

## 平成 29 年度終了豆類振興事業助成金（試験研究）の成果概要



1 課題名 丹波大納言の機械化体系栽培における大粒安定多収栽培技術の確立  
～小豆の省力多収栽培体系の確立を目指して～

### 2 研究実施者

研究代表者 京都府農林水産技術センター農林センター作物部 蘆田哲也部長

分担 栽培及び機械作業研究：杉本充主任研究員 雑草防除及び経営評価：辻康介技師

3 実施期間 平成 27 年度～29 年度（3 年間）

### 4 試験研究の成果概要

#### (1) 試験研究の目的

機械化体系による小豆栽培において、大粒安定生産技術確立のため、京都府で普及する小豆の狭条密植栽培における雑草防除技術の開発を目的とした。北海道を中心に麦・大麦若葉用除草機として普及している除草カルチ機（図 1）を用いた機械除草の効果について、作業回数の違いや部品の着脱による比較検討を行った。また、あわせて疎水材心土充填機（図 2）と明渠との組み合わせによる効果的なほ場排水の向上技術を検討した。



図 1 狭条栽培での機械除草  
(Kyu 社製麦用除草機)

今回、特徴的な年次について詳細に述べ、営農の参考に供することとする。

#### (2) 実施計画、手法

試験ア 狭条密植栽培における機械除草機の適用技術の検討

生育期間中の除草技術として狭条密植栽培に適応する機械除草機を用い、小豆の生育ステージに合わせて作業時期、回数等を検討する（図 1）。



図 2 疎水材心土充填機(左、S農機社製)と  
籾殻充填暗渠(右)

試験イ 水田転換畑における効果的な排水対策技術の検討

小豆の生育期間を通して持続する効果的な

ほ場排水技術を構築するため、疎水材心土充填機による籾殻充填暗渠の効果を検討する（図 2）。

#### (3) 成果の概要

試験ア 狭条密植栽培における機械除草機の適用技術の検討（平成 28 年度および 29 年度）

(ア) 材料と方法

a 前提条件

供試した小豆品種は「京都大納言」で、各年次とも、NH 社製トラクタ（型式：T2100KLII）に牽引された M 社製アップカットロータリ（型式：APU1610H）後部に連結する、AY 社製施肥装置付き目皿式播種機（型式：TDRG-U）を用いた耕耘畝立て同時播種による直播栽培とした。栽植様式については、アップカットロータリにより形成される畝間 160cm の平高畝上面に、条間が 30cm で 4 条となるよう播種機を配置し、株間が平成 28 年は 25cm、29 年は 20cm を目標に繰り出し間隔の設定を行い、播種量が 1 株 2 粒播種となる目皿を使用した。播種期は、平成 28 年は 7 月 19 日、29 年は 7 月 24 日であった。播種前には、既存の雑草を枯殺するためグリホサートカリウム塩液剤を処理した。また、播種当日にトリフルラリン乳剤を土壌処理した。

除草効果を検討した除草カルチ機は、適応条間が 250～350mm とされる Kyu 社製麦用除草機（型

式：HS2-4M+TTM-4、4条対応機）である。この除草カルチ機をKu社製トラクタ（型式：KL30）で牽引し、作業速度約2km/hで使用した。なお、畝間160cmの平高畝をまたいで作業を行うため、トラクタの車輪は表裏反対に取り付け、トレッド幅を調整した。

#### b 平成28年度

試験区については、8月12日にカルチ作業を1回のみ行う「1回区」と、8月12日と8月22日にカルチ作業を2回行うこととし、2回目に、株間除草をねらいとした「鋼線レーキ（以下、レーキ）」をつけて作業する「2回・レーキ有区」とレーキを外して作業する「2回・レーキ無区」、カルチ作業を行わない「無作業区」を設定した。圃場内の試験区配置は、「1回区」は4カ所、その他の区は2カ所の反復を設けた。

雑草調査は、各反復1カ所ずつ50cm平方の枠を、小豆の播種条が1条含むように設置し、8月12日の第1回カルチ作業の直前、8月22日の第2回カルチ作業の直前、および第2回カルチ作業14日後の9月5日に雑草の抜き取りを行い、個体数と新鮮重を計数・秤量した。なお、カルチ作業では、トラクタや除草カルチ機が作物体に接触するため、小豆の減収につながる懸念される。そこで、カルチ作業が小豆の収量と収量関連形質へ及ぼす影響を検討するために、雑草が小豆に及ぼす影響を排除する目的で、9月5日の雑草調査の後、できるだけ速やかに試験区内に発生した雑草を手取り除草した。さらに、培土によって平高畝上面に凹凸が生じ、表土混入等による作業中断など、コンバイン収穫に影響する可能性が考えられたため、畝上面凹凸を調査した。

この年は、小豆の主茎長が長くなり倒伏が見られた。特に畝間側の条の小豆は畝上面より下位に傾く株が多かったため、小豆の収量と収量関連形質については、平高畝内の中央2条について2m、計4m分の小豆を、10月20日に各反復1カ所、地際から収穫し、乾燥後調査した。

#### c 平成29年度

試験区については、カルチ作業を8月17日に1回のみ行う「1回区」と8月25日に2回目を行った「2回区」、小豆開花期となった9月5日に3回目を行う「3回区」、カルチ作業を行わない「無作業区」を設定した。圃場内の試験区配置は各区2カ所の反復を設けた。

雑草調査は平成28年同様、各反復1カ所ずつ50cm平方の枠を、小豆の播種条が1条含むように設置し、8月14日、8月22日、9月4日、および第3回カルチ作業6日後の9月11日に抜き取って、個体数と新鮮重を計数・秤量した。また平成28年度と同様、カルチ作業による小豆への損傷からの、収量と収量関連形質への影響を検討するために、9月11日以後できるだけ速やかに手取り除草を行うとともに、コンバイン収穫作業への影響が考えられる畝上面凹凸を調査した。

この年の小豆の生育は比較的安定していたため、小豆の収量と収量関連形質については、10月25日に平高畝内の全4条について1.5m、計6m分の小豆を各反復1カ所、地際から収穫し、乾燥後調査した。

### (イ) 結果と考察

#### a はじめに

結果については年度別し、あわせて、麦用カルチの使用方法について考察する。

#### b 平成28年度の結果

8月12日に行った1回目のカルチ作業前には、供試圃場の優占種であるホソアオゲイトウが12本/m<sup>2</sup>発生していた。また、イネ科雑草（メヒシバ、ノビエ）は合計4本/m<sup>2</sup>の発生であった。第1回カルチ作業10日後では、作業実施した区におけるホソアオゲイトウは4本/m<sup>2</sup>の発生がみられ、無カルチ区の2倍の個体数が観察されたが、いずれも小豆の株間に発生したもので、生体重も少ない個体で

あった。第2回作業後14日後の雑草調査では、ホソアオゲイトウが1回区は2本/m<sup>2</sup>、カルチ作業を2回行った区は2~4本/m<sup>2</sup>と無カルチ区と大差が無かったが、新鮮重が無カルチ区比で25~45%と小さな株であった。カルチ作業を行った区の雑草は、いずれも小豆の株間から発生していた。株間除草に作用をもたらすレーキについては、その有無による除草程度に大きな差は見られなかった(表1)。

収穫期における小豆の草姿や収量については処理区間で差は認められなかった。また、カルチ作業によって生じた畝上面凹凸は3cm程度となった(表2)。実際のY社製普通型コンバイン(型式:YH-400)による収穫作業に支障は生じなかった。

表1 カルチ作業後の雑草調査結果(試験ア:平成28年度)

調査日	試験区	個体数(個体/m <sup>2</sup> )				新鮮重(g/m <sup>2</sup> )			
		ホソアオゲイトウ	その他広葉	カヤツリグサ科	イネ科	ホソアオゲイトウ	その他広葉	カヤツリグサ科	イネ科
8月12日	(カルチ作業前)	12	5	-	4	1.8	3.6	-	0.4
8月22日	1回区	4	2	-	1	12.1	2.8	-	0.1
	無作業区	2	8	-	0	18.7	56.0	-	0.0
9月5日	1回区	2	0	-	3	66.5	0.0	-	38.1
	2回・レーキ有区	4	2	-	0	74.4	26.7	-	0.0
	2回・レーキ無区	2	0	-	2	41.8	0.0	-	65.8
	無作業区	4	8	-	6	165.8	143.2	-	44.5

本年の供試圃場からはカヤツリグサ科雑草の採取がなかったため、-とした。

表2 畝上面の凹凸および小豆の草姿・収量と収量関連形質の調査結果(試験ア:平成28年度)

試験区	畝上面凹凸(mm)	株数(株/m <sup>2</sup> )	主茎長(cm)	主茎節数(節/株)	一次分枝数(本/株)	莢数(莢/株)	精子実重(g/m <sup>2</sup> )	百粒重(g)
1回区	32	33.3	64.6	15.2	2.5	15.1	276.7	20.1
2回・レーキ有区	27	36.7	65.4	14.2	2.2	12.4	271.2	20.1
2回・レーキ無区	27	29.2	68.3	15.4	2.7	18.2	307.0	19.2
無作業区	-	29.2	71.2	15.1	2.2	15.6	294.9	19.8
分散分析	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

nsは有意差無し、-は分散分析を実施しなかったことを示す。

### c 平成29年度

8月17日に行った1回目のカルチ作業前には、供試圃場で拡大してきたホソバフウリンホオズキを中心とするホオズキ類が1.6g/m<sup>2</sup>、その他広葉雑草(タカサブロウ、スベリヒユ、イヌビユ等)は23.6g/m<sup>2</sup>、イネ科雑草(メヒシバ、ノビエ)は0.2g/m<sup>2</sup>の発生が認められた。第1回カルチ作業5日後の雑草調査では、雑草発生本数が無作業区で合計190本/m<sup>2</sup>に対し、作業を行った区で計28本/m<sup>2</sup>と減少した。その後、第2回作業後10日後の雑草調査において、無作業区に比べカルチ作業の回数が多い区ほど、雑草の合計個体数および新鮮重が少なくなった。第3回作業後6日後の雑草調査においては、無作業区に比べカルチ作業を行った区で、雑草の合計個体数や新鮮重が少なくなった。しかし、カルチ作業を行った区では、雑草が株間に残存していたことが観察された(表3)。

表3 カルチ作業後の雑草調査結果(試験ア:平成29年度)

調査日	試験区	個体数(個体/m <sup>2</sup> )				新鮮重(g/m <sup>2</sup> )			
		ホオズキ類	その他広葉	カヤツリグサ科	イネ科	ホオズキ類	その他広葉	カヤツリグサ科	イネ科
8月14日	(カルチ作業前)	10	38	0	16	1.6	23.6	0.0	0.2
8月22日	1回区	2	20	4	2	5.2	23.8	10.6	0.4
	無作業区	18	98	60	14	31.4	85.2	5.0	1.4
9月4日	1回区	8	20	6	0	28.2	186.8	10.0	0.0
	2回区	4	10	0	0	24.0	106.8	0.0	0.0
	無作業区	12	54	4	28	97.6	272.6	0.2	16.6
9月11日	1回区	10	30	6	2	178.6	163.8	2.2	0.4
	2回区	2	16	2	0	34.4	169.4	10.4	0.0
	3回区	2	6	10	0	27.2	242.8	45.0	0.0
	無作業区	8	60	30	12	320.2	325.6	19.2	37.6

収穫期における小豆の草姿や収量については、主茎長、節数、一次分枝数に大きな差は認められなかったが、莢数や精子実重、百粒重には、カルチ作業の回数が多くなるほど減少する傾向が見られた。また、カルチ作業によって生じた培土高は、作業回数が多いほど高くなったが、いずれの区においても、Y社製普通型コンバイン（型式：YH-400）による収穫作業に支障は生じなかった（表4）。

表4 畝上面の凹凸および小豆の草姿・収量と収量関連形質の調査結果（試験ア：平成29年度）

試験区	畝上面凹凸 (mm)	株数 (株/m <sup>2</sup> )	主茎長 (cm)	主茎節数 (節/株)	一次分枝数 (本/株)	莢数 (莢/株)	精子実重 (g/m <sup>2</sup> )	百粒重 (g)
1回区	34 b	38.9	40.1	10.6	0.8	8.5 ab	211.0	20.9
2回区	47 bc	39.2	40.1	11.0	0.9	7.5 a	202.1	19.7
3回区	50 c	34.4	40.1	11.2	1.3	7.2 a	198.9	19.9
無作業区	11 a	32.5	45.0	11.3	0.6	9.5 b	234.7	21.2
分散分析	**	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns

\*は5%水準、\*\*は1%水準で有意。nsは有意差無しを示す。異字のアルファベット間には5%水準で有意差あり（Tukey-Kramer法）。

#### d 考察

今回のカルチ作業後の雑草調査では、除草機の作用は畦間と比較すると、株間を中心とした畦内に対しては著しく小さく、残草が確認された箇所は播種条を中心とした株間が多かった。平成28年には、株間除草をねらいとしたレーキの有無を比較したが、作業中はレーキによる一部雑草の引抜きと断根が観察されたものの、その後の雑草調査時においては本数・新鮮重に大きな違いはみられなかった。このように、機械除草は株間の除草効果が劣るものの、条間の雑草に対してはより高い除草効果がみられた。

しかしその後、日数を経たからの雑草調査の結果では、カルチ作業を行った区も雑草が繁茂していったことが認められた。これは、カルチ作業による土壌表面の攪乱によって、新たな雑草発生が生じたことによるものと考えられる。特に、小豆が地表面を覆うまでには播種後1ヶ月～1ヶ月半かかる。このため、雑草を抑制するためには、播種後から小豆による被覆が完成するまでの間は、複数回のカルチ作業が必要と考えられる。本調査において、2回または3回のカルチ作業を行った区は、1回のみ作業の区に比べると、個々の雑草種によってはばらつきはあったものの、個体数や新鮮重を合計した雑草量は抑制傾向にあるとみられた。このことを踏まえると、小豆の狭条密植栽培における除草カルチ機の使用は、複数回の作業、場合によっては3回以上の作業を行うことが求められるものと推察される。なお、カルチ作業によって生じた畝上面の凹凸は作業回数を増やすと大きくなるものの、コンバイン収穫作業の速度遅延や作業中断、機械内への表土混入は見られず、作業性への影響はほぼないものと判断された。

小豆の収量調査結果では、平成28年では区間差は認められなかったが、29年ではカルチ作業の回数が多いほど株当たり莢数が有意に減少し、また有意差は認められなかったものの、無作業区と1回区に比べ2回区や3回区の百粒重が小さく、カルチ作業が多い区で減収していた。このことから、カルチ作業によって小豆の収量関連形質に負の影響が生じ、最終的には減収に至ったことが推察される。この負の影響については、収量成立の過程と関係するため、カルチ作業の時期によって影響を受ける形質は変化するものと考えられる。初期生育の早い時期では、小豆の生育量が小さく根系発達も大きくないため、地下部による支持力も弱く、除草カルチ機による引抜きが生じる可能性がある。一方、生育が進んだ時期では根系も発達し、引抜きに対する抵抗力も増すが、生育量が大きく、作物体への損傷が生じ、落花や落莢、登熟歩合の低下につながることを考えられた。

#### 試験イ 水田転換畑における効果的な排水対策技術の検討（平成29年度）

##### (ア)材料と方法

供試した小豆品種は「京都大納言」で、供試場所は京都府農林水産技術センター農林センター所内

ほ場を用いた。そのほ場半分を小豆作付前の6月5日に、NH社製トラクタ（型式：T2100KLII）に牽引させたS農機社製の疎水材心土充填機を使用して、粃殻充填弾丸暗渠を地下30cmに施工し、小豆の生育と収量・収量関係形質に及ぼす影響を調査した。

#### (イ)結果と考察

土壌の体積含水率は、弾丸暗渠施行区では対照区と比べて栽培期間を通して概ね低く推移し、夏季の夕立（8月）や秋雨・台風（9～10月）による降雨後の低下も速やかであった（図3）。開花期は両区とも同等であったが、弾丸暗渠施行区の方が葉の黄化・落葉が早く始まり、成熟期も14日早くなった（表5、図4）。主茎長および主茎節数は弾丸暗渠施行区の方が大きかったが、m<sup>2</sup>あたり莢数がやや少なく、百粒重も小さかったことから、収量は少なくなった（表5）。

以上のことから、粃殻充填弾丸暗渠の施工は、ほ場の排水性の改善に有効であった。しかし、土壌の乾燥程度が強くと、着莢数が減少するとともに、登熟期間の短縮により小粒化したことで減収したものが考えられた。このため、これまではほ場の排水性向上を呼びかけることが多かったが、今後は過乾燥による減収も考慮に入れて、生産現場の支援を行う必要があると考えられた。

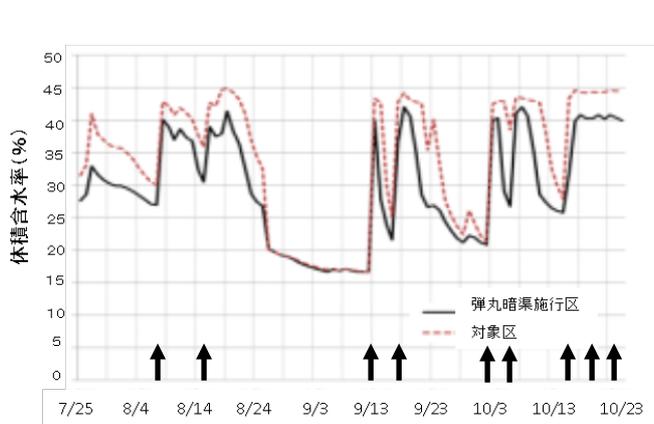


図3 栽培期間中の土壌体積含水率の推移  
(平成29年度、矢印は降り始めより20mm以上の降雨を示す)

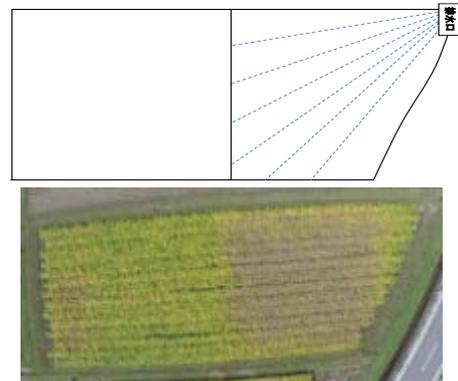


図4 弾丸暗渠の配置と小豆生育状況  
写真は10月10日にドローンで上空から撮影  
(左が対照区、右が弾丸暗渠施工区)

表5 小豆の生育・収量データ（試験イ：平成29年度）

試験区	開花期 月/日	成熟期 月/日	主茎長 cm	主茎節数	莢数		1莢粒数 個	精子実重 kg/a	百粒重 g	粒度分布(%)		
					莢/株	莢/m <sup>2</sup>				2L	L	M
弾丸暗渠施工区	9月5日	10月10日	50.7	11.6	7.8	224.5	3.9	15.1	19.5	0.1	35.3	64.6
対照区	9月5日	10月24日	42.9	11.0	8.0	234.2	4.3	20.5	22.6	0.0	68.4	31.6

栽植密度は、弾丸暗渠施工区で28.1株/m<sup>2</sup>、対照区で29.1株/m<sup>2</sup>であった。  
精子実重、百粒重は水分15%に換算した値

#### (4) 今後の課題

現在、京都府においては、ヒロハフウリンホオズキを中心とした難防除外来雑草の発生が拡大しており、丹波大納言小豆の減収要因の一つとなっている。本研究の知見を活かしつつ、浅耕播種技術や不耕起播種技術など、播種技術の検討による雑草発生程度の評価等を行い、難防除雑草の総合防除技術の構築を図る。

#### (5) 成果の波及効果

機械除草に関して、平成30年度から試用する集落営農法人が出現した。今後、使用事例の積み重ねとともに、現地への普及拡大が期待される。

#### (6) 論文、特許等

現在のところ、無し。