

## ミズガヤツリの防除に関する生態学的研究

### II. 耕種的防除法について\*

中川 恭二郎・服部 金次郎\*\*

#### 緒 言

我が国の耕地に多年生雑草が蔓延するようになった原因の一つとして作物の耕種法の変化があげられる。水田多年生雑草ミズガヤツリ (*Cyperus serotinus* Rottb.) も、水稲の作季が早くなり裏作の作付がなくなったこと、栽培法が機械化されたこと、除草剤が普及し手取除草が行なわれなくなったことなどにもなって、各地の水田に多発するようになったと考えられる。これを防除するには、化学的防除だけではなく、生態的防除あるいは生物的防除をとり入れた総合防除によることを重視しなければならない。秋冬季の耕起と田植前のしろかきとは、ミズガヤツリ塊茎の越冬と塊茎からの発生とを抑制する耕種的手段として有効であると考えられた。

最近使用されている耕耘機の多くにはロータリー刃が装着され、攪拌耕が行なわれている。人力や畜力によっていた時代には、犁で反転耕が行なわれていた。一年生雑草の種子は、深い土層に鋤き込まれると発芽が抑制される。したがって、地表付近に多い種子を深く鋤き込む反転耕では、攪拌耕に比べて、雑草の発生が著しく少なくなることが知られている(荒井・千坂・片岡 1959, 宮原 1972)。多年生雑草でも、越冬芽が土壌の表層に形成されるマツバイの防除には、反転耕あるいは深耕が有効である(林・橋爪・五十嵐 1967, 下島 1967)。ミズガヤツリ塊茎は地表から深さ 10 cm までくらの耕土中に形成される。他の水田多年生雑草と比べると、マツバイのように浅くはないが、クログワイやヒルムンロよりは浅い。また、乾田状態ではかなり深い土層からも出芽する。しかし、その塊茎は低温および乾燥によって死滅するので(中川 1977)、耕起は、その方法が適切であれば、ミズガヤツリ防除の有効な手段になると考えられた。

一方、しろかきについては、その回数が多いと、ノビエの発生が少なくなることが知られている(宮原 1972, 八柳・高野・松島 1954)。またミズガヤツリの塊茎は、湛水下の土壌中では発芽せず、発芽する環境条件はノビエの種子と共通した点がある。したがって、しろかきの際に土壌中に埋没される塊茎が多いほど、防除効果も高くなると考えられた。

そこで、種々の耕種法のうち、耕起としろかきを取り上げ、これらのミズガヤツリの出芽生育に及ぼす影響を明らかにするため、本研究を実施した。

本研究は農林省農事試験場において実施したものであり、試験の遂行に協力された同場の宮原益次博士(現九州農業試験場)と柴田真三氏に謝意を表す。また本報のとりまとめに種々教示戴いた東京大学教授川田信一郎博士、岡山大学名誉教授高橋隆平博士に深く感謝の意を表す。

\* 本研究の一部は第 10 回日本雑草防除研究会で発表した。

\*\* 農林省農事試験場

## 試験方法および結果

### 1. 耕起法と塊茎の死滅との関係

#### 試験方法

##### (a) 試験区

試験Ⅰとして、攪拌耕と反転耕が塊茎の死滅に及ぼす影響を明らかにするための試験を1966年から1967年にかけて行なった。耕起法は、自動耕耘機に装着したロータリー刃による攪拌耕とティラーに装着した犁による反転耕の2方法とした。耕起の回数が1回だけの区と2回の区を設け、次の計5処理とした。

| 試験区記号 | 耕起法         |
|-------|-------------|
| N     | 無耕起         |
| R     | 攪拌耕 1回      |
| P     | 反転耕 1回      |
| RR    | 攪拌耕 2回      |
| PR    | 反転耕・攪拌耕 各1回 |

耕起時期は1966年12月19日で、2回実施する区もその日に引続き行なった。

つぎに、試験Ⅱとして、耕起法・耕起時期と塊茎の死滅に関する試験を、1967年から1968年にかけて実施した。耕起法は試験Ⅰと同じであった。耕起時期を、1967年の12月4日と、1968年の1月22日、3月25日および4月25日の4時期とした。各時期に1回耕起した区に、12月4日に攪拌耕あるいは反転耕を行ない、1月22日に攪拌耕を行なった耕起2回の区を加え、次の計7処理を設けた。

| 試験区記号  | 耕起法    | 耕起時期        |
|--------|--------|-------------|
| N      | 無耕起    |             |
| R12    | 攪拌耕 1回 | 12月4日       |
| P12    | 反転耕 1回 | 12月4日       |
| R12・R1 | 攪拌耕 2回 | 12月4日と1月22日 |
| P12・R1 | 反転耕 1回 | 12月4日       |
|        | 攪拌耕 1回 | 1月22日       |
| R3     | 攪拌耕 1回 | 3月25日       |
| R4     | 攪拌耕 1回 | 4月25日       |

耕深は試験Ⅰの反転耕は約15cmであったが、その他はいずれも約13cmであった。反転耕では、土壌が完全に反転されず、耕起された土塊が垂直に立つ程度であった。

1区面積は試験Ⅰが14.4m<sup>2</sup>(1.8m×8m)、試験Ⅱが28m<sup>2</sup>(3.6m×7.5m)で、2区制の乱塊法で試験区を配置した。

##### (b) 供試圃場

農林省農事試験場(鴻巣)の沖積植壤土の水田で実施した。試験Ⅰでは、試験実施の前

年から水稲の移植栽培を2作行ない、最初の年に水稲の株間にミズガヤツリの苗を移植し、さらに2年目に密度が低いところに苗を移植して、ミズガヤツリの塊茎ができるだけ均一に形成されるようにした。試験Ⅱの供試圃場では、試験開始の年には水稲を作付けせず、7月31日に、畦幅60 cm、株間30 cmでミズガヤツリの苗を移植した。ミズガヤツリは全圃場に密生し、11月上旬までに枯死したので、地ぎわより刈取って圃場外に搬出し、試験区を設定した。

圃場内の塊茎の水平分布を調べたところ、試験Ⅰでは $m^2$ 当たり600個から1,800個の範囲であったが、試験Ⅱの圃場では塊茎がきわめて多く形成され、11地点の平均で $m^2$ 当たり、深さ0~10 cmが $4,506 \pm 256$ 個、10 cmより深い土層が $330 \pm 63$ 個であり、大部分が深さ10 cmまでに形成されていた。なお葉条数は $m^2$ 当たり $985 \pm 66$ 本であった。

### (c) 調査方法

耕起後一定の時期に、1区当たり3か所を無作為に選び、25 cm×25 cmの無底の鉄製枠を、深さ15 cmまで打込んで一定容積の土壤を掘取り、地表から5 cm間隔で3層に分けて、層別に塊茎および葉条基部を採集した。

ミズガヤツリの葉条には、その基部が肥大して塊茎状になり、この部分が越冬して、翌年発芽することがあるので、試験Ⅱでは、塊茎とともに、この葉条基部についても、垂直分布を調べた。

さらに、採集した塊茎および葉条基部を、直径15 cmのシャーレのろ紙上におき、25°Cの定温器内で発芽試験を行なった。塊茎によっては、越冬前に、一部の芽が発芽していたものがあつた。しかし、1塊茎に数個ある芽が全部発芽していたというものは、ほとんどなかつた。発芽試験では、生存していた塊茎の芽は短期間で発芽した。したがって、発芽しなかつた塊茎は死滅していたものとみなした。

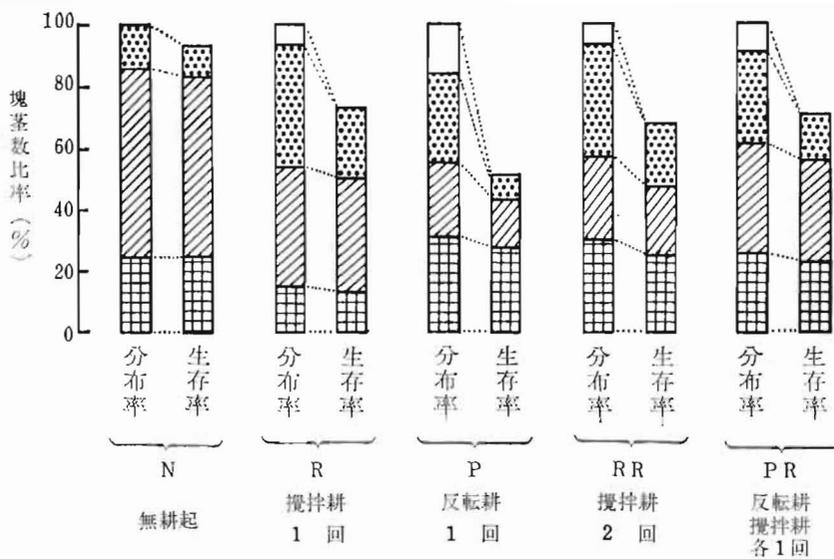
## 試験結果

### (a) 耕起法と塊茎の死滅(試験Ⅰ)

耕起後の塊茎の垂直分布を、3月27日と4月17日に調査した。両結果の平均値を第1図の各処理区の左側に示した。2月16日と4月17日に採集した塊茎について発芽試験を行なった結果、両時期の間には明らかな差は認められなかつた。両時期の発芽率をこみにして、分散分析を行なったところ、0~5 cm、5~10 cmの処理間の差は有意ではなかつたが、10~15 cmでは、1%水準で有意な差が認められた。両発芽試験の結果を土層の深さ別に平均し、その値を深さ別の塊茎数比率に乗じて、全塊茎数に対する生存塊茎数の比率を、各処理別に第1図の右側に示した。

(i) 塊茎の垂直分布 無耕起区では地表から深さ5 cmまでの土層の塊茎分布率が14%と小さく、5~10 cmのそれは61%で、10 cm以下にも25%の塊茎が分布していた。これに反して、耕起区では、いずれの区でも、5~20%の塊茎が地表に露出し、とくに反転耕区では露出塊茎が他の区より多かつた。

無耕起区の垂直分布の結果に示されたように、耕起前は5~10 cmの深さに多くの塊茎が分布していた。ところが、いずれの耕起区も、地表から深さ5 cmまでの土層に分布していた塊茎が無耕起区よりもかなり多く、耕起後は各土層の塊茎分布率が平均化されてい



第1図 耕起法の違いによるミズガヤツリ塊茎の土壤中の垂直分布および生存率の差異 (第1試験の結果)

(注) 土層の深さ 

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

  
 地表 0-5 5-10 10-15 cm

た。しかし、耕起を2回反復しても、浅い土層の塊茎数が耕起1回より増加するということはなかった。

(ii) 塊茎の生存率 無耕起区では、地表から深さ5 cmまでの塊茎の生存率はわずかに低下したが、5 cmより深い土層のそれはほとんど変化しなかった。一方、耕起区では、いずれの区でも、各土層の塊茎の生存率が低下し、浅い土層ほどその程度が大きかった。なお、耕起によって地表に露出した塊茎は全部死滅していた。

反転耕1回のP区では、深さ0~5 cm、5~10 cm および10~15 cmの土層に分布していた塊茎のそれぞれ73%、35% および10%が越冬中に発芽力を失い、結局、全塊茎の49%が死滅したことになった。これに対し、その他の耕起区では、地表から5 cmまでの塊茎の発芽率は53~58%まで低下したものの、5 cmよりも深い土層の塊茎の82~94%は発芽力を失わず、全塊茎の68~73%は発芽力を保持していた。攪拌耕2回のRR区の塊茎の生存率は、攪拌耕1回のR区のそれより僅かに低かっただけであり、また、反転耕のあと直ちに攪拌耕を行なったPR区では反転耕1回のP区よりも生存率が高く、かえって防除効果が低下した。

(b) 耕起法・耕起時期と塊茎の死滅 (試験II)

(i) 越冬地下繁殖器官の垂直分布 3月25日に行なった越冬地下繁殖器官の土壤中の垂直分布の調査結果を、繁殖器官の種類別に第1表に示した。分散分析の結果は第2表に示したように、0~5 cm、10~15 cmの土層の葉条基部、先端塊茎および全繁殖器官について処理間に1%水準または5%水準で有意差が認められた。無耕起のN区では葉条基部の大部分が地表から深さ5 cmまでの間にあり、先端塊茎も、深さ5~10 cmの約2倍が深さ5 cmまでに分布していた。一方、中間塊茎は5~10 cmの深さに49%があり、地表

第1表 耕起法および耕起時期が異なる場合のミズガヤツリの地下繁殖器官の土壌中の垂直分布の差異 (試験Ⅱ, 3月25日)

| 地下繁殖器官の分類 | 土層の深さ           | 試 験 区          |                |                |                |                |                |
|-----------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|           |                 | N              | R12            | P12            | R12・R1         | P12・R1         | R3             |
| 葉 茎 基 部   | 0 <sup>cm</sup> | 0 <sup>%</sup> | 2 <sup>%</sup> | 3 <sup>%</sup> | 7 <sup>%</sup> | 4 <sup>%</sup> | 4 <sup>%</sup> |
|           | 0~5             | 92             | 52             | 34             | 43             | 49             | 78             |
|           | 5~10            | 6              | 34             | 34             | 34             | 37             | 18             |
|           | 10~15           | 2              | 12             | 29             | 16             | 11             | 1              |
| 先 端 塊 茎   | 0               | 0              | 5              | 11             | 7              | 6              | 13             |
|           | 0~5             | 64             | 38             | 32             | 33             | 37             | 53             |
|           | 5~10            | 33             | 32             | 35             | 34             | 39             | 30             |
|           | 10~15           | 3              | 25             | 22             | 26             | 18             | 4              |
| 中 間 塊 茎   | 0               | 0              | 9              | 10             | 9              | 6              | 10             |
|           | 0~5             | 44             | 29             | 30             | 35             | 31             | 33             |
|           | 5~10            | 49             | 32             | 26             | 34             | 39             | 49             |
|           | 10~15           | 7              | 31             | 34             | 22             | 25             | 9              |
| 全 体       | 0               | 0              | 6              | 9              | 8              | 6              | 10             |
|           | 0~5             | 61             | 36             | 31             | 36             | 37             | 49             |
|           | 5~10            | 34             | 32             | 32             | 34             | 39             | 35             |
|           | 10~15           | 4              | 26             | 28             | 23             | 19             | 6              |

(注) 各試験区の処理を次の記号で示した。 N: 無耕起  
 R12: 12月4日攪拌耕 P12: 12月4日反転耕  
 R1: 1月22日攪拌耕 R3: 3月25日攪拌耕

第2表 地下繁殖器官の土壌中の垂直分布の差の有意性 (F値)

| 土層の深さ           | 葉条基部    | 先端塊茎   | 中間塊茎 | 全 体     |
|-----------------|---------|--------|------|---------|
| 0 <sup>cm</sup> | 0.92    | 3.67   | 3.38 | 3.90    |
| 0~5             | 16.6 ** | 9.02*  | 0.24 | 11.7 ** |
| 5~10            | 3.38    | 0.88   | 4.49 | 2.84    |
| 10~15           | 11.7 ** | 12.4** | 3.37 | 7.66*   |

(注)  $F_{0.5}^5(0.05) = 5.01$ ,  $F_{0.5}^5(0.01) = 11.0$

から深さ5cmまでと大差がなかった。3月25日に攪拌耕を1回行なったR3区の葉条基部と先端塊茎が、地表から5cmまでの深さにやや多く分布したが、その他の耕起区の先端塊茎と中間塊茎とは地表から深さ5cmまでと、5~10cmの深さとにほぼ均等に分布していた。耕起によって10cmより深い土層に入った塊茎も多く、R12、P12両区では5~10cmの深さととの差が大きくなかった。

(ii) 越冬地下繁殖器官の生存率 3月25日に採集した全越冬繁殖器官について、発芽試験を行なった結果を第3表に示した。R3区では耕起直後に調査を行なったため、死滅していた繁殖器官は少なかった。このR3区を除くと、地表に露出したものは、R12・R1区の葉条基部とR12・P1区の先端塊茎各1個を除いて、全部発芽しなかった。R3区を

第3表 耕起法および耕起時期が異なる場合のミズガヤツリの土層別地下繁殖器官の発芽率(試験Ⅱ、3月25日採集材料の発芽率)

| 地下繁殖器官の分類 | 土層の深さ            | 試 験 区          |                |                |                |                |                 |
|-----------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
|           |                  | N              | R12            | P12            | R12・R1         | P12・R1         | R3              |
| 葉 条 基 部   | 0 <sup>III</sup> | — <sup>%</sup> | 0 <sup>%</sup> | 0 <sup>%</sup> | 5 <sup>%</sup> | 0 <sup>%</sup> | 67 <sup>%</sup> |
|           | 0~5              | 63             | 38             | 13             | 31             | 21             | 76              |
|           | 5~10             | 38             | 66             | 50             | 59             | 40             | 86              |
|           | 10~15            | 50             | 75             | 64             | 45             | 76             | —               |
| 先 端 塊 茎   | 0                | —              | 0              | 0              | 0              | 5              | 99              |
|           | 0~5              | 100            | 74             | 42             | 78             | 45             | 99              |
|           | 5~10             | 99             | 99             | 74             | 89             | 83             | 100             |
|           | 10~15            | 92             | 98             | 92             | 97             | 83             | 88              |
| 中 間 塊 茎   | 0                | —              | 0              | 0              | 0              | 0              | 100             |
|           | 0~5              | 92             | 72             | 36             | 52             | 43             | 98              |
|           | 5~10             | 97             | 93             | 86             | 78             | 65             | 97              |
|           | 10~15            | 93             | 93             | 73             | 92             | 74             | 92              |

(注) 各試験区の処理記号は第2表と同じ。

第4表 土層別の地下繁殖器官発芽率の差の有意性(F値)

| 土層の深さ              | 葉条基部    | 先端塊茎    | 中間塊茎    | 全 体     |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|
| 0~5 <sup>III</sup> | 4.07    | 92.4 ** | 72.0 ** | 65.0 ** |
| 5~10               | 79.4 ** | 4.47    | 4.78    | 105.8** |
| 10~15              | 0.18    | 2.68    | 1.14    | 2.35    |

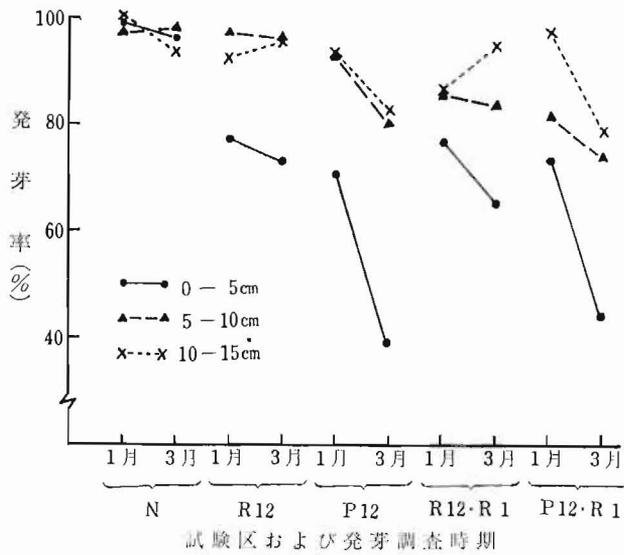
(注) 1) arc sin 変換を行なったうえで有意性検定

2)  $F_{0.4}(0.05) = 6.39$ ,  $F_{0.4}(0.01) = 16.0$

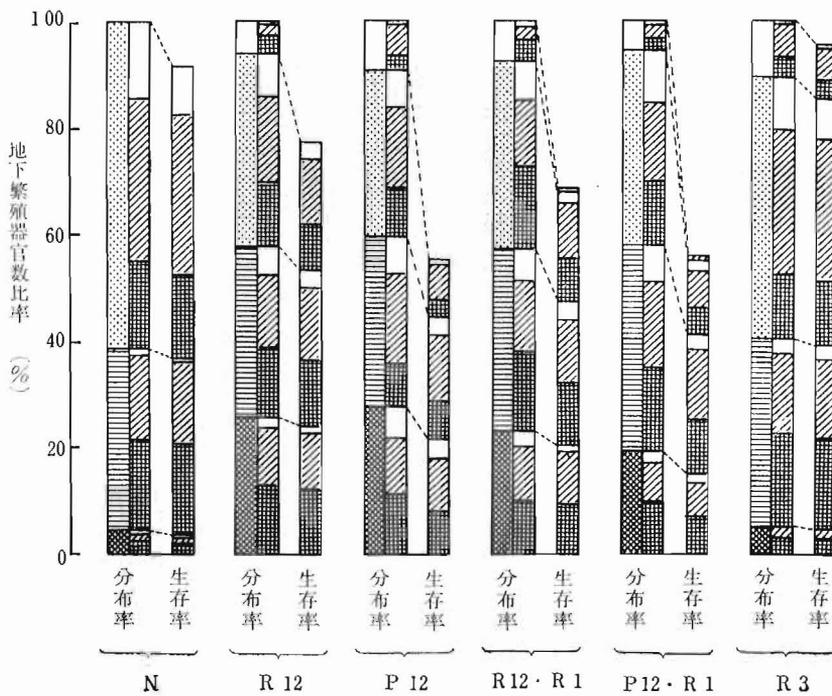
除いた5耕起処理間の土壌中の越冬地下繁殖器官の発芽率には、第4表に示したように0~5cmの土層では葉条基部を除いて、5~10cmの土層では葉条基部と全体とに1%水準で有意差が認められた。土壌中にあった葉条基部の発芽率は各区ともかなり低く、とくに反転耕を行なったP12区とP12・R1区との、地表から深さ5cmまでの葉条基部の発芽率が低かった。また、この両区では、先端塊茎、中間塊茎の両者の発芽率が、地表から深さ5cmまでのものでは45%以下で他区より著しく低く、また深さ5~10cmのものでもやや低かった。

第2図には1月22日と3月25日に採集した塊茎の発芽率を示した。反転耕を行なったP12区とP12・R1区では、各土層とも1月よりも3月の発芽率が低く、とくに地表から深さ5cmまでのものの低下が著しかった。攪拌耕を反復したR12・R1区でも5cmの深さまでのものの発芽率はかなり低下した。

3月25日に調査した地下繁殖器官の土壌中の土層別分布率を、繁殖器官全体とその種類別とで、第3図の各処理別の左側に示した。また、土層別、種類別の繁殖器官分布率とそれぞれの発芽率との積、すなわち3月25日に発芽力をもっていた生存器官数の総器官数に



第2図 耕起法・耕起時期が異なる場合の土層別のミズガヤツリ塊茎の発芽率  
—1月22日と3月25日との間の変化—



第3図 耕起法・耕起時期が異なる場合の地下繁殖器官の垂直分布および生存率の差異

(注1) 地表 0-5 5-10 10-15cm 葉条基部 先端塊茎 中間塊茎  
土層の深さ 地下繁殖器官の種類

(注2) 各試験区の処理記号は第8表に同じ。

第5表 土層別の地下繁殖器官生存率の差の有意性 (F値)

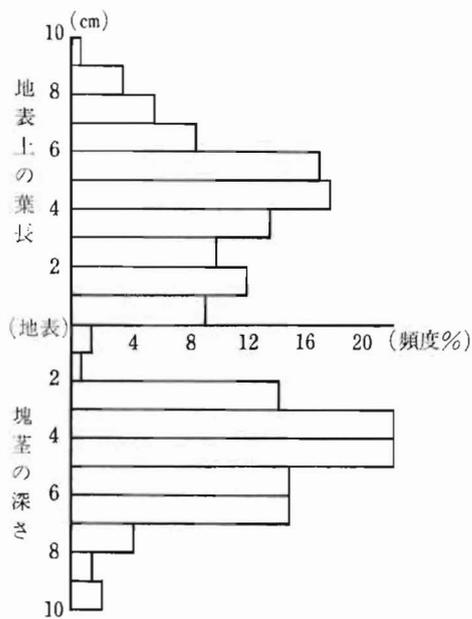
| 土層の深さ               | 葉条基部    | 先端塊茎    | 中間塊茎    | 全 体     |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|
| 0 ~ 5 <sup>cm</sup> | 11.7 ** | 21.2 ** | 4.52    | 27.3 ** |
| 5 ~ 10              | 13.7 *  | 0.34    | 21.5 ** | 7.50*   |
| 10 ~ 15             | 12.0 *  | 17.8 ** | 3.16    | 7.82*   |
| 0 ~ 15              | 7.27*   | 16.1 ** | 20.2 ** | 59.9 ** |

(注) 1) arc sin 変換を行なったうえで有意性検定

2)  $F_{0.05} \uparrow (0.05) = 6.39$ ,  $F_{0.01} \uparrow (0.01) = 16.0$

対する比率 (生存率) を第3図の各処理別の右側に示し, そのR3区を除いた5耕起処理間の分散分析結果を第5表に示した. 大部分の土層別各器官について処理間に1%あるいは5%水準で有意差が認められた. 生存率は, 反転耕を行なった区では2区とも55%まで低下したが攪拌耕を行なった区では1回では77%, 2回区でも68%であり, 反転耕より著しく防除効果が劣ることが示された. 試験Ⅰの反転耕と攪拌耕の同時実施では反転耕1回より防除効果が劣ったが, 試験Ⅱでは間隔をおいて実施したところ, 反転耕と攪拌耕の組み合わせは反転耕1回と同等の効果を示した.

(iii) 塊茎からの出芽. 4月25日に無耕起区より葉条がついたままの塊茎を採集した. 地上に伸長した葉をつけていた塊茎が44.2%, その芽が土壌中で伸長中であつた塊茎が20.5%, 未発芽の塊茎が35.3%であつた. 全塊茎の約3分の1は秋のうちにその頂芽が伸長して, その先に新しい塊茎を形成した中間塊茎であつた. 中間塊茎の側芽はその先の先端塊茎が発芽すると休眠を続ける性質があり, 未発芽の塊茎は大部分中間塊茎であつた. 先端塊茎の頂芽は4月25日までにほとんど全部が発芽していた. 地表上に葉が抽出していたものについて, 葉の地表上の長さ, 地表から塊茎までの深さを測定した結果を第4図に示した. 出芽始は4月15日頃であり, 葉長が最も長いものでも10cm以下で, 6cm以下の葉長のものが多かった. 一方, 地表から塊茎までの深さは, 大部分が2cmから8cmまでの間で, 5cmまでが61.6%であり, この値は第3表に示した無耕起区の地表から5cmまでの塊茎の分布率とほぼ一致した. 深さ6~7cmの塊茎から出芽したもので, 地上葉長が6~7cmに達していたものもあり, 塊茎の深さと地表上の葉長との間の関係は明らかではなかつた. 深さ10cmまでの無耕起



第4図 無耕起区における塊茎の深さとそれから発生した葉条の地表上の葉長との関係 (試験Ⅱ, 4月25日調査)

区の塊茎の発芽は比較的斉一であり、この範囲の深さにある塊茎から出芽した葉条では、それらの生育速度の間に大きな差異がないことが示された。

耕起を行なった区では出芽が著しく遅れた。すなわち、4月下旬になって、攪拌耕1回のR12区と2回耕起のR12・R1、P12・R1の両区とでは僅かに出芽したが、反転耕1回のP12区と3月に攪拌耕を行なったR3区とでは全く出芽しなかった。5月に入ると全区で出芽が始まったが、出芽数は少なく、第6表に示したように、5月10日の出芽数は無耕起区の出芽数の9~24%であった。この場合、反転耕区においてとくに少なく、反転耕1回のP12区で8.7%、反転耕後攪拌耕を行なったP12・R1区で11.9%であった。これらの区の耕起によって出芽が遅れる効果は6月21日まで持続し、その時の無耕起区に対する比率はそれぞれ14.3%と22.7%であった。

第6表 5月10日と6月21日における出芽葉条数の耕起法耕起時期による差異(試験Ⅱ)

| 調査月日  | 試験区<br>項目               | N     | R12                     | P12  | R12<br>・R1 | P12<br>・R1 | R3   | R4   |
|-------|-------------------------|-------|-------------------------|------|------------|------------|------|------|
|       |                         | 5月10日 | 葉条数(m <sup>2</sup> 当たり) | 1501 | 325        | 130        | 337  | 179  |
|       | 同比率 (%)                 | 100.0 | 21.6                    | 8.7  | 22.4       | 11.9       | 24.1 | 14.2 |
| 6月21日 | 葉条数(m <sup>2</sup> 当たり) | 2328  | 974                     | 334  | 1132       | 528        | 1182 | 1240 |
|       | 同比率 (%)                 | 100.0 | 41.8                    | 14.3 | 48.6       | 22.7       | 50.8 | 53.3 |

(注) 各試験区の処理記号は第8表に同じ、ただしR4は4月25日攪拌耕

## 2. ミズガヤツリの出芽・生存に及ぼすしろかきの影響

### 試験方法

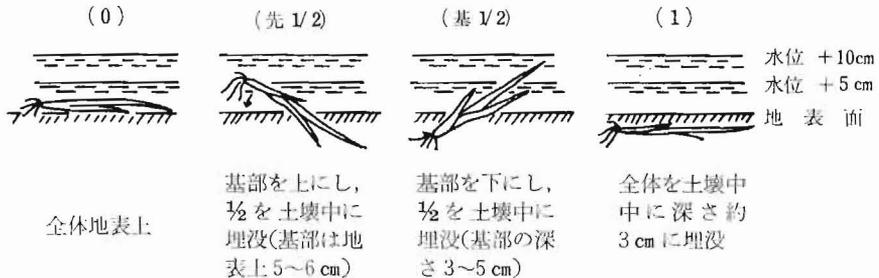
#### (a) ミズガヤツリに対するしろかきの影響の水稲作季による差異

農事試験場(鴻巣)の沖積堆積土の水田の隣接した3圃場において、それぞれ、早期栽培、早植栽培、普通期栽培の3作季の水稲移植栽培を行ない、水稲移植後、その株間にミズガヤツリの苗を植付けて塊茎を形成させた。そして翌年の1967年にも、3圃場とも前年と同じ作季の水稲移植栽培を行なった。その1番耕を4月中旬に、2番耕を4月下旬に行なった後、それぞれの田植前にしろかきを行ない、しろかき後のミズガヤツリの生育の状態を調査した。

#### (b) しろかき後のミズガヤツリの土壌中の埋没状態と生存・死滅との関係

1969年には、自動水位調節槽と人工気象箱とを用い、しろかき後のミズガヤツリの土壌中の埋没状態、水位および温度とその生存・死滅との関係に関する試験を実施した。自動水位調節槽は、内法が縦横とも1m、深さ75cmのコンクリート製の土壌槽の横に水位調節用の水槽を付設したものである。水位調節用水槽は幅10cm、長さ1mの水槽で、底に近い位置の穴で土壌槽と連結し、水槽内のボールタップによって水位が自由に調節できるように考察したものである。自動水位調節槽には、ミズガヤツリの埋没の状態と水位とを組み合わせた28処理区を2反復で設けた。水位は地表面上10cm、5cm、0cmと地表面下5cm、30cm、75cmの6段階とし、各水位の無漏水区と地表面上5cmの水深で1日

5 cm 漏水する区との7処理とした。ミズガヤツリは平均で葉長 25.3 cm 葉数 4.1枚の苗を使用した。埋没方法は、葉条全体が地表面上に横たわった状態、全体を土壌中に深さ約 3 cm に埋没した状態、葉条の基部あるいは先端側の 2分の1 が土中に斜に埋没した状態の4処理とした。なお、水位が地表面より低い場合にはしろかきを行なわないで、ミズガヤツリ葉条を埋没した。本試験の処理の状態を第5図に示した。5月12日に処理を開始し、6月10日に調査を行なった。



第5図 ミズガヤツリ葉条の埋没方法

人工気象箱では、葉条の大小、埋没の状態、水温 および 水深を組み合わせた 72 処理区を 2 反復で設けた。10~15 mm の長さの塊茎から発生したミズガヤツリの苗を葉長で平均 26.3 cm, 12.5 cm および 2.7 cm の 3 階級に分けた。埋没方法は、葉条全体が深さ 1 cm および 0.2~0.5 cm に埋没された状態と、葉条の基部の方が葉条の 4分の3 および 3分の2 埋没された状態の 4 埋没方法とした。縦 30 cm, 横 40 cm, 深さ 25 cm の容器に土壤を入れ、灌水、しろかきを行なった後、ミズガヤツリの葉条を埋没した。その容器を 31.5°C, 24.0°C, 16.5°C の温度に設定した自然光の人工気象箱の中に入れたが、土壤の温度には日変動があり、日平均地温は人工気象箱の設定温度より高く、それぞれ 32.3°C, 25.7°C, 20.6°C であった。なお、水深を 0 cm と 5 cm の 2 段階としたが、水深の影響は小さかったので、両水深をこみにしてとりまとめた。

#### (c) しろかきの時期と方法

1970年に、前年ミズガヤツリが密生していた農事試験場の水田(沖積埴壤土)において、しろかきの時期、方法および水深を異にする場合の、しろかき後のミズガヤツリの生存・死滅の程度を追及する試験を実施した。耕起は4月23日に行ない、しろかきを5月7日(耕起後14日)と5月26日(耕起後33日)の2時期に実施した。しろかきの方法は、耕耘機に装着したロータリー刃による方法と、ティラーに装着したレーキによる方法とし、前者は1回のみ、後者は1回と3回行なう3処理とした。地表の水深は1 cm と 5 cm の2処理とした。以上の各処理を組み合わせた12処理の試験区を2反復で設けた。なお、本試験の実施時期は、周囲の水田の入水前であったため漏水程度が大きかった。しろかき後に田面水中に浮遊したミズガヤツリが、調査区画外に移動するのを防ぐため、1 m 角の木枠を各試験区に置いた。5月7日にしろかきを行なった区では5月30日に、5月26日にしろかきを行なった区では6月29日に、葉条と塊茎の状態を調査した。

## 試験結果

### (a) ミズガヤツリに対するしろかきの影響の水稲作季による差異

作季を異にする水稲栽培におけるしろかき前のミズガヤツリの生育程度と、しろかき後の塊茎の状態を第7表に示した。早期栽培では、しろかきまでに全塊茎の77%が発芽していたが、その大部分は土壤中であつた。これらの約3分の1は、しろかきの際に田面水中に浮き上つた後、地表に定着し、一部は地表面付近で葉条を再生した。その結果、しろかき後に生育した葉条を発生した塊茎の数は総塊茎数の26%に及んだ。土壌中の塊茎は、しろかき後ほとんど出芽せず、生存していた塊茎と腐敗した塊茎の数は、それぞれ総塊茎の35%と39%であつた。

第7表 水稲の作季が異なる場合の、しろかき前のミズガヤツリの生育程度およびしろかき後の塊茎の状態

| 水稲作季  | 田植期   | しろかき前のミズガヤツリの葉長 | しろかき後 |         |              |     |       |     |
|-------|-------|-----------------|-------|---------|--------------|-----|-------|-----|
|       |       |                 | 総塊茎数  | 葉条発生塊茎数 | 未出芽塊茎数<br>生存 | 腐敗  | 葉条発生率 | 腐敗率 |
| 早期栽培  | 5月11日 | 出芽前             | 664   | 175     | 229          | 260 | 26%   | 39% |
| 早植栽培  | 5月31日 | 約15cm           | 303   | 34      | 32           | 237 | 11    | 78  |
| 普通期栽培 | 6月21日 | 20-30cm         | 194   | 4       | —            | —   | 2     | —   |

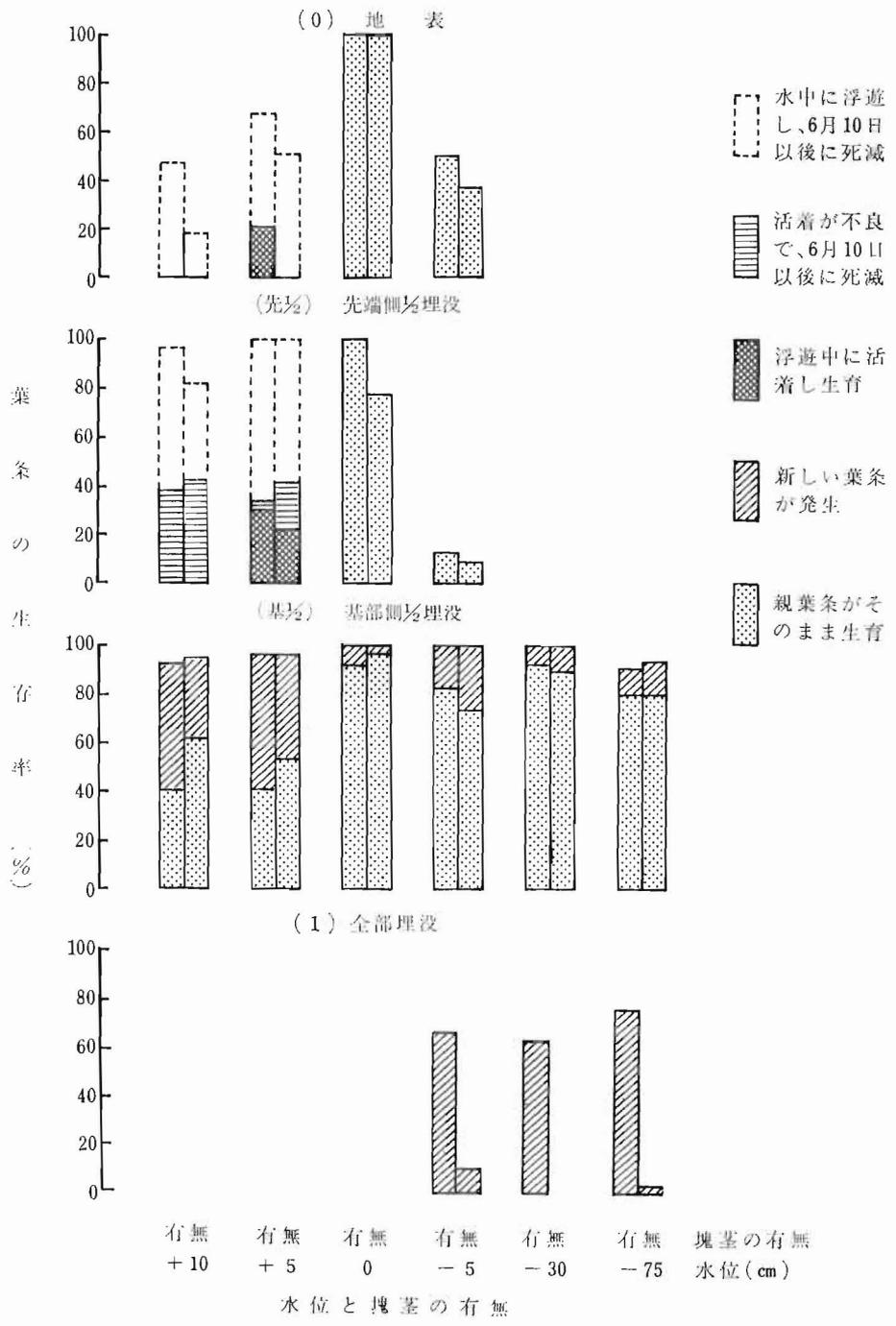
早植栽培と普通期栽培とのしろかき直前のミズガヤツリの葉長は、それぞれ約15cmと20~30cmであつた。これら両栽培においては、ミズガヤツリの葉条あるいは塊茎はしろかき作業によって損傷したり、土壌中に埋没したりするものが多く、田面水中に浮上して定着したものは少なかった。また、普通期栽培では、十分には埋没されなかつたものも、多くは田面水中で枯死した。したがって、しろかき後に生育した葉条を発生した塊茎の数の総塊茎数に対する割合は、早植栽培と普通期栽培とで、それぞれ11%と2%で早期栽培より著しく少なく、普通期栽培ではとくに少なかった。早植栽培では、葉条を発生しなかつた塊茎で死滅したものが総塊茎数の78%もあつた。

### (b) しろかき後のミズガヤツリの土壌中埋没の状態と生存・死滅との関係

(i) 埋没の状態および水位と葉条の生存・死滅との関係。ミズガヤツリが置かれた状態と水位との関係は、試験方法のところで示した第5図のように、先端側の半分を土壌中に埋没したものは基部が土壌面から5~6cm離れていたもので、水位が土壌面上5cmの区では基部が水面上にでていた。また、基部側半分を土壌中に埋没した葉条の先端は、土壌面上10cmの水位の区では水没していたが、水深5cmの区では葉条の4分の1程度は水面上に出ていた。全体を地表に置いた葉条は、水位が土壌面と同じかそれより低いときには大気中に露出していた。

各処理の葉条を、処理開始から約1か月後に調査した結果を第6図に示した。

葉条全体が地表面上に置かれた場合、水位が土壌面上10cmと5cmであつた区では、水中に浮遊していた葉条が多く、それらは徐々に腐敗枯死していったが、6月10日にはなお約半数が生存していた。塊茎が付いていたものには基部より新しい葉条を生じて活着したのものがあつた。8月20日の調査では水深5cmの区において、20%が活着していた。水位



第6図 しろかき後の埋没状態および水位とミズガヤツリの葉条の生存との関係

が土壌面と同じであった区では、処理開始直後から新根が発生し、10日目頃から葉が立ち上って全個体活着した。水位が土壌面より5 cm 低かった区では、地表付近の土壌水分含量が約40%で多湿であり、根が土壌に密着するように置かれていた葉条は活着して生育した。その数は処理葉条の約40%であった。しかし水位がより低い区では、処理を開始した次の日から萎凋し、3~4日で全部枯死した。

葉条の先端側2分の1が土壌中に埋没されると、土壌中の葉が次第に腐り、地表上に抽出していた基部が下垂したが、水深が深いと水中に浮遊していて根が土壌面に届かなかった。したがって6月10日までは水中で生きていた葉条基部も、水深10 cmではその後全部死滅し、水深5 cmでも20~30%が活着しただけであった。しかし水位が土壌表面と同じであった区では、基部が早く下垂し、大部分が活着した。水位がさらに低くて地表下にあった区では、基部が空中で早く乾燥して枯死した。ただ、水位が土壌面より5 cm低かった区では、土壌が湿っていたため、ごく一部の個体が活着した。

基部側2分の1を土壌中に埋没した処理では、水位が地表よりも高かった区では葉条の全長の約4分の3が水没し、それらは水中で次第に腐敗した。しかし、それらのうち約半数は新しい葉条を発生して生き残り、その他の約半数は基部を埋没された葉条がそのまま生育した。水位が地表面か、あるいはそれ以下であった区では、処理された葉条の大部分がそのまま生育したが、新しい葉条を発生して生き残ったものもあった。そのため、基部側2分の1を土壌中に埋没された処理では、いずれの水位においても生存率が高かった。

土壌中に完全に埋没された葉条は大部分死滅し、水位が土壌面よりも高い区では再生することもない。しかし水位が地表下であった区では、塊茎を有する葉条は塊茎からの再出芽があり、70%前後が生き残った。

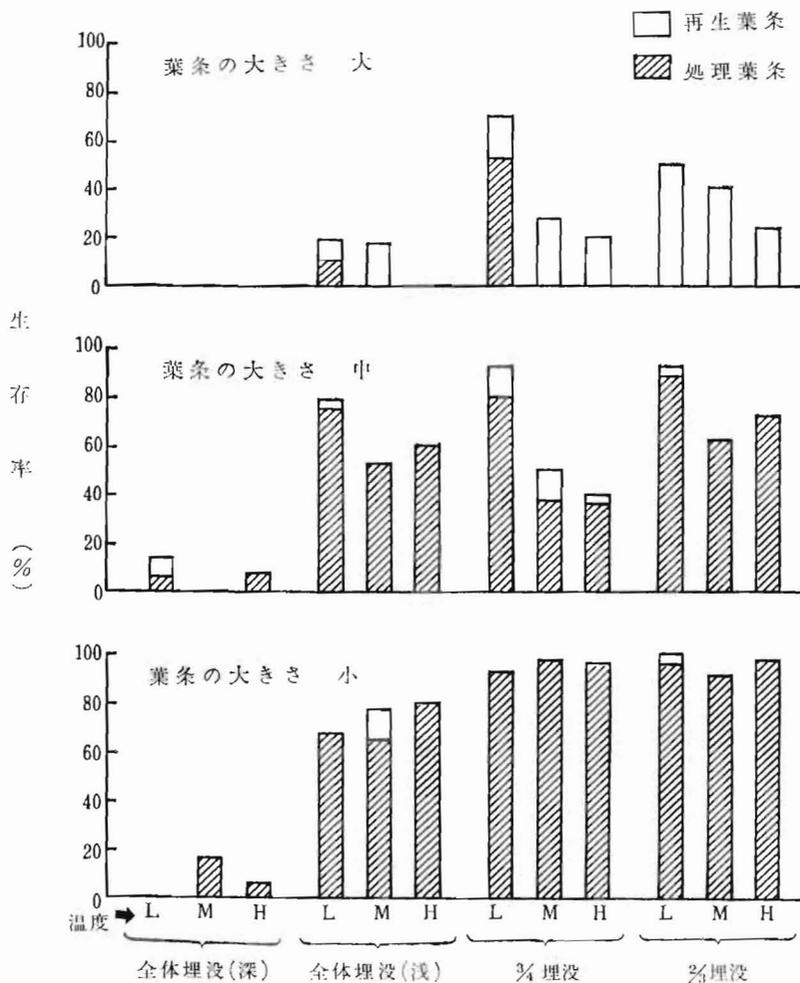
塊茎を有する葉条と塊茎を有しない葉条を供試したが、両者の間に差が生じたのは、葉条全体が埋没され、水位が地表下にあった3区と、葉条が地表に置かれ、水位が地表上5 cmであった区とであり、その他の区では塊茎の有無による差は大きくはなかった。

(ii) 葉条の大きさ・土壌中の埋没状態および地温と葉条の生存・死滅との関係。大きさを異にするミズガヤツリの葉条について、その土壌中の埋没状態および地温が異なる場合の生死の程度を調べた試験の結果を第7図に示した。

処理は7月2日に開始し、約1か月後の8月4日に調査を行なった。葉条の土壌中に埋没された部分が白化腐敗したが、その進行は温度が高い区ほど早かった。浅く埋没された小さい葉条は死滅する前に活着し、高温区ではその生育が促進された。したがって、埋没の方法と葉条の大小によって生存率が大きく変動し、全区の結果を通してみた場合には、温度の影響はあまり大きくなかった。

平均葉長が26.3 cmで、葉数が3.7枚に達していた大きい葉条は、全体が深さ1 cmに埋没されると全部死滅した。また、全体を浅く埋没した処理では、低温区で一部の葉条が起き上って生育し、中間の温度では一部の葉条がその基部から新しい葉条を再生した。4分の3あるいは3分の2埋没された葉条では、4分の3埋没の低温区だけで葉条の約半数が活着し生育した。その他の区では、埋没された葉条そのものは全部死滅したが、その20~50%の基部から新しい葉条が再生し、低温ほど多かった。

平均の葉長12.5 cm、葉数3.1枚の中位の大きさの葉条は、全体が1 cmの深さに埋没された場合には大部分死滅したが、その他の処理では多くの場合半数以上が活着した。そ



第7図 土壤中に埋没されたミズガヤツリの生存・死滅と葉条の大きさ、地温および埋没の状態との関係

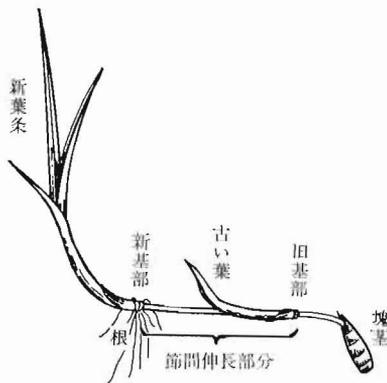
(注) 処理温度と地温

L: 16.5°C (地温20.6°C) M: 24.0°C (地温25.7°C)

II: 31.5°C (地温32.3°C)

の場合、第8図に示したように葉条の下位節間が伸長し、その先の節が新しい基部となり、葉条が起き上っていた。このような節間伸長を示した葉条は高温区に多く、4分の3が埋没された処理の高温区と中温区および3分の2が埋没された高温区の生存葉条の大部分を占めていた。

小さい葉条は平均の葉長が2.7 cmで最初の葉が伸長しはじめていた段階であった。埋没後も、そのまま生育が続いたため、先端を土壌面上に出した埋没法では、ほとんど全部が活着し、全体が埋没されても浅い場合には生き残った葉条が多かった。しかし全体が約1 cm埋没された葉条で生き残ったものはごく一部であった。



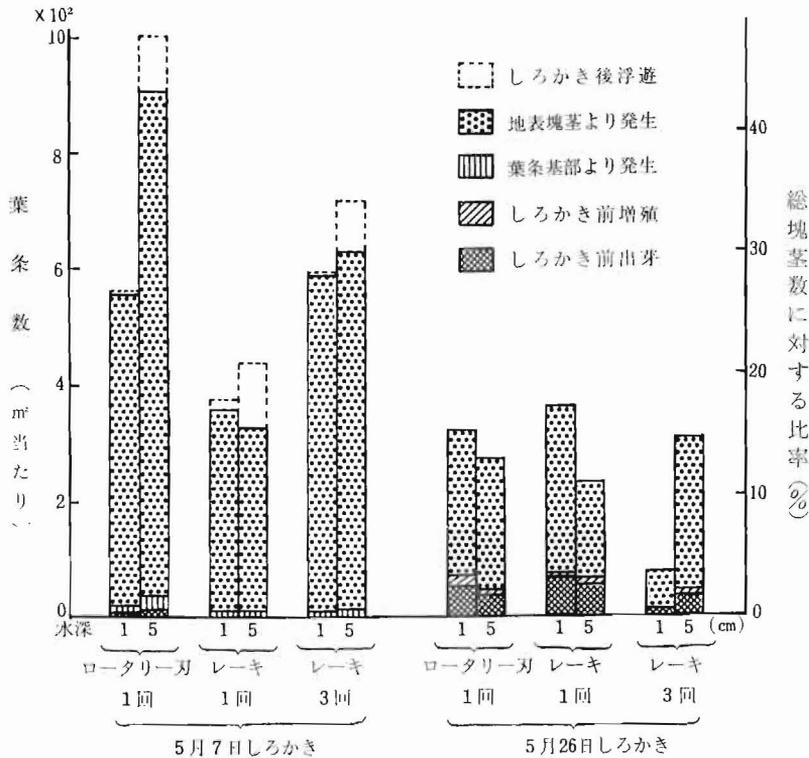
第8図 基部が埋没された葉条の根茎の節間伸長による新葉条の発生

(c) しろかきの時期と方法

早い時期のしろかきを行なった5月7日には、全塊茎の約17%、350個の塊茎が発芽してはいたが土壤中で伸長中であり、土壌面上に出芽していたのはわずか17葉条であった。また、遅くしろかきを行なった5月26日には約41%の904個の塊茎から出芽していた。

しろかき後の葉条数を第9図に示した。5月7日のしろかきでは、それまでに出芽していた葉条は、レーキによるしろかきでは全部死滅し、ロータリー刃によるしろかきでは、1cm、5cm両水深とも、ごく一部だけ生き残った。したがって、いずれの区でも、しろかき後に生育したミズガヤツリは大部分地表に出た塊茎から発生したものであった。

この地表に出た塊茎から発生した葉条数の試験区による差異は次のとおりであった。ロータリー刃によるしろかきでは、その葉条数が、水深1cmで総塊茎数の4分の1以上、水深5cmで約2分の1であった。レーキによるしろかきでは、水深による差は大きな



第9図 しろかきの時期・方法および水深としろかき後のミズガヤツリの葉条数との関係

く、しろかき3回ではロータリー刃による水深1 cmの場合とほぼ同数の葉条が発生したが、しろかき1回では、それよりもかなり少なかった。

5月26日にしろかきを行なった場合、しろかき後に生育した葉条の多くが、地表に掘り出された塊茎から発生したものであったが、しろかき前に出芽していて、しろかき後も生育を続けた葉条が5月7日の場合よりも多かった。しかし、しろかき後の生存葉条数は、5月7日の場合よりも、かなり少なかった区が多かった。とくに少なかったのは、レーキによるしろかきを3回行なった水深1 cmの区であり、 $m^2$ 当たりの葉条数は77で、総塊茎数の7.5%であった。他の区では $m^2$ 当たり230~360の葉条が生育したが、総塊茎数に対する比率は、いずれの区も17%以下であった。

## 考 察

耕起法によるミズガヤツリ防除についての試験を行なった二つの水田では、塊茎の垂直分布が、水稻作付の有無およびミズガヤツリ葉条の密度によって異なっていた。この差異は、既に他の多くの水田で調査した結果(中川1976)と同じであった。この代表的な塊茎分布の両水田において、耕起を行なった結果、深さ5 cmまでに塊茎が多い場合は、耕起後5 cmよりも深い土層の塊茎が増加し、逆に5~10 cmの土層に塊茎が多いと、耕起後深さ5 cmまでの塊茎が増加した。そして、いずれの水田でも耕起後の土壌中には、塊茎が比較的均一に分布していた。したがって、ミズガヤツリの場合、耕起前の塊茎の垂直分布の差異が耕起後の分布に影響する程度は小さいと考えられる。

12月に犁で反転耕を行なった区で効果が最も大きく、越冬中に発芽力を失った塊茎は試験Ⅰでは全体の49%、試験Ⅱでは45%であった。一方、攪拌耕では、20~30%の塊茎が死滅しただけであった。そして、同時に攪拌耕を反復しても効果は増大しなかった。また、反転耕の直後に攪拌耕を行なった区では、反転耕1回の区よりも多くの塊茎が生存していた。この場合、犁耕によって反転された土塊が、攪拌耕で破砕され、多くの塊茎が再び土壌中に埋没されたために、死滅塊茎が少なくなったと考えられる。しかし、間隔をおき、12月と1月に攪拌耕を繰り返した区では、死滅した塊茎が12月に攪拌耕を1回だけ行なった区よりも多かった。この場合、1回目と2回目とは、別の塊茎が地表に近い土壌中で死滅したと考えられる。それでも、その効果は反転耕1回のそれに及ばなかった。12月に反転耕を行なったあと、1月に攪拌耕を行なった区では、深い土層の生存塊茎数は少なくなったが、表層の生存塊茎数が増加し、結局、反転耕1回だけの場合とほぼ同程度の塊茎死滅効果が得られただけであった。

無耕起区では、第4図の塊茎の深さの調査結果に示されたように、地表から深さ2 cmまでに形成された塊茎はごく僅かであった。また、同区で越冬後に死滅したのは、葉条基部の一部分だけであり、塊茎はほとんど死滅しなかった。したがって、無耕起区では、地表から2~3 cmよりも深い土層において、地温が塊茎の致死温度以下に低下したり、著しく乾燥したりしたことはなかったと考えられる。そして、無耕起の土壌は冬季間かなり水分が多い状態で経過し、厳寒期には度々土壌が凍結した。しかし、同じ鴻巣の圃場で調べた結果では、凍結層が形成されたのは地表から深さ2~3 cmまでであり(長谷川・森田・中川1955)、それよりも深い土層の地温はあまり低下しなかったと考えられる。

なお、攪拌耕を行なった土壤は膨軟になり、浅い層の土壤はかなり乾燥したので、その中の塊茎の死滅には、低温だけでなく、乾燥の影響も加わった可能性がある。

一方、反転耕区においては、反転された土塊の間に深い空隙ができ、そこに冷気が停滞し、深い層の土塊の表面付近の温度が、ミズガヤツリ塊茎の致死温度以下に低下したのであろう。さらに、土塊の表面は凍結・融解の反復によって次々と崩壊し、その結果、当初は土塊の内部にあった塊茎も漸次表面に近づき、低温あるいは乾燥によって死滅したと考えられる。

12月に反転耕を行なった区の塊茎の発芽率は、第5図に示したように、1月から3月の間にも低下し、塊茎の死滅が徐々に進行したことがうかがえる。堀(1965)も、ミズガヤツリの塊茎は、耕起を行なった11月以後、1月までの間に漸次枯死したとしている。また、千葉農試で行なわれた試験では、1月、2月および3月に反転耕が行なわれたが、塊茎の死滅率は35~10%の範囲で、耕起時期が遅れるにしたがって効果が低下した(山岸・橋爪1972)。このように耕起後、塊茎が死滅するまでには、かなりの期間を要し、耕起時期が遅れるにしたがって死滅塊茎が少なくなるのであるから、耕起は越冬前の早い時期に行なうべきである。なお、本試験は冬季の気温の低下と乾燥が著しい関東平野の中央部で実施したものであり、暖地では低温よりも乾燥の影響が大きくなるものと考えられ、今後、塊茎死滅についての地域性を検討する必要がある。

耕起区では春季の出芽が著しく遅延した。無耕起区では、4月15日頃から出芽が始まり、4月25日には全塊茎の44%が出芽し、21%の芽が土壤中で伸長中であつた。これに比べ、耕起区の出芽始は早い区でも4月下旬であり、反転耕1回の区では6月21日になつても無耕起区の14%の葉条が出芽したに過ぎなかった。このような出芽遅延の原因は土壤の乾燥だけではないと考えられるが、耕起の効果として見逃すことができない点である。

耕起の主な目的の一つは雑草防除である。多年生雑草では、耕起によって地下茎が切断されると、頂芽以外の芽の休眠が打破されて出芽する。したがって、耕起の反復によって地下茎の貯蔵養分が消耗する(Muzik 1970)。このような多年生雑草に対する耕起の効果は、出芽から水稲移植までの期間が短いミズガヤツリでは大きくはないと考えられる。しかし、越冬前の反転耕によって半数の塊茎が死滅するとともに、出芽が遅延する。したがって、耕起はミズガヤツリの総合防除技術を組立てるための有力な素材と考えられる。

しろかきは、土壤を軟かくして田植作業を容易にし、田面を平にして水深を均一に保つことを可能にする作業として、水稲の移植栽培には欠くことができない。また、漏水を防止し、肥料を均一に混和し、雑草を埋没するなどの効果を併せもっている(川廷1966)。ところが、ミズガヤツリに対しては、しろかきには功罪両面があり、しろかき前に生育していたものを土壤中に埋没して枯死させると同時に、塊茎を地表に掘り出し、地表で発芽生育する個体を増加させることが明らかになった。

作季を異にする水稲の移植栽培の間で、田植後のミズガヤツリの繁茂程度に大きな差異が認められた。湛水下では、土壤中のミズガヤツリの塊茎は発芽しない。したがって、しろかきの際に葉条や塊茎が土壤中に埋没される程度が水稲の作季によって異なり、このことが、その後の繁茂程度に大きく影響しているものと考えられた。試験の結果、しろかきによるミズガヤツリ葉条の埋没程度と、しろかき後の発生量とは、葉条の大小によって著しく異なることが明らかとなった。また、湛水下で土壤中に埋没されたミズガヤツリの塊

茎と葉条の生死は、埋没の状態によって異なった。2~3 cmの深さに全体が埋没されると、葉条は枯死し、塊茎から別の葉条が発生することもなかった。しかし、浅く埋没された場合に、大きい葉条は枯死したが、小さいものは地表まで伸長して生き残った。発生した葉条が小さい間は塊茎に残存している貯蔵養分が多いために、その養分によって土壌中の葉条が伸長し、その間、地表付近では水中の酸素濃度が高いために、葉条が腐敗枯死せず、生存を可能にしたと考えられる。

一部分が土壌中に埋没された場合、葉の先端側が埋没されたものでは、地表に抽出した葉条の基部が早く下垂し、根が土壌中に伸長したもののだけが生き残った。水深が浅いと、基部が水面上に出るため、基部および塊茎の重みで早く下垂して活着するものがあった。しかし、晴天時には、下垂するまでに、根が空中で乾燥枯死する可能性があり、活着する割合は、その時の気象条件の影響を受けるものと考えられる。一方、水深が深い場合には、基部が水中で長期間生存してはいたが、何時までも水中に浮遊していて、活着するものが少なかった。田植後しばらくは、一般に深水にされるが、ミズガヤツリ防除のためには、深水の期間を長くする必要があると考えられる。

基部が埋没し、葉の先端側が地表に抽出していた葉条は、かなり多く生き残った。この場合、小さい葉条は出芽後の状態の継続になるのであるが、大きいものでは埋没された葉条は枯死し、基部あるいは塊茎から新しい葉条を再生していた。これらでは、古い葉の養分が、再生葉条の生長に消費されたと考えられる。

いずれの埋没状態でも、小さいミズガヤツリの生存率が高かった。これらは出芽前あるいはその直後であって、土壌中で伸長していた部分の割合が大きく、しかも塊茎には貯蔵養分が多く残っていたために、埋没されても、それまでの生長を継続して、生き残ったと考えられる。

水稻の作季についての試験の早期栽培および早植栽培の場合と同程度の小さいミズガヤツリを対象に、しろかきの時期と方法および水深を組み合わせた区を設けた試験では、しろかきによって多くの塊茎が土壌中から掘り出された。この試験では、しろかきの14日あるいは33日前に耕起を実施しており、最初に発芽した芽は耕起によって損傷し、その後再び発芽している。この2回の発芽によって、塊茎はその貯蔵養分が消費されて軽くなり、また小さい葉条はしろかきによって埋没されにくく、田面水中に浮び上がったものと考えられる。このように、水稻の作季が早く、ミズガヤツリの生育が進んでいない時期に耕起、しろかきを行なうと、田面水中に浮上する塊茎が多くなり、これらが地表に定着したときミズガヤツリが多発する。このことが、水稻の作季が早い北陸の水田や暖地の早期栽培地帯にミズガヤツリが蔓延するようになった理由の一つであると考えられる。

しろかきの方法とミズガヤツリの発生数との関係はあまり明瞭でなかった。水深を深くし、ロータリー刃でしろかきを行なった区で、とくに多くの塊茎が掘り出されたが、レーキによるしろかきでも多くの塊茎が浮き上がったのは、テイラーの水田車輪がロータリー刃の場合と同様な役割をして、塊茎を掘り出したためと考えられる。したがって、掘り出される塊茎を少なくするためには、塊茎が掘り出されない型式の水田車輪を使用する必要がある。しろかき回数を少なくすることも有効であると考えられるが、水中に浮遊するミズガヤツリの活着を防止するには、深水を維持する必要がある。それには、しろかき回数を多くして、水田の漏水程度を小さくしなければならない。したがって、しろかきの回数を

少なくすることは必ずしも適切ではないと考えられる。

湛水されていない多湿な土壌に生えるのは湿生雑草が主体であるが、湛水状態で発生する雑草は大部分水生雑草であり、水深が深いと雑草量が少ないことが、一年生雑草について明らかにされている(笠原 1950, 荒井・宮原 1956)。本研究の試験では、水深の影響が大きくなかったが、それは次のような試験条件によるところが大きいと考えられる。供試圃場の周囲の水田に入水される前に試験を実施したこともあって、漏水が大きく、水深 5 cm の区でも、毎日、入水前には浅水になっていた。そのため、地表水中で発芽した塊茎の芽の多くが、活着した可能性がある。さらに、1 m 角の枠を水田に入れて調査を実施したため、その中の浮遊塊茎があまり移動せず、このことも活着を助長したと考えられる。したがって、一般の水田においては、深水が維持できれば、多くのミズガヤツリの活着が阻害できるはずであり、深水はミズガヤツリ防除にとっても重要であると考えられる。

本研究によって、耕起としるかきとがミズガヤツリ防除に大きな効果をあげるためには、適切な実施時期と方法を選ぶことが重要であることが明らかになった。今後は、それらが実際の水稲栽培の技術体系に組み入れられた場合の防除効果について、さらに検討される必要があると考えられる。

## 摘 要

1. 我が国の水田にミズガヤツリ (*Cyperus serotinus* Rottb.) が蔓延するようになった原因の一つとして水稲の耕種法の変化が考えられる。その防除には生態的防除をとり入れた総合防除による必要があると考えられた。その基礎として、秋冬季の耕起と田植前のしるかきについて、これらのミズガヤツリの出芽生育に及ぼす影響および防除効果が高い方法と実施時期を検討した。

2. 耕起法としては、12月に実施した犁による反転耕の効果が大きく、耕起後、2月までに約半数の塊茎が死滅した。ロータリー刃による攪拌耕は効果が劣り、耕起を反復しても反転耕1回の効果には及ばなかった。また、耕起の時期が遅れるにしたがって効果も低下した。いずれの耕起法でも、また耕起前の分布が違っていても、耕起後、塊茎は耕土層にほぼ均一に分布していた。

3. 耕起後の発芽力の変化を調査した結果、攪拌耕では地表から深さ 5 cm までの塊茎の一部が死滅しただけであったが、反転耕では地表から 5 cm までの塊茎の 73%、5~10 cm の深さの塊茎の 35%、10 cm より深い土層の塊茎の 10% が死滅した。地表付近が凍結したことがあり、また反転された土塊の表面では塊茎が大気中に露出し、土塊のごく表層の塊茎とともに、低温および乾燥によって死滅したものと考えられた。無耕起区の地下茎先端の塊茎は、大部分 4 月下旬までに出芽したが、耕起区では出芽が著しく遅れ、とくに反転耕区で遅れた。

4. 田植後のミズガヤツリの発生量が、水稲の作季によって著しく異なり、早期栽培においては多かったが、早植栽培ではかなり少なく、普通期栽培では僅かであった。しるかき後に生育したミズガヤツリには、しるかき前に出芽していて生き残ったものと、しるかきの際、地表に掘り出された塊茎から発生したものがあつた。

5. 葉長約 25 cm に伸長していた葉条について、土壌中に埋没された状態および水深とミズガヤツリの生死との関係を明らかにした。全体が土壌中に埋没された葉条は、洪水下では全部死滅した。しかし、水位が塊茎の位置よりも低い場合には、塊茎を有する葉条はその基部あるいは塊茎から新しい葉条を発生した。地表に置かれた葉条と、葉の先端側 2 分の 1 が土壌中に埋没された葉条とは、洪水下では水中に浮遊しながら次第に枯死したが、水位が地表面と同じ場合には大部分活着した。基部側の約 2 分の 1 が埋没された葉条は大部分が生き残った。

6. 大きさを異にする葉条の埋没の状態、水温および水深が異なる場合の、葉条の死滅について試験した。平均 26.3 cm の長さの葉条では、全体が埋没されたものは全部死滅したが、基部側が埋没され、先端は地表に出ていた葉条の 20~50% は、基部から新しい葉条を発生して生き残り、その数は低温ほど多かった。平均 12.5 cm の長さの中位の葉条では、全体が 1 cm の深さに埋没されたものは大部分死滅した。しかし、浅く埋没された葉条と、先端が地表に出ていたものとは、根茎の下位節間が伸長して葉条基部を地表付近に押し上げたために、葉が地表に出て生き残ったもののがかなり多かった。平均葉長 2.7 cm の小さい葉条では、全体が 1 cm の深さに埋没されたものは大部分死滅したが、全体が浅く埋没されたものと、先端が地表に出ていたものは大部分生き残った。このように、小さい葉条ほど土壌中に埋没された時の損傷の程度が小さかった。

なおこれらの場合、高温で葉の腐敗が早く進行した区と、高温で生長が促進されて生存率が高くなった区とがあり、全体としては水温の影響は大きくはなかった。

7. しろかきの方法と水深をかえた処理区を設けた圃場試験を行なった。その結果、塊茎から発生した芽が土壌中で伸長している時期にしろかきを行なうと、多くの塊茎が地表水中に浮き上って定着し、しろかきの効果は劣った。ロータリー刃によるしろかきでは、水深が深い区で地表に浮き上った塊茎がとくに多く、効果が劣った。ミズガヤツリの出芽後間もない時期のしろかきでは、水深 1 cm でレーキによるしろかきを 3 回行なった区で生存葉条が最も少なく、他の区でも生存葉条数は全塊茎数の 17% 以下となり、土壌中で伸長中であった時のしろかきよりも効果が大きかった。

## 文 献

- 荒井正雄・宮原益次。(1956) 水稲の木田初期深水灌漑による雑草防除の研究。第 1 報 雑草の群落構造及び雑草量に及ぼす影響。第 2 報 水稲の生育収量に及ぼす影響。日作紀 24: 163-165.
- 荒井正雄・千坂英雄・片岡孝義。(1959) 水田裏作圃における耕種条件による雑草群落の変化。第 3 報 春秋の耕起方法が雑草群落構造・雑草量に及ぼす影響——特にスズメノテポウ種子の土中分布による雑草量の解析。日作紀 27: 387-390.
- 長谷川新一・森田進平・中川恭二郎。(1955) 灌漑時期が大麥、小麦の生育収量に及ぼす影響について。日作紀 24(4): 307-309.
- 林 政衛・橋爪 厚・五十嵐暁三。(1967) 水田多年生雑草防除に関する研究。第 1 報 マツバイ・ミズガヤツリの生態とその防除。千葉県農試研報 7: 60-73.
- 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.

- 笠原安夫。(1950) 耕地雑草の発生に関する実験的研究(1)。土壤水温の多少と埋土雑草種子発芽及び生育並びにその季節的消長に就て。農学研究 39: 17-24.
- 川廷謹造。(1966) 整地。体系農業百科事典 II: 613-622.
- 宮原益次。(1972) 水田雑草タイソビエ種子の休眠性に関する生理生態学的研究。農事試研報 16: 1-62.
- Muzik, T. J. (1970) Weed Biology and Control. McGraw-Hill.
- 中川恭二郎。(1976) 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.
- 中川恭二郎・服部金次郎。(1971) ミズガヤツリの出芽・生存に及ぼすしろかきの影響。日本雑草防除研究会第10回講演会要旨 158-161.
- 下島久雄。(1967) 水田雑草マツバイの防除に関する生理生態学的研究。滋賀県農試特別報告: 1-52.
- 山岸 淳・橋爪 厚。(1972) 水田多年生雑草防除に関する研究。第V報 耕耘・代かきがミズガヤツリ越冬器官の生存・出芽におよぼす影響。千葉農試研報 12: 43-50.
- 八柳三郎・高野 久・松島 正。(1954) ノビエ防除に関する研究。東北農業 7: 166-168.