

水田雑草の種子発芽について

岡山県農業試験場作物部 岡武三郎

水田雑草は笠原⁸⁾によると43科191種といわれるが、主要な雑草としてはノビエ・カヤツリグサ・コナギ等の一年生雑草が主体をなしてきた。しかし、近年除草剤による雑草防除技術の発展にともなって草種の変遷がみられ、ウリカワ・ミズガヤツリ・ホタルイ等の多年生雑草の優占化も各地にみられている。ところで、これら雑草の繁殖は、一年生雑草はもちろん、多年生のホタルイも実質的には種子による繁殖が主体をなしている。このように、塊茎により繁殖する多年生雑草を別にすれば、水田雑草の大部分は種子繁殖をし、防除上からも種子の発芽は重要な問題である。そこで、既往の報告をもとに整理させていただいた。

1. 水田雑草の種子

水田雑草の種子は、種類により、また生育する時期、環境などによって、生産される量は異なってくる。片岡¹⁰⁾によると、コナギの種子生産量は、成熟蒴果当たり140粒で、株当たり約1500粒といわれているが、その生産量も当然のことながら早期に発生したものほど多い。なお、岡山県下に発生のみられているアメリカコナギでは、蒴果当たり約750粒と多く、また株当たり蒴果数もコナギよりはるかに多い¹²⁾。一方、古谷⁵⁾はタイヌビエの種子生産量を、乾田直播田では株当たり約3000粒、稚苗移植田では約2000粒としている。このように発生源としての雑草種

子の生産量は莫大なものである。ちなみにその他の水田雑草の種子生産量を示すと第1表の通りである。なお、これらの雑草種子は完熟後地表面に落下するが、成熟以前においてもかなりの発芽力を有する。例えば水田野生ビエでは、開花後6日までの種子では発芽能力を持たないが、8日以上を経過すれば10%以上、16日以降では81~99%の発芽力を持つといわれる⁴⁾。これらは登熟期間の大小によって異なり、開花後1週間程度で大半のものが発芽力を有するものもみられる。したがって、ノビエなどの抜き取り時期及びその後の処置の仕方により雑草発生源としての問題にもなる。

第1表 水田雑草の1株種子数と種子千粒重

雑 草 名	株当たり種子数	千 粒 重
	粒	mg
タマガヤツリ	5,100	23
コナギ	2,848	128
アブノメ	3,920	9
アゼナ	3,880	5.5
キカシグサ	—	17
タイヌビエ	6,580	3,910
ホタルイ	3,790	1,882

注) ホタルイ以外は笠原著雑草図説より。

2. 休 眠

種子の発芽に触れる際、避けて通れないのが休眠である。大部分の雑草種子は、程度の差はあっても休眠性を有している。その程度は、極

く短期間のものから長期にわたるものまでみられる。これらは、本来の特性と環境条件によって変化するものである。休眠には、種子成熟後に見られる一次休眠と、一次休眠覚醒後発芽好適環境が得られない場合に再び休眠状態におち¹¹⁾いる二次休眠がある。宮原によると、水田における主要雑草であるタイヌビエでは、種子の成熟と共に休眠性がみられ、それらは成熟と共に深まっていくといわれている。一方、この休眠覚醒にあたっては、タイヌビエの生育する環境条件によく合致し、晩秋から冬期にかけての低温と、土壤水分の多い多湿条件での覚醒の進行がもっとも進み、低温条件が緩やかな場合や土壤水分が少ない環境下ではその進行が緩やかで、春先の温度上昇に伴う変温や、稲作の開始に伴う湛水による低酸素圧のもとでの覚醒が行われるという。そして、休眠の覚醒過程を第2表に示すように区分している。

第2表 タイヌビエ種子の一次休眠覚醒の段階
(宮原：1972)

一次休眠覚醒の段階	沼 紙 上 の 発 芽		凍結処理による休眠覚醒	湛水土中埋没処理による休眠覚醒
	30℃	変 温		
第 1 期	な し	な し	な し	な し
第 2 期	な し	な し	な し	覚 醒
第 3 期	ほとんどなし	ほとんどなし	大部分覚醒(変温をとまな ¹²⁾ って)	同 上
第 4 期	わずかに発芽	大部分発芽	同 上	同 上
第 5 期	発 芽	発 芽		

なお、その他の水田主要雑草では、コナギ・キカングサなどは、低温(5℃)、湿潤条件で種子の休眠が覚醒され、タマガヤツリは5～30℃、湿潤～風乾のどちらでも休眠が短期間に覚醒されるという³⁾。一方、水田裏作雑草の主体であるスズメノテッポウの種子休眠覚醒には、荒井ら¹⁾

は、湿潤——低～高温、無酸素条件などが有効としているが、これは高温——湛水埋没条件にある実際の稲作圃場での状況によく合致する。

このように休眠覚醒した雑草種子は、発芽に不適な環境条件では一時的な環境休眠の状態にいるが、一定期間を経過すると再び二次休眠に入るものもある。しかし、二次休眠性を持つ雑草は比較的少なく、現在のところタイヌビエ・ヒメケイヌビエなどの報告があるにすぎない。

3. 種子の発芽

雑草種子の発芽に対する環境条件としては、水・酸素濃度・温度・深度・光・酸度などがあげられる。

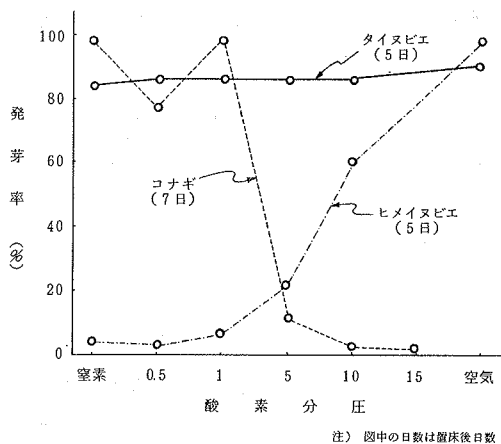
(1) 水

種子の発芽のためには水分は不可欠であるが、雑草の種類により好適する水分条件は異なってくる。また、発芽のための水分は、実際には土壤水分となるが、一面では酸素量とも関連を持ってくる。発芽のための好適水分条件は、その雑草の生育場面と極めて密接な関連を持つが、荒井ら²⁾によるとタイヌビエでは、土壤容水量の60～95%の比較的水分の多い畑状態が好適し、容水量100%以上の水分過多は、酸素供給量によって発芽が抑制されることがあるという。このことは、極端な乾燥状態にならないかぎり、移植栽培より乾田直播栽培でのタイヌビエの発生量の多いことからもうなづける。また、ケイヌビエでも覆土を行なった条件では、80%以上の土壤水分(容水量比)では発芽が抑制されることを高橋は報告しているが、これらは酸素分圧の低下によって、湿生雑草も出芽が抑制されるものと考えられる。しかし、コナギでは湛水下ほど発芽が多く、また、アメリカコナギも飽和状態に近い高水分条件ほど発芽に好適する¹³⁾。

一方、石倉らによると、イヌホタルイの種子は、⁶⁾ 土壤水分が61%以下になると急激に発芽率が低下するが、74~142%では高い発芽率が示され、高水分条件が発芽に好適としている。

(2) 酸 素 濃 度

雑草種子の発芽に關与する酸素分圧については、土壤水分と密接な關係があることが窺われ、その雑草の生育する適環境と關係が深い。一般的に、コナギなどの水生雑草は比較的酸素分圧の低い条件で発芽するものが多い。⁹⁾ 片岡らは、水田雑草の発芽時における酸素要求度は、第1図に示すように、ヒメイヌビエ<オオイヌビエ>イボクサ>イヌビエ有芒種>タイヌビエ>イヌホタルイ>コナギの順となり、タイヌビエ・イヌホタルイ・コナギの3草種は、酸素分圧のきわめて低い条件下での発芽が良好であることを認めている。しかし、タイヌビエでは酸素分圧が1%以下では発芽が低下し、発芽に対する酸素要求度はスズメノテッポウ・ムギより小さく、⁸⁾ 水稻よりやや大きいという。一方、千坂らも発芽に關して酸素濃度の要求が低いものは、コナギ>アブノメ>キカシグサ>アゼナ>タマガヤツリの順であるとし、片岡らと同じ結果を



第1図 発芽に及ぼす酸素分圧の影響
(片岡ら：1978)

得ている。なお、イヌホタルイ・コナギなどでは、貯蔵条件など前歴の異なる種子では、これら酸素要求度に関しても、休眠の覚醒度合が關与することが推察される。

(3) 温 度

休眠覚醒された雑草種子は、発芽に好適する温度に遭遇すると発芽を開始するが、その温度変異ならびに最適温度も雑草の種類によって異なる。主要な雑草の発芽温度は、第3表に示す通りである。これらによると、比較的低温条件で発芽するものは、タイヌビエ・キカシグサなどで、コナギ・タマガヤツリなどはタイヌビエなどに比べ発芽に要する積算温度も高い。なお、アメリカコナギでは、置床後発芽までに要する日数は20℃では4日を要したが、30℃では約30時間であった。

一方、²⁾ 荒井らによると、休眠の完全に覚醒したタイヌビエ種子では、発芽に対して変温の効果はみられず、むしろ低温条件に遭うことによって発芽が遅延する。そして、恒温条件での発

第3表 水田雑草の出芽始期温度と積算温度
(鈴木ら：1975)

雑 草 名	気 温	水 温	積算温度(平均値)	
			気 温	水 温
イ ボ ク サ	8℃	13℃	83.5℃	105.2℃
キ カ シ グ サ チ ョ ウ ジ タ デ タ イ ヌ ビ エ	9~10	14~15	139.4℃	168.6℃
ア ゼ ナ ミ ソ ハ コ ベ ヒ ロ ハ イ ヌ ノ ヒ ゲ ハ リ イ ア ゼ ナ	11~12	16~17	144.8℃	174.2℃
タ マ ガ ヤ ツ リ サ ワ ト ウ ガ ラ シ	13~14	18	166.7℃	215.7℃
コ ナ ギ ア ゼ ト ウ ガ ラ シ	15~16	19	155.3℃	185.3℃

注) 4月20日播種で、出芽始めを含む前5日間の平均気温・水温。

芽温度は、最低10～15℃、最高45℃前後、最適30～35℃であるという。したがって、これらのことは水稻の移植時期・栽培法によって雑草の発生速度に差異がみられるため、雑草防除上大きな問題となる。すなわち、温度の上昇する温暖地に比し、移植時期が低温である寒冷地ではノビエなどの発生が均一でない。このことは、除草剤の残効性ととの関係で効果の低下を招きやすく、薬剤の散布回数を増加させることとなる。

(4) 深 度

水田雑草の種子は第1表に示すように、その大きさ・形状は千差万別である。また、これら種子は圃場では全層に広く分布している。そして、出芽には土中での種子発芽と、それに続く幼芽の伸長が必要である。したがって、雑草種子の出芽にとって、深度は重要な要因となる。すなわち、発生深度は、土壤温度・水分・酸素など発芽ならびに幼芽の伸長に關与する要因が多い。

一般に雑草種子の出芽深度は土壤水分による影響を受けやすく、片岡ら⁹⁾によるとタイヌビエ・ヒメイヌビエ・イヌビエ有芒種での最大出芽深度は、最適土壤水分条件では約8cmであるが、湛水下ではいずれも1～2cmである。また、湛水条件下では、コナギは土壤表層部、イヌホタルイは地表下3cm以内が出芽可能範囲であったとしている。なお、これら雑草の出芽可能深度については、千坂ら⁸⁾もコナギは10mm以内とはほぼ同様の報告をしている。一方、アメリカコナギの出芽可能深度も浅く、2～3mmと推定され¹³⁾ている。

(5) 光

一般に耕地雑草は、好光性種子が多いといわれているが、その反応は複雑で多様性を有している。すなわち、光の強さと露光時間、また温

度、酸素分圧など他の発芽条件、さらに休眠覚醒程度などによって、感光性にも著しい差異が見出される。水田雑草に対する光発芽性については、ノビエをはじめかなりの草種について検討が行われている。明条件で発芽が良好なものは、タイヌビエ・ケイヌビエ・コナギ・キカシグサ・タマガヤツリなどがある。アメリカコナギでは、かなりの遮光条件でも発芽が認められ、200 lux程度の弱光でも発芽を認め、光に対する要求度は小さい¹³⁾。また、ケイヌビエでは、1分間の光照射で発芽率の顕著な高揚を認めてい¹⁴⁾る。一方、カヤツリグサ種子は強い好光性を有し、30℃、16時間の露光が発芽促進に有効である⁷⁾としている。したがって、発芽に対する光要求度は一定したものでなく、もちろん種本来の特性にもよるが、貯蔵条件などによって変化がみられ、休眠の覚醒程度が高い状態ではその要求度が小さいといわれる。また、発芽に対する光条件は、一般に低温条件のような発芽に不適な条件下では促進的である。

第4表 カヤツリグサの種子発芽に及ぼす光の影響
(岩男・橋本：1978)

照 明 時 間	発 芽 率 (%)	
	1 4 0 0 0 lux	2 0 0 0 lux
4 hrs	39 ± 13	1 ± 1
8	86 ± 3	44 ± 8
12	87 ± 4	68 ± 8
24	100 ± 0	99 ± 1
連続照明	—	100
連続暗黒	0	

(6) pH

生育の場である土壤の酸度も、雑草の発芽にとって大きな要因となる。一般に水田の場合、土壤酸度は弱酸 (pH 5～6) 性にあるのが多い。荒井ら²⁾は、タイヌビエについて pH 4.7～8.3 の間で発芽を検討した結果、差異のないところか

ら、この範囲では影響ないと結論している。また、アメリカコナギについても、タイヌビエと同様 pH 4 ~ 8 の範囲では発芽に差異はみられなかった。一般に雑草は土壌酸度に対する適応にもかなり幅を持つものが多いといわれている。したがって、水田に生育する雑草は、概ねその酸度に適すると解される。

おわりに

水田雑草種子の発芽に関与する諸要因について極く簡単に触れてきたが、これらはいずれも

単一に作用するものでなく、互に関与し合っていてはじめて発芽という現象に結びつくものである。ここで触れてきたように、いくつかの草種については、発芽など生理生態に関する貴重な研究がみられるが、今後さらにこれら諸要因の相互関係や、新たな草種についての研究の発展がなされ、雑草防除技術確立への寄与が望まれる。編集者からの依頼ながら、このような課題に浅学を顧みず貴重な紙面を割かしていただいたことをお詫びする。

引用文献

- 1) 荒井正雄・千坂英雄：日作紀 29 (4), 428 ~ 432 (1961).
- 2) 荒井正雄・宮原益次：日作紀 31 (4), 362 ~ 378 (1963).
- 3) 千坂英雄・片岡孝義：雑草研究 22 別号, 94 ~ 96 (1977).
- 4) 江原薫・阿部新一：日作紀 21, 61 ~ 62 (1957).
- 5) 古谷勝司・片岡孝義：雑草研究 23 (4), 180 ~ 185 (1978).
- 6) 石倉教光・曾我義雄：雑草研究 24 別号, 81 ~ 82 (1979).
- 7) 岩男徹・橋本義人：雑草研究 23 別号, 41 ~ 43 (1978).
- 8) 笠原安夫：日作紀 28 (2), 244 ~ 246 (1959).
- 9) 片岡孝義・金昭年：雑草研究 23 (1), 9 ~ 18 (1978).
- 10) 片岡孝義・児嶋清・古谷勝司：雑草研究 24 (2), 86 ~ 91 (1979).
- 11) 宮原益次：農事試験場研究報告 16, 1 ~ 62 (1972).
- 12) 岡武三郎・富久保男・中野幸彦：雑草研究 24 別号, 103 ~ 104 (1979).
- 13) 岡武三郎・富久保男・中野幸彦：雑草研究 24 (2), 113 ~ 116 (1979).
- 14) 高橋均：農事試験場研究報告 16, 1 ~ 62 (1972).

本誌掲載原稿の募集

本誌を愛読されている皆様より、原稿を募集しておりますので、ご寄稿下さい。内容は、除草剤、生育調節剤に関する記事であればよく、400 字詰原稿用紙で 20 ~ 30 枚位、図・写真の挿入も可。原稿料は、当協会の規程によりお支払いいたします。