

春播きソバー大豆輪作体系における漏生ソバの発生と防除

国立研究開発法人
農業・食品産業技術総合研究機構
九州沖縄農業研究センター
水田作研究領域

住吉 正

はじめに

近年、九州や沖縄の一部地域において、品種「春のいぶき」を用いたソバの春播き栽培が普及している。初夏に収穫され、需要の高まる盛夏に新蕎麦が出荷できる新しい作型として町おこしなどの重要なアイテムともなっている。

九州では3月中下旬に播種して6月には収穫できるため夏作物との輪作が可能であり、九州沖縄農業研究センターでは新たな輪作体系としての「春播きソバー大豆」輪作体系の確立・普及を目指した技術開発に取り組んできた。しかしながら、本輪作体系では、大豆作付け中における前作ソバの脱粒種子からの漏生による雑草害が懸念されたため、漏生ソバの実態把握と防除技術開発の研究を並行して進めることとなった。以下に紹介する研究は、農林水産省委託プロジェクト研究「広域・大規模生産に対応する業務・加工用作物品種の開発」において実施中の研究の一部であり、「春播きソバー大豆」輪作体系の確立に向けた研究の途中経過である。



写真-1 春播き栽培に適したソバ「春のいぶき」(2012年5月11日撮影)

1. 春播きソバ収穫時におけるソバ種子の脱粒状況

表-1は、九州沖縄農業研究センター(福岡県筑後市)において、2012年～2014年の6月にソバ「春のいぶき」をコンバイン収穫した圃場に残存したソバ種子を回収調査した結果である。コンバイン収穫後の圃場に、ソバ種子は刈り残しや地表面への落下により残存し、この内、落下した種子は黒色～茶褐色の充実したものと、茶色の不充実及び一部が損傷した不完全なものに分けられた。本来なら収穫物となる充実した種子は、433～1,355粒/m²と、年次や圃場によって大きく変動した。「春のいぶき」の種子千粒重は33g程度で、脱粒した種子は14.3～44.7kg/10aと換算され、当該圃場の春播きソバの坪刈り収量が150～300kg/10a程度であったことから、コンバイン収穫時の脱粒量は、収量の概ね10～15%前後と推定された。

また、回収した種子について、湿润ろ紙床、30℃、明条件での発芽率

を調査し、回収した種子数に発芽率を乗じて発芽可能種子数を算出した。その結果、充実種子の発芽率は22～84%、不充実種子の発芽率は1～13%となり、不充実種子にも発芽能力があることが判明した。これらの結果から圃場に残存した発芽可能な種子数は、概ね200～1,300粒/m²と推定された。

2. 漏生ソバの発生推移

前記のソバ種子の脱粒状況を調査した圃場で、その後の漏生ソバの発生状況を調査した。調査は2012年と2013年に行ったが、結果はほぼ類似していたので、2013年の結果を図-1に示した。

当該圃場では、2013年6月7日にソバ「春のいぶき」をコンバイン収穫して不耕起の状態で放置し、7月8日に耕起して大豆「フクユタカ」を播種した。ソバ収穫後における漏生ソバの発生は、大豆播種までの間に多く認められ、期間中の生存個体数の最大値は、220本/m²(2012年は219本/m²)

表-1 ソバ種子の脱粒状況

年次	圃場番号	回収数*			発芽可能種子数
		充実	不充実	その他**	
2012年	1	593	957	331	347
	2	698	2,067	91	211
	3	1,329	3,057	60	350
	4	433	1,604	148	167
2013年	—	734	945	50	573
2014年	—	1,355	1,043	6	1,279

*6月にソバ「春のいぶき」をコンバイン収穫した圃場において、50cm×50cm、4～6反復で調査。数値はm²当たりの粒数。 ** その他の種子は、刈り残し、または調査時に出芽あるいは土中発芽していた種子。

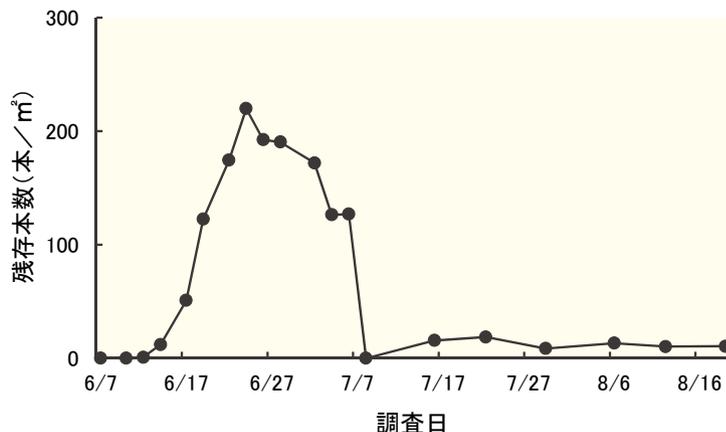


図-1 漏生ソバの発消長 (2013年)
2013年6月7日ソバ収穫, 7月8日大豆播種。各区 50cm×50cm, 4 反復調査。



写真-2 大豆播種前における漏生ソバの発生状況 (2014年6月28日撮影)



写真-3 大豆群落内における漏生ソバの生育 (2012年8月21日撮影)

であった。一方、大豆播種後の漏生ソバの発生は少なく、生存個体数の最大値は 19 本/m²(2012 年は 12 本/m²)であった。

ソバ収穫から大豆播種までの期間における調査は、ソバ栽培時の畝の上面と溝部分とに分けて実施した。2012 年は初めに溝部分で発生が始まり、畝上面での発生は遅れて開始したが、2013 年は畝上面と溝部分の双方でほぼ同時に発生がみられた。いくつかの別の圃場や別の年次にも観察を行ったが、溝部分での発生が早い場合と、場所による差が無い場合が認められ、降雨や土壤水分条件が関与したものと推察された。

特記すべきこととして、2012 年には期間中に集中豪雨があり、溝部分の個体が枯死して、個体数の急激な減少が認められた。また、別の年次には、乾燥による枯死も観察された。

3. 漏生ソバの生育に及ぼす水管理の影響

前記の 2012 年の発生消長の調査で、畝の溝部分に発生した個体が集中豪雨によって枯死する状況が観察された。そこで、降雨等を活用した漏生ソバの防除の可能性を探るため、漏生ソバの生育に及ぼす水管理条件の影響を

検討した (住吉・佐々木 2015c)。

(1) 試験方法

試験は 2013 年及び 2014 年に、九州沖縄農業研究センター (福岡県筑後市) において行った。水田土壌を詰めた 1/5,000 a ポットを用い、① 2013 年 5 月 10 日、② 2013 年 6 月 10 日及び③ 2014 年 7 月 4 日に、土壤表層にソバ「春のいぶき」種子をポット当たり 10 粒宛混和した。ポットは雨よけハウス内に設置し、ソバの子葉期または 1 葉期から一定期間を冠水、湛水及び湿潤条件とし、それ以外の期間及び対照区は毎日灌・排水した (各 3 ポット)。冠水区は深型のポットを

用いて約 8cm の湛水深でソバが水没する条件としたが、2014 年のソバ 1 葉期からの処理では完全には水没できなかった。湛水区は 3cm の湛水深、湿潤区は湛水しない程度のひたひた水で管理した。生存状態を適宜観察し、種子混和後 24 ~ 28 日目の生存個体数及び生育量を調査した。

表-2 水管理の影響

試験区	処理開始時期	処理期間	生存率	最大葉齢	試験
対照区	—	—	100	3.5~5.0	1, 2, 3
冠水区	子葉期	1日	47~52	4.5~5.0	2, 3
	子葉期	2日	0~8	(4.5)	2, 3
	1葉期	1日	93	5.5	3
	1葉期	2日	80	5.0	3
湛水区	子葉期	1日	90	4.2	1
	子葉期	2日	64	5.5~5.7	2, 3
	子葉期	3日	18~96	4.3~5.0	1, 2, 3
	1葉期	2日	82	5.5	3
湿潤区	子葉期	3日	81	5.5	3
	子葉期	7日	94~95	3.8~5.0	1, 2
			69~86	4.0~4.5	1, 2

1/5,000 a ポット、「春のいぶき」種子土壤表層混和 (10 粒/ポット)。数値は生存率 (%), 及び残存した最大個体の葉齢 (本葉)。試験① 2013.5.10 種子混和, 28 日後調査, ② 2013.6.10 種子混和, 24 日後調査, ③ 2014.7.4 種子混和, 24 日後調査。

表-3 漏生ソバの発生に及ぼす耕耘の影響 (2013年)¹⁾

	耕耘区	不耕耘区
発芽可能な脱粒種子数 ²⁾		573
大豆播種前の漏生ソバ発生数 ³⁾	109	220
出芽可能な埋土種子数 ⁴⁾	228	97

1) 2013年6月7日にソバ「春のいぶき」を収穫し、耕耘区では翌日耕耘した(約15cm深)。数値は全てm²当たりの換算値で示した。

2) 脱粒種子は50cm×50cm、6反復で回収し、30℃明条件で10日間の発芽率を調査して発芽可能種子数を算出した。

3) 漏生ソバの発生は、各50cm×50cm、8反復で調査した。数値はソバ収穫から大豆播種までの期間における残存本数の最大値を示した。

4) 埋土種子は、大豆播種直前(7月8日)に、各30cm×30cm×深さ15cm、4反復で土壌を採取し、コンテナに詰めて灌水管理し、ソバの発生本数を調査した(8月19日に再耕耘、10月31日まで調査)。

(2) 試験結果

3回の試験の結果をまとめて表-2に示した。漏生ソバの生育は冠水によって大きく影響を受け、子葉期から2日間の冠水によって大半の個体が枯死した。しかしながら、子葉期から1日間の冠水では約半数の個体が生存し、排水後は良好に生育した。また、1葉期から1～2日間の冠水処理(実質は深水状態)では大半の個体が生存した。

湛水区及び湿潤区において一定程度の枯死個体が認められたのは、2013年6月開始の湛水2～3日間区、同湿潤7日間区及び2014年7月開始の子葉期から2日間湛水した区で、それ以外の条件では枯死個体はほとんど認められなかった。2013年の試験では、湛水区及び湿潤区ともに5月開始の試験よりも6月開始の試験で枯死した割合が高く、水管理による漏生ソバの生育への影響には試験時期による差が認められ、気温等の気象条件の関与が示唆された。

松浦ら(2004)は、耐湿性の異なるソバ品種を用いて湛水条件下での生育を観察し、耐湿性の強い品種は地表面付近における不定根の発生が旺盛であることを観察している。本試験でも、湛水や冠水処理を行った個体で不定根の発生が顕著に確認されたことから、品種「春のいぶき」は比較的耐湿性の

表-4 漏生ソバの発生に及ぼす耕耘の影響 (2014年)¹⁾

	耕耘区	不耕耘区
発芽可能な脱粒種子数 ²⁾		1,279
大豆播種前の漏生ソバ発生数 ³⁾	498	518
出芽可能な埋土種子数 ⁴⁾	341	239

1) 2014年6月12日にソバ「春のいぶき」を収穫し、耕耘区では6月16日に耕耘した(約15cm深)。数値は全てm²当たりの換算値で示した。

2) 脱粒種子は50cm×50cm、6反復で回収し、30℃明条件で10日間の発芽率を調査して発芽可能種子数を算出した。

3) 漏生ソバの発生は、各50cm×50cm、6反復で調査した。数値はソバ収穫から大豆播種までの期間における残存本数の最大値を示した。

4) 埋土種子は、大豆播種直前(7月14日)に、各30cm×30cm×深さ15cm、6反復で土壌を採取し、コンテナに詰めて灌水管理し、ソバの発生本数を調査した(8月13及び9月2日に再耕耘、11月18日まで調査)。

強い品種と推察される。

以上のことから、水管理によって漏生ソバを枯殺するためには、比較的長期間ソバが冠水するような条件が必要であり、水管理を漏生ソバの防除へ活用することは難しいと考えられた。

4. 漏生ソバの発生に及ぼす耕耘の影響

一般的に、雑草種子は耕耘による露光や種子への傷付けによって発芽が促進される。ソバ収穫後の漏生ソバの発生状況調査で、大半は大豆播種時までに発生することが明らかとなったが、その発生量を増加させて大豆播種時の耕耘等により防除できれば、大豆作中に発生する漏生ソバを減少させることができると考えられる。そこで、ソバ収穫後の耕耘が漏生ソバの発生に及ぼす影響を検討した(住吉・佐々木2015b)。

(1) 試験方法

試験は2013年及び2014年に、九州沖縄農業研究センター(福岡県筑後市)において行った。ソバ「春のいぶき」を6月に収穫した圃場を用い、脱粒したソバ種子を回収して前記同様に発芽率を調査し、発芽可能な種子数を算出した。試験区として耕耘区と不耕耘区を設けて漏生ソバの発生状況を調査するとともに、大豆播種期に各区から

作土を採取してコンテナに詰め、ソバの発生本数を調査して発芽可能な埋土種子数を推定した。

(2) 試験結果

2013年の結果

調査対象圃場の春播きソバ収穫後の発芽可能な脱粒種子数は約600粒/m²であった。ソバ収穫後から大豆播種までの期間に、耕耘区ではm²当たり約100個体、不耕耘区では約200個体が出芽し、耕耘によって漏生ソバの発生数が減少した。大豆播種期に採取した土壌からのソバの出芽数は、耕耘区ではm²当たり約200個体、不耕耘区では約100個体と換算され、耕耘により大豆播種期の出芽可能な埋土種子量が増加した(表-3)。

2014年の結果

調査対象圃場の春播きソバ収穫後の発芽可能な脱粒種子数は約1,300粒/m²で、2013年よりも多かった。ソバ収穫後から大豆播種までの期間に、耕耘区及び不耕耘区ともにm²当たり500個体前後が出芽した。大豆播種期に採取した土壌からのソバの出芽数は、耕耘区ではm²当たり約340個体、不耕耘区では約240個体と換算され、耕耘により大豆播種期の出芽可能な埋土種子量が増加した(表-4)。

これらの結果は、耕耘によって土壌中に埋没したソバ種子は、不耕耘で土壌表面に置かれた状態のものよりも発

表-5 土壌処理剤による漏生ソバの防除効果 (2014年)

	発生本数	地上部重
ジメテナミド・リニュロン粒剤	16.0±0.0	6.3±0.6
トリフルラリン粒剤	18.7±0.9	7.4±0.6
プロメトリン・ベンチオカーブ粒剤	18.0±0.6	5.6±0.6
ベンチオカーブ・ペンディメタリン・リニュロン粉粒剤	13.0±1.2	3.7±0.4
無処理区	17.7±0.7	6.4±0.5

1/5,000a ポット試験 2014年6月23日「春のいぶき」種子混和(各20粒)、翌日除草剤処理 7月22日(処理後28日目)抜き取り調査。数値は、発生本数:本/ポット、地上部重:g/ポットで、平均値±標準誤差を示した。

芽しにくく、大豆播種時期まで未発芽の状態で生存する割合が高いことを示唆している。すなわち、春播きソバ収穫後の耕耘は、大豆播種期におけるソバの埋土種子量を増加させる可能性があり、ソバ収穫後から大豆播種までの間を不耕起で管理した方が、結果として大豆播種期の埋土種子量が減少し、防除に有利となると考えられた。

総合防除が求められる除草剤抵抗性スズメノテッポウの防除においては、浅耕播種技術や晩播の導入によって小麦播種前の雑草発生数を増加させることにより、埋土種子数を減らすことができ、防除に有効であることが示されている(大野ら2014)。本試験の結果は、耕耘等の方法は異なるものの、不耕起管理により耕起した場合に比べてソバの発生数を増加させることができ、除草剤抵抗性スズメノテッポウの総合防除で示された埋土種子低減効果と同様な効果が期待できることを示している。

5. 除草剤による漏生ソバの防除効果

試験は九州沖縄農業研究センター(福岡県筑後市)において、いずれも水田土壌(沖積軽植土)を詰めた1/5,000aポットを用いて行った(住吉・佐々木2015a)。

表-6 土壌処理剤による漏生ソバの防除効果 (2015年)

	発生本数	地上部重
ジメテナミド・リニュロン粒剤	18.7±1.2	12.3±0.9
トリフルラリン粒剤	24.0±2.1	13.2±0.3
プロメトリン・ベンチオカーブ粒剤	24.7±0.9	12.6±0.4
ベンチオカーブ・ペンディメタリン・リニュロン粉粒剤	11.0±1.0	3.5±0.5
無処理区	25.7±0.3	17.5±0.8

1/5,000a ポット試験 2015年6月30日「春のいぶき」種子混和(各30粒)、翌日除草剤処理 7月29日(処理後28日目)抜き取り調査。数値は、発生本数:本/ポット、地上部重:g/ポットで、平均値±標準誤差を示した。

(1) 土壌処理除草剤の効果

試験は2014年及び2015年に実施し、結果をそれぞれ表-5及び表-6に示した。

無処理区におけるソバの発生本数は、2014年は17.7本/ポット(出芽率89%)、2015年は25.7本/ポット(出芽率86%)で、2カ年とも出芽は良好であった。除草剤処理区における発生本数は、2014年は13.0~18.7本/ポット(無処理区対比73~106%)、2015年は11.0~24.7本/ポット(同43~96%)で、発生本数の減少が最も大きかったのはベンチオカーブ・ペンディメタリン・リニュロン粉粒剤で、次いでジメテナミド・リニュロン粒剤であった。一方、トリフルラリン粒剤及びプロメトリン・ベンチオカーブ粒剤は2カ年とも発生本数への影響はほとんど認められなかった。

地上部重では、2014年はベンチオカーブ・ペンディメタリン・リニュロン粉粒剤区で無処理区に対して減少が認められたが、その他の区では無処理区と同等であった。2015年はいずれの除草剤処理区においても地上部重が無処理区よりも減少し、減少の程度はベンチオカーブ・ペンディメタリン・リニュロン粉粒剤区が最も大きかった。

本試験の結果、漏生ソバの発生に対する土壌処理除草剤の防除効果は、除草剤の種類によって異なるものの、最も効果の高かったベンチオカーブ・ペンディメタリン・リニュロン粉粒剤においても、発生本数は無処理区比43~73%、地上部重は同20~58%であり、年次による変動が大きく、また抑制の程度も不十分と判断される。したがって、供試した土壌処理除草剤は、いずれも大豆作における漏生ソバの防除手段としては効果不十分と考えられた。今後、未供試の土壌処理除草剤による防除効果の検討が望まれるものの、種子の大きい漏生ソバを土壌処理除草剤で防除することは非常に困難であると言わざるを得ない。

(2) 茎葉処理除草剤の効果

試験は2012年に実施し、1~6葉期のソバに対するベンタゾン液剤(100ml/10a)の効果を検討した。

結果を表-7に示した。無処理区におけるソバの発生本数は17.7本/ポット(出芽率59%)で、前記の土壌処理除草剤試験の結果に比べて出芽率は劣ったものの、除草効果の判定には十分な発生本数と判断された。ソバの1~6葉期にベンタゾン液剤を処理した区では、ソバは完全に枯死した。

以上のことから、茎葉処理除草剤ベンタゾン液剤は、漏生ソバの防除に対

表-7 ベンタゾン液剤による漏生ソバの防除効果

	処理時期				無処理
	0.5~1L期	2L期	4L期	6L期	
残存本数	0.0	0.0	0.0	0.0	17.7±1.2
地上部重	0.0	0.0	0.0	0.0	12.1±0.6

1/5,000a ポット試験。2012年7月23日「春のいぶき」種子混和（各30粒）。各処理時期にベンタゾン液剤を100ml/10a、散布水量100L/10aで処理。9月4日（播種後43日目）抜き取り調査。数値は、残存本数：本/ポット、地上部重：g/ポットで、平均値±標準誤差を示した。

して6葉期までの処理で十分な効果を示すことが明らかとなった。ベンタゾン液剤による大豆作における雑草防除では、雑草種による感受性の差異が報告されており、タデ科雑草は比較的感受性が高いことが示されている（澤路ら 2006; 渋谷ら 2006）。ソバもタデ科であることから、同等な感受性を有するものと推察される。

おわりに

以上みてきたように、暖地の「春播きソバ-大豆」輪作体系において、ソバ収穫時に脱粒した種子の大半は大豆播種前に発芽・出芽してしまい、ごく一部が大豆栽培中に漏生ソバとして発生することが明らかとなった。前述の調査結果からは、大豆作中の漏生ソバの発生本数は10~20本/m²程度で、一般的な雑草の発生量からみれば、それほど多い発生量とは言えない。しかしながら、土壌処理除草剤による漏生ソバの防除効果は不十分であり、雑草害回避の観点からは大豆生育期における防除手段の投入が必須であると考えられる。

大豆栽培で最も一般的に実施されている生育期の雑草防除として中耕・培土があるが、帰化アサガオ類やホオズキ類を対象とした試験で、中耕・培土による除草効果は畝間中央部の雑草に対しては高かったものの、株間の雑草に対しては劣ったことが示されている（住吉 2011）。土壌処理除草剤の影響を受けずに大豆とほぼ同時に発生した

漏生ソバは、中耕・培土実施時には十分に生育していることが予想され、大豆の株間では中耕・培土の影響はほとんど受けられないものと推察される。

大豆の生育期に使用できる除草剤の内、前述の試験では茎葉処理除草剤ベンタゾン液剤の効果を確認し、使用時期として提示されている雑草6葉期までの効果は、漏生ソバに対しても十分であった。したがって、漏生ソバの防除は本剤を適期に用いることで可能である。これ以外には非選択性除草剤の畦間・株間処理（浅井 2012）による防除が考えられる。除草剤の種類によって一部の雑草種に対する効果に変動がみられるものの、タデ科雑草のイヌタデを含む条件での試験で十分な効果が確認されており（田中 2009）、漏生ソバの防除にも有効と推察される。

このように、大豆栽培における漏生ソバ対策は、茎葉処理除草剤の適切な利用によって容易に達成されるものと考えられるが、処理適期を逃すリスクや、他の混生する雑草に対する防除手段の優先、除草コストの低減なども考慮すれば、除草剤以外の耕種的防除法の活用も意義あるものと思われる。前述のように、ソバ収穫後から大豆播種までの間を不耕起で管理することで大豆播種時の埋土種子量を減らすことができると考えられることから、このような耕種的防除法を積極的に活用すべきである。今後、現地への指導と技術の普及が望まれる。

引用文献

- 浅井元朗 2012. 生育期における省力的で効果的な除草剤の畦間・株間処理法は？。「収量・品質の向上と安定生産のための大豆づくりQ&A 増補改訂」, 全国農業改良普及支援協会, 152-153.
- 松浦朝奈ら 2004. 冠水処理に対するソバの栄養成長反応の種間差異. 日作九支報 70, 100-101.
- 大野礼成ら 2014. 水稲後作コムギにおける除草剤抵抗性スズメノテッポウの発生を低減できる浅耕播種技術を核とした総合防除. 雑草研究 59, 195-203.
- 澤路聖之ら 2006. ベンタゾン液剤の大豆に対する初期薬害の品種間差異と畑地雑草に対する草種別効果について. 雑草研究 51 (別), 130-131.
- 渋谷知子ら 2006. ダイズ作における一年生広葉夏畑雑草のベンタゾン感受性の種間差. 雑草研究 51, 159-164.
- 住吉正・佐々木豊 2015a. 春播きソバ-大豆体系における除草剤による漏生ソバの防除効果. 九州の雑草 45, (印刷中).
- 住吉正・佐々木豊 2015b. 春播きソバ収穫後の耕耘が後作大豆における雑草化ソバの埋土種子量に及ぼす影響. 第78回九州農業研究発表会専門部会発表要旨集, 15.
- 住吉正・佐々木豊 2015c. 春播きソバ収穫後の漏生ソバの生育に及ぼす水管理条件の影響. 第78回九州農業研究発表会専門部会発表要旨集, p.16.
- 住吉正 2011. 九州地域の大豆畑における帰化アサガオ類の発生実態と生態に関する研究. 農業および園芸 86, 433-440.
- 田中十城 2009. 大豆生育期の雑草防除に活用できる新たな除草剤畦間散布装置. 植調 42, 417-422.