

ミズガヤツリの種内変異と防除上の特性に関する研究

米 倉 正 直

Intraspecific Variations of *Cyperus serotinus* Rottb. and Effect on Weed Control

Masanao YONEKURA

論 文 要 旨

我々が防除対象とする雑草の分類上の最終単位は「種」であるが、この種は遺伝的形質の変異による多様な生理生態的性質をもつ個体群を内包し、同一種内に系統、生態型などの分化が認められている場合が多い。また最近においては、同一雑草種内での除草剤抵抗性個体出現の報告がしばしばみられ、このような種以下のレベルでの生理生態的あるいは生化学的特性の究明が重要視されてきている。ミズガヤツリは防除困難な水田の主要な多年生雑草であるが、その春期の発生生態を解明するとともに、神奈川県内の主要水田18地区から採集した22系統及び本州中央部13県からの13系統について、その生態的、形態的及び生理的特性の系統間差異と防除上の特性との関係を究明し、総合防除技術確立上の基礎資料を得ようとした。

その結果神奈川県的一般管理田におけるミズガヤツリの塊茎発生始期や終了期が明らかとなり、春期防除の手掛かりが得られた。系統間の差異については、神奈川県内産系統は20形質の主成分分析により7群に分類でき、また本州各地産系統もそれぞれ生態的、形態的特性が著しく異なることが明らかとなった。さらに、防除と関係の深い塊茎の形成期や塊茎の出芽期、塊茎の萌芽力、水稻の生育に及ぼす雑草害の程度、あるいは光合成能力及び除草剤抵抗力などの特性が、系統間で顕著に異なることが判明した。

このようなことから、防除上関係のある諸特性が異なる種内変異の存在は、防除効果の変動原因の究明や雑草害診断技術の確立、あるいは雑草の生理生態実験や各種防除実験の実地等の面で、ひいては総合防除技術体系樹立のうえで、種の変異性や多様性という今までとは違った視点からの検討の必要性を示唆するものと考えられた。

目 次

| | | | |
|--------------------------------------|----|--|----|
| 緒 言 | 3 | 3 塊茎萌芽特性および初期生育速度の系統間 差異 | 30 |
| I 神奈川県におけるミズガヤツリの発生消長 | 5 | (1) 塊茎の採取時期と系統の萌芽性 | 30 |
| 1 春期発生生態と代かきによる発生抑制 | 5 | (2) 貯蔵塊茎の萌芽力の系統間差異 | 32 |
| (1) 春耕田における発生消長 | 5 | (3) 還元条件下における塊茎萌芽特性と幼芽 伸長特性の系統間差異 | 33 |
| (2) 代かき操作と再発生 | 7 | ア 異なる土壤条件下における神奈川県内 産系統の塊茎萌芽と初期生育 | 33 |
| 摘要 | 8 | イ 水中低酸素条件下における神奈川県内 産系統の塊茎萌芽と幼芽伸長速度 | 34 |
| II ミズガヤツリ系統の生態的、形態的特性の変 異 | 8 | 摘要 | 40 |
| 1 神奈川県内小地区内におけるミズガヤツリ の形質変異 | 9 | IV 主な系統の遮光反応と光合成能力 | 40 |
| 2 神奈川県内産ミズガヤツリの系統分化 | 10 | 1 遮光処理に対する主な系統の生育反応 | 40 |
| (1) 系統間の形質の差異 | 11 | 2 遮光条件下の茎葉切除と系統の再生力の差 異 | 47 |
| (2) 形質間の相関 | 15 | 3 主な系統の光合成能力の差異 | 48 |
| (3) 主成分分析による系統の類別 | 16 | 4 摘 要 | 50 |
| 3 本州各地産系統の形質変異 | 18 | V 系統の差異が水稻の生育・収量に及ぼす影響 | 51 |
| (1) 本州各地産系統の生態的、形態的形質の 差異 | 18 | 1 形態特性の異なる系統の直播水稻に及ぼす 影響 | 51 |
| ア 産地系統と形質の特性 | 18 | 2 系統の経年的増殖率の差異が直播水稻に及 ぼす影響 | 56 |
| イ 諸形質間の関係 | 21 | 3 摘 要 | 61 |
| 摘要 | 23 | VI ミズガヤツリ系統の除草剤に対する感受性の 差異 | 61 |
| III 系統の塊茎形成期と塊茎萌芽特性 | 23 | 1 主な系統の茎葉処理剤パラコートに対する 感受性 | 62 |
| 1 系統による塊茎形成期の差異 | 24 | | |
| (1) 神奈川県内産系統の塊茎形成期 | 24 | | |
| (2) 本州各地産系統の塊茎形成期 | 26 | | |
| 2 系統による塊茎出芽期の差異 | 27 | | |
| (1) 神奈川県内産系統の塊茎出芽期と出芽の 推移 | 27 | | |
| (2) 本州各地産系統の塊茎出芽期と初期生育 | 28 | | |

| | |
|---|------------------|
| 2 主な系統の土壤・茎葉処理剤モリネート・シメトリン・MC P Bに対する感受性 … 63 | 総括 …………… 71 |
| 3 主な系統の土壤処理剤ブタクロールおよびピラゾレートに対する感受性 …………… 64 | 引用文献 …………… 73 |
| 4 摘要 …………… 67 | Summary …………… 79 |
| VII 総合考察 …………… 67 | |

緒 言

わが国の水田に発生する雑草はその種数がきわめて多いが、このうち防除上実際に問題になる雑草は、ノビエを始めとする数種の一年生雑草とウリカワ、ミズガヤツリ等に代表される多年生の数種である。これらの雑草の防除技術は、雑草の生理生態特性の解明とともに有効な除草剤の開発や生態的防除法の研究などにより、近年著しく進展し、水稻作の雑草防除作業の省力化に大きく貢献している。しかし、除草剤を主体とした画一的、簡略的な防除思考の普遍化により、慣行防除法では抑制困難な雑草が出現してきた。ノビエやミズガヤツリ、クログワイ、ウリカワおよびオモダカなどは依然として防除困難な雑草として農家の水田に残り、その経済的省力的で且つ環境汚染のない防除法の確立が強く求められている。

このようにしぶとく残存繁茂する雑草の的確な防除法を確立するに当たっては、雑草の弱点を理解して²⁾、薬剤による化学的防除と生態的防除および機械的防除などを組合せた総合的防除技術を検討する必要がある。このためには、雑草の種を対象とした生理生態特性の解析の他に、種内の防除効果のふれを厳しく追究し、種の多様性

という視点に立って、種生態学⁶³⁾的の面からの生理生態的特性の究明を行うことが重要と考えられる。

現在、我々が防除対象とする雑草の分類上の最終単位は「種」であるが、植物の種の定義やその幅については、古来から多くの分類学者によって論議されてきている。また近年においては、種の細分をその生活場所の環境要因との関連においてとらえ、広く種の適応機構⁶³⁾全般の究明を目的とした「種生態学」の発展に伴い、植物の種内変異—生態型—の存在が多くの植物で明らかにされてきた。すでに欧米においては、TURESON (1922)の生態型の概念⁶³⁾に基いて、チガヤ⁴⁾、セイバンモロコシ^{6,7,23,38)}、エゾノキツネアザミ^{45,47,71)}、エノコログサ⁷⁶⁾、ブタクサ¹³⁾、ハルタテ^{27,29)}、サナエタテ²⁸⁾、シバムギ¹⁰⁶⁾、あるいはカラスムギ¹¹⁾などの雑草に生態型とみられる種内変異があることが報告されている。わが国の耕地雑草についても、同一種でありながら、生態・形態特性の差ばかりでなく、体内成分的にも著しく異なる遺伝形質を持った変異系統の内在を示す種の報告⁵⁷⁾が最近多くみられる。代表的な雑草であるスズメノテッポウ^{73,74)}、タイノビエ^{151,152)}、レン

ゲ¹¹⁷⁾、カラスムギ^{144,145)}、キンエノコロ¹²⁾、およびイヌヒエ⁵⁸⁾などの一年生の他、多年生雑草のセリ⁴¹⁾、アゼガヤ⁷⁹⁾、カモジグサ¹²¹⁾、チガヤ⁷⁵⁾、マツバイ¹¹⁸⁾、クログワイ^{53,54)}、イヌホタルイ³⁶⁾、ヒルムシロ^{128,129)}、ハマスゲ⁵⁷⁾、ミズガヤツリ^{91,150)}、ウリカワ¹³²⁾、およびキシユウスズメノヒエ^{33,34)}等に種内変異があることが明らかにされている。

この他、イネ科植物 *Agrostis tennis* の鉛、銅等の重金属耐性生態型⁶³⁾の存在や、最近見出されているノボロギク^{119,120)}、ハルジオン^{31,56,153)}等に代表される特定除草剤に対する低抗性個体群の報告は、雑草種が生態・形態あるいは内部成分的特性の変異ばかりでなく、化学的環境変化に対して体内代謝等の多様な生化学的反応における変異性をもっていることを示唆している。

本稿でとりあげたミズガヤツリ (*Cyperus serotinus* Rottb.) は、わが国の各地域の水田に分布するカヤツリグサ科の大型雑草で、気象条件および水、土壌条件への適応力が大きく、生産現場では依然として厄介な存在である。それは、休耕地、畦畔および水路など他の伝播源の存在や水稲との形態類似による手取の見逃し、あるいは、塊茎の他に株基部や種子などによる多様な繁殖様式に起因すると思われるが、しかしこの他に、他家受精との関連で、中川の報告⁹⁹⁾のように種内分化を内在し、その変異の幅が大きいことが、根絶し得ない原因の一つと考えられる。

ミズガヤツリの防除試験研究は1962年ころより全国的規模で実施され、数多くの除草剤の開発や生態的防除法の解明が行われたが、その効果のふれがしばしばみられ、完全防除が困難な状態にある。

このようなミズガヤツリの的確な防除法を確立するためには、種生態学的な観点からの特性の検討が必要と考え、本州中央部13県からの系統および神奈川県内を対象とした比較的狭い範囲に自生する系統の形質特性を解明し、防除上重要な生態・形態および生理特性の系統間差異を究明しようとして、1971年から本研究を開始した。

ミズガヤツリの種内変異の特性、とくに生理生態特性について更に究明を要する点が残されているが、防除と関連しての新しい視点からの変異特性に関して一応の知見が得られたので、ここに研究成果をとりまとめ報告する次第である。

本論文を作成するにあたり、終始懇切な御指導と御校閲を賜った京都大学教授植木邦和博士に深甚なる感謝の意を表す。

本研究を遂行するにあたり、神戸大学教授松中昭一博士、農業研究センター畑雑草防除研究室長草薙得一博士、

京都大学助手小林央往博士には終始御指導と御激励を賜わり、農林水産技術会議事務局研究管理官藤巻宏博士および農業研究センター畑雑草防除研究室中谷敬子技官には実験の実施と解析において多大の御援助と御指導をいただいた。また、神奈川県立博物館大場達之博士には類別したミズガヤツリ系統の同定をいただいた。さらに、本研究の実施にあたっては、神奈川県農業総合研究所山本実前技術研究部長、増山幸三前作物科長ならびに科員諸氏から絶大な御協力と御援助をいただき、塊茎等の実験材料の入手にあたっては12県の各研究者より暖かい御協力を賜った。これら各位に対し、衷心より感謝の意を表する次第である。

I 神奈川県におけるミズガヤツリの発消長

神奈川県でミズガヤツリの発生が問題視され始めたのは、昭和30年代始めからで、その急激な増殖は水稲早期栽培の普及による秋期の好適再生条件の出現と、乾田直播栽培の導入による発芽初期生育時の最適環境条件の付与、さらには一年生主体の除草剤の使用と手取や冬耕、代かき等の耕種防除法の粗放化に因ると考えられる。また、最近においては畦畔・水路管理の放任や休耕田の増加なども、その蔓延を助長していると思われる。

本県の水田管理は、2月～4月にかけてのロータリー耕起に始まり、6月上旬の代かきと稚苗機械移植へと進み、7月下旬の中干し、9月下旬の落水、そして10月中下旬の水稲刈り取りで一連の作業が終るのが普通である。このような一般的な管理田では、入水代かき前の5月には多数のミズガヤツリが発生しており、代かき後は既発生個体の再生と遅発塊茎の萌芽が観察される。このような発消生態を調査究明することは、耕種防除法の総合的防除法確立のうえで重要と考え、以下二、三の調査を行った。

1 春期発消生態と代かきによる発生抑制

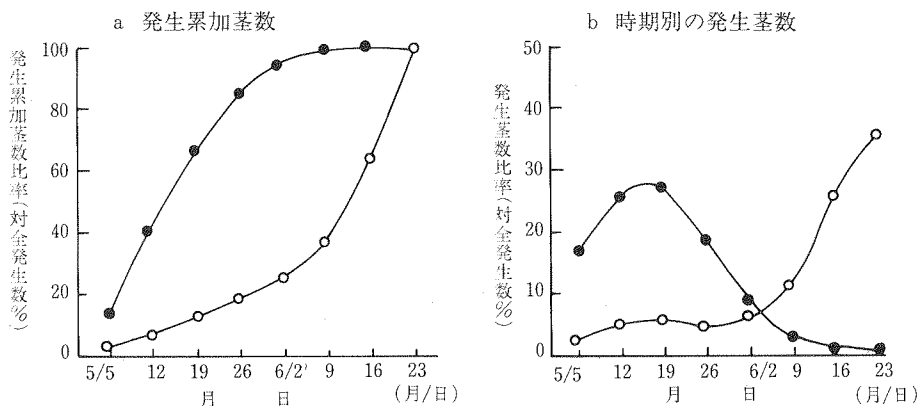
(1) 春耕田における発消長

材料および方法

前年の1971年に1㎡当たり数本のミズガヤツリ（寺田縄産系統）が発生していた水田を1月下旬約18cmの深さにロータリー耕起し、さらに、1972年4月12日に隣接田で生産された塊茎を1㎡当たり約75個あて全面播種し、直ちに約15cmの深さにロータリー耕起混土した。このほ場に1㎡の調査区2箇所を設け、地上に1cm以上出芽した幼芽を1週間置きに色別調査し、ほぼ全塊茎が発生終了したとみられる6月下旬に全茎を掘り取り、塊茎、主茎および分枝茎に区分した。

結果および考察

第1図-aに塊茎の出芽を示す主茎および分枝茎の時期別発生状態を示した。主茎と分枝茎を合計した全茎数の累加曲線の上昇は、6月2日ころまで緩慢であるが、



第1図 ミズガヤツリの発消長

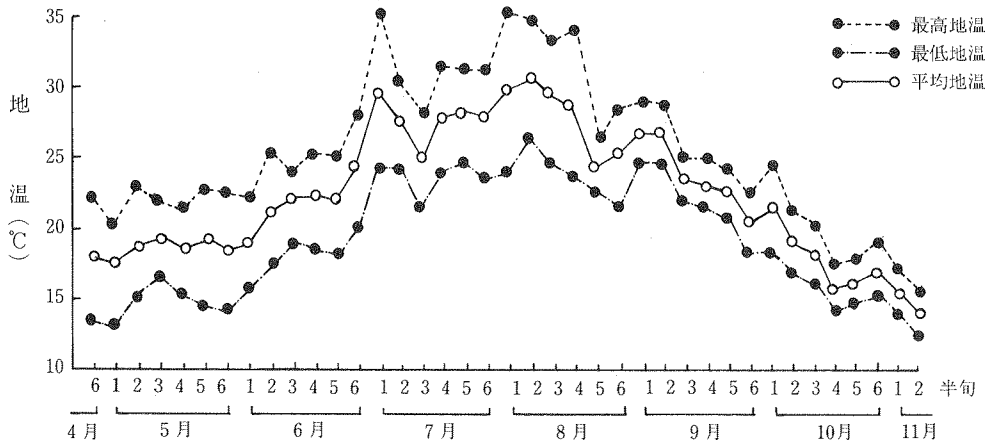
注) 主茎数●—●, 全茎数○—○

1㎡当り2方所調査の平均

1月下旬ロータリー耕, 4月12日ロータリー耕

6月9日ころより累加数が増え、6月中旬以降は著しい増加を示した。しかし、塊茎の萌芽を意味する主茎の発生累加曲線は、5月上旬の発生開始後5月26日ころまでは急勾配の直線的上昇を示し、この間の塊茎の発生が著しかった。続く6月上旬～下旬は、きわめて緩慢な増加

数で、分枝茎を含む全茎数の累加曲線とは対照的な増加傾向を示した。6月下旬までの塊茎の発生状態をみると、発生初期約20日間に著しく多い発生数を示し、5月26日にはすでに全発生塊茎の85%が出芽し、6月9日には98%が発生を終了した。

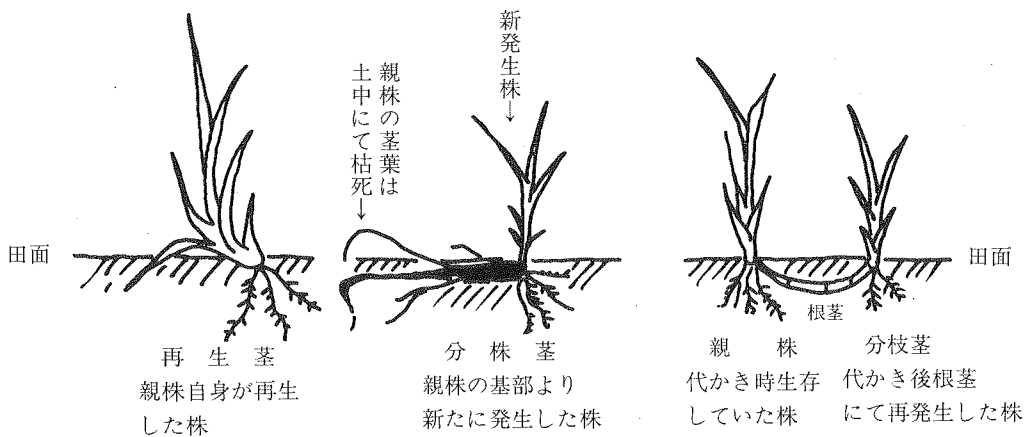


第2図 ミズガヤツリ生育田の地温の推移 (地表下5cm)

第1表 代かきの精粗とミズガヤツリの再生状態

| 代かき 条件 | 代かき直前 | | 代かき後14日 | | | | 対代かき直前 基数比率 (%) |
|-----------|------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|
| | 草丈 (cm) | 基数 (本) | 再生 基数 (本) | 分株 基数 (本) | 分枝 基数 (本) | 合計 基数 (本) | |
| 無代かき | 40.4 | 699 | 699 | 0 | 193 | 892 | 127.6 |
| 荒代かき | 38.9 | 615 | 17 | 102 | 1 | 120 | 19.5 |
| 荒代+植代 | 39.9 | 626 | 2 | 23 | 1 | 26 | 4.2 |

注) 再生茎、分株茎、分枝茎………第3図参照
基数………1㎡当たり



第3図 代かき後のミズガヤツリ再生の状態

第1-b図に6月下旬代かきまでの全発生主茎に対する時期別の主茎、および同全茎数に対する時期別全茎数の発生比率を示した。主茎発生率は、5月12日~19日ころが最高で25~28%を示し、以後6月上旬にかけて急激に下降し、6月9日にはわずか3%であった。しかし、全茎数の発生率は、主茎のそれとは対照的な差異を示し、6月2日までは緩慢であるが、それ以後の6月9日ころから急激な上昇をたどった。

上記の4月10日前後にロータリー耕起を行う水田管理法は、神奈川県下では一般的なものであるので、当地の一般管理田におけるミズガヤツリの発生経過は、平均地温17℃を示す5月上旬に出芽を始め、塊茎発生率は5月中旬最高となり、6月上旬には急激に減少するが、6月10日ころには全塊茎の大部分が出芽を完了すると考えられる。

一方、分枝茎は、主茎の最多発生率を示す約3週間後の6月上旬ころから増加するが、これは主茎の4葉期ころから、分枝茎の発生が開始されるとの報告¹⁴⁾とも符合する。山岸¹⁴⁾の報告によると、千葉市におけるミズガヤツリの水田初期発生期は、4月第2半旬ころとされるが、塊茎萌芽期の3月~4月上旬の攪拌耕の時期によっても、

初期発生期は異なることが推察されるので、本結果は4月上旬攪拌耕を行う一般管理田での発生経過という条件を考慮する必要がある。

(2) 代かき操作と再発生

材料および方法

面積1㎡、深さ70cmの地下水位調節可能なコンクリート枠に神奈川県農業総合研究所水田沖積土をつめ、14-14-14化成肥料50gを施肥混土後、平塚市寺田縄産系統の3~4葉に生育した塊茎付主茎を1枠9株ずつ1972年5月30日に植え付け、代かき時まで多湿の畑状態で栽培した。

代かき操作は、万能くわで約13cmの深さに耕起後、水深5cmで荒代かきを1回行った区(茎葉一部地上露出)と、同上耕起荒代かき後さらに植代かき2回実施区(茎葉完全埋土)を設け、8月3日に行った。その他コントロール区として無耕起無代かき区を設定し3連制で実施した。また代かき後は、水深4~5cmの湛水状態を10月下旬まで続けた。

第2表 生育終了時のミズガヤツリの生育状態

| 代かき 条件 | 草 丈 | | 茎 数 | | | 塊 茎 | | | |
|-----------|------------|-----------------|-------------|---------------------|---------------------|-------------|-----------------|--------------|-----------------|
| | 実数 (cm) | 同左 比率 (%) | 実数 (本/㎡) | 対無代 かき区 比率(%) | 対代か き直前 比率(%) | 個数 (個/㎡) | 同左 比率 (%) | 生体重 (g/㎡) | 同左 比率 (%) |
| 無代かき | 45.2 | 100 | 1319 ※ | 100 | 189 | 7647 ns | 100 | 792.8 | 100 |
| 荒代かき | 33.8 | 75 | 969 ※※※ | 74 | 158 | 6259 ※※ | 82 | 700.8 | 88 |
| 荒代+植代 | 24.0 | 53 | 483 | 37 | 77 | 2872 | 38 | 422.0 | 53 |

注) 調査対象茎……草丈10cm以上の茎、調査対象塊茎……肥大節の直径が2mm以上で発芽力のある塊茎
調査日……1972年12月4日
対無代かき区有意水準 ※……5%、 ※※……1%、 ※※※……0.1%

結果および考察

代かき直後の、ミズガヤツリの再発生状態および生育終了時の生育状態は、第1表、2表のとおりである。第1表によれば、代かき14日後における再発生茎数は、代かき直前茎数の4.2~19.5%と著しく少なく、特に、代かき3回区の再生茎数は荒代かき1回区のはほぼ1/5であった。第2表に示したように、生育終了時の草丈茎数も同様の傾向で、代かき3回区は処理時よりも著しく減少し

た。また塊茎の形成量は代かき3回区<荒代かき1回区<コントロール区の順で、それぞれの代かき区の塊茎数はコントロール区の38%、82%を示した。

ミズガヤツリは、代かき後1週間程して再発生し始めたが、2週間目ごろまでに再発生した茎の種類をみると、代かき前に生育していた親株の株基部から再発生した分枝茎の割合が著しく多かった。

代かきによるミズガヤツリの再発生抑制効果は、中川

ら⁹²⁾や山岸¹⁴³⁾の結果と同様にかなり高いことが認められたが、代かき前の親株がそのまま再生した再生茎や、その基部から再発生した分株茎の数は、代かき3回区ではきわめて少ないことから、代かきを丁寧に行い、茎葉を土中深く完全に埋没することがその効果をより高める上で重要と考えられる。

摘 要

1). 本県の一般管理田における、ミズガヤツリの春期発生生態を明らかにするとともに、代かき操作とその後

の再発生状態について調査した。

2). 一般管理田における塊茎は、最低地温15℃、平均地温17℃を示す5月上旬ごろ出芽を開始し、5月中旬ごろ最も旺盛な出芽歩合を示し、6月第1半旬には全発生塊茎の95%が発生を終了する。

3). 分枝茎は、主茎が多発生率を示した約3週間後の6月上旬から急激に増加し始め、以後6月下旬にかけて著しく増加した。

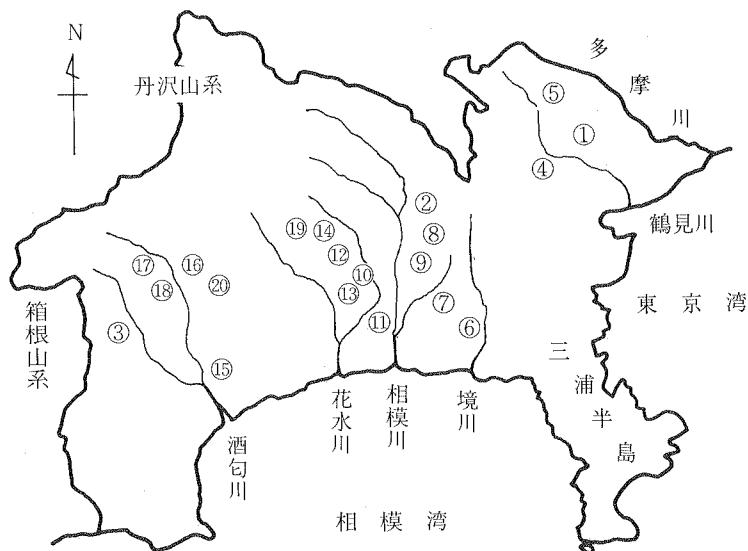
4). 代かき2週間後の再発生茎数は、代かき直前茎数の4~20%で、とくに代かき3回区における発生茎数は著しく少なく、生産塊茎数も約1/2に減少した。

II ミズガヤツリ系統の生態的、形態的特性の変異

雑草の生態・形態特性の詳細な研究に基づいて、種内変異があると考えられる雑草種数は、国内外で90種⁷⁰⁾以上に達すると推測されている。阪本¹²²⁾は、雑草を、攪乱環境という新しいnicheに適応した雑草性(weediness)の高い植物群ととらえ、人為攪乱の度合いが強く多様である水田環境には、ある雑草種の中に他のものと明瞭に区別される

生態型の分化があることを指摘している。

藪野¹⁵¹⁾による野生ビエの1種3変種への分類、松村⁷³⁾によるスズメノテッポウ(*Alopecurus aequalis* SOBOL.)の畑地型と水田型の2生態型の究明、および阪本¹²¹⁾のカモシグサ(*Agropyron tsukushiense* (HONDA) OHWI.)の普通型、晩生生態型および早生生態型の発見は、雑草の



第4図 神奈川県内のミズガヤツリ塊茎採取地略図

注) 数値は採集地区系統No.を示す。

種内変異を説明する代表的な研究である。本稿でとりあげたミズガヤツリは、人為攪乱の顕著な水田の代表的多年生雑草で、中川⁹³⁾は全国から採集したクローンの生態・形態特性を調査し、その変異性の存在を認めている。

そこで筆者は、雑草防除と変異性との関連に視点をおいて、本州中央部13県からの採取系統および神奈川県内主要水田地帯に自生するミズガヤツリの生態・形態特性を調査し、系統の分化と類別整理を試みた。

1 神奈川県内小地区内におけるミズガヤツリの形質変異

水田は平坦な大河川の流域に広域的に展開する場合と、丘陵や山地等に囲まれて小規模に存在する場合があるが、採集したクローン毎の特性を明確にするとともに、小灌がい水系や小面積区域、ときには隣接田内で採集したクローン間に、特性上変異があるかを確認するため以下の実験を行った。

材料および方法

1971~73年にかけて、第3表および第4図に示した河川水系あるいは、土壌型を異にする18地区から、ミズガヤツリの塊茎または株を1地区5~10個体採集し、地区別に個体を類別して1/5,000 aポットで1975年まで育成した。

1976年3月16日に、各地区ごとに代表的な5クローンを選出し、水田中に設置した畑土壌充填木枠(50×50×30cm無底)に、1クローン5個の先端塊茎を植え付けた。幼苗期の6月5日に14-17-13化成肥料12gを施用し、6月11日に入水、間引きを行い、枠当たり1個体立とし、9月下旬まで湛水状態を維持した。生育期間中は有機燐剤の散布と手取除草を適宜行った。

試験規模としては、18地区を対象に1地区当たり5クローン、2反復で実施した。出芽期、出穂期、茎数、花茎数については枠単位で観察と測定を行い、花茎長と第1包葉長は枠中最大の20個、葉幅は同じく30個を調査し、地区内5クローン間の有意差を検定した。

第3表 神奈川県内産ミズガヤツリ系統の採集地域と土壌特性

| 系統 No. | 塊茎採集地域 | 塊茎採集地区名 | 土 壤 分 類 | 乾湿田 | クローン採取水田枚数 | 採取年次 |
|--------|---------|-------------|-----------------|-----|------------|------|
| 1 | 鶴見川流域 | 横浜市港北区新吉田 | グライ土下層有機質・太平洋統 | 湿田 | 5 | 1971 |
| 4 | " | " " 小机 | グライ土下層有機質・横森統 | 半湿田 | 4 | 72 |
| 5 | " | " 緑区鉄 | 中粗粒強グライ土・滝尾統 | 乾田 | 1 | 72 |
| 6 | 境川流域 | 藤沢市西俣野 | 細粒グライ土・千年統 | 乾田 | 5 | 72 |
| 7 | 目久尻川流域 | " 宮原 | 厚層腐植質多湿黒ボク土・高松統 | 半湿田 | 2 | 72 |
| 2 | 相模川左岸流域 | 海老名市上郷 | 中粗粒グライ土・新山統 | 乾田 | 3 | 71 |
| 8 | " | " 大谷 | 細粒強グライ土・西山統 | 半湿田 | 2 | 72 |
| 9 | " | " 中河内 | 細粒グライ土・千年統 | 半湿田 | 5 | 72 |
| 10 | 相模川右岸流域 | 平塚市豊田 | 細粒灰色低地土灰褐色系・金田統 | 乾田 | 5 | 72 |
| 11 | " | " 真土 | 細粒グライ土・保倉統 | 乾田 | 4 | 72 |
| 12 | " | " 小鍋島 | | 乾田 | 2 | 72 |
| 13 | " | " 寺田縄 | 細粒灰色低地土灰色系・藤代統 | 乾田 | 2 | 71 |
| 14 | " | 伊勢原市下谷 (A) | | 乾田 | 5 | 72 |
| 19 | " | " 下谷 (B) | | 乾田 | | 72 |
| 15 | 酒匂川左岸流域 | 小田原市成田 | 中粗粒灰色低地土灰色系・加茂統 | 乾田 | 2 | 72 |
| 16 | " | 足柄上郡大井町 (A) | | 乾田 | 3 | 72 |
| 20 | " | " 大井町 (B) | | 乾田 | | 72 |
| 17 | 酒匂川右岸流域 | 足柄上郡開成町吉田島 | 礫質灰色低地土灰色系・国領統 | 乾田 | 3 | 72 |
| 18 | " | " " 豆河原 | 礫質強グライ土・竜北統 | 乾田 | 4 | 73 |
| 3 | " | 南足柄市和田ヶ原 | 礫質灰色低地土灰褐色系・松本統 | 半湿田 | 1 | 71 |

注) 採集地区は河川流域別に配列した。

(A), (B) は同一地区内での異系統。

結果および考察

18地区それぞれについて、同一地区内5クローン間の7形質のレンジを第4表に示したが、地区や形質によりクローン間の変異の大きさが異なった。

地区内クローンの分散分析結果によると、同一地区クローンで3形質について5%以上の有意差を持つのは、No.7(宮原)1地区のみであった。2形質について有意差のみられたのはNo.9, No.12の2地区、そして、No.8, 11, 16および17の4地区ではそれぞれ1形質にクローン間有意差が認められた。しかし、他のNo.1, 2, 3, 4,

5, 6, 10, 13, 14, 15, および18の11地区ではクローン間の有意差がなく、また、花茎数についてはいずれの地区でも有意差が認められなかった。

このことは、同一水系50~数百mの範囲の小地区内に自生するミズガヤツリはほぼ同じような形質特性を持った個体が多いが、しかしNo.7地区のように、多形質について特性の異なる個体の存在や、またNo.8, 9地区のような著しい形質の差異を示す個体の混生もあり得ることを示唆するものと考えられる。

第4表 同一採集地区クローン間の形質のレンジ

| 塊茎採集地区 | 塊茎出芽始期 | 出穂始期 | 茎数 | 花茎数 | 花茎長 | 第1包葉長 | 葉幅 |
|--------|--------|------|------|-----|-------|--------|--------|
| No. 地名 | (日) | (日) | (本) | (本) | (cm) | (cm) | (mm) |
| 1 新吉田 | 12 | 6 | 132 | 54 | 41.2 | 16.6 | 1.3 |
| 4 小机 | 13 | 9 | 178 | 166 | 32.3 | 11.9 | 1.2 |
| 5 鉄 | 14 | 5 | 156 | 167 | 25.5 | 8.2 | 0.6 |
| 6 西俣野 | 13 | 8 | 95 | 129 | 46.3 | 15.5 | 2.0 |
| 7 宮原 | 10* | 5* | 133* | 186 | 15.8 | 8.5 | 1.4 |
| 2 上郷 | 5 | 2 | 130 | 123 | 24.0 | 6.6 | 0.6 |
| 8 大谷 | 17 | 4 | 173 | 164 | 31.6 | 9.5*** | 1.2 |
| 9 中河内 | 8 | 2 | 145 | 93 | 15.2 | 10.1** | 0.6*** |
| 10 豊田 | 13 | 7 | 160 | 187 | 21.4 | 12.9 | 1.4 |
| 11 真土 | 8 | 8* | 175 | 94 | 27.0 | 33.3 | 1.8 |
| 12 小鍋島 | 11 | 7 | 70* | 49 | 52.5* | 16.0 | 1.0 |
| 13 寺田縄 | 14 | 5 | 112 | 165 | 29.0 | 24.4 | 1.2 |
| 14 下谷 | 14 | 10 | 145 | 111 | 23.0 | 8.6 | 1.0 |
| 15 成田 | 12 | 2 | 84 | 65 | 11.3 | 18.0 | 1.2 |
| 16 大井 | 8 | 8* | 168 | 76 | 39.7 | 17.6 | 3.7 |
| 17 吉田島 | 23*** | 5 | 151 | 75 | 39.9 | 20.4 | 1.0 |
| 18 豆河原 | 30 | 5 | 150 | 107 | 36.5 | 14.4 | 0.8 |
| 3 和田原 | 9 | 5 | 119 | 127 | 46.1 | 15.2 | 0.7 |

注) 採集地区は河川流域別に配列した。

系統No.14(下谷)と16(大井)中には第1表中の同系統(A),(B)を含む。

*...5%水準で有意, **...1%水準で有意, ***...0.1%水準で有意

2 神奈川県内産ミズガヤツリの系統分化

材料および方法

前記1の実験で取扱った18地区より1あるいは2系統を選定し、第3表に示した計20系統について実験を行った。

直径40cm、深さ40cmの硬質塩化ビニル製無底鉢を所内

水田に1m間隔で埋め込み、篩別した畑土を充填し、1977年4月14日に上記20系統の先端塊茎を1鉢5個ずつ播種した。5月30日に入水を始め、6月1日に間引し1鉢1個体立とした。追肥として7月18日に14-14-14化成肥料を鉢当たり20g施用し、以後、有機燐剤による害虫防除および手取除草を適宜行い、9月下旬まで湛水状態を保った。

試験規模としては、1系統4繰り返しの2反復（計8枠）で実施し、地上部形質は4枠について、また塊茎形質は残り4枠で調査した。

塊茎出芽始期は、1977年の実験の枠中に形成された塊茎の幼芽が、翌春自然状態で地上1cm以上に伸長した日とし、出穂始期は枠中花茎の約10%が花穂を抽出した日とした。花茎長・花茎直径・第1包葉長・葉幅・花柄長および小穂数の6形質は、枠中最大の10個について調査した。小穂長は枠中最大の10花穂の各々から最大の10小穂を、そう果数は枠中最大5花穂の着粒数をそれぞれ調査し、そう果千粒重はそう果数と重量から換算した。また、塊茎長と塊茎直径および同節数は、枠中最大の10個の塊茎について測定した。花茎数・茎葉重および塊茎数と塊茎全重は、枠当たりの全生産量について調査し、塊茎個体重は枠中の全先端塊茎数と同生体重から計算した。なお、花茎直径と塊茎直径は1/20副尺付ノギスで最大部分を計測し、葉幅（最大部）と小穂長は万能投影機で20倍に拡大して測定した。

合計20の調査形質は、それぞれ測定単位が異なるので、各形質間の相関係数を求め基準化し、20形質の相関行列に基いて大型コンピューターにより主成分分析を行い、スコア散布図等から系統のグループ分類を試みた。

結果および考察

(1) 系統間の形質の差異

第5表に記載した20系統の20形質値は、いずれも分散分析1%水準で系統間に有意差が認められた。

ア. 塊茎出芽始期および出穂始期

翌春の塊茎出芽始期（第5表）をみると、最も早かったのはNo.12, No.20系統の3月29日で、最も遅い系統は4月10日で、そのレンジは12日間であった。出穂始期は、No.12系統の8月5日が最も早く、No.11系統は8月30日と最も遅く、両者間のレンジは25日と大きかった。

山岸¹⁴³⁾によると、ミズガヤツリ塊茎は、環境休眠の状態越冬し、その萌芽最低温度は10℃、水田初発生の時期は3月1日からの平均積算気温が約300℃に達する4月2半旬ごろ（千葉市）であるという。本実験においても、同積算気温300℃の4月2半旬を中心に初発生が多いが、系統別にみるとその平均積算気温は210～330℃の範囲に分布し、系統により塊茎萌芽要求温度が異なることが推察された。

塊茎の萌芽特性は、萌芽時～出芽時処理を目的とした田植直後処理除草剤による初期防除と関連した重要な形

質である。しかし、この点の詳細な究明については、系統の休眠特性の差異とともに、湿润代かき状態や還元条件下での系統の萌芽特性の検討が必要である。

中川⁹³⁾は、秋田から宮崎までの全国9県から採集したミズガヤツリの系統比較実験において、形態形質差とともに出穂期のレンジが28日におよんだことを報告している。また、同じ系統を供試した管、草薙の光周反応実験¹¹⁵⁾においても、全国14産地のミズガヤツリに出穂反応差が認められているが、緯度と出穂の早晚との関係は明らかでない。

一般に分布緯度を異にする雑草には出穂開花の光周反応の分化がみられることは^{1,42,45,46,63,74,117,145,151,152)}、温度・日長への適応現象として理解できるが、神奈川県のように緯度的にも日長的にも殆んど差のない狭い地域にレンジ12日の出穂反応差を示す系統が存在することは興味深いことである。管・草薙¹¹⁵⁾も、新潟産3系統にレンジ11日の出穂日数差を認め、同じ地域内でのこのような系統差に注目している。

ミズガヤツリは短日性¹¹⁵⁾であるが、自然日長下で系統により出穂の早晚性が異なることは、水稻との競争、あるいは、一増殖手段である種実生産等の面で重要視すべき特性である。

イ. 茎葉の生育量

草丈高く、茎が太いが茎数の少ない系統から、短稈で茎数の多い系統、あるいはその中間的生育状態を示すものなど、茎葉の生育型の系統間差異は顕著であった（第5表）。

花茎長では、No.11系統が78cmと最も短く、No.20は107cmと最長で、そのレンジは約30cmに達した。第1包葉長は、最短系統のNo.5で50.5cm、最長はNo.11系統の82.4cmで、そのレンジは約32cmであった。

花茎数は、最少系統No.12の109本に対し、最多系統はNo.10の308本で、約3倍の差があった。また花茎直径と葉幅についても、レンジ幅はそれぞれ4.5mm、3.8mmでかなりの系統間差異がみられた。

一般に茎葉形質は環境条件により変異を示し易い形質であるが、均一栽培条件下で高い統計的有意差が認められ、また、中川の実験⁹³⁾における同形質の産地系統差の結果から、茎葉形質の面でもその生育特性に著しい差異を示すミズガヤツリ系統の存在が考えられる。

このような地上部生育の系統間差異は、水稻との光競合性や養分競合性の点で留意すべきことである¹⁴³⁾。花茎長や草丈の大きい系統は籾の登熟への影響を、また、花茎数の多い系統は水稻の分けつ抑制への関与をより強く

第5表 20系統の諸形質と統計量

| 系統群 | No | 採集地 | 塊莖出芽始期(月・日) | 塊莖出芽始期(月・日) | 花莖長(mm) | 花莖直径(mm) | 葉長(cm) | 葉幅(mm) | 花莖数(本/株) | 葉重(g/株) | 花柄長(cm) | 小穂長(mm) | 小穂数(個/花穂) | 果数(個/花穂) | その果重(mg) | 塊莖直径(mm) | 塊莖直径(mm) | 塊莖直径(mm) | 塊莖全重(g/株) | 塊莖重(mg) | 塊莖節数 | |
|------|----|-------|-------------|-------------|---------|----------|--------|--------|----------|---------|---------|---------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|---------|-------|------|
| I | 1 | 新吉田 | 3・30 | 8・7 | 104.2 | 9.5 | 61.6 | 8.9 | 113 | 449.0 | 12.7 | 15.7 | 373 | 4,491 | 378 | 24.3 | 8.5 | 2.9 | 349 | 179.7 | 535 | 3.9 |
| | 12 | 小磯島 | 3・29 | 8・5 | 102.7 | 9.1 | 62.7 | 9.0 | 109 | 467.4 | 12.7 | 15.2 | 420 | 4,040 | 374 | 22.3 | 8.2 | 2.7 | 263 | 120.0 | 499 | 3.6 |
| | 20 | 大井原 | 3・29 | 8・6 | 107.3 | 10.0 | 64.5 | 8.8 | 118 | 512.8 | 13.6 | 15.5 | 403 | 3,423 | 365 | 22.5 | 8.0 | 2.8 | 279 | 138.8 | 544 | 3.9 |
| II | 17 | 吉田島 | 4・9 | 8・15 | 89.0 | 7.8 | 72.1 | 7.1 | 207 | 435.3 | 11.5 | 10.7 | 353 | 2,837 | 321 | 22.3 | 6.1 | 3.6 | 518 | 159.6 | 272 | 4.5 |
| | 18 | 豆河原 | 4・9 | 8・17 | 90.4 | 7.2 | 65.9 | 6.9 | 201 | 437.4 | 10.5 | 10.6 | 299 | 2,800 | 314 | 25.5 | 6.7 | 3.8 | 590 | 222.6 | 316 | 5.0 |
| III | 3 | 和田原 | 4・7 | 8・16 | 91.5 | 7.9 | 66.9 | 7.4 | 175 | 377.9 | 12.5 | 11.8 | 259 | 2,919 | 269 | 27.5 | 5.0 | 5.5 | 401 | 101.6 | 209 | 4.0 |
| IV | 11 | 真土 | 4・7 | 8・30 | 78.1 | 6.6 | 82.4 | 6.2 | 218 | 485.8 | 8.0 | 10.8 | 272 | 1,464 | 289 | 19.0 | 5.5 | 3.4 | 276 | 66.1 | 169 | 3.5 |
| V | 5 | 鉄 | 4・4 | 8・25 | 82.8 | 5.5 | 50.5 | 6.1 | 228 | 330.8 | 9.1 | 9.4 | 166 | 843 | 388 | 20.0 | 5.8 | 3.5 | 1,046 | 255.7 | 240 | 3.2 |
| | 14 | 下谷(A) | 4・7 | 8・26 | 87.9 | 7.0 | 56.5 | 5.2 | 177 | 377.5 | 10.4 | 11.9 | 93 | 1,290 | 281 | 17.3 | 5.0 | 3.5 | 1,293 | 242.4 | 193 | |
| VI | 2 | 上郷 | 4・8 | 8・19 | 96.7 | 6.8 | 56.5 | 6.3 | 247 | 463.6 | 11.2 | 10.9 | 177 | 2,023 | 367 | 19.8 | 6.1 | 3.2 | 827 | 240.4 | 266 | 3.1 |
| | 6 | 西原野 | 4・6 | 8・19 | 106.1 | 8.0 | 66.4 | 6.7 | 239 | 562.4 | 12.2 | 15.4 | 266 | 2,930 | 286 | 21.5 | 5.7 | 3.8 | 1,122 | 279.7 | 250 | 3.4 |
| | 8 | 大谷 | 4・4 | 8・17 | 101.4 | 7.4 | 62.7 | 6.2 | 260 | 488.9 | 12.7 | 10.6 | 193 | 1,580 | 389 | 19.8 | 6.0 | 3.3 | 735 | 211.9 | 269 | 3.4 |
| | 9 | 中河内 | 4・5 | 8・16 | 102.0 | 7.8 | 66.3 | 6.7 | 238 | 478.4 | 13.0 | 11.7 | 187 | 1,821 | 367 | 21.8 | 6.2 | 3.5 | 955 | 275.4 | 275 | 3.8 |
| | 19 | 下谷(B) | 3・30 | 8・14 | 102.0 | 7.1 | 54.8 | 6.3 | 205 | 438.5 | 9.7 | 14.0 | 201 | 2,250 | 377 | 19.0 | 6.1 | 3.1 | 753 | 229.9 | 297 | 3.8 |
| VII | 4 | 小机 | 3・30 | 8・15 | 105.6 | 7.5 | 69.3 | 7.7 | 242 | 445.0 | 11.9 | 9.5 | 283 | 2,017 | 278 | 19.3 | 5.3 | 3.7 | 580 | 135.6 | 224 | 3.8 |
| | 7 | 宮原 | 4・6 | 8・25 | 100.7 | 7.6 | 63.4 | 5.9 | 269 | 453.4 | 10.7 | 14.8 | 196 | 1,952 | 360 | 26.3 | 6.1 | 4.3 | 781 | 208.9 | 260 | 4.4 |
| | 10 | 豊田 | 4・10 | 8・15 | 97.0 | 6.9 | 64.6 | 6.5 | 308 | 447.1 | 8.6 | 10.7 | 213 | 1,690 | 357 | 20.3 | 5.2 | 3.9 | 1,106 | 229.1 | 216 | 3.7 |
| | 13 | 寺田郷 | 4・3 | 8・16 | 89.0 | 8.0 | 67.0 | 6.8 | 280 | 410.0 | 10.1 | 9.8 | 259 | 2,034 | 315 | 21.5 | 5.5 | 3.9 | 906 | 215.8 | 232 | 3.6 |
| | 15 | 成田 | 4・6 | 8・18 | 91.1 | 7.3 | 65.1 | 6.4 | 202 | 374.5 | 11.5 | 12.0 | 295 | 2,494 | 332 | 20.8 | 6.2 | 3.4 | 668 | 205.9 | 282 | 4.1 |
| | 16 | 大井(A) | 4・9 | 8・17 | 90.5 | 7.1 | 63.1 | 6.5 | 228 | 427.7 | 11.0 | 11.6 | 302 | 2,442 | 312 | 18.5 | 6.1 | 3.0 | 625 | 203.2 | 272 | 3.7 |
| 全 | 平均 | | 4・5 | 8・17 | 95.8 | 7.6 | 64.1 | 6.8 | 213 | 443.2 | 11.2 | 12.1 | 260 | 2,367 | 336 | 21.4 | 6.2 | 3.5 | 709 | 197.7 | 293 | 3.8 |
| レ | ン | | 1・4 | 25 | 29.2 | 4.5 | 31.9 | 3.8 | 194 | 231.6 | 5.6 | 6.3 | 327 | 3,649 | 120 | 10.2 | 3.5 | 2.8 | 1,030 | 213.6 | 375 | 1.9 |
| 標準偏差 | | | 3・93 | 6・41 | 8.34 | 1.01 | 6.70 | 1.02 | 54.03 | 52.69 | 1.55 | 2.14 | 84.55 | 908.70 | 40.6 | 0.27 | 1.00 | 0.62 | 305.72 | 58.49 | 107.6 | 0.51 |
| 変異係数 | | | 11・1 | 5・4 | 8.7 | 13.3 | 10.5 | 14.9 | 25.4 | 11.9 | 13.8 | 17.6 | 32.5 | 38.4 | 12.1 | 12.6 | 16.2 | 17.4 | 43.5 | 29.8 | 37.0 | 13.4 |

注) 塊莖全重は相当たり生体重、塊莖個体重は生体重、出穂始期は8種の平均値、その他の19形質は4種の平均値(但し塊莖に関する7形質についてはNo.11系統のみは3種平均値)各形質の測定基準は実験法に記載。

第6表 主要形質の分散比

| 形質 | 出芽 始期 | 出穂 始期 | 花茎長 | 梓当たり | 花穂当たり | そう果 | 梓当たり | 塊茎 |
|---------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | | | 花茎数 | そう果数 | 千粒重 | 塊茎数 | 個体重 |
| 分散比 (F) | 11.32※※ | 162.35※※ | 23.00※※ | 20.64※※ | 22.34※※ | 29.21※※ | 48.08※※ | 38.99※※ |

注) 全体の自由度は出芽始、花茎長、花茎数、そう果数及びそう果千粒重については79、塊茎数及び塊茎個体重では79、出穂始については159。

系統間の自由度は全形質とも19。系統内自由度は出芽始、花茎長、花茎数、そう果数及びそう果千粒重については60、塊茎数と塊茎個体重では59、出穂始については140。

$F_{60}^{19} (0.01) = 2.198$

表わすことが推察される。

ウ. 花穂・種実

花穂の形状は、外観的にもかなり特異的な差異がみられた (第5表)。20系統間において、花柄長は8.0~13.6 cm、小穂長は9.4~15.7mm、そう果千粒重は269~389mgの範囲に分布していた。とくに花穂当たりの小穂数は、最少のNo.14系統の93個に対し、最多のNo.12系統は420個で約4.6倍、またそう果数の最少はNo.5系統の843粒、最多系統はNo.1の4491粒で約5.3倍と系統間のレンジの幅はきわめて大きかった。

大形の花穂を着け、花穂当たり着粒数の多い系統としては、No.1, 3, 6, 12, 17, 18および20などがあり、小花穂で種子数の少ない系統は、No.5, 10, 11および14などである。このような系統間の花穂の特性差は、第5表の5形質だけでなく、花穂の形状、小穂の着生密度、色調等についても観察された。

花器は分類上重要な器官であるが、ミズガヤツリの花穂の形状は系統間の特徴が顕著で識別がし易い形質の一つである。

中川⁹³⁾は、花穂数・花柄長・小穂長などの花穂形質において系統間変異が大きいことを認め、そう果千粒重は279~437mgの範囲にあったことを報告している。種実数 (そう果数) の調査結果の報告は少ないが、二瓶⁹⁷⁾は1花穂約1050の着粒を認めている。本実験の花穂5形質の系統間差異は高い有意水準で認められ、変異系統の実在を証明した。

ミズガヤツリの種実による増殖は一般水田では少ないが、種子由来個体の発生も確認されているので^{24,97)}、このような種子生産に関する特性の差異についても、防除上の視点から十分留意しておく必要がある。

エ. 塊茎形質

重要な繁殖器官である塊茎7形質の系統間変異が認められたが、この中、塊茎数、全重および個体重の3形質

はとくにその変異が大きかった (第5表)。

塊茎長での最大系統はNo.3の28mm、最小はNo.14の17mmで、そのレンジは11mmであった。

塊茎の形状を示す塊茎長/直径についてみると、No.1, 12, 20などの系統はこの値が小さく球形に近く、逆にNo.3, 7, 10および19などの系統はこの比が大きく、細長い棒状を示した。また、No.5, 6, 9, 10および14などの系統は、梓当たり約1000個ときわめて多数の塊茎を生産したが、No.11, 12, 20などは前者の約1/4の生産量であった。

さらに、個体重の大きい系統としてはNo.1, 12, 20などがあり、小さい系統としてはNo.3, 10, 11および14等があげられる。その最大重はNo.20系統の544mg、最小はNo.11系統の169mgで、そのレンジは375mg、約3倍以上の差異があった。

塊茎の大きさとも関連する塊茎節数は、最少系統3.1、最多系統5.0で約2節のレンジを示した。既往のミズガヤツリ個生態の研究報告においては、塊茎の調査報告はきわめて少なく、山岸¹⁴³⁾、中川⁹¹⁾、堀²⁴⁾等の実験で個体生態としての生産量、個体重等の調査結果がみられるに過ぎない。本実験では、塊茎生産量、個体重ともに山岸¹⁴³⁾の場合より大きな値で系統値が分布していた。さらに、その形状、大きさ、節数などに著しい系統間の差異が認められ、花穂と同様に、塊茎の形状と大きさは系統の特徴を明白に表わす形質と考えられた。

塊茎の大きさや形状は、その萌芽力、萌芽数、あるいは幼芽の伸長速度に関係する形質と考えられ、初期防除上重要な問題を含んでいると思われる。また、系統間の塊茎生産量の差異は、ミズガヤツリの増殖と伝播の速度、ひいては防除の難易と経年的にみた雑草害などの点で十分考慮すべきことである。このように主要な繁殖器官である塊茎の諸形質に顕著な系統間差異があることは、防除上重要な意味をもつので、その萌芽特性と関連する含有成分等の質的特性についても究明する必要がある。

(2) 形質間の相関

20形質相互の190個の相関係数は、0.97～0.85の範囲に分布していた。とくに高い相関 ($r \geq 0.80$) を示したのは、〔出穂始期：葉幅・塊茎個体重〕、〔花茎直径：葉幅・そう果数・塊茎個体重〕、〔葉幅：小穂数・そう果数・塊茎個体重〕、〔小穂数：そう果数・塊茎数〕、〔そう果数：塊茎個体重〕、〔塊茎直径：塊茎個体重〕、〔塊茎数：塊茎全重〕の13組間であった(第7表)。

出穂始期は葉幅および塊茎個体重とそれぞれ、 -0.84 、 -0.80 の負の相関係数を示し、出穂期の早い系統ほど両形質が大きい傾向がみられた。また、花茎直径は葉幅、そう果数および塊茎個体重とそれぞれ、 0.82 、 0.84 、および 0.81 の相関係数を有し、葉幅はそう果数および塊茎個体重と 0.85 、 0.82 の相関があり、栄養器官の生育形態と繁殖器官の形質特性との相互関係が認められた。

種子繁殖器官と塊茎との関係では、小穂数と塊茎数との間に -0.80 、そう果数と塊茎個体重との間に 0.81 の相

関係数がみられ、小穂数が多い系統は塊茎数が少なく、また、そう果数の多い系統は塊茎個体重が大きい傾向があった。

中川⁹³⁾は、全国14系統の14形質を調査し、多くの形質間に有意な相関を認めている。本実験では、調査20形質中の13形質組間に高い相関が認められたが、これを要約すると、1) 出穂始期の早い系統は、花茎が太く、葉が広く、花穂の種実生産量が多く、個体重の大きい塊茎を生産する人が多い。2) 茎の太い系統は葉が広く、花穂当たり多数の種実と大形の塊茎を生産する。3) 葉幅の大きい系統は、花穂当たり生産種実数が多く、大きい塊茎を生産する傾向がある。4) 花穂当たりの種実数の多い系統は塊茎生産数が少なく大型塊茎、などの特徴がうかがえる。

以上のことから、出穂始期、茎の太さ、葉幅などの形質は、種実の生産量や塊茎個体重など繁殖器官の特性と関係の深いことが推察される。

第8表 因子負荷量(主成分と特性値との相関)

| 形 質 (特性値) | 主 成 分 | | 寄 与 率 V_i | 主 成 分 | | 寄 与 率 V_i' |
|--------------|---------|---------|----------------|---------|---------|-----------------|
| | Z_1 | Z_2 | | Z_3 | Z_4 | |
| 出 芽 始 期 | - 0.650 | 0.346 | 0.542 | - 0.181 | 0.026 | 0.576 |
| 出 穂 始 期 | - 0.850 | 0.124 | 0.738 | 0.104 | 0.054 | 0.752 |
| 花 茎 長 | 0.616 | - 0.389 | 0.531 | - 0.469 | 0.344 | 0.869 |
| 花 茎 直 径 | 0.913 | 0.050 | 0.836 | - 0.174 | 0.164 | 0.893 |
| 第1包葉長 | 0.075 | 0.749 | 0.561 | 0.195 | 0.548 | 0.905 |
| 葉 幅 | 0.920 | 0.134 | 0.864 | 0.097 | - 0.026 | 0.874 |
| 花 茎 数 | - 0.756 | - 0.041 | 0.573 | - 0.269 | 0.304 | 0.738 |
| 茎 葉 重 | 0.404 | - 0.109 | 0.175 | - 0.159 | 0.265 | 0.271 |
| 花 柄 長 | 0.694 | - 0.065 | 0.486 | - 0.368 | 0.109 | 0.633 |
| 小 穂 長 | 0.702 | - 0.215 | 0.539 | - 0.251 | 0.106 | 0.613 |
| 小 穂 数 | 0.834 | 0.336 | 0.808 | 0.239 | 0.051 | 0.868 |
| そ う 果 数 | 0.914 | 0.159 | 0.861 | - 0.102 | - 0.054 | 0.874 |
| そ う 果 千 粒 重 | 0.282 | - 0.665 | 0.522 | - 0.000 | - 0.287 | 0.604 |
| 塊 茎 長 | 0.425 | 0.512 | 0.443 | - 0.579 | - 0.326 | 0.884 |
| 塊 茎 直 径 | 0.886 | - 0.236 | 0.841 | 0.128 | - 0.162 | 0.883 |
| 塊茎長/直径 | - 0.383 | 0.635 | 0.550 | - 0.558 | - 0.131 | 0.878 |
| 塊 茎 数 | - 0.696 | - 0.495 | 0.729 | 0.379 | 0.055 | 0.876 |
| 塊 茎 全 重 | - 0.392 | - 0.663 | 0.593 | - 0.489 | - 0.052 | 0.835 |
| 塊 茎 個 体 重 | - 0.932 | - 0.256 | 0.934 | 0.070 | - 0.164 | 0.966 |
| 塊 茎 節 数 | 0.264 | 0.700 | 0.560 | - 0.380 | - 0.289 | 0.788 |

注) $V_i = (Z_1^2) + (Z_2^2)$ $V_i' = (Z_1^2) + (Z_2^2) + (Z_3^2) + (Z_4^2)$

(3) 主成分分析による系統の類別

ア. 主成分の抽出と各主成分の意義

生態・形態特性を示す20形質の測定値全体の変動を総合的に評価し、系統の分類を試みるため、形質の相関係数を基に主成分分析を行い、調査形質の総合特性値を意味する主成分10個を抽出した。全主成分の総分散に対するそれぞれの主成分の割合を示す寄与率から、第1、2、3、4主成分によって、全体の変動(情報)の46.1%、17.4%、9.5%、7.9%がそれぞれ説明でき、第1~第3主成分までで73%、第4主成分までとれば81%の情報を説明できることが明らかとなった。

第8表に、主成分と形質との相関を表わす因子負荷量を第4主成分(Z_4)まで示した。

第1主成分(Z_1)は、出穂始期、花茎直径、葉幅、小穂数、そう果数、塊茎直径および塊茎個体重等の形質と相関が高い。このうち出穂始期は葉幅と、小穂数は花茎直径と、そう果数は葉幅および花茎直径と、また塊茎個体重は同直径とそれぞれ高い相関があるので、これらの相互関係を集約すると、第1主成分は、花茎の太さや葉幅および塊茎の直径等に代表される「形の因子」を表わす総合特性値と判断される。

第2主成分(Z_2)は、葉長・そう果千粒重、塊茎長、塊茎長/直径および塊茎節数等と比較の高い相関を示し、そう果千粒重は葉長と、また塊茎節数は塊茎長と相関が高いことから、葉長と塊茎長に代表される「長さの因子」を表わす総合特性値とみられる。

第1、2主成分(Z_1, Z_2)の累積寄与率は60%を超え、第3、4主成分(Z_3, Z_4)の寄与率はそれぞれ10%以下であるので、第1、2主成分だけでも主要な情報のロスが少なく、比較的高い精度で系統分類が可能であると考えられる。

主成分の特性について視点を変えて具体的表現をすると、 Z_1 は種子数および塊茎の重さに関する因子を表わすもので、多種子軽塊茎か、少種子重塊茎かを判別し得る総合特性値と考えられる。 Z_2 は種子の大きさと塊茎の生産量に関する因子を表わし、小種子少塊茎か、大種子多塊茎かを判断し得る総合特性値ともいえる。

第8表の因子負荷量は、20形質のそれぞれが第1~第4主成分にどのような重みで寄与しているかを意味するものである。したがって、主成分 Z_1, Z_2 でその変動情報の多くを説明できる形質は、 ± 1.0 に近い因子負荷量を示す花茎直径、葉幅、種子数、塊茎直径、塊茎個体重および出穂期などと考えられる。

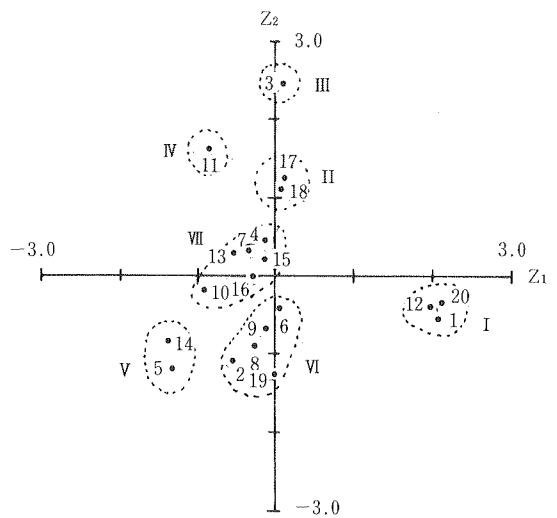
イ. 系統の分類

第1、2、3主成分から2つずつ組合せて平面座標を作り、20系統の主成分スコア散布図を描いた(第5図)。主成分は理論的に直交しているので、20個の系統を表わす点(主成分スコア)は3主成分を座標軸とする3次元空間に分布している。そして、多くの形質で類似する系統ほど3次元空間における位置が相互に接近し、類似しない系統ほど相互に遠く隔たっている⁷⁾と考えることができるので、第5図の他に Z_1-Z_3 および Z_2-Z_3 のスコア散布図を別に描き(未記載)、これら3つの系統散布図で共通して接近している点を探し、類似系統を点線で囲って仕分けし、第5図のように20系統を7系統群に類別した。

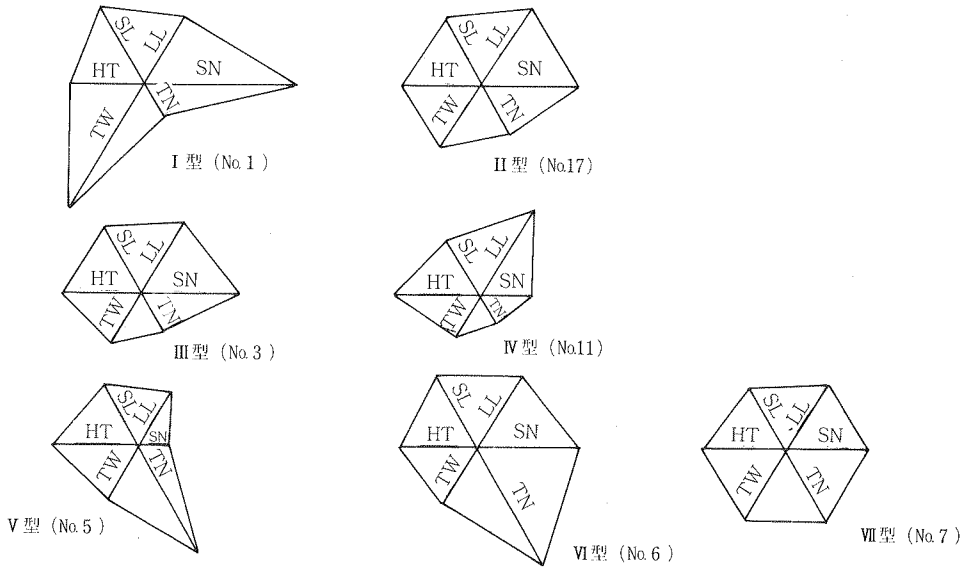
これらの7系統群の特徴を表現するため、系統間差が顕著で、防除上とくに関係の深い出穂始期・花茎長・葉長・そう果数・塊茎数および塊茎個体重の6形質について、代表系統を模式図化したのが第6図である。6形質の中心点からの距離は全系統の平均値に対する代表系統値の比率を示したもので、6形質全てが平均値に近似するか、同一比率となれば正六角形となる。

各タイプの図形的特徴は明白で、とくに、I、III、IV、VおよびVI型は図形の形状や大きさの違いが顕著で、相互にかなり異った形質特性をもっている。VII型の6形質は全系統の平均値に近い。II型は類似した図形を示したが、茎葉重・小穂数・そう果千粒重・塊茎形状および塊茎生産量等で差異があるグループである。

このように第5図の系統スコア散布図において分類された7系統群は、外観形質がかなり異なり、肉眼的観察



第5図 主成分分析による20系統のスコア散布図 (第1, 第2主成分)



第6図 7系統群の特徴表現模式図

注) 6形質の中心点からの長さは全系統の平均値に対する代表系統値の比率を示す。

HT…出穂始期, SL…花径長, LL…葉長,
SN…そう果数, TN…塊基数, TW…塊茎個体重

第9表 分類グループの特徴

| グループ | 系 統 No. | 特 徴 |
|------|----------------------------|--|
| I | 1 . 12 . 20 | 出芽・出穂期最も早く、花茎長く太く葉幅大。種実きわめて大粒で着粒数最多。塊茎丸く著しく大形。 |
| II | 17 . 18 | 葉長が長く、小穂数多く種実数が多い他は中庸の平均的特性。 |
| III | 3 | 出芽は最もおそく、やや小形で茎葉生育量が少ない。種実是最も小粒。非常に細長く節数の多い特異的な塊茎。 |
| IV | 11 | 出芽・出穂期ともに著しく遅い。花茎細くきわめて短稈。花穂著しく小で小穂着生密、種実是小形着粒数少い。紡錘形の著しく小形の塊茎を少数生産。 |
| V | 5 . 14 | 出穂期遅く、花茎著しく細く短稈。茎数は多いが葉がきわめて短く茎葉生育量は最も少ない。小穂は非常に小さいが種実は大、着粒数最も少ない。塊茎はやや小さいが数が著しく多く全生産量が多い。 |
| VI | 2 . 6 . 8 9 . 19 | 花茎長く、花茎数多、茎葉生産量が多い。花穂・小穂は中～大で、塊茎全生産量(数・重)が大。 |
| VII | 4 . 7 . 10 13 . 15 . 16 | 全形質が中庸で平均的値を示し、著しい特徴がない。 |

による分類と一致した。また、図上での系統グループ間の距離から、I、III、IVおよびV型の4グループは、調査形質について系統群相互間の類似度が低く、IIとVII型あるいはVIとVII型は前記4グループほどの隔りはないと推察される。

以上類別した7グループについて、塊茎出芽初期、茎葉の大きさ、出穂初期、種実や塊茎の大きさと生産量などの防除上重要な形質の系統群間の差異と特徴を第9表に記載した。

これらの供試20系統は、現在までのところ染色体数や核型の確認が得られていないが、7系統群それぞれから選り出した代表8系統について、大場達之博士に鑑定を依頼した結果、いずれもミズガヤツリ(*Cyperus serotinus* Rottb.)であることが確認された。したがって、諸形質の統計的数値の有意性と、客観的な分類手法によるグループ類別の実証から、これらの型群は、ミズガヤツリの種内系統として、あるいは生態型として認められ得るものと考えられる。

供試20系統は気象条件的には大きな差がない神奈川県内の水田に自生するもので、このような狭い範囲に、生態および形態特性を異にするミズガヤツリの変異系統が存在することはきわめて注目すべきことである。その自生地の土壌条件との関係とともに、随伴雑草としての来歴や分化の過程の究明は今後に残された課題である。

3 本州各地産系統の形質変異

雑草の特性把握の重要性が認識され始めるとともに、各地域の試験研究機関で、ミズガヤツリを始めとする各種雑草の生態・形態調査研究や雑草害実験などが最近多くみられる。また、全国連絡試験の一定の条件下で幾つかの除草剤に対するミズガヤツリの反応試験が行われている。このような実験に供試されるミズガヤツリの生態・形態特性は相互にあまり明らかにされず、個々の研究者独自の判断で実験材料が取り扱われている場合が多い。そこで、環境条件の異なる地域の代表的試験研究場所で、それぞれ主として雑草防除試験に供試しているミズガヤツリ系統の生態・形態特性を明らかにしようとして、以下の実験を行った。

(1) 本州各地産系統の生態的、形態的形質の差異

材料および方法

1978年春に第10表に記載した本州中央部11県の農業試

験場と植調研究所(茨城県牛久町)から、雑草防除試験に供試しているミズガヤツリ塊茎(12系統)の分譲を受け、神奈川県平塚市寺田縄産系統を加えて、合計13産地系統(以下本州各地産系統と呼称)を1/5000 aポットで1983年まで均一栄養繁殖栽培を行った。1984年6月に1/5000 aポットに、沖積畑壤土と黒色火山灰土および稲わら堆肥を4:4:2の容積比で混合充填した。続いて6月17日に、前年の塊茎より出芽した6~7葉の葉条を代かき後のポットに1本あて移植し、以後10月上旬まで灌水状態を保った。なお、本研究では便宜上産地の違いを系統として取扱い、実験は2反復で行った。

各形質の調査は前記方法に準じ、花茎長、第1包葉長および花柄長は各ポット最大個体5個について、花茎直径は同じく20個体を測定した。花柄数、小穂数およびそう果数はポット中最大花穂3個について調査し、小穂長は同測定3花穂のそれぞれから最大10個を選出計30個体を計測し、千粒重はそう果数調査個体の全重から換算した。

結果および考察

ア. 産地系統と形質の特性

第10表に系統産地の地域特性を、また、第11表および第7図に系統の諸形質を記載した。調査した11形質いずれも系統による差異がみられたが、なかでも、そのレンジが大きく、顕著な変異を示したのは、花茎数、花柄長、小穂長、小穂数および千粒重などであった。

(ア) 出穂期および栄養器官

出穂始の最も早いのは、8月4日の牛久系統で、宇都宮系統は8月23日で最も遅く、そのレンジは19日に及び、前記本県内産系統の14日よりかなり大きかった。

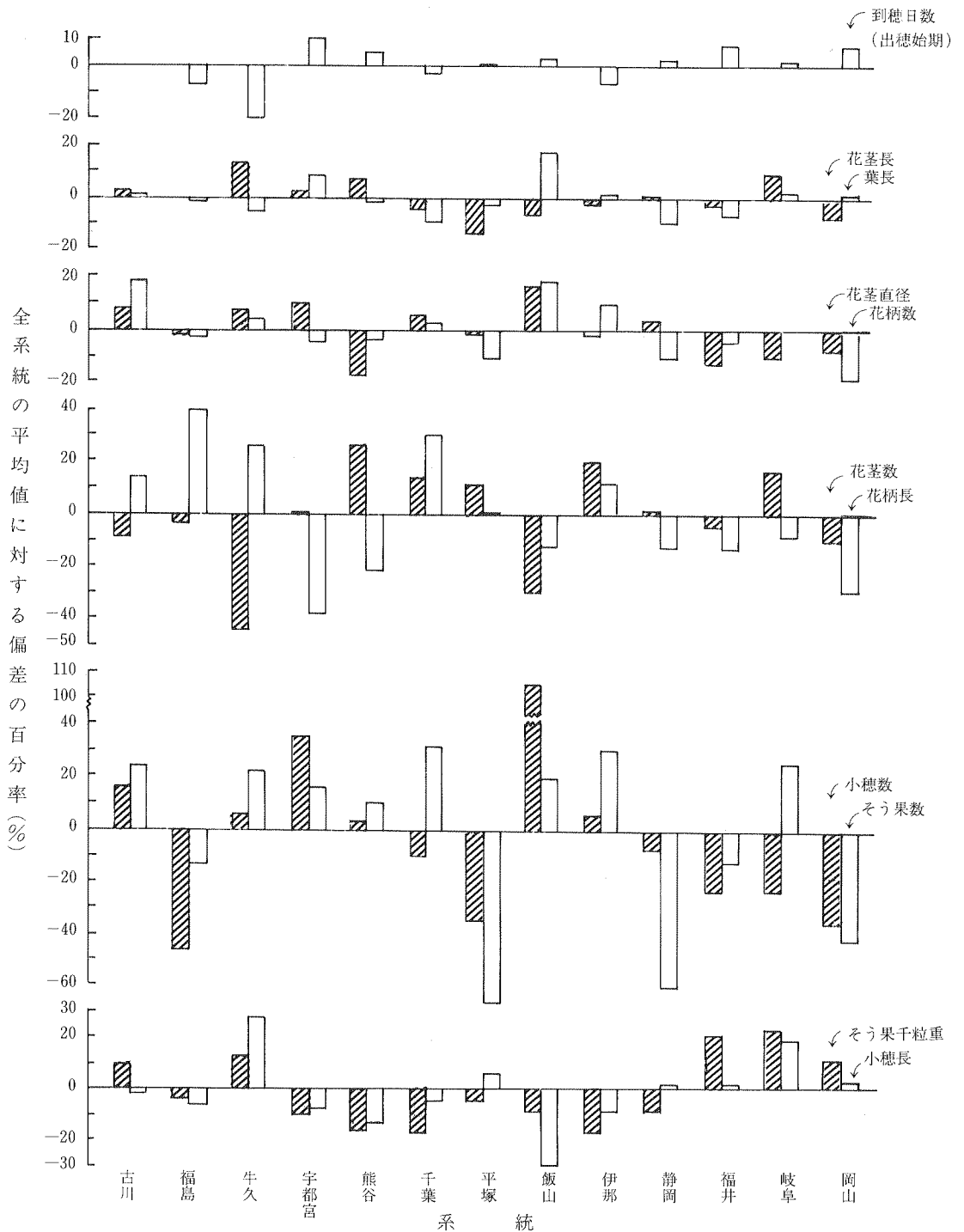
花茎長は牛久系統が最長で、平塚系統は最短を示し、21cmのレンジが認められた。花茎直径が最も太い系統は飯山で、最も細いのは熊谷系統であったが、レンジは2.4mmで、他形質のような大きな差はなかった。花茎数については最多系統は熊谷の43本で最少は牛久系統の19本が示され、両者間には2倍以上の差があり、また第1包葉長は最長65cm、最短50cmであった。このように花茎長、花茎直径、花茎数および第1包葉長などのレンジと変異係数は県内系統の場合とはやや小さかったが、植付時期や栽培ポットの大きさの違い等も関係していると考えられる。

(イ) 花穂・種実

花柄長の最大系統は福島の19.1cm、最小は宇都宮の8.5

第10表 本州各地産ミスガヤツリ供試系統の採集地とその地域特性

| 記号 | 採集地 | 緯度 | 標高 | 年平均 気温 | 最低極 値気温 | 9月の 平均 気温 | 土壌群 | 腐植層 | 土性 |
|----|--------------------------|--------|-------|-----------|------------|-----------------|--------|---------|-----|
| | | | m | °C | °C | °C | | | |
| FK | 宮城県古川市諏訪町 (古川農試水田) | 38°24' | 20.5 | 11.5 | -11.2 | 19.8 | グライ土 | 表層腐植層なし | 強粘質 |
| FS | 福島県郡山市富田町 (県農試水田) | 37°24' | 235.0 | 12.2 | -18.8 | 20.5 | 灰色低地土 | 表層腐植層なし | 粘質 |
| UK | 茨城県筑波郡牛久町 (植調研水田) | 35°37' | 15.0 | 13.3 | -17.0 | 21.3 | 多湿黒ボク土 | 表層腐植層 | 粘質 |
| UM | 栃木県宇都宮市瓦谷町 (県農試水田) | 36°37' | 158.0 | 12.9 | -9.5 | 20.9 | 多湿黒ボク土 | 全層多腐植層 | 粘質 |
| KG | 埼玉県熊谷市久保島 (県農試水田) | 36°10' | 37.0 | 14.2 | -6.3 | 21.7 | 灰色低地土 | 表層腐植層なし | 粘質 |
| CB | 千葉県刈田子町 (県農試隣接水田) | 35°33' | 10.0 | 14.6 | -7.9 | 22.4 | グライ土 | 表層腐植層 | 壤質 |
| HT | 神奈川県平塚市寺田縄 (県農試水田) | 35°21' | 9.9 | 14.9 | -7.7 | 22.7 | 灰色低地土 | 表層腐植層なし | 壤質 |
| IY | 長野県鉾田市大遼東 (鉾山試験地水田) | 36°40' | 313.0 | 11.3 | -17.1 | 20.5 | グライ土 | 表層腐植層なし | 壤質 |
| IN | 長野県下伊那郡高森町 (旧下伊那分場水田) | 35°32' | 425.0 | 12.2 | -11.0 | 19.8 | 褐色低地土 | 表層腐植層なし | 壤質 |
| SO | 静岡県北安東 (旧県農試水田) | 34°59' | 10.0 | 15.8 | -3.6 | 23.7 | 褐色低地土 | 表層腐植層なし | 砂質 |
| FI | 福井市嘗町 (県農試水田) | 36°33' | 10.5 | 13.9 | | 22.0 | グライ土 | 表層腐植層なし | 強粘質 |
| GF | 岐阜市又丸 (県農試水田) | 35°26' | 16.1 | 14.5 | -9.2 | 22.8 | 灰色低地土 | 表層腐植層なし | 粘質 |
| OY | 岡山県赤磐郡山陽町 (県農試水田) | 34°46' | 20.0 | 14.0 | -8.9 | 22.1 | 灰色低地土 | 表層腐植層なし | 粘質 |



第7図 出穂期と外部諸形質の系統による差異

第11表 本州各地産系統の諸形質の統計量

| 形質 | 統計量 | 平均 | 最大 | 最小 | レンジ | 標準偏差 | 変異係数 % |
|-------------|-----|----------|----------|---------|-------|--------|--------|
| | | | | | | | |
| 到穂日数 (日) | | 61(8/17) | 67(8/23) | 48(8/4) | 19 | 5.15 | 8.4 |
| 花茎長 (cm) | | 78.9 | 89.3 | 68.6 | 20.7 | 5.58 | 7.1 |
| 花茎直径 (mm) | | 7.2 | 8.4 | 6.0 | 2.4 | 0.70 | 9.7 |
| 花茎数 (本) | | 33.9 | 43 | 19 | 24 | 6.79 | 20.0 |
| 第1包葉長 (cm) | | 55.1 | 64.9 | 50.5 | 14.9 | 4.06 | 7.4 |
| 花柄長 (cm) | | 13.7 | 19.1 | 8.5 | 10.6 | 3.24 | 23.6 |
| 花柄数 (本) | | 7.0 | 8.3 | 5.8 | 2.5 | 0.75 | 10.7 |
| 小穂長 (mm) | | 15.0 | 19.4 | 10.6 | 8.8 | 2.24 | 14.9 |
| 小穂数 (個) | | 319 | 661 | 172 | 489 | 126.46 | 39.7 |
| そう果数 (個) | | 2,821 | 3,746 | 1,000 | 2,746 | 936.00 | 33.2 |
| そう果千粒重 (mg) | | 351 | 437 | 292 | 145 | 50.37 | 14.4 |

注) 到穂日数：移植日 (6/17) から出穂始期までの日数、()内は出穂始 月/日、
花茎数：ポット当たり 小穂数およびそう果数：花穂当たり

cmで約2倍の差があった。しかし花柄数は最多系統8.3本、最少系統5.8本で他形質より変異が小さかった。小穂長は牛久系統が最大で19.4mm、飯山系統は10.6mmで最小を示し、その差異は大きかった。また小穂数は飯山系統が最も多く661個を示し最小は福島系統の172個で、最も変異係数の大きい形質であった。そう果数の変異は小穂数に次いで大きく、最多系統は千葉の3746個、最少は平塚の1000個で、実に3.7倍の差異がみられた。そう果の大きさを表わす千粒重は最大の岐阜系統で437mg、最小の千葉系統で292mgで、本県内産系統や中川⁹³⁾の場合よりそのレンジ、変異係数が大きく、一見して大小が識別できた。

このように花柄長、小穂数、そう果数などの花器に関する形質の変異が特に大きかったが、中川⁹³⁾の調査結果においても花柄長、小穂長などの変異が大きく、前記本県内産系統の場合と類似した傾向がうかがえた。この他小穂の形、着生位置と密度、色調など花器の外観形状の違いは明瞭で、系統を識別する指標となった。

中川⁹³⁾はミズガヤツリの外部形態特性と地理的位置との関係は明瞭でないことを認め、また、出穂期と産地との関係で東北・北陸の系統は出穂期が早く、西日本産の系統はいずれも遅い傾向があるが、例外もあり、出穂期の

早晩を産地の緯度との関係だけで考えることは妥当でないとしている。本実験においても、各産地系統の形質と系統産地の地理的位置との関係は明瞭でなかった。

イ、諸形質間の関係

11形質相互の相関係数は0.69～-0.83の範囲にあった(第12表)。一般的に相関係数が低く相互関係の強い形質は少なかったが、このうち比較的關係の深い形質は、出穂始期と花柄長 ($r = -0.82$)、第1包葉長とそう果数 ($r = -0.83$)、花柄数とそう果数 ($r = 0.74$)、小穂長とそう果千粒重 ($r = 0.70$) の4組で、前記本県内産系統と中川⁹³⁾の結果と比べると、調査形質がやや異なる面もあるが、 $r = 0.7$ 以上の関係を示す形質組数が少なかった。これらの形質間の相関で、出穂期と花柄長、花柄数とそう果数との関係程度は中川⁹³⁾の結果⁹³⁾と、また出穂始期と花柄長、花茎直径と花茎数および小穂数との関係は前記本県内産系統の場合と相似した傾向を示したが、他の形質間の関係は中川⁹³⁾および本県内産系統の場合¹⁴⁹⁾と同一傾向を示さなかった。

これらの形質間の相互関係から、1) 出穂期の早い系統は花柄長が大きく、2) 第1包葉の長い系統はそう果数が少なく、3) 花柄数の多い系統はそう果数が多く、

第12表 本州各地産系統の生態・形態形質間の相関係数

| 形 質 | X ₁ | X ₂ | X ₃ | X ₄ | X ₅ | X ₆ | X ₇ | X ₈ | X ₉ | X ₁₀ | X ₁₁ |
|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 出穂始期 X ₁ | 1.00 | -0.39 | -0.23 | 0.33 | 0.37 | -0.82 | -0.32 | -0.40 | 0.11 | -0.28 | -0.01 |
| 花 茎 長 X ₂ | | 1.00 | -0.11 | -0.17 | -0.11 | 0.09 | 0.22 | 0.42 | 0.07 | 0.52 | 0.30 |
| 花 茎 直 径 X ₃ | | | 1.00 | -0.57 | 0.34 | 0.19 | 0.53 | -0.26 | 0.67 | 0.22 | -0.31 |
| 花 茎 数 X ₄ | | | | 1.00 | -0.20 | -0.14 | -0.28 | -0.17 | -0.40 | -0.05 | -0.34 |
| 第1包葉長 X ₅ | | | | | 1.00 | -0.42 | 0.39 | -0.56 | 0.69 | -0.83 | -0.01 |
| 花 柄 長 X ₆ | | | | | | 1.00 | 0.38 | 0.18 | -0.24 | 0.24 | -0.06 |
| 花 柄 数 X ₇ | | | | | | | 1.00 | -0.35 | 0.68 | 0.74 | -0.13 |
| 小 穂 長 X ₈ | | | | | | | | 1.00 | -0.58 | -0.17 | 0.70 |
| 小 穂 数 X ₉ | | | | | | | | | 1.00 | 0.47 | -0.34 |
| そ う 果 数 X ₁₀ | | | | | | | | | | 1.00 | -0.05 |
| そ う 果 千 粒 重 X ₁₁ | | | | | | | | | | | 1.00 |

4) 小穂の長い系統は種実が大きい傾向がうかがえた。

以上述べた本州各地産系統の特徴を第13表にまとめて記載したが、供試13系統は、それぞれの産地より採集されてから当県農業総合研究所で6世代以上にわたり塊茎繁殖保存されたもので、同一土壌、気象条件下でなおかつこのような大きな特性差を示す諸形質は、栄養繁殖性の点からも遺伝的に固定されていることが考えられる。

現在のところ、日長処理実験および主成分分析等による系統の類別は行っていないが、著しい出穂の早晚差から、中川⁹³⁾の報告にあるように光周性反応の違いまたは感温性の差異があるものと思われ、さらに顕著な形態的特性の差からもかなり異なったタイプに類別できるものと考えられる。

第13表 本州各地産系統の特徴

| 系統 | 特 徴 |
|-----|--|
| 古 川 | 茎葉形質は中庸、花柄数・そう果数が多い。 |
| 福 島 | 茎葉形質は中庸、花柄長最大、小穂数最多。花柄先端に小穂着生多。 |
| 牛 久 | 出穂最も早く最長稈、花茎数最少、小穂最大着生は粗、そう果数多。 |
| 宇都宮 | 出穂最も遅い、花柄長最小、小穂は花柄先端部に多く着生、小穂数・そう果数ともに多。 |
| 熊 谷 | 花茎最も細く長い、花茎数最多、小穂はやや密に花序下部に着生、そう果小。 |
| 千 葉 | 第1包葉短小、小穂は花序頂部と基部に着生、そう果は最小で着粒数最多。 |
| 平 塚 | 花茎最短小、小穂着生粗で少ない。そう果数きわめて少なく最少。 |
| 飯 山 | 花茎最も太く数少ない、第1包葉最長、花柄数多く小穂は最小で数は最多。 |
| 伊 那 | 花茎数多、小穂は花序頂部に密着生、そう果数多く小粒。 |
| 静 岡 | 第1包葉最短小、そう果数がきわめて少ない。 |
| 福 井 | 出穂遅く花茎細い。小穂は花序基部～上部にやや密着生、小穂数・そう果数小、そう果は大。 |
| 岐 阜 | 花茎最長やや細く花茎数多、小穂大きいが少ない着生粗、そう果数多く果重最大。 |
| 岡 山 | 出穂遅く花柄数最少。小穂数少なく着生粗、そう果数少ないが大きい。 |

摘 要

1). 神奈川県内の河川水系あるいは土壌型を異にする18地区から採集したミズガヤツリについて、同一地区内のクローン間および20系統間の生態的・形態的形質の差異を検討した。また本州中央部13県産のミズガヤツリについても同様形質を調査した。

2). 本県内18地区中の7地区内クローン間には1~3形質で有意差が認められ、同一水系50m~数百mの小地区内に表現形質の異なるクローンが混生していた。

3). 本県内産20系統の生態的・形態的20形質全てについて、系統間差異が1%の有意水準で認められ、県内20

系統内には、何等かの形質特性が著しく異なる系統が存在すると考えられた。

4). 調査20形質の中、13組形質間で0.80以上の高い相関が認められ、栄養器官と繁殖器官の特性との関係が明らかとなった。

5). 主成分分析により、県内産20系統をI~VII群に分類した結果、I、III、IVおよびVの4群は相互の形質差が顕著で隔りの大きいグループであった。

6). 本州各地産の13系統の生態的・形態的11形質について、系統間差異がみられ、とくに種実関係繁殖器官でその差が顕著であった。

III 系統の塊茎形成期と塊茎萌芽特性

ミズガヤツリは塊茎、株基部、匍枝および種子などで繁殖するが、主要な繁殖源は塊茎である。その防除手段としては、冬期のプラウ耕による塊茎枯殺や代かき埋土による発生抑制などの耕種的方法の他に、最も一般的な代かき田植直後の萌芽時から4葉期ころの生育初期にかけての除草剤処理法等がある。これらはいずれも塊茎の萌芽や初期生育の抑制に主眼をおいた防除法である。したがって、一般に地域性があると考えられている塊茎形

成特性^{24,93)}ならびにIIでふれた系統による塊茎の萌芽特性と幼芽の伸長性などに関する諸特性を明らかにすることは、発生源を抑圧する防除技術確立の上からも重要なことと考えられる。しかし、地下部に形成される塊茎はその調査が困難で、とくに系統によるその特性の差異に関する報告はきわめて少ない。本IIIでは、系統による塊茎に関する諸特性の差異を解明するとともに、塊茎特性の基礎資料を得ることを目的とした。

第14表 塊茎形成期調査系統と採集地

| 系 統 No. | 系統群 | 採 集 地 区 名 | 系 統 No. | 系統群 | 採 集 地 区 名 |
|------------|-----|------------|------------|-----|-------------|
| 1 | I | 横浜市港北区新吉田町 | 12 | I | 平塚市小鍋島 |
| 2 | VI | 海老名市上郷 | 13 | VII | 〃 寺田縄 |
| 3 | III | 南足柄市和田原 | 14 | V | 伊勢原市下谷 (A) |
| 4 | VII | 横浜市港北区小机町 | 15 | VII | 小田原市成田 |
| 5 | V | 横浜市緑区鉄町 | 16 | VII | 足柄上郡大井町 (A) |
| 6 | VI | 藤沢市西俣野 | 17 | II | 〃 開成町吉田島 |
| 7 | VII | 〃 宮原 | 18 | II | 〃 〃 豆河原 |
| 8 | VI | 海老名市大谷 | 19 | VI | 伊勢原市下谷 (B) |
| 9 | VI | 〃 中河内 | 20 | I | 足柄上郡大井町 (B) |
| 10 | VII | 平塚市豊田 | 21 | — | 平塚市真土 (B) |
| 11 | IV | 〃 真土 (A) | 22 | — | 高座郡寒川町宮下 |

注) 系統群は II-2 の分類による。

1 系統による塊茎形成期の差異

自然条件下の塊茎形成期については地域性や実験材料などの違いにより、必ずしも明白な一定結果が得られていない。塊茎形成期の究明は総合的な防除体系組立ての上からも重要と考え、出穂期やその他の特性との関連で塊茎形成期の系統間差異について検討した。

(1) 神奈川県内産系統の塊茎形成期

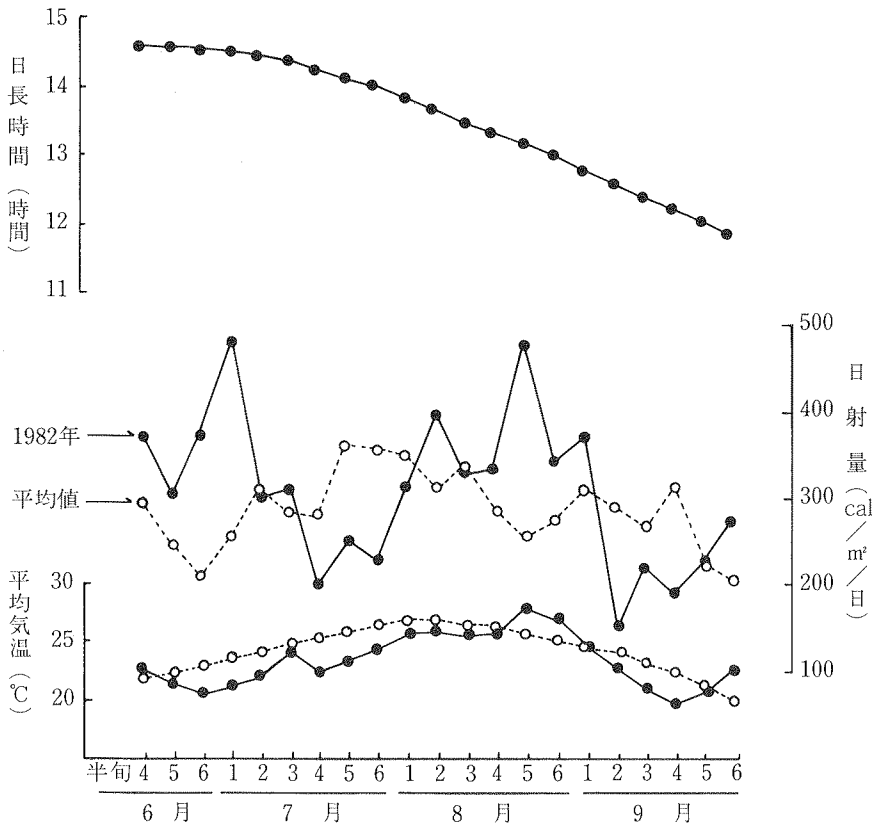
材料および方法

II-2で供試した県内産20系統に2系統を加えた22系統(第14表)の前年度塊茎より発生した4~5葉期の分枝茎を用い、黒色火山灰土と沖積土を1:1に混合した畑土壌を7cm厚さにつめた16×12cm、深さ9cmの透明プラスチック容器に、1982年6月19日に1本あて移植した。

結果および考察

供試22系統の塊茎形成はいずれも9月に入ってからで、第9図に示したように、塊茎形成始期の最も早い系統はNo.18の9月5日で、最も遅いのはNo.4系統の9月25日でのレンジは20日間であった。

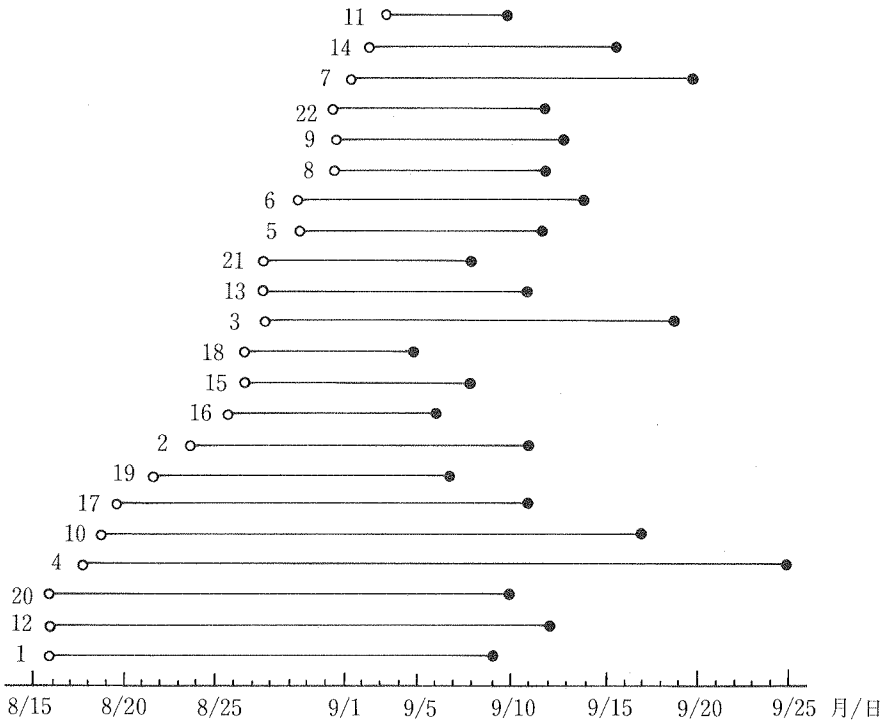
暦日上の塊茎形成期は地域により一様でなく、富山・



第8図 実験中の平均気温・日射量・自然日長の推移

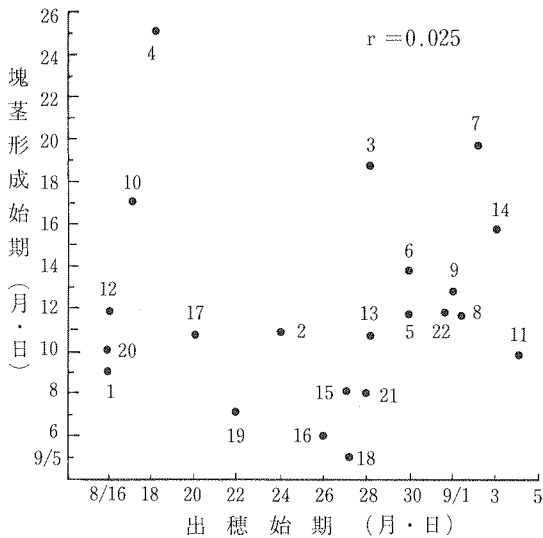
注) 平均気温及び日射量は半旬の日平均値(神奈川県農業総合研究所)

日長時間は半旬最終日の日の出より日没までの時間(東京)



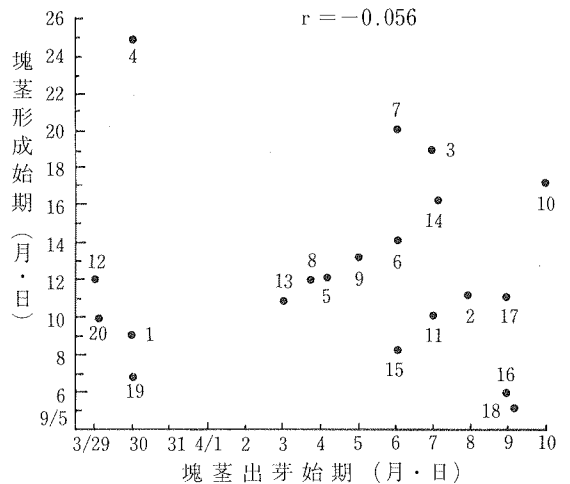
第9図 各系統の出穂始期・塊茎形成始期とその間隔

注) ○出穂始期, ●塊茎形成始期, ○● 両者の間隔日数 図中数字は系統No.



第10図 出穂始期と塊茎形成始期との関係

注) 図中数字は系統番号



第11図 塊茎出芽始期と塊茎形成始期との関係

注) 塊茎出芽始期は1978年調査結果による。
図中数字は系統番号 (No21, 22.は除外)

下伊那では8月下旬²⁴⁾、千葉では9月上旬¹⁴³⁾、また福井では9月中旬¹²³⁾などとの報告があり、ミズガヤツリの塊茎形成には日長の他に、温度¹⁴³⁾、光の強さ¹⁴³⁾、土壤条件^{24,143)}などの環境条件が関与していることが推測される。しかし、緯度・標高および気温等ほぼ同一の県内地域の自生系統を自然日長下の同一条件で供試した本実験で、20日間の大きなレンジを示す塊茎形成時期の差がみられたことは、単なる地理的条件や環境条件の違いだけで塊茎形成の早晩を論じられないことを示唆していると思われる。供試系統中で最も遅い塊茎形成を示したNo.4の小机産、No.7の宮原産およびNo.3の和田原産等の系統はいずれも地下水位の高い半湿田地区産であるが¹⁵⁰⁾、このことは、乾田に比べ湿田では塊茎形成が遅延することを指摘している堀²⁴⁾、山岸¹⁴³⁾等の報告と一面符合する。

22系統の出穂始期は8月16日～9月4日の19日間のレンジをもって分布していたが、いずれの系統も塊茎形成始期は出穂始期より遅かった。出穂始期に対する塊茎形成始期の遅延日数は系統により異なり、最小はNo.11系統の6日間で、最大はNo.4系統の38日間で、その系統間差は大きかった(第9図)。ミズガヤツリの出穂反応は短日性¹⁵⁾を示すが、塊茎形成期と出穂期との関係については、堀²⁴⁾、中川⁹³⁾等は出穂後に塊茎形成が行われることを指摘し、山岸¹⁴³⁾は自然日長下ではほぼ両者が一致していたことを報告している。本実験では出穂後6日～38日で塊茎形成が認められ、いずれの系統も出穂後にその形成が始まることが明らかとなった。

供試22系統について塊茎形成始期と出穂始期との関係を第10図に示したが、相関係数 $r = 0.025$ で、両者の関係はきわめて小さく、出穂期が早い系統が塊茎形成が早いとか、あるいはその逆の傾向は見られなかった。また、既報¹⁵⁰⁾で調査した塊茎出芽始期を参照して塊茎形成始期との関係を検討したが(第11図)、両者の相関係数は $r = -0.056$ でその関係はきわめて低く、供試中の20系統における塊茎出芽の早晩と塊茎形成の早晩との関係は見られなかった。その他、II-2の調査形質値を引用して、塊茎個体重または棒当たり塊茎生産数と塊茎形成始期との関係を検討したが、それぞれの相関係数は $r = -0.345$ 、 $r = 0.212$ で、その関係は小さかった。

(2) 本州各地産系統の塊茎形成期

材料および方法

II-3の実験に供試した13県産クローン(13系統)の5～6葉に生長した葉条を、前報1実験と同様に土壌を充

填した透明プラスチック容器に1984年6月14日に1本あて移植し、容器底部約2cmを埋土して9月下旬まで湛水状態を保ち屋外に放置した。この間7月1日にI B化成肥料S-1号をポット当たり1.4g施用して、害虫防除を適宜行い2反復で実施した。塊茎形成始期の観察は前記(1)実験に準じて行った。

第15表 本州各地産系統の塊茎形成始期と出穂始期との関係

| 系 統 | 塊茎形成始期 (月・日) | 出 穂 始 期 (月・日) | 出穂始期から塊茎形成始期までの日数 (日) | 移植から塊茎形成始期までの日数 (日) |
|-------|-----------------|------------------|--------------------------|------------------------|
| 吉 川 | 9・13 | 8・18 | 26 | 91 |
| 福 島 | 9・9 | 8・17 | 23 | 87 |
| 牛 久 | 9・12 | 8・11 | 32 | 90 |
| 宇 宮 | 9・9 | 8・20 | 20 | 87 |
| 熊 谷 | 9・23 | 8・21 | 33 | 101 |
| 千 葉 | 9・14 | 8・20 | 25 | 92 |
| 平 塚 | 9・13 | 8・21 | 23 | 91 |
| 飯 山 | 9・10 | 8・19 | 22 | 88 |
| 伊 那 | 9・12 | 8・14 | 29 | 90 |
| 静 岡 | 9・10 | 8・21 | 20 | 89 |
| 福 井 | 9・12 | 8・21 | 22 | 90 |
| 岐 阜 | 9・9 | 8・22 | 18 | 87 |
| 同 山 | 9・10 | 8・21 | 20 | 88 |
| 平 均 | 9・12 | 8・19 | 24 | 90 |
| 全 最 大 | 9・23 | 8・22 | 33 | 101 |
| 体 最 小 | 9・9 | 8・11 | 18 | 87 |
| レ ン ジ | 14 | 11 | 15 | 14 |

結果および考察

第15表に系統別の塊茎形成始期と出穂期を示した。塊茎形成始期の最も早い系統は福島、宇都宮および岐阜の3系統で、いずれも9月9日であった。最も遅いのは熊谷の9月23日で、系統間のレンジは14日間で、前記神奈川県内産系統のレンジ20日間より小さかった。13系統群の出穂始期は8月11日(福島)～8月22日(岐阜)の範囲で、11日間のレンジを示し、神奈川県内産系統の場合と同様に、いずれの系統も塊茎形成始期は出穂始期より18日～33日遅かった。

小林⁵⁴⁾は本州近畿以東で採集したクログワイで、塊茎形成の日長反応が異なる系統群を考察している。また中川⁹³⁾は、秋田県～宮崎県まで全国14か所から採集したミズガヤツリの自然日長栽培実験で、塊茎形成の進行速度が系統により異なり、高緯度産の系統ほどその形成の進行が早い傾向のあることを認め、塊茎形成における光周性の役割を強調している。当13系統群の実験では、採集範囲も限定されているが、塊茎形成期の早晩についての地理的關係は明らかでなく、おそらく、光周性とともに入水稲栽培時期と水地温や土壤条件等の要因が塊茎形成期の分化に複雑に関与して、緯度の違いだけでその形成の早晩を説明できない系統が出現しているものと思われる。

第16表 本州各地産系統の塊茎形成始期と諸形質との相関係数

| | 出穂 始期 | 塊茎出 芽始期 | 花茎長 | 花茎数 | 第1 包葉長 | 花柄長 | 花柄数 | 小穂長 | 小穂数 |
|--------|----------|------------|-------|-------|-----------|-------|--------|--------|-------|
| 塊茎形成始期 | 0.088 | 0.155 | 0.172 | 0.666 | -0.014 | 0.080 | -0.028 | -0.184 | 0.093 |

このように本州各地産の系統間における出穂を基点としての塊茎形成の早晚差は15日で、本県内産系統の32日より小さかったが、県内産系統の場合と同様に暦日上の形成期の早晚差より大きい傾向があった。また第16表のように系統間における出穂始期と塊茎形成始期との早晚関係は、本県内産系統の結果と同様に認められなかった。菅・草薙^{114,115)}はミズガヤツリの光周反応実験において、開花反応と塊茎形成反応では日長に対する反応が多少異なることを示唆しているが、供試系統の出穂と塊茎形成反応に関するこれらの結果は、系統によっても花穂と塊茎形成反応が一様でないことを示すもので、今後両者の関係を論じる上で新しい事実として注目すべきことである。

菅・草薙^{114,115)}や山岸¹⁴³⁾等の実験から、ミズガヤツリはクログワイと同様¹³⁴⁾に短日処理により塊茎形成が促進されることが認められている。菅・草薙^{114,115)}らは、その塊茎形成は短日条件下で生成が促進される物質と炭水化物の供給とに依存していると推察し、また山岸¹⁴³⁾は、短日下の高温処理実験で30℃の高温はその形成に阻害的に作用し、短日は塊茎形成に対し引き金の役割をするが、匍枝先端の分株化あるいは塊茎化に対しては温度条件が大きく作用していると考察している。この他、塊茎形成は湿田より乾田条件で早まり^{24,143)}、遮光処理はその形成を遅延するとの報告¹⁴³⁾がある。このような報告は塊茎形成には幾つかの要因が複雑に関与していることを示すもので、さらにこれに地域の系統差が関係してくることが考えられるので、地理的要因と塊茎形成の早晚については今後十分実験条件を整理して検討する必要があると考えられる。

2 系統による塊茎出芽期の差異

草薙⁶⁵⁾は、全国のミズガヤツリ塊茎からの初発生時期を生物季節との関連で調査し、その出芽期は桜の開花前線と大体同じように進むと報告し、関東中北部等の特定地域ではイチョウの開葉日と対応して出芽期が移動するこ

とを指摘している。

このように、ミズガヤツリの塊茎出芽期は地域性があるとみるのが一般的であるが、この他にIIで報告したように同一地域内でも系統によるその早晚があることも考えられる。温暖地ではミズガヤツリの塊茎発生は、代かき前に始まり、代かき後に第二次の発生期を迎えるが、代かき前までの防除法の確立および代かき時の既発生個体の大きさと再発生などと関連して、系統の春期発生時期の的確な究明は重要な意味があると考えられるので、神奈川県内産および本州各地産系統の出芽について調査した。

(1) 神奈川県内産系統の塊茎出芽期

材料および方法

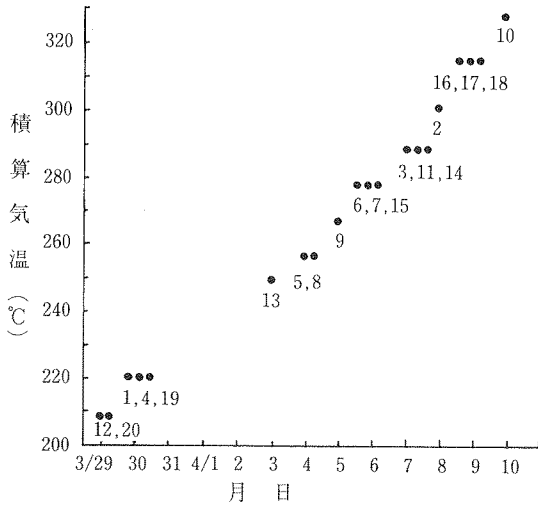
II-2で供試した神奈川県内産20系統の一部ポット枠を実験終了後そのまま水田内に放置越冬させ、無底枠内に形成された塊茎からの出芽状態を翌年の1978年3～4月に調査した。出芽期の判定は幼芽が地上1cm以上伸長した日を出芽始日とし、4反復で実験を行った。

結果および考察

第12図に供試20系統の出芽始日と3月1日から出芽日までの積算平均気温との関係を示し、第13図には特徴的な出芽パターンを示す5系統の出芽推移を表示した。

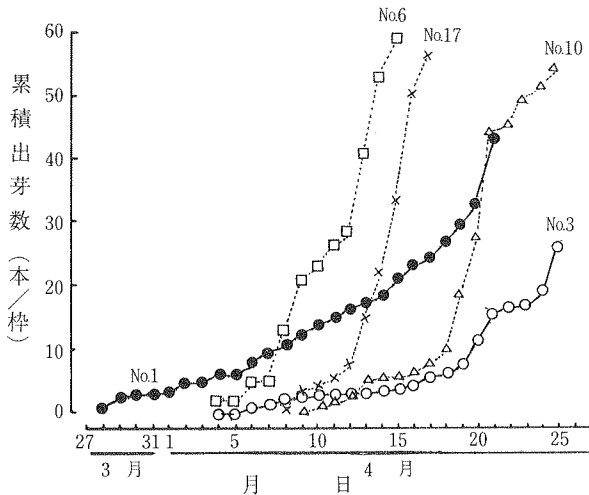
第12図はII-2の第5表の塊茎出芽始期と3月1日から積算平均気温をもとに作成したもので、前述したように系統間に1%水準の有意差があり、出芽始期で12日間、積算平均気温で120℃のレンジが認められた。

下坪・中山¹¹⁸⁾はマツバイの鹿児島、福山、金沢、高田および津等の採取産地の違いによる出芽速度の差異を認め、松村⁷⁴⁾はスズメのテッポウの水田型と畑地型を比較し、前者は後者より休眠性解消がはるかに早いことを報告している。また望月⁷⁸⁾はシコクビエ品種の変異の研究で、出芽までの日数が品種により異なったが、種子の重さとの相関はなかったことを認めている。その他、系統ある



第12図 神奈川県内産系統の塊茎出芽始期と積算気温
 注) 積算気温：3月1日からの積算平均気温(1978年)
 図中数字は系統No.

いは生態型の違いと休眠性の差異に関しては、wild oat seedについてのSEXSMITH⁴⁶⁾やPETERS⁸⁷⁾およびyellow foxtaile seedについてのNORRIS¹⁰⁹⁾、あるいはyellow nutsedge tuberにおけるTAYLORSON¹⁰⁷⁾等の報告がある。これらの報告の多くはその出芽の差異を休眠性の大小と関連づけているが、ミズガヤツリには自発休眠がないこと¹⁴³⁾、および第18表に記載したように塊茎は3月下旬にはすでに条件さえ整えば発芽できる状態にあること



第13図 神奈川県内産代表系統の塊茎出芽の推移
 注) 図中No.は系統番号、出芽数は径40cm塩ビ枠内数4枠平均値

などから、本実験の出芽始期の系統間差異は、休眠程度の違いよりもむしろ系統による発芽必要温度の違いが関与していることが考えられる。

塊茎出芽のパターンを第13図でみると、出芽始期の遅速と出芽数の増加曲線から、1) 早い時期に出芽し累積出芽数が徐々に増加する系統、2) やや遅れて出芽し、その増加が緩慢で常に茎数が少ない系統、3) 出芽始はやや遅いが、出芽後は短期間に出芽数を増加するもの、4) 出芽開始は遅く、出芽初期はその増加がきわめてゆるやかであるが、途中から急激に出芽数を増加させる系統など、大きく4タイプの出芽推移が観察される。出芽始期の早晚だけでなく、その推移の違いが系統間にあることは、初発生時の発生密度や個体の大きさが異なり、この時期の防除効果のふれに密接に関係する特性と推察することができる。

(2) 本州各地産系統の塊茎出芽期と初期生育

材料および方法

前報II-3の実験において本州13県産の13系統を植栽した1/5000 aポットを冬期間屋外に放置し、1980年の春期に前年ポット中に形成された塊茎からの出芽を前実験の基準に従い調査した。草丈はポット中最大10個体につき、葉数は同個体の舌状葉(3枚)を除いて測定した。

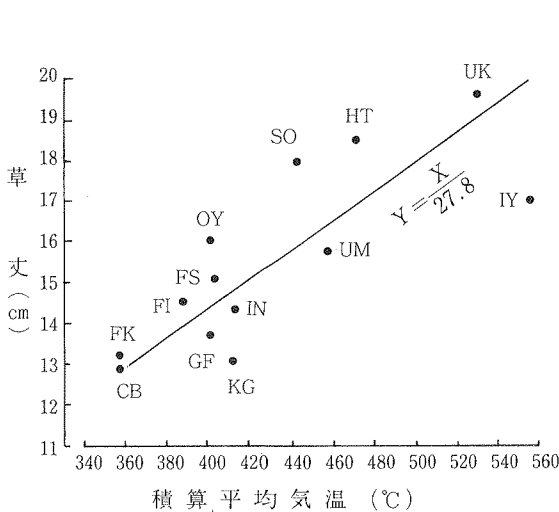
結果および考察

第17表に塊茎からの出芽状況を、また第14図、15図に各系統の出芽から5月5日の調査日までの積算平均気温と草丈および葉数の関係を示した。

塊茎の出芽始期は、前記本県内産系統の場合と同様に、系統による早晚差が著しかった。最も早い出芽を示したのは飯山系統の3月26日で、最も遅い古川、千葉系統の4月11日に比べ16日間のレンジがあった。3月1日からの積算平均気温で見ると、飯山系統は196°C、古川、千葉系統の場合は382°Cで、そのレンジは186°Cに達した(第17表)。ポットであるために、塊茎形成位置の違いがあることを考慮する必要があるが、それにしても、2週間以上の暦日差と、2倍程度の積算平均気温差は、本州各地産系統においても同一自然条件下での出芽の遅速差があることを示すものと考えられる。岩崎⁹⁷⁾は、種は異なるが同属で類似のイヌホタルイとホタルイの種子で、低温期では出芽始までに要した積算平均気温が異なることを報告しているが、このような発芽時の環境条件とも関連して、さらに系統と積算温度との関係について詳細な検討

第17表 本州各地産系統の塊茎出芽始期と出芽数

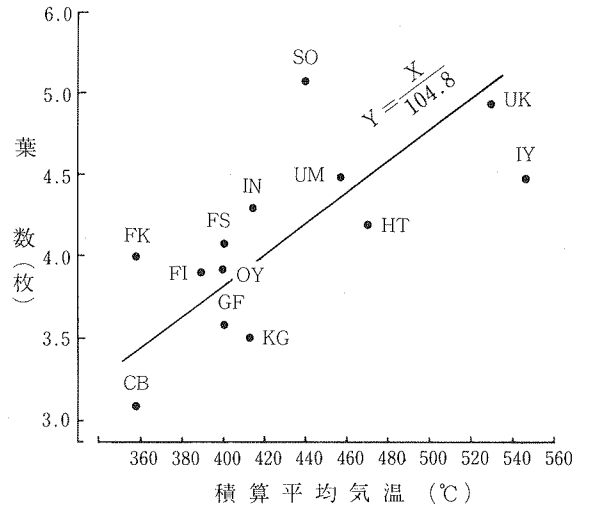
| 記号 | 系統 | 塊茎出芽始期 (月・日) | 3月1日起算 | | 累加出芽数(本/ポット当) | | | | |
|----|-----|-----------------|-------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|------|
| | | | 出芽日数 (日) | 出芽積算気温 (°C) | 4月10日 | 4月14日 | 4月21日 | 4月28日 | 5月5日 |
| FK | 古川 | 4・11 | 42 | 381.8 | 2 | 4 | 21 | 41 | 48 |
| FS | 福島 | 4・8 | 39 | 339.0 | 7 | 13 | 27 | 40 | 46 |
| UK | 牛久 | 3・27 | 27 | 203.0 | 10 | 15 | 18 | 21 | 23 |
| UM | 宇都宮 | 4・4 | 35 | 284.3 | 31 | 41 | 48 | 55 | 57 |
| KG | 熊谷 | 4・7 | 38 | 324.8 | 5 | 14 | 32 | 52 | 58 |
| CB | 千葉 | 4・11 | 42 | 381.8 | 2 | 5 | 16 | 31 | 38 |
| HT | 平塚 | 4・3 | 34 | 269.5 | 21 | 34 | 53 | 68 | 73 |
| IY | 飯山 | 3・26 | 26 | 196.0 | 25 | 29 | 44 | 54 | 58 |
| IN | 伊那 | 4・7 | 38 | 324.8 | 15 | 27 | 44 | 64 | 72 |
| SO | 静岡 | 4・5 | 36 | 299.6 | 15 | 28 | 41 | 48 | 53 |
| FI | 福井 | 4・9 | 40 | 352.9 | 4 | 11 | 23 | 35 | 46 |
| GF | 岐阜 | 4・8 | 39 | 339.0 | 10 | 21 | 35 | 51 | 59 |
| OY | 岡山 | 4・8 | 39 | 339.0 | 9 | 24 | 35 | 54 | 63 |
| 全 | 平均 | 4・6 | 37 | 310.4 | 12 | 20 | 34 | 39 | 53 |
| | 最大 | 4・11 | 42 | 381.8 | 31 | 41 | 53 | 68 | 72 |
| 体 | 最小 | 3・26 | 26 | 196.0 | 2 | 4 | 16 | 21 | 23 |
| | レンジ | 16 | 16 | 185.8 | 29 | 37 | 37 | 47 | 49 |



第14図 出芽からの平均積算気温と草丈との関係

注) 積算平均気温…各系統の出芽から5月5日までの積算平均気温 草丈…5月5日測定値

直線 $Y = \frac{X}{27.8}$ は全系統の草丈(Y)と積算平均気温(X)との関係 図中記号は第17表による系統名の略称



第15図 出芽からの積算平均気温と葉数との関係

注) 積算平均気温…各系統の出芽から5月5日までの積算平均気温 葉数…5月5日の測定値

直線 $Y = \frac{X}{104.8}$ は全系統の葉数(Y)と積算平均気温(X)との関係 図中記号は第17表による系統名の略称

が必要である。

また、第17表に示した累加出芽数は、5月5日までの約25日間にわたり著しい系統差がみられた。5月5日の調査時で最も出芽数の多い系統は伊那の72本で、最少は牛久の23本と実に3倍以上の差異があった。このような発生初期における出芽数の差は、系統による増殖力の違い、ひいては水稻との競争力の差異に関連する特性と考えられる。なお、第1次分株の発生は親株の平均葉数が4葉以上に達した以降との報告¹⁴³⁾から、牛久、平塚、飯山および静岡系統以外は4葉未満であるので(第15図)、調査幼芽の大部分は塊茎出芽によるものと推察される。したがって、この出芽数の差から塊茎形成数の系統間差異が類推されるが、この点についてはさらに調査検討が必要である。

5月5日の生育初期における草丈の最大系統は牛久(UK)の19.7cm、最小は熊谷(KG)の13cmで6cm以上のレンジがあった(第14図)。葉数は静岡系統(SO)が最大で5.1葉を示し、最小は千葉(CB)の3.1葉で、そのレンジは2葉と大きかった。両者の関係では、草丈の大きい系統は概して葉数も多いという傾向がうかがえた(第15図)。

山岸¹⁴³⁾は、代かき後の出芽と気温との関係について、千葉市における4月20日代かきでは萌芽後25日ころにはほぼ20cm程度の草丈に伸長し、平均気温15℃では3葉期に達するのに23日位要することを指摘している。本実験は畑水分状態の自然発生条件下での結果であるが、13系統全体では草丈1cm伸長に積算平均気温28℃を要し、同気温105℃で1葉出葉することが示された(第14、15図)。しかし、この必要積算平均気温は平均的なもので、萌芽後の同一積算平均気温(同一日数)においても産地系統により草丈、葉数にかなりの系統差があった。すなわち、出芽始期が同じ岐阜(GF)と岡山(OY)系統では5月5日の調査時において草丈2.5cmの系統間差がみられ(第14図)、4月7日の同一出芽期を示した熊谷(KG)と伊那(IN)系統では、調査時までの積算平均気温415℃の時点で0.8葉の差異が認められた(第15図)。これらのことから、出芽日とともに、出芽後の草丈伸長速度と出葉速度は系統により若干異なることが推察される。しかし、この点についてはさらに種々の温度条件下での検討が必要と考えられる。

3 塊茎萌芽特性および初期生育速度の系統間差異

ミズガヤツリの重要な繁殖源である塊茎は、萌芽に高

い酸素分圧を必要とし¹⁴³⁾、低水中溶解酸素濃度下でも萌芽性を示すクログワイ¹³⁵⁾とはやや異った特性を有している。また、塊茎は自発休眠性がなく¹⁴³⁾、一般的に発芽条件さえ整えばいつでも萌芽を開始する。その防除は専ら塊茎の萌芽期に主眼がおかれているが、これらの萌芽特性と系統との関係についての実験はほとんど見当らないので、防除の基礎資料を得ようとして以下の実験を行った。

(1) 塊茎の採取時期と系統の萌芽性

材料および方法

III-1の第14表に記載した本県内産22系統の塊茎を、水田に埋設した径40cm、深さ40cmの硬質塩化ビニル枠に1979年5月1日に1系統2枠ずつ播種し均一栽培を行い、この枠中に生産された塊茎を12月中旬系統別に掘り取り、直ちにナイロン製網袋に入れて、再度乾田土壤中に約10cmの深さに埋設した。

1980年1月10日および3月12日にこれら塊茎を取り出し選別水洗後、ペンレートT水和剤20倍液に10分間浸漬し、口紙を敷いた径15cm、深さ4cmのペトリシャーレに置床した。萌芽処理は20~30℃に保温した透明ビニールフィルム被覆電熱育苗器内で行った。シャーレ中の水深は塊茎背部の一部が露出する程度の約5mmに保ち、毎日2回手動スプレーで噴霧し高湿度状態を続けた。

供試塊茎は系統中で大形整一の一ものを1シャーレ20個置床し、2反復で実験した。初回処理は1月10日~31日、2回目は3月12~4月2日までのいずれも21日間継続した。

結果および考察

1月10日掘取の場合は先端塊茎と中間塊茎の2種を供試し、3月12日掘取では中間塊茎のみについて調査し第18表の結果を得た。

1月10日処理では、先端塊茎はNo.4系統を除く全系統が100%の萌芽率を示し、平均萌芽日数は約5~10日の分布で短かく、系統間差異の少ないことから、系統による休眠性の差異はないと考えられる。

しかし、同日処理の中間塊茎の萌芽率は系統間差異が大きく、56%~100%の範囲に分布していた。また、同塊茎の平均萌芽日数は、最小7.9日、最大16.6日の分布で、そのレンジは約9日間となり先端塊茎より系統間差異が大きく、萌芽に多くの日数を要した。3月12日処理では、全系統の萌芽率は95~100%を示し、1月の調査時より全

第18表 塊茎採取時期と萌芽率・平均萌芽日数

| 系 統 No. | 処 理 開 始 日 | 塊 茎 萌 芽 率 (%) | | | 平 均 萌 芽 日 数 (日) | | |
|------------|-----------------|---------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|
| | | 先 端 | 中 間 塊 茎 | | 先 端 | 中 間 塊 茎 | |
| | | 塊 茎 | 1 月 | 3 月 | 塊 茎 | 1 月 | 3 月 |
| | | 1 月 10 日 | 1 月 10 日 | 3 月 12 日 | 1 月 10 日 | 1 月 10 日 | 3 月 12 日 |
| 1 | | 100 | 77.8 | 97.5 | 6.8 | 11.1 | 5.8 |
| 2 | | 100 | 97.2 | 97.5 | 5.8 | 11.2 | 7.3 |
| 3 | | 100 | 92.1 | 100 | 6.0 | 10.7 | 8.0 |
| 4 | | 91.7 | 56.7 | 94.9 | 7.6 | 13.4 | 7.1 |
| 5 | | 100 | 57.5 | 100 | 6.8 | 16.2 | 8.7 |
| 6 | | 100 | 97.5 | 100 | 6.5 | 7.9 | 7.0 |
| 7 | | 100 | 100 | 100 | 5.8 | 11.2 | 7.5 |
| 8 | | 100 | 100 | 100 | 7.9 | 11.5 | 6.9 |
| 9 | | 100 | 82.4 | 100 | 6.9 | 14.7 | 7.9 |
| 10 | | 100 | 92.0 | 100 | 7.7 | 14.2 | 7.8 |
| 11 | | 100 | 56.3 | 97.4 | 8.1 | 16.6 | 9.6 |
| 12 | | 100 | 94.5 | 97.5 | 7.3 | 13.9 | 5.8 |
| 13 | | 100 | 92.9 | 97.5 | 7.0 | 11.9 | 6.6 |
| 14 | | 100 | 97.5 | 95.0 | 4.8 | 10.9 | 6.1 |
| 15 | | 100 | 100 | 100 | 7.0 | 10.8 | 5.8 |
| 16 | | 100 | 100 | 100 | 6.4 | 11.4 | 5.8 |
| 17 | | 100 | 94.8 | 100 | 5.5 | 10.7 | 6.8 |
| 18 | | 100 | 100 | 100 | 4.9 | 9.8 | 5.8 |
| 19 | | 100 | 90.0 | 97.5 | 8.1 | 13.0 | 8.8 |
| 20 | | 100 | 87.4 | 100 | 7.1 | 14.1 | 6.2 |
| 21 | | 100 | 90.0 | 100 | 6.0 | 12.6 | 7.1 |
| 22 | | 100 | 100 | — | 9.6 | 14.1 | — |
| 全 体 | 平 均 | 99.5 | 88.7 | 98.8 | 6.7 | 12.3 | 7.0 |
| | レ ン ジ | 8.3 | 43.7 | 5.1 | 4.8 | 8.7 | 3.8 |
| | 標 準 偏 差 | 2.51 | 17.33 | 2.18 | 1.34 | 2.56 | 1.15 |
| | 変 異 係 数 | 2.5 | 19.5 | 2.2 | 20.1 | 20.9 | 16.3 |

注) 最終調査日、1月10日処理区…1月31日、3月12日処理区…4月2日、
いずれも置床後21日、系統No.は第14表に準ずる

般的に著しく高い値となり、系統間差異が小さかった。なかでも前回50%台の萌芽率であったNo.4、5および11系統は40%以上の向上がみられた。平均萌芽日数は5.8~8.8日の分布範囲で、そのレンジは3日間となり、1月時に比べ系統間差異が小さくなるとともに約2~8日間短縮した。このように、中間塊茎は1月と3月で萌芽率と平均萌芽日数に大きな差異があり、1月に低い萌芽率を示した系統も3月掘取では95%以上の高い値を示し、平均萌芽日数も著しく短縮したことから、1月ころには休眠覚醒の程度に系統間差異があることが推察される。

萌芽実験は最適温度^{91,143)}に近い条件で、塊茎の熟度差による萌芽率や平均萌芽日数への影響¹⁴³⁾もできるだけさけた状態で実施したので、これらの他要因が大きく関与しているとは考えられない。また塊茎は自発休眠性がなく^{24,143)}、環境休眠の状態越冬するとされているが、先端塊茎>中間塊茎の出芽性の存在⁹¹⁾や、頂芽優性による側芽の発生抑制の報告¹⁴³⁾は、塊茎の内部要因が萌芽性を制御している結果とも思われる。一方、太田によるイネ種子休眠性の品種間差異の報告¹⁰⁴⁾や、NORRIS等による yellow foxtail (*Setaria lutescens* F. T. Hubbard.)のバイ

オタイプ間の休眠性や発芽性の違いの報告¹⁰⁾などからも、系統による休眠特性の差異をさらに詳細に究明する必要があると考えられる。

(2) 貯蔵塊茎の萌芽力の系統間差異

材料および方法

II-2-(1)の実験に供試した第3表記載の20系統を1977年に水田中の径40cmの無底枠内で育成し、形成された塊茎を翌年の1978年2月上旬に掘り取り、有孔ポリエチレン袋に詰めて5℃恒温室内の暗黒高湿度条件下で貯蔵した。

第1回の萌芽実験は、7月31日貯蔵塊茎を取り出し、径15cmのペトリシャーレに口紙を敷き、1系統20個の水洗した中間塊茎を入れ、塊茎直径の約1/2の水深に保ち、

室温状態で1反復で実施した。実験は7月31日～8月18日までの18日間継続し、萌芽率、平均萌芽日数を調査した。

第2回萌芽実験は、9月26日と10月2日に貯蔵庫より中間塊茎を取り出し、ベンレートT水和剤20倍液に10分間浸漬消毒した後、上記同様ペトリシャーレ中に1系統20個あて入れ、次の3処理条件を設定し、水温16～25℃の室温下で実施した。

- A. 浅水浸漬処理………塊茎直径の約1/2の深さ(2～5mm)の水道水中に浸漬
- B. 深水浸漬処理………水深2.5cmの水道水中に浸漬
- C. 煮沸水浸漬処理………水深2.5cmの煮沸水中に浸漬

9月26日処理開始実験では9月26日～10月16日までの20日間、また10月2日の反復実験では10月2日～25までの23日間それぞれの萌芽処理条件を継続し、塊茎の萌芽

第19表 貯蔵後の塊茎萌芽力

| 系 統 No. | 塊 茎 萌 芽 率 (%) | | | | 平 均 萌 芽 日 数 (日) | | | | 幼 芽 全 重 (g) | | |
|------------|---------------|-------|-------|-------|-----------------|-----|-------|-----|-------------|------|------|
| | 7月31日 | | 9月26日 | | 7月31日 | | 9月26日 | | 9月26日 | | |
| | 浅 水 | 浅 水 | 深 水 | 煮沸水 | 浅 水 | 浅 水 | 深 水 | 煮沸水 | 浅 水 | 深 水 | 煮沸水 |
| 1 | 100.0 | 87.5 | 75.0 | 80.0 | 1.5 | 3.5 | 4.8 | 4.7 | 4.58 | 1.50 | 1.96 |
| 2 | 95.0 | 100.0 | 97.5 | 100.0 | 2.3 | 3.2 | 3.3 | 3.7 | 3.55 | 3.10 | 3.48 |
| 3 | 100.0 | 97.5 | 95.0 | 100.0 | 2.7 | 3.2 | 4.0 | 3.7 | 3.03 | 1.85 | 2.24 |
| 4 | 100.0 | 57.5 | 65.0 | 50.0 | 2.4 | 4.6 | 6.6 | 5.0 | 1.24 | 0.35 | 0.33 |
| 5 | 100.0 | 95.0 | 95.0 | 90.0 | 2.5 | 4.0 | 4.0 | 4.6 | 2.15 | 1.33 | 1.35 |
| 6 | 100.0 | 97.5 | 92.5 | 92.5 | 2.3 | 3.3 | 3.6 | 4.6 | 3.08 | 2.44 | 2.29 |
| 7 | 100.0 | 95.0 | 100.0 | 100.0 | 3.1 | 3.5 | 3.4 | 3.6 | 2.95 | 3.58 | 4.29 |
| 8 | 100.0 | 95.0 | 97.5 | 97.5 | 2.9 | 3.6 | 3.4 | 3.3 | 2.55 | 2.27 | 2.81 |
| 9 | 100.0 | 95.0 | 97.5 | 100.0 | 2.6 | 3.6 | 3.4 | 3.6 | 2.85 | 2.51 | 2.67 |
| 10 | 95.0 | 77.5 | 82.5 | 82.5 | 2.7 | 4.0 | 5.7 | 3.8 | 1.21 | 0.80 | 0.93 |
| 11 | 80.0 | 100.0 | 97.5 | 97.5 | 5.0 | 3.2 | 3.5 | 4.0 | 2.45 | 1.86 | 1.82 |
| 12 | 100.0 | 95.0 | 92.5 | 92.5 | 1.7 | 2.5 | 3.0 | 3.6 | 5.45 | 3.61 | 4.06 |
| 13 | 100.0 | 82.5 | 90.0 | 97.5 | 2.2 | 3.5 | 3.4 | 3.9 | 2.19 | 1.87 | 2.10 |
| 14 | 100.0 | 62.5 | 55.0 | 67.5 | 2.2 | 3.4 | 3.7 | 3.4 | 1.36 | 1.25 | 1.60 |
| 15 | 100.0 | 85.0 | 95.0 | 95.0 | 2.3 | 3.3 | 5.4 | 4.6 | 2.15 | 1.23 | 1.31 |
| 16 | 100.0 | 62.5 | 32.5 | 37.5 | 2.3 | 4.0 | 8.6 | 6.5 | 1.65 | 0.14 | 0.30 |
| 17 | 100.0 | 97.5 | 97.5 | 95.0 | 3.1 | 3.7 | 4.0 | 3.6 | 2.59 | 1.59 | 2.10 |
| 18 | 100.0 | 97.5 | 95.3 | 97.5 | 2.5 | 2.6 | 3.0 | 3.1 | 3.14 | 1.78 | 2.18 |
| 19 | 100.0 | 87.5 | 92.5 | 95.0 | 2.8 | 3.6 | 5.3 | 4.5 | 2.48 | 1.81 | 2.40 |
| 20 | 100.0 | 95.0 | 97.5 | 92.5 | 1.8 | 2.9 | 3.9 | 4.3 | 4.75 | 3.54 | 4.13 |
| 平 均 | 98.5 | 88.1 | 87.1 | 88.0 | 2.5 | 3.5 | 4.3 | 4.1 | 2.77 | 1.92 | 2.22 |
| 有 意 差 | — | ※※※ | ※※※ | ※※※ | — | | | | ※※※ | ※※ | ※※※ |

注) ※※……1%水準で有意 ※※※……0.1%水準で有意
5℃低温貯蔵開始2月下旬

率、平均萌芽日数を調査した。9月26日と10月2日の実験はほぼ同様の結果が得られたので、2反復処理として両者の平均値で表示した。

結果および考察

第19表に塊茎貯蔵約6か月後の7月31日と8か月後の9月26日における萌芽率、平均萌芽日数および幼芽全重を示した。

第19表によれば、貯蔵約6か月後の7月31日における塊茎萌芽率は、1系統が80%、2系統95%、その他は100%を示し、全系統平均98.5%と全般的に高い値を示し、系統間差異は少なく、各系統ともほぼ同じように未だ強い萌芽力をもっていることが推察された。しかし、約8か月貯蔵した9月26日の実験では、いずれの処理区でも、0.1%水準で系統間に萌芽率差が認められ、浅水区においては58%~100%の萌芽率の分布を示した。浅水区で58~63%の低い萌芽率を示したのはNo.4、14および16などの系統であったが、No.2、3、4、5、6、7、8、9、11、12、17、18および20等の13系統は95%以上の高い萌芽率を示した。このような系統間の差異は深水区、煮沸水区でもほぼ同様で系統による萌芽率差があると考えられた。

平均萌芽日数は、No.11系統を除いて、8か月貯蔵>6か月貯蔵の値を示した。また8か月貯蔵塊茎の平均萌芽日数は、浅水区2.5~4.6日、深水区3.0~8.6日、煮沸水区3.1~6.5日で、還元状態が強いと萌芽が遅延する傾向がうかがえた。

8か月貯蔵区の処理後約22日における幼芽重については、3処理区それぞれ1%、0.1%の有意水準で系統間差異が認められ、萌芽率、平均萌芽日数と同様に、系統により幼芽の伸長量が著しく異なることが推察された。

山岸¹⁴³⁾は塊茎の土壤中生存期間を調査し、11月28日の代かき後約7か月を経過した塊茎でも約28%が萌芽し、日減水深3cmの代かき排水土中5~10cmに埋土した塊茎の約半数が、置床7か月後においても萌芽力を有していたことを認めている。また岩崎³⁷⁾は、イヌホタルイ種子の10℃273日間の長期貯蔵で、その出芽率が系統により若干異なることを報告している。山岸¹⁴³⁾は、水田土中のミズガヤツリ塊茎は、地温、還元状態等の条件が整えば1年位生存すると推察しており、代かき約2か月後の中干し時や早期栽培水稻刈取後の8~9月に萌芽する可能性があることを指摘している。したがって、ミズガヤツリの後期発生という視点からも、系統による貯蔵塊茎の萌芽力差は注目しておくべきことと考えられる。

(3) 還元条件下における塊茎萌芽特性と幼芽伸長特性の系統間差異

ア. 異なる土壤条件下における神奈川県内産系統の塊茎萌芽と初期生育

材料および方法

前記実験で特徴的な萌芽特性を示した神奈川県内産12系統の塊茎を供試し、以下の3置床処理条件で萌芽実験を行った。

塊茎置床条件

- A. 畑土中……………土壌水分70~80% (含水比) の畑土中2cmの深さに置床覆土
- B. 湛水土地表……代かき後約3cmの水深で湛水した土壤表面に置床
- C. 湛水土中……………代かき後約3cmの水深で湛水した土壤中に3cmの深さに置床覆土

処理としては、30×40cm、深さ8cmのバットに篩別した沖積畑壤土を4cmの厚さに入れ、処理直前の1979年4月6日に掘取った未萌芽中間塊茎をそれぞれの処理条件に応じて置床した。置床塊茎は25~30℃の人工気象室内に4月6日~26日まで放置し、処理期間中は所定の水条件を保った。実験規模としては、各処理とも1系統20個の塊茎を供試し、3反復で実験を行い、置床後20日の4月26日に所定の調査を実施した。

結果および考察

第21表に供試系統間の萌芽および初期生育の変異を示した。

置床処理条件間の塊茎萌芽率と幼芽の生育量は、畑土中>湛水土地表>湛水土中の順位を示し、湛水代かき埋土条件では全系統がほとんど萌芽しなかった。系統間の最大と最小萌芽率の差は、畑土で12%、湛水土地表で27%、また平均萌芽日数のレンジは、畑土で1.1日、湛水土地表で2.9日を示し、湛水土地表条件下の方が塊茎萌芽力の系統間レンジは大きかったが、有意差は認められなかった。しかし、畑土中置床条件では、塊茎萌芽率で1%水準、平均萌芽日数で5%水準の系統間有意差が認められた。

萌芽後の初期生育については、畑土中条件では、草丈、葉数、茎数、茎葉生体重および幼芽伸長速度等に0.1%ないし1%の有意水準で系統間差異がみられ、また、深水代かき地表条件では、草丈、葉数および茎葉生体重などに0.1%または1%水準の系統間有意差が認められた。

第20表 土壤置床萌芽実験供試系統

| 系統No. | 系統採集地区名 | 系統No. | 系統採集地区名 |
|-------|------------|-------|-------------|
| 1 | 横浜市港北区新吉田町 | 7 | 藤沢市宮原 |
| 2 | 海老名市上郷 | 10 | 平塚市豊田 |
| 3 | 南足柄市和田原 | 11 | 真土 |
| 4 | 横浜市港北区小机町 | 12 | 小鍋島 |
| 5 | 緑区鉄町 | 14 | 伊勢原市下谷 (A) |
| 6 | 藤沢市西俣野 | 16 | 足柄上郡大井町 (A) |

第21表 神奈川県内産代表系統塊茎の土壤置床条件と萌芽および初期生育の変異

| 形質 | 置床条件 統計量 | 畑 土 中 | | | | 湛水代かき地表 | | | | 湛水代かき土中 | | | |
|------------------|-------------|-------|-------|------|----------|---------|------|------|---------|---------|-----|----|-----|
| | | 平均 | 最大 | 最小 | 分散比 | 平均 | 最大 | 最小 | 分散比 | 平均 | 最大 | 最小 | 分散比 |
| 塊茎萌芽率 (%) | | 97.4 | 100.0 | 88.3 | 3.47** | 82.9 | 96.7 | 70.0 | 2.17ns | 0.0 | 0.0 | 0 | — |
| 萌芽開始日数 (日) | | 1.9 | 2.3 | 1.3 | 0.85ns | 1.7 | 2.0 | 1.0 | 0.91ns | 0.0 | 0.0 | 0 | — |
| 平均萌芽日数 (日) | | 3.7 | 4.5 | 3.3 | 2.66* | 4.8 | 5.9 | 3.1 | 2.12ns | 0.0 | 0.0 | 0 | — |
| 平均草丈 (cm) | | 19.5 | 23.7 | 16.7 | 11.54*** | 15.2 | 19.3 | 12.4 | 5.01*** | 0.0 | 0.0 | 0 | — |
| 平均葉数 (枚) | | 4.4 | 4.7 | 3.9 | 7.44*** | 4.2 | 4.7 | 3.5 | 5.22*** | 0.0 | 0.0 | 0 | — |
| 茎数 (本/塊茎) | | 1.6 | 1.8 | 1.2 | 3.64** | 1.6 | 1.9 | 1.1 | 2.32ns | 0.0 | 0.0 | 0 | — |
| 根茎数 (本/塊茎) | | 0.7 | 0.9 | 0.2 | 4.35 | 0.5 | 0.6 | 0.1 | 15.56 | 0.0 | 0.0 | 0 | — |
| 茎葉生体重 (g/塊茎) | | 0.76 | 1.04 | 0.57 | 17.10*** | 0.63 | 0.99 | 0.48 | 3.52** | 0.0 | 0.0 | 0 | — |
| 幼芽伸長速度 (mm/塊茎/日) | | 15.4 | 18.4 | 12.4 | 3.41** | 14.2 | 16.6 | 11.7 | 1.74ns | 0.0 | 0.0 | 0 | — |

注) 調査日: 草丈・葉数・茎数・根茎数・茎葉生体重・幼芽伸長速度は塊茎植付後20日 (4月26日)

※……5%水準で有意 ※※……1%水準で有意 ※※※……0.1%水準で有意

ミズガヤツリ塊茎の萌芽は、酸素条件に左右され、酸素供給が満たされる畑状態では地表下18cmからも出芽した報告⁹¹⁾もある。しかし、山岸¹⁴³⁾は水深10cm下では著しく萌芽塊茎歩合が低下したことを報告し、湛水土中に埋没するとほとんど出芽しないことが認められている⁶⁵⁾。したがって、湛水代かき土中では、従来の報告と同様に各系統とも著しい酸素不足により萌芽しなかったものと考えられる。湛水代かき地表条件下ではやや不利な萌芽状態にあったが、系統による萌芽差が大きく、酸素供給の十分な畑条件下では系統間の萌芽差異が有意差をもって認められ、このような酸素供給条件と系統の萌芽力との関係についてはさらに検討が必要と考えられた。

イ、水中低酸素条件下における神奈川県内産系統の塊茎萌芽と幼芽伸長速度

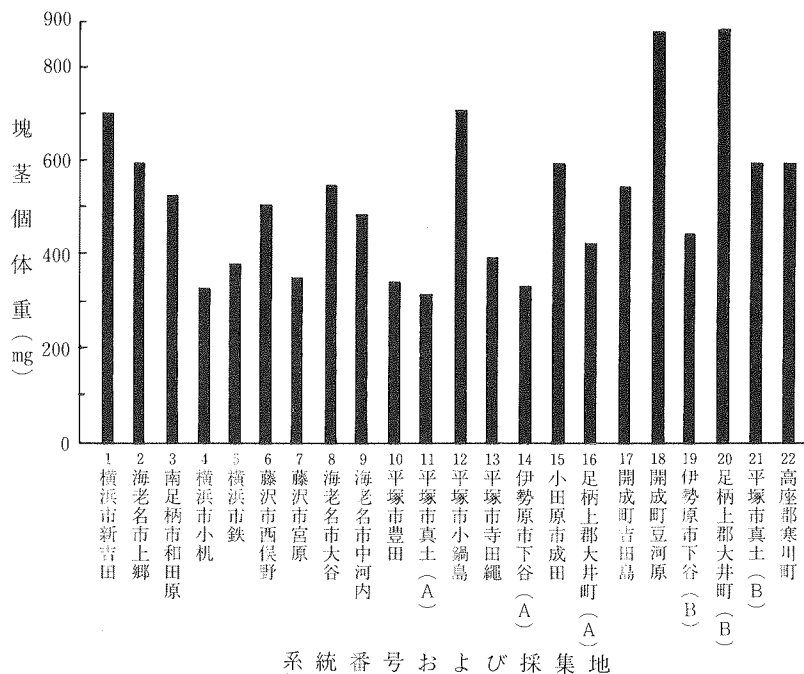
材料および方法

III-3-(1)の実験と同様に前年栽培生産した神奈川県内産22系統の中間塊茎を1980年3月23~24日に掘り出し、同(1)実験と同じように水洗消毒後供試した。

萌芽処理は次に示す2処理条件で25~27℃に保った人工気象室内で行った。

A. 水道水中処理区

16×12cm深さ9cmの透明プラスチック容器に2cm厚さに砂を入れ、各系統の中間塊茎20個を置床、水道水を適



第16図 供試系統の塊茎生体重

注) 中間塊茎120個体平均重、(A)、(B)は同一地区内での異系統
個体重分散比…198.05*** $F_{42}^{21}(0.001) = 3.47$

宜注入して常時4 cmの水深に保持。

B. 煮沸水中処理区

同上方法で中間塊茎20個を置床、煮沸水を水深7 cm注入後家庭用透明ラップフィルム(ポリエチレン)で密閉被覆。

供試塊茎は系統中で比較的大形整一のものを選別し、3反復で実験した。砂上に置床した塊茎は径4 mm長さ15 cmの針金で押え、萌芽後の浮上を防止した。実験は3月25～4月20日までの26日間継続し、幼芽が5 mm以上伸長した日を萌芽日と定め、萌芽率、平均萌芽日数を算出した。草丈、萌芽数、茎葉および根部生体重等は置床後21日目に調査した。

なお、萌芽処理実験終了後、未萌芽塊茎を開放湿潤砂上に置床し5月30日までの40日間再萌芽テストを行い、さらにその後も未萌芽のものについては内部状態を肉眼観察し、その生死を確認した。

結果および考察

第16図に供試系統の塊茎重を示すとともに第22表に塊茎および幼芽に関する8形質の統計量を記載し、さらに

第17図に各系統の萌芽率を示した。これらの塊茎生体重、同萌芽率、萌芽開始日数、平均萌芽日数、平均萌芽数、草丈、茎葉生体重、根部生体重、茎葉重/塊茎重および幼芽伸長速度等の10形質について分散分析を行った結果、水道水、煮沸水いずれの処理でも1%水準で系統間に有意差が認められた。

(ア) 塊茎萌芽

萌芽開始日についてみると(第22表)、水道水処理では、No.1、13、16および18等の早い系統は置床後6日であったが、No.11および22等の最も遅い系統は約12日で6日間のレンジがあり、煮沸水処理では、No.4、13、14、15および18等の早い系統の6日に対し、No.2、3系統は17～18日、No.22系統は21日と著しく遅く、その分布幅が大きかった。

また、平均萌芽日数は全般的には水道水処理<煮沸水処理の傾向を示し、水道水処理の最小はNo.18系統の8.5日で、最大はNo.11系統の17.6日で約9日間のレンジがあり、また煮沸水処理では最小はNo.4系統の11日、最大はNo.22系統の23日とそのレンジは12日間と大きかった。

第22表 全系統の萌芽および初期生育の統計量

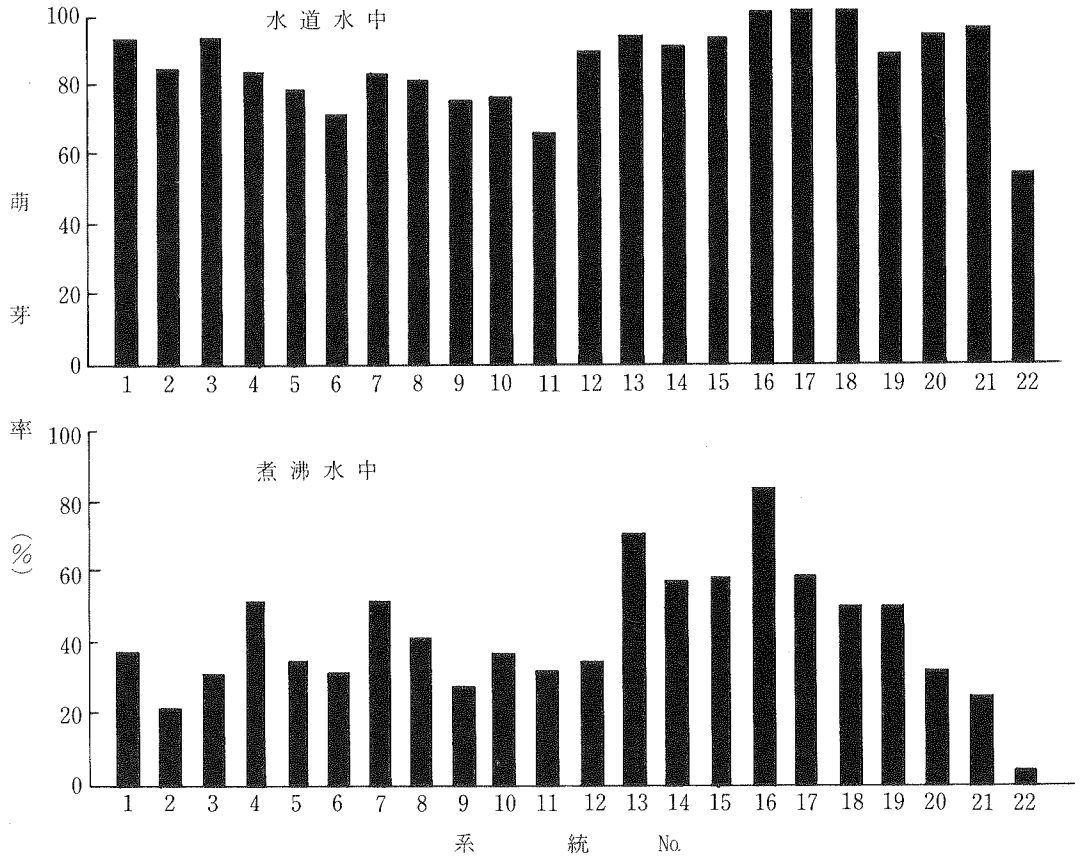
| 系 統 No | 水 道 水 中 | | | | | | | | | 煮 沸 水 中 | | | | | | | | |
|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|----------------------|----------------------|------------------------|--------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|----------------------|----------------------|------------------------|--------------|--|
| | 萌 芽 開始日 (日) | 平均萌芽 日数 (日) | 平 均 萌芽数 (本) | 全 茎 草 丈 (cm) | 茎 葉 生 体 重 (mg) | 根 部 生 体 重 (mg) | 茎 葉 重 塊 茎 重 (mg) | 幼芽伸 長 速 度 | | 萌 芽 開始日 (日) | 平均萌芽 日数 (日) | 平 均 萌芽数 (本) | 全 茎 草 丈 (cm) | 茎 葉 生 体 重 (mg) | 根 部 生 体 重 (mg) | 茎 葉 重 塊 茎 重 (mg) | 幼芽伸 長 速 度 | |
| 1 | 6 | 11.2 | 2.4 | 34.8 | 782 | 777 | 1.14 | 17.4 | | 11 | 11.8 | 1.1 | 9.1 | 189 | 99 | 0.26 | 4.5 | |
| 2 | 11 | 16.1 | 1.9 | 21.5 | 369 | 323 | 0.63 | 10.8 | | 17 | 21.6 | 0.4 | 0.6 | 9 | 3 | 0.02 | 0.3 | |
| 3 | 9 | 13.1 | 3.6 | 31.5 | 480 | 439 | 0.91 | 15.8 | | 18 | 21.4 | 1.0 | 3.8 | 53 | 29 | 0.10 | 1.9 | |
| 4 | 8 | 11.2 | 2.1 | 24.2 | 314 | 306 | 0.98 | 12.1 | | 6 | 11.0 | 1.1 | 8.1 | 127 | 55 | 0.39 | 4.1 | |
| 5 | 8 | 13.8 | 2.0 | 22.7 | 362 | 251 | 0.91 | 11.4 | | 11 | 18.1 | 0.8 | 3.5 | 65 | 19 | 0.18 | 1.8 | |
| 6 | 10 | 15.0 | 1.5 | 16.9 | 255 | 224 | 0.52 | 8.5 | | 10 | 16.8 | 0.6 | 2.0 | 25 | 11 | 0.05 | 1.0 | |
| 7 | 8 | 12.0 | 2.0 | 31.3 | 385 | 320 | 1.13 | 15.6 | | 13 | 18.0 | 1.1 | 5.2 | 61 | 20 | 0.17 | 2.6 | |
| 8 | 7 | 14.9 | 2.2 | 20.8 | 317 | 274 | 0.60 | 10.4 | | 11 | 17.7 | 0.9 | 4.9 | 19 | 7 | 0.03 | 2.5 | |
| 9 | 12 | 15.5 | 2.0 | 23.1 | 354 | 239 | 0.74 | 11.6 | | 12 | 17.4 | 0.6 | 1.8 | 24 | 7 | 0.05 | 0.9 | |
| 10 | 7 | 12.5 | 1.5 | 17.2 | 286 | 234 | 0.83 | 8.6 | | 10 | 15.4 | 1.0 | 5.7 | 90 | 54 | 0.27 | 2.9 | |
| 11 | 12 | 17.6 | 1.6 | 9.0 | 109 | 83 | 0.35 | 4.5 | | 13 | 17.6 | 1.0 | 3.4 | 31 | 15 | 0.10 | 1.7 | |
| 12 | 8 | 13.1 | 2.2 | 28.4 | 631 | 581 | 0.90 | 14.2 | | 8 | 14.9 | 0.6 | 1.9 | 37 | 9 | 0.05 | 1.0 | |
| 13 | 6 | 9.6 | 2.3 | 37.0 | 494 | 429 | 1.25 | 18.5 | | 6 | 11.3 | 1.9 | 19.3 | 299 | 205 | 0.77 | 9.7 | |
| 14 | 8 | 11.1 | 1.8 | 24.0 | 321 | 238 | 1.00 | 12.0 | | 6 | 12.3 | 1.3 | 11.6 | 179 | 123 | 0.53 | 5.8 | |
| 15 | 7 | 12.1 | 2.5 | 27.4 | 401 | 302 | 0.68 | 13.7 | | 6 | 11.8 | 2.1 | 15.3 | 225 | 110 | 0.38 | 7.7 | |
| 16 | 6 | 9.8 | 2.7 | 29.1 | 401 | 271 | 0.91 | 14.6 | | 7 | 12.6 | 2.4 | 21.9 | 296 | 145 | 0.74 | 11.0 | |
| 17 | 7 | 10.9 | 3.1 | 36.5 | 549 | 359 | 1.01 | 18.3 | | 9 | 16.9 | 1.8 | 11.4 | 149 | 79 | 0.27 | 5.7 | |
| 18 | 6 | 8.5 | 3.3 | 49.5 | 839 | 561 | 0.95 | 24.8 | | 6 | 12.0 | 2.2 | 13.0 | 228 | 106 | 0.26 | 6.5 | |
| 19 | 7 | 12.8 | 1.8 | 25.5 | 372 | 295 | 0.82 | 12.8 | | 14 | 18.7 | 1.1 | 10.7 | 153 | 69 | 0.36 | 5.4 | |
| 20 | 8 | 12.9 | 2.1 | 28.9 | 736 | 646 | 0.83 | 14.5 | | 11 | 15.7 | 0.7 | 2.9 | 62 | 19 | 0.07 | 1.5 | |
| 21 | 8 | 11.3 | 2.2 | 36.4 | 639 | 515 | 1.05 | 18.2 | | 10 | 14.2 | 0.5 | 3.5 | 65 | 36 | 0.11 | 1.8 | |
| 22 | 12 | 16.5 | 1.5 | 10.2 | 163 | 127 | 0.27 | 5.1 | | 21 | 23.2 | 0.1 | 0.1 | 2 | 0.0 | 0.00 | 0.1 | |
| 最 大 | 12 | 17.6 | 3.6 | 49.5 | 839 | 777 | 1.25 | 24.8 | | 21 | 19.5 | 2.4 | 21.9 | 299 | 205 | 0.77 | 11.0 | |
| 最 小 | 6 | 8.5 | 1.5 | 9.0 | 109 | 83 | 0.27 | 5.1 | | 6 | 5.8 | 0.1 | 0.1 | 2 | 0.0 | 0.00 | 0.1 | |
| 有意差 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | | ** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | |

注) 平均萌芽数、茎葉生体重、根部生体重は塊茎当たり、全草丈は塊茎当たりの全出芽茎の合計草丈
 茎葉重/塊茎重=mg/mg、幼芽伸長速度=mm/塊茎/日、調査日:処理後21日
 有意差: ** = 1%水準で有意 *** = 0.1%水準で有意

萌芽開始日と平均萌芽日数の系統間の変動幅はいずれも煮沸水処理>水道水処理の傾向を示したが、これはより低い酸素条件下ほど系統間の酸素反応差が顕著になり、低酸素下で塊茎萌芽力が大きく低下しない系統と顕著に影響される系統があることを示唆するものと考えられる。

第17図の系統別の萌芽率をみると、全系統とも水道水処理>煮沸水処理の値であった。水道水処理では、最大系統は100%の萌芽率を示したが、最小系統は53%でレンジ47%の系統間差異が認められた。煮沸水処理区の萌芽率は、最大系統の83.3%に対し最小系統では3.3%で、そのレンジは80%と大きく、その系統間の変異は水道水処理より顕著であった。

第18図に特徴的な系統の萌芽率の推移を示した。水道水処理では、早くから短期間に高い萌芽率を示す系統、萌芽開始は早いなが長期間かけて高い萌芽率に達する系統、同様の萌芽曲線を示すが萌芽開始が遅い系統および萌芽開始が遅く緩やかに萌芽し低い萌芽率を示す系統などが観察された。同様に煮沸水処理では、萌芽開始が早く長期間かけて高い萌芽率に達する系統、萌芽開始は前者同様早いながその上昇勾配が途中からゆるやかとなりやや低い萌芽率となる系統、萌芽開始は同様早いなが萌芽率上昇勾配が最初からきわめて緩やかで、著しく低い萌芽率に止まる系統、および萌芽開始が著しく遅く萌芽率がきわめて低い系統などがみられた。



第17図 水道水と煮沸水中の塊茎萌芽率の比較

注) 1区20塊茎3区平均値、置床後26日調査

萌芽率分散比 水道水中…3.09** 煮沸水中…3.00**

$F_{42}^{21}(0.01) = 2.32$ $F_{42}^{21}(0.001) = 3.47$

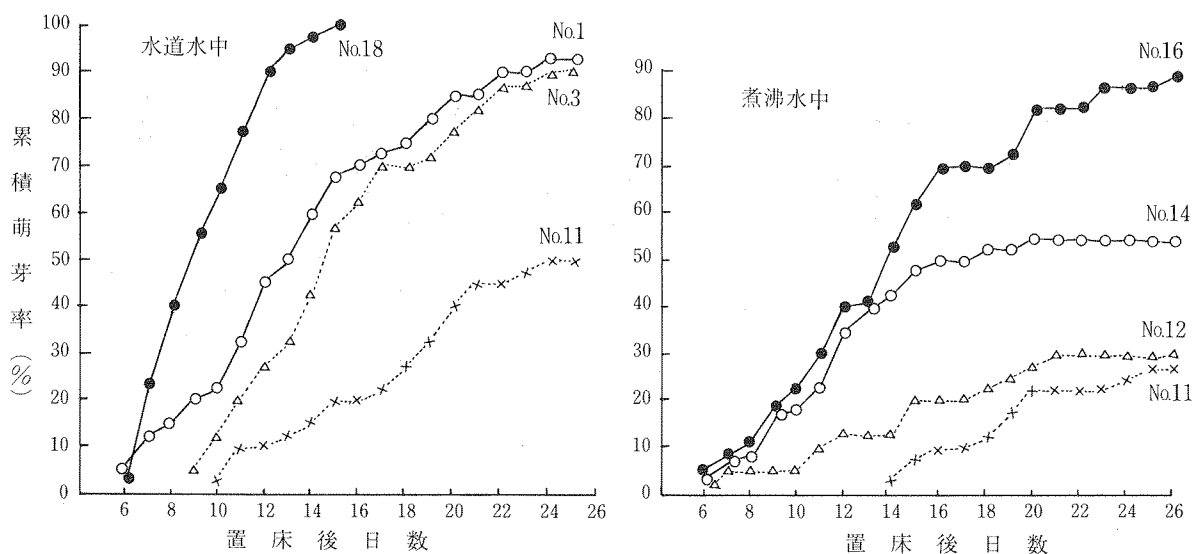
第23表 出芽処理期間中の水中溶存酸素量

| 処理区 | 経過日数 | | | | |
|-----|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 置床時 | 2日後 | 5日後 | 13日後 | 21日後 |
| 水道水 | 7.7 Ppm | 5.3 Ppm | 5.0 Ppm | 6.8 Ppm | 7.0 Ppm |
| 煮沸水 | 2.4 | 1.7 | 1.2 | 3.7 | 3.9 |

注) UC-11D0メーターによる2~3区の平均値

萌芽率は水道水と煮沸水の両処理条件ともに系統間に著しい差異が認められ、なかでも煮沸水中の強還元下でとくにその差異が大きかったが、これは萌芽時の酸素要求度が系統により異なる一つの証左と考えられる。片岡、

金⁶⁸⁾らは、同じ草種でも種子の前歴によって発芽時の酸素要求度が異なる場合があることを示し、またYAMASUE¹⁵²⁾はノヒエ種子の発芽率に大きな系統間差異を認め、両者ともに種子の休眠程度や活力の差異をその変動の主



第18図 代表系統の塊茎萌芽率の推移

注) 図中Noは系統番号

要因と考察している。しかし、本実験では、いずれの系統の不萌芽塊茎も処理後の空気開放条件下でほとんど萌芽した結果や、前記実験(1)の3月中旬にはすでに各系統とも休眠覚醒の状態にあったこと等から、これらの萌芽率の差異は単なる休眠性の違いに因るものではなく、主として各系統塊茎の酸素濃度に対する反応の差異に因るものと推察される。

(イ) 茎葉および根部の生育

第22表に置床後21日目に調査した茎葉部と根部の生育状態を示した。塊茎当たりの平均萌芽数は、水道水処理区の最多系統3.6本、最少系統1.5本、煮沸水処理区の最多系統2.4本、最少系統0.1本で、両処理区とも系統間差が認められ、煮沸水処理区でその変異幅がより大きかった。

1塊茎から萌芽した全茎の合計長を示す全茎草丈は、水道水処理では49.5cm~9.0cm、煮沸水処理では21.9cm~0.1cmの間の分布で、水道水では約5倍、煮沸水では200倍の分布幅を示し、系統間の差異はきわめて大きかった。

塊茎当たり茎葉生体重は、水道水処理では最大系統839mg、最小系統9.0mgで、そのレンジは830mgとなり、煮沸水処理では最大系統の299mgに対し、最小系統の1.5mgが示され、レンジは297mgとなり、いずれも系統間に著しい差異が認められた。

また、塊茎当たり根部生体重は、水道水処理では777mg~83mg、煮沸水処理の場合は205mg~0.0mgの大きな分布範囲を示した。

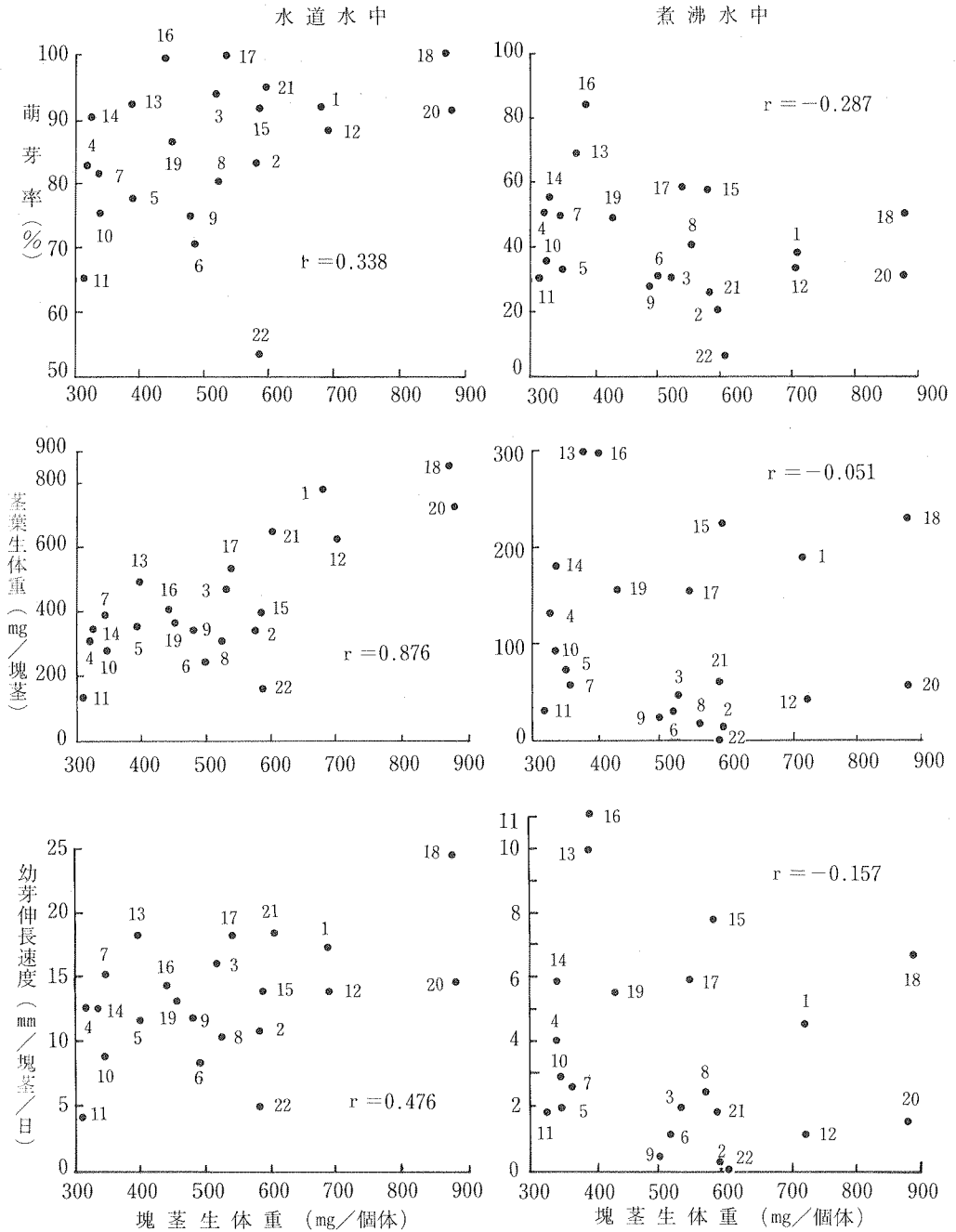
さらに1mg単位塊茎重当たりの発生茎葉重(mg)を示す茎葉重/塊茎重は、水道水処理では最大1.24、最小0.27で約5倍の差があり、煮沸水中では最大0.77に対し最小0.003で、200倍以上の系統間差異が認められた。

伸長速度を示す塊茎の1日当たり全萌芽茎の合計伸長量については、水道水処理の場合には最大はNo.18系統の24.8mm、最小はNo.22系統の5.1mmで、そのレンジは約20mmであった。煮沸水処理では、最大11mmに対し最小0.1mmで約100倍の差があり、系統間の変異は煮沸水処理区でより大きかった。

このように、茎葉と根部生育量についても、煮沸水処理下で系統間の差異がより大きく、水中の幼芽・幼根の生長量の酸素に対する系統間反応差は、低酸素濃度ほど顕著に現われることが示された。地上部と地下部の初期生育量は系統別の塊茎の大きさや出芽数の多寡と関係があることが考えられるので、塊茎の大小に関係ない幼芽生育量をみるために、茎葉重/塊茎重の値を算出して系統間の変異を検討したが、同一塊茎重に換算しても、系統により初期の茎葉生育量が著しく異なることが明らかであった。

山岸¹⁴⁾は、平均気温14~25℃の範囲の実験で、ミズガヤツリ萌芽後初期の草丈伸長速度が温度により異なり、高温ほど大となることを報告しているが、温度に対する系統の反応差についても今後検討する必要がある。

第19図に塊茎生体重と萌芽率、茎葉生体重および幼芽伸長速度との関係を示した。これらの形質と塊茎重との



第19図 塊茎生体重と諸形質との関係

注) 图中数字は系統番号

関係は、水道水処理>煮沸水処理の傾向がみられたが、水道水処理区における茎葉生体重の場合 ($r = 0.876$) を除きあまり大きくなく、煮沸水処理ではいずれも負の相

関を示した。このことは、萌芽率や幼芽の生育量あるいは幼芽伸長速度などの系統間差異に関与するものは塊茎の大小のみでなく、塊茎の質的な差異による面があり、

とくに煮沸水中のような著しい低酸素濃度下では後者の影響が大きいことを示唆しているものと考えられる。

摘 要

1). IIIでは、塊茎の形成期、出芽期、休眠性、萌芽力ならびに還元条件下における塊茎の萌芽性と初期生育などについて系統間の差異を検討した。

2). 塊茎の形成期は、本県内産系統および本州各地産系統ともに系統により著しく異なり、いずれの系統も出穂期より遅く、その形成始は出穂後6日～38日と分布範囲が大きかった。

3). 塊茎形成期の早晩と出穂期の早晩との関係は認められず、また生産地の緯度と塊茎出芽期との関係も明らかでなかった。

4). 塊茎の出芽期は、本県内産20系統では日数で12日間、3月1日からの積算平均気温で120℃、また本州各地

産13系統では12日間、同気温で186℃の系統間レンジが認められた。

5). 本州各地産13系統間において、出芽後の5月5日時点の草丈で6cm、葉数で2葉のレンジがみられた。

6). 本県内産系統の中間塊茎は1月上旬ころには休眠程度に系統間差異があると考えられたが、先端塊茎では全系統とも休眠性は認められなかった。

7). 約8か月間5℃湿潤貯蔵した本県内産系統は、塊茎萌芽率、幼芽伸長量に系統間差異が認められた。

8). 本県内産12系統は、畑土壌条件下で、塊茎萌芽率、幼芽の生育量および伸長速度について、1%の水準で系統間有意差が認められた。

9). 本県内産22系統は、低酸素水中条件下で、塊茎萌芽率、平均萌芽日数、幼芽の生育量および伸長速度等について、1%の水準で系統間有意差が認められた。また、これらの形質特性と系統別塊茎の大きさとの関係はみられなかった。

IV 主な系統の遮光反応と光合成能力

一般に雑草は作物や他の草種との競争関係の下で生育する場合が多い。したがってその生育繁茂には、生育の速度、旺盛さ、すなわち乾物生産能力一ひいては光合成能力の大小が深く関係する⁸⁵⁾。光競争関係にある耕地雑草については、その種特有の光合成能力および光条件に対する反応様式が、与えられた環境条件下での生育状態を決定すると考えられる。耕地雑草の作物や他草種との競争要因としては、光条件の他に無機養分、水分およびその他の環境条件⁶⁴⁾があるが、このうち光条件はその生育を決定するきわめて重要な要因の一つである¹³⁹⁾。

近年においては、植物の光合成能力が種によって大きく異なることが明らかとなり、炭酸固定機構や固定能力の違うC₃、C₄およびCAM植物の生理生態特性が究明され、その生産力および環境適応性などについて多くの知見が得られ、雑草草種の違いと作物との光競争をこのような視点から論述する報告^{80,81,84,85,139)}もみられる。生長の基本となる光合成特性、乾物生産特性などについての究明は、雑草の農耕地環境への適応と作物との競争力や種の再生産能力の究明の点からも重要と考えられる。

IVにおいては、前記IIIまでの実験において明らかにされた生態的形態的特性の異なるミズガヤツリの主要系統について、光の強弱に対する生育反応と光合成特性を究明し、その生育量や再生産力等に関する知見を得ようと

した。

1 遮光処理に対する主な系統の生育反応

作物栽培条件下における雑草は光競争条件下におかれ、しばしば遮光条件下での生育を余儀なくされる。そこに引き起される作物への抑圧度一雑草害の様相、あるいは逆の作物からのインパクトの状態は草種の違いによって著しく異なることが指摘されている^{1,3,9,96)}。当Iにおいては、草種の違うほどの特性差のある主要系統を供試して、遮光条件下での生育反応、乾物生産力の違いについて検討した。

材料および方法

II-1に記した神奈川県内産ミズガヤツリ系統の中から、(1)横浜市新吉田産、(2)海老名市上郷産、(3)南足柄市和田原産、(4)藤沢市西俣野産、(5)平塚市真土産の5系統を選抜し、1m²深さ70cmの地下水位調節可能な有底コンクリート枠に当所沖積畑土壌をつめ、1978年5月30日に各系統の中間塊茎を枠当たり20個あて播種し、3葉期に間引いて整一な4個体を残した。

遮光処理は、高さ1.5m、間口5.5m、奥行1.8mの木枠を4組設け、上部と南面を寒冷沙で覆って、遮光率60%

区(寒冷沙1枚被覆、晴天日相対照度40.5%)と77%区(同2枚被覆・同相対照度22.5%)を設定し、7月13日の5~6葉期に開始した。施肥は、枠当たり14-17-13化成肥料72gを7月14日と8月28日の2回に施用し、6月24日より10月中旬まで湛水状態を保ち、生育期間中は適宜除草と害虫防除を行った。実験は2反復で実施した。

草丈は8月20日に枠中最大のもの5個体、花茎長は10月5日に同様15個体を調査し、種実数、種実重は枠中最大5花穂を採取測定し、千粒重はこれら測定値から換算した。葉面積と乾物重は、8月2日、12日および23日の3回にわたりそれぞれ $\frac{1}{4}$ m²づつ採取測定し、葉面積指数(LAI)、葉面積比率(LAR)、乾物増加量(CGR)、相対生長率(RGR)および純同化率(NAR)等を計算した。また11月上旬に、地上部重、根部重および塊茎重を $\frac{1}{4}$ m²調査し、乾物の分配率を求めた。

結果および考察

遮光が各系統の茎部・葉部および種実・塊茎等の生育に及ぼす影響について、第24表と第20図に示した。

(1) 出穂期・地上部器官に及ぼす影響

無遮光区の出穂は、早い新吉田系統では8月13日、最も遅い真土系統では9月2日であったが、遮光率が高いほど各系統とも出穂は遅延した。その遅延程度は系統により異なり、77%遮光で最も遅延日数の大きい系統は新吉田で11日間に及び、真土系統は5日間の遅延であった。

草丈は系統により著しい差異があり、各系統とも遮光処理で高くなる傾向がみられたが、系統によりその増加率が異なった。上郷・和田原および真土の3系統は60%遮光で対無遮光区の約20%増の草丈を示したが、西俣野系統は約10%の増加、新吉田系統はいずれの遮光区でも草丈の変化はきわめて小さかった。花茎長は遮光の影響が各系統とも小さかった。山岸¹⁴⁾はミズガヤツリの50%遮光で草丈が約20%高くなったことを認めている。その他purple nutsedge (*Cyperus rotundus*)¹⁶⁾やyellow nutsedge (*C. esculentus*)¹⁶⁾、あるいはgreen foxtail (*Setaria viridis*)とyellow foxtail (*S. lutescens*)の実験¹⁰⁾では、あまり強くない遮光下では草丈・葉身長が伸長することが報告されている。本実験の草丈伸長は主として葉身長の伸長によると考えられる。

第24表 各系統の生育に及ぼす遮光の影響

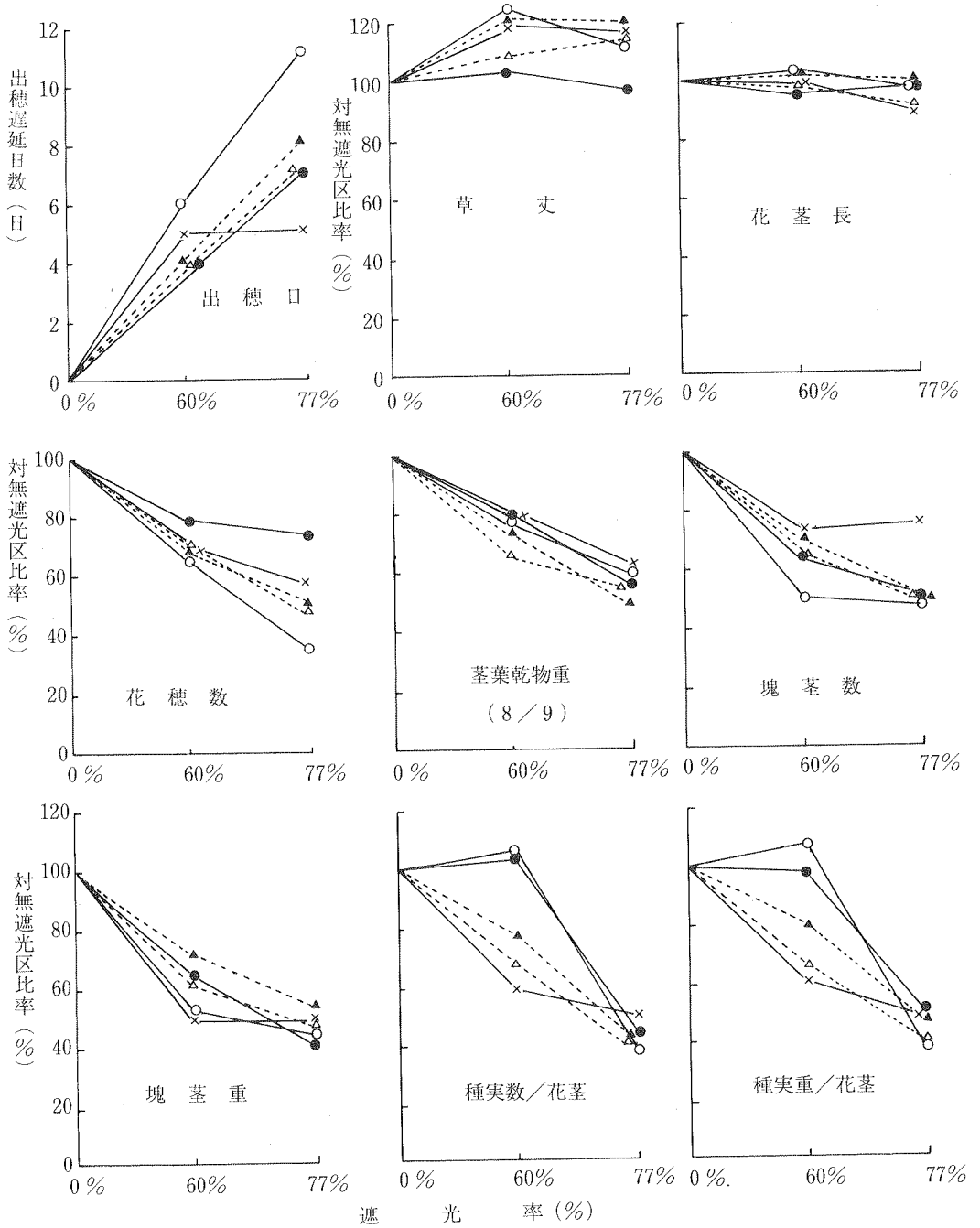
| 系 統 | 遮光 率 (%) | 出 穂 期 (月・日) | 草丈 (cm) | 花茎長 (cm) | 全茎数 (本/m ²) | 花茎数 (本/m ²) | 花茎数 全茎数 (%) | 種実数 (個/花茎) | 種実重 (mg/花茎) | 塊茎数 (個/m ²) | 塊茎重 (g/m ²) |
|-------------|----------------|----------------------|------------|-------------|----------------------------|----------------------------|-------------------|---------------|----------------|----------------------------|----------------------------|
| 新 吉 田 | 0 | 8・13 | 140 | 108 | 816 | 736 | 90.2 | 2368 | 923 | 1099 | 584 |
| | 60 | 8・17 | 144 | 104 | 652 | 576 | 88.3 | 2494 | 904 | 711 | 378 |
| | 77 | 8・20 | 137 | 107 | 732 | 552 | 75.4 | 1069 | 474 | 561 | 248 |
| 上 郷 | 0 | 8・22 | 105 | 91 | 2408 | 1272 | 52.8 | 1213 | 449 | 2743 | 776 |
| | 60 | 8・28 | 130 | 94 | 1996 | 840 | 42.1 | 1286 | 486 | 1401 | 413 |
| | 77 | 9・3 | 119 | 90 | 1624 | 472 | 29.1 | 481 | 176 | 1334 | 352 |
| 和 田 原 | 0 | 8・24 | 91 | 88 | 1644 | 1400 | 85.2 | 2430 | 876 | 2247 | 670 |
| | 60 | 8・28 | 110 | 90 | 1360 | 972 | 71.5 | 1892 | 707 | 1564 | 484 |
| | 77 | 9・1 | 110 | 88 | 1200 | 732 | 61.0 | 1066 | 416 | 1123 | 384 |
| 西 俣 野 | 0 | 8・23 | 106 | 95 | 1840 | 1224 | 66.5 | 3258 | 1030 | 2875 | 573 |
| | 60 | 8・27 | 116 | 93 | 1548 | 872 | 56.3 | 2236 | 681 | 1852 | 363 |
| | 77 | 8・30 | 121 | 88 | 1480 | 600 | 40.5 | 1346 | 418 | 1440 | 271 |
| 真 土 | 0 | 9・2 | 100 | 90 | 1712 | 1452 | 84.8 | 1825 | 579 | 1320 | 399 |
| | 60 | 9・7 | 120 | 89 | 1628 | 1008 | 61.9 | 1091 | 355 | 966 | 203 |
| | 77 | 9・7 | 116 | 81 | 1464 | 844 | 57.7 | 934 | 292 | 1005 | 196 |

注) 草丈：8月20日調査

全茎数・花茎数：11月4日調査

花穂数は系統間の差異が大きい形質¹⁵⁰⁾であるが、遮光程度が大きいかいほど各系統とも減少し、77%遮光では系統

によりその減少程度が大きく異なった。すなわち、新吉田系統は対無遮光区比率75%で最も小さい減少率で、上



第20図 遮光率と各系統の形質値の変化

注) ●●新吉田系統, ○○上郷, ▲▲和田原, △△西俣野, ××真土

郷系統は同比率37%で最大の減少率を示した。

8月12日調査の各系統の1m²当たり茎葉乾物重は726g~1001gの分布範囲であったが、各系統とも遮光が強くなるほど減少程度が大きく、60%遮光で67~80%、77%遮光で50~62%の対無遮光区比率を示し、系統間差異は12~13%であった。

岩崎³⁷⁾は、種は異なるが同属で形態が類似する水田多年生雑草のホタルイ、イヌホタルイ、タイワンヤマイの遮光処理で、総茎数、出穂茎数が著しく減少するが、種間でその影響程度が異なることを報告している。また、野口⁹⁰⁾は代表的畑雑草5種についての遮光実験で、出穂期、開花期、種子落下日までの日数および草丈、分枝数、地上部乾物重などに対する遮光の影響度は草種により異なることを認め、これらの特性が光競争と密接な関係をもつことを指摘している。本実験の供試ミズガヤツリ系統について、あたかも草種が異なるような地上部形質の遮光反応差があることは、水稻や他草種との光競争という視点できわめて注目される。

(2) 繁殖器官に及ぼす影響

塊茎数は無遮光下では1m²当たり1100~2900個の生産がみられ、IIで記したと同様に系統間差異があったが、各系統とも遮光により減少した。しかしその減少率は系統により異なり、60%遮光下では、上郷系統は無遮光区の50%に減少したが、真土と和田原系統は同70%の比率で、その系統間差異は20%と大きかった。また77%遮光条件下では、真土系統は塊茎数の減少率が24%と最も小さい値を示したが、他4系統は約50%と大きい減少率でその系統間差異は25%に及んだ。

また、1m²当たり塊茎重は遮光率が増すほど減少したが、60%遮光下で最大の減少率を示した系統は上郷と真土の50%で、西俣野系統は約30%の減少率にとどまった。77%遮光では各系統とも無遮光区の1/2程度に減少したが系統間差異は60%遮光区ほど大きくなかった。

さらに、花茎当たりの種実数と種実重はIIの場合と同様に系統間差が大きかったが、対無遮光区比率においても遮光程度と系統により著しい差異が示された。遮光率77%では両形質とも50~60%の減少率で系統間差異は小さかったが、60%遮光では生産種実数と重量比率は系統により著しく異なり、真吉田と上郷系統は無遮光区に比べほぼ同じか5~10%増加する値を示したが、西俣野および真土系統は無遮光区の60~70%の値となり減少率が大きくこれらの系統間差異は実に50%以上に達した。

山岸¹⁴³⁾は、ミズガヤツリの分株数・地上部乾物重が遮光により顕著に減少することを認め、塊茎形成時期も遅

れ、塊茎形成量は25%遮光区で無遮光区の79%、また50%遮光区では46%と著しく減少したことを報告している。その他遮光による雑草の繁殖器官への影響についての報告は、PATERSON¹⁰⁾、AHRENS & STOLLER¹⁴¹⁾および野口⁹⁰⁾等の実験にもみられる。本実験では、塊茎や種実の生産量における遮光影響度の系統間差異は、概して60%遮光区で大きい傾向がみられたが、生育に決定的な打撃を与えない程度の遮光下では弱光に対する適応の仕方が系統により若干異なることが推察される。

例えば、新吉田系統は塊茎数の減少度が大きかったが花茎当たりの種実生産量は減少せず、逆に真土系統は塊茎数の減少程度は他系統より小さく、種実生産量は最も大きい減少程度を示すなど対照的な様相がみられる。いずれにしても、次年度の再生産に関係する繁殖器官の生産量で、このような系統反応差がみられることは、水田の光競合条件下における系統の再生産に対する適応力の差異を示唆していると考えられる。

(3) 葉面積指数 (LAI)、葉面積比率 (LAR)、乾物生産に及ぼす影響

第25表と第21図にLAI (葉面積指数)、LAR (葉面積比率) およびその他の乾物生産に係わる特性を示した。

無遮光区のLAIの系統間のレンジは8月12日測定では0.8、8月23日測定の場合は4.6で後期での差異がより大きかった。遮光下のLAIは60%遮光ではほとんど無遮光区と大差ないか、系統によってはやや増加し、対無遮光区比率の系統間のレンジは10~15%であった。しかし、77%遮光区では大部分の系統は無遮光区より5~20%小さいLAIを示したが、真土 (8月12日測定) および新吉田系統 (8月23日測定) のように減少せずやや増加する特異な結果もみられ、系統間のレンジは25%以上であった。同じカヤツリグサ科のpurple nutsedgeとyellow nutsedgeが40%、70%遮光で、それぞれ1/2~1/3の葉面積に減少したとの報告¹⁰⁾に比べ減少率が低いが、遮光に対するこれら雑草とミズガヤツリの反応の違いによるものと考えられる。HOLT & RADOSEVICH¹⁴⁹⁾によるcommon groundselのトリアジン感受性、抵抗性2つのバイオタイプの65%遮光実験では、両者とも同じような約30%の葉面積減少率を示した。本実験のように遮光による葉面積の増減率が系統により異なったことについては、光反応に対する系統間差異の視点から注目しておく必要があると考えられる。

地上部乾物重に対する葉面積の比率LARは系統間の差異が著しく大きく、無遮光区におけるそのレンジは36

第25表 各系統の乾物生産に及ぼす遮光の影響

| 系 統 | 遮光 率 (%) | 茎葉乾物重(g/m ²) | | L A I | | L A R (cm ² /g) | | CGR (g/m ² /日) | | RGR (%/日) | | NAR (mg/d m ² /日) | |
|-------------|----------------|--------------------------|-----------|-----------|-----------|----------------------------|-----------|---------------------------|---------------|--------------|---------------|------------------------------|---------------|
| | | 8月 12日 | 8月 23日 | 8月 12日 | 8月 23日 | 8月 12日 | 8月 23日 | 8月2日 ~12日 | 8月12日 ~23日 | 8月2日 ~12日 | 8月12日 ~23日 | 8月2日 ~12日 | 8月12日 ~23日 |
| 新 吉 田 | 0 | 1001 | 1578 | 8.61 | 8.05 | 86 | 51 | 11.81 | 12.98 | 6.5 | 4.1 | 71.4 | 80.6 |
| | 60 | 792 | 1138 | 9.20 | 8.41 | 111 | 74 | 10.52 | 8.07 | 6.5 | 3.3 | 60.3 | 45.1 |
| | 77 | 574 | 930 | 8.17 | 8.61 | 143 | 93 | 6.14 | 8.08 | 5.3 | 4.6 | 37.1 | 48.9 |
| 上 郷 | 0 | 828 | 1356 | 9.00 | 10.26 | 109 | 76 | 10.18 | 11.62 | 6.4 | 4.3 | 58.8 | 56.9 |
| | 60 | 641 | 1031 | 8.96 | 10.17 | 140 | 99 | 6.35 | 8.82 | 4.4 | 4.3 | 35.2 | 44.0 |
| | 77 | 504 | 743 | 7.54 | 8.52 | 149 | 115 | 6.08 | 5.50 | 6.5 | 3.6 | 43.6 | 31.5 |
| 和 田 原 | 0 | 765 | 1133 | 8.74 | 10.81 | 114 | 95 | 10.66 | 8.43 | 7.8 | 3.6 | 67.9 | 37.6 |
| | 60 | 582 | 871 | 9.26 | 12.11 | 160 | 139 | 6.48 | 6.67 | 6.1 | 3.7 | 38.0 | 26.7 |
| | 77 | 386 | 592 | 7.63 | 9.35 | 198 | 158 | 4.48 | 4.68 | 6.3 | 3.9 | 31.5 | 24.8 |
| 西 俣 野 | 0 | 883 | 1210 | 8.23 | 9.10 | 93 | 75 | 10.74 | 7.42 | 7.4 | 2.8 | 69.0 | 37.9 |
| | 60 | 593 | 949 | 8.10 | 8.93 | 119 | 94 | 6.38 | 5.83 | 5.6 | 4.3 | 42.7 | 45.8 |
| | 77 | 491 | 706 | 7.63 | 8.26 | 156 | 117 | 6.23 | 5.12 | 6.0 | 3.5 | 43.9 | 29.6 |
| 真 土 | 0 | 726 | 1136 | 8.84 | 12.70 | 122 | 112 | 9.63 | 9.33 | 7.1 | 4.1 | 59.3 | 36.4 |
| | 60 | 587 | 805 | 9.71 | 12.25 | 168 | 152 | 8.86 | 4.96 | 8.1 | 3.0 | 48.5 | 19.7 |
| | 77 | 457 | 644 | 9.12 | 10.09 | 200 | 156 | 6.36 | 4.47 | 7.4 | 3.3 | 39.4 | 21.1 |

cm²/g (8月12日) および61cm²/g (8月23日) と大差があった。遮光下のL A Rは、purple nutsedgeやyellow nutsedgeの場合¹⁰⁾と同様に、遮光率の大きくなるに従いほぼ直線的に増大したが、その無遮光区に対する増加率は系統により異なり、77%遮光区でより系統間差異が大きかった。77%遮光区についてみると、8月12日調査では上郷系統は他系統より約30%低く、8月23日では真土系統が最も低い140%の増加率を示したが、新吉田系統は180%と最も高い増加率で、その差は40%ときわめて大きかった。

2期間について調査したCGR (乾物増加量) は系統によりかなりの差異がみられたが、その順位は調査時期や遮光条件により多少異なった。すなわち、無遮光条件では、新吉田系統が両調査時期とも最も大きいCGRで、2時期平均12.40 g/m²/日の値を示したが、最小値を示したのは、8月3日~12日の期間では真土系統の9.63 g/m²/日で、8月12日~23日の期間では西俣野系統の7.42 g/m²/日であった。

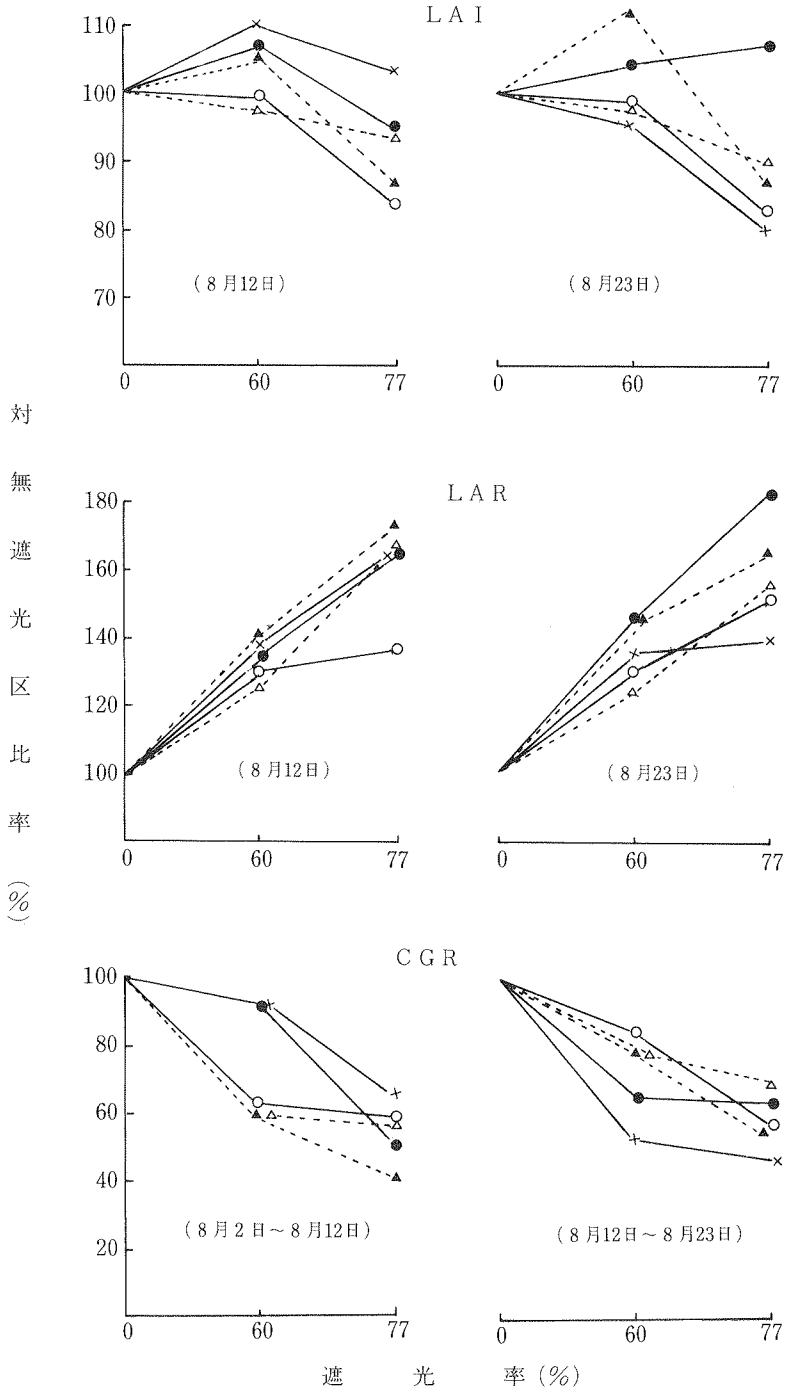
CGRは遮光により一様に低下したが、その減少率は

系統により異なった。すなわち、両調査日も無遮光区に対する60%遮光区のCGR比率はより系統間差が大きく、8月2日~12日の期間では、新吉田および真土系統は8%の減少率で小さかったが、他の3系統は約40%の減少率で、系統間のレンジは30%以上を示した。また、8月12日~23日の期間の60%遮光区で最小のCGR減少率を示したのは上郷系統の16%で、最大は真土の47%でその系統間のレンジは31%と大きかった。趙・村田¹⁴⁾は水稻品種のCGRの差異を葉面積の増加との関係で論じているが、本実験のCRGとL A Iとの関係を見ると、概してL A Iの低下の小さい系統はCGRの減少が小さい傾向がみられる。しかしこの点についてはさらに詳細に検討する必要がある。

RGR (相対生長率) は第2回目の測定時の方が値が小さかったが、いずれの時期においても系統による差異がみられた。第1回目測定時の無遮光区においては和田原系統が最大値の7.8%を示し、最小は上郷系統の6.4%であった。また第2回目測定時の無遮光区では、上郷系統が最大の4.3%で西俣野が最小の2.8%であった。RGR

が品種¹⁴⁾や系統^{25,49)}によっても異なる報告があるが、ミズガヤツリにおいてもRGRの違う系統の存在が推察され

た。さらに遮光区のRGRについてみると、無遮光区に対



第21図 遮光処理が各系統のLAI・LAR・CGRに及ぼす影響

注) ●●新吉田系統、○●上郷、▲▲和田原、△△西俣野、××真土

比して、減少する系統、大差ない系統、あるいは逆に増加する系統などがみられたが、この増減率は遮光程度、測定時期等によっても異なり、系統間差異の一定の傾向は認められなかった。

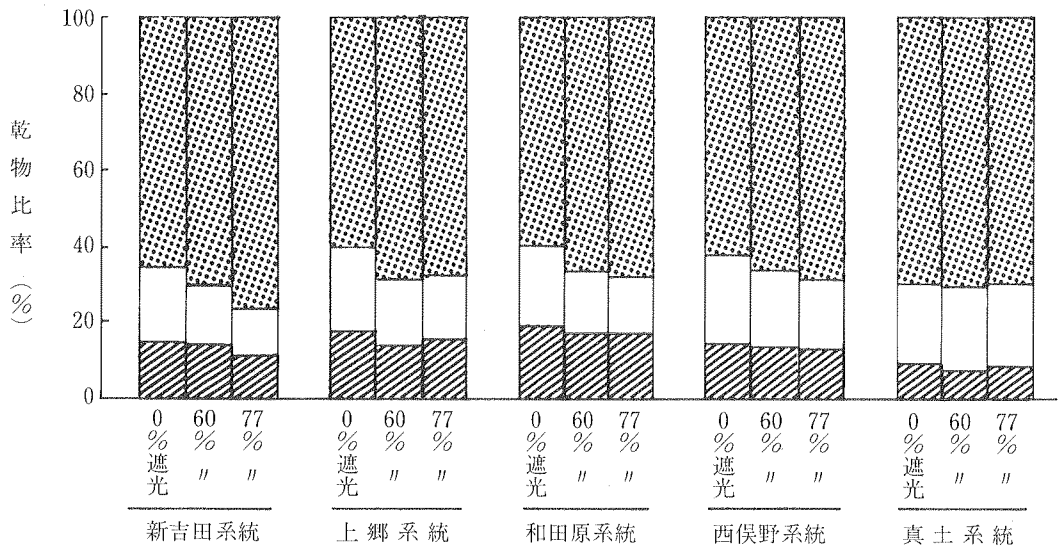
NAR (純同化率) は2回の測定時とも系統間差異がみられた。無遮光区のNARについてみると、第1回測定時では最大は新吉田系統の71.4mg、最小は真土系統の59.3mgで約20%の差異があり、第2回目では最大80.6mg (新吉田) ~最小36.4mg (真土) で、その差異は約2.2倍ときわめて大きかった。村田⁸³⁾、趙・村田¹⁴⁾は水稻の品種によりNARが異なり、NARが乾物増加に深い関係があることを明らかにし、また、IKEDA & EMOTO²⁵⁾はキシュスズメノヒエの採集地を異にする系統について、RGRとともにNARの系統間差異を報告している。さらに、トリアジン感受性と抵抗性common groundsel (*Senecio. vulgaris*)⁴⁹⁾とsmooth pigweed (*Amaranthus hybridus*)¹⁴¹⁾のそれぞれ2つのバイオタイプでNARが異なる報告がみられる。このような事例からも、ミズガヤツリのNARは系統により異なる場合があると推論できるが、さらに詳細な検討が必要である。

また一方、NARの遮光による減少率は系統により異なったが、遮光程度や調査時期により一定の傾向を示さなかった。第2回調査時の西俣野系統はRGRとともに

他系統とは異なったNARの増加率を示したが、この原因については明らかでない。purple nutsedgeやyellow nutsedgeの遮光実験¹⁶⁾においては、40%、70%遮光でNARが $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{1}{3}$ と大きく低下しているが、本実験のミズガヤツリではそれよりは小さい減少率であった。NARはかなり複雑な値で、光合成系と非合成系の量的比率、非合成系の呼吸率あるいは群落の葉量等によって大きく変化する³²⁾とされるので、遮光による変化等についてはさらに検討する必要がある。

(4) 乾物の分配

各系統について、遮光率と乾物の分配率の変化を第22図に示した。各系統とも遮光により塊茎への分配率は減少し、茎葉への分配率は増大する傾向がみられたが、その増減率は系統により若干異なった。すなわち、新吉田・上郷・和田原および西俣野の4系統は遮光度が強くなるに従い茎葉への分配率が大きくなったが、真土系統では茎葉の乾物割合はほとんど変化がなかった。このように遮光は直接光合成を行う茎葉部への乾物分配を多くし、相対的に再生産器官(塊茎)への分配を減少させるとみられるが、遮光程度とその影響度、あるいは系統による分配率の違いなどについては今後の検討に待つところが大きい。



第22図 遮光率と乾物の分配

注) 茎葉 根部 塊茎

調査日 11月4日~6日

2 遮光条件下の茎葉切除と系統の再生力の差異

生育力の強い多年生雑草は、強風・虫害等による自然障害や除草剤散布・刈取等による人為障害などにより茎葉部の損傷を受けても多くは再生し、次年度の繁殖器官を形成する。この再生力は抑圧を受ける程度や時期、あるいは草種によって異なると考えられるが、ミズガヤツリの系統間での差異をみるために、地上部切除後の再生生育量について検討した。

材料および方法

前記1の遮光実験で供試した5系統を継続使用し、8月2日、12日および23日の3時期にわたって地上部を切除した後の再生量を、生育のほぼ停止したと思われる11月4日に調査した。草丈は最大の10個体について、茎数、茎葉重は1/4㎡について測定した。その他の実験条件は前記1に準じ、2反復で実施した。

結果および考察

それぞれの遮光程度と系統別の再生生育量を第26表に示した。

第26表によれば、刈取後の再生茎の草丈は遮光条件下の方が概して低いが、しかし、60%遮光で8月2日および8月12日刈取の両区の真土系統、あるいは60%遮光で8月12日刈取区の和田原系統のように逆に高い場合もあった。

再生した総茎数と花茎数は、各系統とも遮光処理区の方が著しく少なく、刈取時期がおそいほどその発生数が著減した。上郷系統では8月2日刈取の77%遮光で出穂がみられず、8月23日刈取では両遮光区の上郷、77%遮光区の新吉田および西俣野の3系統で全く出穂しなかった。

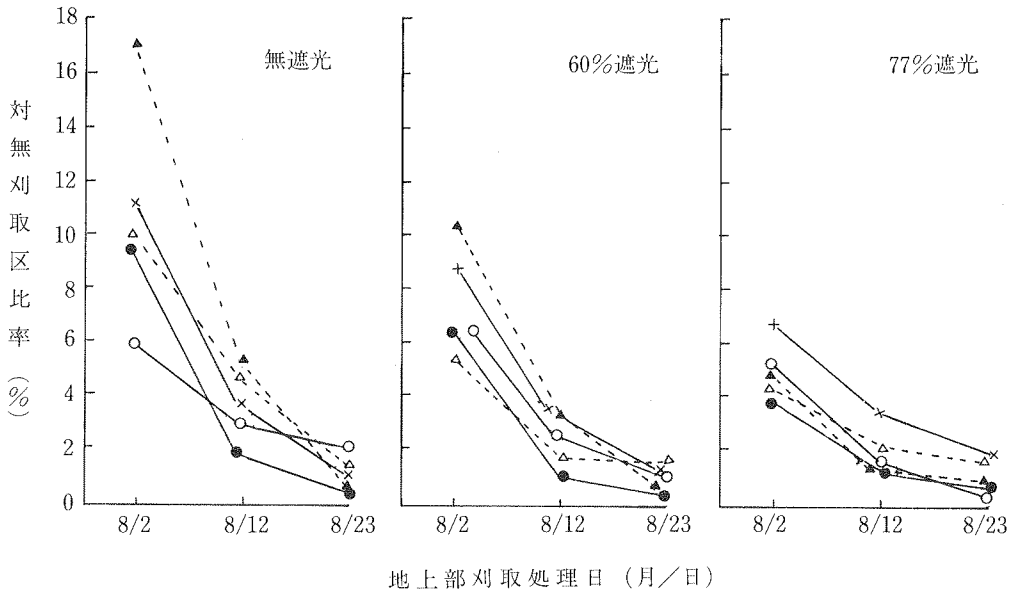
再生茎葉重は茎数同様に各系統とも遮光処理下で著しく減少し、刈取時期がおそいほど再生重量は少なかった。しかし、その無遮光区に対する遮光区の比率をみると、系統によりその減少率が異なった(第26表)。60%遮光区

第26表 遮光条件下における茎葉切除後の再生生育量

| 系 統 | 遮光 率 (%) | 8月2日刈取 | | | | | 8月12日刈取 | | | | | 8月23日刈取 | | | | | 無刈取 | |
|-------------|----------------|------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|
| | | 草丈 (cm) | 総茎数 (本/㎡) | 花茎数 (本/㎡) | 茎葉重 (g/㎡) | 同左 比率 (%) | 草丈 (cm) | 総茎数 (本/㎡) | 花茎数 (本/㎡) | 茎葉重 (g/㎡) | 同左 比率 (%) | 草丈 (cm) | 総茎数 (本/㎡) | 花茎数 (本/㎡) | 茎葉重 (g/㎡) | 同左 比率 (%) | 茎葉重 (g/㎡) | 同左 比率 (%) |
| 新 吉 田 | 0 | 91.5 | 322 | 182 | 204.4 | 100 | 66.4 | 94 | 16 | 41.2 | 100 | 24.7 | 48 | 2 | 11.2 | 100 | 2139 | 100 |
| | 60 | 68.4 | 172 | 84 | 97.2 | 47.6 | 47.5 | 44 | 6 | 15.2 | 36.9 | 8.3 | 5 | 1 | 2.8 | 25.0 | 1548 | 72.4 |
| | 77 | 79.0 | 90 | 12 | 50.4 | 24.7 | 50.5 | 34 | 2 | 13.6 | 33.0 | 16.0 | 12 | 0 | 5.6 | 50.0 | 1303 | 60.9 |
| 上 郷 | 0 | 73.8 | 358 | 26 | 122.8 | 100 | 59.0 | 406 | 18 | 60.4 | 100 | 48.2 | 232 | 6 | 38.8 | 100 | 2058 | 100 |
| | 60 | 68.0 | 132 | 10 | 100.8 | 82.1 | 64.3 | 174 | 4 | 40.8 | 67.5 | 54.3 | 58 | 0 | 14.8 | 38.1 | 1628 | 79.1 |
| | 77 | 68.9 | 164 | 0 | 64.0 | 52.1 | 46.2 | 84 | 0 | 16.4 | 27.2 | 20.3 | 14 | 0 | 2.8 | 7.2 | 1231 | 59.8 |
| 和 田 原 | 0 | 79.3 | 724 | 440 | 291.6 | 100 | 57.9 | 516 | 96 | 85.6 | 100 | 37.7 | 116 | 12 | 12.0 | 100 | 1705 | 100 |
| | 60 | 70.1 | 462 | 100 | 150.0 | 51.4 | 59.9 | 218 | 28 | 48.8 | 57.0 | 45.6 | 50 | 14 | 11.2 | 93.3 | 1466 | 86.0 |
| | 77 | 65.6 | 198 | 10 | 58.0 | 19.9 | 50.7 | 50 | 6 | 15.6 | 18.2 | 23.4 | 20 | 4 | 5.2 | 43.3 | 1197 | 70.2 |
| 西 俣 野 | 0 | 83.4 | 592 | 180 | 199.6 | 100 | 64.9 | 586 | 102 | 94.0 | 100 | 46.2 | 182 | 12 | 23.2 | 100 | 1960 | 100 |
| | 60 | 69.0 | 234 | 36 | 75.6 | 37.9 | 44.7 | 90 | 4 | 21.2 | 22.6 | 60.4 | 120 | 14 | 20.4 | 87.9 | 1402 | 71.5 |
| | 77 | 68.2 | 144 | 14 | 47.6 | 23.8 | 58.0 | 84 | 4 | 20.0 | 21.3 | 57.6 | 62 | 0 | 14.0 | 60.3 | 1104 | 56.3 |
| 真 土 | 0 | 75.1 | 736 | 416 | 280.8 | 100 | 60.6 | 336 | 36 | 87.6 | 100 | 63.3 | 86 | 32 | 22.8 | 100 | 2507 | 100 |
| | 60 | 80.4 | 386 | 56 | 143.2 | 51.0 | 72.2 | 222 | 26 | 55.6 | 63.5 | 42.7 | 78 | 6 | 20.2 | 88.6 | 1630 | 65.0 |
| | 77 | 73.1 | 406 | 16 | 89.2 | 31.8 | 57.4 | 234 | 4 | 44.0 | 50.2 | 55.5 | 52 | 6 | 19.3 | 84.6 | 1332 | 53.1 |

注) 調査日: 11月4日

総茎数: 無出穂茎数 + 花茎数



第23図 再生茎葉重の系統間の差異

注) ●—●新吉田, ○—○上郷, ▲—▲和田原, △—△西俣野, ×—×真土

の8月2日刈取では、上郷を除く4系統はほぼ50%以下の対無遮光区比率であったが、上郷系統は82%と再生量が多く、西俣野系統は38%と最も少ない再生値であった。また、これら4系統の対無遮光区比率は、無刈取区におけるその比率と比べいずれも著しく小さく、刈取処理の再生茎葉重に及ぼす影響は遮光条件下でより大きいことが示された。しかし、上郷系統では、無刈取区の79%、60%に比較して、8月2日刈取区で82%、52%を示し、無遮光区に対する比率では大差なく、刈取の再生量に及ぼす遮光の影響は系統によっても異なることが示唆された。

無刈取区に対する各系統の再生茎葉風乾重の比率を第23図に示した。

第23図によれば、地上部刈取り後再生した茎葉重は無刈取区の0.2~17%ときわめて少ないが、その比率は遮光度が大きいほど、また刈取時期がおそくなるほど小さくなった。また、その対無刈取区比率は系統により著しく異なり、その系統間差異は無遮光区の8月2日刈取で最も大きく、遮光程度が大きくなるほど、刈取時期がおそくなるほど小さくなった。例えば、無遮光区の8月2日刈取の再生茎葉重比率をみると、和田原系統は17%で最も大きく、上郷系統は6%と最小で系統間差異が大きかつ

た。

岩崎³⁷⁾は、ホタルイ、イヌホタルイ、およびタイワンヤマの同属類似3草種の刈取実験において、再生出穂株率が草種により異なり、イヌホタルイが圧倒的に多いこと、刈取時期がおそいほど再生量が劣り、また遮光下で再生力が著しく抑制されたことを報告している。本実験においても同様の傾向がみられたが、8月2日の早い刈取や生育に決定的な影響を与えない無遮光あるいは60%遮光等の光条件下など、ある程度の再生力が存在する条件下では、刈取後の再生力には系統間差があると推察される。この場合同一刈取日も系統間における生育ステージの違いが影響すると思われるが、このうち、上郷、和田原および西俣野の3系統はほぼ同一出穂期を示し、単なる生育ステージの差による再生力の違いとは考えられない。

3 主な系統の光合成能力の差異

すでに、C₃、C₄、およびCAM植物に分類されるように、植物の種間における光合成能力には大きな差異があることが認められ^{3,80,81,84,85,130)}、多くの耕地雑草種間の光合成特性の違いも明らかにされている^{5,17,126,139)}。また同じ

種内でも、作物の品種間^{15,60,82,98,99,100}や同一雑草種の系統、バイオタイプ間¹⁴¹で光合成能力が異なることが報告されている。C₄植物に属するミズガヤツリ¹³⁹は、高い光合成能力をもつと考えられるが、生態的、形態的特性が著しく異なる主要な神奈川県内産ミズガヤツリ系統について、その生育、乾物生産などに関係する光合成特性を検討した。

材料および方法

II-2でI~VII型に分類された神奈川県内産ミズガヤツリ¹⁵⁰の中より、新吉田（I型）、吉田島（II型）、和田原（III型）、真土（IV型）、鉄（V型）、上郷（VI型）、西俣野（VI型）および宮原（VII型）等の代表的な8系統を選出供試した。1984年7月5日に、鴻巣水田篩別土壌を1/5000 aポットにつめ、14-14-14化成肥料30gを施用代かき後、主茎7~8L、2~3本の分枝茎をもった株を植え付け、屋外で灌水状態を保ちながら肥培管理した。

個葉の光合成能力の測定は、農業研究センター人工気象実験棟に設置の固定式光合成蒸散測定装置（小系KM

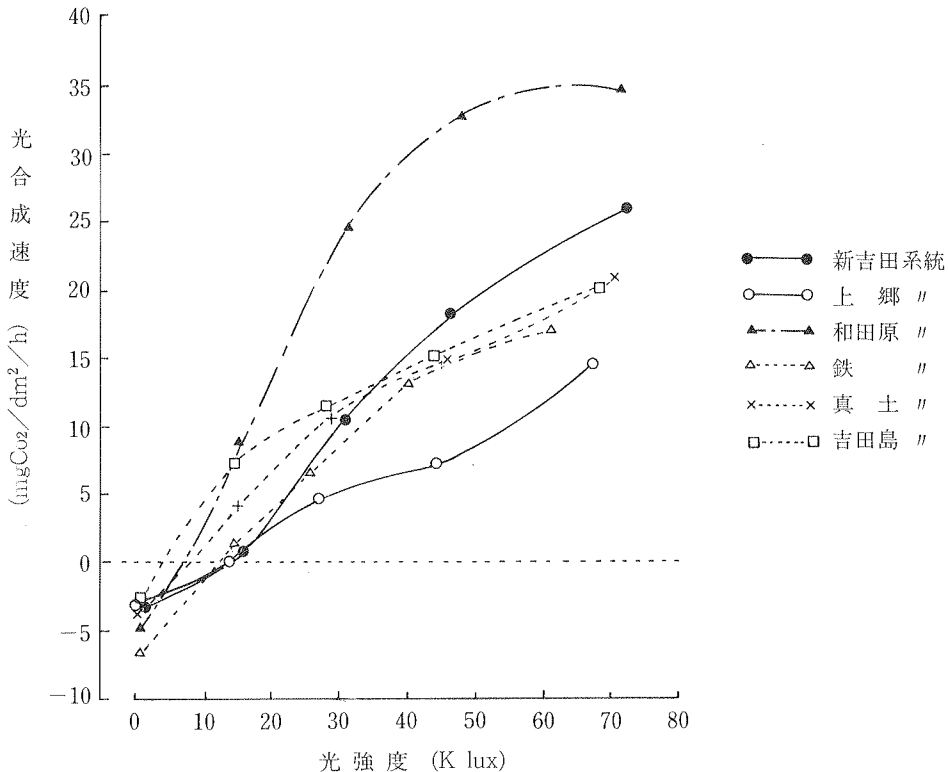
C型）を用いて、大型コンピューターによる同化箱内の温度、CO₂濃度、光強度などの自動制御下で行い、計測データの収納、処理も同時に実施した。第1回測定は、8月21日、22日の午前9時~14時にかけて、ミズガヤツリの上位3枚目の完全展開葉の中央部について行った。第2回測定は、各系統の生育ステージに合わせて、9月18日、19日、20日および10月5日の4日間にわたって、出穂後1週間程度経過した時点の第1包葉中央部について行った。同化箱内温度は、第1回測定時には30.0~30.6℃、第2回測定時には27.0~27.5℃、葉温は同じく29.5~32.9℃、27.0~29.8℃、またCO₂濃度は両測定時を通じ319~340ppmの範囲に保たれた。

結果および考察

第24図、25図に各系統の光一光合成曲線を示した。

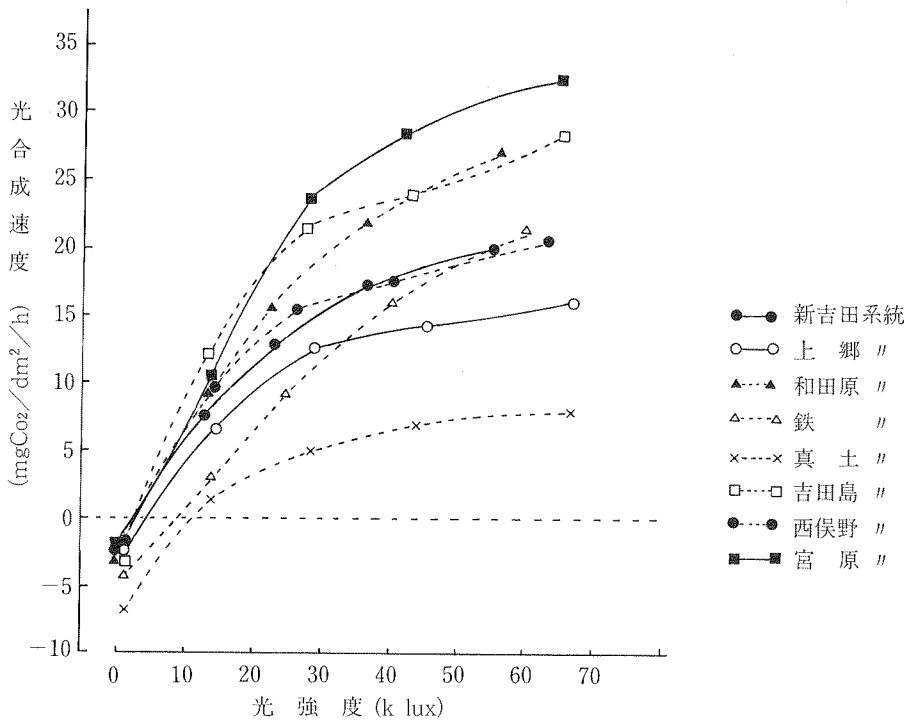
光強度0~70Kluxの範囲で5回測定を行ったが、第1回、2回測定時とも各系統の光合成速度は上昇カーブをたどり、70Kluxにおいても光飽和点に達しなかった。

20Klux以下の弱光下では系統間の光合成速度の差異は



第24図 ミズガヤツリ系統の光一光合成曲線（出穂前 上位第3葉）

注) 測定日 8月21日（新吉田，上郷，和田原，鉄系統）
8月22日（真土，吉田島系統）



第25図 ミズガヤツリ系統の光—光合成曲線（出穂後 第1包葉）

注) 測定日 9月18日（新吉田, 上郷系統）9月19日（和田原, 吉田島系統）
9月20日（西俣野, 宮原系統）10月5日（鉄, 真土系統）

大きくなかったが、30Klux以上から70Kluxになるとその差異はきわめて大きくなった。

第1回の上位第3葉の光合成速度についてみると（第24図）、最も高い値を示したのは和田原系統で、最大35mg/dm²/hのCO₂固定がみられた。しかし、上郷系統は同CO₂固定量15mgと和田原の約43%の値であった。新吉田系統は同CO₂固定量27mgで両者の中間の同化量を示し、和田原>新吉田>上郷の系統間順位が認められ、その他の鉄、真土および吉田島の3系統はほぼ同じような光同化速度で、新吉田と上郷の中間値であった。

第2回の第1包葉についての測定では（第25図）、最大の光合成速度を示したのは宮原系統の約30mgで、最小は真土系統の8mgであった。順位としては、宮原>和田原・吉田島>新吉田・鉄・西俣野>上郷>真土の傾向で、第1回測定時と比較して、吉田島と真土系統は順位変動があったが、和田原>新吉田>上郷の順位傾向は同じであった。真土系統の低い測定値は、10月5日と測定日が一番おそく、葉のagingと葉内窒素含量の低下が関係していることが考えられるが詳細については明らかでない。

タバコ⁸²⁾、水稻^{98,99,100)}、あるいは大豆⁶⁰⁾等の作物におい

ては、同一種内の系統または生態種に相当する品種間で光合成能力が異なることが報告されている。また、AHRENS & STOLLER¹⁴¹⁾は、smooth pigweedの種内2系統について、トリアジン抵抗系統が感受性系統より20%低い光合成能力を示したことを認めている。その他、*Alloteropsis semiatata*には、C₃、C₄の全く異なった光合成特性をもつ生態種が存在するという報告もある^{84,113,139)}。これらの事例からも光合成特性の違いは種間にとどまらず、同一種内の生態型、系統間にも存在する場合があることが推察される。*Cyperus*属は、C₃、C₄両種を含み^{5,81,124)}、他家交雑を行い、きわめて変異の大きい植物群とされるので、C₄に属するミズガヤツリでも、系統により光合成能力が異なることも推論されるが、しかし、本実験の場合は、C₄種でありながら光合成量が低いこと、光飽和状態に達していないこと、また反復測定回数が少ないことなどから、この点については今後の研究に待たねばならない。

摘 要

1) 神奈川県内産ミズガヤツリの主な系統について、

遮光条件下における生育反応、乾物生産特性等を調査するとともに、地上部刈取後の再生力の違い、あるいは、個葉の光合成速度の差異などについて検討した。

2) 出穂期は遮光により各系統とも遅延したが、遅延の程度は系統により異なり、77%遮光では最低5日、最長11日の系統間差異がみられた。

3) 草丈は遮光により高くなる傾向がみられたが、系統によりその増加率が異なった。また、花穂数、茎葉重は遮光下で著しく減少したが、花穂数減少率の系統間差異はきわめて大きかった。

4) 遮光区の塊茎生産数は無遮光区より25~50%減少したが、系統間でその減少率が異なった。また、花茎当たり種実数は、60%遮光で減少する系統と逆に増加する系統とがみられ、その系統間差異は大きかった。

5) 葉面積指数(LAI)、葉面積比率(LAR)は系統により異なり、とくにLARは系統間のレンジが大きかった。遮光下のLAIは、無遮光区に比して増加する系統と減少する系統とがあった。LARはいずれの系統

も遮光率に応じて増大したが、その増大率の系統間差異は大きかった。

6) 乾物増加量(CGR)、相対生長率(RGR)および純同化率(NAR)は系統により異なったが、遮光により概して減少した。無遮光区に対する遮光区の減少率は系統により異なり、60%遮光条件下でその系統間差異はより大きかった。

7) 遮光により、塊茎への乾物分配率は減少し、茎葉への分配率は増加する傾向がみられ、その増減率は系統間で異なった。

8) 茎葉刈取後の遮光条件下の再生茎数および茎葉重は著しく少なく、無遮光区に対するその減少程度は、刈取の遅いほど、遮光度の強いほど大きく、また系統によっても異なった。

9) 本県内産の主な8系統の出穂前後における個葉の光合成速度は系統により差異がみられ、和田原系統>新吉田系統>上郷系統の順位が示された。

V 系統の差異が水稻の生育・収量に及ぼす影響

作物と雑草との競争関係、すなわち光、養水分などの競争の要因、あるいは雑草害の様相または競争に関与する作物・品種・栽培条件および草種などの諸条件等の究明は、雑草害の診断法の解明、ひいては経済的で的確な雑草防除技術を確立するうえで重要なことと考えられ、すでに多くの研究報告^{1,9,26,61,67,89,90,94,95,142}がある。

草薙⁶⁴は雑草害の発生要因を大きく二つに分け、直接的要因として、光の競争、養分の競争および水分の競争等をあげ、間接的要因として、水・地温、湿度、通風あるいは炭酸ガス濃度などの群落内環境条件への影響を示している。雑草害の程度や様相は作物と雑草の相対的な生育関係により大きく異なり^{1,9}、雑草の種類や作物群落内の生産構造上の差異によっても著しく違うことが指摘されている^{1,9,94,95}。

IVまでの実験において生態的・形態的特性が著しく異なる系統は、水稻との競争関係において、その生育収量に及ぼす影響がそれぞれ相違することが推定されたので¹⁵⁰、種内変異系統と雑草害との関係を究明し、種内変異の雑草防除上の意味を明らかにするとともに、水稻に対するミズガヤツリの雑草害診断法確立上の基礎資料を得ようとして、Vの実験を行った。

1 形態特性の異なる系統の直播水稻に及ぼす影響

一般にノビエ、メヒシバ、ミズガヤツリなどのように大形の雑草は、地下部の養水分の競争の他に、作物と同等かそれ以上に草丈が伸長して光競争の影響が大きいため、その雑草害の程度が著しいと考えられる。一見草種が異なるほどの地上部形態が相違する二、三の主要なミズガヤツリ系統について、乾田直播水稻の生育収量にどのような影響の差異があるか検討した。

材料および方法

一次因子として、ミズガヤツリの塊茎植付数を1㎡当たり0、2、8および16個の4段階に設定し、二次因子として、形態特性の異なる横浜市新吉田産系統、海老名市上郷産系統および南足柄市和田原産系統の3系統¹⁵⁰を供試して、当所水田の乾田直播水稻の畦間に、1975年5月8日に系統別に頂芽塊茎と中間塊茎をほぼ同比率で植付けた。

水稻品種としては日本晴を供試し、1アール当たり500gの乾籾を4日間浸水後、沖積壤土乾田に条間隔25cmのドリルまき様式で、塊茎植付前日の5月7日に手まきし

第27表 系統別ミズガヤツリの水稲生育への影響

| ミズガヤツリ | | 水 | | | | | | | | | | 稲 | | | |
|-------------------|----|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|------------------|-----|------------------|-----|-----|------|
| 塊茎 植付数 | 系統 | 出芽期 | 出穂期 | 出芽期 | 出穂期 | LA I | a 当 | 稈長 | 穂長 | m ² 当 | 一穂 | m ² 当 | 登熟 | 玄米 | 倒伏 |
| | | 月.日 | 月.日 | 月.日 | 月.日 | % | % | % | % | % | % | % | % | % | |
| 0 | — | — | — | 5.18 | 8.24 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 少 |
| | S | 5.24 | 8.18 | 5.18 | 8.24 | 79 | 85 | 100 | 98 | 88 | 89 | 79 | 105 | 100 | 微 |
| 2/m ² | K | 5.30 | 9.1 | 5.18 | 8.25 | 75 | 98 | 99 | 97 | 93 | 92 | 86 | 99 | 98 | 少 |
| | W | 6.4 | 9.1 | 5.18 | 8.24 | 84 | 104 | 99 | 98 | 97 | 92 | 89 | 100 | 101 | 微(少) |
| 8/m ² | S | 5.26 | 8.18 | 5.18 | 8.24 | 71 | 83 | 105 | 99 | 72 | 97 | 70 | 96 | 96 | 中 |
| | K | 5.27 | 9.3 | 5.18 | 8.24 | 87 | 89 | 104 | 96 | 84 | 92 | 77 | 95 | 99 | 少 |
| | W | 6.1 | 9.4 | 5.18 | 8.24 | 86 | 99 | 104 | 98 | 88 | 93 | 82 | 95 | 99 | 少 |
| 16/m ² | S | 5.25 | 8.19 | 5.18 | 8.24 | 56 | 65 | 100 | 92 | 73 | 77 | 56 | 102 | 96 | 中 |
| | K | 5.26 | 9.3 | 5.18 | 8.24 | 59 | 80 | 99 | 97 | 77 | 88 | 68 | 102 | 97 | 少 |
| | W | 5.29 | 9.1 | 5.18 | 8.24 | 72 | 81 | 98 | 97 | 75 | 89 | 68 | 109 | 98 | 少 |

注) S…新吉田産系統、K…上郷産系統、W…和田原産系統

LA Iは8月27日及び9月4日調査の平均値

倒伏程度は成熟期における段階分級(甚、多、中、少、微)による。

()…実数 (a 当わら重はkg, 稈長はcm, m²当穂数は本, 一穂粒数・m²当全穂数は個, 発熟歩合は%, 玄米千粒重はg)

た。施肥法は、1アール当たり堆肥150kg、10-18-16化成肥料5kgを元肥として全面全層施用し、6月12日に硫酸1.5kg、8月6日に16-0-16化成肥料2kgを追肥した。入水は6月26日に開始し、7月下旬の5日間の中干しを除いて、9月下旬まで常時掛流し湛水状態を保った。生育期間中は病害虫を適宜防除するとともに、発芽前にベンチオカーブ・シメトリン乳剤と入水直後にCNP粒剤を散布し、適宜手取除草を行い、ミズガヤツリ以外の雑草の防除に努めた。試験規模としては、1区12.5m²の3反復で部分分割区法により実施した。

水稲及びミズガヤツリの地上部生体重、乾物重および葉面積の測定用標本は、出穂直後の8月27日と9月4日に2反復区より1/4m²あて採取し、塊茎については、12月上旬にそれぞれ3反復区より1/4m²あて2か所づつを掘取り調査した。畦内の光透過量については、群落相対照度計(三紳工業製NS-II型)を使用して、晴天の8月21日に畦間中央部の地表から10、50、80cmの位置で相対照度を測定した。

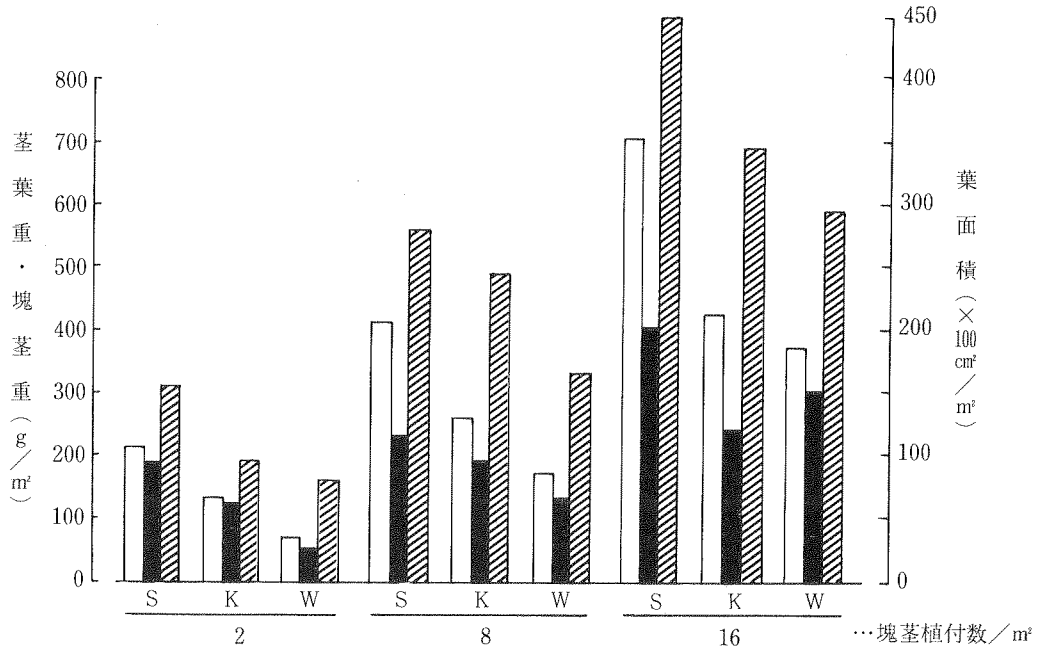
結果および考察

ミズガヤツリの出芽期と出穂期は、第27表に示すように系統により著しく異なった。すなわち、出芽期は新吉田系統(S)、上郷系統(K)、和田原系統(W)の順に

早く、また出穂期は新吉田系統が早い、上郷と和田原系統の間の差異は小さかった。これを水稲と比較してみると、新吉田系統は6~8日、上郷系統は8~12日、和田原系統は11~17日の出芽遅れとなり、出穂期については、新吉田系統は水稲より5~6日早く、上郷と和田原系統は逆に8~11日遅かった。

新吉田系統のように出芽、出穂の早い大型の早生タイプは、和田原のような小型で出芽の遅い系統よりは、乾田直播水稲との競争上有利に生育増殖をするものと推察される。このことは、水稲との相対生長における初期生育の優劣がミズガヤツリの雑草害程度に大きな影響を及ぼし¹⁴²⁾、初期の雑草防除の重要性¹⁰³⁾が指摘される視点からも、今後十分考慮すべきことである。

水稲群落内のミズガヤツリの生育を調査した結果を第26図に示した。塊茎植付密度が高くなるに従い各系統とも1m²当たり生育量は大きくなったが、16個植付区の塊茎重を除いて、いずれの塊茎植付密度でも、茎葉風乾重、葉面積および塊茎生体重は新吉田系統>上郷系統>和田原系統の差異を示し、系統によりその生育量が著しく異なった。また、これらのミズガヤツリの形質と水稲品種日本晴の玄米収量との間には第29表のような高い負の相関(r=-0.758***~-0.889***)が認められたが、形質または系統によりその相関係数は若干異なった。すな



第26図 ミズガヤツリ系統の茎葉風乾重・塊茎重・葉面積

注) S…新吉田産系統 K…上郷産系統 W…和田原産系統

□…茎葉風乾重 ■…塊茎生体重 ▨…葉面積

茎葉重・葉面積は出穂終期調査(9月上旬), 塊茎重は12月上旬調査

わち、玄米収量との間の相関係数が最も大きいミズガヤツリの形質は、新吉田系統では葉面積、上郷系統では茎数、和田原系統では茎葉風乾重であった。

第26図に示した出穂直後におけるミズガヤツリの茎葉風乾重の系統間差異は、出芽期や出穂期にみられるような生育の遅速差や、茎数、葉面積および草高等の生育量差—相対生長率⁹⁾の違いによるもので、本質的にはIIで報告した系統本来の生育特性差に由来し、この特性差が水稻群落内の競争過程でより顕著な差異となって現われたものと考えられる。

水稻群落内におけるミズガヤツリの生体重と葉面積指数(LAI)の垂直分布の状態を第27図に示した。第27図によれば、3系統は群落内での草高が異なるとともに、草高別の葉面積が著しく相違した。いずれの植付密度においても、新吉田系統は草高が最も高く、かつ上部における葉面積が他系統より著しく多かった。一方和田原系統は草高低く、上部の葉面積が最も小さく、上郷系統は両者の中間的草高と葉面積分布を示した。また、群落内相対照度の垂直分布についてみると、地上から50cm以下の空間はいずれも相対照度10%以下で、各区間に大きな差

異はみられなかったが、80cmでは系統間に差異がみられ、新吉田系統は他の2系統より低い値を示した。

新吉田系統は花茎長が最も長く、葉長と葉幅が大きい特性¹⁵⁾があり、草丈の伸長や葉の繁茂の面において、水稻との競争上有利な形質を持っている。さらに、第27図に示した草高別の葉面積分布の系統差、すなわち、上部部の葉面積差は光の競合の点で重要な意味をもっている。新吉田系統は全葉面積だけでなく、水稻の同化活動中心葉に影響を及ぼす80cm以上の上部の葉面積が多く、荒井・川島¹⁾、や千坂⁹⁾等が指摘する光競争上で有利な特徴を備え、水稻の炭酸同化作用に大きな影響を与えたことが推察される。このことは、地上80cmの畦間相対照度が新吉田系統区で最小値を示すことや、第29表に示した玄米収量とミズガヤツリの形質との関係において、新吉田系統は葉面積と収量との相関が最も強いことから類推できる。

系統による地下部生育の差異、ひいては養分競争上の系統間差異については、第26図の塊茎重の差異からある程度推察できるが、さらに詳細な調査検討が必要である。

第27表に系統別のミズガヤツリの水稻12形質に及ぼす

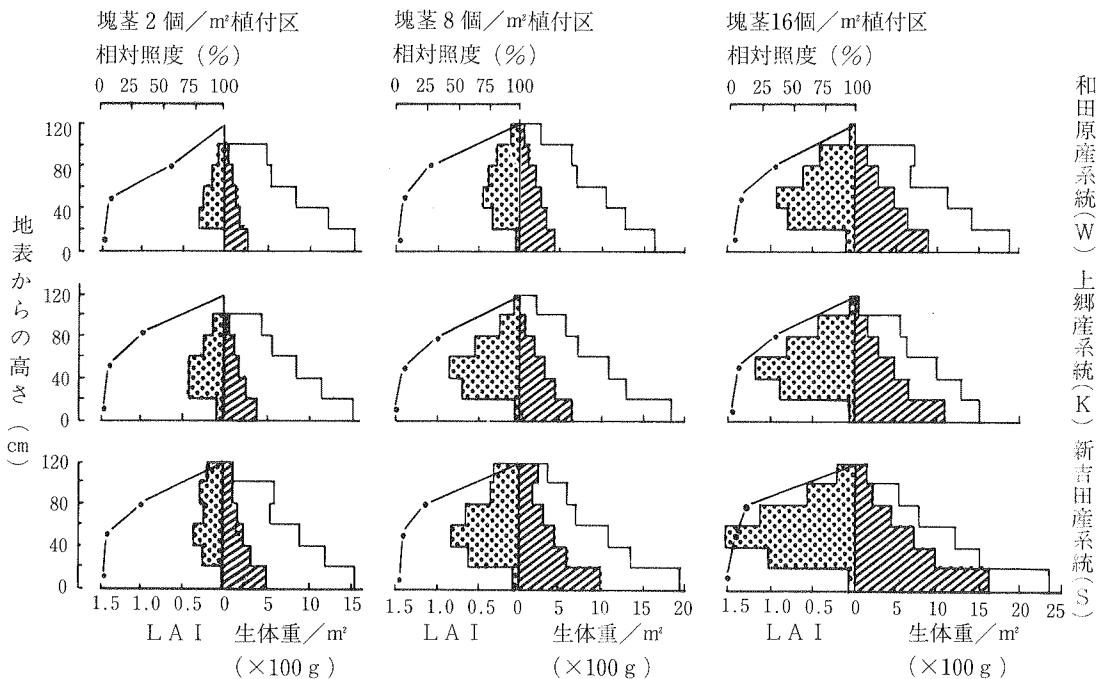
影響程度を示した。これによると、水稻の出芽期・出穂期へはほとんど影響がみられなかったが、葉面積指数をはじめとする地上部形質および収量構成要素等にはその影響がみられた。ミズガヤツリの影響がとくに強く現れた水稻の形質は、葉面積、わら重、穂数、一穂粒数および1㎡当たり全粒数などであったが、その影響度はミズガヤツリの系統により異なった。すなわち、これらの5形質は、新吉田系統植付区で減少度が最も大きい傾向があり、続いて上郷系統区で、和田原系統区が最も小さい減少度であった。

ミズガヤツリ系統の水稻収量に及ぼす影響を第28図に示した。当然のことながら、塊茎植付密度が高いほど減収程度が大きく、植付密度と収量との間には0.1%水準で有意差が認められた(第28表)。また、同一塊茎植付密度内でも、5%、1%あるいは0.1%の有意水準で系統区間に収量差がみられ、いずれの植付密度でも、新吉田系統植付区>上郷系統区>和田原系統区の順に減収程度が大きかった。なかでも、新吉田系統植付区は、他の2系統区に対し0.1%水準の有意差で大きな減収を示した。

このように3系統の生育する圃場間的水稻収量が著しく異なったが、ミズガヤツリの茎葉風乾重、茎数および葉面積と玄米収量とは高い負の相関があり(第29表)、また第26、28図に示されるように、各系統の茎葉風乾重および葉面積と減収量とはパラレルの関係があることから、ミズガヤツリの系統により水稻収量への影響度が異なることが推察される。また、第28表の分散分析結果で塊茎植付密度と系統との交互作用がみられないことは、この範囲の発生密度では、この系統間差異の傾向は変わらないことを意味するものと考えられる。

第30表に玄米収量と収量構成要素との関係を系統区別に示した。第30表によれば、玄米収量に大きく関与したのは、1㎡当たり穂数、一穂粒数、1㎡当たり全粒数および玄米千粒重の4要素であり、登熟歩合の関与は認められなかったが、要素別の関係程度は系統区により異なった。とくに、一穂粒数および玄米千粒重と収量との相関係数において系統区間の差異が大きかった。

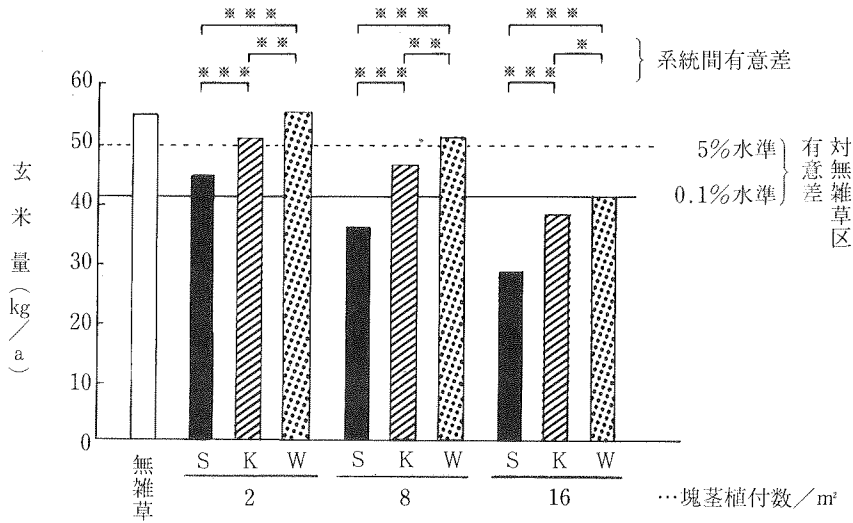
ミズガヤツリ的水稻収量構成要素への影響は、山岸の実験結果¹⁴⁾と同様に、第27表に示すように穂数と一穂粒



第27図 ミズガヤツリ・水稻の生体重及びミズガヤツリ LAI の垂直分布

注) □...水稻生体重 ▨...ミズガヤツリ生体重 ▩...ミズガヤツリ LAI

和田原産系統(W) 上郷産系統(K) 新吉田産系統(S)



第28図 各系統繁茂田における水稲収量

注) S…新吉田産系統, K…上郷産系統, W…和田原産系統

※, ※※, ※※※はそれぞれ5, 1, 0.1%水準で有意

第28表 玄米重に関する分散分析

| 要因 | 自由度 | 平方和 | 分散 | 分散比 (F) |
|------------|-----|----------|--------|-----------|
| ブロック | 2 | 180.06 | | |
| 塊茎植付密度 (A) | 3 | 1,900.97 | 633.66 | 36.52 ※※※ |
| 誤差 | 6 | 104.08 | 17.35 | |
| 主区 | 11 | 2,185.11 | | |
| 系統 (B) | 2 | 657.40 | 328.70 | 23.46 ※※※ |
| 交互作用 (A×B) | 6 | 154.49 | 25.75 | 1.84 |
| 誤差 | 16 | 224.14 | 14.01 | |
| 細区 | 24 | 1,036.03 | | |
| 全体 | 35 | 3,221.14 | | |

数および全稈数に対して大きく、玄米千粒重と登熟歩合に対しては小さかった。玄米千粒重は収量との相関がみられるが、ミズガヤツリの雑草害による影響は小さく、一見矛盾した感を受けるが、他の構成要素の増減と関連して変動し易い要素であるので、この点の解明にはさらに詳細な調査が必要である。

ミズガヤツリの収量構成要素への影響度における系統間差異として、第27表のように新吉田系統区は穂数減、一穂稈数減及び全稈数減が他系統区より大きく、早くからの増殖繁茂による分けつ抑制、穂数抑制が強かったことが推察される。さらに、同系統区は、7月5半旬の幼穂分化期以降から8月2半旬の幼穂形成期にかけての稈

数決定期に光と養分吸収の面で大きな競争影響を与え、著しい減収をもたらしたと考えられる。

第29表及び30表の結果は、玄米収量に影響するミズガヤツリの形質が系統により異なったり、あるいは、収量に関与する収量構成要素のウェイト割合が系統区により差異があることを示唆するものと考えられる。すなわち、新吉田系統は前述したように葉面積が大きく、光競争を通して収量への影響が最も強く、上郷系統は多けつ型で

分枝数の多少が水稻収量と深い関わりをもっていると思われる。しかし、和田原系統は草丈、莖数、葉面積および塊茎重ともに他系統より劣り、他形質よりもとびぬけて水稻収量に影響を与える形質がなく、これらの形質はそれぞれほぼ均一的に収量に影響していることが推察される。しかし、これらの点についてはさらに検討の余地がある。

第29表 玄米収量とミズガヤツリの形質との関係

| ミズガヤツリ 系 統 | ミズガヤツリの形質 | | | |
|---------------|------------|------------|------------|------------|
| | 莖葉風乾重 | 莖 数 | 塊茎重 | 葉面積 |
| 新吉田系統 | -0.914 *** | -0.843 *** | -0.820 ** | -0.938 *** |
| 上郷系統 | -0.836 * | -0.961 *** | -0.632 * | -0.886 ** |
| 和田原系統 | -0.900 ** | -0.856 *** | -0.867 *** | -0.891 ** |
| 全 体 | -0.889 *** | -0.872 *** | -0.758 *** | -0.869 *** |

注) *, **, ***はそれぞれ5, 1, 0.1%水準で有意

第30表 玄米収量と収量構成要素との関係

| ミズガヤツリ系統 | 1㎡当穂数 | 一穂粒数 | 1㎡当全粒数 | 登熟歩合 | 玄米千粒重 |
|----------|-----------|---------------------|-----------|----------------------|-----------|
| 新吉田系統 | 0.601 * | 0.666* | 0.771** | -0.095ns | 0.783** |
| 上郷系統 | 0.778 ** | 0.700 * | 0.785 ** | -0.090ns | 0.789 ** |
| 和田原系統 | 0.722 ** | 0.445 ^{ns} | 0.774 ** | -0.380ns | 0.593 * |
| 全 体 | 0.658 *** | 0.538** | 0.775 *** | -0.148 ^{ns} | 0.715 *** |

注) 系統発生区毎の収量と収量構成要素間の相関係数
全体は全区こみにした同上相関係数
*, **, ***はそれぞれ5, 1, 0.1%水準で有意

2 系統の経年的増殖率の差異が直播水稻に及ぼす影響

雑草群落の遷移および長期的な除草体系の確立という視点に立つと、雑草の生育期間中に生産される種子・塊茎などの繁殖器官の量、あるいは生存率と次年度の発生

率は重要な意味をもつ。前記1において、水稻群落中でそれぞれのパターンで生育したミズガヤツリ系統は、地上部の生育量だけでなく塊茎の生産量にも系統特有の差異が示されたので、次年度における系統の発生量と直播水稻生育への影響の差異について究明した。

材料および方法

前記1の実験圃場をそのまま引続き使用した。3月中旬にアール当たり堆肥150kgと6-9-6化成肥料8kgを全面散布し、小型管理機でロータリー耕起を行った。栽培法は前年に準じて乾田直播様式で行い、水稻日本晴の種粒1アール当たり500gを浸種後、条間25cmのドリル播法で1976年5月7日に人力機械播種した。追肥としては、

1アール当たり硫酸1.5kgを6月4日に、また16-0-16化成肥料各2kgを7月9日、8月2日および8月12日の3回全面施用した。ほ場は6月22日以降入水し、9月下旬まで湛水状態を保った。またミズガヤツリ以外の雑草と病害虫防除は前記1の実験に準じて適宜行った。その他水稻およびミズガヤツリの調査も前記の実験に準じた。

第31表 ミズガヤツリ系統の生育と水稻への影響

| 塊茎 植付数 | 系統区 | 出芽始 | | 出穂期 | | 草高 cm | | 倒伏 | 1㎡当 | | | 1㎡当 | | | | |
|-----------|-----|------|------|------|------|-------|------|----|--------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| | | O.s. | C.s. | O.s. | C.s. | O.s. | C.s. | | 風乾重 | 稈長 | 穂長 | 穂数 | 一穂 | 登熟 | 玄米 | 1㎡当 |
| | | 月.日 | 月.日 | 月.日 | 月.日 | 月.日 | 月.日 | | % | % | % | % | % | % | % | % |
| 0 | - | 5.20 | - | 8.26 | - | 90 | - | 微 | 100 (807) | 100 (73.8) | 100 (18.9) | 100 (452) | 100 (57.9) | 100 (88.1) | 100 (22.1) | 100 (26,008) |
| 2個 /㎡ | 新吉田 | 5.20 | 5.15 | 8.26 | 8.22 | 90 | 96 | 少 | 84 | 97 | 102 | 78 | 113 | 98 | 98 | 88 |
| | 上郷 | 5.20 | 5.17 | 8.25 | 9.3 | 91 | 94 | 少 | 73 | 99 | 101 | 81 | 106 | 100 | 100 | 86 |
| | 和田原 | 5.20 | 5.17 | 8.26 | 8.29 | 90 | 91 | 微 | 77 | 98 | 100 | 83 | 97 | 98 | 100 | 81 |
| 8個 /㎡ | 新吉田 | 5.19 | 5.15 | 8.27 | 8.23 | 91 | 94 | 少 | 78 | 99 | 100 | 87 | 103 | 99 | 101 | 91 |
| | 上郷 | 5.19 | 5.16 | 8.25 | 9.1 | 90 | 92 | 微 | 80 | 99 | 102 | 78 | 107 | 101 | 102 | 84 |
| | 和田原 | 5.19 | 5.17 | 8.25 | 8.31 | 88 | 88 | 少 | 78 | 99 | 101 | 85 | 102 | 99 | 102 | 88 |
| 16個 /㎡ | 新吉田 | 5.20 | 5.14 | 8.26 | 8.23 | 90 | 90 | 少 | 85 | 99 | 103 | 92 | 102 | 94 | 99 | 94 |
| | 上郷 | 5.20 | 5.16 | 8.26 | 9.3 | 87 | 87 | 無 | 79 | 96 | 103 | 81 | 93 | 101 | 103 | 77 |
| | 和田原 | 5.20 | 5.16 | 8.25 | 8.27 | 86 | 87 | 微 | 63 | 98 | 100 | 67 | 92 | 102 | 103 | 62 |

注) O.s. … 水稻、C.s. … ミズガヤツリ

倒伏程度は成熟期における5段階分級(甚、多、中、少、微)による。

()内は実数(茎葉風乾重・玄米千粒重はg、稈長・穂長はcm、㎡当穂数は本、一穂粒数・全粒数は個、登熟歩合は%)

水稻茎葉風乾重は9月2日の調査結果

結果および考察

第31表にミズガヤツリ3系統の出芽始期、出穂期および草高とこれら系統の水稻生育と収量構成要素に及ぼす影響を示した。第31表によれば、ミズガヤツリは水稻より2~6日早い出芽状態で、水稻出芽の方が早かった前年の結果とは異なった。また、出芽始期の系統間差異は前年ほど大きくなく、新吉田系統が他系統よりわずか1~2日早い程度であった。出穂期については前年と同様の傾向を示し、水稻に比べ、新吉田系統は3~4日早く、上郷系統は7~9日、和田原系統は2~6日遅かった。したがって、出穂期の系統間レンジは12日間であった。出穂期における草高は新吉田>上郷>和田原の順位で、

水稻よりわずかに高いかほぼ同程度であった。ミズガヤツリ発生区における水稻の生育についてみると(31表)、出芽始期および出穂期は無雑草区と大差なく、稈長はミズガヤツリ密植区の上郷系統区で若干低い他は無雑草区とはほぼ同じで、穂長も同様に大差ない値であった。穂揃期における水稻の茎葉重は無雑草区の63~85%とかなり減少した。その減少程度は、系統区間や前年の植付密度区間により異なり、前年1㎡当たり2個および16個の塊茎植付区では系統区間差が大きく、和田原および上郷区的水稻茎葉重は新吉田区より著しく小さかった。

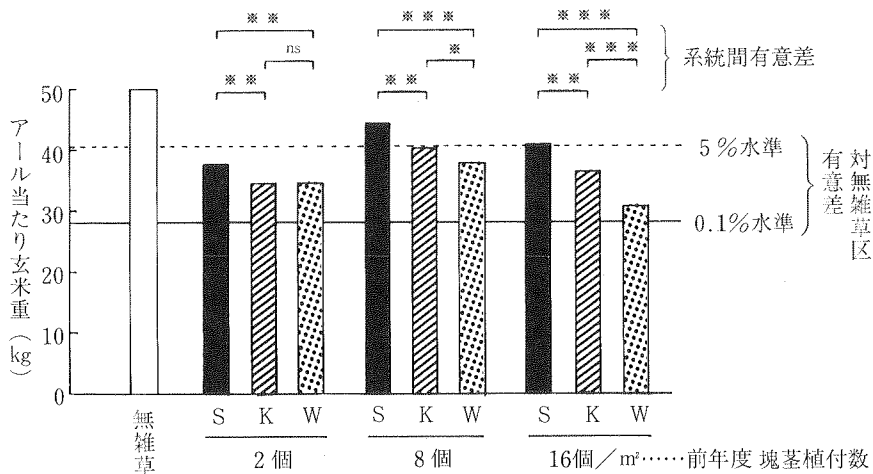
収量構成要素については、1㎡当たり穂数・全粒数の減少度が大きかったが、他の要素は無雑草区とあまり大

きな差がみられなかった。減少度の大きい1㎡当たり全粒数についてみると、和田原系統区は新吉田系統区よりかなり減少し、系統により水稻の収量構成要素への影響度が異なることが推察された。このようにミズガヤツリ系統による水稻の収量構成要素に及ぼす影響度の違いは、前年に準じて原田ら²⁶⁾や山岸¹⁴²⁾の実験結果と同様であったが、系統別の影響度の違いは前年と異なり、和田原系統区と新吉田系統区の影響度の順位は逆転した。

第32表にミズガヤツリ系統の生育量を前年と対比の形で記載した。これによると、茎数は、前年1㎡当たり塊茎16個植付区の新吉田系統の場合を除き、各系統とも前年より著しい増加を示した。茎数の植付密度間の差は前年より小さかったが、系統間の差異は大きく、前年1㎡当たり塊茎2個および8個植付区では上郷>和田原>新吉田の値、また同16個区では和田原>上郷>新吉田の順位で、前年和田原系統より多い茎数を示した新吉田系統

第32表 両年間のミズガヤツリ生育の比較

| 塊付 茎 植数 | 系 統 | 1975年(㎡当) | | | 1976年(㎡当) | | | 増加比率(%) | | |
|-------------------|--------|---------------|--------------|------------|---------------|--------------|------------|---------|-----|-----|
| | | 茎 数 (A) | 茎葉風 乾重(B) | 塊茎数 (C) | 茎 数 (D) | 茎葉風 乾重(E) | 塊茎数 (F) | D/A | E/B | F/C |
| 2 個 / ㎡ | 新吉田 | 110 | 213 | 315 | 311 | 180 | 628 | 283 | 85 | 199 |
| | 上郷 | 164 | 135 | 417 | 615 | 266 | 1275 | 375 | 197 | 306 |
| | 和田原 | 74 | 70 | 166 | 427 | 236 | 696 | 577 | 337 | 419 |
| 8 個 / ㎡ | 新吉田 | 276 | 415 | 398 | 341 | 155 | 540 | 124 | 37 | 136 |
| | 上郷 | 334 | 261 | 657 | 559 | 231 | 1260 | 167 | 89 | 192 |
| | 和田原 | 166 | 177 | 419 | 465 | 212 | 755 | 280 | 120 | 180 |
| 16 個 / ㎡ | 新吉田 | 516 | 708 | 768 | 319 | 197 | 561 | 62 | 28 | 73 |
| | 上郷 | 508 | 427 | 890 | 631 | 226 | 1313 | 124 | 53 | 148 |
| | 和田原 | 414 | 372 | 807 | 787 | 426 | 1176 | 190 | 115 | 146 |

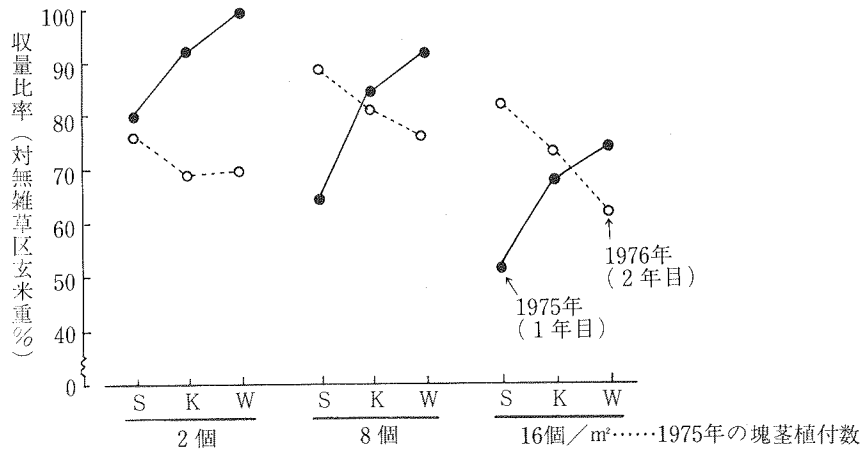


第29図 ミズガヤツリ系統植付2年目水田の水稻収量

注) S…新吉田産系統 K…上郷産系統 W…和田原産系統
 有意差: * = 5%水準で有意 ** = 1%水準で有意 *** = 0.1%水準で有意
 N.S. = 有意差無

第33表 玄米重の分散分析

| 要 因 | 自由度 | 平方和 | 分 散 | 分散比 (F) |
|------------|-----|----------|--------|-----------|
| ブ ロ ッ ク | 2 | 70.39 | 35.20 | |
| 塊茎植付密度 (A) | 3 | 1,214.86 | 404.95 | 10.842** |
| 誤 差 | 6 | 224.07 | 37.35 | |
| 主 区 | 11 | 1,509.32 | | |
| 系 統 (B) | 2 | 213.01 | 106.51 | 13.198*** |
| 交互作用 (A×B) | 6 | 58.03 | 9.67 | 1.198 |
| 誤 差 | 16 | 129.06 | 8.07 | |
| 細 区 | 24 | 400.10 | | |
| 全 体 | 35 | 1,909.42 | | |



第30図 系統の玄米収量への影響の年次変動

注) S…新吉田系統 K…上郷系統 W…和田原系統

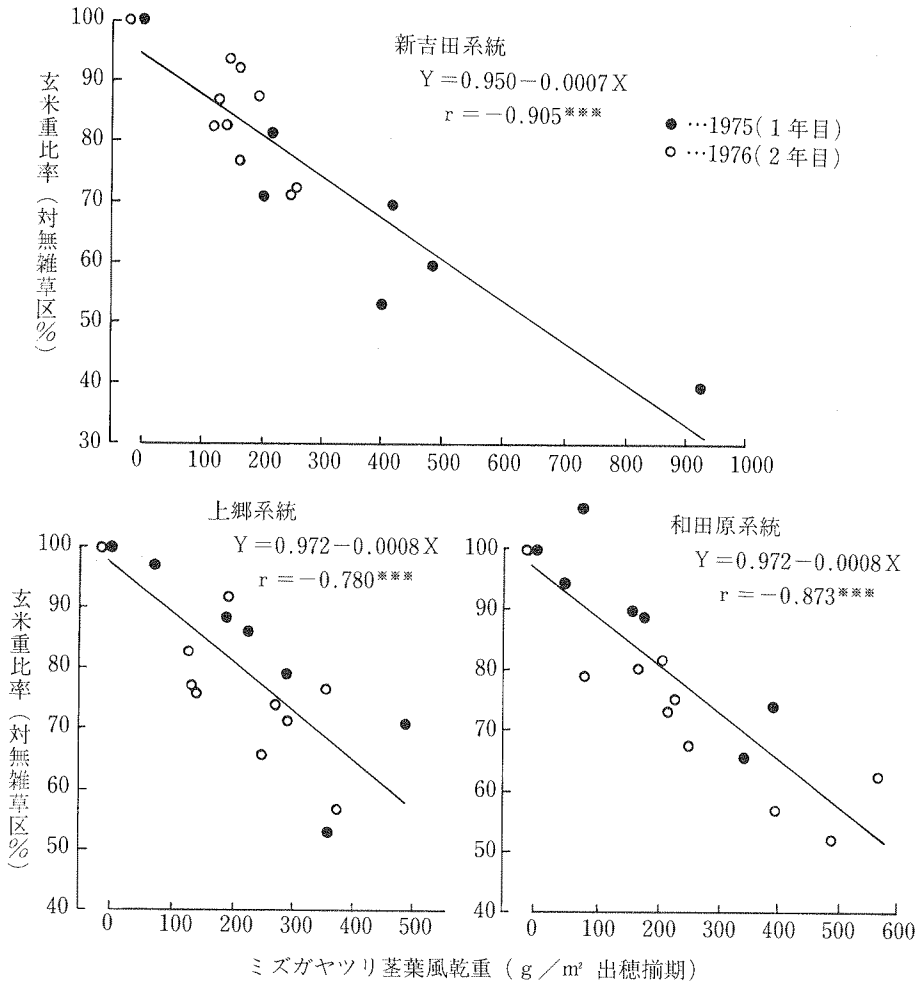
は最少値となった。第32表のように、前年対比の茎数増加率D/Aは系統により著しく異なり、和田原系統は約2~6倍の茎数に増加し、いずれの植付密度区でも新吉田系統の2倍以上の増加率であった。

ミズガヤツリの茎葉風乾重は前年の場合に比べると塊茎植付密度間や系統間の差が小さくなった。これは各区とも塊茎生産により著しく発生源個体数が増えたが密度効果³⁾が働き、とくに前年密植区では多くの塊茎が生産されてもそれに比例して全生育量が多くならなかったためと考えられる。系統間の茎葉重差は茎数と同様の傾向がみられ、前年最大値を示した新吉田系統は和田原系統より小さく最小値を示した。これを昨年との対比でみると、新吉田系統は30~85%の値でいずれの植付区においても前年より著しく劣った生育量であったが、和田原系統は

同比120~340%で前年を上廻る茎葉重となり、両系統の経年的増殖傾向に著しい差が示された。これは密度効果に対する両系統の反応差の違いが関与していることも考えられるが、詳細についてはさらに検討が必要である。

塊茎生産数は1m²当たり540~1,300個とかなりの差があったが、植付密度区間差よりも系統間の差が大きく、上郷系統>和田原系統>新吉田系統の順位であった。この順位は前年と傾向が同じであったが、とくに上郷系統の生産数がきわめて多かった。

第29図にミズガヤツリ系統植付2年目の水稻収量に及ぼす影響を示し、第33表にその分散分析結果を表示した。前年の塊茎植付密度と収量との間には1%水準で有意差が認められたが、概して1m²当たり8個>16個>2個植付の収量順位で、前年とは傾向を異にした。また、同一



第31図 玄米重とミズガヤツリ重量との関係

植付密度内における系統区間の収量差については、1 m² 当たり 2 個植付区の上郷と和田原系統区間の場合を除き、5%、1%あるいは0.1%水準で有意な収量差が認められた。その収量値の大小は、新吉田区 > 上郷区 ≥ 和田原区 の順位で、とくに 1 m² 当たり 8 個植付区の新吉田区と和田原系統区間、1 m² 当たり 16 個植付区の新吉田と和田原系統区間、および上郷と和田原系統区間の収量は 0.1% 水準で有意差が認められ、その差が大きかった。このように和田原系統区はいずれにおいても最も減収し、新吉田系統区はその減収量が最も少なく、系統の水稻収量に及ぼす影響は、第30図に示したように前年と傾向が異なった。これは前述したように、和田原系統の前年における塊茎生産量の多さと、当年における茎数と茎葉重の著し

い増大によるものと考えられる。

さらに、第33表の分散分析結果での交互作用が認められないことは、この範囲のミズガヤツリ発生密度では、系統間差の傾向は変わらないことを意味するものと考えられる。

上述した2か年の結果から、ミズガヤツリの茎葉風乾重と玄米重との関係を系統別に検討して、第31図の結果を得た。玄米収量 Y (対無雑草区比率%) とミズガヤツリの茎葉風乾重 X (g/m²) との間の直線回帰式は、新吉田系統では、 $Y = 0.950 - 0.0007X$ 、上郷と和田原系統では、 $Y = 0.972 - 0.0008X$ 、が認められ、山岸¹⁴²⁾の場合と同様に著しい減収害があることが明らかとなった。これらの一次式で、収量 Y に及ぼす勾配係数が系統間で若干

異なることが推察され、新吉田系統は回帰直線の勾配が緩く、同一茎葉重の場合他の系統より減収度合が小さいことが考えられるが、さらに多くの事例についての究明が必要である。

摘 要

1) 生態的、形態的特性の異なる本県内産のミズガヤツリ3系統を、1㎡当たり2、8および16個の塊茎植付密度条件で水稻乾田直播ほ場に植え付け、水稻への影響を2か年にわたり継続検討した。

2) 初年目の水稻群落内の各系統は、出芽期、出穂期、葉面積、茎葉重および塊茎生産量などが著しく異なり、新吉田系統>上郷系統>和田原系統の生育量差異が示された。

3) 群落内の草高別の葉面積分布は系統により著しく異なり、新吉田系統は上部葉面積が最大で、和田原系統は最小を示し、水稻との光競争に系統的差異があると考えられた。

4) 同一塊茎植付密度内では5%、あるいは0.1%の有意水準で系統区間に収量差が認められ、いずれの植付密度でも、新吉田系統区>上郷系統区>和田原系統区の順位で減収程度が大きかった。

5) 2年目の継続圃場での各系統の茎数および茎葉重の増加率は、和田原系統>上郷系統>新吉田系統の順位で、新吉田系統の1㎡当たり茎葉重は最小となり、初年目と傾向を異にした。

6) 2年目の系統区間の収量には多くは5%、1%および0.1%水準で有意差が認められ、和田原系統区 \geq 上郷系統区>新吉田系統区の順位で減収程度が示された。

7) 玄米収量に関与した収量構成要素は、初年目、2年目ともに穂数および1㎡当たり全穂数などであった。

8) 2か年の結果から、無雑草区に対す玄米収量比率Y(%)とミズガヤツリの茎葉風乾重X(g/㎡)との間の直線回帰式は、新吉田系統では、 $Y=0.950-0.0007X$ 、上郷と和田原系統では、 $Y=0.972-0.0008X$ が示され、収量Yに及ぼす勾配係数が系統により若干異なった。

VI ミズガヤツリ系統の除草剤に対する感受性の差異

除草剤に対する植物間の感受性の差は、古くはフェノキシ系除草剤の広葉とイネ科、脂肪酸系除草剤のイネ科と広葉、トリアジン系除草剤の広葉雑草とトウモロコシ、あるいはDCPAのヒエ属とイネ属など多くの事例が認められている。そして、このような植物種間の除草剤感受性の差異については、その生理的・生化学的¹³⁶⁾面からの究明がかなり行われている。しかしながらつい最近までは、除草剤に対する反応差は草種間に限られ、大きくは科間や属間などの範囲で、同一属内の種間での差が稀にある程度と考えられ、植物の種内における除草剤感受性の変異は、病原菌や害虫のように急速に大きな問題とはならないと思われていた¹³⁸⁾。

しかし、小林・植木²⁰⁾によると、1950年にはすでにハワイのサトウキビ畑でツユクサの2系統が、2、4-Dに対し異なった感受性を示すことが知られていたという。また、1960年代においてはギョウギシバ(*Cynodon dactylon* (L.) Pers.)の4倍体バイオタイプは3倍体のものよりDPA、TCAに対する抵抗力が強いという報告¹⁰⁸⁾があり、さらに、セイバンモロコシ(*Sorghum halepense* (L.) Pers.)系統のdalaponに対する反応差⁵²⁾やセイヨウヒルガオ(*Convolvulus arvensis* L.)系統の2、4-Dに対する感受性の

違い⁵⁰⁾、あるいはwild oat (*Avena fatua* L.)系統のdiallate, triallate, およびbarban等の除草剤に対する異なった反応¹¹⁰⁾などの報告がみられる。1970年代以降では、RYAN²¹⁾によるノボロギク(*Senecio vulgaris* L.)のsimazineとatrazine抵抗性個体の報告や、山未¹⁵²⁾によるタイヌビエ系統間のDCPAに対する感受性の差異についての研究がある。この他に除草剤抵抗性変異個体に関する報告^{8,44,48,51,69,72,105,111,118,119,120)}が数多くみられ、また、作物の品種・系統間の除草剤抵抗性の差異についての研究^{40,55,112)}もある。さらに、植木・山未¹³⁷⁾、および石塚²⁰⁾等はその抵抗性の発現や生理・生化学的機構について詳しく論述している。

今までは軽視されていたこのような抵抗性の変異系統については、ヒユ類⁷⁰⁾やシロザ¹⁰⁵⁾あるいはハルジオン³¹⁾等のように営農上大きな問題となっている事例が増えていることから、今後早急に研究する必要がある^{20,137)}と考えられる。以上のような背景を考慮して、VIでは、II、III等において諸形質の系統間差異が認められた神奈川県内産ミズガヤツリの主要系統について、2、3の除草剤反応実験を実施した。

1 生育初期茎葉処理剤、パラコートに対する感受性

Iで述べたように、代かき前のパラコート処理と代かき操作は、田植前までの春期発生ミズガヤツリに対し顕著な除草効果¹⁴⁷⁾があることが認められている。このような処理効果について系統間で差異があるかを検討した。

材料および方法

横浜市新吉田、海老名市上郷および平塚市寺田縄等の神奈川県内産ミズガヤツリ系統を供試し、1972年4月5日に各系統の塊茎を1㎡当たり約60個あて耕起水田に均一に散布し、直ちにロータリー耕転機で混土を行った。ミズガヤツリの主茎、分枝茎が1~9葉、草丈1~42cm

の大きさに生育した6月21日に、パラコート成分量7.2gを1アール当たり7ℓの水に溶解し、人力加圧式噴霧機で茎葉に散布した。処理5日後の6月26日に入水し、処理6日後の6月27日と処理10日後の7月1日の2区に分けてマンノウくわとエブリで丁寧に代かきを行い、以後3cm程度の湛水状態を保ち、処理後59日の8月17日に再発生状態を調査した。実験は、当県農業総合研究所の沖積壤土の乾田を使用し、1区18㎡、1区制で実施した。

結果および考察

各系統に対するパラコートの殺草効果を第34表に示した。パラコート処理6日後に代かきを行った区は、10日後代かき区より各系統とも再発生が遅く、その発生数は

第34表 パラコートの殺草効果

| 系 統 No. | 系統名 | 無 処 理 | | | | 処 理 6 日 後 代 か き | | | | 処 理 10 日 後 代 か き | | | |
|---------------|-----|--------------|--------------|------------------|----------------|-----------------|--------------|------------------|----------------|------------------|--------------|------------------|----------------|
| | | ㎡ 当 たり 茎 数 | | 茎 葉 風 乾 重 (g) | 同 左 比 率 (%) | ㎡ 当 たり 茎 数 | | 茎 葉 風 乾 重 (g) | 同 左 比 率 (%) | ㎡ 当 たり 茎 数 | | 茎 葉 風 乾 重 (g) | 同 左 比 率 (%) |
| | | 再 生 茎 (本) | 増 殖 茎 (本) | | | 再 生 茎 (本) | 増 殖 茎 (本) | | | 再 生 茎 (本) | 増 殖 茎 (本) | | |
| 1 | 新吉田 | 14 | 190 | 191.6 | 100 | 0 | 4 | 1.6 | 0.8 | 0 | 12 | 6.8 | 3.5 |
| 2 | 上 郷 | 16 | 312 | 161.0 | 100 | 0 | 8 | 1.4 | 0.9 | 2 | 24 | 10.0 | 6.2 |
| 13 | 寺田縄 | 6 | 156 | 79.4 | 100 | 0 | 2 | 0.6 | 0.8 | 2 | 8 | 3.2 | 4.0 |

注) 調査日…パラコート処理後59日 再生茎…処理時既発生茎が再生したもの
増殖茎…処理後新たに発生した分枝茎 茎葉風乾重…㎡当たり

1㎡当たり2~8本できわめて少なかった。処理10日後代かき区の再生増殖茎数は1㎡当たり10~26本で系統によりやや異なった。また、59日後の茎葉風乾重は、6日後代かき区の方が少なく、10日後代かき区では3~10gの残存量がみられた。これを対無処理区比率で表わすと4~6%で、系統間の差異はほとんど認められなかった。

パラコートは、4級アンモニウム系化合物に属し、非ホルモン型の接触型除草剤²²⁾で、茎葉処理で体内をすみかに移行し、一年生イネ科雑草にはとくに卓効を示し^{102,116)}、マツバイ、ミズガヤツリ等のカヤツリグサ科多年生雑草にも殺草力が強い^{146,147)}。とくにミズガヤツリでは茎葉処理で24時間以内はかなり体内を移行し、根茎を通して分枝茎の生育と増殖機能を著しく阻害する¹⁴⁷⁾。また、ミズガヤツリに対するパラコートは、散布数日後の代かき操作との併用により、相乗的に抑草効率を高めることが明

らかにされている¹⁴⁷⁾。したがって処理時における供試3系統のミズガヤツリは、いずれも発生始期から35日以上を経過し、ほとんどの塊茎が出芽している状態¹⁴⁶⁾にあり、茎葉を通して塊茎に達したパラコートがその増殖機能を阻害したと思われる。そして供試3系統間には、この殺草力に対して生態的、生理的な差異がなかったものと推察される。

しかし、パラコートの草種間の殺草力にはイネ科>広葉の差異があり^{22,102,116)}、またアントシアン色素の多いアメリカセンダングサ、シソ、サツマイモ等には殺草力が劣ることが知られている²²⁾。最近では、パラコート抵抗性のハルジオン^{31,153)}、ヒメムカシヨモギ⁵¹⁾等の出現の報告もあり、供試系統数の少ない本実験から、単純な結論は避けるべきで、今後、系統とパラコート抵抗性についてはさらに慎重に検討する必要があると思われる。

2 土壌・茎葉処理剤、モリネートSM粒剤に対する感受性

最近では、一年生・多年生同時防除剤として、混合剤の開発、使用が多くなってきた。萌芽時～生育初期までと長い作用期間をもつ3種混合剤のモリネートSM粒剤（モリネート8%、シメトリン1.5%、MCPB0.8%）について、主要な県内産系統の感受性を検討した。

材料および方法

屋外設置の1m×1m、深さ75cmの地下水位調節可能なコンクリート枠に沖積畑壤土を詰め、枠当たり堆肥2ℓ、14-14-14化成30gを施用し、1979年7月3日に代かきを行った。

供試ミズガヤツリとしては、II記載の本県内産系統より、横浜市新吉田産、海老名市上郷産、南足柄市和田原産、藤沢市西俣野産および平塚市真土産等の主要な5系統を選定した。これら系統の5℃暗黒下で貯蔵した中間塊茎を、未萌芽塊茎と2～3cmに萌芽した塊茎に分け、さらにそれぞれの塊茎を地表面上に置いた区と地表下3cmに埋設した区を設けて、7月4日に1/4㎡当たり20個ずつ植え付けた。植付後は水深を1～2cmに保ち、地表植付塊茎が2～3葉に生育した植付後12日に1アール当たり400gのモリネートSM粒剤を均一に散布し、以後水深を3～4cmに保った。除草剤処理後32日に残存ミズガヤ

ツリの茎数と茎葉重を調査した。実験規模は1区1/4㎡、2区制で実施した。

結果および考察

第35表にモリネートSM粒剤の系統別の殺草効果を示した。第35表によれば、無処理区の塊茎は、地表置床の場合には各系統とも100%の出芽率を示したが、地表下3cm埋設では著しい出芽率の低下がみられ、系統間で出芽の高低差があった。

除草剤処理区においても、出芽率に系統間差異がみられた。すなわち、未萌芽塊茎植付区においては、地表下3cm植付の場合はいずれの系統も出芽率0であったが、地表植付では7.5～32.5%の出芽率で、その最大と最小値の差は4倍以上であった。萌芽塊茎植付区の地表植付の場合は7.5～22.5%、地表下3cm植付では0～17.5%の系統間の出芽率分布が示され、それぞれの系統間レンジは15%、17.5%であった。このような系統間の塊茎出芽率の差異は、モリネートSMに対する系統の生化学的応答の差異によるものか、萌芽の遅速あるいは地下茎の伸長速度や分枝茎の増殖パターン^{66,91)}などの塊茎萌芽時の生態的特性の差異等によるものか明らかでない。

除草剤処理32日後の残存茎葉重の系統による違いは出芽率の場合と同様の傾向があった。無処理区に対する各系統の残存茎葉重の比率は、未萌芽塊茎地表植付区では0.7～6.2%の分布範囲で、最小値に対する最大値の倍率

第35表 モリネートSM粒剤の殺草効果

| 系 統 No. | 塊茎 系統名 植付 深度 | 未 萌 芽 塊 茎 植 付 | | | | | | | | 萌 芽 塊 茎 植 付 | | | | | | | |
|---------------|-----------------------|---------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------------------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|---------------------|--|--|
| | | 無 処 理 | | | モリネートSM処理 | | | | | 無 処 理 | | | モリネートSM処理 | | | | |
| | | 出芽率 (%) | 茎 数 (本) | 茎葉重 (g) | 出芽率 (%) | 茎 数 (本) | 茎葉重 (g) | 同左対 無処理 比率(%) | 出芽率 (%) | 茎 数 (本) | 茎葉重 (g) | 出芽率 (%) | 茎 数 (本) | 茎葉重 (g) | 同左対 無処理 比率(%) | | |
| 1 | 新吉田 0 | 100 | 220 | 112.6 | 7.5 | 12 | 5.3 | 4.7 | 100 | 245 | 120.0 | 7.5 | 6 | 0.9 | 0.8 | | |
| | -3 | 15.0 | 35 | 16.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50.0 | 179 | 81.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 2 | 上 郷 0 | 100 | 348 | 99.0 | 17.5 | 6 | 0.7 | 0.7 | 100 | 427 | 111.7 | 7.5 | 6 | 0.3 | 0.3 | | |
| | -3 | 55.0 | 91 | 30.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 65.0 | 301 | 97.5 | 17.5 | 47 | 15.5 | 15.9 | | |
| 3 | 和田原 0 | 100 | 283 | 70.4 | 25.0 | 22 | 1.3 | 1.8 | 100 | 427 | 99.3 | 12.5 | 20 | 3.8 | 3.8 | | |
| | -3 | 40.0 | 93 | 20.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 57.5 | 328 | 82.1 | 10.0 | 29 | 8.7 | 10.6 | | |
| 6 | 西俣野 0 | 100 | 273 | 80.3 | 15.0 | 12 | 2.2 | 2.7 | 100 | 414 | 121.1 | 10.0 | 3 | 0.2 | 0.2 | | |
| | -3 | 5.0 | 46 | 14.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 36.0 | 264 | 102.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 11 | 真 土 0 | 100 | 256 | 62.9 | 32.5 | 35 | 3.9 | 6.2 | 100 | 332 | 92.7 | 22.5 | 25 | 3.4 | 3.7 | | |
| | -3 | 7.5 | 25 | 5.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40.0 | 256 | 70.1 | 2.5 | 8 | 1.3 | 1.9 | | |

注) 塊茎植付深度…0cmは地表上、-3cmは地表下3cm、出芽率…出芽塊茎の割合
茎数…㎡当たり、茎葉重…㎡当たり茎葉風乾重、調査日…処理後30日

は約9倍、同じく萌芽塊茎植付区では0.2%~3.8%で19倍の差異が示された。この除草剤処理区の系統間の残存茎葉重の差異は、無処理区の系統間の大小差2~1.3倍に比べるとかなり大きく、モリネートSM剤に対する系統間の反応差がうかがえる。

モリネートは幼芽部から、シメトリンは根部から、またMCPBは茎葉部から主として吸収され¹²⁷⁾、ミズガヤツリ幼植物の生育を著しく阻害したと考えられる。これら3剤がどのような機構で系統間の殺草性の差異に関与したか明らかでないが、シメトリンに対するヒルムシロ種内系統の感受性の違い¹³⁰⁾や、作用性が類似するMCPBに対する同じカヤツリグサ科のマツバイ種内系統の殺草反応差¹¹⁸⁾などの報告を参考にすると、シメトリンとMCPBが関与している可能性が考えられる。しかし、このようなミズガヤツリの抑草度における系統間の差異については、その作用機作も含めてさらに詳細に究明する必要があると考えられる。

3 主な系統の土壤処理剤ブタクロールおよびピラゾレートに対する感受性

温暖地におけるミズガヤツリ塊茎は、代かき後2日ころから萌芽を開始し、約1週間位の期間継続的に出芽が続き、深水の場合には2週間に及ぶ場合もある¹⁴³⁾。したがって1回だけの除草剤処理で完全に防除することは困難で、萌芽時の土壤処理剤と生育初期の茎葉処理剤の2回の体系処理を必要とする場合が多い。初回処理剤の抑草効果は、2回目処理剤の効果を左右し、重要な意味をもつが、ミズガヤツリの萌芽時期・整一性、幼芽伸長速度などの生態的特性の違いによっても変動すると思われるので、系統の生化学的反差の有無も含めて、代表的な2剤についての反応を検討した。

材料および方法

前年に水田ほ場枠内で栽培した主要な本県内産ミズガヤツリ12系統を1980年4月21日に掘り取り、5月28日まで5℃低温庫に貯蔵しておき、この中から末萌芽の中間塊茎を選別して3日間常温湿潤状態を保った。一方、25×40×9cmの硬質プラスチック製箱に、5mm目の篩で選別した水田土壌を3cmの深さに詰め、5月31日に代かきを行った。この土壤表層に1~2mmに萌芽し始めた中間塊茎を置床し、3cmの水深を保ちながらビニールハウス内に放置した。

除草剤は、アール当たり、ブタクロール粒剤400g、ピ

ラゾレート粒剤400gをそれぞれ植付翌日に処理し、1系統10塊茎を1処理区として3反復で実験を行った。雑草調査は、ブタクロール区では処理後55日目、ピラゾレート区では同33日目に全個体について実施した。

結果および考察

第36表にブタクロールの系統別殺草効果を記した。無処理区はNo.14系統が70%の萌芽率でやや低かったが他の11系統は90%以上の高い萌芽率を示した。これに対しブタクロール区は処理5日後に5mm程度の幼芽伸長がみられたが、1cm以上に伸長することなく、全系統とも枯死し、処理後20日ころまでは出芽個体がみられなかった。しかし、処理後22日過ぎにNo.3、No.16およびNo.22の3系統に1個体ずつの萌芽が観察された。

ブタクロールは、水田雑草の発芽時の幼芽部より主として吸収され、一年生雑草やマツバイ、ホタルイおよびミズガヤツリなどのカヤツリグサ科多年生雑草に強い殺草力を示す³⁰⁾ことが知られている。また、水溶解度が低く、水深による効果の変動が少なく⁸⁶⁾、抑草期間も長い作用性があるため、丁度萌芽時の各系統のミズガヤツリを長期にわたり抑草したものと考えられる。処理22日以後に3系統にわずか1個ずつの萌芽がみられたのは、すでに薬効が終るころでしかも統計的有意差もないので、その殺草性には供試系統間の差異はないものと推察される。

第37表に供試12系統に対するピラゾレート粒剤の殺草効果を記した。ピラゾレート区は、処理5日後に1~2cmに伸長した幼芽にクロロシスが発生し、その程度は系統間で著しく異なった。このクロロシス症状は30日後においても持続し、この間に枯死するものや回復するもの、あるいは最初から発生がきわめて少ない系統などが観察された。

処理33日後における健全個体率および白化個体率は、0.1%の有意水準で著しい系統間差異が認められた。また、枯死個体率は有意水準5%で系統間有意差があり、67%の最大枯死個体率を示したのはNo.8系統で、No.3、16、17および18系統は7%の最小枯死率を示し、最小系統に対する最大系統の倍率でみると、約10倍の系統間差異があった。クロロシスの系統内での発生状況は個体差が少なくほぼ均質的であり、系統間のクロロシス発現抵抗性には明らかな系統間の差異があった。白化個体の発生率が皆無であったNo.3の和田原系統およびNo.16の大井町系統、あるいはきわめて少ない発生率を示したNo.18の豆河原系統とNo.17の吉田島系統の4系統は、いずれも酒匂川流域産のもので、白化発現抵抗性の大きい個体は同一河

第36表 ブタクロールの殺草効果

| 系 統 No. | 分 類 群 | 系 統 産 地 | 萌 芽 平 均 全 主 分 枝 地 下 | | | | | |
|------------|----------|-------------|---------------------|-------------|--------------|--------------|------------|--------------|
| | | | 塊 茎 数 (個/区) | 草 丈 (cm) | 茎 数 (本/区) | 茎 数 (本/区) | 数 (本/区) | 茎 数 (本/区) |
| 2 | VI | 海老名市上郷 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | III | 南足柄市和田原 | 0.3 | 1.0 | 1.0 | 0.7 | 0.3 | 0.3 |
| 8 | VI | 海老名市大谷 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | VI | 中河内 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | IV | 平塚市真土 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | VII | 寺田縄 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | V | 伊勢原市下谷 (A) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | VII | 足柄上郡大井町 (A) | 0.3 | 0.4 | 0.7 | 0.7 | 0 | 0 |
| 17 | II | 開成町吉田島 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | II | 豆河原 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | I | 大井町 (B) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | — | 高座郡寒川町 | 0.3 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0 | 0 |

注) 処理後55日における残存個体の生育量、草丈は供試個体 (30個) の平均値、
その他の項目の値は1区 (10塊茎) 当たり

川流域に自生していた系統であるという注目すべき関係がみられた。

系統間のピラゾレートに対する感受性の違いをみるために、各々の系統の無処理区に対する平均草丈比率、全茎数比率および茎葉乾物重比率を検討したところ、0.1%水準で大きな系統間有意差が認められた (第37表)。この茎葉乾物重比率の大小で系統を類別すると、51~55%ときわめて残存率の大きい系統はNo. 3、16の2系統で、34~36%の中程度の残存率であった系統はNo. 17、18の2系統、同じく0.7~5%ときわめて低い残存率を示したのはNo. 2、8、9、11、13、14、20および22の8系統を数えた。それぞれの無処理区に対する残存茎葉乾物重比率の最小はNo. 11系統の0.7%で、最大はNo. 3系統の55.6%で、両系統間の残存茎葉重差は約80倍に達し、きわめて大きなピラゾレート抵抗性差異があることが推察された。

第32図に各系統の草丈、茎数および茎葉乾物重について、ピラゾレート処理区と無処理区との関係を示した。3形質とも両者の間には明らかな相関が認められず、草丈が大きいとか茎数の多い系統、あるいは茎葉重が重いなど、いわゆる茎葉生育量の大きい系統が残存量が大きいという傾向は認められなかった。ピラゾレートは雑草の茎葉部および根部から吸収され、クロロシスを発現し、

栄養飢餓状態をもたらし、これを枯死させる作用がある^{39,125)}。その化合物は、1、3ジメチル-4-(2、4-ジクロロベンゾイル)-5-ハイドロキシピラゾール (DTP) のP-ートルエンスルホン酸エステルであり、この中核母体であるDTPがクロロフィルの脱Mg作用をし、クロロフィルの生成阻害を起すものと考えられている³⁹⁾。非ホルモン型吸収移行性の除草剤で、ミズガヤツリには発生前~発生始期の処理で30日以上にわたり長期の抑草作用がある¹²⁵⁾。したがって、閉鎖系の枠ポット処理では、丁度萌芽始期から萌芽盛期にかけて幼芽や幼根から吸収され、上記のような白化現象を起し、著しい生育抑制と枯死をもたらしたものと考えられる。

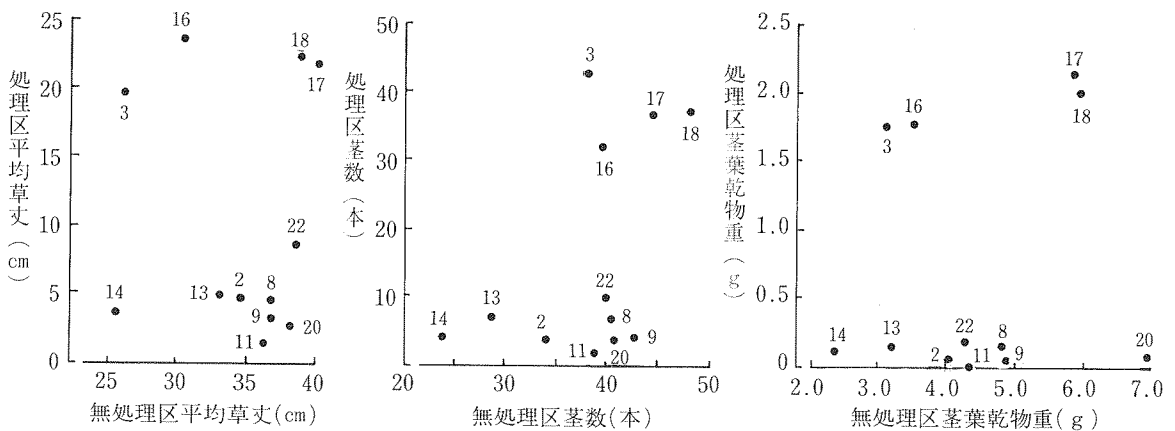
各系統の塊茎は、ピラゾレート処理時にはすでに2mm程度に萌芽が開始され、無処理区では全系統ともほぼ同様な萌芽開始と初期生育を示したので、植付時には全系統の休眠は覚醒されていたとみられる。したがって、系統の萌芽状態の違いが殺草程度の系統間差異の主要因とは考えられない。また、このような系統間のクロロシス発現程度の差異は、第32図からも系統の生育量の違いや初期生育の遅速などとは関係ないと思われるので、薬剤の吸収量の差あるいは体内にとける不活性化力の違いに因るものと推察される。

第37表 各系統に対するピラゾレートの殺草効果

| 系 統 No | 健 全 個 体 率 (%) | 白 化 個 体 率 (%) | 枯 死 個 体 率 (%) | 平 均 草 丈 (cm) | 同 左 对 無 处 理 区 比 (%) | 全 基 数 (本) | 同 左 对 無 处 理 区 比 (%) | 主 基 数 (本) | 分 枝 数 (本) | 地 下 茎 数 (本) | 茎 葉 乾 物 重 (g) | 同 左 对 無 处 理 区 比 (%) | 地 下 部 乾 物 重 (g) |
|-----------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------------|--------------|---------------------------|--------------|--------------|-------------------|---------------------|---------------------------|-----------------------|
| 2 | 10.0 | 56.7 | 33.3 | 4.9 | 14.2 | 3.3 | 9.7 | 3.3 | 0 | 0 | 0.06 | 1.5 | 0 |
| 3 | 93.3 | 0 | 6.7 | 19.6 | 74.8 | 42.3 | 112.3 | 22.7 | 19.7 | 6.3 | 1.75 | 55.6 | 0.11 |
| 8 | 6.7 | 66.7 | 26.7 | 4.5 | 12.3 | 6.3 | 15.6 | 6.3 | 0 | 0 | 0.13 | 2.7 | 0 |
| 9 | 6.7 | 56.7 | 36.7 | 3.4 | 9.3 | 4.3 | 10.0 | 4.0 | 0.3 | 0 | 0.06 | 1.2 | 0 |
| 11 | 3.3 | 56.7 | 40.0 | 1.9 | 5.2 | 1.7 | 4.3 | 1.7 | 0 | 0 | 0.03 | 0.7 | 0 |
| 13 | 16.7 | 43.3 | 40.0 | 5.1 | 15.4 | 7.0 | 24.1 | 5.7 | 1.3 | 1.0 | 0.16 | 5.0 | 0.01 |
| 14 | 6.7 | 33.3 | 60.0 | 3.8 | 14.8 | 4.7 | 19.9 | 4.3 | 0.3 | 0 | 0.10 | 4.1 | 0.01 |
| 16 | 93.3 | 0 | 6.7 | 23.9 | 79.1 | 31.7 | 79.9 | 16.3 | 18.7 | 5.3 | 1.81 | 51.4 | 0.12 |
| 17 | 86.7 | 6.7 | 6.7 | 21.8 | 54.5 | 37.0 | 83.5 | 17.0 | 20.0 | 4.7 | 2.16 | 36.8 | 0.10 |
| 18 | 90.0 | 3.3 | 6.7 | 22.4 | 57.4 | 37.0 | 76.6 | 16.0 | 20.7 | 3.3 | 2.03 | 34.2 | 0.16 |
| 20 | 0 | 60.0 | 40.0 | 2.6 | 6.9 | 3.3 | 8.0 | 3.3 | 0 | 0 | 0.09 | 1.3 | 0 |
| 22 | 33.3 | 36.7 | 30.0 | 8.9 | 23.0 | 9.7 | 24.3 | 4.3 | 5.3 | 1.7 | 0.20 | 4.7 | 0.02 |

有意差 ※※※ ※※※ ※ ※※※ ※※※ ※※※ ※※※ ※※※ ※※※ ※※※ ※※※ ※※※ ※※※ ※※※ ※※※ ※※※ ※※※ ※※※ ※※※ ※※※

注) 処理後33日における残存個体の生育量、草丈を除く調査項目の実数値は1区(10塊茎)当たり、平均草丈は各個体最高茎長の平均値、対無処理区比率はそれぞれの系統の無処理区に対する比率を示す。
有意水準 ※……5% ※※……1% ※※※……0.1%



第32図 ピラゾレート処理区と無処理区の各形質間の関係

注) 茎数および茎葉乾物重は1区(10塊茎)当たりの値
図中の数字はミズガヤツリの系統Noを示す。

RADOSEVICH and APPLEBY¹¹⁹⁾はノボロギクの triazine感受性バイオタイプについて、0.5ppm処理で茎葉部のクロロシス発現を指摘している。また、MARRIAGE

とWARWICK¹⁰⁵⁾の報告によると、シロザ(*Chenopodium album* L.)のS、R系統はatrazineに対し抵抗差があり、クロロシスの発現程度が異なるという。このようなトリ

アジン系除草剤とピラゾレートクロロフィル生成阻害機作は異なる³⁹⁾が、同じような種内変異と除草剤感受性におけるクロロシス発現症状の程度差という共通点で興味がある。今後は、ミズガヤツリ系統のクロロシス発現の差異についての生理的・生化学的究明が必要と考えられる。

摘 要

1). 生態的・形態的特性が異なる神奈川県内産ミズガヤツリの主な系統について、生育初期茎葉処理剤（パラコート）、土壌・茎葉処理剤（モリネットSM）および土壌処理剤（ブタクロール、ピラゾレート）に対する感受性の差異を検討した。

2). 3系統に1アール当たり7.2gのパラコートを散布し、6日または10日後にそれぞれ代かきを行ったところ、各系統とも著しい殺草と再発生抑制を受け、供試系統間の抑草程度には差異が認められなかった。

3). 主な5系統の2～3葉期にモリネットSM粒剤アール当たり400gを処理した結果、出芽生存個体率に系統

間差異がみられた。また、処理30日後における各系統の無処理区に対する茎葉重比率の最小と最大差は19倍に達し、同剤に対する系統間の感受性差異がうかがえた。

4). 本県内産12系統の塊茎萌芽開始時にブタクロール粒剤1アール当たり400gを処理したところ、全系統とも著しい萌芽抑制枯死をきたし、殺草反応に系統間差異は認められなかった。

5). 同上条件のピラゾレート粒剤アール当たり400g処理33日後における健全個体率および白化個体率は、0.1%水準で、また枯死個体率は5%水準で、それぞれ系統間有意差が認められた。

6). 同上のピラゾレート処理33日後における各系統の無処理区に対する草丈比率、茎数比率および茎葉重比率は、0.1%水準で系統間有意差が認められた。最小と最大系統の茎葉重比率の差は80倍に達し、大きな抵抗性の差異が示された。

7). 系統の草丈、茎数および茎葉重については、ピラゾレート処理区と無処理区との関連関係がみられず、系統の本来の茎葉生育量の大小と残存量の大小とは関係がないことが明らかとなった。

VII 総合考察

多くの植物で、同一種でありながら、生態的、形態的あるいは生理生化学的特性が異なる個体群が見出され、また、農業上防除対象とするある種の雑草には、従来卓効を示していた除草剤に対し著しい抵抗性をもつ系統が出現している今日では、研究対象雑草を種以下の系統あるいは生態型等のレベルまで掘り下げて、その諸特性を究明することがきわめて重要^{20,138)}であると考えられる。このような視点から、ミズガヤツリの春期の発生活消長を明らかにするとともに、神奈川県内産22系統および本州中部13県産系統について、防除上関係のある生理生態的・形態的特性あるいは除草剤抵抗性等を検討した結果を総合的に考察すると以下のとおりである。

1 神奈川県におけるミズガヤツリの発生活消長

4月10日ころまでに春耕を終了した乾田においては、塊茎からの出芽は5月上旬～6月上旬まで続き、6月上旬にはほとんどの塊茎が出芽を完了することが明らかとなった。このことから、春期防除法としてのパラコート散布は6月上旬以降が望ましく、これより早い処理では

未出芽の塊茎が土中に多く残り、代かき後の発生源となることが推察された。

また、代かき後のミズガヤツリ再発生状態は代かき操作の精粗により著しく異なり、粗雑な代かきでは泥土上に茎葉部を露出した親株が再生し主要な発生源となる。この親株基部からの分株発力を低下させる点で、代かきによる完全埋土、あるいは代かき直前のパラコート剤処理による地上部枯殺の有効性が示唆される。

2 ミズガヤツリ系統の生態的・形態的特性の差異

神奈川県内産20系統は、塊茎出芽や出穂期の他、茎葉、花穂および塊茎等に関する20形質について1%の有意水準で系統間差異が認められ、この20形質の主成分分析により、7類型に類別することができた。このような系統の形質特性の顕著な差異と統計的手法による類別整理、あるいは大場達之博士の鑑定等から、これら7系統はミズガヤツリの種内変異系統と推察した。また、この7類型中にはI、III、IVおよびVの4群のように諸特性の隔りが大きいグループがあり、その栄養繁殖性から、これ

らの個体群の特性差はそれぞれ次世代に伝えられると考えられる。さらに、地理的対象範囲を広めた本州各地産系統については、神奈川県内産系統のような統計的類別をしていないが、調査11形質に著しい特性差があることが認められた。

このように、防除上とくに関係がある生態・形態特性に著しい差異を示す系統が、同一集団とみなせるきわめて狭い範囲内や、数百kmの隔りの広域内に自生していることが認められたが、このことは、ミズガヤツリの種内変異とその多様性を示す一つの証左と考えられる。現在のところ各系統の染色体数や核型等の確認はしていないが、阪本¹²⁾の指摘する多様な水田環境に認められるある雑草種中の生態型の分化の一つとも考えられる。しかし、この点については、さらに諸特性の詳細な究明を待って結論する必要がある。

3 系統の塊茎形成期と塊茎萌芽特性

塊茎の形成開始期は、一般的には8月下旬～9月中旬といわれ^{24,93,114,123,143)}、暦日上の地域差があると考えられる。生育ステージとの関連では出穂後に塊茎形成が開始される^{24,93)}が、出穂後日数等の詳細な報告は見当たらない。IIIの実験では、同一自然環境条件下においても系統により著しい形成の早晚差があることが明らかとなった。いずれの系統も出穂後に塊茎形成が開始されたが、出穂後から形成までの日数は系統により異なり、6日～38日ときわめて差異が大きかった。緯度あるいは気象条件が異なる本州各地産の系統間だけでなく、数百mの近接範囲内の系統間にその早晚差が認められた。また、この塊茎形成の早晚は、出穂期や塊茎出芽期および塊茎形成数あるいは産地の緯度などとも関係がなかった。これらのことから、ミズガヤツリの塊茎形成には、光周性だけでなく、水稲の栽培条件や水田の土壌条件が複雑に関与し、その形成の早晚が幅広く分化していることが推察される。

塊茎の出芽期は、3月1日起算の積算平均気温で300℃に達するころ¹⁴³⁾との報告があるが、本実験においては、10系統が同気温300℃前後で出芽したが、9系統は270℃以下で、また1系統は320℃以上で出芽し、系統により出芽必要温度が異なることが推察された。供試系統の範囲では出芽の早晚と地理的關係は明らかでなかったが、系統採集範囲を拡大して検討する必要があると思われる。

土壌中に形成された塊茎は自発休眠がなく環境休眠の形で越冬する¹⁴³⁾とされているが、中間塊茎については1月ころは系統により休眠程度に差があると考えられる。

また、低温貯蔵塊茎の萌芽力は、6か月貯蔵ではほとんど失われていなかったが、8か月貯蔵では系統による萌芽率差がみられ、とくに還元条件下での系統間差異が大きかった。このような系統による休眠程度の差は出芽期の早晚と関係し、貯蔵塊茎の萌芽力差は後期発生に係わる特性であり、田植前後の防除の面で留意すべきことと考える。

還元条件下における塊茎の萌芽力をみるための畑土中および灌水代かき地表、さらには低酸素水中萌芽実験では、萌芽率、初期生育量等に著しい系統間差異が認められた。これら系統間の塊茎萌芽率と初期生育差は、塊茎の大きさと萌芽および初期生育特性との相関が低いこと、あるいは休眠覚醒塊茎を供試していること等の観点から、単なる系統間の塊茎の大きさの差によるものでなく、塊茎の内部的質的違いが関係し、系統塊茎の酸素濃度に対する反応差によるものと推察される。

以上の塊茎に関する諸特性の系統間差異は、塊茎の生理生態実験や防除法の研究において十分考慮を払う必要を示唆している。具体的にみれば、還元下の萌芽性と初期生育の変異は、代かきによる耕種防除の残存率の差や、発生初期処理剤の処理時期と残効期間と関連した殺草効果の変動に関与することが想定される。その他、これらの変異は、初期繁茂度と雑草害の様相などの視点からも重要な特性であると考えられる。

4 主な系統の遮光反応と光合成能力

水稲群落中で生育するミズガヤツリは常に水稲との光競合の状態におかれている。IVの遮光実験では、栄養器官および繁殖器官の弱光に対する生育反応度は系統により異なり、著しい生育抑制をうける系統と比較的小さい影響度に止まる系統があることが推察された。

乾物生産効率に関係する葉面積指数(LAI)、葉面積比率(LAR)、乾物増加量(CGR)、相対生長率(RGR)および純同化率(NAR)等は、本来的に大きな系統間差異があったが、弱光下においてもその値が系統により異なった。このことは、反面からみると、光競合下における系統の水稲生育に及ぼす影響度の差異や次年度への増殖の違いを示唆するものと考えられる。また、遮光下での莖葉切除後の再生力は系統によりかなり異なることが示され、遮光と切除という複数の生育抑制要因に対する反応度も系統間で相違することが推察された。

上述の乾物生産と同様に、生長の基本である光合成能力は系統により著しく異なった。この光合成能力や葉面

積の展開力の系統による差異は、体内炭水化物の蓄積量の多寡に大きく影響し、乾物生産効率や切除後の再生量の違いをもたらしたものと推察される。

作物や他草種との光競合の中で、ある種の雑草が生長し次代の繁殖源を生産する過程では、雑草の光条件と光合成特性、すなわち物質生産特性が重要¹³⁹⁾な意味をもつと考えられる。村田⁸⁵⁾は、種間の生産力の違いを、①LAIの大きさと葉面積展開維持能力、②群落内の光の分布を決定する物理的性質、および③葉の光合成能力と光合成特性の3要因に起因することを述べている。供試系統はこのような特性差をもち、Vで論述した水稻との競争、雑草害あるいは次代への増殖力との関連性をもっているものと思われる。

5 系統の差異が水稻の生育・収量に及ぼす影響

雑草草種の違いが作物生育に及ぼす影響については多くの研究^{1,9,61,89)}があるが、雑草種内系統の違いと雑草害との関係を論じた報告はきわめて少ない。一見草種が違う程の生態的形態的特性差のある神奈川県内産ミズガヤツリ3系統について、2か年間継続検討したところ、兩年とも系統により乾田直播水稻の生育・収量に及ぼす影響度が著しく異なった。

第1年目においては、1㎡当たり2、8および16個のいずれの塊茎植付密度条件でも、和田原系統区>上郷系統区>新吉田系統区の玄米収量順位が示されたが、第2年目では、新吉田区>上郷区≧和田原区の収量順位で、新吉田区と和田原区との順位が入れ替った。

第1年目は、発生源の密度が小さいために、出芽・初期生育の遅速と分枝の増殖速度、草丈および草型、あるいは葉面積の展開様相すなわち生産構造など、クローンの生育特性の差異が水稻の全穂数の減少に著しい影響差をもたらしたと考えられる。しかるに第2年目は、1㎡当たり塊茎数160~900個という超高密度からの出発で、前年の塊茎生産量や生存数の差異が基本となり、生育初期の増殖速度よりも、密度効果の影響をできるだけ小さくして、効率的に各クローンを生長させるという高密度条件適応力の系統間差異が働いた結果と思われる。

千坂¹³¹⁾は、雑草の発生が1回の作物栽培期間中にとどまるものでないから、次年度以降の増殖発生の推移についての子測もコントロールに欠かせない課題であることを指摘している。このような観点からも、系統による増殖力の差異はコントロールの研究において十分考慮しておくべき問題である。

生島・沼田³⁵⁾は、種間競争に対して、群落個有の生産構造が大きく影響するとともに、個々の種がもつ光-光合成関係、養分吸収力および生長速度などの生理特性、さらに物質生産の仕組みが、競争上大きな意義をもつことを述べている。供試3系統は、これまでの実験からも、まさにこのような生理特性と物質生産の仕組みが異なり、群落内での水稻生育との相対関係が著しく相違し、雑草害の程度に顕著な差異を示したものと思われる。

現今では雑草害の理論的解析が困難で、事例的研究すなわち各論の集積によらざるをえない面が多いとされる¹³¹⁾が、その各論の構築過程で重要なことは、対象とする雑草種サンプルの吟味である。今後雑草害の研究を進めるうえで、また雑草防除の診断技術確立の面で、系統による生育特性差、繁殖特性差のあることを十分認識してその実験を実施することが大切である。

6 ミズガヤツリ系統の除草剤に対する感受性の差異

雑草の種内変異個体間で除草剤に対する反応度が著しく異なる報告が、1960年以降みられるようになり、JENSEN and GRESSEL⁷⁰⁾によると、1981年において、resistanceとtoleranceの抵抗性を含めて、23科、67属、90種以上の雑草草種に除草剤抵抗性種内変異があるという。除草剤による雑草防除法が普及している今日においては、植木¹³⁸⁾の指摘するように、作物と雑草種間だけでなく、植物の同種間の除草剤感受性差異をも考慮する必要性が生じてきている。

VIでは神奈川県内産主要系統の除草剤感受性を検討したが、パラコート液剤とブタクロール粒剤に対しては供試系統間の感受性差異はみられなかった。

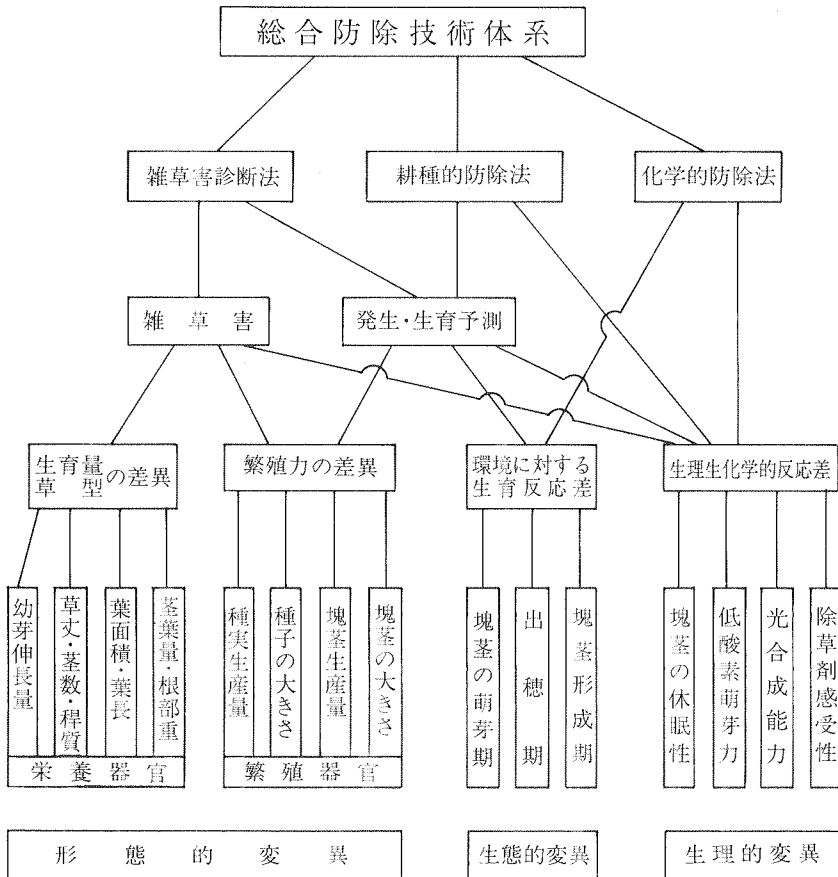
しかし、2~3葉期処理のモリネートSM粒剤に対しては、供試5系統の残存個体率および残存茎葉重などの面でもかなりの系統間反応差がうかがえた。本剤の混合剤の一つであるシメトリンは、水稻品種間で感受性が違うこと^{40,55)}が認められており、また、種内感受性の差異を示す植物が30種にも達する⁷⁰⁾トリアジン系除草剤に属するものである。いま一つの混合剤のMCPBについては、同系で類似の性質を示すフェノキシ系の2、4-D^{48,50)}、MPA⁷²⁾およびMCP¹¹⁸⁾などに対し、種内系統間で感受性の差異を示す草種が知られている。このような事例から類推して、モリネートSM剤は、混合剤のシメトリンとMCPBが系統の感受性と何らかの係わりをもっていると思われるが今後の究明が必要である。

塊茎の萌芽始期に処理したピラゾレートに対しては、

白化個体率、枯死個体率および各無処理区に対する残存茎葉重比率などにおいて有意な系統間差異が認められた。このピラゾレートに対する各系統の感受性の違いは、供試12系統の整一な出芽状態や系統内での均一なクロシスの発生状態、あるいは系統本来の初期生育量とは無関係な殺草性などから、系統の生態的・形態的差異に因るものではないと推察される。薬剤の吸収量の差か、系統体内における解毒過程の違いなどの生理生化学的差異に起因するとみるのが妥当である。トリアジンに対するノボロギクの抵抗性メカニズムの研究¹²⁰⁾を始め、他の作用

機作研究^{69,119)}や解説^{19,20)}においても、このような種内の抵抗性個体と感受性個体の薬剤感受性の違いは、形態的形質では説明できず、何らかの生理生化学的形質の差異に因るものと考えられている。

雑草が除草剤抵抗性を発現させる場合の機構としては、主として、正常な感受性個体の陰にかくれていた劣性な抵抗性個体が、薬剤連用により優先化してくること¹⁹⁾が考えられている。上述したノボロギク²¹⁾、ヒユ類⁷⁰⁾、シロザ¹⁰⁵⁾およびハルジオン¹⁵³⁾などの抵抗性発現の場合は、数年以上にわたる同一除草剤の連用によって生じた事例とみら



第33図 ミズガヤツリにおける種内変異特性と防除技術との関係

れている。しかし、このような除草剤散布歴とは関係ないセイヨウヒルガオ⁵⁰⁾やwild oat¹¹⁰⁾などの報告もあり、本実験のミズガヤツリは後者の例に属する。

このような除草剤抵抗性は子孫に遺伝する 경우가多く^{43,56,62,111)}、ミズガヤツリのような栄養繁殖性の雑草では確実に次代に伝えられると考えてよい。除草剤抵抗性系統が感受性系統に優先し、農業上問題になっている事例^{31,70,103)}が増えている今日においては、雑草の薬剤感受性における種内変異と抵抗性発現機構の研究や、総合防除技術体系の確立が重要^{20,139)}と考えられる。それとともに、除草剤の作用機作や殺草効果に関連する試験研究の実施にあたっては、供試材料の吟味を十分行うことが大切と思われる。従来は、同一除草剤に対する効果の変動を、除草剤処理期と関連したミズガヤツリ発生が遅速、あるいは処理時の水管理や環境条件の変異等と関連づけて考えていたが、これからは、IIIで述べた系統の塊茎萌芽と初期生育特性あるいは除草剤感受性等の差異も念頭において、その効果のふれを考察することが必要と思われる。

7 系統の変異特性と防除技術との関係

上述した系統の変異特性と防除技術との関係を第33図にまとめた。すなわち調査した各系統の特性の変異を類別すると、形態的変異と生態的変異ならびに生理的変異に3大別できる。第一の形態的変異は栄養器官と繁殖器官の変異に分けられるが、栄養器官の系統間変異は生育量や草型の差異となって、水稻に対する雑草害の程度や様相に影響を及ぼすことが考えられる。種実や塊茎等の

繁殖器官の量的変異は、増殖力の差異を意味し、このことはまた次年度以降の雑草害の程度あるいは発生と生育予測に深い関係を及ぼす。

第二の生態的系統変異は環境に対する生育反応の違いともいえるもので、これは発生や生育予測の面を通して、雑草害診断法や耕種の防除法と関係がある。この中の塊茎の萌芽期の変異は化学的防除法と直接関係する。

第三の生理的変異は、塊茎の萌芽時から結実期までの系統が示す生理生化学的反應差で、このうち塊茎の萌芽力と除草剤感受性の差異は、直接的に耕種の・化学的防除法に重大な関係を及ぼす。また、光合成能力の差異は、生育の基本をなすもので、栄養器官および繁殖器官の生育に最も影響を及ぼし、その生育量や養分の貯蔵量などを通して間接的に雑草害診断法や防除法に関係する形質である。

このようなミズガヤツリの種内変異特性を防除技術と関連して示した第33図からも、系統間の種々の形質特性の変異が、総合防除体系確立のうえで、雑草害診断法や耕種の防除法および化学的防除法等の究明と如何に重要な関係をもっているかが理解できる。

上述の結果を一般雑草に適用して論述すれば、防除上関係のある諸特性が異なる種内系統の存在は、防除効果の変動原因究明や雑草害診断技術の確立、あるいは、雑草の生理生態実験や各種防除実験の実施等の面で、ひいては、総合防除技術体系樹立のうえで、種の変異性や多様性という今までとは違った視点からの検討の必要性を示唆するものとする。

総 括

雑草の適切な防除技術の確立には、雑草の生理生態の解明が重要な意味をもつことは周知されている。これまでは、その生理生態解明の対象は雑草の種を単位として行われてきた。我々が防除対象の最終単位と考えている種は遺伝的形質の変異による多様な生理生態的性質をもつ個体群を内包し、同一種内に系統、生態型などの分化が認められている場合が多い。除草剤の目ざましい普及がみられる近年においては、防除対象雑草種内に除草剤抵抗性系統が出現し、種以下のレベル(系統・生態型等)での生理生態的あるいは生化学的究明が必要となっている。この除草剤感受性という視点からだけでなく、生物

的・生態的防除法を含めた総合的防除技術の確立の面で、雑草の種内変異に関する研究は重要である。このような観点から、ミズガヤツリのは場における発生生態を解明するとともに、その種内変異と防除上の特性について研究を行った結果を要約すると以下のとおりである。

1. 神奈川県におけるミズガヤツリの春期発生生態と代かきによる発生抑制について調査した結果は次のとおりである。
 - (1). 1月下旬と4月上旬に攪拌耕を行った一般管理田における塊茎は、最低地温15℃、平均地温17℃を示

す5月上旬に出芽を開始し、6月1半旬には全塊茎の95%が発生を終了する。

- (2). 代かき2週間後の再発生茎数は、代かき直前茎数の4~20%で、とくに丁寧な代かきを行った区の発生数は著しく少なく、代かきの抑草効果が認められた。

2. ミズガヤツリ系統の生態的・形態的特性の差異について検討した結果は次のとおりである。

- (1). 神奈川県内7地区の同一水系50~数百m範囲の集団内に表現形質の異なるクローンが混生していた。
- (2). 神奈川県内18地区産20系統の20形質全てについて、1%の有意水準で系統間差異が認められ、供試系統内には何等かの形質特性が異なる系統の存在が考えられた。
- (3). 調査20形質中、13組形質間で0.80以上の高い相関が認められ、出穂が早い系統、または茎が太く葉幅の広い系統は種実生産数が多く、大型の塊茎を生産する傾向があるなど、栄養器官と繁殖器官の特性との関係が明らかとなった。
- (4). 主成分分析(多変量解析法)による本県内産20系統の20形質の総合解析調査により、供試系統を7群に分類し、それぞれの群類間の隔りの大きさを考察した。
- (5). 本州各地産系統の出穂期や形態等11形質を比較検討したところ、花器繁殖器官に顕著な差異があった。

3. ミズガヤツリ系統の塊茎形成期および塊茎萌芽特性等について検討した結果は次のとおりである。

- (1). 塊茎形成期は、神奈川県内産20系統および本州各地産13系統ともに系統により著しく異なり、いずれの系統も出穂期より6日~38日おくらせて形成が開始された。また、出穂期と塊茎形成期の相互関係は認められなかった。
- (2). 塊茎の出芽期は産地系統により著しく異なり、本県内産系統間では12日間、3月1日起算の積算平均気温で120℃、また、本州各地産系統間では16日間、同気温186℃、の系統間差異が認められた。
- (3). 本県内産20系統の中間塊茎は1月上旬ころには休眠程度に系統間差異があると推察されたが、先端塊茎では休眠性は認められなかった。
- (4). 8か月間5℃湿潤貯蔵した本県内産系統塊茎の萌芽率、幼芽伸長量には系統間差異がみられた。
- (5). 畑土中萌芽実験では、塊茎萌芽率、幼芽伸長量に

おいて本県内産12系統間に1%の水準で有意差が認められた。

- (6). 本県内産22系統は、低酸素水中下での塊茎萌芽率、平均萌芽日数、幼芽の生育量および伸長速度等について、1%水準で系統間差異が認められた。この諸特性の差異は系統別の塊茎の大きさの違いとは関係がなかった。
- ## 4. 神奈川県内産の主な系統の遮光による影響と光合成能力について検討した結果は次のようである。
- (1). 出穂期は遮光により供試5系統とも遅延したが、遅延日数は系統により異なり、77%遮光では最短5日、最長11日の系統間差異がみられた。
 - (2). 草丈は遮光により伸長したが、その伸長率は系統により異なった。また、遮光による花穂数の減少度は系統間差異が大きかった。
 - (3). 無遮光区に対する遮光区の塊茎生産数比率は、系統により異なり、25~50%の範囲を示した。また、花茎当たり種実数は60%遮光により増加する系統と減少する系統があり、種実増加系統は塊茎数の減少が大きかった。
 - (4). 系統間の葉面積指数(LAI)、葉面積比率(LAR)は異なっていたが、遮光下のLAIは無遮光区に比して増加する系統と減少する系統があり、対無遮光区比率の系統間レンジは27%と大きかった。LARは遮光により増加したが、その増加率は系統により異なった。
 - (5). 乾物増加量(CGR)、相対生産率(RGR)、純同化率(NAR)は系統により異なった値を示し、遮光により概して減少した。無遮光区に対する減少率は系統により異なり、60%遮光下でその系統間差はより大きかった。
 - (6). 遮光により塊茎への乾物分配率は減少し、茎葉への分配率は増加したが、その増減率は系統間で異なった。
 - (7). 遮光下の茎葉刈取後の再生生育量は著しく少なかったが、その無遮光区に対する減少度は遅刈、強遮光ほど大きく、系統によっても異なった。
 - (8). 県内産主要8系統の出穂前後における個葉の光合成速度は系統により異なり、和田原系統>新吉田系統>上郷系統の順位のCO₂固定速度差が示された。
- ## 5. 生態・形態特性の異なる系統の直播水稻の生育・収量に及ぼす影響について2か年継続検討した結果は次

のようである。

- (1). 初年目における水稻群落内での系統は、出芽期、出穂期、葉面積、茎葉重および塊茎生産量などが著しく異なり、新吉田系統>上郷系統>和田原系統の生育差が示された。
 - (2). 生産構造上の上部の葉面積分布は、新吉田系統は最大で和田原系統は最小、上郷系統は両者の中間を示し、水稻との光競争の点で系統的差異があることが推察された。
 - (3). 同一塊茎植付密度内では5%、1%あるいは0.1%の有意水準で系統区間に収量差が認められ、いずれの植付密度でも新吉田系統区>上郷系統区>和田原系統区の順で減収した。穂数、1穂粒数、および1㎡当たり全粒数の減少がこの収量減に関係していた。
 - (4). 前年に引続いての2年目においては、前年の塊茎生産量の差による系統の生育量の差異がみられ、1㎡当たり茎葉重では和田原系統>上郷系統>新吉田系統の順位となった。
 - (5). 前年の同一植付密度内の系統区間の収量には、多くは5%、1%および0.1%の水準で有意差が認められた。系統区間の収量差は前年と異なり、和田原系統区 \geq 上郷系統区>新吉田系統区の順で減収した。
 - (6). 2か年の結果から、玄米収量Y(対無雑草区比率%)とミズガヤツリの茎葉風乾重X(g/㎡)との直線回帰式は、新吉田系統では $Y=0.950-0.0007X$ 、上郷と和田原系統では $Y=0.972-0.0008X$ が認められ、収量Yに及ぼす勾配係数が系統間で若干異なった。
 - (7). 初年目の比較的初期発生密度の低いレベルでは、系統クローンの乾物生産量および光競合面からの形態の差異が、また2年目においては塊茎生産数に基づく増殖率の系統間差異が、水稻に対する雑草害の程度に影響を及ぼすことが明らかとなった。
6. 神奈川県内産の主な系統の除草剤に対する感受性の差異について検討した結果は次のようである。
- (1). 代かき前の生育初期におけるパラコート処理に対しては、供試3系統間で抵抗性の差異は認められなかった。
 - (2). 2~3葉期のモリネートSM粒剤処理では、出芽生存個体率および処理後30日における対無処理区茎葉重比率に系統間差異がうかがえた。
 - (3). 県内産12系統の萌芽開始時のブタクロール粒剤処理では全系統とも枯死し、殺草反応に系統間差異は

認められなかった。

- (4). 同上の塊茎萌芽開始時におけるピラゾレート粒剤処理では、処理33日後における健全個体率および白化個体率は0.1%有意水準で、また枯死個体率は5%有意水準でそれぞれ系統間差異が認められた。
 - (5). ピラゾレート処理33日後における各系統の無処理区に対する平均草丈比率、全茎数比率および茎葉乾物重比率は、0.1%水準で系統間有意差が認められ、茎葉乾物重比率の最大と最小系統の差は80倍に達した。
 - (6). ピラゾレートに対する系統間の反応差は、単なる萌芽特性や初期生育特性の違いに因るものでなく、系統の生理的・生化学的的特性の差異に基づくものと推察された。
7. IからVIまでの結果に基づき、系統の変異特性と防除技術との関係を考察した。

ミズガヤツリ系統の形態的、生態的および生理的変異等の種々の特性上の変異は、雑草害診断法や耕種的防除法および化学的防除法等の究明と密接な関係を持ち、総合防除技術体系確立のうえで、種の変異性や多様性という視点からの検討の必要性が示唆された。

引用文献

- 1) 荒井正雄・川島良一(1956): 水稻栽培に於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(2), 115~119
- 2) ——(1965): 雑草の個生態研究の意義、雑草研究4, 1~10
- 3) 秋田重誠(1980): 作物の光合成、光呼吸の種間差、農技研報告D31, 1~93
- 4) B. A. AL-JUBOORY and G. S. HASSAWY (1980): Comparative Morphological Development of Cogongrass (*Imperata cylindrica*) in Iraq, Weed Sci. 28(3), 324~326
- 5) C. DENIS ELMORE and REX N. PAUL (1983): Composite List of C₄ Weeds. Weed Sci. 31(5), 686~692
- 6) C. G. MCWHORTER (1971): Growth and Development of Johnsongrass Ecotypes, Weed Sci. 19(2), 141~147
- 7) ——(1971): Anatomy of Johnsongrass, Weed

- Sci. 19(4), 385~393
- 8) —— (1971): Control of Johnsongrass Ecotypes, Weed Sci. 19(3), 229~232
- 9) 千坂英雄 (1966): 水稲と雑草の競争、雑草研究 5, 16~22
- 10) CAROL J. BUBAR and IAN N. MORRISON (1984): Growth Responses of Green and Yellow Foxtail (*Setaria viridis* and *S. lutescens*) to Shade, Weed Sci. 32(6), 774~780
- 11) CAROL N. SOMODY, JOHN D. NALEWAJA and STEPHEN D. MILLER (1984): The Response of Wild Oat (*Avena fatua*) and *Avena sterilis* Accessions to Photoperiod and Temperature, Weed Sci. 32(2), 206~213
- 12) 千葉茂行・細川定治 (1975): キンエノコロにおける集団分化の研究—生育日数、感光性及び基本栄養生長性における地理的分化、北大農学邦文紀要 9 (4), 277~285
- 13) C. T. DICKERSON, JR. and R. D. SWEET (1971): Common Ragweed Ecotypes, Weed Sci. 19(1), 64~66
- 14) 趙 東三・村田吉男 (1980): 水稲の光合成と物質生産に関する研究、第1報、窒素追肥による光合成能力変化の品種間差異、日作紀49(1), 88~94
- 15) ——・横井誠一・村田吉男 (1980): 水稲の光合成と物質生産に関する研究、第2報、窒素追肥による葉内窒素成分の変化と光合成能力との関係における品種間差異、日作紀49(4), 608~614
- 16) DAVID T. PATTERSON (1982): Shading Responses of Purple and Yellow Nutsedges (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*), Weed Sci. 30(1), 25~30
- 17) —— and ELIZABETH P. FLINT (1983): Comparative Water Relations, Photosynthesis, and Growth of Soybean (*Glycine max*) and Seven Associated Weeds, Weed Sci. 31(3), 318~323
- 18) 藤伊 正 (1975): 植物の休眠と発芽、東京大学出版会
- 19) 福永一夫監 (1981): 農薬—安全性をめぐる技術と行政一、白亜書房、東京
- 20) 深見順一・上杉康彦・石塚皓造編 (1983): 薬剤抵抗性、ソフトサイエンス社、東京
- 21) G. F. RYAN (1970): Resistance of Common Groundsel to Simazine and Atrazine, Weed Sci. 18(5), 614~615
- 22) グラモキソン協議会 (1973): グラモキソン、グラモキソン協議会、東京
- 23) GORDON W. BURT (1974): Adaptation of Johnsongrass, Weed Sci. 22(1), 59~63
- 24) 堀 親郎 (1965): ミズガヤツリの生態と冬期における防除、雑草研究 4, 49~53
- 25) Hajime IKEDA and Taiji EMOTO (1973): Effect of temperature on vegetative growth in four ecotypes of *Paspalum distichum* L., Proceeding of the Crop Sci. Soc. of Japan 42, 131~134
- 26) 原田二郎・丸山幸夫・田中孝幸 (1981): 晩植水田におけるミズガヤツリの増殖と雑草害、雑草研究26(4), 311~313
- 27) HAMMERTON, J. L. (1965): Studies on weed species of the genus *Polygonum* L., I, Physiological variation within *P. persicaria* L., Weed Res. 5(1), 13~26
- 28) —— and STONE, M. (1966): Studies on weed species of the genus *Polygonum* L., II. Physiological variation within *P. lapthifolium*, Weed Res. 6(2), 104~131
- 29) —— (1967): Studies on weed species of the genus *Polygonum* L., V. Variations in seed weight, germination behaviour and seed polymorphism in *P. persicaria* L., Weed Res. 7(4), 331~348
- 30) 早坂利将・脇森裕夫 (1981): ブタクロールの作用点と作用機構、日農薬誌 6 (1), 113~114
- 31) 埴岡靖男 (1983): 埼玉県内桑園におけるパラコート抵抗性ハルジョオンの分布 (予報)、雑草研究28(3), 213~215
- 32) 岩城英雄 (1964): 植物群落の物質生産の理論的解析、生物科学16(1), 29~38
- 33) 池田 一 (1974): キシュウスズメノヒエ (*Paspalum distichum* L.) における生態型の変異について、宮大農報21, 309~313
- 34) ——・小山田正幸 (1982): キシュウスズメノヒエ (*Paspalum distichum* L.) における穎花の変異について、宮大農報29(2), 307~310
- 35) 生嶋 功・沼田 真 (1966): 異種植物間競争に関する理論的考察、雑草研究 5, 1~9
- 36) 岩崎桂三・出野兼太郎・萩本 宏 (1983): 日本各地で採集されたイヌホタルイの変異について、雑草研究 28(1), 35~42
- 37) —— (1983): ホタルイ属水田雑草の防除に関する

- る生理生態学的研究、京都大学農学部学位論文、1～140
- 38) I. M. WEDDERSPOON and G. W. BURT (1974) : Growth and Development of Three Johnsongrass Selections, *Weed Sci.* 22(4), 319～322
- 39) 石田三雄ら (1984) : 新除草剤ピラゾレート、三共研年報36, 44～92
- 40) 伊藤夫仁 (1981) : 水稻のシメトリン感受性の品種間差異、とくに穀実飼料稲として導入した品種について、広島県農試報告44, 1～8
- 41) 今津 正・織田弥三郎 (1965) : セリの形態及び生態に関する研究、園学雑34(4), 33～40
- 42) ITUKI YUKAWA and ATSUSHI TAKIMOTO (1976) : Flowering of *Lemna panicicostata* in Japan. *Bot. Mag. Tokyo* 89, 241～250
- 43) J. D. HAYES, R. K. PEEIFFER and M. S. RANA (1965) : The Genetic Responses of Barley to DDT and Barban and its Significance in Crop Protection, *Weed Res.* 191～206
- 44) JONATHAN GRESSEL, YAEL REGEV SHMUEL MALKIN and YESHAIHU KLEIFLD (1983) : Characterization of an S-Triazine-Resistant Biotype of *Brachypodium distachyon*, *Weed Sci.* 31, 450～456
- 45) JAMES H. HUNTER and LEON W. SMITH (1972) : Environment and Herbicide Effect on Canada Thistle Ecotypes, *Weed Sci.* 20, 163～167
- 46) J. J. SEXSMITH (1969) : Dormancy of Wild Oat Seed Produced under Various Temperature and Moisture Condition, *Weed Sci.* 17 (4), 405～407
- 47) JESSE M. HODGSON (1964) : Variations in Ecotypes of Canada Thistle, *Weeds* 12, 167～171
- 48) ——— (1970) : The Responses of Canada Thistle Ecotypes to 2, 4-D, Amitrole, and Intensive Cultivations, *Weed Sci.* 18(2), 253～254
- 49) JODIE S. HOLT and STEVEN R. RADOSEVICH (1983) : Differential Growth of Two Common Groundsel (*Senecio vulgaris*) Biotypes, *Weed Sci.* 31 (1), 112～120
- 50) J. W. WHITWORTH (1964) : The Reaction of Strains of Field Bindweed to 2, 4-D, (Note). *Weeds* 12(1), 57～58
- 51) 加藤彰宏・奥田義二 (1983) : パラコート抵抗性のヒメムカシヨモギについて、雑草研究28(1), 54～56
- 52) K. C. HAMILTON and H. TUCKER (1964) : Response of Selected and Random Plantings of Johnsongrass to Dalapon, *Weed* 12, 220～222
- 53) 小林央往・植木邦和 (1981) : クログワイの変異とその諸特性、雑草研究26 (別), 51～52
- 54) ——— (1981) : 水田と池のクログワイの変異と適応様式、種生物学研究V, 62～74
- 55) Kozo ISHIZUKA, Hiroshi MATSUMOTO and Tomotoshi IMAHASE (1984) : Selection Mode of Action of Simetryn among Rice Cultivars, *Weed Res. (Japan)* 29(4), 289～294
- 56) Kazuyuki ITOH and Masuji MIYAHARA (1984) : Inheritance of Paraquat Resistance in *Erigeron philadelphicus* L., *Weed Res. (Japan)* 29(4), 301～307
- 57) 駒井功一郎・大崎和彦・植木邦和 (1978) : ハマズゲ塊茎精油成分の地理的差異、雑草研究23(4), 160～164
- 58) 片岡勝美・兼子 真 (1982) : 自生他の違いによるイヌビエの形態変異、玉川大農学研報22, 27～35
- 59) K. KOBAYASHI, K. ICHINOSE, H. HYAKUTAKE and K. ISHIZUKA (1983) : Effect of Naproanilide on Tuberization and RNA Synthesis of *Cyperus serotinus* Rottb., *Weed Res. (Japan)* 28(1), 43～50
- 60) 小島陸男・川嶋良一 (1968) : 大豆の種実生産に関する研究、第5報、大豆の光合成能力の品種間差異とその安定性、日作紀37(4), 667～675
- 61) 柗木信幸・中村拓 (1984) : 水田雑草の養分吸収特性の草種間差、第1報、混植による窒素吸収力の推定、雑草研究29(2), 147～152
- 62) K. R. SCOTT and P. D. PUTWAIN (1981) : Material inheritance of simazine resistance in a population of *Senecio vulgaris*, *Weed Res.* 21, 137～140
- 63) 河野昭一 (1974) : 種の分化と適応、三省堂、東京
- 64) 草薙得一 (1975) : 農業技術体系、作物編、第1巻、イネ基礎編、イナ作災害論、III、雑草害、373～393、農文協、東京
- 65) ——— (1976) : 雑草の生態、—— 出芽・初期生育を中心として——、日本雑草学会、第5回雑草防除夏期研究会テキスト
- 66) ——— (1976) : 水田多年生雑草の種生態と防除、植調 (別) 9(10), 25～39
- 67) ———・服部金次郎 (1977) : 冬期間の耕起法および水管理の差異がウリカワ・ミズガヤツリ塊茎の生存

- 出芽に及ぼす影響、雑草研究22(別), 120~122
- 68) 片岡孝義・金昭年(1978): 数種雑草種子の発芽時の酸素要求度、雑草研究23(1), 9~12
- 69) L. D. WEST, T. J. MUZIK, and R. E. WITTERS (1976): Differential Gas Exchange Responses of Two Biotypes of Redroot Pigweed to Atrazine, Weed Sci. 24(1), 68~72
- 70) LEBARON H. M. and GRESSEI J. (1982): Herbicide Resistance in Plants, John Wiley & Sons, New York, 31~87
- 71) L. W. SMITH, D. E. BAYER and C. L. FOY (1968): Metabolism of Amitrole in Excised Leaves of Canada Thistle Ecotypes and Bean, Weed Sci. 16, 523~527
- 72) M. ELLIS and Q. O. N. KAY (1975): Genetic variation in herbicide resistance in scentless mayweed (*Tripleurospermum inodorum* (L) Schultz Bip.) II Introspecific variation in response to ioxynil and MCPA, and the role of spray retention characteristics, Weed Res. 15, 317~326
- 73) 松村正幸(1967): 雑草スズメノテッポウの種生態学的研究、岐阜大農研報25, 125~208
- 74) ——(1969): 日本各地産スズメノテッポウ水田型および畑地型の発芽性と出穂期についての2、3の観察、岐阜大農研報28, 252~266
- 75) ——(1980)・行村 徹: チガヤ種内2型の比較生態、(1)植生からみた普通型及び早生型チガヤの生育地特性、岐阜大農研報(43), 233~248
- 76) MARVIN M. SCHREIBER and LAWRENCE R. OLIVER (1971): Two New Varieties of *Setaria viridis*, Weed Sci. 19(4), 424~427
- 77) 望月 昇(1968): 主成分分析によるトウモロコシの品種分類と育種材料探索に関する研究、農技研報告D 19, 85~149
- 78) 望月 昇・樽本 勲・中島阜介(1978): シコクヒエ品種の変異と特性に関する研究、I、茎葉収量とその関連形質に関する変異、草地試験場研究報告12, 54~75
- 79) 松尾喜義・片岡孝義(1981): アゼガヤの変異型、雑草研究26(1), 39~41
- 80) 松中昭一・坂 斉(1977): C_3 、 C_4 植物分類的にみた雑草防除(1)、雑草研究22(3), 131~139
- 81) ——・——(1977): C_3 、 C_4 植物分類的にみた雑草防除(2)、雑草研究22(4), 177~183
- 82) 宮崎督三・立道美朗(1968): タボコの成熟にともなう光合成の推移と品種間差、日作紀37(1), 135~138
- 83) 村田吉男(1961): 水稻の光合成とその栽培学的意義に関する研究、農技研報告D19, 1~169
- 84) ——(1980): C_3 、 C_4 、CAM植物の分類と生産性、農業技術35, 1~7
- 85) ——(1980): C_3 、 C_4 、CAM植物の分類と生産性(2)、農業技術35, 49~55
- 86) 宮島吉彦(1974): ブタクロール、雑草とその防除11・12, 77~78
- 87) N. C. B. PETERS (1982): The dormancy of wild oat seed (*Avena fatua* L.) from plants grown under various temperature and soil moisture conditions, Weed Res. 22(4), 205~212
- 88) 西島文教(1980): イグサ在来品種・系統の主成分分析による品種分類、農業技術35, 502~504
- 89) 野田健児・小沢啓男・茨木和典(1968): 水稻の雑草害に関する研究、—水稻の生育・収量並びに生態条件に及ぼすタイヌビエの影響—雑草研究7, 49~53
- 90) ——・——・芝山秀次郎(1971): 水稻の雑草害に関する研究、—水稻の生育時期とヒエによる雑草害—、雑草研究12, 28~32
- 91) 中川恭二郎(1977): ミズガヤツリの防除に関する生態学的研究、I、個体生態について、農学研究56(1), 15~31
- 92) ——・服部金次郎(1977): ミズガヤツリの防除に関する生態学的研究、II、耕種の防除法について、農学研究56(4), 195~215
- 93) ——(1979): ミズガヤツリの防除に関する生態学的研究、III、種内変異について、農学研究58(2), 51~78
- 94) 野口勝可・中山兼徳(1978): 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(1), 48~55
- 95) ——・——(1978): 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(1), 56~62
- 96) ——(1983): 畑作物と雑草の光競合に関する生態学的研究、農研センター研報1, 37~103
- 97) 二瓶信男(1976): 水田多年生雑草ミズガヤツリの生態と防除法、雑草研究21(3), 126~128
- 98) 長田明夫・村田吉男(1962): 水稻品種の光合成と耐肥性に関する研究、第1報、中生品種の光合成と耐肥性との関係、日作紀30(3), 220~223
- 99) ——・——(1962): 水稻品種の光合成と耐

- 肥性に関する研究、第2報、早生品種の光合成と耐肥性との関係、日作紀30(3), 224~227
- 100) ———— (1965) : 水稻の葉面当り光合成能力の品種間差異と乾物生産、日作紀33(4), 454~459
- 101) 奥野忠一・久米 均・芳賀敏郎・吉沢 正 (1974) : 多変量解析法、日科技連、東京
- 102) 大西公一・土方 智 (1964) : 新除草剤グアイコートおよびパラコートの使い方、農及園39(12), 1845~1848
- 103) 太田 孝・西郷昭三郎・平野 豊 (1963) : 水稻乾田直播栽培における雑草による減収推定について、雑草研究2, 86~90
- 104) 太田保夫 (1973) : 作物における種子の休眠、農業技術、28(2), 68~74
- 105) P. B. MARRIAGE and S. I. WARWICK. (1980) : Differential growth and response to atrazine between and within susceptible and resistant biotypes of *Chenopodium album* L., Weed Res. 20(1), 9~15
- 106) P. H. WESTRA and D. L. WYSE (1981) : Growth and Development of Quackgrass (*Agropyron repens*) Biotypes, Weed Sci. 29(1), 44~52
- 107) R. B. TAYLORSON (1967) : Seasonal Variation in Sprouting and Available Carbohydrate in Yellow Nutsedge Tubers, Weeds 15(1), 22~23
- 108) ROCHECOUSTE E. (1962) : Studies on the biotypes of *Cynodon dactylon* (L) pers., I. Botanical investigation, Weed Res. 2(1), 1~23
- 109) R. F. NORRIS and C. A. SCHONAR, Jr (1980) : Yellow Foxtail (*Setaria lutescen*) Biotype Studies : Dormancy and Germination, Weed Sci. 28(2), 159~163
- 110) RUBEN JACOBSON and ROBERT N. ANDERSEN (1968) : Differential Response of Wild Oat Lines to Diallate, Triallate, and Barban, Weed Sci. 16(4), 491~494
- 111) R. J. HOLLYDAY. and P. D. PUTWAIN (1977) : Evolution of resistance to simazine in *Senecio vulgaris* L., Weed Res. 17, 291~296
- 112) ROBERT. N. ANDERSEN and JON L. GEADELMANN (1982) : The Effect of parentage on the Control of Volunteer Corn (*Zea mays*) in Soybeans (*Glycine max*) Weed Sci. 30, 127~131
- 113) R. P. ELLIS (1974) : Anomalous vascular bundle sheath structure in *Allottropsis semialata* leaf blades, Bothalia 11, 3, 273~275
- 114) 菅 洋・草薙得一 (1975) : ミズガヤツリの開花と塊茎形成の光周反応、第1報、塊茎形成、雑草研究20(1), 8~11
- 115) ————・服部金次郎 (1975) : ミズガヤツリの開花と塊茎形成の光周反応、第2報、出穂反応、雑草研究20(3), 27~30
- 116) 塩原比佐雄 (1969) : パラコート、雑草とその防除7, 93~94
- 117) 赤藤克己・川端習太郎 (1962) : レンゲにみられる諸形質の地理的変異に関する研究、育雑12(4), 205~211
- 118) 下坪訓次・中山治彦 (1974) : マツバイの生態型の差異とMC P殺草性について、雑草研究18, 44~48
- 119) S. R. RADOSEVICH and A. P. APPLEBY (1973) : Relative Susceptibility of Two Common Groundsel (*Senecio vulgaris* L.) Biotypes to Six s-Triazines, Agron. J. 65, 553~555
- 120) ———— and O. T. DEVILLIERS (1976) : Studies on the Mechanism of s-Triazine Resistance in Common Groundsel, Weed Sci. 24(2), 229~232
- 121) 阪本寧男 (1978) : 冬季休閑田雑草としてのカモジグサ属植物の適応性、雑草研究23(1), 1~8
- 122) ———— (1983) : イネ科、耕地雑草における種の問題、雑草研究28(2), 92~99
- 123) 高野 久・高橋耕二・青木研一・仲橋保道 (1962) : 除草剤によるミズガヤツリの防除、雑草研究1, 93~95
- 124) 田中市郎 (1982) : 農業における太陽エネルギーの有効利用〔2〕、作物の光合成と生産力の種特異性、農及園57(7), 896~900
- 125) 栃木喜八郎 (1981) : ピラゾレート (サンバード粒剤)、雑草とその防除、18, 79~81
- 126) T. M. CHEN, R. H. BROWN, and C. C. BLACK (1970) : CO₂ Compensation Concentration, Rate of Photosynthesis, and Carbonic Anhydrase Activity of Plants, Weed Sci. 18(3), 399~403
- 127) 手塚光明 (1978) : モリネート・シメトリン・MC P B、雑草とその防除15, 67~69
- 128) 高山真幸・菅 洋 (1984) : 水田多年生雑草ヒルムシロの生理生態学的研究、第2報、葉の形態の種内変異、雑草研究29(3), 232~235
- 129) ———— (1984) : 水田多年生雑草ヒルムシロの生理生態学的研究、第3報、鱗茎および鱗茎群の形態の種内変異、雑草研究29(3), 236~241

- 130) ——— (1984) : 水田多年生雑草ヒルムシロの生理生態学的研究第5報、除草剤に対する感受性の種内変異、雑草研究29(4), 285~288
- 131) 戸刈義次 (1973) : 作物の光合成と物質生産、養賢堂、東京
- 132) 高沢良夫・田中俊実・南保俊夫 (1981) : 産地別ウリカワの生態的特性と数種除草剤に対する感受性、雑草研究26 (別)、25~26
- 133) 植木邦和 (1965) : ヤエムグラの個生態、雑草研究4, 34~41
- 134) ———・中村安夫・小野誠一 (1969) : 多年生雑草クログワイの防除に関する基礎的研究、第1報、繁殖の生理生態学的特性について、雑草研究8, 50~56
- 135) ———・坂口敏雄 (1969) : 多年生雑草クログワイの防除に関する基礎的研究、第2報、萌芽および初期生育に関する諸特性、雑草研究9, 29~36
- 136) ———・松中昭一 (1972) : 雑草防除大要、養賢堂、東京
- 137) ———・山末祐二 (1978) : 雑草における除草剤感受性の種内変異と抵抗性発現、日農業誌3(4), 445~450
- 138) ——— (1981) : 雑草をめぐる今日の課題、雑草研究26(2), 12~18
- 139) ———・山末祐二 (1982) : 水稻群落内の光環境に対する雑草の適応様式、文部省科学研究費補助金研究成果報告書、京都大学
- 140) ——— (1983) : 多年生雑草の生態と制御、九州の雑草13, 1~3
- 141) WILLIAM H. AHRENS and E. W. STOLLER (1983) : Competition, Growth Rate, and CO₂ Fixation in Triazine Susceptible and Resistance Smooth Pigweed (*Amaranthus hybridus*), Weed Sci. 31(4),
- 142) 山岸 淳・橋爪 厚・武市義雄 (1976) : 水田多年生雑草防除に関する研究、第VII報、水稻の生育・収量に及ぼすミズガヤツリの影響、千葉農試研報17, 1~20
- 143) ——— (1979) : ミズガヤツリの生活過程の解析と防除に関する研究、千葉農試特別報告8,
- 144) 山口裕文 (1977) : 東アジア産雑草燕麦の生態的適応に関する研究、雑草研究22 (別)、170~172
- 145) ——— (1979) : 東アジアのカラスムギ *Avena fatua* L. sens ampl. の生態型分化、種生物学研究III, 47~60
- 146) 米倉正直 (1974) : ミズガヤツリの生態と春季防除に関する研究、(第1報) 神奈川県農研報114, 1~9
- 147) ——— (1976) : ミズガヤツリの生態と春季防除に関する研究、(第2報) 神奈川県農研報116, 1~11
- 148) ——— (1979) : 神奈川県下各地域産ミズガヤツリの特性の差異に関する研究、第1・2・3報、雑草研究24 (別)、65~70
- 149) ——— (1980) : 神奈川県内産ミズガヤツリ系統の特性の差異に関する研究、第4報、雑草研究25(別)、95~96
- 150) ——— (1983) : 神奈川県におけるミズガヤツリの種内変異と防除上の特性に関する研究、第1報、生態的・形態的特性の系統間差異、雑草研究28(1), 12~24
- 151) 藪野友三郎 (1975) : ヒエ属植物の分類と地理的分布、雑草研究20(1), 1~8
- 152) Y. YAMASUE・S. KODA・K. UEKI and S. MATSUNAKA (1981) : Variation in Growth, Seed Dormancy and Herbicide Susceptibility among Strains of *Echinochloa oryzicola* Vasing, Weed Res. (Japan) 26(1), 6~13
- 153) YASUSHI WATANABE・TOYOKUNI HONMA・KAZUYUKI ITO and MASUJI MIYAHARA (1982) : Paraquat Resistance in *Erigeron philadelphicus* L., Weed Res. (Japan) 27(1), 49~54

Intraspecific variations of *Cyperus serotinus* Rottb. and effect on weed control

Masanao YONEKURA

Summary

Arable weed species, a limited unit for control, often exhibit intraspecific variations as strains and ecotypes. In recent years, the appearance of biotypes resistant to herbicides has been documented in many species.

Therefore, it is important for the establishment of effective methods of weed control to study the ecological, physiological and biochemical properties of such bio-types. The author investigated the ecological, morphological and physiological properties of strains of *Cyperus serotinus* R. which is a perennial and aggressive weed in paddy fields, and studied the effect of the variations on weed control.

- 1 The author attempted to analyse the tuber emergence habits of *C. serotinus* in paddy fields well managed by plowing in winter. The results of these studies are summarized as follows.
 - (1) Onset of emergence of *C. serotinus* was observed at 17°C (soil mean temperature) in early May, and the emergence of 95% of the tubers was completed by the 5th of June.
 - (2) Carefully repeated puddling was more effective than coarse puddling to control *C. serotinus*. The number of shoots was reduced to 4% or 20% with repeated or coarse puddling, respectively.

- 2 The author attempted to define the differences in the ecological and morphological characters of some of the strains which were collected from 18 locations in Kanagawa prefecture and 13 districts in the central part of Japan. The results obtained are as follows.
 - (1) Significant differences in some of the characters were recognized in 5 clones in each of the 7 locations, while no differences were detected in the other 11 locations.
 - (2) Statistical analysis of the value of 20 characters of 20 strains from the locations in Kanagawa showed significant differences in these characters among all the strains at 1 percent level.
 - (3) Of all the correlations between the 20 characters observed, a high correlation coefficient of over 0.80 was obtained in 13 combinations. In particular, there was a close correlation between the characteristics of the vegetative and reproductive organs.
 - (4) Based on the principal component analysis, the scatter diagram of 20 strains on the axes of the first, second and third components suggested that all the strains could be classified into 7 groups.
 - (5) Differences in 11 characters of 13 strains from 13 districts in the central part of Japan were observed, and the difference in the reproductive organs were particularly conspicuous.

- 3 The author studied the variability in the tuber formation time, tuber germination ability, emergence time, tuber dormancy and viability of young shoots in all the strains. The results obtained are as follows.
 - (1) The range of variations in the time of tuber formation among 22 strains of Kanagawa was 20 days and among 13 strains of central Japan, 14 days.
Tuber formation was more delayed than heading in all the strains used with intervals ranging from 6 days to 38 days for the 22 strains and from 18 days to 33 days for the 13 strains. Furthermore, no correlation between heading time and tuber formation time was recognized.

- (2) Differences in the emergence time were observed in all the strains and the range of the variations among the strains in both groups was 12 days, respectively. The range of the accumulated value of the daily mean airtemperature from March 1 to the emergence day, was 120°C for the Kanagawa strains and 180°C for the strains in central Japan.
 - (3) Variations among the strains of Kanagawa in the degree of tuber dormancy were not observed in the top tubers, while in a few strains the middle tubers may have remained dormant in January.
 - (4) In the study of tuber germination of 22 strains under 2 conditions (in water, in boiled water), statistical analysis showed significant differences at 1 percent level in the germination percentage, onset of germination, mean number of germination days, number of shoots per tuber, young plant length, fresh weight of shoots, fresh weight of roots, fresh weight of shoots/fresh weight of tuber and increase in the rate of plant length per day among the strains. Moreover these differences were more significant under strong reducing conditions (in boiled water).
 - (5) Of all the correlations between the fresh weight of tuber and germination percentage, fresh weight of young shoots or increase in the rate of plant length per day, a low correlation coefficient was obtained except for the fresh weight of young shoots under mild reducing conditions (in water). Especially the correlation coefficient between the fresh weight of tuber and the above mentioned characters showed negative values under strong reduction (in boiled water). These findings suggest that the differences in these characters among the strains are chiefly due to qualitative differences of the tuber.
- 4 Arable weed, *C. serotinus* grows under shading conditions within the rice plant populations. Therefore, the degree of weed damage and the effect of crops on the weed depend on the weed species. The author studied the variation among typical strains, differing from each other, in their ability to grow and in their production of dry matter under shading treatments. The differences in the ability of assimilation among some strains were also studied. The results obtained are as follows.
- (1) Heading time of each strain was more delayed under shading than under natural conditions with intervals ranging from 5 to 11 days.
 - (2) The length of the weed increased under shading and the rate of increase depended on the strains. Number of panicles and foliage weight markedly decreased under shading and the rate of decrease was different among the strains.
 - (3) The number of tubers produced under shading treatment was reduced to 50% or 75% while differences in the rate of increase or decrease in the number of seeds per spike under shading were observed among strains, and the rate depended on the strains.
 - (4) The values of LAI and LAR varied with the strains, especially the difference in LAR among the strains was conspicuous. LAR was increased with the increase of the rate of shading and the differences among the strains in the rate of increase were appreciable.
 - (5) The values of CGR, RGR and NAR which varied with the strains were reduced under shading treatment with the rate of decrease varying among the strains. The differences were more remarkable under 60% shading.
 - (6) Dry matter partitioning ratio into tubers was reduced while that into the foliage was increased under shading, and the rate of increase or decrease varied with the strains.
 - (7) The number of stalks and weight of foliage of plants that regenerated after cutting under shading were lower than in the plants that regenerated under natural conditions, and the rate of decrease was more pronounced when cutting was delayed and shading increased. The values also varied with the strains.
 - (8) Photosynthetic activity of leaf varied among the strains, the activity of the Wadahara strain being higher

than that of the Shinyoshida and Kamigo strains.

- 5 In order to analyze the difference in the competitive effect of some strains of *C. Serotinus* R. on paddy rice, the author planted three typical strains (Shinyoshida, Kamigo, Wadahara) originating from different locations in Kanagawa at four tuber planting densities (0, 2, 8, 16/m²) in a field with direct seeded paddy rice in a split design with three replications in May 1975. A survey was carried out for 2 years continually. The results obtained are summarized as follows.
- (1) There were differences in the time of tuber emergence, heading time, leaf area, dry leaf and stalk weight, and fresh tuber weight among the strains. Of all the correlations between these characters and rice yield, a negative high correlation ($r = -0.758^{***} \sim -0.889^{***}$) was obtained.
 - (2) The productive structure of *C. serotinus* varied with strains, especially the difference among the strains in leaf area in a higher position on the plant (over 80cm) was remarkable. Leaf area of the Shinyoshida strain was larger than that of the Kamigo and Wadahara strains, that of Wadahara being the smallest. These results suggest the presence of intraspecific differences in the light competitive effect between *C. serotinus* and rice.
 - (3) Statistical analysis showed the presence of significant differences at 0.1% level in the yield among the plots with different tuber planting densities. In each plot, significant differences in yield among the strains were recognized at 5~0.1% level, and the yield reduction in the Shinyoshida plot was more appreciable than that in the Kamigo and Wadahara plots. This yield reduction was associated primarily with the decrease in the panicle number per m².
 - (4) In the results of the second year, the rate of yield reduction depending on the strains was different from that recorded in the first year. In each plot, significant differences in yield among the strains were recognized at 5~0.1% level, and the yield reduction in Wadahara plot was more appreciable than that in the Kamigo and Shinyoshida plots. The differences in the yield reduction among the plots in both years may be ascribed to the difference in the amount of tubers produced among the strains in the first year.
 - (5) The differences in the ecological and morphological characters of the strains were reflected in the variations of their competitive effect on rice yield. These differences in the competitive effects of strains on paddy rice suggest the importance of the recognition of variations in strains in investigations dealing with weed competition and forecasting of weed damage as well as differences between weed species.
- 6 The author studied the differences among some typical strains which originated from various locations in Kanagawa in their response to herbicides. The results obtained are as follows.
- (1) No differences among the strains in the response to paraquat prior to puddling were observed.
 - (2) Differences among 5 strains in the rate of residues after molinate S M treatment were observed, and the range of variations in the rate of foliage weight to control among the strains was remarkable, the maximum value for the strains being 19 times as high as the minimum value.
 - (3) No differences among 12 strains in their response to butachlor at the time of emergence were recognized.
 - (4) In the treatment of pyrazolate at the time of emergence 12 strains showed significant differences in the rate of appearance of chlorosis at 0.1% level and in the rate of death at 5% level.
 - (5) Significant differences among the strains in the rate of plant length and foliage weight to the control were recognized at 0.1% level, and the maximum value for foliage weight was 80 times high as the minimum value, and huge differences in the resistance to the herbicides was observed among the strains.
 - (6) No correlation between the pyrazolate treatment plot and the control in plant length, number of shoots and foliage weight was obtained, suggesting that the differences in herbicide resistance are not associated with

the differences in biomass production.

- 7 Based on the results obtained, the presence of intraspecific variations in this weed suggests the importance of investigation on their relation to weed control in order to improve the control measures. Also, for the establishment of integrated weed control methods, it is suggested that the characters of weed should be studied in relation to the variations and plasticity of weed species.

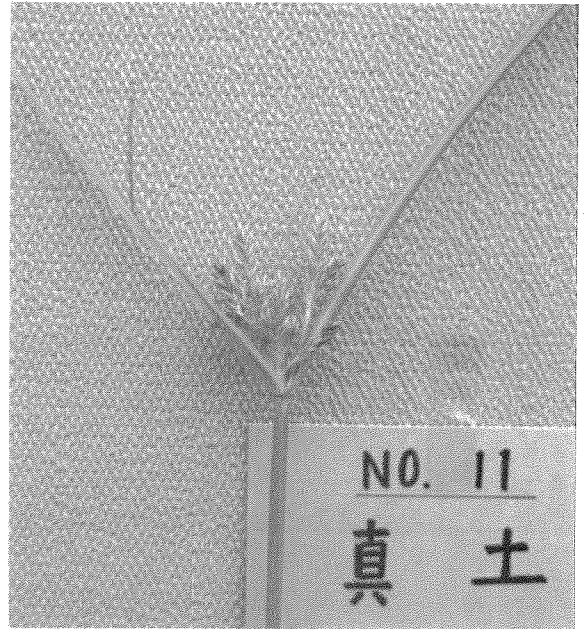


写真1. 神奈川県内産系統の花穂の形態

左：No.3 南足柄市和田原産系統

右：No.11平塚市真土産系統

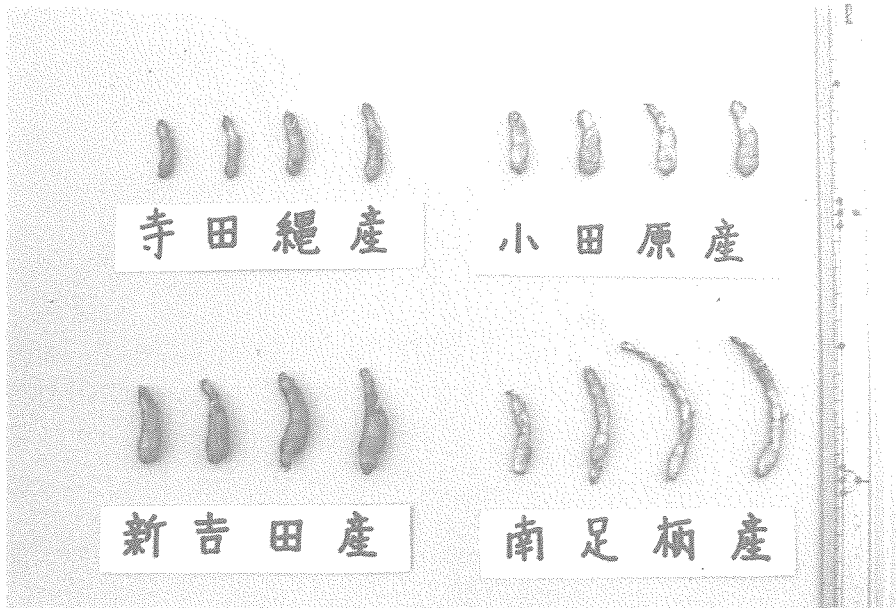


写真2. 神奈川県内産系統の塊茎の形態

寺田産：平塚市寺田産， 小田原産：小田原市成田産
新吉田産：横浜市新吉田町産， 南足柄産：南足柄市和田原産

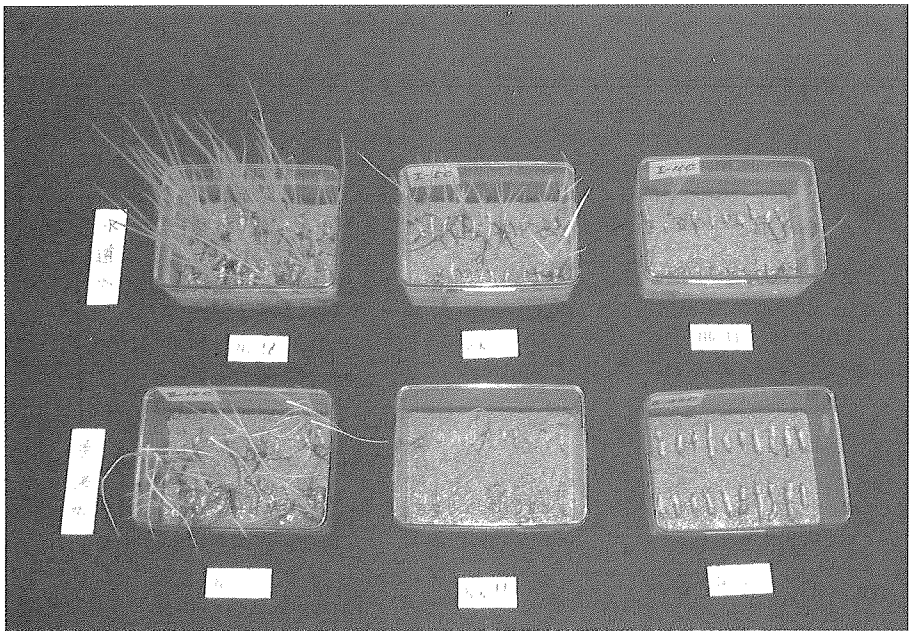


写真3. 塊茎萌芽の系統による差異

図中No.は神奈川県内産系統番号



写真4. ピラゾレート(SW751)に対する系統の感受性の差異

左(No3系統): 耐性, 中(No8系統)及び右(No2系統): 感受性大