

コナギの発芽・生育について

— 除草剤を使わない稲作における抑草のための基礎調査 —

平成19年度「人と自然の博物館」植物リサーチクラブ専修科研究

伊藤 雅夫
(有馬富士植物研究会)

はじめに

除草剤を用いない稲作において、2大雑草はヒエとコナギである。ヒエについては田水の水位を高くすることによって抑えることができる。コナギに関しては米ヌカ、菜種油粕の散布、緑肥すきこみなどの方法が提案され、試みられているがその効果は一定していない。米ヌカや菜種油粕法の単独使用では抑草効果は不十分であり、その発芽抑制の機構についても明らかではない。この研究では、今後の抑草技術の安定化、確立のための知見を与えることを目的とした。そこで除草剤を使用しない稲作圃場でのコナギの発芽・生育について観察を行い、並行して室内トレイ上で米ヌカの発芽率と生育への影響を観察した。

1. 調査・観察方法

- 方 法：1) 実体顕微鏡による観察計数 圃場での発芽調査として作土表層の土、約200mlを洗浄し、粒分を選別し、実体顕微鏡下で発芽種子を計数・観察した。
- 2) 発芽率は室内トレイで試験、同時に生育観察した。
- 3) 気温連続記録計、およびアルコール温度計で水温、地温を測定した。

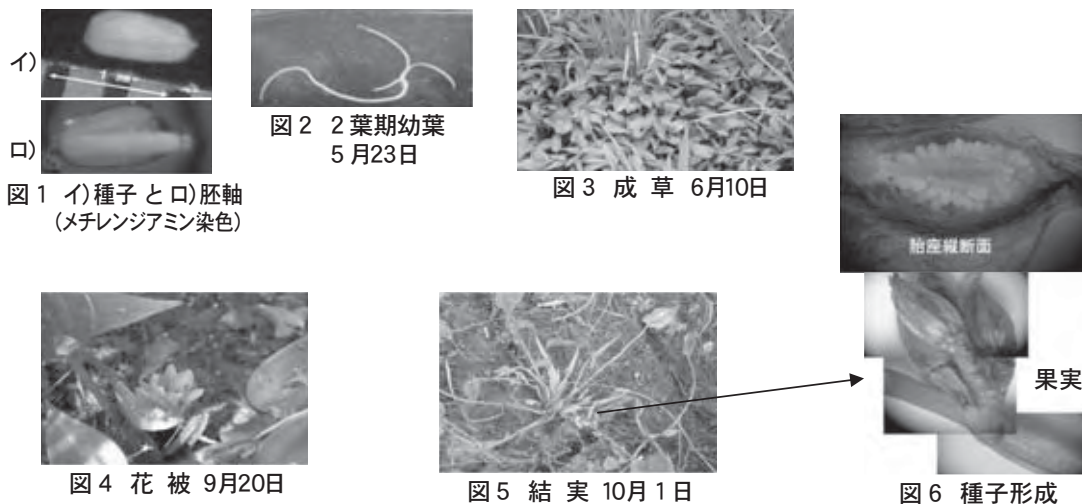
場所・期間：三田市小柿、稲作期間 平成19年5月-11月

実施抑草法：カラシナ緑肥すきこみ、菜種油カス散布、米ヌカ散布、深水管理

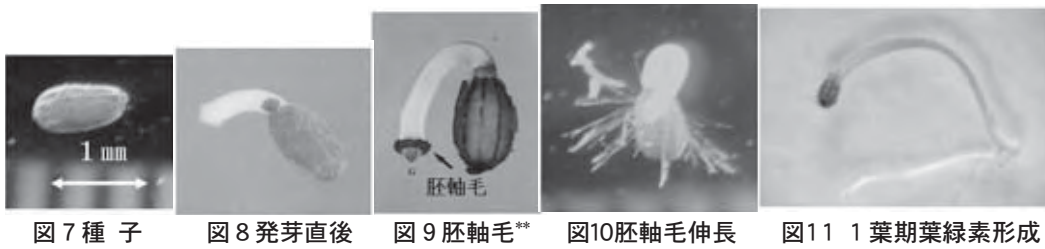
2. 結果と考察

2.1 コナギ（ミズアオイ科ミズアオイ属）の生態

a) コナギの生活



b) コナギ種子の発芽と生育



**図9は松尾・芝山(1997)より著者の許諾を得て掲載

コナギは種子で越冬する1年生草本である。花茎は葉よりも短く葉柄の基部に付く。種子生産は多産であり、1さく果に150個ほども生成し、一株に20-30個のさく果を形成するので、生産される種子の量は一株に数千個になることもある。また1さく果あたりの発芽率は80%であるという報告¹⁾もある。この多産性と高い発芽率のために、コナギは稲作においては図3に見られるように大変な脅威を与えることになる。

コナギ種子は、子葉部と根茎部の境界に胚軸毛を持ち、発芽と同時にその胚軸毛を伸長させ、地中で周囲の物に長い毛をからみつかせ、水に浮かないように定着する。胚軸毛の生長は速く、120時間後には2.5mmにもなる。根茎部先端に生長点があり、当初は子葉部を通じて胚乳の供給を受けて根茎を伸長する。子葉部は発芽当初は白色であるが、光を受けると葉緑素を形成して、コナギは貯蔵栄養による生長から光合成による生長へと変わる。その発芽期生長の過程はこのように2ステージにわたることが分かる。光合成による生長速度は速く、子葉の緑化直後に第2の出葉が見られる(図11)。

2.2 発芽数の日変化と連続測定気温の変化

発芽と温度の関係

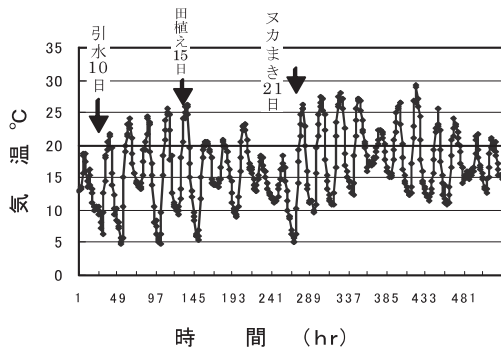


図12 畦畔の気温連続測定

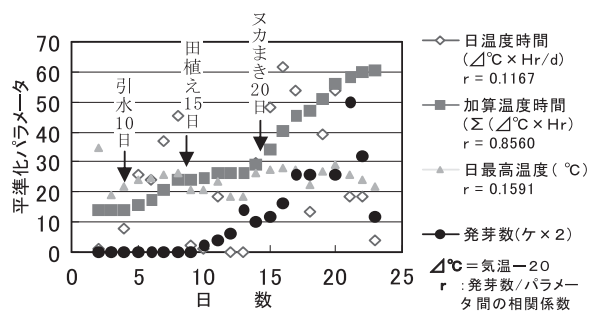


図13 発芽数日変化と温度の影響

* 耕起(5月6日)後、(5月9日)から、21日間調査区域直近の畦で高さ70cmの位置で、気温を1時間間隔で自動連続記録した。図12に示す。この地域では、この時期5月中旬でも1日の寒暖差が大きく、最低温度が5℃、最高26℃となる日もある。強風をとまなう。

* 調査区域は温度測定点の近傍で、約200ml/日の表層作土を採取、水洗選別し、発芽種子数を実体顕微鏡で計数・観察し、引水(5月10日)よりの日変化に対応させて表した。

* 連続温度測定の結果から、つぎに示す3つのパラメータにより整理し、発芽数との関係について検討した。気温が20℃以上に保持された時間とその温度差の積を、田に水が引き込まれた時点から累積して加算温度時間とし、1日当たりの温度差・時間数積を日温度時間、さらに各測定日の最高温度の3つのパラメータと発芽数の日変化と合わせて図13に示した。ここで

温度20℃は試算上任意に定めたものである。これらの因子と発芽数との間の相関係数（r）を計算し、t検定すると、加算温度時間/発芽数間のみ、高度に有意な関係があると推定された。この統計的推定に相当する生物学的な因果関係については不明である。生態観察でみられた発芽の初期過程は貯蔵栄養による生長であることから、母細胞の分裂開始から、葉緑素が形成され、光合成による栄養素の取り込みが可能になるまでの期間は外部から栄養素が取り込まれることなく、種子内栄養素の胚乳が組織細胞へと、物質変換するのみである。即ちこの発芽過程においては、必要な活性化エネルギーは種子外部から取り入れられる。このエネルギーは太陽光による気温上昇と輻射による流入熱量として供給されるものと推察される。加算温度時間は温度差により流入する熱量に相応するものであり、発芽数との強い相関性はこの因果関係によるものであろうと推定される。

図13、発芽数の日変化にたいする、実施された抑草法の効果については推定できなかった。実際にはこの試験後に、中耕除草機を押し、さらに手による株周りの除草が必要であった。

2.3 田面の温度変化の事例

次に連続温度測定点の試験区域での気温、水温、地温測定結果について図14に示す。気温についてはアルコール温度計および自動記録計2方法で測定、水温、地温についてはアルコール温度計によった。測定は昼間のみで、1時間間隔で行った。水温がもっとも高く、夜の間には地温水温は同じになり、太陽光照射とともに水温が最も早く上昇し、地温は遅れて昇温し夜間には遅れて冷却される。気温は自動記録も目測も昼間には差はなく、日射の始まりの時間帯（8時-12時）は輻射加熱が遅れるため、自動記録の気温上昇は百葉箱外の目視気温よりも遅れている。

気温・水温の差は大きく、日射の最も強い時間に温度差は最大になる。この傾向は太陽光による輻射加熱によると考えられ、コナギの発芽はこの輻射加熱に直接に影響されるであろうと推察される。

2.4 米ヌカのコナギ発芽、生長への影響

表1. ヌカのコナギ発芽率への影響

	水のみ	ヌカ敷き
発芽数	17	37
未発芽数	21	1
発芽率(%)	42.5	92.5

表1 備考

- 培地：トイレにキッチンタオルペーパーを敷き、播種、ティッシュペーパー1枚で覆い、水浸漬した。
- ・6月8日播種-20日終了
 - ・植付け数：40粒水のみ2個消失不明
 - ・ヌカ敷き未発芽1個は黒死

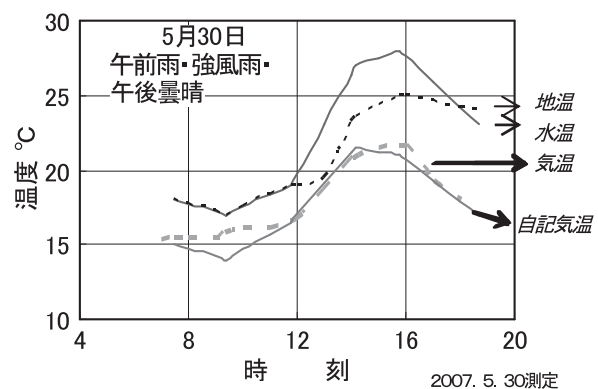


図14 田面の温度変化

表2. 醗酵ヌカの抑草効果

	醗酵あり	生ヌカ
未発芽	5	6
発芽直後死	21	8
1葉緑後死	9	8
2葉緑後死	4	0
消失	1	18
発芽率	87.50%	85%
致死率	85%	40%
植付け数	40	40

表2 備考

- ・ 植付け 6月22日-30日終了
- ・ 培地：トレイ底にペーパータオルを敷き、ヌカをしき、その上に播種、ティッシュペーパーで覆って水浸漬した
- ・ 植付け数：各40粒
- ・ 未醗酵ヌカ：生ヌカ
- ・ 醗酵ヌカ：腐敗促進菌添加した水練りヌカを3日間腐熟



図15 試験供試体（健全体）

b) ヌカによる幼葉の生育阻害

a) 発芽後障害死



図16 健全発芽



図17 種皮傷



図18 黒死



図19 内部腐敗



図23 ヌカなし3葉期



図20 生長点腐敗



図21 幼根の溶解



図24 腐熟ヌカによる幼葉腐敗



図22 枯死



図25 生長点の損傷

表1にヌカの発芽率への影響を示した。ヌカ散布での発芽率は92.5%にもなり、ヌカなし水の場合の42.5%に比べ2倍以上であった。このことから、ヌカには強い発芽促進の性質があることが分かった。稲種子のコナギ種子発芽への促進効果について川口らにより報告されている²⁾。また、表2に予め醗酵させたヌカ散布と、生ヌカ散布との比較の結果を示した。発芽率は両者とも高い値を示した。腐熟による発芽促進効果の差は明らかではない。

致死率については、醗酵ヌカは生ヌカよりも、高い効果を示した。生ヌカも試験後期には腐熟が進んでいたことから、ヌカの醗酵、腐熟は強い生育阻害効果を持つことが分かった。

ただし、生ヌカの場合、半数近い種子が無名の幼虫に食べられ消失した。

a) 図16～図22に種子・発芽前後の腐敗の状況を示した。種子の状態が図17-19のように胚珠で腐敗が起こり、ガスが発生し、腐敗した胚乳が押し出される、また発芽直後に生長点が腐敗し・溶解する図20、21、さらに図22のように全体が枯死するものも見られた。

b) 図23はヌカなく3葉期でも健全であるが、図24、25には、ヌカありの場合で、葉緑素形成後、幼葉の腐敗状況を示した。腐敗は、貯蔵栄養による生長期には胚珠、成長点、胚軸毛で、葉緑素形成後は葉脈周辺で優先しておこっていた。

2.5 残留種子

手による除草作業終了後、なお、土中には未発芽の種子が多く残留している。表層部と深部の残留種子数を比較すると表3のようであった。表層の残留種子数は深部に比べ、1/2であった。コナギの発芽は田面表層部で多いことが分かった。

表3. 残留種子の地中分布

測定点:3ヶ所平均			
	未発芽	死種子	合計個数
表層50mm	20	14	34
深層	42	32	74

一方、死種子数の残留種子数に対する比率は表層部で41.2%、深層部で43.2%であった。

3. まとめ

1. コナギの発芽は、 ΔC (気温-20°C) × 時間の累計と強い相関が認められた。
(相関係数 $r = 0.8560$)
2. 米ヌカは強い発芽促進効果を示した。
3. 米ヌカの醗酵は発芽種子の生育を阻害した。
4. コナギは一株に数十個の果実を、1果実には100~200個の種子を形成する。したがって一株で数千個の種子を残す。
5. コナギは、出穂頃には表層の残留種子数は深層の半分ほどであった。しかし、いずれの層でも42%ほどは死種子のようであった。

謝 辞

この研究は兵庫県立「人と自然の博物館」植物リサーチクラブ専修科の調査研究として高橋晃先生に懇切なご指導いただきましたこと心より感謝申し上げます。また、顕微鏡、温度計、など機材を博物館より貸与いただきましたこと合わせてお礼申し上げます。図9の掲載について快諾くださった著者、松尾光弘先生（宮崎大学）に感謝いたします。

文 献

- 1) 松尾光弘・芝山秀次郎(1997)コナギ幼植物における胚軸毛の形成様相. 日本雑草学会誌 42(3): 233-239.
- 2) 川口 俊・竹内安智・小笠原勝・米山弘一・近内誠登(1997)コナギの種子発芽に対するイネ種子の他感作用. 日本雑草学会誌 42(3): 262-267.