

令和4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 能登大納言小豆生産における省力化・効率化技術の確立

2 研究実施者

研究代表者 源 裕 石川県農林総合研究センター農業試験場 主任研究員

3 実施期間 令和2年度～令和4年度(3年間)

4 試験研究の成果概要

(1) 試験研究の目的

石川県奥能登地域の特産豆類である「能登大納言小豆」において①落莢・子実肥大不足の要因解明、②異常気象に対応した収量安定化と大粒率向上、③大規模な担い手や新規就農者の生産性を高める省力化・効率化を目的に技術開発を行った。

(2) 実験計画、手法

1) 能登大納言小豆の落莢、肥大不足の要因解明

① 開花期の過湿・寡日照が小豆の生育・収量に及ぼす影響(R2)

能登大納言小豆をワグネルポット(1/2000a)に播種し、開花盛期に7日間過湿処理を行い、生育、着莢率および収量等を調査した。過湿処理区は地下水位 0, 5, 10, 15cm の4水準を設けた。

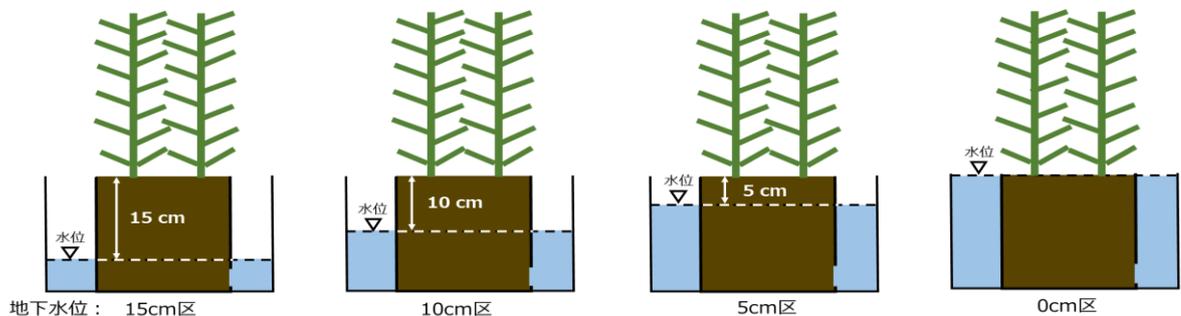


図 地下水位の設定

② モリブデンの粉衣・富化播種が生育・収量に及ぼす影響(R2～R4)

ア R2年度

場内及び現地圃場において、石灰施用の有無を主区とし、その中にモリブデンの種子粉衣(モリブデン酸ナトリウムを水道水に溶かしたものをクルーザーMAXX に添加)及びモリブデン酸ナトリウム溶液(1,000mg/L)を浸漬処理(20℃で 10 時間)及び慣行区を設置し、生育及び収量について調査した。

イ R3、R4年度

現地圃場2箇所において、種子粉衣区及び R2 年に生産した富化種子区とモリブデン無施用区を設定し、生育及び収量について調査した。

③ 葉面散布による種子中モリブデンの富化が生育、収量に及ぼす影響(R2～R4)

ア R2 年度

モリブデン酸ナトリウム 0.3g/L 溶液を開花盛期から 10 日後に 169ml/m² (約4L/区)、24 日後に 260ml/m² (約 10L/区)を動力噴霧器で散布した。

成熟期に品質、収量の調査を行い、乾燥、脱粒後、葉面散布区及び慣行区ごとに粒径 6.7 ~7.3 mm、7.3 mm以上に選別し、粒径区分ごとに 100 粒採取し、粉碎したものをを用いて種子中のモリブデン濃度を定量した。

イ R3年度

現地圃場2箇所において、葉面散布区及び慣行区を設定し、生育及び収量について調査した。

ウ R4 年度

場内圃場において、葉面散布区及び慣行区を設定し、生育及び収量について調査した。

④ 生育初期の高温乾燥条件が小豆の生育に及ぼす影響(R4)

6月下旬、7月下旬、8月上旬に 1/2000a ワグネルポットに播種し、高温(播種～開花盛期までハウス内管理)区、高温+乾燥区(週1回灌水)及び対照区(週2回灌水)を設置し生育状況の調査をした。

2) 異常気象に対応した能登大納言小豆の収量安定化と大粒率向上のための技術開発

① カットドレーン等の排水効果の検証(R2~R4)

ア R2 年度

現地圃場で、播種約1か月前(6/24)に圃場の斜面方向へ8m 間隔でカットドレーン施工し、生育、収量、土壌の体積含有率について、無処理区と比較した。

イ R3年度

現地圃場で、播種約1か月前(6/21)にハーフソイラーで施工し、生育及び収量について無処理区と比較した。

ウ R4年度

現地圃場で、播種 15 日前に平均5m 間隔、深さ 40~60cm でカットドレーン施工し、生育及び収量について無処理区と比較した。

3) 大規模な担い手や新規就農者の生産性を高める省力化・効率化技術の確立

① 早播き・標準播きにおける狭畦密植栽培の影響(R2,R4)

ア R2 年度

場内圃場で早播作型(6/23 播種)及び標準作型(7/20 播種)において播種密度を設定した。

	植栽間隔 穴/m ²	粒/穴	播種密度(粒/m ²)
慣行区	6.25 (条間80cm、株間20cm)	2	12.5
2倍区	25 (条間40cm、株間10cm)	1	25
4倍区	25 (条間40cm、株間10cm)	2	50

早播作型の2倍区および4倍区では、開花始め(8/19)に主茎 10 節で摘心する摘心区を設け、倒伏軽減効果を検討した。摘心は、主茎 10 節長を測定し、刈込鋏を使用して試験区全

体を刈り込み、各区において生育及び収量について調査した。

イ R4年度

標準作型(7月中旬播種)において密植区と慣行区を設け、下記の時期に摘心を行い、生育及び収量について調査した。

摘心時期 植栽密度	播種1か月後 (8/15 基準日)	開花始期 (8月下旬)
密植区：12.5 本/m ² (条間 40cm、株間 10cm、1 粒播種)	主茎 20cm 摘心	主茎 50cm 摘心
		無摘心
	無摘心	主茎 50cm 摘心
		無摘心
慣行区：6.25 本/m ² (条間 80cm、株間 20cm、2 粒播種)	無摘心	無摘心

② スリップローラーシーダーによる苗立ち安定化の検討(R3)

現地圃場において、慣行区(ロータリーシーダー)及び試験区(スリップローラーシーダー)を設け、苗立ち、生育、収量の項目について比較した。

(3)成果の概要

1) 能登大納言小豆の落莢、肥大不足の要因解明

① 開花期の過湿・寡日照が小豆の生育・収量に及ぼす影響(R2)

開花期の地下水位を 10～15cmに管理すれば、湿害による減収及び大粒率の低下を回避できると考えられた。

表1 開花期の地下水位が収量および品質に与える影響

地下水位	1株莢数	1莢粒数	百粒重 g	大粒率 %	子実重 kg/10a
15cm区	32.3 a	4.2	28.4	89.0	243.1 a
10cm区	30.3 a	3.7	27.8	86.0	195.6 a
5cm区	15.3 b	3.0	28.2	85.7	81.9 b
0cm区	5.0 b	0.5	17.9	73.7	4.8 c

Tukeyの多重比較により同列の異なる英文字間に有意差がある ($p < 0.05$)

② モリブデンの粉衣・富化播種が生育・収量に及ぼす影響(R2～R4)

ア R2 年度

場内試験では、モリブデンの粉衣、浸漬処理により収穫時の1株莢数、子実重及び大粒率が増加する傾向にあったが、浸漬処理では、慣行農薬であるクルーザーMAXX の薬害が発生した。現地試験のモリブデン粉衣処理による効果は判然としなかった。

表2 石灰施用およびMo付加が収量および収量構成要素に与える影響(場内)

石灰	Mo付加	子実重 kg/10a	1株莢数 (莢/株)	1莢粒数 (粒/莢)	100粒重 g	大粒率 ² %
施用	慣行	125.3	23.7	3.2	26.3	73.0
	Mo1.0g粉衣	138.5	24.9	3.1	28.2	84.8
	Mo2.0g粉衣	161.6	29.5	3.2	27.6	84.2
	Mo10h浸漬	186.3	32.7	3.4	27.1	85.5
無施用	慣行	67.7	16.0	2.8	24.1	59.8
	Mo1.0g粉衣	112.0	22.4	3.1	25.6	73.1
	Mo2.0g粉衣	118.3	22.1	3.1	27.7	78.9
	Mo10h浸漬	98.9	19.9	3.1	25.7	71.5
平均値	石灰施用	152.9	27.7	3.2	27.3	81.9
	石灰無施用	99.2	20.1	3.0	25.7	70.8
	慣行	96.5	19.8	3.0	25.2	66.4
	Mo1.0g粉衣	125.3	23.6	3.1	26.9	79.0
	Mo2.0g粉衣	139.9	25.8	3.1	27.6	81.6
	Mo10h浸漬	142.6	26.3	3.2	26.4	78.5
分散分析 ²	石灰	*	*	†	ns	—
	Mo付加	*	†	ns	*	—
	石灰×Mo付加	ns	ns	ns	†	—

¹大粒率は穀粒丸目フルイ6.7mm以上の子実が全子実重に占める重量割合

²二元配置分散分析により、†は10%水準、*は5%水準で有意差がある。nsは有意差がない。

イ R3年度

開花期及び成熟期の生育量は、いずれの区も区間差が認められなかった。また子実重、粒度分布と大粒率並びに百粒重についても区間差が見られなかった。

表3 成熟期の生育量(成熟期:能登町:11月10日、珠洲市:11月16日)

試験区	能登町福光			試験区	珠洲市石神町		
	主茎長(cm)	節数	分枝数		主茎長(cm)	節数	分枝数
粉衣種子区	47.8	12.8	4.2	粉衣種子区	25.4	9.7	3.9
富化種子区	46.9	12.6	3.8	富化種子区	30.3	9.0	3.3
無処理区	45.1	12.9	3.5	無処理区	26.9	9.4	2.9

表4 百粒重の比較

試験区	能登町福光						珠洲市石神町					
	全体	大粒 (6.7mm上)	7.3mm上	6.7mm上	6.1mm上	5.5mm上	全体	大粒 (6.7mm上)	7.3mm上	6.7mm上	6.1mm上	5.5mm上
粉衣種子区	30.36	31.16	33.58	27.30	19.22	14.11	30.64	31.71	33.76	26.92	16.84	12.37
富化種子区	29.60	30.79	33.32	26.56	18.26	12.15	30.52	31.78	33.94	26.85	17.01	11.44
無処理区	29.72	30.91	34.99	27.26	18.99	12.52	30.56	31.83	33.71	26.42	16.79	11.41

ウ R4年度

富化種子・粉衣種子・無処理区の間で、生育について有意差は認められなかった。また収量構成要素も粉衣及び富化種子とも無処理区との差は見られなかった。

表5 成熟期(11/10)の生育量

試験区	場内				試験区	現地			
	主茎長(cm)	節数	分枝数	莢数		主茎長(cm)	節数	分枝数	莢数
粉衣種子区	33.8	11.2	6	22.4	粉衣種子区	27.7	7.7	2.1	6.0
富化種子区	36.6	11.3	5.8	21.5	富化種子区	32.8	8.3	2.3	10.8
無処理区	40.1	11.3	5.1	23.7	無処理区	29.3	7.9	2.2	8.9

③ 葉面散布による種子中モリブデンの富化が生育、収量に及ぼす影響(R2~R4)

ア R2年度

モリブデン酸ナトリウム 0.3g/L溶液を開花盛期 10 日後及び 24 日後に散布することで、小豆子実中モリブデン濃度を大きく高められることが明らかになった。

表6 種子中モリブデン濃度の比較

試験区	種子中モリブデン濃度 mg/kg (平均値±SD ²)		
慣行区	粒径6.7-7.3mm (N=3)	2.2	± 0.10
	粒径7.3mm以上 (N=3)	2.1	± 0.20
	平均値 (N=6)	2.2	± 0.16
葉面散布区	粒径6.7-7.3mm (N=3)	19.9	± 0.33
	粒径7.3mm以上 (N=3)	20.2	± 0.34
	平均値 (N=6)	20.1	± 0.33

² 標準偏差

イ R3年度

R2 同様、小豆子実中のモリブデン濃度を大きく高められることが確認された。

生育量は成熟期で区による差は見られず、1株あたり着莢数及び子実重は、慣行区に比べ葉面散布区が大きくなった。

ウ R4年度

7月下旬播種作型で行ったが、8月以降の降雨等により、生育が不良となったことから検討できなかった。

④ 生育初期の高温乾燥条件が小豆の生育に及ぼす影響(R4)

生育項目で高温・乾燥条件の区が、高温区に対し有意な差が見られた。

表7 播種時期別の生育への影響(9/7 調査)

試験区名	節数	主茎長	分枝	
6月下旬	高温・乾燥	10.4	38.2	2.0
	高温	13.5	52.3	3.6
母平均の差 1)		*	**	*
7月下旬	高温・乾燥	7.2	34.7	2.7
	高温	8.8	41.1	3.9
母平均の差		*	NS	*
8月上旬	高温・乾燥	4.1	21.4	
	高温	5.4	29.6	
母平均の差		*	**	

1) Tukeyの多重検定

**、*はそれぞれ1%、5%の有意差があることを示す

NSは有意差がないことを示す

2) 異常気象に対応した能登大納言小豆の収量安定化と大粒率向上のための技術開発

① カットドレーンの排水効果の検証

ア R2年度

播種直後の降雨で圃場の一部が湛水し、湛水した箇所では苗立ちが極めて悪かった。

開花期の体積含有率は、カットドレーン区で無処理に対し約10%低く推移し一定の排水改善効果が見られた。



図1 試験圃場の苗立ち状況

表8 子実重及び収量構成要素に与える影響

	子実重 kg/10a	収量構成要素			大粒率 %
		1株莢数	1莢粒数	100粒重 g	
カットドレーン施工区	50.1	8.7	3.5	27.0	87.2
無処理	58.1	12.5	2.9	27.4	84.0

イ R4年度

生育は主茎長及び節数、分枝で無処理区より上回ったが、莢数の差は判然としなかった。また、収量は、全体の子実重、粒数及び大粒である6.7mm以上の子実重については対照区を上回った。

表9 カットドレーン施工による生育への影響

区名	主茎長	節数	分枝	莢数
カットドレーン区	67.2	14.6	5.80	11.4
対照区	42.0	11.7	3.57	8.6
有意差1)	*	*	*	NS

1) Tukeyの多重検定：*5%の範囲で有意差あり、NS有意差がない

表10 カットドレーン施工に伴う子実重、粒数への影響

区名	子実重 (g)			粒数 (粒)		
	全体A	6.7以上B	割合B/A	全体C	6.7以上D	割合D/C
カットドレーン区	10.78	6.56	60.85	43.60	24.40	55.96
対照区	6.54	3.93	60.04	27.25	15.38	56.42
有意差1)	*	*	NS	*	NS	NS

1) Tukeyの多重検定：*5%の範囲で有意差あり、NS有意差がない

3) 大規模な担い手や新規就農者の生産性を高める省力化・効率化技術の確立

① 早播き・標準播きにおける狭畦密植栽培の影響

ア R2年度

開花盛期における生育は作型を問わず、2倍区、4倍区が徒長し、主茎長が長く分枝数が少ない傾向だった。また早播作型の2倍区、4倍区は、摘心の有無に関わらず倒伏しており、摘心による倒伏抑制は確認できなかった。

子実重は、早播作型で試験区間の差は判然としなかったが、標準播き型では慣行区が4倍区に比べ有意に多かった。

百粒重は早播作型で2倍+摘心区及び4倍+摘心区が他の区に比べ大きい傾向にあっ

た。

表11 開花盛期における生育

試験区	播種密度	主径長	主径節数	分枝数	花/株	蕾/株	莢/株
早播	慣行区 (12.5粒/m ²)	51.8	14.7	3.3	44.0	18.0	23.0
	2倍区	71.7	17.0	1.7	19.0	3.3	12.3
	4倍区	89.0	14.5	0.5	25.3	10.7	19.7
	2倍+摘心区	54.7	11.7	2.0	13.3	3.7	1.3
	4倍+摘心区	58.3	9.8	1.0	5.0	4.0	3.7
標播	慣行区 (12.5粒/m ²)	50.7	13.7	3.5	35.7	25.7	29.0
	2倍区	52.7	13.3	1.7	10.0	4.0	9.3
	4倍区	64.7	12.7	1.2	16.3	6.0	16.3

表12 早播作型における子実重、収量構成要素、大粒率および倒伏程度

試験区	子実重 kg/10a	収量構成要素				大粒率 ² %	倒伏程度
		莢/株	莢/m ²	粒/莢	100粒重 g		
慣行区 (12.5粒/m ²)	212	41.5 a ¹	259 b	3.2 a	25.7 ab	72.8	1~2割
2倍区	201	9.8 b	245 b	3.3 a	24.8 b	73.2	全株倒伏
4倍区	182	14.3 b	358 a	2.3 b	22.4 c	48.8	全株倒伏
2倍+摘心区	199	10.1 b	253 b	2.9 ab	27.3 a	81.5	全株倒伏
4倍+摘心区	238	14.5 b	363 a	2.5 ab	26.5 ab	78.5	全株倒伏
分散分析 ³	ns	*	*	*	*	-	-

¹ Tukeyの多重比較により同列の異なる英文字間に5%水準で有意差がある

² 分散分析により試験区間に*は5%水準で有意差がある。nsは有意差がない。

³ 大粒率は穀粒丸目フルイ6.7mm以上の子実が全子実重に占める重量割合

イ R4年度

生育及び、収量に関して無培土狭畦密植栽培と慣行との差は判然としなかった。

表13 密植栽培による収量への影響

区名	百粒重 (g)		
	全体	粒径6.7mm以上	
密植区	主茎20cm 主茎50cm	24.5	27.5 a
	無摘心	24.6	25.6 a
	無摘心 主茎50cm	24.0	25.1 b
	無摘心	23.6	25.4 a
慣行区	27.8	26.7 a	

* : Tukeyの多重検定で異なる英文字間に5%の有意差がある。

② スリップローラーシーダーによる苗立ち安定化の検討(R3)

播種後の種子の含水比は、試験区で発芽状態に至るのが早かったことから苗立ちの早期確保に有効と考えられる。

表14 播種後の種子の状況

	【慣行区】 播種：7月17日(土)					【試験区】 播種：7月19日(月)				
	調査日	サンプル重	絶乾重	含水比	発芽*1	調査日	サンプル重	絶乾重	含水比	発芽*1
播種後1日	-	-	-	-	-	7月20日	4.20	2.75	52.73	-
播種後2日	7月19日	3.98	2.89	37.72	-	7月21日	5.50	2.72	102.21	-
播種後3日	7月20日	4.70	2.83	66.08	-	7月22日	5.63	2.76	103.99	2
播種後4日	7月21日	5.09	2.90	75.52	2	7月23日	5.36	2.83	89.40	2
播種後5日	7月22日	4.40	2.72	61.76	1	7月24日	5.80	2.71	114.02	4
播種後6日	7月23日	10.40	2.84	266.20	8	-	-	-	-	-

*1：土中で発芽・発根していたもの

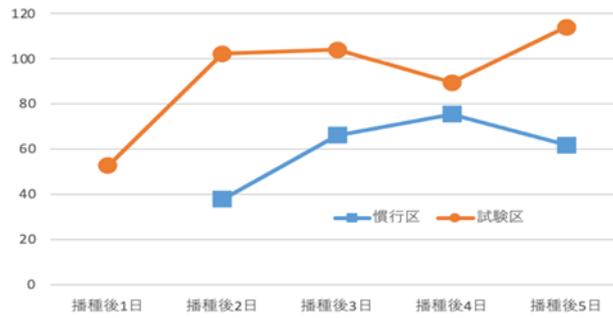


図2 播種後の種子含水比の推移

(4) 今後の課題

試験期間中のモリブデンの施用効果について判然としなかったことから、施用方法(リン酸との併用等)を検討し引き続き調査を行っていく。またドローンを活用した生育把握方法及び現場からは温暖化に伴い害虫の発生状況の把握方法を求められている。

(5) 成果の波及効果

本研究により開花期の地下水位が高いこと、生育初期の高温・乾燥が減収の大きな要因であることが明らかとなったことから、作型を分散し、高温・乾燥のリスク軽減を進めているところである。

(6) 論文、特許等

試験成績概要集(R2、R3、R4)に掲載