

夏期湛水条件がヒメアマナズナ，クジラグサ，ゲンバイナズナ種子の生存に及ぼす影響

誌名	雑草研究
ISSN	0372798X
著者名	青木,政晴 浅井,元朗 酒井,長雄
発行元	日本雑草防除研究会
巻/号	57巻3号
掲載ページ	p. 109-115
発行年月	2012年9月

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



夏期湛水条件がヒメアマナズナ、クジラグサ、グンバイナズナ種子の生存に及ぼす影響

青木政晴*・浅井元朗**・酒井長雄*

キーワード：ヒメアマナズナ、クジラグサ、グンバイナズナ、種子生存、湛水管理

要約：長野県のコムギ連作圃場では、アブラナ科の帰化雑草であるヒメアマナズナ、クジラグサ、グンバイナズナの発生が拡大し、多発により収穫放棄圃場まで出現している。本試験では、3草種に対する耕種的防除技術を確立するため、コムギ収穫後の夏期の圃場管理が種子生存に与える影響を検討した。3草種の種子は、畑条件ではほとんど死滅しなかった。湛水条件と畑条件を繰り返す間断湛水管理では、2ヶ月間の処理によっても発芽可能種子割合は0~90%と年次間変動が大きかった。一方、湛水条件では、3草種とも発芽可能種子割合が1ヶ月間湛水では10%程度に、2ヶ月間湛水では3%未満に減少した。また、グンバイナズナが多発した転換畑では、水稻作への復元により、埋土種子量は、水稻作付前の約90,000粒/m²から水稻収穫時には約6%に減少した。また、水稻作後のコムギ作での発生密度は75個体/m²であり、この発生密度は多発生に区分される。したがって、夏期湛水管理は供試した草種に対する防除手段として有効であるが、多発圃場における埋土種子根絶には、2作以上の水稻栽培への転換が必要と考えられる。

緒言

近年、長野県のコムギ圃場では、ヨーロッパからアジア原産の一年生アブラナ科帰化植物であるヒメアマナズナ (*Camelina microcarpa* Andr. ex DC.)、クジラグサ (*Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl)、グンバイナズナ (*Thlaspi arvense* L.) の発生が拡大し、雑草害による収量低下、収穫放棄圃場までも出現している。これは、水稻の転作面積の増加に伴いムギを連作する長期固定方式の転作圃場が増えていることが一要因と考えられる。

これらの草種は北米においては一般的な耕地雑草であり、クジラグサはカナダ大平原地帯の主要雑草として知られ (Best 1977)、グンバイナズナはカナダ全域を含む北半球の温暖な地域に広がり、最近では南半球の温暖な地域にも広がりつつあ

る (Warwick *et al.* 2002)。日本への侵入については、輸入冬作物中の混入雑草種子を調査した結果、3草種ともに北米からの検体に混入が確認されている (浅井ら 2007)。

長野県での生息や分布については、ヒメアマナズナが1983年までに県中部で確認され (横内 1983)、1997年までにはクジラグサが県北部および東部に稀に、グンバイナズナが比較的少ないが全县の低地に分布が確認されていた (清水 1997)。しかし、1990年代までは農業被害を広く及ぼしてはなかったと推察される。

これら草種のうち、クジラグサについては出芽時期と土中種子の生存 (Chepil 1946)、グンバイナズナについては埋土期間 (Burnside *et al.* 1996)、土壤種類 (Chepil 1946) および耕起条件 (Roberts 1964) について、いずれも畑条件での種子生存が調査されている。しかしながら、短期間で大幅な種子の死滅が確認された事例はない。一方、土壤水分が種子の死滅に与える影響についてみると、鶴内 (1986) はアブラナ科のナズナが3ヶ月間の夏期湛水により種子の死滅効果が大きいとしている。

このため、田畑輪換圃場では、ムギ不作付期間中の湛水もしくは水稻作への復元によりアブラナ科雑草の埋土種子の死滅効果が期待できる。しかしながら、帰化3草種の湛水条件での種子生存率は不明であり、ヒメアマナズナについては畑条件での知見もない。そこで本研究では、ヒメアマナズナ、クジラグサ、グンバイナズナ3草種に対して湛水管理による耕種的防除法の確立を目的とし、コムギ収穫後、夏期の圃場管理法およびその期間が種子生存率に及ぼす影響について、管理法を制御した圃場試験により調査した。さらに、グンバイナズナが多発した現地圃場において、水稻作復元による埋土種子量の変化および後作のコムギ作期の発生数を調査した。以上の結果から、夏期の短期湛水または水稻作への復元によるアブラナ科帰化雑草3草種の防除の有効性について検討した。

材料および方法

1. 湛水条件、期間による種子の生存に及ぼす影響

試験は2008年および2009年の2ヶ年、長野県須坂市の長野県農事試験場 (現・長野県農業試験場、以下、長野農試) 圃場において行った。ヒメアマナズナ、クジラグサ、グンバイナズナの3草種とも、コムギ収穫後に採種した種子を夏期の試験に供試した。クジラグサおよびグンバイナズナの種子

* 長野県農業試験場

〒382-0051 長野県須坂市八重森 610

aoki-masaharu@pref.nagano.lg.jp

** (独) 農研機構・中央農業総合研究センター

(2011年3月25日受付、2012年5月19日受理)

第1表 試験区の構成

試験区	処理期間	処理方法	処理期間	
			2008年	2009年
地表区	2ヶ月間処理	転換畑圃場の土壌表面に2ヶ月間設置	7.31~9.29	7.21~9.19
土中区	2ヶ月間処理	転換畑圃場の土中に2ヶ月間埋設	7.31~9.29	7.21~9.19
間断区	1ヶ月間処理	転換畑圃場の土中4日間埋設と常時湛水水田の土中3日間埋設を1ヶ月間繰り返した	7.31~8.29	7.21~8.23
間断区	2ヶ月間処理	転換畑圃場の土中4日間埋設と常時湛水水田の土中3日間埋設を2ヶ月間繰り返した	7.31~9.29	7.21~9.19
湛水区	1ヶ月間処理	常時湛水水田の土中に1ヶ月間埋設	7.31~8.29	7.21~8.23
湛水区	2ヶ月間処理	常時湛水水田の土中に2ヶ月間埋設	7.31~9.29	7.21~9.19
無処理区		室温で2ヶ月間保管	-	-

1) 埋設深は転換畑圃場が10cm, 常時湛水水田が5cmに設置した。

は、2007年7月および2008年7月に伊那市東春近のそれぞれ別のコムギ作圃場から集団採種した。ヒメアマナズナの種子については、2008年の試験では、前年7月に長野県東御市下之條のコムギ作圃場から集団採種した種子を同年秋から長野農試内圃場で採種栽培して増殖し、試験年7月に採種した種子を供試した。2009年の試験では同年7月に伊那市東春近のコムギ作圃場から集団採種した種子を供試した。採種した種子は自然乾燥後に室温保存し、粒厚選別と風選で選別した充実種子を供試した。

供試種子は、長さ95mm, 幅70mmのポリプロピレン・ポリエステル・レーヨン製不織布袋内に、種子各100粒を場内圃場から採取した細粒土壌約25ccと混和して封入し(以下、封入種子という)、後述する処理条件(第1表)で試験を実施した。越夏条件として地表区, 土中区, 間断区, 湛水区を設定し、長野農試内の3圃場(各8a, 中粗粒グライ土)に封入種子を埋設した。試験圃場のうち転換畑2圃場を常時畑条件とし、水田1圃場を常時湛水条件とした。転換畑のうち1圃場を土中区と地表区の処理に用い、1圃場を間断区の畑期間処理に用いた。地表区はコムギ収穫後の不耕起管理を想定し、転換畑圃場の土壌表面に封入種子を静置し、長さ約10cmに切断した麦稈を厚さ約5cmで敷設した。土中区は転換畑圃場の耕起深約20cmの中間位置である深さ約10cmに封入種子を埋設した。なお、地表区では麦稈の飛散を防ぐため、土中区および間断区では鳥獣による土壌の攪乱を防ぐため、埋設位置上部に約2cmメッシュの金属製網を敷設した。

間断区は、水田圃場の深さ5cmに3日間埋設し、その後、転換畑圃場の深さ約10cmに4日間埋設する処理を繰り返した。一方、湛水区は処理開始1週間前に代掻きを行い、作物は作付せずに湛水深3~5cmの常時湛水条件となるよう灌水、止水管理を継続し、代かき深度約10cmの中間位置である深さ約5cmに封入種子を埋設した。併せて、野外置床と同じ期間の2ヶ月間を室温保存した種子を無処理とした。なお、試験は1区各3反復とした。

各処理は2008年7月31日および2009年7月21日に開始し、地表区および土中区では2ヶ月間、間断区および湛水区では1ヶ月間および2ヶ月間、封入種子を置床した。処理期間中、各埋土位置および地表区の表土位置の地温を温度データロガー(RTR-S2A)で測定した。間断区の地温は、湛水期間中は湛水区および畑期間中は土中区の測定値を充てた。

試験圃場では試験期間中に随時草刈りを行った。2009年の湛水区では、水田雑草が、同年の転換畑圃場で畑雑草がそれぞれ繁茂した時期があったが、種子の埋土位置周辺は手取除草でほぼ裸地状態を維持した。

各処理期間終了後に種子を回収し、水道水で洗浄後、チウラム・ベノミル水和剤20倍希釈液に5分間浸漬した。種子はNo.1濾紙を1枚敷いた径9cmのシャーレに置床し、発芽試験に供した。発芽条件は20°C/10°C(12/12h)で1ヶ月間、その後、休眠種子の覚醒のために30°Cで1ヶ月間、その後再び、20°C/10°C(12/12h)で1ヶ月間(いずれも暗条件)とし、発芽した種子を休眠覚醒種子とした。置床期間中に発芽しなかった種子は押し潰し法で生存を判定して、胚が健全な種子を休眠種子とした。置床期間中に雑菌が付着し胚が腐敗した種子および押し潰し法により胚が腐敗した種子を死滅種子とした。なお、ゲンバイナズナの2009年における間断2ヶ月区、湛水1ヶ月区および湛水2ヶ月区では、発芽試験中に雑菌繁殖により多数の種子が腐敗したため、1ないし2反復の結果を示した。

湛水条件が種子の生存に与える影響を解析するため、それぞれの種ごとに、回収種子における生存率を応答変数、水分条件(土中区, 間断2ヶ月区, 湛水2ヶ月区)および年次を説明変数(いずれも名義変数)とし、誤差構造に疑似二項分布、リンク関数にロジット変換を仮定した一般化線形モデルにあてはめ、逸脱度分析を行った。ただしゲンバイナズナについては、2009年のサンプルが上述のとおり1ないし2反復しかとれなかったため、解析には2008年のデータのみを用い、水分条件のみを説明変数として同様に逸脱度分析を行った。

逸脱度分析は、分散分析による仮説検定を拡張した手法である(今泉2010)。計算には、統計ソフトウェアR2.11.1を用いた。

2. 水稲作がゲンバイナズナの埋土種子数および後作コムギ内の発生数に及ぼす影響

長野県伊那市東春近においてゲンバイナズナ多発のためコムギ収穫を断念した水田転換圃場(多湿黒ボク土, 25a)を調査対象とし、水稲作前後のゲンバイナズナの埋土種子数および水稲作後のコムギ作期間中の発生個体数を調査した。同圃場では2008年7月にゲンバイナズナの雑草害によりコムギ収穫を放棄した。以降の管理は以下のとおりである。コムギ収穫後、夏期および秋期に圃場を耕起した。水稲については、翌年5月中旬に代掻きを行った後、同下旬に移植した。その後、7月上旬に中干し管理、9月中旬から落水管理、10月中旬に収穫を行った。コムギについては、同年10月28日に播種し、翌年6月27日に収穫した。コムギ作中には、除草剤の使用はなかった。

埋土種子の調査は、水稲作前後の2009年5月18日および10月8日に10cm径、深さ10cmの土壌を圃場全体から10箇所より採取し、混合した土壌を用いた。採取土壌は45°Cで3日間乾燥させ、室温保存した後、50%炭酸カリウム溶液比重分離法(小林・渡邊2010)によりゲンバイナズナの種子を回収した。回収種子は実体顕微鏡下で検鏡して同定、計数した。

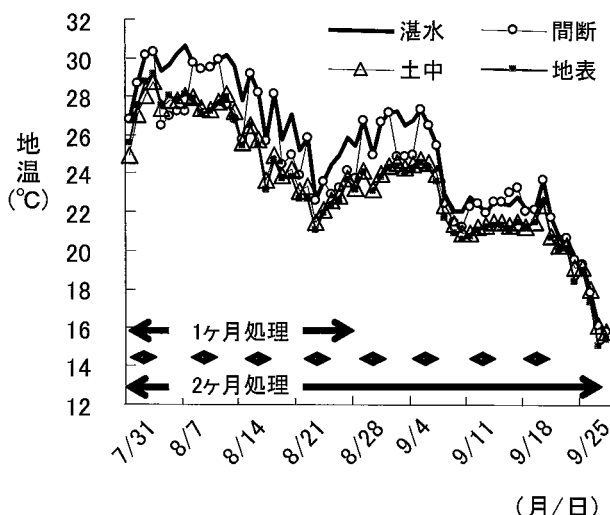
水稲後作のコムギ作期間中のゲンバイナズナについては、2010年2月22日に0.25m²を3箇所、5月10日に1.0m²を3箇所の発生個体数を計測した。

結 果

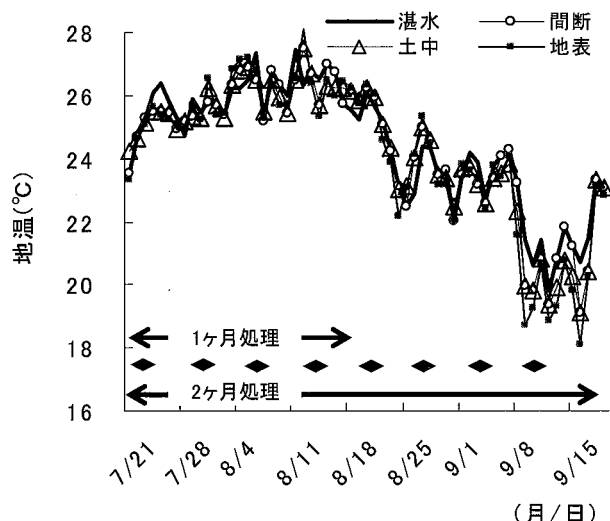
1. 湛水条件、期間による種子の生存および死滅に及ぼす影響

2008年、2009年の種子埋設位置の日平均地温をそれぞれ第1図、第2図に示す。地温は両年とも、8月上中旬をピークに以降は徐々に低下した。2008年には湛水区(5cm深)の平均地温は、1ヶ月処理が27.7°Cであったのに対し、2ヶ月処理が25.2°Cであった。これに対して、中断区は約1°C低く、土中区(10cm深)および地表区(麦稈下)は約2°C低かった。2009年には、前年に比べ処理期間を通じて低温傾向で寒暖差も小さく、湛水区の平均地温は1ヶ月処理が25.9°C、2ヶ月処理が24.5°Cであり、前年と比較して1ヶ月間処理の地温が低かった。中断区、地表区、土中区は湛水区より0.1~0.3°C低かったが、区間の差は前年より小さかった。なお、2008年の中断区は、隣接圃場からの漏水の影響を受けて土壌水分が高く推移した。

第3図に畑条件での越夏による種子の生存および死滅に及ぼす影響を示す。このなかで、休眠覚醒種子、休眠種子、死



第1図 試験期間中の各処理区の日平均地温(2008年)
 1) 温度測定位置: 耕起は土中10cm深, 不耕起は地表面, 湛水と中断は土中5cm深。
 2) ◆: 中断区の湛水処理期間。
 3) 各処理区の平均地温: 地表23.5°C, 土中23.3°C, 中断1ヶ月26.6°C, 中断2ヶ月24.5°C, 湛水1ヶ月27.7°C, 湛水2ヶ月25.2°C。



第2図 試験期間中の各処理区の日平均地温(2009年)
 1) 温度測定位置: 耕起は土中10cm深, 不耕起は地表面, 湛水と中断は土中5cm深。
 2) ◆: 中断区の湛水処理期間。
 3) 各処理区の平均地温: 地表24.3°C, 土中24.2°C, 中断1ヶ月25.8°C, 中断2ヶ月24.3°C, 湛水1ヶ月25.9°C, 湛水2ヶ月24.5°C。

滅種子の割合合計が100%に達しない処理区がいくつかみられた。これらの処理区では回収時に種子袋内に腐敗変色した種子殻が多く見られ、各処理期間中に死滅した種子を全て回収できなかったためと判断された。

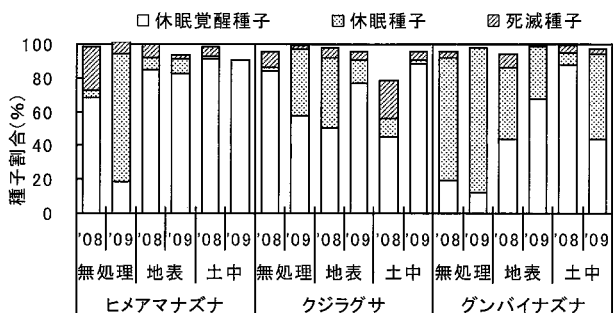
無処理区の2008年および2009年の生存種子(休眠種子+

休眠覚醒種子を示す。以下同じ) 割合は、3草種とも2ヶ年を通じて73~98%と供試した種子は高い発芽率を示した。地表および土中で越冬した種子は、2008年のクジラグサ土中区を除いて90%以上が発芽可能な生存種子であり、無処理区との差がみられなかった。一方、無処理区と地表区・土中区の種子には休眠種子と休眠覚醒種子の割合に違いが生じた。ヒメアマナズナ種子は休眠覚醒種子の割合が無処理区に比べて約40%増加した。クジラグサの2009年供試種子は休眠覚醒種子の割合は無処理区57%、地表区77%、土中区89%であっ

た。グンバイナズナは2ヶ年とも無処理の休眠種子割合は70%以上であったのに対し、2ヶ月間埋土後の休眠覚醒種子の割合は7% (2008年), 50% (2009年) になった (第3図)。

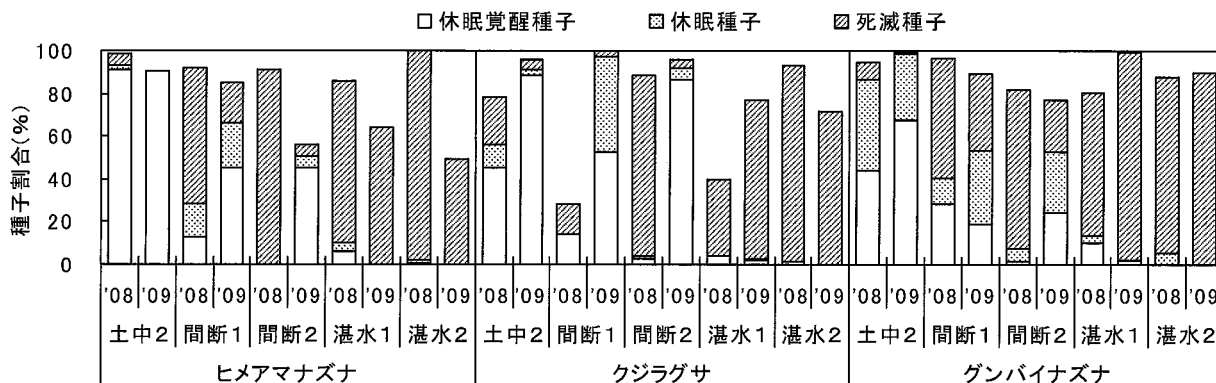
第4図に夏期の土壌水分条件が種子の生存および死滅に及ぼす影響を示す。なお、休眠覚醒種子、休眠種子、死滅種子の割合合計が100%に達しない処理区がいくつかみられたが、理由は前述のとおりである。3草種とも湛水期間の継続とともに、土中区に比べて湛水区および間断区の生存種子割合が減少した。間断1ヶ月処理が概ね50%、間断2ヶ月処理が30~50%、湛水1ヶ月処理が5%と減少した。さらに、湛水2ヶ月処理ではヒメアマナズナおよびクジラグサが1%未満、グンバイナズナが3%に低下した。逸脱度分析の結果、いずれの種に対しても水分条件の影響は有意であった ($p<0.05$, 第2表)。また、2008年の間断区での生存種子割合は、2009年と比べて1ヶ月処理で24~86%、2ヶ月処理で80%以上少なく、年次間差が大きかった (図4)。逸脱度分析により解析したところ、ヒメアマナズナおよびクジラグサにおいては、年次の影響が有意であり、クジラグサでは処理×年次の交互作用が有意であった (第2表)。

以上のように生存種子割合は土中区に比べ間断区および湛水区で減少した。間断区では年次間の差が大きく、3草種とも2009年の生存種子割合が高かった。



第3図 ヒメアマナズナ、クジラグサ、グンバイナズナ種子の発芽、生存に及ぼす越冬条件の影響

1) 地表は地表2ヶ月処理区、土中は土中2ヶ月処理区を示す。



第4図 ヒメアマナズナ、クジラグサ、グンバイナズナ種子の発芽、生存に及ぼす夏期の土壌水分条件の影響

1) 土中2は土中2ヶ月処理区、間断1は間断1ヶ月処理区、間断2は間断2ヶ月処理区、湛水1は湛水1ヶ月処理区、湛水2は湛水2ヶ月処理区を示す。

第2表 夏期の水分条件がヒメアマナズナ、クジラグサ、グンバイナズナの生存種子割合に及ぼす影響の逸脱度分析結果

要因	自由度	ヒメアマナズナ		クジラグサ		グンバイナズナ ²⁾	
		F 値	P 値	F 値	P 値	F 値	P 値
処理 ¹⁾	2	63.48	<0.0001	78.46	<0.0001	311.99	<0.0001
年次	1	21.29	0.001	74.95	<0.0001	-	-
処理×年次	2	2.78	0.102	7.30	0.008	-	-

1) 土中区、間断2ヶ月区、湛水2ヶ月区と比較。2) 2008年の結果のみ検定。

第3表 水稲作がグンバイナズナの埋土種子数および後作コムギ内の個体数に及ぼす影響

期間	作付作物等	調査日	埋土種子数 (粒/m ²)	個体数 ¹⁾ (個体/m ²)
2007.10~2008.7	コムギ	-	-	-
2008.7~2009.5	不作付・耕起	2009.5.18.	90,413	-
2009.5~2009.10	水稲	2009.10.8.	5,669	-
2009.10~2010.7	コムギ	2010.2.22. 2010.5.10.	-	221 ± 69 75 ± 8

1) 平均値±標準誤差。

2. 水稲作がグンバイナズナの埋土種子数および後作コムギ内の発生数に及ぼす影響

2008年から2009年のコムギ収穫放棄後の耕起管理、2009年の水稲作を経て、グンバイナズナの埋土種子数は、水稲作付前の約90,000粒/m²から水稲収穫期には水稲作付前対比6.3%の約5,700粒/m²まで激減した。

コムギ栽培期間中の生存個体数は、越冬中のコムギ生育停止期にあたる2月下旬には221個体/m²、コムギ出穂後の5月上旬には75個体/m²となった(第3表)。2007年から2008年のコムギ作では、グンバイナズナが激発して、収穫を放棄した。一方、水稲作後の2009年から2010年のコムギでは、グンバイナズナの個体数および生育量はコムギ収穫作業には支障がない水準であった。

考 察

畑条件での種子の死滅

須坂市での試験では、土中区および地表区のアブラナ科帰化雑草3草種の種子は、2008年の土中区におけるクジラグサの生存種子割合56%を除き、いずれも90%程度の種子が生存しており、水田転換畑を夏期に畑条件で管理した場合には、耕起、不耕起管理いずれも種子死滅効果は小さいと判断される。

間断湛水条件での種子死滅率とその変動

木田・浅井(2006)は約50日間の間断湛水条件でネズミムギ種子はほとんど死滅しないことを明らかにしている。これに対して、本実験で湛水と落水を擬した間断区においては、供試アブラナ科3草種とも畑条件と比較して生存率が低下し、2ヶ年平均の生存種子割合が約50%以下であり(第4図)、湿潤と飽水条件の繰り返しによっても一定程度の死滅効果が見込めることが示唆された。

間断区では年次による影響がより大きく、ヒメアマナズナでは年次、クジラグサでは年次および処理×年次の交互作用に有意差が認められた(第2表)。これは間断条件では2009年より2008年の生存率が低く、年次変動が大きかったことによる。両年の間断区の地温には大きな違いが認められない

(第1, 2図)。一方、2008年は間断区の間断期間の隣接圃場が湛水区であり、土壤水分が高く推移したことが高い死滅率に關与したと考えられる。山本(1987)は湿潤条件の継続では自然土壤水分に比べてホナガイヌビユの発芽率が低下したことを示し、草種によっては降雨の多い地域や地下水位の高い畑地での種子の生存年限が短縮する可能性があるとしている。本試験の3草種においても、夏期の短期間の土壤水分により種子生存率が変動することが示唆される。

湛水条件での種子死滅率とその種間差

中粗粒グライ土における湛水管理条件では湛水期間の延長により3草種とも種子生存率が減少した(第4図)。水稲作期間による冬生畑雑草種子の生存率は、スカシタゴボウでは水稲3作で40%以上、ノボロギクおよびハコベでは水稲1作~2作で0%と種間差が大きい(鈴木1999)。また、鶴内(1988)は湛水土中に90日間埋設したナズナ種子の発芽率は0%と報告している。イネ科雑草種子では、掛け流し管理により常時湛水条件とした砂壤土に20日間埋設したカラスムギが99%以上死滅し、ネズミムギでは50日以上で90%が死滅する(木田・浅井2006)。本試験では湛水条件により還元層が比較的発達しやすい中粗粒グライ土の水田に2ヶ月間の埋設したところ、3草種の生存種子割合は3%未満であった。これらより3草種の種子の夏期湛水耐性はナズナおよびネズミムギと同程度、カラスムギより優ると推察される。

須坂市の試験では、3草種の生存種子割合は夏期の2ヶ月間湛水条件下により3%未満、もしくは現地での水稲1作で10%未満に減少した。このことから、3草種の生存期間はノボロギクおよびハコベと同様の「短」~「極短」(鈴木1999)に区分されると推察される。

水稲作への復元による耕種の防除の有効性

水稲作期間の湛水による麦作雑草防除の成否には、種ごとの湛水耐性ととも、埋土種子量に依存すると考えられる。伊那市の試験圃場ではグンバイナズナ多発による収穫放棄後、2回の耕起、越冬を経た翌春にも約90,000粒/m²の埋土種子が確認された。約1年間の休耕後、水稲1作期間中に埋土種子量が約6%に減少した。水稲作後のコムギ作では、除草剤を使用せずに栽培したところ、埋土種子量約5,700粒/m²の約4%にあたる221個体/m²が出芽、越冬し、コムギ出穂後に埋土種子量の約1%の75個体/m²が生存した。なお、グンバイナズナ75個体/m²の残存は多発生に区分される。イギリスの試験では、年間数回耕起した畑地においては不耕起土壌よりグンバイナズナ種子の減少が早く、年間約65%に減少する(Roberts and Feast 1973)。したがって、伊那市圃場では収穫放棄時に10万粒/m²以上の種子が存在したと推定される。このことは、大量のシードバンクが形成された後の約1年間の耕起管理と水稲1作への転換では、除草剤を使用しなければ次作ムギにおける実用的な防除効果は不十分であることを

示している。したがって、多量の埋土種子を完全に死滅させるためには少なくとも水稲2作以上を要することが想定される。ムギ類収穫後の種子脱粒から湛水までに埋土種子の減少はほとんどない。したがって、多発圃場での次作ムギでのアブラナ科草種の防除には夏期の短期湛水に加えて除草剤使用が不可欠と考えられる。

湛水条件での種子生存率の変動要因

約2ヶ月間の湛水後のグンバイナズナ種子の生存率は、須坂市の試験においては2ヶ年平均で3%未満に対して、伊那市の現地圃場では約6%であった。湛水期間中の畑雑草種子の生存については温度(山本・岩田1983)、湛水の維持による還元化の進行(鶴内1988; 木田・浅井2006)が影響することが示されている。後者については、土質および日減水深が大きく関与する。圃場の立地を考慮すると、湛水期間中の地温は須坂市に比べて伊那市で低い。また圃場の土壌は須坂市では中粗グライ土、伊那市では多湿黒ボク土であり、後者が透水性の高い土壌である。以上の気象および土壌条件の違いが同一草種に対しても種子死滅効果の変動をもたらす可能性がある。夏期の湛水管理または水稲作の復元によるアブラナ科雑草の防除を行う場合には、今後、こうした点にも留意しつつ事例を収集、解析する必要があると考えられる。

以上の結果から、夏期圃場管理がアブラナ科帰化雑草種子に及ぼす影響は、畑条件での耕起および不耕起管理では死滅効果は小さく、乾湿を繰り返す間断管理では、一定の死滅効果が見込めるものの土壌水分の影響が大きいことが示唆された。また、湛水管理では死滅率が高く、2ヶ月間の連続湛水で大幅に種子が死滅することが示され、湛水期間、草種による湛水耐性、地温、土壌の還元化が死滅率に影響することが示唆された。なお、須坂市の中粗粒グライ土における湛水条件に対し、供試3草種の種子生存は2ヶ年も同様の傾向を示した。したがって、ヒメアマナズナおよびクジラグサの種子も、異なる土壌条件においてもグンバイナズナ種子と同様の反応を示すと推察される。

なお、本実験において埋土による休眠覚醒にも草種による差が確認された。高緯度地帯では種子成熟後の環境と発芽反応および出芽挙動の関係について、グンバイナズナ(Home 1984; Baskin and Baskin 1989)、クジラグサ(Milberg and Andersson 1997; Baskin *et al.* 2004)の研究があるが、温暖湿潤な地域での研究は知られていない。種子の埋土条件は野外での出芽挙動や埋土種子の生存に関係する可能性があり、今後、より精密な検討が必要である。

謝 辞

本研究を遂行するに当たり、長野県農業試験場の原田良太主事、土屋学研究員、他職員各位には調査に協力頂いた。中

央農業総合研究センター澁谷知子主任研究員、鄭凡喜研究員には、埋土種子回収調査法について指導頂いた。また、中央農業総合研究センター今泉智通研究員には統計解析を中心に有益な助言を頂いた。さらに、現地圃場試験では上伊那農業改良普及センター伊藤常雄氏、吉川昭氏に協力頂き(所属は当時)、農業経営者には快く圃場提供頂いた。ここに記して感謝の意を表す。

引用文献

- 荒井正雄 1961. 水田裏作雑草の生態的研究 - 水田裏作麦の雑草防除の基礎. 関東東山農業試験場研究報告 19, 23-28.
- 浅井元朗・黒川俊二・清水矩宏・榎本敬 2007. 1990年代の輸入冬作物中の混入雑草種子とその種組成. 雑草研究 52, 1-10.
- Baskin, J.M. and C.C. Baskin 1989. Role of temperature in regulating timing of germination in soil seed reserves of *Thlaspi arvense* L. Weed Res. 29, 317-326.
- Baskin, C.C., P. Milberg, L. Andersson and J.M. Baskin 2004. Germination ecology of seeds of the annual weeds *Capsella bursa-pastoris* and *Descurainia sophia* originating from high northern latitudes. Weed Res. 44, 60-68.
- Best, K.F. 1977. The biology of Canadian weeds. 22. *Descurainia sohia* (L.) Webb. Can. J. Plant Sci. 57, 499-507.
- Burnside, O.C., R.G. Wilson, S. Weisberg and K.G. Hubbard 1996. Seed longevity of 41 weed species buried 17 years in eastern and western Nebraska. Weed Sci. 44, 74-86.
- Chepil, W.S. 1946. Germination of weed seeds. I. Longevity, periodicity of germination, and vitality of seeds in cultivated soil. Sci. Agri. 26, 307-346.
- Home, L. 1984. The effect of seed maturity, storage on the soil surface, and burial on seed of *Thlaspi arvense* L. Can. J. Plant Sci. 64, 961-969.
- 今泉智通 2010. Rを用いた一般化線型モデル(仮説検定編). 雑草研究 55, 275-285.
- 木田揚一・浅井元朗 2006. 夏期湛水条件がカラスムギおよびネズミムギ種子の生存に及ぼす影響. 雑草研究 51(2), 87-90.
- 小林浩幸・渡邊寛明 2010. 雑草研究における埋土種子調査の目的と手法. 雑草研究 55(3), 194-207.
- Milberg, P. and L. Andersson 1997. Seasonal variation in dormancy and light sensitivity in buried seeds of eight annual weed species. Can. J. Bot. 75, 1998-2004.
- Roberts, H.A. 1964. Emergence and longevity in cultivated soil of seeds of some annual weeds. Weed Res. 4, 296-307.
- Roberts, H.A. and P.M. Feast 1973. Emergence and longevity of seeds of annual weeds in cultivated and undisturbed soil. J. Appl. Ecol. 10, 133-143.
- 清水建美 1997. 長野県植物誌編纂委員会編集. 「長野県植物誌」. 信濃毎日新聞社, 長野, pp. 550・554・563.
- 鈴木光喜 1999. 水稲栽培条件下に埋土した主要畑雑草種子の発芽力. 雑草研究 44, 80-83.
- 鶴内孝之 1986. 長崎県における畑麦作の雑草に関する研究 VI. 埋土期間中の夏期湛水の有無と冬雑草種子の出芽及び死滅. 日作九支報 53, 45-47.
- 鶴内孝之 1988. 夏期湛水土中における冬雑草, とくに水田及び畑地産ヤエムグラ種子の生存期間. 雑草研究 33, 260-265.
- Warwick, S.I., A. Francis and D.J. Susko 2002. The biology of Canadian weeds. 9. *Thlaspi arvense* L. (updated). Can. J. Plant Sci. 82, 803-823.
- 山本泰由 1987. 畑雑草種子の土壌中における生存年限. 農業技術 42, 145-147.

山本泰由・岩田岩保 1983. 畑地かんがい栽培における雑草発生生態と防除 第9報 雑草種子の発芽に及ぼすたん水処理の影響. 雑

草研究 28(別), 121-122.

横内斎 1983. 「信州植物誌」, 信州植物誌刊行会. 長野, pp. 101.

Effect of summer flooding conditions on the seed viability of naturalized weeds, *Camelina microcarpa* Andr. ex DC., *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl and *Thlaspi arvense* L.

Masaharu Aoki*, Motoaki Asai** and Nagao Sakai*

Summary

In Nagano Prefecture farms where wheat is repeatedly cultivated, the frequent occurrence of naturalized Brassicaceous weeds, *Camelina microcarpa* Andr. ex DC., *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl and *Thlaspi arvense* L., caused some farmers to abandon growing wheat. To establish a cultural weed control method during the summer immediately after the wheat crop, we examined the influence that farm management practices have on seed survival of the three weed species.

* Nagano Agricultural Experiment Station
aoki-masaharu@pref.nagano.lg.jp

** National Agricultural Research Center

Under normal field conditions, most seeds of the three weed species were completely viable. In two-month trials of farms undergoing a rotation from flooded to dry field conditions, the percentage of germinated weed seeds varied from 0 to 90% depending on the annual soil moisture conditions.

In paddy fields, germination of the three weed species decreased to around 10% and less than 1% with 1 and 2 months flooding, respectively.

In the fields converted from paddy fields that *Thlaspi arvense* L. tended to dominate, the soil seedbank decreased to about 5,400 seeds/m² after conversion to paddy field cropping from 90,000/m² before planting. However, after converting paddy fields back to wheat farming, the weed plant density returned to 75/m², corresponding to a high infestation level.

In summary, summer flooding effectively suppressed the three weed species; however, to effectively suppress weed outbreaks in heavily infested fields at least two successive conversions of upland fields into paddy fields are necessary.

Keywords : *Camelina microcarpa* Andr. ex DC., *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl, *Thlaspi arvense* L., seed viability, flooded irrigation