

大豆畑の雑草の予測による除草

はじめに

北海道十勝管内は畑作専業地帯で大豆作付面積は平成20年に4,080haであったが、平成27年には7,530haと約8割増加している。この増加は、消費者の国産大豆指向の高まりと内外価格差の縮小による国産大豆の需要増や政策支援の効果に加え、小麦の普通型コンバインを利用した収穫や茎葉処理除草剤の普及等の管理作業の軽減も要因として考えられる。

一方、北海道農業生産技術体系によると大豆栽培の総作業時間は52時間/haで、秋まき小麦の同16時間/haに比べ、約3倍を要しており、省力化が進んでいるとは言い難い（北海道農政部2013）。特に、種草取りを含む手取り除草時間は35時間/haで、総作業時間の約70%を占めていることから、労働力減少が続いている近年、効率的な除草体系の確立が強く求められていた。本研究における実態調査では十勝管内延べ11圃場で手取り除草時間を調査した結果、平均で13時間/haと除草技術の進展がうかがえたが、20時間/haを超えている事例数が3圃場あり、改善の余地が残されている。

北海道農業研究センター（以下、北農研）の研究成果では道央の転換畑において、拾い草（抜き草）の除草時間1時間/10a以内とするための7月上旬から中旬の雑草密度3本/m²を管理目標とした（北海道農政部

2012）。除草時間を10時間/ha程度に短縮できれば、総作業時間の半減が可能となり、一層の栽培面積の増加が期待できるとともに、小麦偏重の輪作体系の改善や国産大豆のさらなる需要拡大につながると考えられる。本報では、中央農業総合研究センターで開発した「埋土種子調査マニュアル（第2版）」（中央農業総合研究センター2013）に準じた雑草の発生密度の予測方法を明らかにし、発生密度を考慮した除草剤の使用などの合理的な除草体系を示した。

1. 発芽法による雑草草種・発生量推定法

(1) 試験方法

ほ場内土壌に含まれている埋土種子量および草種の推定に発芽法を用いた。発芽法は「埋土種子調査マニュアル（第2版）」に準じ、具体的なサンプルの調製方法と大型育苗ハウスを使った試験方法を以下に記載する。

直径13cmの土壌サンプラー（園芸用ホーラー）を用いて、5ha以下の現地調査ほ場および十勝農試場内ほ場は無除草区を含む16点、5haを超えるほ場は同じく25点の土壌表面から深さ10cmの土壌サンプルを採取した。採取後、土壌は40℃に設定した恒温乾燥機で乾燥させ、サンプルとした。この土壌サンプルを保水性資材「ねはりシート」を敷いたプラスチック製のかご（370mm×260mm×100mm）

北海道立総合研究機構農業研究本部
企画調整部地域技術グループ

稲野 一郎



図-1 ハウス内の発芽法実施状況



図-2 発芽法による雑草発芽状況

に厚さ1cm以下となるように広げた。4月はガラス温室（てん菜育苗ハウス）に設置した2重トンネル内に、それ以降はガラス温室内に上記のかごを設置し、時期を変えて雑草を発生させた（図-1、-2）。トンネルの開閉等で適宜温度調整を行い、かご内の土壌が乾かないよう灌水した。約1か月間に発生した雑草の本数を草種ごとに計測した。計測した雑草本数とサンプラーの容積（1.33リットル）から土壌1リットル当たりの雑草本数を算出した。

現地ほ場13か所に設定した無除草区において発生した7月中旬の雑草草種・雑草密度、当該ほ場における発芽法による発生した雑草草種・雑草量を比較し、推定法を検証した。

表-1 雑草草種ごとの発芽法と無除草区雑草密度の比較

調査 ほ場	シロザ・タデ類		イヌホウズキ		ツユクサ		タニソバ		その他 (広葉)		ヒユ		スズメノカタビラ	
	発芽法 (本/L)	無除草区 (本/m ²)												
A	0.3	1.3	0	0	0	0	0.7	9.7	1.0	1.0	0	0.3	0	0.7
B1	14.6	73.0	0	0	0	0	0.9	1.7	2.2	21.7	0.9	12.0	0.0	0
B2	6.5	37.7	0.3	0	0	0	6.4	26.0	8.5	11.0	1.4	1	0.1	0
C1	1.2	14.7	0	0	0.1	0	2.8	27.3	12.7	4.7	0.1	13.3	0.7	14.3
C2	2.8	20.7	0.1	0	0	0	0.7	18.0	12.6	14.3	0.2	11.3	3.7	27.7
D1	4.9	84.0	3.8	0	0.2	5.0	5.3	231.0	9.9	85.0	1.0	25.0	0.1	0
D2	4.9	19.0	0.5	0	0	3.0	6.1	53.0	10.4	18.0	0.7	1.0	0.3	0
K	167.9	641.3	0.8	0	0	0	17.1	393.0	31.0	387.7	12.3	162.0	0.6	0
L1	1.0	5.3	0	0	0	0	0.4	0.3	2.1	2.0	0.1	0	2.3	17.7
L2	0.4	0	0	0	0	0	0.1	0	2.9	9.3	0.1	0	9.3	34.7
M1	6.8	85.5	8.5	49.0	0.5	46.0	1.4	6.5	4.6	111.5	0.2	8.5	9.9	5.5
N1	3.7	73.6	0.2	0	0	0	5.5	86.0	9.0	17.7	0.2	0	0.1	2.3
N2	5.8	112.0	0.1	0	0	0	2.8	34.3	20.0	18.3	1.0	28.3	1.0	0

*A, Kは有機栽培, 0は発生が皆無, 0.0は0.1本未満を示す。

(2) 試験結果

現地圃場において発芽法で発生した雑草草種はシロザ・タデ類・ハコベ、タニソバなど広葉雑草の発生量が多く、それらは無除草区の発生量も多い(表-1)。一方、ヒユやスズメノカタビラのイネ科雑草は有機栽培ほ場で多発した例が一つあったが、他は全般的に少ない傾向であった。発芽法と無除草区の発生草種を比較し、雑草草種ごとに無除草区の雑草発生の有無を予測した時の正答率は79%で、発芽法で平均1本/L以上発生した時は93%であり、おおむね発芽法によってほ場に発生する雑草草種の推定が可能となった。

発芽法による雑草発生量に対する無除草区雑草密度の関係を図-3に示す。発芽法では雑草発生量は無除草区雑草発生密度との間で相関関係が認められ、それらの関係は図中の累乗近似式で表された。埋土種子には発芽力が

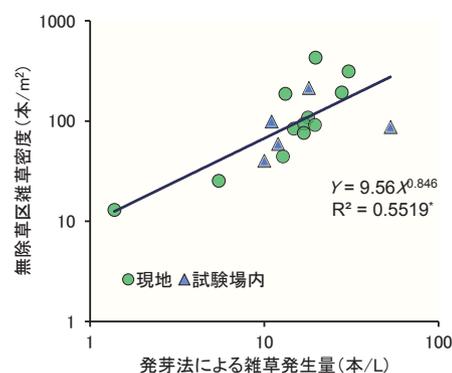


図-3 無除草区雑草密度と発芽法による雑草発生量の比較

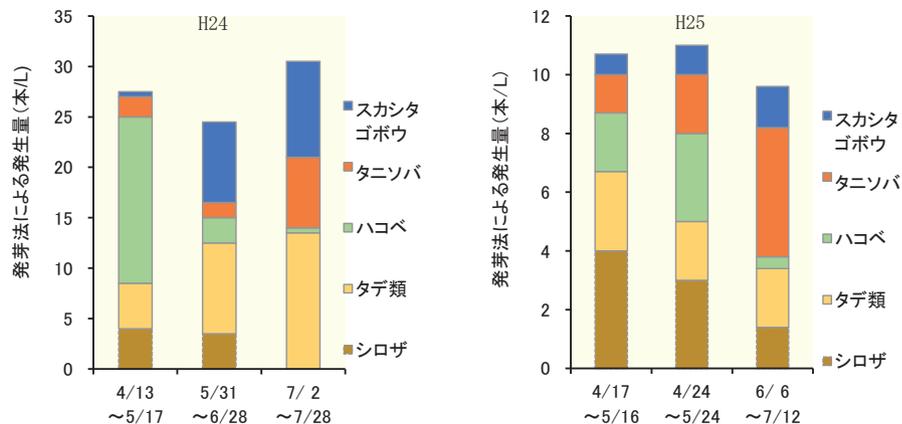


図-4 発芽法による草種ごとの雑草発生量の違い

失活している種子や休眠が深い種子などが含まれている。また、耕起整地後に発生するにはその種子にとって好適な発芽条件が必要であり、環境条件によってほ場発生率は変動する。発芽法は温度条件が整えば、光発芽性や昼夜変温条件で発芽が促進されるため(伊藤 1993)、ほ場環境に近い条件で発生草種・量を調査できる。

発芽法による発生草種は4月から6月の間で調査時期による草種ごとの発生量の違いはあるが、発生量、発生草種の差は小さかった(図-4)。この原因として草種によって休眠覚醒条件や発芽要求温度が異なるためと推察される。ヒユ類は15°C以下ではほとんど発芽しないことに加え、現地農家で発生したほとんどの雑草草種の発芽適温が20°Cから30°Cの範囲であり、さらにタデ類やシロザ、ヒユ類は昼夜の変温条件が発芽を促進する。これらのこ

とから大豆播種前に雑草草種を把握するには、大豆播種予定の1か月前から加温できるビニールハウス等で、日中は20°C以上の温度を確保できるような環境を整えることで発生草種の特定が可能である。発芽法は、規模拡大時に新たに取得または管理することになった農地において雑草の発生程度が予測できない場合、除草手段を選択するために雑草の種類、量を把握できる簡便な方法である。

2. 雑草管理目標と除草管理法

発芽法に基づいた雑草発生量から手取り除草時間を短縮するための雑草管理目標を示すため、除草剤、中耕の組合せの処理を施した十勝農試場内ほ場における7月中旬の雑草密度と抜き草所要時間の関係を検討した。

これまでの結果から除草剤と中耕の

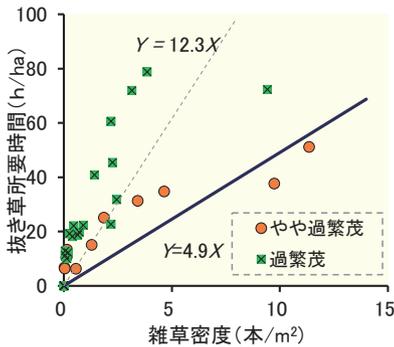


図-5 7月中旬の雑草密度が抜き草所要時間と与える影響

組合せがベストマッチすれば、抜き草の時間を低減もしくは省略が可能である。図-5には7月中旬の雑草密度と抜き草所要時間の関係を示す。図中の回帰式はY切片を0とした近似式で、大豆の生育状況がやや過繁茂に比べ、過繁茂では回帰式の係数が2倍以上となった。回帰式から大豆がやや過繁茂の状況（その後収穫時に倒伏指数が「3」）では雑草密度が3本/m²の時の抜き草所要時間はha当たり15時間を要する。抜き草所要時間を10時間/ha以下にするには雑草密度を2本/m²以下にする必要がある。さらに、茎葉が過繁茂（その後収穫時に倒伏指数が「4」）になると平時の繁茂状態に比べ同じ雑草密度であっても抜き草の労働時間が2倍以上となる。北農研の研究成果では道央の転換畑において、拾い草（抜き草）の除草時間10時間/ha以内とするための、7月上旬から中旬の雑草密度3本/m²から収穫時の要除草雑草密度0.6本/m²を推定した（北海道農政部2012）。この時の収穫時の倒伏指数は「0」～「2」で抜き草所要時間10時間/ha以内とするための7月上中旬の雑草密度は3本/m²である。一方、本試験で得られた結果では倒伏指数「3」の時、7月中旬の雑草密度は2本/m²となり、繁茂状態が抜き草労働時間に影響を及ぼしたことによって北農研の研究成果より、雑草密度の目標値が小さくなった。

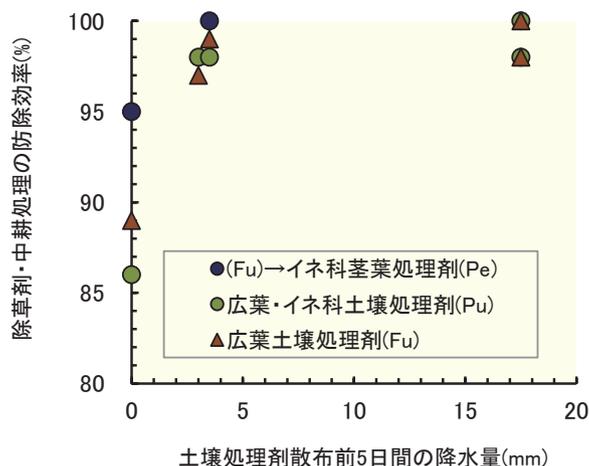
表-2 雑草草種ごとの発芽法と無除草区雑草密度の比較

発芽法による雑草発生量 (本/L)	無除草区推定雑草密度 (本/m ²)	7月中旬雑草密度 (本/m ²)			抜き草所要時間 (人時/ha)			抜き草所要時間10 (h/ha)を達成するための防除効率 (%)
		防除効率			防除効率			
		95%	98%	99%	95%	98%	99%	
5	37	1.9	0.7	0.4	9	4	2	95
10	67	3.4	1.3	0.7	17	7	3	97
16	100	5.0	2.0	1.0	25	10	5	98
17	105	5.3	2.1	1.1	26	11	5	99
20	121	6.0	2.4	1.2	30	12	6	99
30	170	8.5	3.4	1.7	42	17	8	99

図-3の回帰式を使って、発芽法の雑草本数から無除草区雑草密度を推定し、その値と防除効率から7月中旬の雑草密度を計算し、図-5の近似式から抜き草所要時間を推定した（表-2）。発芽法による雑草発生量が5本/Lの場合、防除効率95%で抜き草所要時間は9時間/haとなる。農業生産技術体系（第4版）（北海道農政部2013）では手取り除草の作業時間が35時間/haと記されており、発芽法による雑草発生量が30本/Lの時、防除効率が95%に低下すると、抜き草所要時間は42時間/haとなり、生産技術体系の値を上回る。抜き草所要時間10時間/haにするには発芽法による雑草発生量5本/Lの時、防除効率95%が目標となる。発芽法による雑草発生量16本/L以下の時は防除効率98%が、17本/L以上で99%が目標となる。

3. 雑草密度・草種に応じた除草管理法

発芽法によって推定された雑草密度、草種に対応した土壌処理剤、茎葉処理剤、中耕の組合せを検討し、効果的な除草体系を検討した。調査は十勝農試場内ほ場で行い、供試した大豆品種は平成23年度「十育248号」、「ユキホマレ」、平成24～26年度は「ユキホマレR」である。播種は5月中旬、中耕は1回目に爪カルチ、2回目からは爪カルチ+株間タインを用い、6月上旬から7月上旬にかけて3回～6回、抜き草は7月中下旬に行った。除草剤は土壌処理にフルミオキサジン（広葉対象、10g/10a）、プロメトリン・メトラクロール（広葉・イネ科対象、300g/10a）の2剤、茎葉処理にフルアジホップP（イネ科対象、100mL/10a）を供試した。除草剤の散布は



Fu:フルミオキサジン Pe:フルアジホップP Pu:プロメトリン・メトラクロール

図-6 土壌処理剤散布前降水量が土壌処理と中耕組合せ時の防除効率に及ぼす効果

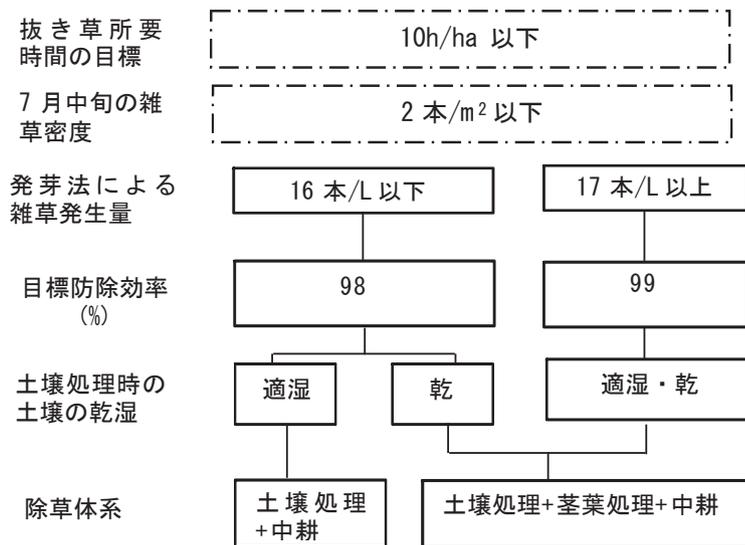


図-7 雑草防除フロー

乗用管理機「BSA-535JDS」で行い、散布ノズルはカニ目二頭口を用いた。

土壌処理剤の効果は土壌の湿り具合に影響することから(與語 2012)、土壌処理剤散布前5日間の降水量と中耕処理を組み合わせた時の土壌処理剤および茎葉処理剤の防除効率(無除草区雑草本数に対する除草された雑草本数の割合)を図-6に示す。土壌処理剤散布前5日間の降水量が0mmで、散布時の土壌が過乾燥状態であった年は、土壌処理剤と中耕の組合せでは防除効率90%を下回ったが、散布前5日間で3mm以上の降雨があった年は、広葉対象土壌処理剤のフルミオキサジン、広葉・イネ科対象のプロメトリン・メトラクロールとも防除効果が上がり、平均すると98%の防除効率となった。フルミオキサジンとイネ科茎葉処理剤フルアジホップPおよび中耕の組み合わせでは、土壌処理剤散布前5日間の降水量が0mmの時、土

壌処理と中耕の組合せよりも防除効果が上がって、防除効率が95%となった。降水量が3mm以上あった年は防除効率がほぼ100%となり、組合せ処理の効果が認められた。

本試験の調査結果は広葉雑草優先ほ場に行われており、この場合の抜き草時間10時間/haを達成するための本試験で得られた雑草処理体系を以下に示す(図-7)。発芽法で16本/L以下のほ場で土壌が適湿の時では土壌処理剤に広葉対象、もしくは広葉・イネ科2成分の土壌処理剤を選択し、中耕処理は必ず行う。土壌が乾いていて、土壌処理剤の効果の低下が予想された時、または発芽法で17本/L以上の発生量があった時は、土壌処理剤、中耕処理に加え必ず茎葉処理剤を散布する。

5月の北海道は平年では低気圧と高気圧が交互に通過し、周期的に天気が変わる。数日おきに降雨があれば、土

壌が過乾になることはなく、土壌処理剤の効果が発揮できる。しかし、平成26年度の5月下旬は太平洋高気圧が移動せず、降雨日が少なかったため、防除効率は低下した。土壌水分が適度であれば、防除効率は高まるので、防除のタイミングを図ることが肝要である。また、散布後の降雨量は推測できないので、散布後に多量の降雨や土壌の過乾燥による土壌処理剤の残効が小さくなることが予想された時は茎葉処理剤の散布が必要で、それにあわせて中耕処理時期を前倒しすることも必要となる。

引用文献

- 中央農業総合研究センター 2013. 麦作・大豆作・水稲作の難防除雑草 埋土種子調査マニュアル(第2版). http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/narc_maidoshushiman.pdf.
- 北海道農政部 2013. 北海道農業生産技術体系第4版. 北海道農業改良普及協会, 32-33.
- 北海道農政部 2012. 大豆除草の管理目標値. 平成24年普及奨励ならびに指導参考事項, 198-200.
- 伊藤操子 1993. 雑草学総論. 養賢堂, pp.43-71.
- 與語靖洋 2012. 収量・品質の向上と安定生産のための大豆づくりQ&A. 社団法人全国農業改良普及支援協会, 136-137.