで生育しなかったとし、ダイズ畑の被覆度はトウモロコシ畑より大きいことを報告している。しかしダイズ畑も登熟初期までの被覆度は大きいとしても、成熟期前に落葉するため、発生期の遅い草種の発生が多くなり、生育後期の作物重群落比が低下するものと考えられる。

## 2 作物の生育、収量に及ぼす除草の影響

### 1) 材料と方法

供試作物とその耕種概要及び試験区の設定は、前節の1970年の試験に記載したとおりである。処理は2回除草区、1回除草区、無除草区の3区とした。除草時期は第4表に示

第4表 作物別除草時期

作物名	除草月日 (播種後日数)	
	2回除草区	1回除草区
陸 稲	6月 9日 (26)	6月 21日 (38)
	7月 9日 (56)	
ラッカセイ	6月 9日 (24)	6月 21日 (36)
	7月 10日 (55)	
トウモロコシ	6月 6日 (24)	6月 17日 (35)
	7月 8日 (56)	
ダイズ	6月 9日 (25)	6月 21日 (37)
	7月 10日 (56)	

した。除草はすべて手取りとし、中耕、培土は試験の性質上実施しなかった。

2) 結果と考察

本試験結果の中で無除草区の数値の一部は前節の1970年の試験と同じものである。

(1) 除草による雑草群落の変遷

陸稲：雑草発生量の推移を第5表に示した。無除草区においては全草種の発生本数は、播種後70日目(7月24日)ころに最大値に達した。乾物重は収穫期まで増加したが、その80%以上はメヒシバで、他草種は70日以後は減少した。1回除草区では除草後優占雑草のメヒシバの本数、乾物重が無除草区に比べ極端に減少した。一方「その他」に含まれる夏生(中～晩生)の広葉雑草が急増した。しかしいずれも小型であり、重量的には僅少であった。2回除草区は1回除草区と同一傾向であったが、残草量はさらに少なくなった。以上の除草効果を栽植密度間で比較すると、疎植区は密植区より残草量が多かった。

第5表 陸稲畑の発生雑草量に及ぼす栽植密度及び除草回数の影響

栽植 密度	項目	調査 月日	2回除草区				1回除草区				無除草区			
			メヒシバ	オヒシバ	その他	合計	メヒシバ	オヒシバ	その他	合計	メヒシバ	オヒシバ	その他	合計
疎	本数 (本/m <sup>2</sup> )	6.19	10	6	69	85	無除草区に同じ				39	5	93	137
		7.4	7	25	150	182	3	6	219	228	47	5	126	178
		7.24	3	7	143	153	7	23	210	240	61	7	203	271
		9.30	2	5	202	209	9	7	368	384	13	2	48	63
植	乾物重 (g/m <sup>2</sup> )	6.19	0.1	0.0	0.2	0.3	無除草区に同じ				1.5	0.1	1.8	3.4
		7.4	0.5	0.2	0.7	1.3	0.0	0.1	0.6	0.7	29.5	0.1	88.0	37.6
		7.24	0.0	0.1	1.1	1.2	0.9	2.6	3.7	7.1	112.9	5.7	12.9	131.5
		9.30	0.9	1.6	17.9	20.4	20.8	6.4	45.7	72.8	201.8	2.5	45.7	250.0
密	本数 (本/m <sup>2</sup> )	6.19	17	2	56	75	無除草区に同じ				49	3	54	106
		7.4	22	3	128	153	77	6	118	131	54	5	102	161
		7.24	2	1	74	77	2	2	137	141	64	6	85	155
		9.30	1	0	110	111	9	0	103	112	27	2	47	76
植	乾物重 (g/m <sup>2</sup> )	6.19	0.1	0.0	0.2	0.3	無除草区に同じ				3.4	0.1	0.9	4.4
		7.4	0.4	0.1	0.4	0.9	0.1	0.0	0.3	0.4	31.2	0.1	1.3	32.7
		7.24	1.3	0.0	0.3	1.6	1.3	0.0	1.1	2.4	182.7	1.0	8.5	192.2
		9.30	1.2	0	1.9	3.1	5.4	0	2.7	8.1	687.9	0.2	5.2	693.3

ラッカセイ(第6表)：無除草区的全発生数は初期には陸稲畑、ダイズ畑(第8表)と同じ程度であったが、発生数の最大値は疎・密植区とも播種後50日目(7月6日)に示された。すなわち陸稲、ダイズより最大値に達する時期が早かった。これはこの時期におけるラッカセイが他の2作物よりも雑草、特に小型雑草に対して被陰力が弱いためと考えられ、その後のラッカセイ畑は疎・密植ともメヒシバの単一群落に近くなった。また全雑草重は収穫期まで増加したが、そのほとんどはメヒシバであった。1回除草区における除草後の発生本数の推移は陸稲と類似したが、陸稲より疎・密植の差が大きかった。全雑草重は除草後35日目までは急増した。その後疎植区は広葉雑草に比べイネ科雑草が急増を続けたが、密植区では各草種とも同程度に増加し、その増加程度も緩やかであった。2回除草区では、第2回目の除草後の雑草の発生抑制効果が高く、重量的にも増加が停滞するのが特徴的であった。

ラッカセイは他の3作物に比べ、地表面を覆う時期を早めれば、小型雑草に対する抑制力は極めて高いものと考えられる。しかし無除草や1回除草区のように雑草を長期間放任

状態におくと、メヒシバなどはラッカセイより草高が高くなった。つまり無除草区では播種後35日～70日後、1回除草区で70日目から雑草重が急増することが示すように、除草が遅れると、逆に雑草がラッカセイを覆ってしまう結果となった。

トウモロコシ(第7表)：無除草の疎植区では、全期間オヒシバが全発生本数では最も多く、次いでメヒシバであった。密植区では初期にはメヒシバが最も多かったが、トウモロコシの生育がすすむにつれて急減し、かわってオヒシバが最も多くなった。この理由については明らかではない。また広葉雑草もメヒシバの減少に伴って逆に増加した。その後

第6表 ラッカセイ畑の発生雑草量に及ぼす栽植密度及び除草回数の影響

栽植 密度	項目 調査 月日	2回除草区				1回除草区				無除草区				
		メヒシバ	オヒシバ	その他	合計	メヒシバ	オヒシバ	その他	合計	メヒシバ	オヒシバ	その他	合計	
疎 (本/m <sup>2</sup> )	本数	6.20	6	10	85	101	無除草区に同じ				36	22	170	228
	7.6	13	38	250	301	8	10	189	207	67	30	299	396	
	7.26	2	13	134	149	9	32	276	317	41	35	177	253	
	10.5	0	3	22	25	6	3	34	43	30	12	8	50	
植 (g/m <sup>2</sup> )	乾物重	6.20	0.0	0.0	0.1	0.1	無除草区に同じ				0.9	0.3	0.	3.1
	7.6	0.1	0.5	2.1	2.8	0.1	0.1	0.7	0.8	28.1	2.6	6.4	37.1	
	7.26	0.0	0.2	1.2	1.4	4.3	6.9	20.2	31.5	237.9	39.2	15.3	292.4	
	10.5	0	0.1	2.2	2.3	227.7	2.6	96.5	326.7	526.2	22.5	4.3	553.1	
密 (本/m <sup>2</sup> )	本数	6.20	9	13	139	161	無除草区に同じ				59	21	152	232
	7.6	11	19	241	271	10	12	223	245	74	27	273	374	
	7.26	6	11	104	121	7	17	235	259	41	19	126	186	
	10.5	0	1	28	29	3	2	7	12	30	0	1	31	
植 (g/m <sup>2</sup> )	乾物重	6.20	0.2	0.1	0.2	0.4	無除草区に同じ				4.1	0.3	1.9	6.4
	7.6	0.5	0.3	1.6	2.4	0.7	0.4	2.9	3.9	61.0	4.8	14.6	80.3	
	7.26	3.4	0.3	0.9	4.7	4.6	0.8	10.2	15.7	381.6	15.5	16.4	413.5	
	10.5	0	0.2	6.6	6.8	34.5	8.4	27.3	70.1	506.0	0	0.8	506.9	

第7表 トウモロコシ畑の発生雑草量に及ぼす栽植密度及び除草回数の影響

栽植 密度	項目 調査 月日	2回除草区				1回除草区				無除草区				
		メヒシバ	オヒシバ	その他	合計	メヒシバ	オヒシバ	その他	合計	メヒシバ	オヒシバ	その他	合計	
疎 (本/m <sup>2</sup> )	本数	6.17	15	43	20	78	無除草区に同じ				105	213	158	476
	7.2	29	207	78	314	20	113	119	252	206	236	175	617	
	7.21	3	76	123	202	14	149	192	355	202	244	143	589	
	8.18	7	91	212	310	20	169	287	476	56	182	121	359	
植 (g/m <sup>2</sup> )	乾物重	6.17	0.2	0.5	0.2	0.9	無除草区に同じ				8.1	5.7	7.6	21.4
	7.2	1.0	2.3	0.9	4.2	0.2	0.6	0.6	1.4	56.7	15.2	21.7	93.4	
	7.21	0.0	0.2	0.3	0.5	0.5	2.2	2.0	4.6	130.5	48.5	14.5	193.5	
	8.18	4.2	8.3	5.2	17.7	9.2	17.8	16.3	43.3	216.7	71.3	15.7	303.7	
密 (本/m <sup>2</sup> )	本数	6.17	20	75	37	132	無除草区に同じ				295	182	163	640
	7.2	71	110	79	260	16	71	113	200	186	179	119	484	
	7.21	2	50	107	159	12	65	146	223	111	218	160	489	
	8.18	2	46	138	186	18	91	201	310	52	177	219	448	
植 (g/m <sup>2</sup> )	乾物重	6.17	0.2	0.5	0.3	1.0	無除草区に同じ				18.7	8.0	7.1	33.8
	7.2	2.5	2.4	0.4	5.3	0.1	0.2	0.6	1.0	38.7	13.5	14.3	66.4	
	7.21	0.0	0.1	0.1	0.2	0.4	0.5	0.8	1.7	60.1	15.4	21.1	96.7	
	8.18	0.0	0.5	1.0	1.5	3.0	3.0	3.7	9.7	140.6	35.7	23.3	199.6	

の推移を乾物重でみると、疎・密植区ともメヒシバ、オヒシバは増加を続けたが、他の草種は播種後50日目以後は減少、ないし横ばいとなった。

このように密植区におけるトウモロコシと雑草の混合群落内においては、トウモロコシによりメヒシバの生育が抑えられて発生量が調節され、さらにその影響として他の非優占草種が増加するという興味ある現象が認められた。発生本数に対する抑制効果は、1回除草区では疎・密植区ともメヒシバには著しいが、オヒシバ及びその他の草種には少なかった。雑草重の増加程度は発生本数の増加割合とは直接的には関連がなく、メヒシバにおいても  $m^2$  当りの乾物重の増加は他草種と同程度であった。2回除草区では、疎・密植区とも第1回（播種後24日）、第2回（56日）除草後の雑草の発生本数の推移は1回除草区に類似するが、重量は少ない。

ダイズ（夏ダイズ、第8表）：無除草区における雑草発生本数は他の3作物とやや異なり、初期は疎・密植区とも広葉雑草及びカヤツリグサ類が多く、メヒシバ、オヒシバは比較的少なかった。発生本数の最大値は播種後50～70日目にみられた。雑草重の推移は他作物畑と同様で、メヒシバは収穫期まで増加したが、他草種は70日目を最大値として以後減少か横ばい状となった。

1回除草区は除草後メヒシバ、オヒシバに対しては、発生抑制効果が大きかったが、その他の草種、特に小型雑草に対する効果は低かった。雑草重の推移は、除草後10～30日ころまでは各草種とも発生数に応じて乾物重も増加したが、その後は疎・密植ともメヒシバが急増し優占草種となった。他の草種も他作物畑と異なり収穫期まで増加する特徴を示した。

2回除草区ではおおむね1回除草区の経過を示し、最終発生本数は1回除草区と同程度になった。

第8表 ダイズ畑の発生雑草量に及ぼす栽植密度及び除草回数の影響

栽植 密度	項目	調査 月日	2回除草区				1回除草区				無除草区			
			メヒシバ	オヒシバ	その他	合計	メヒシバ	オヒシバ	その他	合計	メヒシバ	オヒシバ	その他	合計
疎	本数 (本/ $m^2$ )	6.19	7	3	61	71	無除草区に同じ				37	5	72	114
		7.6	14	14	160	188	4	5	206	215	46	18	144	208
		7.26	4	7	114	125	11	7	208	226	61	7	201	269
		8.24	3	6	235	244	16	6	247	269	29	4	63	96
植	乾物重 ( $g/m^2$ )	6.19	0.0	0.0	0.1	0.1	無除草区に同じ				1.7	0.1	0.4	2.2
		7.6	0.3	0.4	0.8	1.5	0.0	0.0	0.5	0.5	14.8	2.8	2.4	20.0
		7.25	0.0	0.0	0.4	0.5	1.8	0.1	5.0	7.0	159.5	2.6	16.5	178.6
		8.24	0.3	0.8	7.7	8.8	128.2	18.9	90.2	237.3	692.6	3.0	4.1	699.7
密	本数 (本/ $m^2$ )	6.19	8	5	39	52	無除草区に同じ				37	11	83	131
		7.6	12	12	158	182	12	2	200	214	53	17	152	222
		7.25	6	18	146	170	8	8	293	309	86	8	98	192
		8.24	6	9	231	246	20	5	196	221	51	15	75	141
植	乾物重 ( $g/m^2$ )	6.19	0.1	0.0	0.2	0.3	無除草区に同じ				1.8	0.2	0.6	2.5
		7.6	0.3	0.1	0.4	0.8	0.1	0.0	0.5	0.6	15.9	0.7	3.1	19.8
		7.25	0.1	0.1	0.3	0.5	2.2	2.1	6.1	10.4	182.4	0.0	1.9	184.3
		8.25	1.3	1.7	7.8	10.8	29.8	0.2	13.2	43.2	572.7	1.3	24.4	598.4

以上のようにダイズ畑は、他作物畑に比べメヒシバの発生が少なく、一方晩生の小型広葉雑草が多く、さらに前章で述べたダイズの登熟後期に落葉する生育特性とが重なって、除草区でも最終的には広葉雑草がかなり多くなった。

## (2) 作物の生育と収量

陸稲：生育と収量の調査結果を第9表に示した。雑草の影響を除草区に対する無除草区の生育でみると、疎・密植区の無除草区の雑草量に差があったため結果がやや乱れたが疎植区では草丈、葉数よりも茎数に大きく現われ、地上部重も明らかに減少した。密植区ではやや傾向が異なり、地上部重は6月19日にはやや増加したが、その後は減少が大きく、次いで茎数、草丈及び葉数が減少した。収量に対しては疎・密植区とも2回除草区に比べ1回除草区、無除草区の減収は明らかであり、2回除草区より1回除草区、無除草区となるほど精粒重に対する秕重の割合が多く雑草害による登熟不良が大きいことを示した。

第9表 陸稲の生育と収量に及ぼす栽植密度及び除草回数の影響

調査月日	項目	疎 植			密 植		
		2回除草	1回除草	無除草	2回除草	1回除草	無除草
6.19	草丈 (cm)	37.6		37.8	38.5		38.6
	葉数 (葉)	6.1		6.1	6.2		6.2
	茎数 (本)	3.5		3.5	3.5		3.5
	地上部重 (g/m <sup>2</sup> )	12.4		12.0	28.1		31.1
7.4	早 丈 (cm)	54.4	53.0	54.5	61.4	58.9	60.1
	葉数 (葉)	7.5	7.4	7.4	7.5	7.3	7.3
	茎数 (本)	4.0	3.6	3.7	3.4	3.4	3.4
	地上部重 (g/m <sup>2</sup> )	34.9	34.2	35.7	109.0	101.5	91.8
7.23	草丈 (cm)	100.9	99.8	100.5	100.3	99.2	96.4
	葉数 (葉)	8.9	8.7	8.6	8.6	8.7	8.2
	茎数 (本)	4.7	4.4	3.8	3.6	3.5	3.2
	地上部重 (g/m <sup>2</sup> )	223.7	210.1	169.7	349.0	334.1	248.0
9.30	稈長 (cm)	66.5	66.1	71.3	69.5	69.2	68.2
	穂長 (cm)	21.1	22.4	21.5	22.0	22.2	19.7
	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	157	134	111	219	211	99
	地上部重 (g/m <sup>2</sup> )	650.9	571.7	390.3	839.6	804.7	302.2
	蘗重 (g/m <sup>2</sup> )	369	301	194	407	387	138
	精粒重 (g/m <sup>2</sup> )	232	195	132	306	264	90
	秕重 (g/m <sup>2</sup> )	43	63	61	120	112	71
干粒重 (g)	24.0	23.7	23.9	24.9	24.4	24.5	

ラッカセイ (第10表)：2回除草区に対する1回除草区、無除草区の生育の差は地上部重、分枝数に顕著に現われた。無除草区の収量はメヒシバに完全に覆われた結果皆無に近かった。1回除草区も減収率は極めて大きく陸稲より雑草害を強く受け、特に莢数の減少に強く現われた。

トウモロコシ (第11表)：播種後35日(6月17日)の調査で、すでに除草の有無の差は、各形質に現われ、その傾向は密植区で大きかった。除草の有無、回数の影響は、他作物と異なり、栽植密度に強く影響され、特に草丈で著しかった。収量に対する雑草害は稈

第 10 表 ラッカセイの生育と収量に及ぼす栽植密度及び除草回数の影響

調査月日	項目	疎植			密植		
		2 回除草	1 回除草	無除草	2 回除草	1 回除草	無除草
6.20	草丈 (cm)	18.3	17.4		17.2	16.9	
	主茎葉数 (葉)	7.1	7.0		6.9	6.8	
	一次分枝数 (本)	4.0	4.0		3.6	3.7	
	地上部重 (g/m <sup>2</sup> )	10.1	9.3		13.8	14.2	
7.6	草丈 (cm)	24.7	24.3	24.6	23.5	23.6	23.8
	主茎葉数 (葉)	10.8	10.5	10.4	10.4	10.3	10.1
	一次分枝数 (本)	5.5	5.1	5.0	5.2	5.2	5.1
	地上部重 (g/m <sup>2</sup> )	36.1	31.8	30.1	59.5	54.7	48.0
7.26	草丈 (cm)	47.4	45.0	57.4	49.1	48.0	56.5
	主茎葉数 (葉)	17.2	16.5	15.4	17.0	16.6	14.7
	一次分枝数 (本)	8.6	8.4	6.0	8.0	7.2	5.4
	地上部重 (g/m <sup>2</sup> )	188.8	161.7	97.5	331.1	281.6	133.7
10.4	地上部重 (g/m <sup>2</sup> )	611.5	307.3	49.7	869.0	691.5	14.5
	稈重 (g/m <sup>2</sup> )	380	188	40	546	481	12
	莢数 (個/m <sup>2</sup> )	269	134	13	324	210	3
	莢実重 (g/m <sup>2</sup> )	231	119	10	323	211	3
	上実重 (g/m <sup>2</sup> )	171	90	7	241	155	2
	100 粒重 (g)	53.4	48.0	49.9	57.1	55.3	43.1

第 11 表 トウモロコシの生育と収量に及ぼす栽植密度及び除草回数の影響

調査月日	項目	疎植			密植		
		2 回除草	1 回除草	無除草	2 回除草	1 回除草	無除草
6.17	草丈 (cm)	82.0	79.2		83.5	81.0	
	葉数 (葉)	8.7	8.3		8.6	8.2	
	莖数 (本)	3.3	3.2		3.2	2.9	
	地上部重 (g/m <sup>2</sup> )	48.1	41.2		75.6	64.3	
7.2	草丈 (cm)	139.0	137.9	133.0	135.1	125.7	135.5
	葉数 (葉)	9.7	9.4	8.9	8.8	8.1	8.3
	莖数 (本)	3.4	3.5	3.1	2.5	2.2	2.2
	地上部重 (g/m <sup>2</sup> )	163.4	161.8	131.8	195.9	176.4	187.5
7.21	草丈 (cm)	190.2	184.5	181.2	189.8	173.1	169.2
	葉数 (葉)	11.1	11.0	10.8	11.4	11.3	11.6
	莖数 (本)	2.1	1.9	1.4	1.0	1.1	1.1
	地上部重 (g/m <sup>2</sup> )	395.6	385.2	342.0	615.1	498.4	495.9
8.18	地上部重 (g/m <sup>2</sup> )	763.3	730.0	616.5	856.6	698.9	637.5
	稈重 (g/m <sup>2</sup> )	280	261	244	455	417	438
	雌穂重 (g/m <sup>2</sup> )	484	469	372	402	282	200
	雌穂長 (cm)	18.7	18.2	17.1	11.6	10.7	7.5

重よりも雌穂重と雌穂長に顕著に現われた。密植区ではこの傾向に加えて過密による種内競争も加わり区全体が低収となった。

ダイズ (夏ダイズ, 第 12 表) : 除草の有無, 回数 of 生育・収量への影響は, ラッカセイと傾向が類似し, 分枝数, 地上部重に大きく現われた。2 回除草区に対して無除草区では



第12表 ダイズの生育と収量に及ぼす栽植密度及び除草回数の影響

調査月日	項目	疎植			密植		
		2回除草	1回除草	無除草	2回除草	1回除草	無除草
6.20	草丈(cm)	32.2	31.5		28.1	29.8	
	主茎節数(節)	4.2	4.5		3.7	4.2	
	分枝数(本)	0.9	1.1		0.7	0.9	
	地上部重(g/m <sup>2</sup> )	9.8	9.6		19.5	16.4	
7.6	草丈(cm)	54.7	55.4	53.9	54.9	53.0	52.4
	主茎節数(節)	9.0	8.6	8.5	8.6	8.5	8.4
	分枝数(本)	4.7	4.7	4.3	4.9	4.4	4.5
	地上部重(g/m <sup>2</sup> )	51.9	49.7	44.8	86.5	75.1	66.3
7.25	草丈(cm)	63.9	62.7	62.1	62.2	57.0	69.0
	主茎節数(節)	9.4	9.2	9.3	8.8	8.1	8.8
	分枝数(本)	7.4	6.9	6.8	6.4	6.8	6.0
	地上部重(g/m <sup>2</sup> )	176.5	163.3	119.6	273.8	288.2	250.8
8.24	主茎長(cm)	43.6	38.2	40.1	41.4	41.3	43.2
	主茎節数(節)	12.7	12.2	12.5	12.9	12.2	12.6
	分枝数(本)	8.6	6.6	6.9	8.4	7.6	6.6
	地上部重(g/m <sup>2</sup> )	322.6	202.7	121.9	474.8	408.4	234.2
	稈重(g/m <sup>2</sup> )	61	41	41	94	84	77
	莢実重(g/m <sup>2</sup> )	262	162	81	381	325	157
	精子実重(g/m <sup>2</sup> )	103	42	1	145	142	6

疎・密植区とも、減収程度が莢実重に大きく現われ、1回除草区では疎植区で莢実重よりも精子実重に対する影響が大きかった。

このような雑草害の発現様相はダイズの生育特性である登熟期における早期落葉で、雑草が急激に伸長、増加することによる登熟への影響によるものと考えられる。

### (3) 除草の時期と回数

陸稲に対する除草時期と回数については、多くの研究がある<sup>7)29)30)31)42)48)51)</sup>。本試験からは、播種後25日前後と55日前後の2回が適当であろうと判断される。特に播種後25日前後の除草は重要で、SHARMAら<sup>55)</sup>も陸稲の雑草防除で最も重要な時期は、播種後20日前後としている。しかし早期栽培の場合は、普通期栽培に比べ優占雑草であるメヒシバの生育が陸稲の中～後期に最盛期を迎えること<sup>24)</sup>から、メヒシバの発生量のいかんによってはさらに除草回数を増す必要があろう。

ラッカセイでは播種後25～30日目ころと50日目ころが適当で、HILL<sup>9)</sup>も播種後4～8週間無除草にすると減収し、少なくとも播種後6週間までに除草する必要があることを報告している。またラッカセイの雑草被陰力について、HAUSERら<sup>8)</sup>は播種後6週間以内に出芽した雑草は、ラッカセイの主茎の上部に出るので、それまでの除草が必要であるとしている点などを考慮すると、密植により地表面の早期被覆を計ることによって、第2回目の除草時期はある程度早くなり、より効果的になる。

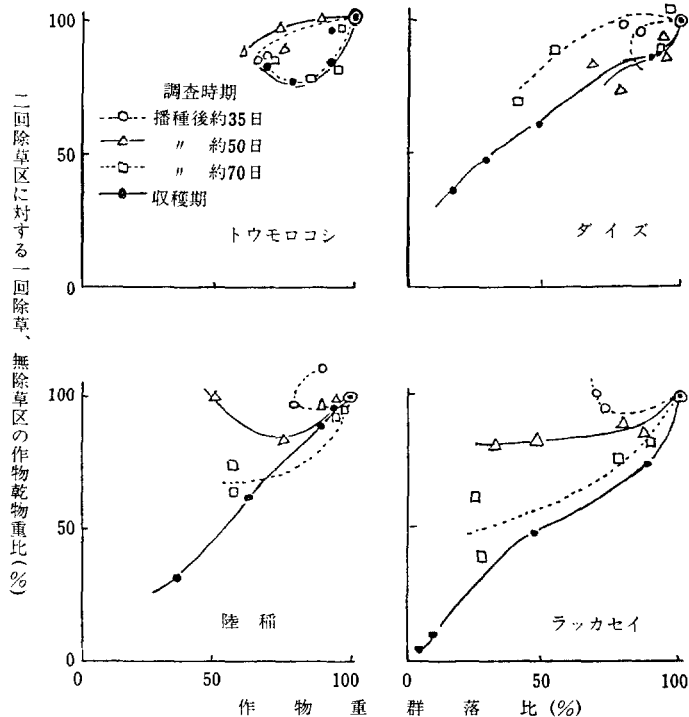
トウモロコシでは、適期2回の除草ではおおむね除草効果は高く、播種後30～40日目ころの1回除草でも雑草害はほとんど受けないとみてよい。しかしこの場合品種が飼料用

であるか、生食用であるかで異なり、生食用は生育量が飼料用より劣るため1回除草では不十分と考えられる。

ダイズ(夏ダイズ)は他作物と同様に2回除草で十分有効で、播種後40日前後の1回除草でもほぼ2回除草に近い効果があった。THURLOWら<sup>61)</sup>、BARRENTINE<sup>4)</sup>は、ダイズの雑草害は発芽後2~4週目の除草で回避できるとし、またKNAKE<sup>33)</sup>は、ダイズは比較的雑草抑圧力が強いことを認めている。しかし本試験では、播種後35日目の1回除草の場合はダイズの落葉期ころの晩生夏雑草の生育がおう盛となり、登熟不良を誘発した。しかしその減収率は疎植区では極めて大きいものの密植区は僅少であった。MCWHORTERら<sup>37)</sup>はダイズの立毛数の増加、またPERTERSら<sup>54)</sup>はダイズ畑の条間隔を狭めることがそれぞれ雑草に対して有利であると述べているが、本試験の結果からみても1回除草の場合は、密植条件にして晩生の夏雑草の発生を抑える必要がある。

3) 総括

畑において作物と雑草の関係を解析する場合、両者の生育程度を個々にみるよりも、作物と雑草によって構成される群落内の作物の割合、すなわち作物重群落比を指標として解



第11図 各時期の作物重群落比と雑草害程度との関係

- 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。

析する方がより明確となる。そこで本試験結果について、4作物の抜取時の作物重群落比と雑草害の程度を示す作物乾物重の、2回除草区に対する1回除草区、無除草区の関係をとりとめて第11図に示した。

各作物とも生育初期には作物重群落比の低下に比べて、作物乾物重の対2回除草区比の低下は少ないが、生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<sup>6) 36) 55) 56)</sup>。

陸稲の播種後35日前後の密植無除草区と50日前後の疎植無除草区では、陸稲重量は作物重群落比が低いにもかかわらず2回除草区を上回るという特異な動きを示し、この時期に雑草との協同現象<sup>51)</sup>の可能性がある。しかし70日以後は作物乾物重の2回除草区に対する比と作物重群落比が比例してくる。

ラッカセイは4作物の中では、生育時期別作物重群落比と作物乾物重の2回除草区に対する比の関係が最も規則的に推移している。比較的早い時期から群落比の低下と作物乾物重の2回除草区に対する比の低下が現われ、無除草で放任する時は収穫皆無となる。

トウモロコシは、ゴールデンクロスバンタムを用いたので、飼料用品種とやや傾向が異なったが、作物重群落比の低下は、播種後50日まで続いた。しかしその割に作物乾物重の2回除草区に対する比の低下は少なかった。

ダイズは播種後50日ころまでは作物重群落比、作物乾物重の2回除草区に対する比とも低下は少なかったが、収穫期には急激に作物重群落比と2回除草区に対する比の低下がみられた。この原因は既述のように登熟期の後半には落葉するというダイズの生育特性にあると考えられる。

4作物の収量に影響する雑草害の発現時期、程度は作物により若干異なるが、播種後50日以後の作物重群落比を求めればおおよその推定はできるものと考えられる。

### 3 作物と雑草の窒素吸収競争

作物と雑草の競争関係による雑草害の発現要因は、一般に光、水、養分が主要因とされる。したがって作物と雑草の競争については、これら3要因との関連において実験が行われ、多くの試験報告、論説がある<sup>1) 5) 28) 32) 44) 52) 63) 64)</sup>。しかしこれらの中で養分吸収競争についての試験は少なく<sup>1) 17) 44) 64) 65) 67)</sup>、その対象とした試験材料も単一作物あるいは単一草種についての報告がほとんどである。

そこで筆者らは4作物を用い、作物と雑草の養分吸収に対する競争力の比較を窒素吸収にしばって、以下の試験を実施した。

#### 1) 材料と方法

材料は本章第2節の1970年の試験から得られた材料を用いた。したがって供試作物とその耕種概要及び処理については本章の第1、第2節に記載した。窒素の定量はセミマイクロケルダール法によった。

#### 2) 結果と考察

##### (1) 作物と雑草の窒素含有率の推移

作物、メヒシバ、メヒシバ以外の単子葉雑草及び広葉雑草の窒素含有率を作物ごとに第13~16表に示した。各作物畑の無除草区の雑草の窒素含有率は、全般的傾向として生育とともに低下し、草種により多少の差はあるが、VENGRISら<sup>63)</sup>や山田<sup>67)</sup>の報告とは異なる

り、広葉雑草がイネ科雑草に比べ比較的高い値を示すという結果はみられなかった。作物別の窒素含有率はダイズ≧ラッカセイ≧陸稲>トウモロコシの順であった。各作物の推移は次のようであった。

陸稲（第13表）：陸稲の窒素含有率は疎・密植間で初期（播種後36日）ではほとんど差がなかった。しかし除草が開始された中期（51日）には密植区の含有率が疎植区より明らかに低下した。この動きは雑草についても同様の傾向であった。この原因はこの時期が追肥直前であり、養分欠乏の状態にあったため、その影響が疎植区より密植区に強く現われたものと考えられる。中期以後は、ほとんどの区で作物、雑草とも窒素含有率の低下は緩やかになった。陸稲の窒素含有率に対する除草の影響は疎植区では、1回除草区で中期に含有率の低下がみられたが、後期（71日目）には2回除草区、無除草区と同じ程度となった。2回除草区と無除草の含有率は後期まで同じような低下率で推移した。密植区は疎植区に比べ除草の影響がみられず、3処理区とも同一傾向で推移した。雑草においても密植区は疎植区に比べ除草区間の差は少なかった。疎植区においては、雑草の窒素含有率は無除草区が各草種とも低く、生育にともなう低下率も除草区に比べやや大きかった。また同一時期における除草区間の差は陸稲に比べて大きく、特に広葉雑草で著しかった。

雑草についての除草区間の窒素含有率の差は、調査時の生育ステージが除草処理間で異なっていたことが大きな原因と考えられ、他の3作物畑の雑草についても同様な傾向が認められた。

ラッカセイ（第14表）：ラッカセイの窒素含有率は、陸稲と異なり各時期とも疎・密植区の差はほとんどみられなかった。雑草については、陸稲畑の疎植区と同様に各時期とも除草の有無、回数によって異なった。すなわちメヒシバは3時期とも除草区と無除草区で異なり、無除草区は疎・密植に関係なく、除草区より低かった。他の草種についても無除草区は2回除草区、1回除草区より常に窒素含有率が低かった。

第13表 陸稲と雑草の窒素含有率（乾物当たり%）に及ぼす栽植密度及び除草回数の影響

植物名	調査時期 (部位)	疎 植			密 植		
		2回除草	1回除草	無除草	2回除草	1回除草	無除草
陸 稲	初期(地上部)	4.45	4.52		4.46	4.25	
	中期( " )	2.87	2.30	2.76	2.09	2.05	2.07
	後期( " )	2.51	2.55	2.39	2.15	2.21	1.99
メヒシバ	初 期	4.80	4.97		4.30	4.50	
	中 期	3.07	4.07	2.75	1.96	1.04	1.87
	後 期	-	2.55	1.96	2.19	2.06	1.98
メヒシバ以外の 単子葉雑草	初 期	3.88	4.01		4.08	4.01	
	中 期	3.03	3.12	2.80	2.27	2.44	2.20
	後 期	3.13	3.06	2.83	2.84	2.98	2.47
広 葉 雑 草	初 期	3.65	4.22		4.63	4.97	
	中 期	4.17	3.84	2.79	3.37	3.21	3.23
	後 期	3.39	3.37	2.65	-	2.97	2.47

注) 1 雑草は地上部と根の1部を含む(以下第16表まで同じ)。  
 2 調査時期は初期6月19日、中期7月4日、後期7月24日。

ラッカセイの窒素含有率に対する除草の影響は、除草の有無による差がわずかに認められる程度であった。雑草に対する除草の影響は疎・密植に関係なく除草後の再生雑草の窒素含有率は高かった。

トウモロコシ(第15表):トウモロコシの窒素含有率は、疎植区が各時期とも除草の有無に関係なく密植区より高かった。密植区の特徴としては、初期(播種後35日)には早くも雑草の影響が現われ、無除草区の含有率が極端に低くなった。これはトウモロコシ畑の雑草量が他作物畑に比べて多かったことも影響している。雑草の窒素含有率は除草の有無

第14表 ラッカセイと雑草の窒素含有率(乾物当たり%)に及ぼす栽植密度及び除草回数の影響

植物名	調査時期 (部位)	疎 植			密 植		
		2回除草	1回除草	無除草	2回除草	1回除草	無除草
ラッカセイ	初期(地上部)	4.38	4.31		4.27	4.23	
	中期( " )	3.79	3.82	3.47	3.96	3.95	3.75
	後期( " )	3.18	3.20	3.06	3.05	3.10	3.02
メヒシバ	初 期	4.67	4.13		4.40	4.12	
	中 期	3.15	3.62	2.55	3.16	2.93	2.37
	後 期	3.13	2.55	2.09	2.42	2.38	1.99
メヒシバ以外の 単子葉雑草	初 期	4.38	4.10		4.13	3.93	
	中 期	3.55	3.62	2.54	3.20	3.31	2.71
	後 期	3.37	2.67	2.33	3.22	2.74	2.30
広葉雑草	初 期	5.17	4.31		4.86	4.38	
	中 期	4.15	4.86	2.97	3.80	4.08	2.74
	後 期	4.20	3.04	2.39	4.33	3.10	1.65

注) 調査時期は初期6月20日、中期7月6日、後期7月26日。

第15表 トウモロコシと雑草の窒素含有率(乾物当たり%)に及ぼす栽植密度及び除草回数の影響

植物名	調査時期 (部位)	疎 植			密 植		
		2回除草	1回除草	無除草	2回除草	1回除草	無除草
トウモロコシ	初期(地上部)	3.70	3.85		3.69	3.17	
	中期( " )	2.38	2.12	1.98	1.99	1.91	1.77
	後期(茎葉)	1.74	1.55	1.12	0.96	1.89	0.85
	後期(雌穂)	2.46	2.40	2.39	2.19	2.20	2.22
メヒシバ	初 期	3.94	4.32		3.74	4.41	
	中 期	2.49	2.78	2.75	3.28	2.92	2.62
	後 期	3.49	3.87	1.87	3.67	2.06	1.57
メヒシバ以外の 単子葉雑草	初 期	4.82	4.47		4.21	4.03	
	中 期	3.34	3.03	3.00	3.14	2.92	3.26
	後 期	2.90	2.70	2.37	3.07	2.13	1.98
広葉雑草	初 期	3.95	4.36		4.15	3.88	
	中 期	2.44	3.45	2.89	3.27	2.89	2.40
	後 期	3.66	3.30	2.20	3.60	2.69	1.62

注) 調査時期は初期6月17日、中期7月2日、後期7月21日。

回数で、時期によって差があるが、その差異には一定の傾向が認められなかった。トウモロコシの窒素含有率に対する除草の影響は、陸稲と類似したがより明瞭に現われた。すなわち密植区は疎植区より初期に極端に雑草の影響を受けるが、その後はほとんど除草の有無による影響はみられなかった。

ダイズ（第16表）：ダイズの窒素含有率は初期（播種後35日）に除草区が無除草区に比べて低く、ラッカセイと傾向が異なった。雑草のうちメヒシバは初期（35日）の含有率がダイズとは逆に疎・密植区とも除草区が高かった。他の草種でも初期にはある程度除草の影響がみられた。ダイズの窒素含有率に対する除草の影響は、疎植の除草区で後期（71日）まで無除草区より高かった。雑草に対する影響は、メヒシバと他の草種で異なり、メヒシバは除草の有無が、他の草種は除草の有無より栽植密度に影響された。

第16表 ダイズと雑草の窒素含有率（乾物当たり%）に及ぼす栽植密度及び除草回数の影響

植 物 名	調査時期 (部位)	疎 植			密 植		
		2回除草	1回除草	無除草	2回除草	1回除草	無除草
ダ イ ズ	初期(地上部)	4.47	4.69		4.53	4.79	
	中期( " )	3.34	3.34	3.00	3.37	2.97	2.73
	(茎 葉)	3.08	3.02	2.66	2.86	3.06	2.89
	後期(莢 実)	4.18	4.14	4.41	4.31	3.97	4.34
メ ヒ シ バ	初 期	4.31	4.23		4.52	4.22	
	中 期	3.24	3.21	2.73	3.35	2.69	2.55
	後 期	2.29	2.62	2.31	2.94	3.21	2.05
メヒシバ以外の 単子葉雑草	初 期	3.85	4.13		4.45	4.59	
	中 期	3.31	3.35	2.99	3.62	3.06	2.74
	後 期	3.23	2.46	2.52	3.26	3.25	3.00
広 葉 雑 草	初 期	4.55	4.54		4.10	3.47	
	中 期	3.25	3.93	2.89	3.65	3.85	3.22
	後 期	4.02	3.15	2.28	3.98	3.60	2.66

注) 調査時期は初期6月19日、中期7月6日、後期7月25日。

以上のように窒素含有率の動きは、作物ごとに固有であり、同一作物の疎植と密植では、両者の絶対量には多少の差はあるが、その経時的推移は極めて類似していた。しかし疎植と密植で窒素含有率に差のある作物と、ほとんど同じ値をとる作物があり、前者は陸稲、トウモロコシで、密植の窒素含有率はいつの時期でも疎植より低かった。後者はラッカセイ、ダイズであった。これは作物間の窒素吸収特性、すなわち施肥窒素に対する依存度の作物間差異によるものと考えられる。

(2) 窒素吸収に対する雑草の影響

作物に対する雑草害を乾物重と窒素吸収量とを対比させて第17表に示した。

各作物ともその生育特性によって、雑草害の様相は、乾物重及び窒素吸収量にそれぞれ異なった形で現われてきた。

陸稲では従来の報告<sup>17)31)51)</sup>で確認されているように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

第17表 作物の乾物重及び窒素吸収量に及ぼす雑草の影響  
- 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

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には密植区で、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、ダイズの両マメ科作物では、根粒菌による固定窒素量を考えると、適当な表現ではないが、植物体窒素総量を窒素吸収量と呼べば、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含有率に対し、雑草の直接的影響は極めて少ないと考えられる。

作物に対する雑草害を無除草条件下での作物と雑草との競争として捉え、それを植物体窒素総量及び乾物重の作物に対する雑草比として表現し、その推移を第12図に示した。

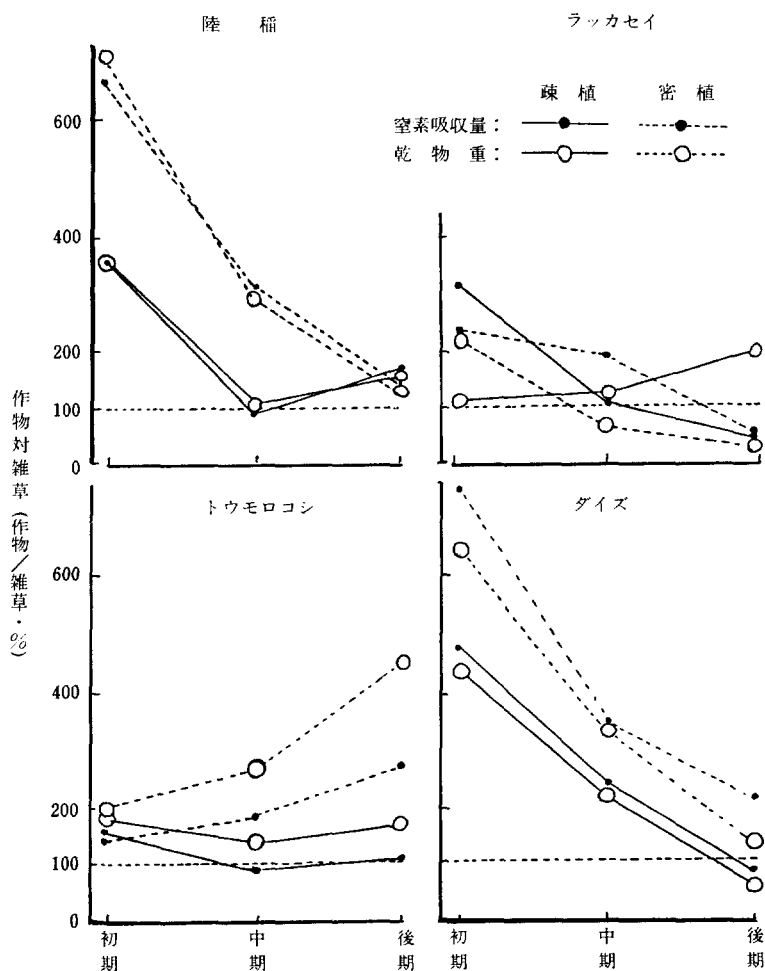
陸稲では、乾物重及び窒素吸収量ともほとんど同じ値であり栽植密度によって明瞭に分かれたが、おおむね作物優位で推移した。すなわち初期(播種後36日)には、密植区では雑草に比べ陸稲が乾物重、窒素吸収量とも極めて優位であったが、中～後期になるとその優位性は極端に低下した。しかし疎植区では初期の両要素の作物優位は小さく、中期では比率が100附近となり、むしろ雑草が優位となった。しかし後期には再び作物がやや優位となってくる傾向を示した。

ラッカセイでは、全期間作物に対する雑草比の変動幅は狭かったが、複雑に変動した。すなわち初期(播種後35日)には疎植区では、乾物重についての比が100前後で、作物と雑草が均衡していたが、窒素吸収量は明らかに作物が多く、優位であった。初期の相違は中～後期までそれぞれ異なった傾向で推移し、疎植区の乾物重では後期まで徐々に作物

が優位になっていったが、窒素吸収量は逆に雑草が優位となった。密植区では乾物重、窒素吸収量ともに完全に雑草が優位となった。

トウモロコシでは、他作物に比べ乾物重、窒素吸収量の動きが特異的で、初期は両者とも栽植密度に関係なく作物がやや優位であるが、中～後期には栽植密度で明瞭に分れた。すなわち密植区では、両者とも明らかに作物が優位となってゆくが、疎植区では作物優位の傾向は低下し、乾物重ではわずかに作物の優位は保たれたが、窒素吸収量ではほとんど認められず、雑草と均衡して推移した。

ダイズについては、陸稲と同様に乾物重及び窒素吸収量の作物に対する雑草比の推移は、栽植密度で分かれ、密植区が上回り、両密度間では、窒素吸収量が乾物重より作物の優位度が大きかった。すなわち、初期は疎・密植とも両要素の作物優位が極端に大きかった。しかし中～後期への過程で作物の優位は直線的に急激に低下し、後期には疎植区では雑草



第12図 無除草下での窒素吸収量及び乾物重の作物に対する雑草比の時期的推移



が両要素とも完全に優位となった。しかし、密植区ではなお作物の優位は多少保持されていた。

### 3) 総括

本節では作物の雑草害、作物と雑草との競争関係を窒素吸収の面から解析した。

供試した4作物のうち、作物の窒素含有率に対して雑草の影響が最も顕著に現われた作物はトウモロコシであった。トウモロコシの窒素含有率はどの調査時期でも、他の3作物及び全雑草の窒素含有率よりも低い値で推移した。特に後期にこの傾向は最も明瞭となった。後期のトウモロコシの乾物重は、他の3作物よりはるかに多いが、窒素吸収量でみると疎植では他の作物と同じ程度か、やや多い程度であり、密植では全処理区ともトウモロコシが一番少なかった。こうしたトウモロコシの養分吸収の様相に初期の雑草量が極端に多かったことが加わって、競争関係が窒素含有率に明瞭に現われたものと考えられる。

マメ科のダイズ、ラッカセイでは、根粒菌により空中窒素を固定する関係から体内窒素の動きは複雑となり、雑草との競争関係を単に除草処理区間の窒素含有率の比較のみで検討することは難しいと考えられる。ラッカセイは各時期とも処理区間の窒素含有率の差が極めて小さいにもかかわらず、乾物重や収穫物に対しての雑草の影響が極めて大きいことから、雑草害は光競争による要素が大きく、その結果二次的に窒素吸収量が影響したものと考えられる。

陸稲は、雑草の主体をなすメヒシバと生育・生態、窒素吸収特性が極めて類似しているためか、陸稲畑では作物、雑草の両者とも窒素含有率の動きは、他の3畑作物とはやや異なった様相を示し、特に中期における動きが特異的で養分吸収の競争が激しかった。

無除草区での雑草の窒素含有率は、草種別には作物の種類による変異が少なかった。

## IV トウモロコシと雑草の競争過程

トウモロコシは前章の結果からも明らかなように他作物に比べると、雑草害を比較的受けにくい。すなわち、その競争の様相は他作物とやや異なり、雑草抑圧力も大きい、その割には収穫後の雑草の残存量も多い。また雑草害は乾物重より窒素吸収に強く現われ、一般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。そこで本章では雑草害を生態的視点のみでなく生理的観点からも解析するため栽植密度及び施肥量をかえ、トウモロコシの生長量、窒素吸収のみならずさらに体内窒素の移行、分布の面からも検討を行った。

### 1 材料と方法

供試品種はゴールデンクロスバンタム ( $F_1$ ) で、播種は1971年5月30日に行った。栽植密度は疎植区は  $90 \times 20$  cm、密植区は  $45 \times 20$  cm とし、1本立とした。施肥量 (kg/a) は苦土石灰 10.0 を全面散布し、基肥として多肥は  $N:1.5$ 、 $P_2O_5:1.5$ 、 $K_2O:1.5$ 、少肥はそれぞれ 0.5、1.5、1.2 を条施し、追肥は施用しなかった。両施肥区に除草区と無除草区の2処理区をそれぞれ設け、除草区は6月10日(播種後11日)及び6月29日(30日)の2回、手取り除草した。1区面積は  $42.1 m^2$  とし、3反復、乱塊法で実施した。

なおトウモロコシの雑草に対する抑圧力を検討するための対照区として、トウモロコシ畑の疎植、密植と同じ幅の施肥溝を作り、施肥量も多肥、少肥とそれぞれ同量にした裸地

区を設けた。除草処理は手取りによる除草区と無除草区の2処理とし、除草日は6月10日(播種後11日)及び6月29日(30日)の2回とした。

乾物重測定用試料は、トウモロコシでは1区当たり12株とし、雑草は施肥溝を疎植区で1本、密植区で2本を含む1区当たり0.5m<sup>2</sup>とし、その中から一部を窒素分析用に用いた。葉面積調査は新たに同一材料を採取し、自動葉面積計を用いて測定した。窒素の分析はミクロケルダール法によった。

## 2 結果と考察

トウモロコシの生育量は、晩播であったため少なかったが、生育は順調であった。雑草は区間で多少発生むらがあったが、乱塊法配置による3区制をとったので、誤差はおおむね防げたと思われる。雑草の生育は極めておう盛であった。

### 1) トウモロコシの生育及び窒素吸収に対する雑草の影響

#### (1) トウモロコシの生育に対する雑草の影響

トウモロコシの生育に対する影響を第18表に示した。

第18表 トウモロコシの生育に及ぼす栽植密度、施肥量及び除草の影響

調査月日	項目	疎植		密植		多肥		少肥	
		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	草丈(cm)	35.4	36.5	36.1	34.3	36.2	35.8	34.1	33.2
	葉数(葉)	5.2	5.3	5.1	4.9	5.0	5.0	4.9	5.2
	分枝数(本)	0	0	0	0	0	0	0	0
7.8	草丈(cm)	98.1	88.7	75.8	67.8	85.3	78.8	77.9	61.8
	葉数(葉)	10.3	8.8	8.2	7.7	9.0	8.4	8.5	7.5
	分枝数(本)	0.9	0.5	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0
7.27	草丈(cm)	181	177	158	157	182	182	158	123
	葉数(葉)	10.5	10.6	10.0	9.9	10.6	10.6	9.8	9.3
	分枝数(本)	1.0	0.2	0.8	0	0.1	0	0.1	0
	雄穂長(cm)	42.4	39.5	37.3	38.7	40.8	38.5	37.8	33.8
	雌穂長(cm)	21.2	12.8	12.4	8.7	14.2	13.0	10.7	4.1

生育初期(6月23日、播種後24日)では草丈、葉数とも処理の影響はみられなかった。生育中期になると雑草の影響は草丈に最もよく現われたが、無除草区のトウモロコシは生育中期から後期にかけて急速に伸長した。しかし最終的には疎植少肥区のみが除草区より劣った。葉数も草丈と同様の傾向を示した。分枝数は本試験では発生が少なかったため、明らかではないが無除草区で少ない傾向がみられた。雄穂長に対する影響は比較的少なく、雌穂長に対しては、除草の有無の影響は明瞭に現われたが密植多肥区のみはその程度が小さかった。

次に乾物重の推移を第19表に示した。雑草の影響は初期(播種後24日)の段階ではまだ少なかったが、疎植少肥区ではすでに影響が現われてきた。多肥区では疎・密植とも除草区よりむしろ無除草区の乾物重が多かった。生育中期(39日)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、中期では各部位間の差は少なか

第19表 トウモロコシの乾物重(g/m<sup>2</sup>)に及ぼす栽植密度、施肥量及び除草の影響

調査月日	項目	疎植		植		密植		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
	雌穂	21.6	24.2	18.4	16.3	32.1	35.1	34.1	23.9
	雄穂	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
	雄穂	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	588.1	408.3

ったが、後期(59日)及び収穫期で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と現われた。

密植多肥条件で興味ある現象は、無除草区の葉身重が全生育期間を通じて除草区より少ないのに対し、後期の茎、葉鞘及び全地上部重と収穫期の茎、雌穂重及び全地上部重は無除草区が除草区を上回っていた。この現象はトウモロコシのような草丈の高い生育の盛んな作物では、密植多肥にすると除草区ではトウモロコシ相互の遮蔽が大きくなるのに対し、無除草区では雑草の影響として生育後期、収穫期の枯葉の増加などによって、トウモロコシ群落の受光態勢をむしろ有利にしたのではないかと考えられる。

#### (2) トウモロコシの窒素含有率に対する雑草の影響

トウモロコシの部位別窒素含有率を第20表に示した。

全地上部の窒素含有率は疎植多肥区では、除草の有無に関係なく初期の含有率が最も高く、その後収穫期にかけて低下したが、その他の区は栽植密度、施肥量に関係なく中期に最高となり、その前後では低下を示した。

窒素含有率に対する雑草の影響は、生育初期では栽植密度にはあまり関係なく少肥で現われ始めていた。中期以後には各区とも影響が明らかになり、特に密植少肥では初期の窒素含有率の低下がそのまま収穫期まで推移し、その低下程度も大きかった。部位別の窒素含有率の推移について、茎は生育中期ころまでは他の部位に比べ雑草の影響を最も受けにくかったが、後期から収穫期までは雑草の存在で茎の窒素含有率は急激に低下した。葉身は比較的影響を受けにくく、葉鞘はおおむね茎に近い動きを示すが雑草の影響は茎より少

なかった。雌穂の窒素含有率の動きはやや特徴的で、疎植少肥区では登熟初期は除草区と無除草区が等しかったが、登熟後期には無除草区の窒素含有率は低下した。これに対して他の3区は逆に登熟初期には無除草区で低かったが、後期にはおおむね除草区と同じになった。すなわち疎植少肥区は雑草の存在によって、登熟後期に雌穂への窒素の移行が不足するか阻害されることを示している。

(3) トウモロコシの部位別窒素吸収量に対する雑草の影響

トウモロコシの窒素吸収量について部位別分布を第21表に示した。生育時期別、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、生育とともに葉身の占める割合は縮小され、収穫期の窒素吸収量の分布は雌穂が最も多く、次いで葉身、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現われ、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、多肥では中期であり、少肥では後期であった。

このような現象はトウモロコシと雑草の養分吸収の時期的推移、吸収速度などの差からくる両者の養分吸収競争の経過、すなわちトウモロコシは生育初期から、一方雑草は初期よりも中～後期の吸肥力がおう盛になるという両者の吸肥パターンの差異を示すものと考えられ、興味ある現象である。

部位別窒素吸収量の推移で特徴的な点は、除草の有無による雌穂での動きであった。すなわち、雌穂は登熟初期には密植多肥区の無除草区が除草区よりわずかに低い程度で、他区の無除草区は著しく低かった。その後収穫期までには除草区との差が縮まったが、密植

第 20 表 トウモロコシ部位別窒素含有率(乾物当たり%)に及ぼす栽植密度、施肥量及び除草の影響

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	3.35	3.34	2.44	2.21	2.61	2.61	2.16	1.95
7.8	葉 身	3.08	3.12	2.84	3.01	3.11	2.93	2.92	2.67
	葉 鞘	2.71	2.78	2.38	2.24	2.62	2.45	2.31	2.12
	茎	2.90	3.14	2.89	3.11	2.74	2.66	2.76	2.84
	全地上部	2.97	3.04	2.74	2.85	2.96	2.79	2.76	2.55
7.27	葉 身	3.12	3.06	2.86	2.69	3.10	3.03	2.80	2.15
	葉 鞘	1.19	0.93	0.81	0.56	1.10	0.96	0.80	0.66
	茎	1.59	1.34	1.23	0.76	1.43	1.22	1.18	0.73
	雄 穂	1.92	1.74	1.83	2.22	1.63	1.60	2.17	1.94
	雌 穂	2.34	2.10	2.24	2.26	2.31	2.10	2.27	1.99
	全地上部	2.13	1.88	1.84	1.58	2.01	1.77	1.85	1.38
8.9	葉 身	2.52	2.57	2.56	2.19	2.28	2.47	2.45	2.10
	葉 鞘	1.18	0.99	0.97	0.73	1.00	0.95	0.96	0.70
	茎	1.57	1.17	1.18	0.72	1.32	1.21	1.02	0.68
	雌 穂	1.93	1.99	1.92	1.57	1.56	1.59	1.47	1.45
	全地上部	1.83	1.66	1.68	1.30	1.54	1.53	1.42	1.13

第21表 トウモロコシの部位別窒素吸収量 (g/m<sup>2</sup>) に及ぼす栽植密度、施肥量及び除草の影響

調査月日	項目	疎植		植		密植		植	
		多肥		少肥		多肥		少肥	
		除草	無除草	除草	無少草	除草	無除草	除草	無除草
6.23	全地上部	0.12	0.13	0.09	0.06	0.18	0.19	0.11	0.10
7.8	葉身	1.48	1.04	0.60	0.47	1.73	1.37	1.27	0.58
	葉鞘	0.45	0.33	0.17	0.11	0.49	0.42	0.37	0.16
	茎	0.23	0.16	0.08	0.05	0.21	0.19	0.15	0.06
	全地上部	2.16	1.53	0.85	0.63	2.42	1.98	1.79	0.81
7.27	葉身	2.79	2.21	1.92	1.32	4.13	3.52	3.30	1.50
	葉鞘	0.49	0.33	0.29	0.14	0.57	0.65	0.46	0.23
	茎	1.85	1.40	1.05	0.49	2.67	2.47	1.49	0.61
	雄穂	0.41	0.42	0.34	0.36	0.52	0.56	0.74	0.46
	雌穂	1.69	0.95	1.04	0.41	1.77	1.57	1.17	0.40
	全地上部	7.23	5.32	4.62	2.72	9.66	8.77	7.16	3.20
8.9	葉身	1.90	1.64	1.35	1.06	2.54	2.55	2.45	1.46
	葉鞘	0.51	0.38	0.32	0.23	0.63	0.60	0.60	0.30
	茎	2.27	1.79	1.30	0.67	3.00	2.99	2.09	1.21
	雌穂	2.92	2.76	2.67	1.55	3.62	4.55	2.81	1.27
	全地上部	7.60	6.56	5.64	3.50	9.79	10.69	7.96	4.24

多肥区以外は依然として除草区より低かった。しかし、密植多肥区のみは逆に除草区より明らかに高くなり、登熟過程での窒素の吸収移行量が極めて多いことを示した。この密植多肥の無除草区における雌穂の窒素吸収移行量の急増は、既述のように密植多肥無除草区は除草区に比べ、相互遮蔽が少なかったことから生育後期から収穫期における生育がなお盛んであり、登熟期間における窒素の吸収と雌穂への移行が順調に行われたためと考えられる。

## 2) トウモロコシと雑草の競争過程の生長解析

本節では、トウモロコシ畑におけるトウモロコシと雑草の競争関係をトウモロコシの生長量とその生長要素の推移から解析し、併せて雑草に対するトウモロコシの影響、すなわちトウモロコシの雑草抑圧力について明らかにする。

### (1) トウモロコシの生長量と体内窒素分布の関係

トウモロコシの葉面積指数 (LAI) 及び中～後期、後期～収穫期にかけての個体群生長率 (CGR), 純同化率 (NAR), 平均 LAI, 平均窒素含有率 (以下 N%) を第22表に示した。

① 葉身及び全地上部の平均窒素含有率と CGR の関係: 第13図のように、生育中期から後期にかけての CGR と N% との間には、葉身、全地上部ともある程度の相関がみられた。

栽植密度間では、疎植区の葉身は同じ N% レベルでも除草区が明らかに CGR が高く、全地上部でもその傾向がうかがわれた。密植区では多肥の無除草区以外の3区は葉身、全地上部ともほぼ一直線上であり、多肥無除草区は N% に比較して CGR が高かった。後期

から収穫期の CGR と N% との間には、葉身、全地上部とも除草区に比べ無除草区が N% に対して CGR が相対的に高くなる傾向を示した。

以上のように中期から後期にかけての CGR は、トウモロコシ体内の N% とある程度正の相関が認められるが時期別、処理別の CGR の差は大きい、N% の差は小さい。したがってこの時期の CGR、乾物重に現われる雑草害はトウモロコシ体内の N% よりも前項の窒素吸収量の差が原因と考えられる。生育後期から収穫期までの動きは、極めて特異的で作物に対する雑草の影響の複雑さを示している。

② 葉身、全地上部の平均窒素含有率と LAI 及び NAR との関係：CGR は NAR と LAI の積であることから、CGR を支配するこれら 2 要因と体内 N% との関係を検討した。

LAI と N% との関係は、第 14 図のように、生育中期から後期ではある程度の相関を示し、葉身、全地上部ともその傾向は CGR に類似した。

生育後期から収穫期にかけては、中期から後期と同一傾向であったが、相関はさらに低下した。

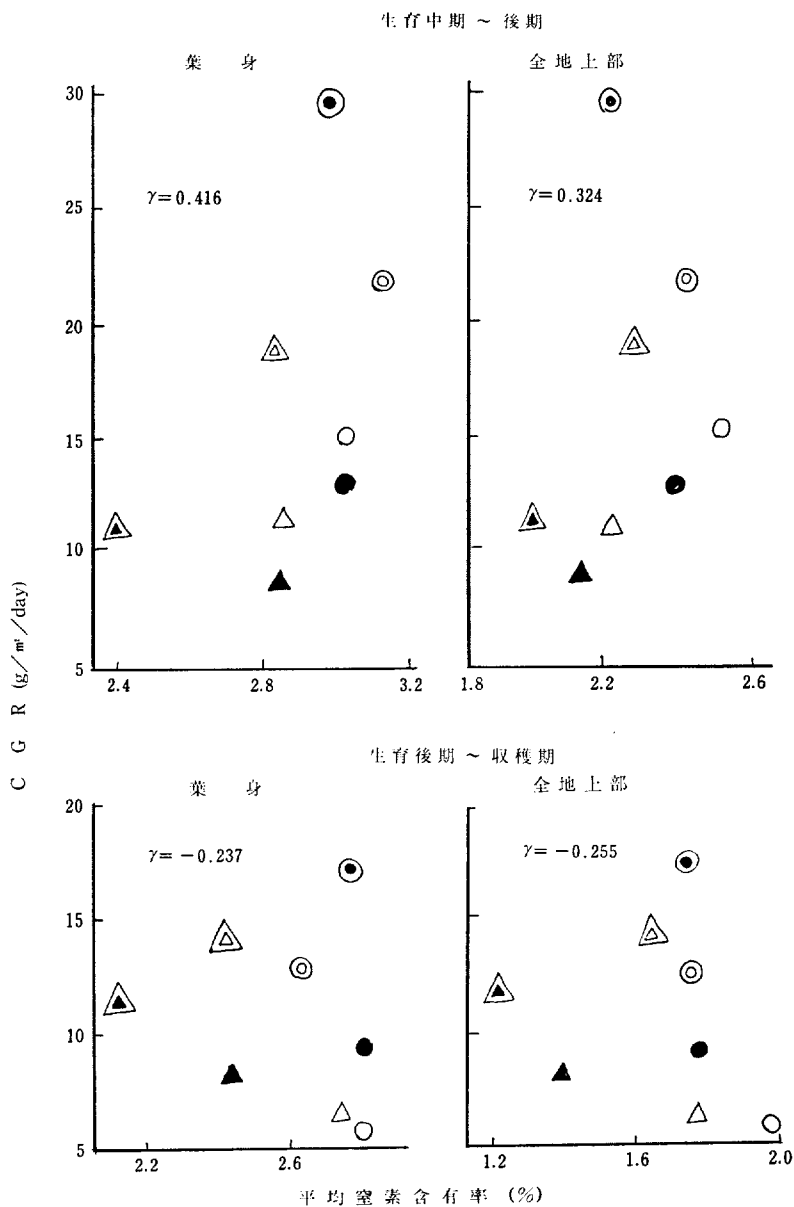
NAR と N% との関係は第 15 図に示すように、生育中期から後期にかけては明らかな関係はみられなかったが、後期から収穫期にかけては葉身、全地上部とも NAR と N% は、疎植区ではおおむね負の関係をもった。この時期において特徴的な結果は、無除草区の

第 22 表 栽植密度、施肥量及び除草とトウモロコシの地上部重及び生長諸要素

項目	調査時間 (月・日)	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
乾物重* (g/m <sup>2</sup> )	6.23	3.6	3.7	3.5	2.9	6.8	7.4	5.2	5.2
	7.8	72.7	50.2	30.9	22.2	81.8	71.2	64.7	31.6
	7.27	363.3	296.2	265.1	183.7	508.5	524.4	407.3	250.7
	8.9	439.1	416.1	351.4	289.2	668.0	740.2	588.1	408.3
L A I (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	7.8	1.35	0.94	0.65	0.48	1.63	1.33	1.27	0.68
	7.27	1.86	1.47	1.43	1.03	2.77	2.50	2.65	1.73
	8.9	1.44	1.08	0.81	0.81	1.88	1.73	1.63	1.31
平均 LAI (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	7.8 ~ 7.27	1.59	1.19	0.99	0.72	2.15	1.98	1.89	1.12
	7.27 ~ 8.9	1.64	1.27	1.14	0.92	2.30	2.08	2.08	1.51
C G R** (g/m <sup>2</sup> /day)	5.30 ~ 6.23	0.15	0.16	0.15	0.12	0.28	0.31	0.22	0.22
	6.23 ~ 7.8	4.62	3.10	1.83	1.29	5.00	4.26	3.97	1.76
	7.8 ~ 7.27	15.29	12.95	12.32	8.50	22.46	29.11	18.03	11.53
	7.27 ~ 8.9	5.83	9.22	6.64	8.12	12.27	16.60	13.89	12.12
N A R (g/m <sup>2</sup> /day)	7.8 ~ 7.27	9.61	10.92	12.46	11.80	10.45	14.69	9.54	10.25
	7.27 ~ 8.9	3.55	7.29	5.80	8.86	5.34	7.98	6.68	8.03
窒素含有率 (%)全地上部	7.8 ~ 7.27	3.10	3.09	2.85	2.85	3.10	2.98	2.86	2.41
	7.27 ~ 8.9	2.55	2.46	2.29	2.21	2.48	2.28	2.30	1.96
葉身含有率 (%)全地上部	7.8 ~ 7.27	2.82	2.81	2.71	2.44	2.69	2.75	2.62	2.12
	7.27 ~ 8.9	1.98	1.77	1.76	1.44	1.77	1.65	1.63	1.25

注) \* 第 19 表の全地上部重を転記。

\*\* 5 月 30 日の乾物重を 0 とし算出。



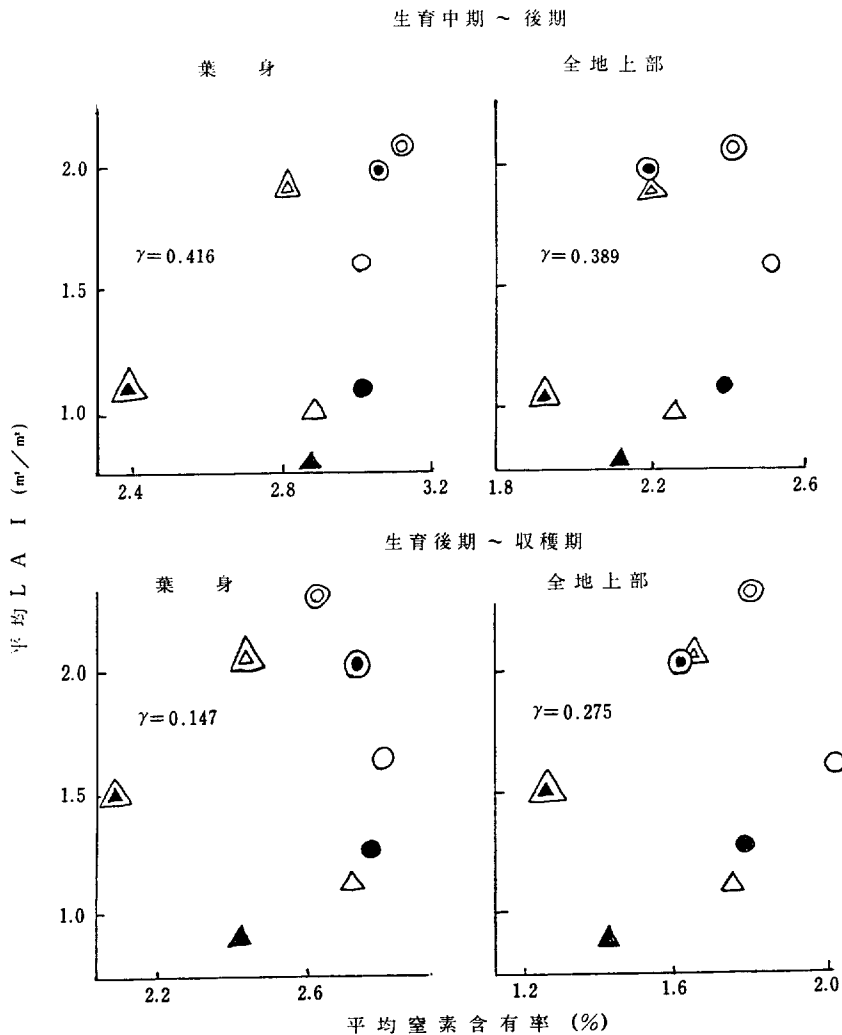
第13図 葉身および全地上部の窒素含有率とCGPとの関係

- |             |             |
|-------------|-------------|
| ○：疎植・多肥除草区  | ◎：密植・多肥除草区  |
| ●：疎植・多肥無除草区 | ⊙：密植・多肥無除草区 |
| △：疎植・少肥除草区  | ⊖：密植・少肥除草区  |
| ▲：疎植・少肥無除草区 | ⊗：密植・少肥無除草区 |

NAR が除草区のそれを全ての区において上回るが、これは LAI との関連で、この時期における生葉が無除草区に多く、除草区が早く成熟したことが NAR に影響したと考えられる。また第 15 図のこの時期の除草区と無除草区をそれぞれ破線で結ぶと、葉身、全地上部とも NAR を最大にする N% の値があり、その値は除草と無除草ではほぼ一致することが推察できることである。このような NAR についての結果は本試験では解明しえなかった。

(2) 雑草に対するトウモロコシの影響

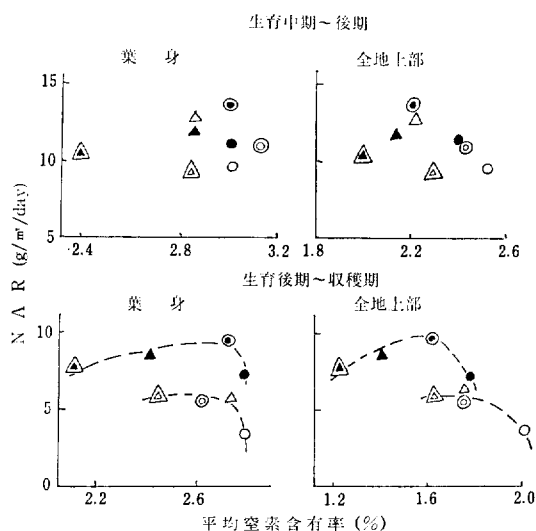
前項のトウモロコシ畑の無除草区の雑草重とトウモロコシの雑草抑圧力を検討するために設けた裸地区の雑草重を第 23 表に示した。同表からトウモロコシの雑草抑圧力を雑草重の無除草区/裸地区比として求め、その推移を第 16 図に示した。



第 14 図 葉身及び全地上部の平均窒素含有率と平均 LAI との関係

注) 図中の記号は第 13 図に同じ。





第15図 葉身及び全地上部の平均窒素含有率とNARとの関係

注) 図中の記号は第13図に同じ。

第23表 雑草の乾物重及びCGRに及ぼす作付の有無の影響

項目	調査時期 (月、日)	疎植		植		密植		植	
		多肥		少肥		多肥		少肥	
		無除草	裸地	無除草	裸地	無除草	裸地	無除草	裸地
乾物重	6.21	17.7	9.4	11.4	7.8	17.7	8.7	16.7	25.7
CGR*	5.30~6.21	0.81	0.43	0.51	0.35	0.80	0.39	0.76	1.67
乾物重	7.5	85.4	78.0	59.6	26.4	86.4	82.9	58.2	67.3
CGR	6.21~7.5	4.83	4.90	3.45	1.33	4.90	5.30	2.96	2.97
乾物重	7.21	137.2	332.3	164.0	216.5	163.8	332.1	118.6	371.8
CGR	7.5~7.21	3.24	15.89	6.52	11.88	4.84	15.57	3.77	19.03
乾物重	8.11	337.4	520.5	450.5	513.9	176.5	673.4	308.1	676.6
CGR	7.21~8.11	9.53	8.96	13.64	14.17	0.60	16.29	9.03	14.49

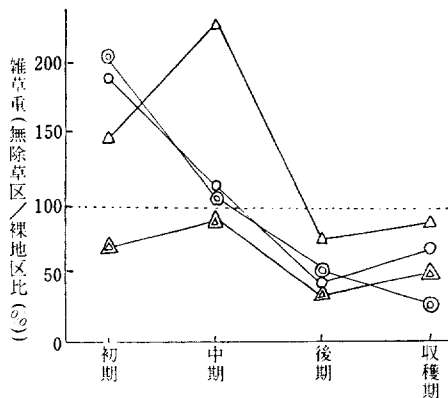
注) 1 乾物重は $g/m^2$ 、CGRは $g/m^2/day$ 。

2 \* 5月30日の乾物重を0として算出。

トウモロコシの生育初期(播種後23日)には密植少肥区以外の区では、トウモロコシ畑の雑草量が裸地区より極めて多かった。これは調査箇所におけるハマスゲの量の多少に起因し、その発生が部分的で、これがたまたま第1回の調査箇所と重なり、密植少肥では裸地区に多く、その他の区ではトウモロコシ畑の無除草区に多かったためである。第2回以後の調査箇所ではハマスゲの発生むらは小なかった。

生育初期のトウモロコシと雑草との競争はほとんど起こっていないと考えられたので、初期の雑草量は畑の雑草の発生数により決定される。中期(37日)では、密植少肥以外は

まだトウモロコシの雑草抑圧効果は明らかにならなかった。後期(53日)になると抑圧効果は全区で明瞭となり、ほとんど全ての主要草種に抑圧効果が認められた。収穫期(74日)では密植多肥区以外の区は、後期に比べ抑圧力は低下した。これはこの時期の雑草量の大半を占めるメヒシバの乾物増加割合が裸地区よりトウモロコシ畑の無除草区で大きいため、トウモロコシの老化にともない無除草区の群落内への光の透過率が大きくなり、そのためメヒシバの生育がおう盛になったと考えられる。このことは、トウモロコシの生育が収穫期までおう盛であった密植多肥の無除草区におけるメヒシバの乾物増加割合が少ないことから明らかである。



第16図 トウモロコシの栽培法と雑草抑圧力の時期的変化

○— 疎植多肥      ⊙— 密植多肥  
△— 疎植少肥      ⊚— 密植少肥

(3) トウモロコシと雑草の生育の比較

第22表の除草区のトウモロコシと第23表の裸地区の雑草のそれぞれのCGRを用いて、両者の生育を比較すると、播種から生育初期にかけては雑草のCGRが大きい傾向がみられた。たま同期間はトウモロコシでは密植区、雑草では発生本数(特にハマスゲ)の多い区ほどCGRが大きかった。すなわちこの期間のCGRはトウモロコシ、雑草とも単位面積当りの個体数で決定され、植物間の競争はまだ始まっていないことを示すと考えられる。

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はトウモロコシと雑草の調査期間が多少異なるが、密植多肥では、雑草に比べてトウモロコシが高い以外は大差がなかった。後期から収穫期にかけては、トウモロコシの乾物の増加率は低下するのに対し、雑草はさらに乾物重が増大を続けるため、CGRはいずれの区でも雑草が大きくなった。

収穫期における裸地区の雑草の絶対量に興味あることは、同一施肥量では施肥溝の多い密植区は少ない疎植区よりわずかに多い程度にすぎず、また同一栽植密度でも多肥と少肥の間の乾物重に差異が認められなかった。しかしトウモロコシ畑の無除草区では施肥、栽植密度で雑草量に顕著な差が認められた。これはトウモロコシ畑における無除草区の雑草

に対するトウモロコシの抑圧力は、養分の面より光の面での作用が大きいことを推察させる。

### 3 総 括

トウモロコシと雑草の競争の様相を生長解析の手法を用い、また窒素吸収の観点から解析した。この種の研究については、高柳らの2種混合群落の生長モデルの実験<sup>59)</sup>、筆者らのメヒシバと陸稲の競争に関する試験<sup>24) 60)</sup>がある。本章ではトウモロコシ畑における雑草害の発生機構について、興味ある事実を明らかにしたのでそれらの結果を総括し次に述べる。

#### 1) トウモロコシの生育、窒素吸収に対する雑草の影響

雑草との競争下におけるトウモロコシは、他作物に比べ草丈が高く、生育も比較的おう盛であるため密植することにより雑草抑圧効果も高まる。したがって他作物と異なり雑草による光競争の影響は少ないが、その反面相互遮蔽、養分の競争など種内の競争が大きくなる。この現象は多肥条件では強くなり、その上雑草との種間競争が加わって種間、種内の両者からの激しい競争となる。少肥条件では、雑草の影響は生育初期から窒素吸収を通して乾物生産に現われる。この場合種内競争は多肥により低下する。トウモロコシの雑草害に対する密植多肥の軽減効果は、既往の報告<sup>3) 4) 64)</sup>でも諸説があり一定しない。その原因としてトウモロコシは種内、種間の両競争が大きく現われるため、栽植密度との関連によって施肥反応が異なるためであろう。

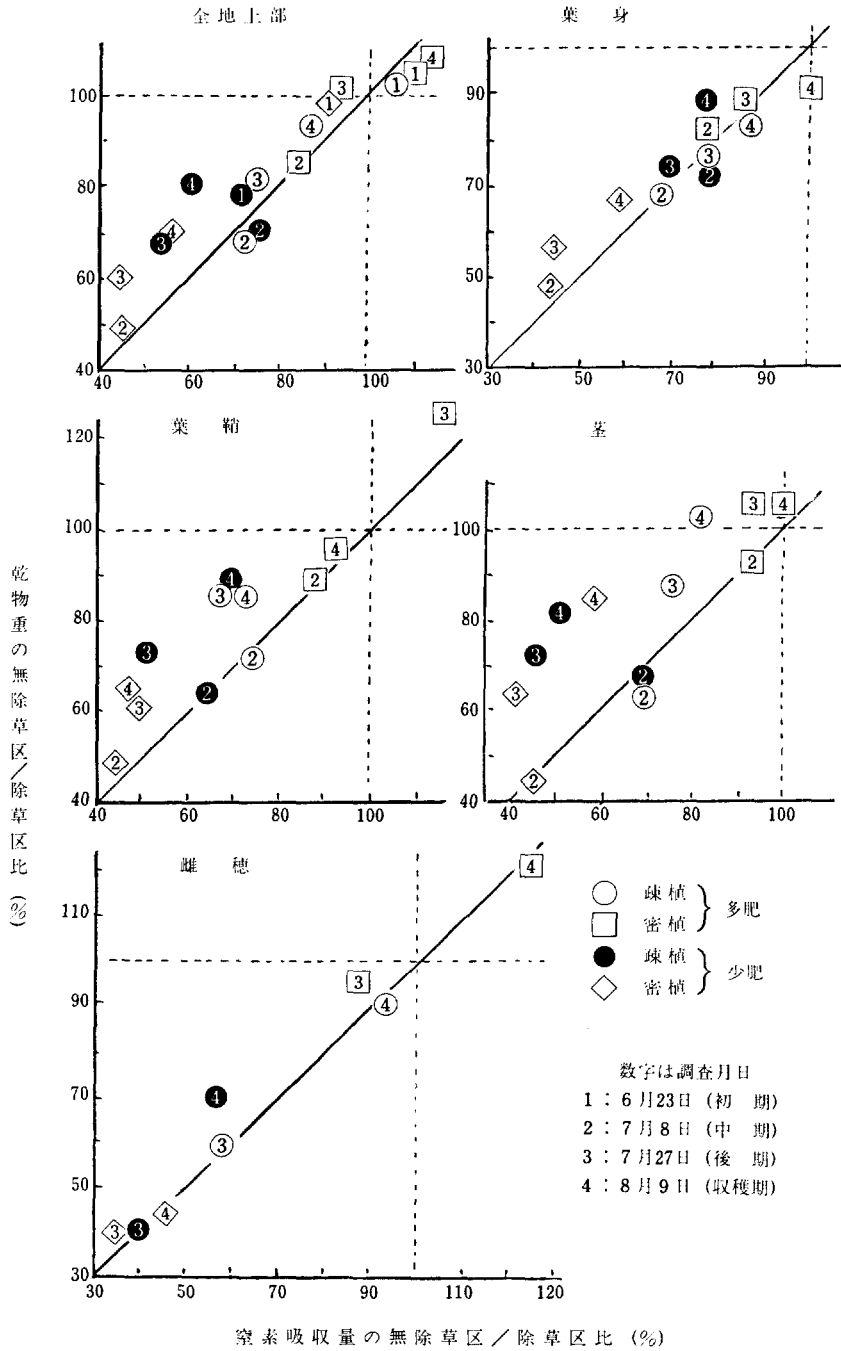
トウモロコシに対する雑草害の発現機構をさらに明らかにするため、雑草による影響がトウモロコシの乾物重と窒素吸収あるいは窒素の体内分布に如何なる形で現われるかを、それぞれの無除草区/除草区比で第17図に比較した。

まず窒素全吸収量（全地上部）についてみると既述のように、生育初期（播種後25日）には、すでに少肥区では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、その程度はやはり乾物重より窒素吸収量により強く現われてくる。

葉身では他の部位に比べ、乾物重、窒素吸収量の無除草区/除草区比が全処理区、各時期とも100以下で雑草の影響を受けるが、窒素吸収量と乾物重の両者の増減はおおむね比例的である。葉鞘、茎に対しては乾物重、窒素吸収量とも無除草区/除草区比が100以上になる処理区、時期もあるが、乾物重と窒素吸収量のそれぞれに対する影響は異なり、明らかに乾物重よりも窒素吸収量が低下している。

雌穂については雑草害は他の部位に比べ処理の差が大きいですが、各区とも登熟がすすむにしたがって、雑草害からの回復の方向へとすすみ、特に密植多肥では完全に除草区を越えるようになる。また雌穂における雑草害の影響は、窒素吸収量と乾物重に対してほとんど平衡を保って現われるようで、他の部位に対する現われ方と若干異なる。

このようにトウモロコシに対する雑草の影響はまず窒素吸収に影響し、その結果は窒素含有率より乾物重により強く影響すると考察される。したがって、窒素含有率に対する雑草の影響は、栄養生長期には養分・水分の貯蔵器官である茎、葉鞘に現われ始め、同化器官である葉身では少なくなる。その後雄穂、雌穂が形成され発達するに伴い物質の移行は、これら生殖器官、特に雌穂に集中して起こるようである。



第 17 図 乾物重及び窒素吸収に及ぼす雑草の影響

この登熟様相で特徴的な現象は、疎植少肥条件の無除草区では、他区に比べ登熟後期の雌穂への窒素の移行が不足するか、阻害される。逆に密植多肥条件の無除草区では、雌穂への窒素の移行が他の同化産物の移行と並行して重点的に行われる。このことは栽植密度、施肥条件の相違による雑草害に対する回復力の差を示す興味ある点である。

他方、養分吸収に対する雑草の影響は、少肥条件下では、生育初期から現われ、しかも後期までトウモロコシの窒素吸収に影響がみられる。しかし多肥条件下では、雑草の影響は初期にはみられず、中期が最も激しい。これはトウモロコシの吸肥力が相対的に初期から強いのに対し、雑草特にメヒシバは初期には比較的吸肥力が緩やかであり、中～後期に急激に生育がおう盛となり吸肥力も強くなるという吸肥パターンと「すみわけ」など、両者の混合群落内での生態的特性からきた結果であろう。

## 2) トウモロコシと雑草との生長の比較

高柳ら<sup>60)</sup>は陸稲とメヒシバの混合群落における両種の生育特性の実験において、両種の乾物生産と競争には比葉面積 (SLA) が重要な役割をもつことを示唆し、さらに筆者ら<sup>7)</sup>は、メヒシバと陸稲の競争について物質生産過程から両種の乾物生産の優劣関係は、生長の初期の相対生長率 (RGR) の差によっておおむね決定され、この RGR の差は主に LAR の差に起因するもので、NAR の種間差は比較的少ないことを認めた。

また野口ら<sup>48)</sup>は、畑作物の除草の必要期間を作物の畦間地表面における相対照度から設定したが、その相対照度の程度に対しては、LAI が重要な要素となっていることを報告している。

このような既往の成果から本報ではトウモロコシと雑草との競争関係について、葉面積を中心とする生長量の解析的手法を用い、乾物生産過程の差異を明らかにした。トウモロコシの乾物増加あるいは CGR は、生育中期から後期の雑草との競争が、最も激しい時期には、LAI と正の相関があり、また LAI は平均窒素含有率とおおむね正の相関をもつ。この時期のトウモロコシの乾物増加に対する雑草の影響は最も著しく、窒素吸収→LAI→乾物増加の過程で雑草と最も激しく競争する。生育後期から収穫期までの主として登熟期間中の CGR と N% の間の関係は明らかではない。そこで CGR を NAR と LAI に分解してみると、LAI と N%、CGR と NAR の間にはそれぞれ正の相関がみられている。しかし LAI と NAR の間には一定の関係が認められない。したがってこの時期には NAR が乾物生産に対し最も直接的に働いていることを示す。しかしこの時期には、土壌水分の不足し易い時期であり、土壌水分の影響が考えられるが、本試験では無除草区は除草区より全て NAR が高く、トウモロコシの乾物生産の効率が雑草の影響をうけた場合高くなることを示している。その原因は本試験からは解明しえなかった。

作物の雑草抑圧力については、山本ら<sup>69)</sup>、野口ら<sup>48)</sup>はその群落内への透光率が 10% 以下の場合、雑草に対する抑圧が大きいとしている。トウモロコシの生育特性について、野口ら<sup>48)</sup>は畦内への透光率の低下は、他作物に比べ早い時期からみられるが、透光率の低下速度は緩やかで、最終的にも 10% 以下にはならないとしている。

本結果でもトウモロコシの雑草抑圧力が現われるのは生育中期以後で、最も強くなるのは播種後 53 日ころである。その後は栽植密度、施肥量で異なり、密植多肥の条件下では収穫期まで抑圧力が増加する。しかしそれ以外の条件下では抑圧力は停滞気味に推移する。

トウモロコシと雑草の生長速度を CGR で比較すると、播種から生育初期にかけては、雑草のが CGR トウモロコシより大きい。したがって、出芽から生育初期までの期間の両者の CGR はともに単位面積当りの個体数（密度）で決定され、両者の競争は始まっていることを示す。初期から中期の CGR では両者とも施肥量との関係が大きい。中期から後期では栽植密度、施肥量で異なり、両者の競争を複雑にしている。後期から収穫期ではトウモロコシの増加率は低下し、雑草はさらに増大を続けている。

作付の有無による雑草重の変動に興味あることは、収穫期における無作付畑の雑草重は施肥溝の間隔が同一であれば、施肥量の多少による雑草重の差はほとんどない。しかし、作付畑の無除草区の雑草重は施肥量、栽植密度で顕著な差が認められた。このことは雑草の吸肥反応を示すと同時に、トウモロコシ畑におけるトウモロコシの雑草抑圧力は、養分吸収の面より光の面で作用が大きいものと推察される。

## V 結 論

以上述べてきたように本研究では、九州地域の畑夏作における雑草防除を合理的に体系化するための基礎的資料を得る目的で試験を実施し、その考察を行ってきた。まず雑草の発生相を類別し、次いで雑草防除の原点である雑草害について、作物畑における発現様相を数種作物について解析し、同時に雑草と対比した栽培作物の生育特性、生態反応を比較し、作物間差異を明らかにした。さらに供試作物の中で雑草害の様相や競争機構が特徴的なトウモロコシについて、雑草害と競争機構を乾物生産、窒素吸収の面から解明した。本研究で明らかにした諸事実、現象及びその機構を総括すれば次のようである。

1 作物畑における雑草は、その発生累積経過から発生型を次の3つに大別できた。①飽和型、②直線型、③S字型である。この3型は各草種の発生時の温度によって関連づけられる。すなわち発生時の温度がその草種の適温附近かそれ以上の場合は飽和型をとり、適温以下あるいは土壤水分過不足など不良条件下ではS字型をとる。そしてS字型の場合その発生は不斉な発生となる。この3型と雑草防除法との関係は、作物畑における耕耘、整地あるいは播種の時期によって雑草の発生型が予測出来るから、除草手段の選定、時期の判定基準となる。

2 一般に雑草の発生本数は、その時期の気温がその草種の発生適温に近いほど多い。したがって一般的には栽培時期の異なる作物間では発生する雑草の種類、発生本数は異なる。しかし九州地域の4月～6月ころに播種する夏作では、発生雑草の種類はメヒシバ、オヒシバが主体となり、他にタデ類、カヤツリ類、ヒユ類及び小型広葉雑草であるが、それぞれの発生本数は時期により多少異なった。

九州地域で作物畑を無除草下に放任すると最終的には、雑草はメヒシバの単一群落に近い状態となり、メヒシバ以外の草種の発生量はメヒシバの絶対量に大きく影響された。

除草によって既発生のメヒシバの発生量が大きく抑圧されると他の草種が発生するが、その発生本数は無除草状態と異なり、再発生雑草はメヒシバの割合が減少し、他草種の割合が多くなる。その後作物の種類によって多少異なるが、多くの場合再発生雑草は下草的存在となった。

作物畑を無除草状態下に放任すると、各作物は雑草害を受ける。その雑草害の発現経過

すなわち作物と雑草の競争過程を作物重群落比で追跡した。その結果各作物の作物重群落比は作物の生育特性により特徴的な型を示し、さらに同一作物でも播種時期で異なった。各作物とも生育の極く初期は作物重群落比がおおむね75%前後で雑草より優っていた。しかしその後は作物別の雑草との競争力の差が現われてくる。

青刈ソルガムは競争に強く、雑草害はほとんど認められず、逆に雑草抑圧力が極めて大きかった。したがって青刈ソルガムは生育の極く初期に除草すれば、その後の雑草を抑圧することが可能であった。

トウモロコシも雑草抑圧力は強く、生育がすすむとともに作物重群落比が高くなったが、生育後期には群落比の増加率が緩やかとなった。これはトウモロコシ畑の特徴で、作物と雑草の生育が平行的に進行することを示し、一種の「すみわけ」を行うためと考えられる。

ラッカセイと陸稲は作物体が畦間を完全に覆うまでの期間が長いので、放任した場合は収穫期には作物重群落比が0近くになり、雑草害のため株が枯死、腐敗するものさえでてきた。

ダイズ(夏ダイズ)は陸稲、ラッカセイより雑草に対する競争力は強いが、生育後期に作物重群落比の低下が大きかった。これはダイズが他作物と異なり成熟期に近くなると落葉するため、それまでダイズによって被覆されていた雑草が急速に伸長し、ダイズの乾物重が相対的に低下するためであった。

この作物重群落比は、雑草害の直接的指標である作物の無除草区/除草区比と比例関係がみられ、収穫期ではほぼ完全な正比例関係がみられた。したがって各作物の収穫期の雑草害の程度は作物により若干の早晚はあるが、播種後50日以後の作物重群落比を求めることにより推定できる。

3 雑草と混合群落状態にある作物の養分吸収特性、養分吸収競争を窒素吸収から考察すると、陸稲、トウモロコシでは雑草との吸収競争が激しいが、ダイズ、ラッカセイのようなマメ科作物は緩やかである。一般に雑草の影響は各作物とも乾物重より先ず窒素吸収に現われるようである。特にトウモロコシではその傾向が顕著で、栽植密度、施肥量の相違によって窒素吸収、乾物生産に対する雑草害の程度が異なる。疎植少肥条件下では雑草害が著しく、密植多肥条件下では雑草との種間競争とともにトウモロコシ同士の種内競争も激しく、雑草害を複雑にしている。しかし終局的には登熟期になって雌穂への同化産物、窒素の重点移行を促進して雑草害を回復させる。

このように本試験の場合、施肥条件で雑草害の程度は異なる。一般に窒素吸収に対する雑草の影響は、少肥では生育初期から、多肥では生育中期からその影響が現われるようである。

以上本研究の結果と考察を総括したが、九州地域における畑夏作物の雑草防除は、作物の雑草害の発現様相と主要雑草の発生生態、及び優占雑草がメヒシバであることからその生態的特性<sup>17)</sup>を考慮に入れて、除草体系を設定する必要がある。

## VI 摘 要

九州地域の畑夏作物の雑草防除技術を確立するための基礎研究として、当地域の主要夏雑草の生育相を明らかにし、主な夏作物について、雑草との競争関係を作物重群落比の推

移を中心として解析した。さらに雑草害の機構について、雑草との競争関係に特徴のあるトウモロコシについて、乾物生産及び窒素吸収競争の見地から雑草との競争関係の本質的機構を明らかにした。得られた結果の概要は次のようである。

### 1 九州における主要な畑夏雑草の発生相

自然状態下での生育相からその累積発生型を3つに分類した。

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IIIの中間。この3つの型は各草種の発生適温及びその範囲と関連づけ、類別した。

発生時期を4月～6月に移動してゆくと、全般に早期播種はIII型が多く、播種期が遅れるに従ってII, I型と移っていった。

### 2 畑夏作物に対する雑草害の発現様相

1) 無除草下に放任した場合の作物と雑草の混合群落下における雑草は、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り、雑草重は増加してゆく。しかし最終重量は青刈ソルガムを除いて、子実重の収穫を目的とする作物畑では大きな差はなかった。これは雑草の草種が作物の種類や栽植密度よりも優占草種、本試験ではメヒシバ、オヒシバの絶対量に大きく影響されるためである。しかし発生本数は競争に弱い個体、草種が抑圧されるため減少する。

作物に対する雑草の影響は、青刈ソルガムは雑草害をほとんど受けず、逆に雑草抑圧力が極めて強かった。陸稲及びラッカセイは初期生育から影響した。トウモロコシは雑草との間に一種の「すみわけ」的現象を示した。ダイズ（夏ダイズ）は成熟前の落葉の影響で、収穫期の作物重群落比の低下が大きかった。

2) 除草手段を行使することにより雑草群落組成は変化した。すなわち除草後の発生草種は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小型広葉雑草、キャツリグサ類、晩生イネ科雑草が無除草区より大幅に増加してきた。このことは各作物畑に共通のものであった。

3) 作物の生育に対する雑草の影響は、陸稲、ラッカセイ、ダイズなどは茎数、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、それ以上に登熟過程に影響し、子実重に強く現われた。

4) 作物の窒素含有率の推移に対する雑草の影響は、陸稲、トウモロコシでは栽植密度で異なり、疎植でより大であった。これに対してダイズ、ラッカセイの反応は鈍かった。

窒素吸収量に対しては、トウモロコシは生育初期、また陸稲は初期から中期で、雑草との吸収競争が激しかった。しかしマメ科作物は明らかではなかった。

無除草区での雑草草種間における窒素含有率は、作物畑による差異が少なかった。

### 3 トウモロコシと雑草の競争過程について

1) トウモロコシに対する雑草の影響は、草丈に最もよく現われた。乾物重には疎植少肥区のみが生育初期（播種後25日）に、その他の区では、生育中期以後に明瞭に現われた。雌穂重に対する雑草害は、疎植少肥で最も大きく、多肥条件では雑草害の軽減効果を示し、とくに密植多肥条件で明瞭であった。

2) トウモロコシの地上部各部位別の窒素含有率（N%）に対する雑草の影響は、まず



茎、次いで葉鞘で低下したが、葉身はほとんど影響されなかった。雌穂の動きは、疎植少肥区以外は幼穂時は無除草区が少なかったが、収穫時にはほとんど差がなくなった。

N%とCGR, LAIとの関係は、生育中期から後期において各部位ともおおむね正の相関がみられた。NARとは後期から収穫期に全地上部を含む各部位でNARを最大にするN%の値が存在し、その値は除草の有無に関係なく一致した。

3) 窒素吸収に対する雑草の影響が現われる時期は、乾物重より早く、栽植密度に関係なく多肥では生育中期に、少肥では生育初期から後期まで続いた。

4) トウモロコシの雑草抑圧力は中期(播種後37日)までは不明確であったが、後期(53日)には明瞭となった。しかし収穫期には再び抑圧力は減少した。

5) トウモロコシと雑草の生育特性を比較すると、播種～生育初期にかけては雑草のCGRが大きかったが、初期～中期にはほとんど同程度となった。しかしトウモロコシと雑草の競争が最も激しい時期にある中期～後期では処理により異なった。後期から収穫期のCGRは雑草が大きかった。

#### 引用文献

- 1) 荒井正雄・川嶋良一：水稻栽培における雑草害の生態学的研究 I. II. 水稻と雑草の競争機構について。日作紀 25: 115-119, 1956.
- 2) 荒井正雄：水田裏作雑草の生態学的研究。関東々山農試研究報告 19: 1-182, 1961.
- 3) BANDEEN, J. D. and BUCHHOLTZ, K. B.: Competitive effects of quackgrass upon corn as modified by fertilization. *Weeds* 15: 220-224, 1966.
- 4) BARRENTINE, W. L.: Common cocklebur competition in soybean. *Weed Sci.* 22: 600-603, 1974.
- 5) 千坂英雄：水稻と雑草の競争。雑草研究 5: 16-22, 1966.
- 6) DRENNAN, S. H. and JENNINGS, E. A.: Weed competition in irrigated cotton (*Gossypium barbadense* L.) and groundnut (*Arachis hypogea* L.) in the Sudan Gezira. *Weed Res.* 17: 3-9, 1977.
- 7) 長谷川新一・中山兼徳・竹村義一：DCPAによる陸稲畑の除草法。農及園 36: 965-969, 1961.
- 8) HAUSER, E. W., BUCHANANN, G. A. and ETHREDGE, W. J.: Competition of Florida beggarweed and sicklepod with peanuts. 1. Effect of periods of weed-free maintenance or weed. *Weed Sci.* 23: 368-372, 1975.
- 9) HILL, L. V. and SANTELMANN, P. W.: Competition effects of annual weeds on spanish peanuts. *Weed Sci.* 17: 1-2, 1969.
- 10) 異儀田和典・岩田岩保：主要夏畑雑草の発生相と初期生育。九農研 31: 83-85, 1969.
- 11) 生島 功・沼田 眞：異種植物間競争に関する理論的考察。雑草研究 5: 1-9, 1966.
- 12) 石原愛也・沼田 眞：応用生態学(上)。「生態学大系」VI (沼田眞・内田俊郎編) pp. 36. 古今書院, 東京, 1965.
- 13) 井浦 徳：九州における畑作雑草防除研究の経過と問題点。日作九支報 23: 87-92, 1964.
- 14) 岩田岩保・異儀田和典：主要な畑作夏雑草の発生相。昭和42年度九州農試年報 30-33, 1967.
- 15) 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.
- 16) 岩田岩保・白坂 進：九州の主要畑土壌における除草剤の作用性。雑草研究 13: 42-47, 1974.
- 17) 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: 225-250, 1974.
- 18) 岩田岩保・高柳 繁：主要畑夏雑草の発芽性。雑草研究 17: 33-38, 1974.
- 19) 岩田岩保・高柳 繁：夏畑作物の雑草害の解析。昭和50年度九州農試年報 20-26, 1977.
- 20) 岩田岩保・高柳 繁：畑作物の雑草害に関する研究 I. 主要畑作物と雑草の競争。雑草研究 25: 194-199, 1980.

- 21) 岩田岩保・高柳 繁：畑作物の雑草害に関する研究 II. 作物の生育，収量に及ぼす雑草の影響。雑草研究 25: 207-211, 1980.
- 22) 岩田岩保・高柳 繁：畑作物の雑草害に関する研究 III. 作物と雑草の窒素吸収競争。雑草研究 25: 207-211, 1980.
- 23) 岩田岩保・高柳 繁：畑作物の雑草害に関する研究 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: 253-257, 1980.
- 24) 岩田岩保・高柳 繁：畑作物の雑草害に関する研究 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: 258-263, 1980.
- 25) 笠原安夫：耕地雑草の発生に関する実験的研究（第1報）。農学研究 39: 17-24, 1950.
- 26) 笠原安夫：耕地雑草の発生に関する実験的研究（第2報）。農学研究 40: 61-68, 1952.
- 27) 笠原安夫：本邦畑地雑草の地理的分布。日作紀 20: 263-265, 1952.
- 28) 笠原安夫：雑草の特性と雑草害。作物大系 第14編 pp. 47-55. 養賢堂，東京，1962.
- 29) 加藤富造・春原 亘：主要な畑作物と雑草の競争について。雑草研究 5: 23-33, 1966.
- 30) 川延謙造・加藤泰正：畑作除草作業体系の確立に関する研究 第II報 陸稲の生育収量に及ぼす雑草の影響。日作紀 28: 68-72, 1959.
- 31) 川延謙造：トラクターの利用を前提とした畑作業体系の確立に関する研究（1）。東大農学部農場研究報告 1: 1-168, 1962.
- 32) 川延謙造：農業生産における競争の意義。雑草研究 5: 10-15, 1966.
- 33) KNAKE, E. L. and SLIFE, F. W.: Giant foxtail seeded at various times in corn and soybean. *Weeds* 13: 331-334, 1965.
- 34) 国武正武：筑後平野における雑草の季節的消長。九農研 9: 111-112, 1952.
- 35) 九州農試：昭和34年度九州における夏作の除草剤に関する試験成績。九州農試作2部畑雑草防除に関する研究。3-8, 1960.
- 36) MANN, M. A.: Ecological effects of barnyardgrass on soybean in a green house. *Weed Sci.* 25: 128-131, 1977.
- 37) MCWHORTER, C. R. and BARRENTINE, W. L.: Cocklebur control in soybean as affected by cultivars, seeding rates, and methods of weed control. *Weed Sci.* 23: 386-389, 1975.
- 38) 宮崎 司・古谷義人：熊本県黒石原における畑地雑草の種類並びに発生消長。九州農試彙報 4: 383-394, 1957.
- 39) 中澤秋雄・佐野 洋：間作条件におけるメヒシバの発生理 第1報 光照射及び温度処理。雑草研究 6: 34-38, 1967.
- 40) 中澤秋雄：畑地雑草群落の耕種操作による変化。雑草研究 8: 1-9, 1969.
- 41) NIETO, H. J. and STANFORTH, D. W.: Corn-foxtail competition under various production conditions. *Agr. J.* 53: 1-5, 1961.
- 42) 新山恒雄・沼田 眞：作物と雑草との競争II オオカボの播種期と雑草害との関係一。日生態会報 12: 94-100, 1962.
- 43) NODA, K. and EGUCHI, S.: Emergence patterns of annual representative weeds which are commonly found on the paddy rice field in south-western Japan (Studies on ecology of weeds on arable land, part 1). *Bull. Kyushu Agr. Expt. Sta.* 11: 153-170, 1965.
- 44) NODA, K., OZAWA, K. and IBARAKI, K.: Studies on the damage to rice plants due to weed competition (Effect of barnyardgrass competition on growth, yield, and some ecophysiological aspects of rice plants. *Bull. Kyushu Agr. Expt. Sta.* 13: 345-367, 1968.
- 45) 野口勝可・中山兼徳・高林 実：畑作物と雑草の競合に関する研究 第1報 作付の差異が雑草群落に及ぼす影響。日作紀 46: 504-509, 1977.
- 46) 野口勝可・中山兼徳：畑作物と雑草の競合に関する研究 第2報 畑作物と雑草の初期生育の比較。日作紀 47: 48-55, 1978.
- 47) 野口勝可・中山兼徳：畑作物と雑草の競合に関する研究 第3報 遮光処理が雑草の生育に及ぼす影響。日作紀 47: 57-61, 1978.
- 48) 野口勝可・中山兼徳：畑作物と雑草の競合に関する研究 第4報 作物群落内の光環境の時期的推移と除草必要期間の設定。日作紀 47: 381-387, 1978.

- 49) 野口彌吉: わが国の雑草防除研究の回顧. 雑草研究 1: 1-2, 1962.
- 50) 農事試験場: 畑雑草防除に関する文献集録. 311-315, 1971.
- 51) 沼田 眞・新山恒雄: 作物と雑草との競争 I 一とくにオカボの除草期について. 植物生態会報 3: 3-13, 1953.
- 52) 沼田 眞・荒井正雄: 農業における雑草の諸問題—主に生態学の立場から—. 生物科学 5: 170-177, 1953.
- 53) 大井次三郎: 改訂新版日本植物誌. 至文堂, 東京, 1965.
- 54) PETERS, E. J. GEBHART, M. R. and STRITZKE, J. T.: Interrelations of row spacing, cultivation and herbicides for weed controlled in soybeans. *Weeds* 13: 285-289, 1965.
- 55) SHARMA, H. C., SINGH, H. B. and FRIESEN, G. H.: Competition from weeds and their control in directseeded rice. *Weed Res.* 17: 108-108, 1977.
- 56) 清水正之: 酸性土壌地帯並に石灰岩地帯に於ける雑草の群落生態学的研究 第1報. 日作紀 19: 75-81, 1949.
- 57) 清水正之: 太刀洗に於ける雑草の群落生態学的研究. 九州農事試験研究発表会要旨 4: 17-20, 1949.
- 58) STANFORTH, D. W. and WEBER, C. R.: Effect of annual weeds on the growth and yield of soybean. *Agr. J.* 48: 467-471, 1956.
- 59) 高柳 繁・宇田川武俊・武田元吉・岩城英夫: 光競争条件下にある二種の植物混合群落の生長のシミュレーション. 日作紀 43: 538-549, 1974.
- 60) 高柳 繁・岩田岩保: メヒシバと陸稲の競争に関する研究 第1報 両種の生育特性の差異について. 雑草研究 23: 11-18, 1978.
- 61) THURLOW, D. L. and BUCHNAN, G. A.: Competition of sickpepod with soybean. *Weed Sci.* 20: 379-383, 1972.
- 62) 鳥山国士・豊川良一: 畑雑草の防除に関する研究 第1報 輪作様式と雑草発生との関係. 日作紀 25: 22-23, 1956.
- 63) VENGRIS, J., DRAKE, M., COLBY, Wm. G. and BART, J.: Chemical composition of weeds and accompanying crop plant. *Agr. J.* 45: 213-218, 1953.
- 64) VENGRIS, J., COLBY, Wm. G. and DRAKE, M.: Plant nutrient competition between weeds and corn. *Agr. J.* 47: 217-216, 1955.
- 65) 渡辺 泰・広川文彦: 十勝地方における主要畑雑草の生態的研究 第IV報 無機成分の吸収に及ぼす発生時期の影響. 北海道農試集報 93: 23-31, 1968.
- 66) 渡辺 泰: 北海道における畑作雑草に関する生理生態学的研究. 北海道農試研究報告 123: 17-77, 1978.
- 67) 山田岩男: 雑草の肥料吸収性について. 北海道農試集報 64: 67-86, 1953.
- 68) 山本泰由・近藤 信・中馬克己: 畑地かんがい栽培における雑草発生生態と防除 第1報 雑草の発生, 生育に及ぼす土壌水分の影響. 日作九支報 41: 30-31, 1974.
- 69) 山本泰由・近藤 信: 作物の生育特性と雑草の消長. 九農研 37: 87-89, 1975.
- 70) 山本泰由・大庭寅雄: 畑地かんがい栽培における雑草発生生態と防除 第2報 主要畑雑草の出芽, 生育と土壌水分の関係. 雑草研究 21: 172-176, 1976.
- 71) 山本泰由・大庭寅雄: 畑地かんがい栽培における雑草発生生態と防除 第3報 雑草種子の休眠覚醒に及ぼす土壌水分の影響. 雑草研究 22: 29-33, 1977.
- 72) 山本泰由・大庭寅雄: 畑地かんがい栽培における雑草発生生態と防除 第4報 雑草発生相に及ぼす土壌水分の影響. 雑草研究 22: 33-38, 1977.
- 73) 安丸徳広・古谷義人: 主要作物畑における雑草の発生消長について 第1報 早期陸稲及び甘藷. 日作九支報 20: 46-47, 1963.
- 74) 安丸徳広・古谷義人: 雑草の発生時期及び発生量が早期陸稲の生育, 収量に及ぼす影響. 日作九支報 22: 25-26, 1964.
- 75) 安丸徳広・古谷義人・久木井基二: メヒシバにおける2, 3の生態的性質. 雑草研究 4: 57-61, 1965.

## Comparative Study on Emergence Pattern of Main Summer Weeds and Upland Crops Reaction to Weed Damage

Iwaho IWATA, Shigeru TAKAYANAGI<sup>1)</sup> and Kazunori IGITA<sup>2)</sup>

### Summary

A fundamental study was recently carried out to determine effective weeding techniques applicable to the upland fields of Kyushu during the summer season. An attempt was made to clarify the main summer weed emergence patterns and an analysis was carried out on the competitive relation between main summer crops and weeds, following the progress of the crop weight to total community weight ratio. The mechanism underlying weed damage was also studied by examining the dry weight and nitrogen absorption and competitive relation between weeds and corn. The following results were obtained.

#### 1. Emergence patterns of the major summer weeds in Kyushu

1) Curves for describing the cumulative percentage of the emergence of the weeds maintained in a natural condition were of three types: a saturation curve (Type I), a straight line (Type II) and a sigmoid curve (Type III).

2) When the air temperature was higher than that suitable for weed emergence, the emergence pattern was characterized by curve type I and type III when the air temperature was lower than that suitable for weed emergence. Curve type II was quite applicable when weeds emerged under conditions intermediate to the above.

3) When the seeding time of the weeds was gradually changed during the period from April to June, the growth pattern could be described first by curve type III and then by type II and eventually type I as the seeding time was further delayed.

#### 2. Weed damage to upland crops

1) In areas where weeds and crops grew together, weed growth made a characteristic transition to each field through inter- and intra-species competition and eventually increased. The eventual weight of the weeds was essentially the same in all fields in which cereals other than sorghum were growing. In spite of the increase in weed weight, the total number of weeds decrease in mixed fields, because species competition.

2) Sorghum growth was little affected by the weeds, but on the contrary, but this plant severely limited weed growth. The growth of upland rice and the peanut was affected by the weeds during and after early growth. Corn was usually able to grow with the weeds in the same field, but there was a kind of habitat segregation. In the soybean field was a considerable fall in the ratio of crop weight to total community weight of soybean occurred at time of harvest due to defoliation prior to maturity. This defoliation caused a weight loss in the soybean crop and promoted weed growth.

3) Weed composition changed after weeding. The emergence of dominant weed species

---

Upland Farming Division, Kyushu Natl. Agric. Exp. Stn., MAFF, Miyakonojo, Miyazaki, 885 JAPAN

Present address:

<sup>1)</sup>Agric. Res. Center, MAFF.

<sup>2)</sup>Tohoku Natl. Agric. Exp. Stn., MAFF.

such as crabgrass and wire grass decreased while smaller broad-leaf weeds, umbrella sedge and later graminous weeds remarkably increased. This change occurred in all the fields studied.

4) Weeds damage caused to the stems and branches of upland rice, peanut and soybean, and stunted the plant height of corn. The weeds caused a considerable reduction in the number of ears and pods and seriously diminished the amount of grain produced.

5) Weed spacing was a determining factor in decreasing the amount of nitrogen available for upland rice and corn; nitrogen content was least in wide-spacing plots. However, peanut and soybean usually had a sufficient amount of nitrogen.

6) There was keen competition between the corn and weeds for nitrogen at the early stage of the growing season and in the case of upland rice, from the early to the middle part of the season. However, competition between leguminous crops and weeds did not appear significant.

7) The amount of nitrogen content available differed according to weed species in the case of no-weeded fields, regardless of the type of crops cultivated.

### 3. Competition between corn and weeds

1) The influence of weeds on corn growth was most evident in plant height. The total dry weight of corn was low early in the season (about 25 days after seeding) in wide-spaced low-level manured plots. In other plots, stunting of plant height occurred at the middle stage of growth when the adverse influence of weeds was obvious in the total dry weight of corn. The influence on ear weight was basically the same as that on total dry weight. Weed damage to ear weight was most pronounced in corn raised in wide-spaced low-level manured plots but was less in corn whose soil was heavily manured, particularly in case of narrow-spaced heavy-manured plots.

2) The decrease in nitrogen content was first noted in the stems and then leaf sheaths throughout the corn, though leaf blades incurred only little (a small amount) of damage. Nitrogen content in corn ears during the early ripening period was low in non-weeded plots excluding wide-spaced-low level manured plot. However, at the time of harvest, nitrogen content was essentially the same in all corn ears, regardless of the cultivation conditions.

Weed damage to corn, occurred initially at the start of nitrogen absorption. Weeds influence on nitrogen absorption by corn was strong from the early to the middle stage of growth in low-level manured plots, regardless of the spacing width.

3) There was a positive correlation between nitrogen content and the crop growth rate (CGR) or the leaf area index (LAI) of each part of the corn plant from the middle to the late stage of the growing season. Moreover, there was a certain nitrogen content causing the net assimilation rate (NAR) to become maximum, and was constant whether the field was weeded or not.

4) The ability of the corn to hinder weed growth was not evident until the middle stage of growth (about 37 days following seeding). This ability was less pronounced at the time of harvest in all plots, and accordingly, weed growth became vigorous again.

5) Generally the CGR of weeds was greater than that of corn at the early stage of growth, though this tendency was repressed in the middle stage, it exerted itself again from the late stage of growth up to the time of harvest.