

令和3～5年度豆類振興事業試験研究 「京都府における小豆栽培技術開発の取組および輪作 体系での効果的な排水を可能とする機械化技術の検討」

京都府農林水産技術センター農林センター 羽根沙苗

● 1. はじめに

(1) 京都府産丹波大納言小豆について

「丹波大納言」と称される京都産の小豆は、生産・流通団体と行政が一体となって進めている『京のブランド産品』に認定され⁽¹⁾、大粒で風味が極めて良いことから、京菓子の材料として重用されている。産地と京菓子舗との関係も長く、のれんを守り続ける匠の技で最高級の和菓子を作り上げるため、産地指定する老舗もある⁽²⁾。

卸売業者から安定出荷と増産を求められているが、高齢化の影響で栽培面積の減少傾向が続き、平成2年に1,320haであった京都府内の小豆生産面積は平成13年には688haに減少した（農林水産統計数値より）。

(2) 京都府における機械化収穫体系導入について

府内で栽培されている「丹波大納言」は莢の熟期が斉一に揃にくい特性があることから、熟莢を順に収穫する手収穫の莢どり作業によって小規模で生産、出荷されていた。このため、小豆栽培における作業時間の中で、収穫作業が多くを占め、かつては、生産面積の確保・拡大が困難となっていた。

そこで収穫作業の省力化のため、京都府では農業総合研究所（当時）において、平成10年頃から「ビーンハーベスタ収穫ービーンスレッシュャ脱粒」および「コンバイン収穫」の二つの一斉収穫技術の導入を行った。

また、「コンバイン収穫」を前提とした栽培では、ほ場の起伏を減らして機械収穫を容易にするため、中耕培土を行わない狭条密植栽培の普及が進んだ。

この結果、京都府内の生産面積のうち、法人や集落営農組織による一斉収穫を実施している面積は、令和5年には約7割を占めるようになった。

(3) 小豆栽培で生じている問題点

土寄せを行わない狭条密植での栽培が広がる中で、新たな二つの問題点が浮上してきた。1つ目は、外来ホオズキ類を始めとした雑草害である。これ

については、除草剤やカルチ等を用いた対策技術の試験・検討を行ってきたところである。

2つ目が、旧来の栽培が1条ずつ畝を立てる方式であるのと比較して、「コンバイン収穫」体系では、平畝に近い形状で小豆を栽培するために、栽培期間中の排水が速やかに行われにくく、生育抑制を受けやすいことである。京都府の「丹波大納言小豆」では、集落営農組織を中心に機械化収穫体系が導入されているが、ほぼ全てが水稻との輪作で生産されていることもこれを助長する要因となっている。

また、集落営農組織では、水稻、麦、小豆の順に作付を行うケースが多い。この輪作体系では、6月上中旬に小麦を収穫した後、7月下旬の小豆播種までのほ場準備期間が梅雨に当たる。麦の収穫後には、耕起し麦稈ぼっかんをすきこんだ後、改めて耕起・小豆の播種を行う必要があるが、降雨が続くと土壤水分が多く、適切な時期に耕起ができないため、播種作業の遅れにつながる。このようにほ場準備・播種の作業適期が制限されることが、生産規模拡大のネックとなっている。また小豆の着莢・子実肥大にあたる9、10月には、長雨や台風に伴う降雨により、ほ場が過湿状態になり、小豆の生育抑制が発生することがある。

一方で、水稻との輪作を前提とした土壤水分の管理技術について、大豆播種前のチゼルプラウの使用で土壤の排水性が改善し、収量が向上することが報告されている⁽³⁾。また、大豆播種前にサブソイラを使用することで株数が確保される⁽⁴⁾ことが報告されている。

前述のとおり、府内の小豆生産ではほ場準備期間および小豆生育期間中の土壤水分過多が問題となっているため、ほ場準備期間のチゼルプラウ、小豆生育期間中のサブソイラによる排水効果を検討した。

2. 播種前におけるチゼルプラウの利用

(1) 試験方法

栽培試験は、京都府農林水産技術センター農林センター（亀岡市）の中粒質普通灰色低地土ほ場で実施した。令和4年は、チゼルプラウの小豆作付前使用が、土壤体積含水率、小豆の生育および収量に及ぼす影響を調査した。土壤体積含水率は地下5～10cmをMETER社の土壤水分センサー（EC-5）で測定した。令和5年は、チゼルプラウの小豆作付前使用が、作業のしやすさ

の目安となるコーン指数・碎土率・発芽率に及ぼす影響を調査した。コーン指数は、土壤貫入硬度計を用いて、地表下0～15cmの土壤貫入抵抗値の平均を計算して求めた。

令和4年は6月24日、令和5年は6月2日にチゼルプラウ耕（チゼル区）、ロータリ耕（慣行区）を実施した。



チゼルプラウ (I社FDSS50)



チゼルプラウをトラクタで牽引している様子

(2) 結果および考察

a 令和4年

令和4年7月2日～8日、7月20日～26日の期間において、チゼル区では慣行区と比較して降雨後の土壤体積含水率の低下幅が大きくなった（図1）。チゼルプラウ耕がロータリ耕に比べ土塊の間隙が大きく、また、耕深も大きくなったことで、降雨後の土壤の乾きが早くなったと考えられる。7月9日～19日においては、両区の土壤体積含水率の低下傾向に大きな差は見られず（図1）、土壤体積含水率が約50%に達し、チゼルプラウ耕によって形作られた土壤間隙が降雨によって飽和気味であったこと、期間中に曇雨天が続き土壤表面からの蒸発が限定的であったことが、要因の可能性として挙げられ、さらなる排水性向上のためには、ほ場外への排水経路の確保が必要と考えられる。

過湿条件で耕起を行うと、碎土率が低下し、苗立ちが低下するため、碎土率の目安は70%以上とされている。今回、播種後の碎土率は70%を下回ったが、播種後に適度な降雨があったことから、苗成ちは両区において90%以上と良好となった（表1）。主茎長、主茎節数、SPAD値（表1）や収量データ（データ略）に有意な差は見られなかった。

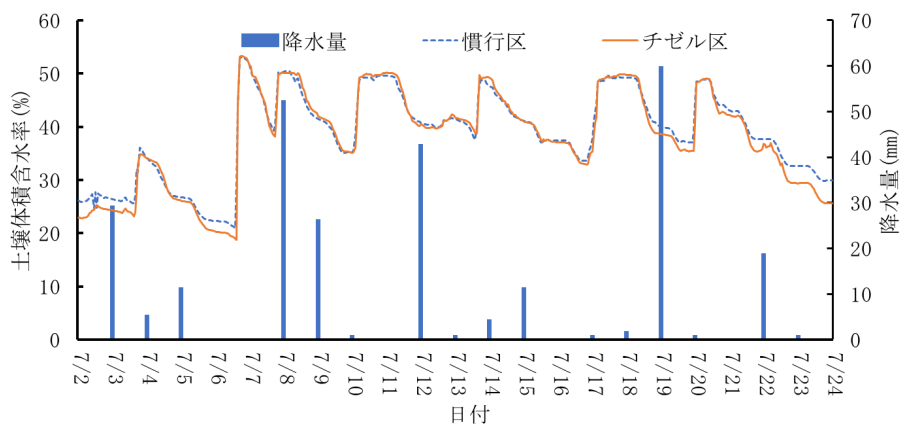


図1 播種前のチゼルプラウ耕が土壌体積含水率に及ぼす影響

表1 播種前のチゼルプラウ耕が播種直後の碎土率、苗立ち、主茎長、主茎節数、SPAD値に及ぼす影響

区名	碎土率 (%)	苗立ち (%)				主茎長 (cm)			主茎節数 (節/株)			SPAD値	
	7/26	8/5	8/10	8/16	8/10	8/16	8/23	8/10	8/16	8/23	8/16	8/23	
チゼル区	53.9	89.0	90.6	96.5	7.9	10.6	14.7	2.6	4.5	5.8	47.6	41.4	
慣行区	50.2	86.5	89.9	92.5	7.8	10.8	15.1	2.7	4.4	5.9	48.0	40.1	

播種日は7月26日。碎土率は、播種直後に調査（2cmのふりい通過率）。Turkey-Kramer法による有意な差は無し。

b 令和5年

小豆の播種前にチゼルプラウを使用し、播種までの期間において、降雨後の耕起作業のしやすさを調査した。前日の日雨量が20mm以上あった6月23日および7月14日、前3日間の合計雨量が173mmであった8月18日の合計3回の播種期について、各々の日程における播種直前の土壌条件は表2のとおりであった。足の沈みおよびコーン指数（50CI以上で作業が容易とされている）、碎土率および発芽率について、チゼル区が慣行区よりも優れる傾向は見られなかった（表2）。また、一日のほ場作業量は、チゼルプラウ耕がロータリ耕の約1.27倍であった（データ略）。

なお、前年にチゼルプラウ耕を実施したほ場で水稻を栽培したところ、減水深は0.5cm/日であり（データ略）、跡作水稻での漏水等の影響はないものと考えられた。

表2 播種前の耕起法が足の沈み、コーン指数、碎土率、発芽率に及ぼす影響

播種日 (月・日)	区名	播種前の土壌条件		播種後調査	
		足の沈み (cm)	コーン指数 (CI)	碎土率 (%)	発芽率 (%)
6.23	チゼル区	2.0	15.5	68.2	62.2
	慣行区	2.0	27.0	56.4	71.4
	t検定	NS	NS	NS	NS
7.14	チゼル区	1.0	23.9	37.9	68.1
	慣行区	1.8	28.3	43.5	83.1
	t検定	NS	*	NS	NS
8.18	チゼル区	0.8	32.0	73.3	100.0
	慣行区	0.5	49.7	80.0	100.0
	t検定	NS	NS	NS	NS

チゼルプラウはいずれも6月2日に使用。

コーン指数はほ場の地耐力を示す指標であり、地表下15cmの土壌貫入抵抗値の平均をもとに計算。

*は5%水準で区間に有意差あり。

碎土率、発芽率は逆正弦変換の後、t検定を行った。

3. 畦間サブソイラによる湿害回避技術の構築

(1) 試験方法

栽培試験は、京都府綾部市七百石の細粒質斑鉄型グライ低地土ほ場で実施した。小豆は幅1.6mの畦に4条まきとし、小豆の開花前（令和4年8月25日）に、写真のように畦をまたぎ、畦の両端に畦間サブソイラのナイフを1本ずつ差し込む形で、一畦おきに牽引した。3.2m間隔、耕深25cmで畦間サブソイラを使用し、使用の有無による土壌水分、小豆の生育及び収量への影響を検討した。なお、本ほ場では前作の小麦収穫後に額縁明渠を設置し、ロータリ耕起後に播種を行った。



小豆の畝をまたぎ、トラクタが畦間サブソイラ
(A農機KKSA-3)を牽引している様子

(2) 結果および考察

畦間サブソイラ無しと比較して有りで、降雨後の土壌体積含水率の低下幅が大きくなった（図2）。畦間サブソイラ有りでは無しと比較して、総節数、着莢数がやや多い傾向が見られた。また精子実重が平均値で約21%増とやや多い傾向が見られた（表3）。

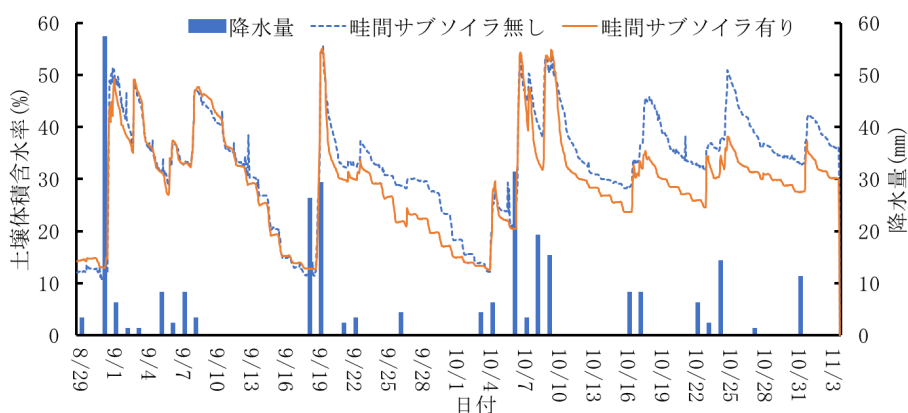


図2 畦間サブソイラが土壌体積含水率に及ぼす影響

表3 各区における主茎節数、一次分枝数、総節数、莢数、精子実重、百粒重

畦間サブソイラの有無	株数 (株/㎡)	主茎節数 (節/数)	一次分枝数 (本/数)	総節数 (節/㎡)	㎡あたり莢数 (莢/㎡)	精子実重 (kg/a)	百粒重 (g)
有り	12.7	14.0	0.93	69.4	214	16.2	25.5
無し	12.5	12.8	1.00	64.9	205	13.4	24.9

反復数が不足するため、統計処理は実施なし。蔓化のため、主茎長は調査不能。

4. 畦間サブソイラのほ場かん水への利用検討

(1) 試験方法

栽培試験は、京都府農林水産技術センター農林センターの中粒質普通灰色低地土ほ場で実施した。額縁明渠^{めいぎょ}を設置したほ場に、令和5年7月25日に畦幅1.6mに4条まきで畦立同時播種し、小豆の開花期直前にあたる8月29日に畝をまたぐ形で畦間サブソイラを使用した（表4）。ほ場の乾燥状態が確認された9月20日、10月2日に、額縁明渠から畦間サブソイラ亀裂への通水を行った。

表4 試験区の設定(所内)

試験区	畦間サブソイラの有無	かん水の有無
①	有り	有り
②	無し	有り
③	無し	無し

前年12月～播種日までは不耕起とした。

(2) 結果および考察

収穫期には表5に示すとおり、有意差は無いものの①の主茎長がやや長く、また①>②>③の順に1莢粒数が多くなり、精子実重が大きくなる傾向が見られた。着莢始が9月12日であり、かん水を行った時期が莢の伸長期に当たったことがこの要因として考えられた。なお、畦間サブソイラの施工作业について、一日のほ場作業量は3.88haとなった（データ略）。

表5 畦間サブソイラを用いたかん水が収穫期および収量関連形質に及ぼす影響

試験区	畦間サブソイラの有無	かん水の有無	主茎長 (cm)	総節数 (節/㎡)	一次分枝数 (本/個体)	莢数 (莢/㎡)	1莢粒数 (粒/莢)	精子実重 (g/㎡)	百粒重 (g)
①	有り	有り	72.8	389.7	2.3	409.1	2.7	238.7	24.2
②	無し	有り	67.1	403.3	2.5	398.2	2.6	206.9	23.7
③	無し	無し	67.9	389.8	2.4	399.2	2.5	195.1	23.5

試験区間に有意な差はなし。

5. おわりに

小豆播種前におけるチゼルプラウの使用が作業性や生育に及ぼす影響を調査したが、小豆播種前のチゼルプラウ単体による効果は判然とせず、暗渠施工との組み合わせや施工時期等の検討が必要と考えられた。

小豆生育期間中における畦間サブソイラの使用は、過湿時の排水性向上に加えて、干ばつ時のかん水への活用可能性が示唆された。

近年、府内の小豆栽培では、湿害に加え、播種後の干ばつによる苗立ち不良や、高温・干ばつを中心とした気象条件に伴う収量の落ち込みが見受けられる。今後、高温・干ばつを含む収量変動要因の解明や、収量安定化のための対策技術の確立を急ぐ必要がある。

6. 謝辞

本報告は、公益財団法人日本豆類協会からの研究助成（令和3年度～5年度）を受けて実施しました。深くお礼申し上げます。

7. 参考文献

- (1) 本永治彦(2004)、地産地消により京の食文化を育んできた小豆、豆類時報No.36
- (2) 河合哉(2009)、京都府中丹地域における土地利用型作物の産地づくり、豆類時報No.57
- (3) 片山ら(2018)、山間地域水田転換畑のチゼンプラウ耕は排水性改善によりダイズの生育・収量を向上させた、日本作物学会紀事87(4)
- (4) 浜口ら(2010)、土壌水分と基肥施用が水田輪換畑における不耕起ダイズの苗立ちに及ぼす影響、作物学会講演会要旨229