

委託試験成績（平成28年度）

担当機関名 部・室名	兵庫県立農林水産技術総合センター農業技術センター 農産園芸部										
実施期間	平成28年度										
大課題名	I 大規模水田営農を支える省力・低コスト技術の確立										
課題名	豆類の発芽率向上を目指した播種技術の構築										
目的	豆類は生育初期の湿害が後の生育まで影響するため、コンバイン収穫を前提とした不耕起栽培（平畝）では速やかな発芽、苗立、生育確保が重要となる。26年度、湿害条件で大豆種子へのモリブデン及び薬剤処理により発芽率の向上に有望な結果が得られた。27年度からは小豆にも応用して発芽率向上で一部有望な結果を得た。本年度は発芽率や初期生育の向上効果、増収効果の年次間差を検証する。										
担当者名	來田 康男										
<p>1. 試験場所 兵庫県立農林水産技術総合センター農業技術センター場内圃場</p> <p>2. 試験方法</p> <p>試験 I 小豆種子へのモリブデン付加及び薬剤処理が出芽向上に及ぼす効果（ほ場試験） 不耕起播種において、モリブデン付加（Mo付加）と薬剤処理播種とを組み合わせた時の小豆種子の出芽、生育、収量への影響への影響を検討する。</p> <p>(1) 試験区</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>種子処理</th> <th>ほ場飽水处理</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>無処理</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>Mo付加</td> <td>〃</td> </tr> <tr> <td>薬剤処理</td> <td>〃</td> </tr> <tr> <td>Mo+薬剤処理</td> <td>〃</td> </tr> </tbody> </table> <p>(2) 方法</p> <p>○ほ場飽水处理：播種直後水尻を止め、水口から田面が水没する程度給水、3hr後排水</p> <p>○Mo付加：種子1kg当たり MoO₃14.4g、PVA0.144g、水21.82gをよく混和して、袋の中の種子に掛け、衝撃を与えないよう満遍なく混ぜた後、風乾</p> <p>○薬剤処理：チアメトキサム・フルジオキシニル・メタラキシル M水和剤を種子1kg当たり8ml塗沫</p> <p>○Mo+薬剤処理：種子1kg当たり MoO₃14.4g、PVA0.144g、チアメトキサム・フルジオキシニル・メタラキシル M水和剤8ml、水21.82gをよく混和して、袋の中の種子に掛け、衝撃を与えないよう満遍なく混ぜた後、風乾</p> <p>(3) 試験規模 1区200m²・4反復</p> <p>(4) 圃場条件 水田転換畑 供試機械 トラクターKT-300（K社）、不耕起播種機（M社） コンバインGS400-GCWES（Y社）（中止）注1）</p> <p>(5) 耕種概要 品 種 丹波大納言 栽培様式 不耕起播種（条間30cm×株間18cm、6条播）、 播種量6.0kg/10a 播種日：8月1日、収穫日：12月6日</p> <p>(6) 調査項目 出芽率：播種後23日目（注2）の2m間の出芽数から計算、子葉展開を出芽とした 生育・収量：主茎長、最下着莢高、主茎節数、分枝数、莢数、収穫全</p>		種子処理	ほ場飽水处理	無処理	有	Mo付加	〃	薬剤処理	〃	Mo+薬剤処理	〃
種子処理	ほ場飽水处理										
無処理	有										
Mo付加	〃										
薬剤処理	〃										
Mo+薬剤処理	〃										

重、粗子実重、精子実重、百粒重

注 1) 12月6日から年明けまで鳥インフルエンザの警戒態勢が敷かれたためコンバイン収穫試験を断念した。

2) 出芽期に半月降雨が無く、出芽が遅れたため、出芽調査は当初予定の播種後 11日より遅く実施した。

試験Ⅱ モリブデン付加播種が発芽に及ぼす影響（ポット試験）

モリブデン付加播種が小豆種子の発芽へ及ぼす影響をポット試験で検討する。

(1) 試験区

(ア) 土壌水分 底面給水量：トレイ当たり 2ℓ・3ℓ

(イ) 土壌 pH 4.3・5.5・6.4（底面給水に McIlvaine 氏緩衝液（クエン酸－リン酸緩衝液）を全量使用）（給水前に pH を測定確認）

(ウ) 種子処理 無処理、Mo 付加

Mo 付加処理（試験Ⅰと同じ方法で処理）

(2) 発芽試験方法

①ポット（底部の直径 4cm、頂部の直径 6cm、高さ 10cm）に用土（市販のパーミキュライト）を 300ml 詰める、②播種、覆土、③トレイ（短辺 24cm、長辺 40cm、高さ 12cm）にポットを 5 個設置、④底面給水、⑤25℃・照光条件で管理

(3) 供試種子 品種：丹波大納言

(4) 試験規模・反復 25 粒/ポット・5 反復

(5) 調査項目 播種後 7～11 日目の発芽率（子葉展開を発芽とした）

3. 試験結果

試験Ⅰ ほ場試験

①種子への処理は、薬剤処理は塗抹が均一に行えたが、Mo 付加区、Mo+薬剤処理区は種子への均一混和が大豆よりも難しく、改善の余地があると考えられた（観察）。

②ほ場処理は飽水無処理区のみ実施した（ほ場が一筆しか確保出来なかったが、本研究の主要テーマが湿害条件での Mo 付加の有効性の確認であり、それを重視したため）。無処理区の種子は発芽率が 57%であった（第 1 図）。それに対し、種子処理区で発芽率が向上し、Mo+薬剤処理区では有意差が認められた（第 1 図）。

③昨年の値も考慮した 2 か年平均の発芽率では、種子無処理区に対して Mo 付加区、薬剤処理区で 10～12%、Mo+薬剤処理区で 21%の向上がみられ、湿害条件での Mo+薬剤処理の発芽率向上効果が高かった（第 1 表）。

④ほ場での生育は、主茎長に対する種子処理の効果は不明瞭であった（第 2 表）。分枝数では、種子無処理に対して、種子処理各区が有意に優った（第 2 表）。種子処理区の中では Mo 付加単独よりも、薬剤処理区、Mo+薬剤処理区が優る傾向にあり、主茎節数、全重、粗子実重、精子実重では薬剤処理区、Mo+薬剤処理区が無処理区に対して有意に優った（第 2 表）。粒大（百粒重）は明確な区間差は認められなかった（第 2 表）。

⑤昨年の値も考慮した 2 か年平均の収量（粗子実重）では、収量比（種子無処理比）で、Mo 付加区 150%、薬剤処理区 168%、Mo+薬剤処理区 218%となり、Mo+薬剤処理の収量向上効果が高かった（第 3 表）。

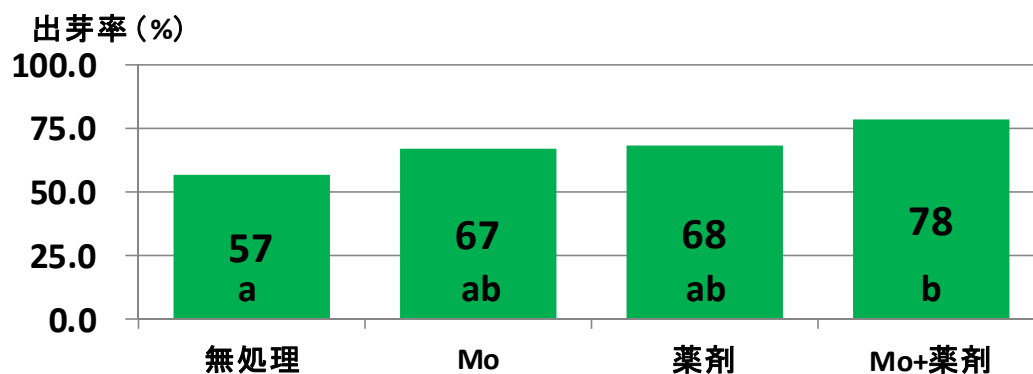
⑥コンバイン収穫は上記（2. 試験方法）で述べた理由で中止したため、調査データが得られなかった。

試験Ⅱ ポット試験

- ① 昨年の大豆のポット試験では、底面給水を低pHにするほど発芽率が低下したが、種子無処理に比べてMo付加により発芽率低下が緩和する傾向にあった。そこで、小豆でも異なるpHで無処理とMo付加の発芽率を比較した(第4表)。その結果、何れのpHでもMo付加により発芽率が増加する傾向にあったが、有意差まではみられなかった(第4表)。
- ② 発芽時の劣悪環境を再現するため、発芽率が低かったpH4.3の底面給水で、底面給水量の増量区も加えて検討した。その結果、底面給水量2ℓ、3ℓとも、種子無処理区に比べてMo付加区の発芽率が高まる傾向にあったが、より湿害条件の強い底面給水量3ℓ区ではMo付加区が種子無処理区に比べて有意に増加した(第5表)。

4. 主要成果の具体的データ

試験Ⅰ ほ場試験



第1図 Mo及び薬剤が小豆の出芽率に及ぼす影響(2016 播種後23日目)

注) 飽水処理ほ場で各種子処理を比較。アルファベット異符号間は5%水準有意を示す。

第1表. 飽水処理ほ場における豆類への種子処理と発芽率(累年比較)

年次	小豆				年次	(参考)大豆			
	発芽率 (%)					発芽率 (%)			
	無処理	Mo	薬剤	Mo+薬剤		無処理	Mo	薬剤	Mo+薬剤
2015	62	77	71	83	2014	53	72	75	80
2016	57	67	68	78	2105	66	84	87	96
平均	60	72	70	81	平均	60	78	81	88
無処理差	0	12	10	21	無処理差	0	18	21	28

第2表.モリブデン付加及び薬剤処理が生育・収量に及ぼす影響(2016 小豆: 飽水処理ほ場)

試験区	主茎長 (cm)	最下着莢高 (cm)	主茎節数 (節/株)	分枝数 (個/株)	莢数 (個/株)	収穫全重 (kg/10a)	粗子実重 (kg/10a)	精子実重 (kg/10a)	同左無処理比 (%)	百粒重 (g)
無処理	38 ^{ab}	14.9	10.9 ^a	2.1 ^a	9.4 ^a	254 ^a	115 ^a	101 ^a	100	24.3
Mo	36 ^a	13.0	11.5 ^{ab}	2.9 ^b	11.4 ^b	299 ^{ab}	143 ^{ab}	126 ^{ab}	125	23.4
薬剤	46 ^b	13.3	12.0 ^b	2.7 ^b	12.3 ^b	374 ^b	170 ^b	146 ^b	145	24.3
Mo+薬剤	45 ^b	14.9	12.3 ^b	3.2 ^b	15.1 ^c	421 ^b	210 ^b	183 ^b	181	25.1

注1) 収穫全重、粗子実重、百粒重とも水分15%に換算した。

2) アルファベット異符号間は5%水準有意を示す。

第3表. 小豆への種子処理と収量(累年比較)

	精子実重 (kg/10a)			
	無処理	Mo	薬剤	Mo+薬剤
2015	119	203	224	296
2016	101	126	146	183
平均	110	165	185	240
無処理比 (%)	100	150	168	218

試験Ⅱ ポット試験

第4表. 小豆種子への発芽率に及ぼす種子処理と底面給水量、pHの影響

底面給水のpH	種子処理	給水量 (ℓ/トレイ)	発芽率 (%) (播種後11日目)	C.V.
4.3	無処理	2.0	57 a	27.0
	Mo付加	2.0	66ab	9.3
5.5	無処理	2.0	62ab	7.3
	Mo付加	2.0	70 b	8.7
6.4	無処理	2.0	68 b	7.2
	Mo付加	2.0	73 b	13.1

注1) 子葉展開を以て発芽とした。

2) 異なるアルファベット間は5%水準有意を示す。

第5表. 小豆種子への発芽率に及ぼす種子処理と底面給水量、pHの影響

底面給水のpH	種子処理	給水量 (ℓ/トレイ)	発芽率 (%) (播種後7日目)	C.V.
4.3	無処理	2.0	46 a	9.8
	Mo付加		53 ab	16.4
	無処理	3.0	46 a	19.9
	Mo付加		67 b	6.5

注1) 子葉展開を以て発芽とした。

2) 異なるアルファベット間は5%水準有意を示す。

5. 考察

試験Ⅰ ほ場試験

○Mo 付加が出芽に及ぼす影響

出芽率は、種子無処理に対して、Mo 付加や薬剤処理により増加傾向にあり、Mo+薬剤処理では有意に増加した(第1図)。ただし、大豆より Mo 付加の効果は低かった(第1表)。大豆に比べて小豆は表皮が硬く、吸水しにくく、滑らかなため、Mo が付加しにくく(写真2、3)、初期の出芽率に向上効果が反映されにくいと考えられる。

○Mo 付加が生育・収量に及ぼす影響

種子無処理区に対して、何れの種子処理区とも分枝数、莢数は、有意に増加した(第2表)。一方、全重、粗子実重、精子実重は、Mo 付加単独と無処理との間に有意差が

認められず、薬剤処理区、Mo+薬剤処理区が有意に増加した（第2表）。これらの傾向は昨年においても同様にみられた。即ち、小豆に関してはMo付加単独よりも、薬剤処理の方が効果が高いことを示しており、この一因としては、上記のように小豆へのMoの付加しにくさが影響していると考えられる。

莢数については、薬剤処理よりもMo+薬剤処理がさらに有意に増加しており（第2表）、2014～2015年の大豆同様にMo付加や薬剤処理単独よりも、Mo+薬剤処理の効果が高い事例が認められた。この理由としては、Moは生育や根粒菌の活性に関わる微量元素として作用し、薬剤は生育阻害や枯死の原因となる土壌病原菌の殺菌剤として作用し、両者の併用により追加的、相乗的に働くためと考えられる。

試験Ⅱ ポット試験

pHが6.4→5.5→4.3と低下するにつれて、無処理区の発芽率は68%、62%、57%と低下した（第4表）。豆類は酸性土壌で発芽や生育が不良となることが知られており、pH低下により発芽率低下が助長されたためと考えられる。

それに対して、Mo付加区の発芽率もpHが6.4→5.5→4.3と低下するにつれて、73%→70%→66%と低下し、無処理区同様、pH低下による発芽障害を生じていると考えられるが、同じpHで比較すると、無処理区に比べて増加傾向がみられた（第4表）。ただし、有意差までは認められず、効果は曖昧であった（第4表）。

一方、異なる底面給水量における種子無処理区とMo付加区の発芽率をみると、適量の底面給水量2ℓでは有意差が認められなかったが、湿害条件の底面給水量3ℓではMo付加区が種子無処理区より発芽率が有意に増加した（第5表）。湿害条件でMo付加が大豆の発芽率を高めることは既に報告されている（原2011、來田2015）が、小豆についても同様な可能性が示唆される。

6. 利用機械評価

大豆においては2か年ともコンバイン収穫に当たって実際の作業上の支障も無かった。小豆では上記の理由で機械収穫は実施出来なかったが、大豆同様にコンバイン収穫の支障となる草姿の変化はみられなかった（第2表）。したがって、トラクターKT-300（K社）と不耕起播種機（M社）による播種、コンバインGS400-GCWES（Y社）をモデルとする小豆での機械化栽培体系において、種子へのMo付加やMo付加と薬剤処理との併用による技術上の問題はないと考えられる。

7. 問題点と次年度以降の計画

問題点

4か年（うち大豆3か年、小豆2か年）に渡る試験の結果をみると、Mo付加の効果には出芽を促進して初期の苗立ち、生育を安定化させる効果と、初期以降の生育に作用する肥料効果の何れかもしくは両方があるように感じられるが、それらの相互作用や具体的なメカニズムなどについてははっきりしなかった。

この問題については、出芽後も継続して生育を確認できる大容量の生育環境（ノイバウエルポット）における追跡調査、一般に言われている根粒窒素固定促進の効果を確認するための根粒着生系統、非着生系統を供試した比較調査などによって明らかになると考えられる。

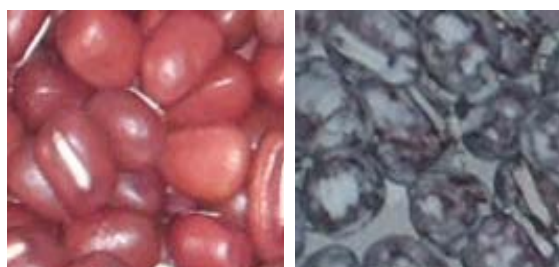
次年度以降の計画

豆類においてMo付加により湿害条件での出芽促進効果は認められ、一定の成果は得られたため、本事業における取り組みは完了とする。

8. 参考写真



写真1 小豆播種作業



無処理

Mo 付加

写真2 小豆への Mo 付加前後の様子



無処理

Mo 付加

写真3 (参考) 大豆への Mo 付加前後の様子