

# 大豆指導指針

令和6年3月

秋田県農林水産部



# 目 次

I	大豆振興方針	1
II	奨励品種・認定品種の解説	
1	奨励品種、認定品種の解説	7
III	栽培基本技術の解説	
1	作付体系	12
2	高品質栽培技術	
(1)	ほ場選定	14
(2)	排水対策	16
(3)	土づくり	20
(4)	施肥法	24
(5)	耕起・整地	28
(6)	播種	30
(7)	雑草防除	36
(8)	中耕・培土	48
(9)	病虫害防除	50
(10)	収穫・乾燥・調製	58
3	連作障害対策技術	64
IV	大豆栽培用機械	
1	機械化一貫体系	72
2	各作業と作業機	
(1)	排水対策	74
(2)	堆肥・肥料等散布	78
(3)	耕起・砕土・整地	80
(4)	播種	82
(5)	除草・病虫害防除	84
(6)	中耕・培土	86
(7)	収穫	88
(8)	乾燥調製	90

V	栽培応用技術の解説	
1	散播浅耕栽培（2年3作体系の極晩播栽培）	94
2	密植栽培技術（1年1作）	96
3	リビングマルチ大豆栽培	100
4	畦立同時播種及び有芯部分耕播種技術	102
5	ヘアリーベッチ植栽による大豆栽培のための土壌改良技術	106
VI	気象災害対策技術	
1	冠水害・湿害	110
2	冷害	114
3	雪害	114
4	干害	116
5	風害	117
VII	トピックス	
1	大豆作付け前にチャガラシをすき込むことでダイズ黒根腐病の発生を軽減できる	120
2	秋田県におけるアゾキシストロビン剤耐性ダイズ紫斑病菌の発生	122
3	有材補助暗きょ施工機「カットソイラー」による転換畑の排水改良	124
4	ミッドマウント型管理作業車による大豆播種作業におけるRTKGNSS自動操舵システムの効果	126
5	大豆連作ほ場における堆肥および炭酸カルシウムの連用効果	128
6	2017年7月22～23日の豪雨による水田転換大豆の冠水被害実態調査	130
VIII	参考資料	
1	各種統計	141
2	大豆乾燥調製施設一覧	153
3	その他資料	156

※本文中の農薬の使用基準については、最新の秋田県農作物  
病害虫・雑草防除基準等を確認してください。

# I 大豆振興方針

## 1 秋田県産大豆の現状

### (1) 作付面積

本県では、これまで大豆を転作の重点作物と位置づけ、『大豆づくり<sup>いちにさん</sup>1・2・3運動』（昭和54年～60年）、『高収益大豆生産振興運動』（昭和61年～平成11年）、『「売れる大豆づくり」推進運動』（平成12～20年）により生産振興を図ってきた。その結果、昭和63年には作付面積が10,900haに達し、全国で第2位となった。

しかし、平成元年以降は減少の一途をたどり、平成6年には前年の水稲大冷害に対応した復田により3,250haと激減した。その後、平成12年からの水田農業経営確立対策による大幅な転作面積の拡大と国の自給率向上を目指した本作化推進により、作付面積は徐々に増加し、平成15年には9,700haまで拡大したが、平成16～19年は米の生産目標数量が増加したことやや減少した。平成20～21年は、生産目標数量の減少により再び10,000ha以上となったが、平成22～26年は新規需要米や加工用米への移行等によりやや減少した。平成27年からは経営所得安定対策による大豆作付推進により再び増加に転じ、令和5年には9,530haとなり、全国第3位となっている。田畑別の作付をみると、本県では水田作付けが主であり、水田作付比率は95%と高い状況である（図－1）。

### (2) 収穫量と単収

収穫量は、作付面積が最大となった昭和63年で20,800tと、全国シェアの7.5%を占めた。平成21年以降は、面積減少と単収の低下により10,000tを下回ったが、平成27年以降は10,000tを上回る収穫量となっている。

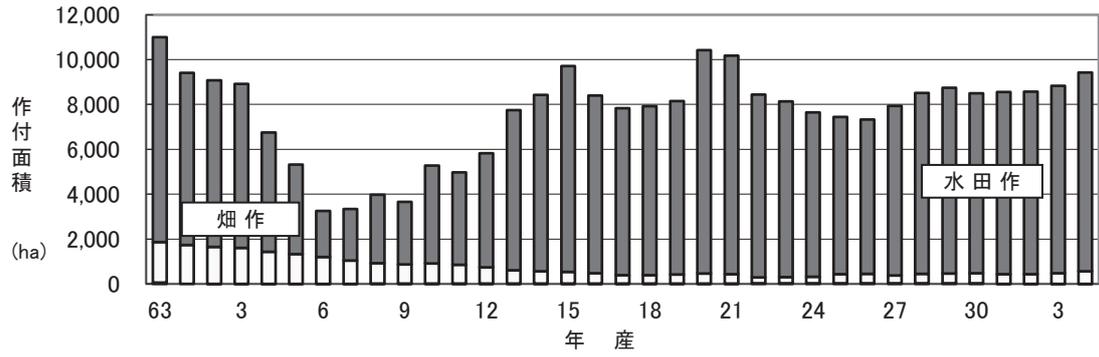
単収は平成13年までは180kg/10a以上となっていたが、それ以降は低下傾向にあり、年次変動があるものの、近年は140kg/10a程度で推移している。生育期間の大雨による湿害や、開花期以降の干ばつ、収穫期の長雨及び降雪等、異常気象による影響を受けやすく、令和2年は100kg/10a、令和4年は122kg/10aと低収になっている（図－2）。

### (3) 出荷量と出荷率

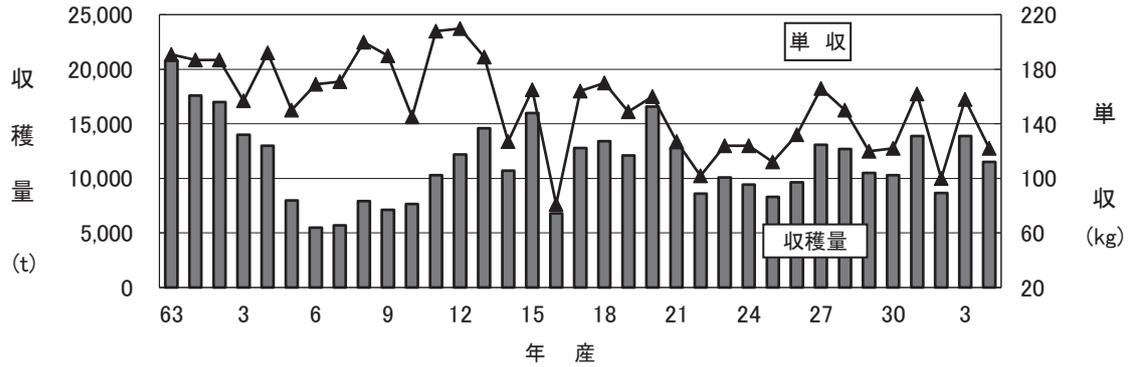
出荷量は、昭和50年代後半から60年代にかけて8,000t以上を確保しており、出荷率は50%程度で推移していたが、平成に入ってから面積減少に伴い、出荷率が急激に低下し、平成6年には12%の出荷率となった。その後も低い時期が続いたものの、平成12年の水田農業経営確立対策による大豆・麦の本作化等により出荷量・出荷率ともに徐々に向上し、近年の出荷率は90%を超えている（図－3）。

### (4) 品種別作付面積

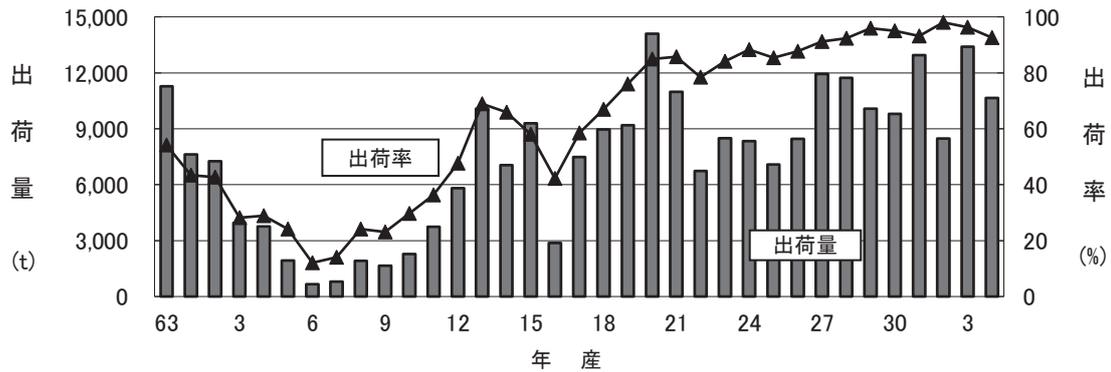
品種別の作付面積は、平成7年に奨励品種に採用したリュウホウの面積が増加し、平成22年からは作付比率が95%以上となっており、一品種に偏重した作付が続いている（図－4）。



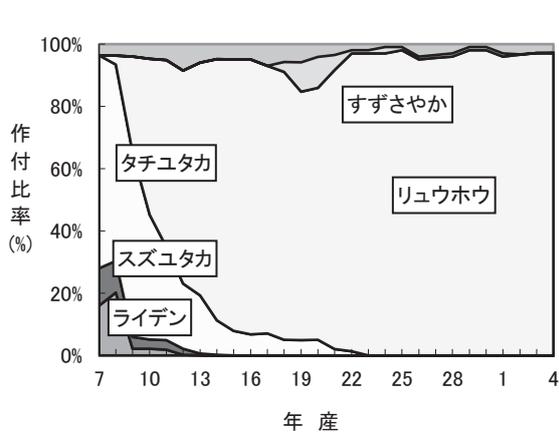
図－1 大豆作付面積の推移



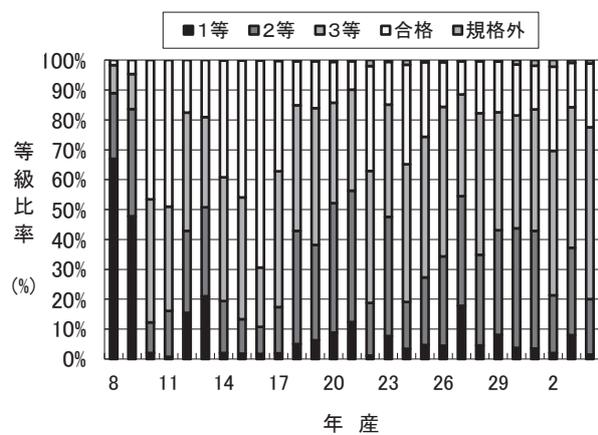
図－2 大豆の収穫量と単収の推移



図－3 大豆の出荷量と出荷率の推移



図－4 大豆主要品種の作付比率の推移



図－5 大豆検査等級比率の推移

## (5) 検査等級

検査等級は、平成9年までは上位等級比率（1、2等比率）が80%以上と高めに推移していたが、平成10年以降は60%以下に低下している（図－5）。

主要な落等理由は、しわ粒・汚損粒・未熟粒であり、中でもしわ粒による落等が多い状況である。しわ粒の発生には、品種特性や気象的要因等が影響しているものと考えられ、晩播により発生が少なくなることが確認されているが、生育量不足や降雨の影響を受けやすくなる等の課題があるため、品種構成も含めた栽培体系の検討が必要である。

汚損粒や未熟粒は、除草対策や収穫作業の習熟、倒伏防止等の管理の徹底により、解決可能である。

## 2 大豆振興の基本方針

大豆は、水田フル活用のための主要な土地利用型作物として位置づけられており、令和5年度の作付面積（9,530ha）は、北海道、宮城県に次ぐ全国第3位である。

しかし、水田転作に伴う湿害や大豆作付け頻度の高まりに起因する「地力の低下」や「病害の発生」等が新たな課題となっており、単収が確保できていない。品質面でも、特に「しわ粒」の発生により上位等級の確保が難しい状況となっている。

国の経営所得安定対策は、単収や品質を向上させた意欲ある農業者に対し、交付金を手厚くする制度となっていることから、大豆作経営の所得向上には、単収と品質の向上が重要である。

一方で、水田活用の直接支払交付金については、令和4年度の見直しにより、交付対象となる水田の要件が厳格化され、令和4年から令和8年の5年間に一度も水張りが行われない水田は令和9年度以降、交付対象としない方針が示されたことから、大豆作の持続的な生産のためには、田畑輪換の取組拡大や畑地化を促進し、水田の生産性向上を一層推進していく必要がある。

また、国産大豆に対する実需ニーズは今後も堅調に推移することが予想されており、平成30年度から国産大豆の播種前入札取引が本格的に開始された。収量・品質を安定させることは、実需者から選ばれる産地となるためにも必要である。

このため、大豆が農業経営の主要な作物として定着し、栽培面積の拡大が図られるよう、今後とも、秋田の大豆づくりを担う農業法人等を対象に、単収や品質の向上を目指した湿害対策の徹底や新たな栽培技術の導入による高位安定生産を推進する。

### (1) 集団化・組織化による担い手の育成

水田作経営に大豆を定着させ、複合型の水田農業を確立するため、引き続き、集団化・組織化による地域の大豆生産の担い手を育成するとともに、農地中間管理機構を活用した農地の集積等による経営規模の拡大を図り、土地利用効率の向上とコスト低減を推進する。

### (2) 高品質大豆の安定生産

実需者ニーズに対応した高品質大豆を安定的に生産するため、栽培基本技術の励行は

もとより、モミガラ補助暗渠や畝立て播種技術等による排水・湿害対策を強力に推進する。

また、収量や品質改善の妨げとなっている「地力の低下」や「病害の発生」といった課題を解決するための栽培技術等の導入を図る。

### (3) 販売体制の強化

加工メーカーの国産大豆の需要ニーズが年々高まっており、県産大豆の評価を高め、実需者に信頼される産地づくりが必要である。

そのため、生産者及び生産者団体と実需者との連携を一層強化し、契約的取引を確立するための活動を支援する。

(水田総合利用課)



## Ⅱ 奨励品種・認定品種の解説

## 1 奨励品種、認定品種の解説

### (1) 奨励品種

#### リュウホウ

東北農業試験場（現 農研機構東北農業研究センター）育成。成熟期が“中生の早”、種皮色が黄白で白目、粒大が“中の大粒”で裂皮粒の発生が少なく外観品質が優れる多収品種である。耐倒伏性は“中”で肥沃地の栽培に適し、やせ地では短茎になりやすい。ダイズシストセンチュウ抵抗性は“強”、ダイズモザイクウイルス抵抗性は“中”である。蛋白含有率が高く豆腐の加工適性に優れる。成熟期が早く、最下着莢位置が比較的高いことからコンバイン収穫に適する。

### (2) 認定品種

#### あきたみどり

秋田県農業試験場育成。成熟期が“晩生の早”、種皮色が緑色で臍色が黒、粒大が“極大粒”の青大豆で、耐倒伏性が“中”の多収品種である。粒形は扁球で機械選別作業性が高い。ダイズシストセンチュウおよびダイズモザイクウイルス抵抗性は“弱”であり、アブラムシの防除と種子更新につとめる。豆腐加工適性は原品種「青目大豆」並に優れる。“晩生”であるので、6月下旬以降の晩播には適さない。播種適期は5月下旬から6月中旬である。

（農業試験場 作物部）

奨励品種、認定品種の特性表

奨励品種・認定品種別	区分(銘柄)	品種名	来歴 育成場所 育成年	採 用 年 次	播 種 期	開 花 期	成 熟 期	生 態 型	主 莖 長	主 莖 分 枝 数	主 莖 節 数	葉 型	伸 育 型	毛 耳 の 有 無 及 び 色	花 色	子 実						病 害 抵 抗 性			環 境 抵 抗 性			適 地		特 徴 と 留 意 点		
																百 粒 重	粒 形	裂 皮	種 皮 色	臍 色	収 量	収 量 kg /10a	紫 斑 病	ウ イ ル ス 病	シ ス ト セ ン チ ユ ウ	密 植 適 応 性	耐 肥 性	耐 倒 伏 性	晩 種 適 応 性	多 収、良 質	や せ 地 で 短 莖 に な り や す い	留 意 点
奨励品種	中粒白目	リュウホウ	「スズユタカ」 ×「刈系343号」 東北農試 平成7年	平成7	6.04	7.27	10.04	IIb	66	3.8	15.2	円	有限	白	紫	31.2	扁球	微	黄白	黄	297	強	中	強	中	中	中	大	県内全域	多収、良質		
認定品種	極大粒黒目	あきたみどり	在来種「青目大豆」に Co60のγ線照射し突然 変異 秋田農試 平成9年	平成11	5.24	7.26	10.11	IIc	78	4.4	15.7	円	有限	褐	紫	42.0	扁球	中	緑	黒	300	強	弱	弱	大	中	中	中	県内全域	良質、多収、青大豆	ウイルス病抵抗性無	

注1)数値は秋田農試(秋田市雄和)における過去の平均値(リュウホウは平成26年～令和4年、あきたみどりは平成19年～平成28年)  
注2)収量は篩目5.5mm以上の値



### Ⅲ 栽培基本技術の解説

## 1 作付体系

同一ほ場で長期間作付けが可能な水稲とは異なり、大豆では連作障害がみられ、連作による生産力の低下が顕著であることから、これまで様々な作付体系が検討されてきた。しかし、土地利用型作物である大豆では、野菜などの集約型作物との輪作体系は難しく、主に水稲、麦類との組み合わせによる作付体系が成立している。本県においても大豆の作付体系は、前年水稲後の転換畑で栽培を行う体系（1年1作体系）が主体であるが、この他に、麦類を組み込んだ体系（2年3作体系）も一部で見られる。後者では、前作の麦類栽培による播種期の制約があるため、普通作より遅い「晩播（大麦後）」または「極晩播（小麦後）」の栽培体系が取られている。主な作付体系の例を表－1、具体的な土地利用の例を図－1に示す。

以下、主要な作付体系の概要及び栽培上の留意点について述べる。

### (1) 1年1作体系（田畑輪換体系）

前年の水稲後に大豆を作付けする体系であるが、水稲後2～3年間大豆を栽培し、水田に戻す場合もある。水田転換初年目では地力を活かした大豆の多収生産が期待できるが、碎土率低下や排水不良等により土壌条件が悪いことから、暗渠や明渠によるほ場排水を確実にを行い、ブロックローションのような水系別の団地化により、生産性の向上を図る。大豆作付け年数の長期化に伴い、土壌中の腐植含量低下（地力低下）や復田時の漏水、連作障害等への対応が必要となるため、状況に応じて大豆の作付け期間を決定する。

### (2) 1年1作体系（連作体系）

ほ場の固定化による連年作付けは、ほ場が畑地化し、水田転換畑に比べ湿害の影響を受けにくく、栽培管理を行いやすいが、収量性の向上は見込めない。このため、堆肥及び土づくり肥料（ようりん、石灰質資材など）の施用により地力を高める必要がある。

### (3) 2年3作体系（水稲－麦類－大豆体系）

大潟村において麦作を取り入れた場合、一般的に行われている作付体系である。大豆前作の麦類の作付けは、重粘土土壌の畑地化や物理性改善の効果を発揮し、土壌水分の影響を受けやすい地域での生産性向上に効果がある。麦類後作の大豆は、晩播（大麦後）あるいは極晩播（小麦後）になるが、生育量確保のためにはできるだけ早く播種することが重要である。

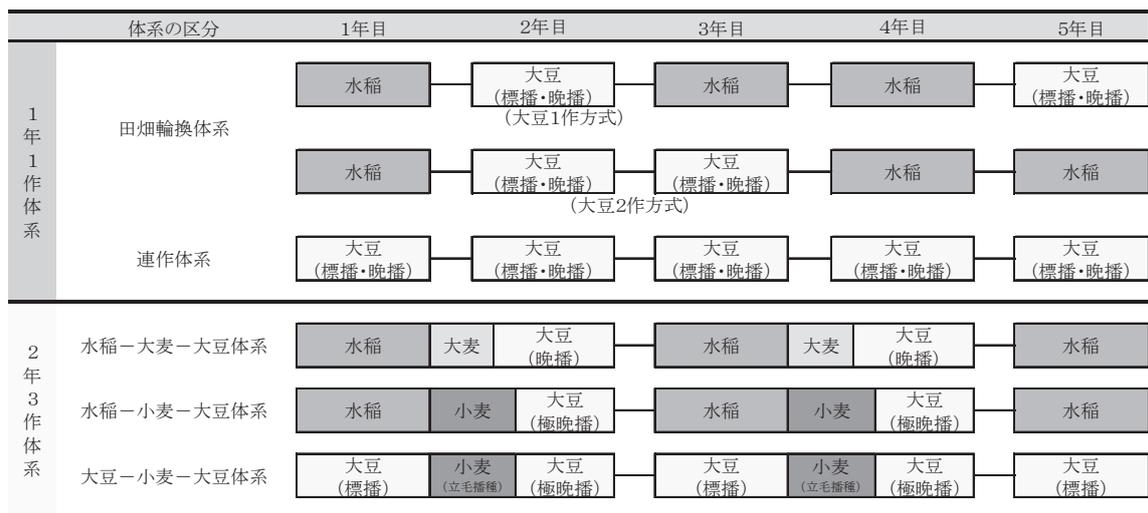
このための播種方法として、麦稈すき込み後に大豆種子を散播し、浅く耕起を行う散播浅耕栽培とする事例もみられる。

### (4) 2年3作体系（大豆－麦類－大豆体系）

本作付体系では、1年目の大豆の成熟期前（黄葉期頃）、大豆立毛間に麦類の種子を散播し、大豆の落葉を覆土がわりとして発芽させ、翌年初夏の麦類の収穫後、晩播または極晩播で大豆を播種するという体系である。大豆の収量安定は難しいが、麦作との複合経営を行う上で重要な体系である。

表－１ 秋田県における大豆の主要な作付体系（例）

体系の種類	概要	大豆播種期の分類	播種時期
1年1作体系	田畑輪換による作付け ブロックローテーション	標 播	5月下旬～6月中旬 (適期は6月上旬)
	畑地固定化による連年作付け		
2年3作体系	麦類を取り入れた作付け	晩 播	大麦収穫後、6月下旬
		極晩播	小麦収穫後、7月上旬



図－１ 作付体系別の土地利用（例）

(農業試験場作物部 作物栽培担当)

## 2 高品質栽培技術

### (1) ほ場選定

県内の大豆の9割以上が水田転換畑で栽培され、毎年排水不良による湿害が発生していることから、水田転換畑の栽培における排水性の確保が最重要課題である。

#### ア 排水性

排水性の悪いほ場は、作業性が劣ることに加え、土壌の通気性低下による土壌中の酸素不足に直結する。排水対策を怠った場合、播種後の降雨により発芽障害や生育期間中の湿害が発生しやすくなる。水田転換畑で排水性を確保するためには、ほ場の団地化を行うことが大事である。水田転換畑では、隣接水田からの距離が近いほど土壌中の空気率や地下水位が高くなり（**図－2**）、地下水位を40 cmに下げするためには隣接水田から40 mほど離れている必要がある。また地表から20 cmの部分の土壌空気率を20 %以上とするためには30 m程度離れている必要がある。このような理由から、作付地が分散しているほ場では排水性が悪化するため、ブロックローテーションや営農排水毎のほ場の団地化が望ましい。

大豆の好適地下水位は、30～40 cm程度とされる。地下水位が10 cm以上のほ場では、出芽や初期生育に湿害を受けやすいため、地下水位が低く排水が良いほ場を選ぶことが大切である（**写真－1**）。地下水位と収量の関係では、地下水位が40 cm程度で収量が高く、地下水位が20 cm程度では収量は低下する（**写真－2**）。根の生長においても、地下水位40 cm程度で根張りが良く、根粒菌も良く付着している（**写真－3**）。

#### イ ほ場選定の目安

ほ場を選定する場合の目安（**表－2**）のとおり、排水性が良く、比較的高いところにあるほ場で、降雨による影響が少ないほ場を選定する。

大豆は高地力で高い収量が期待できることから、肥沃なほ場を選ぶ。また、なるべく連作を避け、他作物との輪作による作付体系を計画することが必要である。大豆は畑作物であるが水分要求量と窒素吸収量が多いことから、水田への作付けは用水確保と地力からみて有利である。水稲と大豆を交互に作付けする場合には、営農水系単位毎に水稲と大豆の生産団地化を計画的に行うブロックローテーション方式の導入が理想的である。

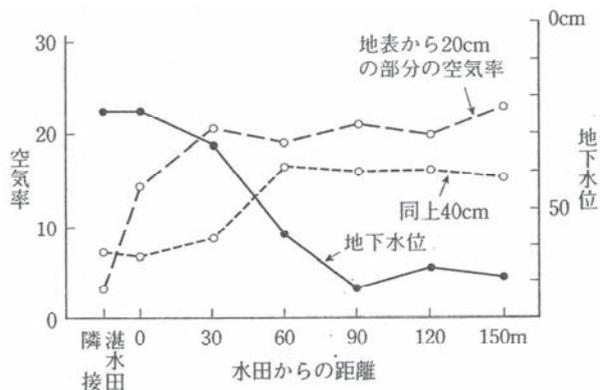


図-2 隣接水田からの距離と土壌空気率、地下水位の変化 (三好・丹原、1997)

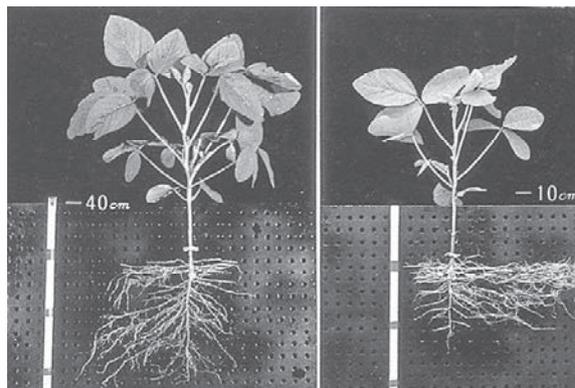


写真-1 培土期の生育と根

(出典 転作ダイズ 400 和どり 農文協)

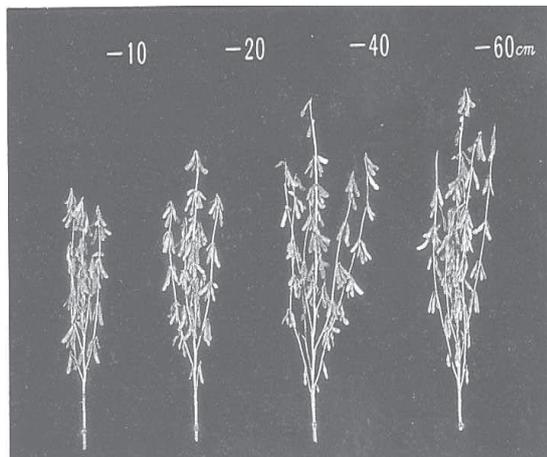


写真-2 地下水位と収量

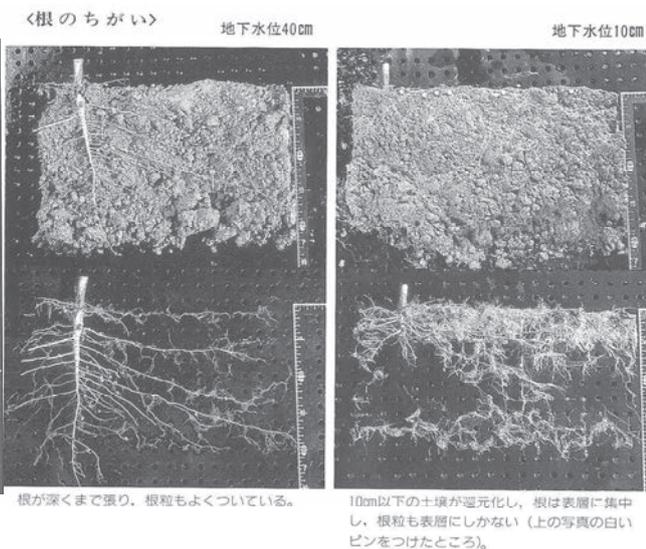


写真-3 地下水位と根の生長

(出典 転作ダイズ 400 和どり 農文協)

表-2 水田転換畑のほ場選定 (例)

作付に適した水田	理由
水はけの良い水田	土壌の排水性が良い
比較的高いところの水田	地下水位が低く、排水性が良い
排水路の上流にある水田	地下水位が低く、洪水でも冠水が少ない
排水路を中心として転換畑が集团化されている水田	隣接水田からの水の浸入がなく、排水管理が容易である

注) 北陸地域における大豆栽培マニュアルより改編

(農業試験場作物部 作物栽培担当)

## (2) 排水対策

### ア 本県での大豆作付と田畑輪換体系の推進

本県大豆の9割以上は水田で作付けされていることから、生産性を高めるためには、水田の特徴を活かした田畑輪換体系の推進が重要となる。水田の土壌群は、グライ土と灰色低地土が大部分で全体の3/4を占めている。灰色低地土は酸化型土壌で比較的転換が容易であるが、面積の最も大きいグライ土のうち土性が粗い場合は転換が容易とみられるものの、土性が細かい場合は排水性の点から転換は難しくなる。このように、畑転換をする上で難点のある水田が本県には広く分布しており、こうした状況の改善を図りながら転換を進めていくことが必要である(表-3)。

田畑輪換を行うと、水の作用の有無によって土壌は著しく特徴のある変化を示す。その様相は図-3に示すとおりである。転換によって水田から畑地にすることにより①→④、畑地から水田に戻すことにより④→①のように変化する。①→④の変化では、物理性の面では団粒の生成、土壌の三相分布の空気率(気相)及び通気・透水性の増大などがあり、化学性の面では有機物の分解減少、養分の流亡、リン酸の非有効化などがあり、全体としては地力の低下の方向に進む。一方畑地から水田に戻した場合はこれらの変化が逆の方向をたどり、地力は集積の方向に進む。このような土壌の変化は土壌条件によって異なるものであり、粘土含量が多い場合は変化の速度が鈍くなり、地下水位が高いと畑地化の進行が遅れる。腐植含量の高い土壌では養分の消耗や物理性の変化が緩やかになる。大豆栽培では、これらの畑地化の変化の中で物理性の変化を迅速に進めるとともに、化学性の中の養分の溶脱に対しては、資材を施用するなどの適切な処理がなされなければならない。

### イ 大豆栽培での湿害

#### (ア) 出芽時の湿害

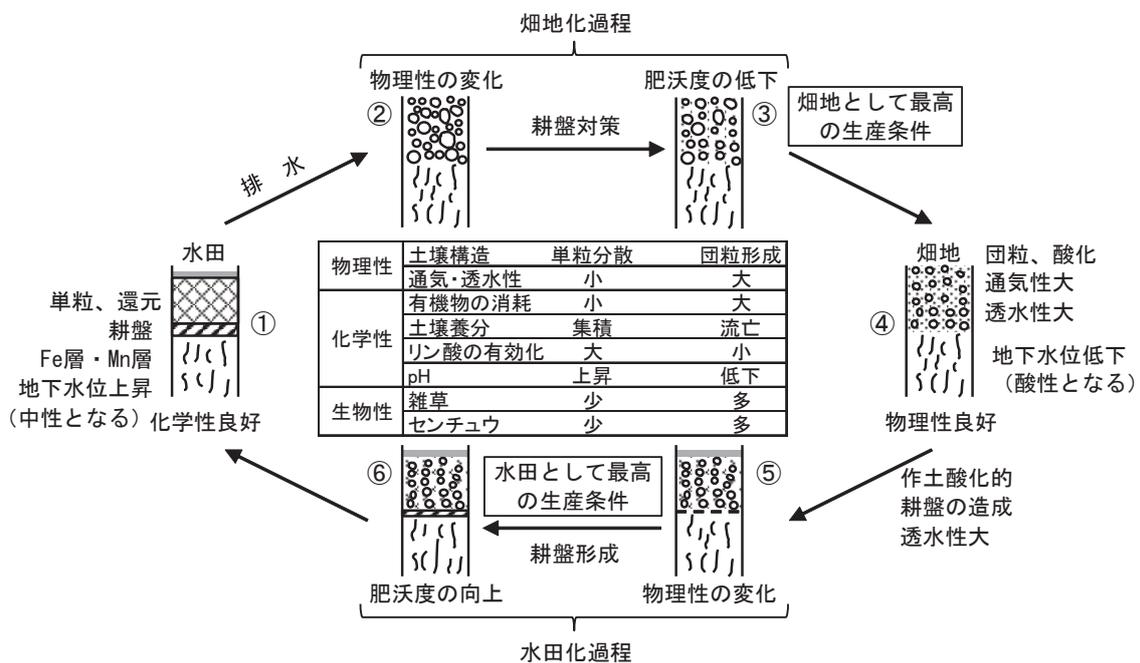
大豆の生育には発芽の良否が大きく影響し、特に発芽から初期生育にかけての湿害に弱い。大豆は、酸素条件に恵まれ発芽の良好な環境ではその後の生育も旺盛であるが、低酸素濃度で発育不良となったものは、生育や収量が大きく低下してしまう特徴がある。水田転換畑のように排水が悪く、過湿状態になりやすいほ場での大豆は、酸素不足による出芽不良から低収量となる場合が多い(図-4)。

#### (イ) 生育期の湿害

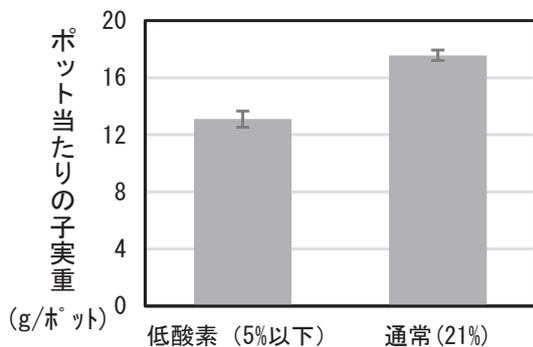
生育期の大豆は、ほ場の排水不良によって根粒着生や生育が抑制され、ほ場に滞水するような場合は著しい生育不良となる。さらには、中耕などの適期作業や除草剤の使用にも支障を及ぼす。湿害の影響は、初期生育段階では分枝や節数が減少し、花芽形成期から着莢期では花芽数、花数、莢数が減って収量が低下する。また、開花期前の湛水処理と追肥の試験では、湛水処理による減収を窒素追肥で補うことが可能である。このように、追肥処理により湿害の影響を軽減することも可能である(図-5)。

表－3 秋田県内水田の土壤群別の耕地面積（地力保全基本調査）

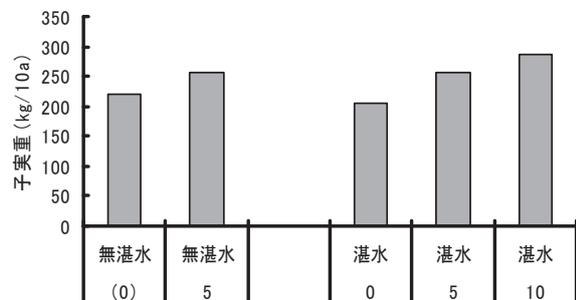
土壤群	水田面積(ha)								土壤群別 合計	水田面積に 占める割合
	鹿角	北秋田	山本	秋田	由利	仙北	平鹿	雄勝		
多湿黒ボク土	0	2,105	450	100	1,413	1,673	1,558	176	7,475	5.5
黒ボクグライ土	0	1,025	0	0	1,130	218	49	0	2,422	1.8
黄色土	0	0	1,060	530	0	1,660	95	0	3,345	2.5
褐色森林土	0	0	0	450	0	0	0	0	450	0.3
褐色低地土	0	0	2,235	130	682	3,461	181	20	6,709	4.9
灰色低地土	2,638	6,473	1,200	2,303	2,019	3,945	4,127	4,127	26,832	19.8
グライ土	1,530	3,490	5,791	28,923	7,989	16,340	7,866	5,309	77,238	56.9
黒泥土	90	130	1,796	1,805	0	1,249	1,092	0	6,162	4.5
泥炭土	0	0	0	245	345	205	1,230	130	2,155	1.6
その他	200	75	455	648	460	949	106	140	3,033	2.2
地域別合計	4,458	13,298	12,987	35,134	14,038	29,700	16,304	9,902	135,821	100.0



図－3 田畑輪換による土壤構造の変化（本谷（昭和49年）を一部改変）



図－4 発芽時の低酸素濃度と子実重



図－5 土壤の灌水と窒素追肥が子実重に及ぼす影響

（大豆の湿害抵抗性に関する栽培生理

（秋田農試, 1994）

：有原文二より転載）

注）散播播種 5/24 灌水処理期間は7月20～30日

品種はタチユタカ

## ウ 排水改良方法

本県の水田土壌分布からみて、転換畑の基盤改善には排水改良が最も重要である。本県水田の大半を占めるグライ土は、高い地下水位にその特徴があり、畑利用するためには、これを少なくとも 40 ～ 60 cm 以下に低下させることが望ましい。そのためにはまず排水路を整備し、明渠、暗渠を施工することが必要である。排水対策の種類と方法の概要について表－4 に示し、この排水の実施方法として地表面排水及び地下排水について述べる。

### (ア) 地表面排水

地表面排水には、ほ場面の傾斜化、ほ場面排水溝、畝立てがある。一般には、ほ場周辺に排水溝（明渠）を掘り、ほ場内に 4 ～ 10m 間隔で排水溝を設けて、地表面水の速やかな排水をはかる。ボトムプラウ、培土機、溝掘り機などを使用して、幅 20 ～ 30cm、深さ 15 ～ 25cm 程度の溝掘りを行う。なお排水溝は必ずほ場外の排水路につなげることが重要である。

### (イ) 地下排水

地表排水等の対策を行っても地下水位が高かったり、土壌の透水性が悪くほ場面が過湿であるような場合には、本暗渠及び補助暗渠による地下排水対策を行う。

表－5 に地下排水対策のための土壌診断基準を示した。

細粒かつ強粘質な土壌のように本暗渠だけでは十分な排水効果が期待できない場合は、補助暗渠を組み合わせることで、降雨後に地下水位を速やかに低下させるとともに、作土が根の呼吸を妨げない空気量（気相率 10 % 以上）を確保することができる（図－6）。

補助暗渠は、弾丸暗渠や心土破碎のように土中に亀裂のみを作るタイプと、トレンチャーで作溝した土中の亀裂（溝）にもみ殻などの疎水材を充填するタイプがある。いずれものタイプも本暗渠に対して直交または斜めに施工し、本暗渠の埋め戻し部分と連結する。土壌の亀裂等の粗大な間隙により集水するので、集水効果の及ぶ範囲は狭い。施工間隔は、弾丸暗渠や心土破碎では 1 ～ 3 m の範囲、吸水管引込暗渠や疎水材埋設暗渠などでも 6 m 以内とする（参照 IV 大豆栽培用機械 各作業と作業機の解説）。

補助暗渠による排水改良効果は、弾丸暗渠よりも疎水材を用いるタイプの方が長続きするが、本暗渠と比較すると耐久性は劣る。また、田畑輪換体系では復田時の代かきによって補助暗渠の亀裂が閉塞するので、畑転換初年目には繰り返し施工が必要となる。

### (ウ) 明渠と弾丸暗渠の組み合わせ

明渠と弾丸暗渠の組み合わせで、転作田での排水効果の向上が見込める。これにより、大豆の生育の安定化、適期作業が行え収量増加が期待できる。

表－４ 排水対策の種類と方法の概要（新版 農作業便覧（昭和60年）を参考に作成）

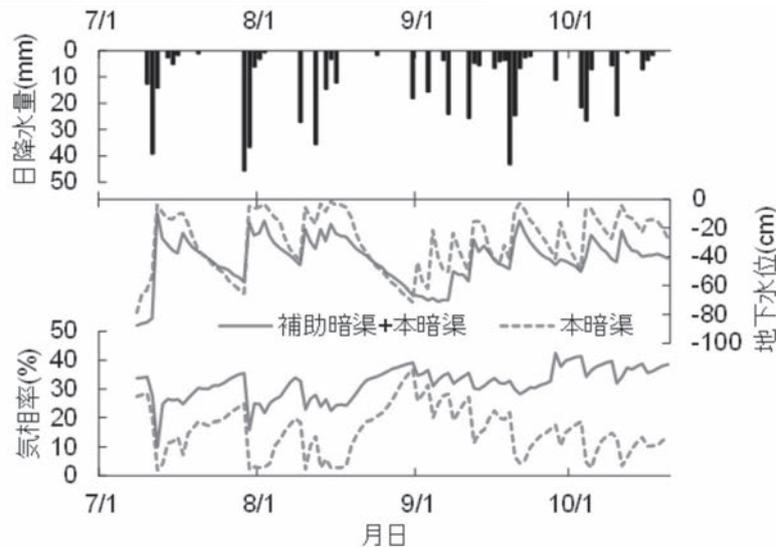
作業区分	排水区分	方法	機能	工法の概要
営農的 対策	地表面 排水	ほ場面排水溝 (明渠)	地表水の一時貯留と流水路 局部凹部(残水部)の低減	溝幅20～30cm、深さ15～25cm、 配置間隔4～10m
		畝立て	畝間:地表水の貯留と流水路 畝部:不飽和域保全、土壌乾燥	端部の流出管理、畝高が低い場合は、 30～50mごとにほ場面排水溝に落水
	耕盤破碎・ 地下排水	深耕・土壌改良 資材の施用	土壌中の粗・中孔隙の増加 保水性向上、易耕性向上	深さ20～30cm 土壌改良材、有機物の深層施用
		心土破碎	下層の粗孔隙の造成、重力水の地下 浸透迅速化、毛管孔隙への転化	深さ25～40cm 間隔0.6(全面)～3.0m
		弾丸暗渠	土壌重力水の地下浸透 反復施工による透水性の向上	深さ30～50cm 間隔1～3m
土木的 対策	地表面 排水	もみ殻暗渠 (簡易暗渠)	土壌重力水の暗渠への集水迅速化 土壌透水性の向上	溝幅4～20cm、深さ30～45cm 間隔2～6m、暗渠排水埋戻し部と接続
		ほ場面の傾斜	地表水、耕盤上停滞水の流動促進 局部凹部(残水部)の低減	傾斜度1/500～1/100 傾斜長30m以内 例)幅10～15cmの内返しブラウ耕
	地下排水	暗渠排水	地下水排除(水位、水圧の低下) 組合せ暗渠の基幹排水路	深さ0.6～1.0m、間隔7.5～15m 疎水材埋設深さ:地表下30cm～

表－５ 地下排水対策のための土壌診断基準

診断項目	階級	土壌の種類	排水対策	
			本暗渠	補助暗渠
地下水水位 (降雨7日後)	<30cm	—	○	○
	30～60cm	細粒質	△	○
		中粗粒質・礫質	△	△
>60cm	細粒質	△	○	
		中粗粒質・礫質	×	△～×
グライ層の出現深さ	<30cm	—	○	○
	30～60cm	細粒質	△	○
		中粗粒質・礫質	△	△
>60cm	細粒質	△	○	
		中粗粒質・礫質	×	△～×
降雨後停滞水 (表面水が消失する までの時間)	24時間以上	—	○	○
	24時間未満	—	△	△
作土の土壌水分 (降雨2～3日後)	停滞なし	—	×	×
	<pF1.0	—	○	○
	pF1.0～1.5	—	△	△
	>pF1.5	—	×	×

注) ○: 必要  
△: 必要な場合もある  
×: 必要ない

(転換畑作研究成果情報シ-ズ No.1(1980)  
農水省技会事務局)



図－６ 本暗渠と補助暗渠を組み合わせたほ場の地下水水位と作土の気相率

注1) 補助暗渠はもみ殻暗渠を2.5間隔で施工、注2) 能代市水田転換畑、グライ低地土(2010年)

(農業試験場生産環境部 土壌基盤担当)

### (3) 土づくり

収量の向上を図るには、排水対策のほか、碎土性の向上、深耕や土壌改良が不可欠である。また、連年作付けによる地力の低下による減収を抑えるためには、有機質資材（堆肥）の施用による地力維持にも努める必要がある。

#### ア 土壌養分の改善

県内の大豆作付の大部分を占める転換畑、すなわち水田の土壌化学性は、pH が低く、石灰や塩基飽和度などは不足している場合が多い（表－6）。転換畑では水田と異なり、かんがい水からの塩基の補給がなく、むしろ雨水によって石灰、苦土などの塩基類が流亡する。また地力要因として大きな働きをする土壌腐植も、畑状態では分解される量が多く、補給がなければ次第に消耗する。これらのことから転換畑および畑地においては石灰質肥料の施用、堆肥などの有機物の施用が不可欠である。

表－7に畑土壌の維持すべき目標値を示した。石灰質肥料の施用は、pH あるいは石灰飽和度を目標に行う。また畑地では塩基類の流亡に伴う酸性化によってリン酸の固定が進み、可給態リン酸が少なくなる。それに対する改良方策としては、リン酸吸収係数を勘案してようりんなどのリン酸質肥料の施用を行う。苦土が少ないと石灰苦土比（Ca/Mg）、苦土カリ比（Mg/K）などの塩基のバランスが崩れるため、苦土の施用にも重点をおく必要がある。石灰、苦土、カリなどの塩基については、その比率をそれぞれ40～50%、10～20%、1～2%の範囲となるように計算（いずれも飽和度）で求める。

また、普通畑で広い面積を占める黒ボク土ではリン酸固定力が強く、塩基含量が少なく酸性が強いので、ようりんなどのリン酸質肥料を多量施用するとともに石灰質肥料の適正な施用が必要である。特に、大豆の場合は土壌中のリン酸濃度が高い条件がよいといわれており、リン酸吸収係数が2000程度であれば、ようりんを100～200 kg/10a（リン酸吸収係数の1～2%）施用することが望ましい。

これらの肥料の施用量を土壌診断結果に基づいて行う場合の計算例を表－8に示す。

表－6 水田および畑地の土壌化学性（作土層）

地目	土壌群	地点数	pH (H <sub>2</sub> O)	電気伝導度 mS/cm	塩基置換容量 me/100g	石灰飽和度 %	苦土飽和度 %	カリ飽和度 %	塩基飽和度 %	可給態リン酸 mg/100g	リン酸吸収係数 mg/100g
水田	多湿黒ボク土	11	5.4	0.13	29.6	32.7	9.2	3.3	48	29	1321
	褐色低地土	6	5.6	0.05	21.5	34.0	10.2	4.6	53	33	916
	灰色低地土	24	5.4	0.07	22.9	34.3	9.7	3.8	50	34	969
	グライ土	52	5.4	0.08	27.5	38.5	15.9	3.2	61	23	1061
	黒泥土	6	5.8	0.11	27.6	50.4	14.3	2.9	70	35	1126
普通畑	黒ボク土	6	6.2	0.08	39.8	46.8	7.9	4.3	59	93	1706

注1) 土壌機能モニタリング調査の平成16～20年の調査結果

表一七 畑地土壌の維持すべき目標値

項目	畑の目標値	備考
作土深 <sup>1</sup>	20～25 cm	耕起深とは異なる
次層のち密度 <sup>1</sup>	20 mm以下	深さ40cmまでを主要根群域とする
地下水位 <sup>1</sup>	60 cm以下	地表面(0cm)より下
粗孔隙量 <sup>2</sup>	10 %以上	主要根群域(40cm)で降水が自重で透水できる粗大な孔隙量(pF0～1.8の水分量)
pH(H <sub>2</sub> O) <sup>1</sup>	6.0～6.5	
電気伝導度 <sup>1</sup>	0.5 mS/cm以下 (砂丘未熟土0.2以下)	
塩基置換容量 <sup>1</sup>	15 me/100g以上 (砂丘未熟土10以上、黒ボク土20以上)	陽イオン交換容量と同義
石灰飽和度 <sup>1</sup>	40～50 %	石灰(CaO)はカルシウムの酸化物
苦土飽和度 <sup>1</sup>	10～20 %	苦土(MgO)はマグネシウムの酸化物
カリ飽和度 <sup>1</sup>	1～2 %	カリ(K <sub>2</sub> O)はカリウムの酸化物
塩基飽和度 <sup>1</sup>	51～75%	石灰、苦土、加里飽和度の合計量
可給態リン酸 <sup>1</sup>	10～20 mg/100g	
土壌有機物含量 <sup>2</sup>	3 %以上(砂丘未熟土2 %以上)	土壌の炭素含量に1.724 を乗じて算出

注1) 秋田県の普通畑の改良目標値(平成9年)

注2) 地力増進基本方針(平成20年10月)に示された基本的な改善目標値

表一八 土壌診断に基づく土壌改良の資材計算例

	pH	塩基置換容量 me/100g	リン酸吸収係数 mg/100g	可給態リン酸 mg/100g	苦土 %	石灰 %	カリ %	塩基飽和度 %
土壌分析値	5.5	26.5	1050	11.7	7.9	29.1	0.7	37.8
					↓ mg/100gに変換			
					42	216	9	
目標値 <sup>注a</sup>	6～6.5	15以上		15	15	45	1.5	51～75
					↓ mg/100gに変換 <sup>注b</sup>			
					80	297	19	
改良に必要な施肥量(kg/10a)				66	184	5	20	

算出手順 ①苦土・石灰・加里の目標値(%)を100g乾土あたりの含量mgに変換する。  
②目標値と分析値の不足分を求め、各成分が含まれた肥料散布量を算出する。  
③リン酸→苦土→石灰→加里の順に散布量を計算する。

条件 【耕起深 10cm、仮比重 1g/cm<sup>3</sup>、ほ場面積 10aの場合】

リン酸 ようりん:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=20%、MgO=15%、CaO=29%

(目標値－分析値)×係数<sup>注c</sup>×(100/肥料のリン酸成分)

↓ (15-11.7)×4×(100/20)=66 kg/10a

苦土 苦土石灰:MgO=15%、CaO=32%

(目標値－リン酸肥料の苦土量－分析値)×(100/肥料の苦土成分)

↓ (80-42-10)×(100/15)=184 kg/10a

石灰 炭酸カルシウム:CaO=53%

(目標値－リン酸肥料の石灰量－苦土肥料の石灰量－分析値)×(100/肥料の石灰成分)

↓ (297-216-19-59)×(100/53)=5 kg/10a

カリ 硫酸加里:K<sub>2</sub>O=50%

(目標値－分析値)×(100/肥料の加里成分)

(19-9)×(100/50)=20 kg/10a

注a) 塩基(石灰、苦土、カリ)の目標値は、表一六に記載した範囲の中間値とした。

注b) 塩基のグラム当量×塩基置換容量×各塩基の飽和度目標値/100

注c) リン酸吸収係数が1000未満は2、1000～2000は4、2000以上は6とする。

## イ 有機物投入による肥沃化

土壌中の有機物含量（腐植含量）は、良好な物理性を保つための碎土性、透水性、孔隙性、保水性など、畑地の重要な性質に大きく関係している。堆肥などの有機物の施用は、土壌腐植の補給のみならず窒素成分の補給になるとともに、リン酸の有効化などにも効果的である（表－9）。

土壌中での腐植の分解消費量はかなり大きく、完熟堆肥で2 t/10a程度の施用を続けないと維持は難しい。

腐植含量の高い黒ボク土では比較的問題が少ないが、腐植含量が少なく、粘土含量の多い土壌では物理性や化学性が低下しやすい。これを改良する手段としては、有機物の多量施用、石灰質肥料の施用などがある。

有機物がない場合は緑肥作物を栽培し、これをすき込むことも一つの方法である。大豆の間作にムギ類を作付して3年間継続してすき込むと、作土の全孔隙率が大きくなり、土壌物理性が改善される（表－10）。また、緑肥すき込みによって土壌の窒素肥沃度を高めるためには、マメ科緑肥を植栽することが有効である（参照 V栽培応用技術の解説）。

転換畑と同様に普通畑でも土壌の物理性、化学性を良好に保ち、窒素の優良な供給源となる土壌腐植を維持するために有機物の積極的な施用が不可欠である。連年作付け主体のほ場において、大麦すき込み、堆肥施用や土壌改良資材の施用と、プラウによる深層処理により、収量、品質に効果が期待できる（図－7）。

表－9 堆肥および炭カルを連用した大豆畑の土壌化学性（1層）

処理	pH (H <sub>2</sub> O)	塩基 置換容量 me/100g	可給態 窒素 mg/100g	可給態 リン酸 mg/100g	交換態			塩基 飽和度 %
					石灰 mg/100g	苦土 mg/100g	カリ mg/100g	
基肥	6.1	30.8	4.5	35.7	316	63	37	49
基肥+炭カル	6.6	32.6	3.4	36.9	537	66	44	72
基肥+堆肥	6.7	36.9	5.1	94.4	627	99	108	80
基肥+堆肥+炭カル	7.0	41.6	4.4	88.9	755	83	92	81

注) 農業試験場・多湿黒ボク土畑（令和元年、大豆収穫後採取）

基肥：ようりん 6kg/a、基肥 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=0.25-0.75-0.75kg/a 施用。全区共通。

+炭カル：炭酸カルシウム 20kg/a 施用。

+堆肥：堆肥 0.2t/a（現物）施用。堆肥は、畜産試験場産の牛ふん 80%、鶏ふん 20%の混合堆肥。

表－10 緑肥作物すき込みによる土壌物理性の改善と大豆収量  
(秋田農試 昭和60年)

試験区	すき込み量 (kg/10a)	全孔隙率		仮比重		大豆子実重	
		(%)	無施用 との比	(g/cm <sup>3</sup> )	無施用 との比	(kg/10a)	無施用 との比
無施用	—	57.6	—	1.13	—	300	100
ライムギ	3,362	67.2	117	1.02	90	321	107
オオムギ	3,010	65.2	113	1.09	96	324	108
コムギ	2,971	62.4	108	1.07	95	307	102

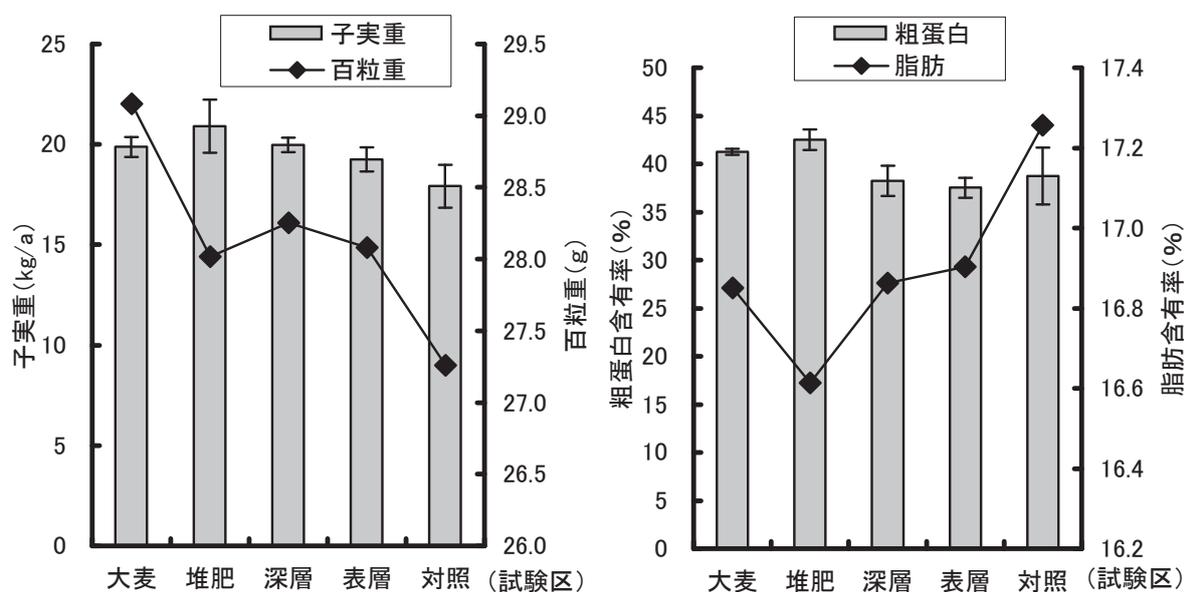
注) 土壌タイプ：灰色低地土

ムギ類は大豆立毛間に播種(9月下旬)、大豆播種17日前にフレールモアですき込み。

すき込み量は3年間の平均値。

大豆品種：スズユタカ。施肥量(kg/10a)：N-2.5、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-5.8、K<sub>2</sub>O-7.5。

土改材(kg/10a)：苦土石灰100、ようりん60、塩加20、FTE4



図－7 有機資材の施用ならびに土壌改良資材の施用方法と子実重、百粒重、内部品質の関係(秋田農試 平成15年)

注) (秋田農試 平成15年) 試験ほ場：能代市須田地区(連作6年目)

大麦区：大豆立毛間播種し、出穂期前すき込み。堆肥区：稲わら牛ふん堆肥0.2t/a(現物)施用。

深層区：土壌改良資材施用後プラウで深耕し、さらに土壌改良資材施用しロータリ耕起。ようりん、炭酸カルシウム各々20kg/a×2回

表層区：土壌改良資材施用後、ロータリ耕起。ようりん、炭酸カルシウム各々20kg/a

対照区：基肥N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=0.25-0.75-0.75kg/a施用。基肥は、全ての区に施用。

(農業試験場生産環境部 土壌基盤担当)

#### (4) 施肥法

##### ア 基肥

転換畑は、水稻当時から改良資材の施用が多く、残効も多いと考えられ、このように肥沃なほ場や転作初年目のほ場は一般に窒素の無機化量が多いので、標準的な施肥や土壌改良資材の多投により、いわゆる過繁茂の状態となりやすい。このため、①転換初年目～2年目畑では窒素施肥量は、多くても10a当たり1kg程度とし、②転換3年目以降は、普通畑と同様標準施肥量とする(表-11)。

補足資料として、秋田農試黒ボクほ場(平成11年造成、大豆2年目:平成14年当時)における大豆窒素吸収量の一例を示す(図-8、表-12)。

##### イ 追肥

大豆栽培の安定多収を目指す効率的な施肥法として、開花期追肥の効果が上げられる。この開花期追肥により、土壌や根粒からの窒素供給力の低下が著しい連作ほ場などでは効果が期待できる。

大豆は、開花期～最大繁茂期の間には80%の窒素を吸収しているため、開花期に追肥を行うことで、稔実莢数と粒重の増加による増収を図るものである。開花期以降は、葉の硝酸還元酵素の活性が急速に低下し、硝酸態窒素の吸収は低下するが、アンモニア態窒素は登熟期にも良く吸収される(表-13)。

追肥の効果としては10%程度の増収が期待できるが、土壌の肥沃度や大豆の生育量により効果は大きく変動する。一般的には土壌肥沃度が高いほ場や土壌・根粒からの窒素供給が多いほど、追肥の効果は低い。

図-9に開花期の窒素追肥効果を示した。追肥効果は、連作3～5年の収量水準がやや低い場合と小麦後作の極晩播大豆の場合にみられた。追肥は開花期に硫安を用い、10a当たり窒素成分で5～10kgが適当であった。なお葉面に付着すると葉焼けをおこすので注意する。

表-11 大豆の標準施肥量 (kg/10a)

区分	窒素	リン酸	カリ
沖積土	1.0～2.5	10～12	6～8
洪積土(黒ボク土)	2.5～3.0	10～12	6～8

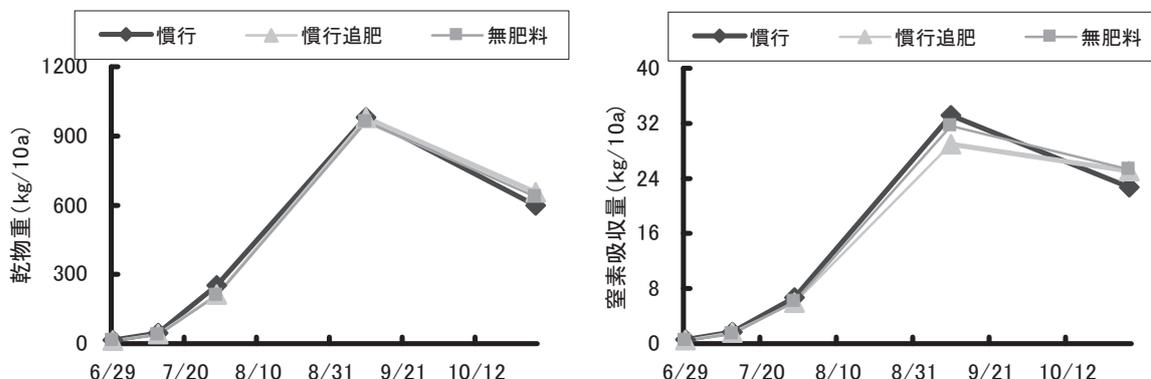


図-8 秋田農試(雄和)ほ場における大豆の乾物重及び窒素吸収量(平成14年、品種:リュウホウ)

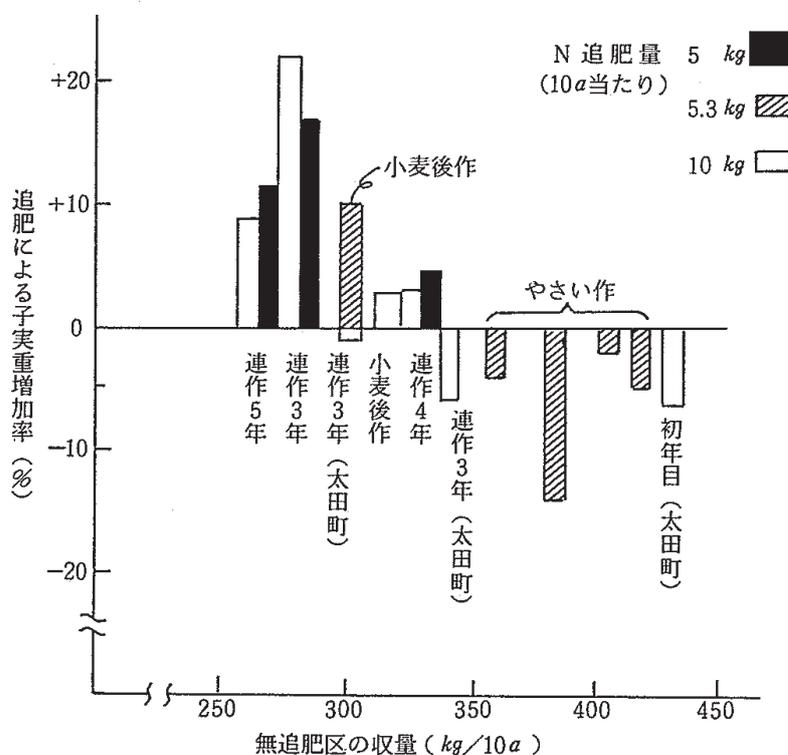
表－12 収量及び収量構成要素（平成14年、秋田農試）

試験区	成熟期の形態				収量および収量構成要素					品質	
	主茎長 cm	節数 節	分枝 本	茎太 mm	全重 kg/a	子実重 kg/a	同左比 %	百粒重 g	莢数 莢/m <sup>2</sup>	蛋白質 %	外観 品質
慣行	72	15.1	5.1	9.6	71.1	38.4	(100)	36.4	572	38.1	3上
慣行追肥	69	15.5	5.6	9.6	67.5	36.6	95	35.2	557	37.7	3上
無肥料	68	15.1	5.4	9.3	67.3	36.7	100	35.9	546	38.3	2下

注) 秋田農試 H11 年造成、大豆2年目ほ場。施肥窒素量は、無肥料区以外に速効性肥料 0.25 kgN/a を全層施肥。  
 慣行追肥区には、開花期に速効性肥料 1.0 kgN/a を追肥施用 (7/29)。  
 品種：リュウホウ。播種日 5/30、成熟期 10/6、収穫日 10/15。

表－13 大豆の窒素吸収割合（平成14年、秋田農試）

		窒素吸収割合		最大繁茂期	
		播種～開花期 %	開花～最大繁茂期 %	乾物重 kg/10a	窒素吸収量 kgN/10a
秋田市雄和	LPS60	18	82	1191	38.9
農試ほ場	慣行追肥	20	80	981	33.2
(黒ボク土)	慣行	20	80	979	29.0
	無肥料	19	81	960	31.6
	日数(日間)	60日	43日		
能代市	LPS60	16	84	510	14.1
(黒ボク土)	慣行追肥	26	74	431	11.0
	慣行	23	77	454	13.0
	無肥料	17	83	443	11.0
	日数(日間)	61日	49日		



図－9 作付け前歴別の窒素追肥効果（秋田農試 昭和57～58年）

#### ウ 肥効調節型肥料

開花期の窒素追肥の肥効を持続する肥効調節型肥料による追肥で、増収効果が得られる。直線型の溶出パターンをもつ被覆尿素肥料（LP70 日タイプ）を培土期、開花期に窒素成分で 7.5 ～ 10.0kg/10a 施用することで増収する（表－14）。

さらに追肥作業の省力化も期待できる、シグモイド型の溶出パターンをもつ肥効調節型肥料の基肥一発施用による増収効果が得られる。肥効調節型肥料（シグモイド型 60 日）の開花期までの窒素溶出率はおおむね 1.5 %程度で、それ以降最繁期までに急激に溶出するため、基肥に施用することで、開花期追肥と同等の肥効が期待できる（図－10）。

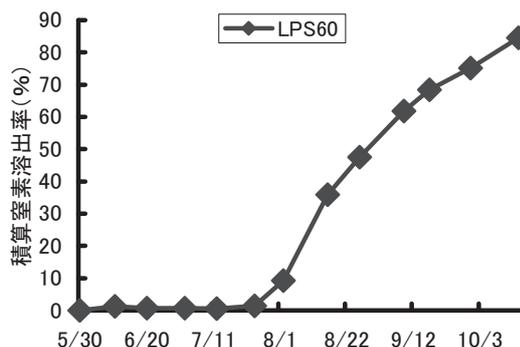
黒ボク土壌のうち土壌窒素発現や根粒からの窒素供給が少ないほ場での大豆の連作は、慣行の基肥にシグモイド型の肥効調節型肥料を加えることで、開花期以降の窒素吸収量が増加し、莢数増により 10 %程度増収が期待できる。（図－11、表－15）。

このように開花期追肥の技術は、①開花期に速効性窒素肥料による追肥方法、②開花期までに緩効性窒素肥料を中耕または培土時に追肥する方法、③基肥の施用時にシグモイド型等の緩効性窒素肥料を施用することで開花期に追肥と同じ肥効を得る方法の 3 点がある。

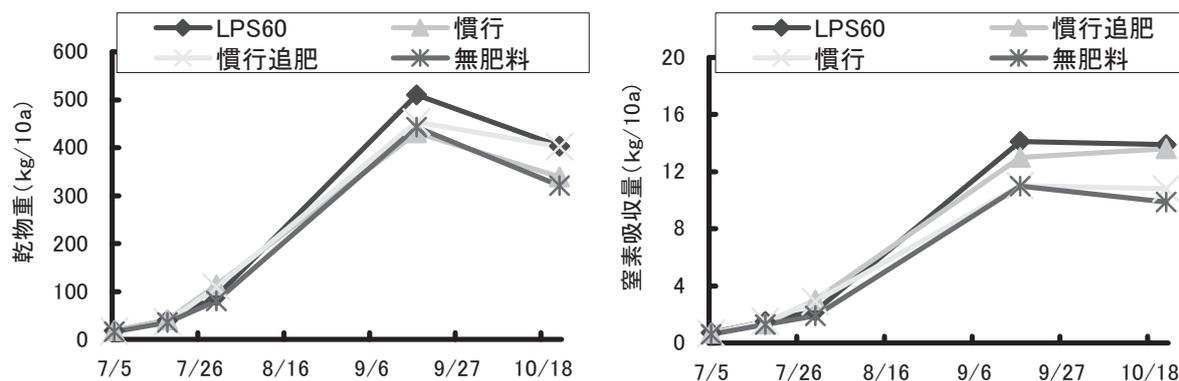
表－14 子実重及び収量構成要素に及ぼす窒素追肥の影響

試験区	着莢数	一莢内粒数	百粒重	子実重	同左指数
	莢/m <sup>2</sup>	粒	g	kg/a	
対照	759	1.85	27.3	40.5	100
培土期被覆尿素追肥	908	1.95	28.7	50.8	125
培土期硫安追肥	857	1.85	28.6	45.3	113
開花期被覆尿素追肥	854	1.95	28.6	47.8	118
開花期硫安追肥	720	1.99	27.7	39.7	98

注) 被覆尿素：LP70、追肥量：0.5～1.0kgN/a  
 品種：スズメタカ（山形農試 1982年～1986年）



図－10 秋田農試（雄和）黒ボクほ場の緩効性肥料の溶出率（平成14年）



図－11 肥効調節型肥料の基肥一発施用による乾物重及び窒素吸収量の推移  
 能代市ほ場（平成14年、品種：リュウホウ）

※肥効調節型肥料施用量は窒素成分で10kg/10a。

表－15 肥効調節型肥料の基肥一発施用による収量及び収量構成要素

試験区	成熟期の形態				収量および収量構成要素					品質	
	主茎長 cm	節数 節	分枝 本	茎太 mm	全重 kg/a	子実重 kg/a	同左比 %	百粒重 g	莢数 莢/m <sup>2</sup>	蛋白質 %	外観 品質
LPS60	58	15.1	2.8	8.4	43.6	24.0	114	31.2	415	35.2	3上
慣行追肥	48	14.6	3.4	8.0	43.0	23.6	112	29.3	438	33.9	3上
慣行	52	14.6	2.8	8.1	39.5	21.1	(100)	29.6	402	34.2	3上
無肥料	48	14.1	3.3	7.9	43.5	19.9	94	29.8	381	33.9	特用

注) ほ場：能代市須田地区、大豆4～7年連作後ほ場

施肥窒素量：無肥料区以外に速効性肥料0.25kg/aを全層施肥

さらにLPS60区は、LPS60を1.0kg/a全層施肥。また、慣行追肥区には、開花期に速効性肥料1.0kg/aを追肥施用（7/30）。品種：リュウホウ。播種日6/6、成熟期10/2、収穫日10/10。

（農業試験場生産環境部 土壌基盤担当）

## (5) 耕起・整地

耕起・碎土・整地は土壌の物理性を改善し、作物の発芽や生育に適した土壌条件に整えることを目的として行う。土壌を適度に破碎・膨軟化し有機物を埋没・腐熟化させるとほ場の肥沃度が向上する。また、碎土率の向上は発芽促進や土壌処理除草剤の除草効果にも役立つ。耕起・碎土作業に適する土壌水分は30%前後であり、過湿条件での作業は行わない。ほ場に凹凸があると播種深度が不均一で出芽が揃わないため均平に整地する。

### ア 耕起・整地作業

耕起作業は、一般的にはロータリ耕でおこなうが、二軸ロータリや逆転ロータリで耕起するとさらに土のこなれが良くなる。耕起から播種までの作業は出来る限り同一日に実施するのが望ましく、ロータリシーダ、ドライブハローシーダ等は耕起～施肥～播種作業を一行程で行うことから省力化が図られる。沖積土壌や転換畑初年目では碎土が困難なので一度荒起こしした後、表層の碎土率を上げるようロータリの回転数を高めて耕起する。このような土壌ではアップカットロータリの使用が効果的である。

### イ 碎土性及び耕深

畑作物では、土壌の碎土性が生育に著しい影響を与える。特に、転換畑においては水田時の湛水状態の影響で碎土性がよくないのが普通で、大きい土塊が存在し、**表－16**にみられるように大豆の場合は出芽率に影響し、草丈も抑えられる。この碎土性に大きく関与しているのが土壌水分で、**図－12**にみられるように転換年次が進んで土壌水分が少なくなれば碎土率が向上しており、土壌水分をできるだけ少なくすることが重要である。

また、大豆の生育安定のためには根域の確保が重要であることから、深耕により作土深を確保し根圏の拡大を図る。そのため、耕盤を壊し耕深20cm～30cmを確保するとともに、透水性の改良を行うことが有効である。ただし、ほ場条件による深耕の可否を判断するために、あらかじめ作土や耕盤の深さなどを調査し、不良な重粘土や脊薄な下層土が作土に混入することを避けるなど、実施適地を十分に検討することが必要である（**表－17**）。

### ウ 碎土率

出芽の良し悪しは、土のこなれ具合が大きく影響するので、耕起作業は畑の乾き具合を見計らいながら実施し、碎土率（2cm以下の土塊の割合）が70%以上確保できるように耕起・整地する（**図－13**）。降雨後の土壌水分が高い状態で耕起すると、土のこなれが極端に悪くなり、後の作業に支障をきたすので絶対に行わない。碎土率の低下は出芽率を低下させるとともに、除草剤の効果をも低下させ、雑草の発生を助長する原因となる。一方、土壌のタイプによっては耕起し過ぎると降雨で硬膜（クラスト）を形成し透水性や通気性を著しく低下させる場合があるので注意する。

表-16 土塊の大きさと大豆の苗立 (南、1976)

覆土に用いた土塊の直径	播種後8日目の出芽率 (%)	播種後15日目の出芽率 (%)	同左苗の草丈 (cm)
土3mm>	95	95	11.5
1~2cm	90	95	10
2~4cm	90	95	9.2
4~6cm	70	90	8.6

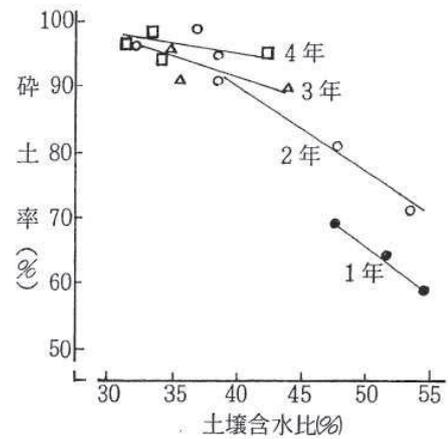


図-12 転換畑の碎土率  
注) 耕起ピッチ 1.1cm、10cm 耕深。図表の年数は転換年数

表-17 土壤型別心土破碎の効果 (収量比)

土壤/年度 処理区	乾燥火山性土						湿性火山性土					
	51	52	53	54	55	平均	51	52	53	54	55	平均
無処理	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
心破A (一方向)	104	105	112	99	97	104	115	104	107	98	110	107
心破B (十字方向)	109	114	115	101	104	110	125	112	107	103	108	113

注) (十勝農試 昭51~55)

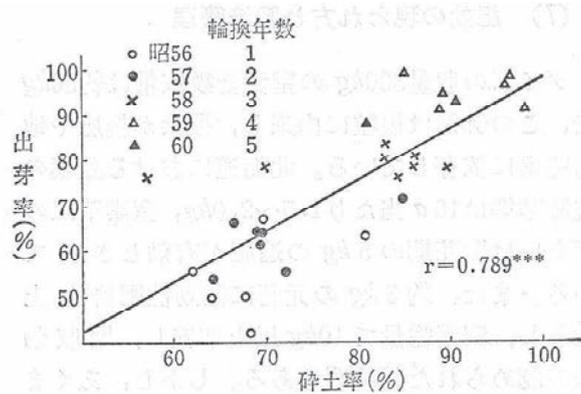


図-13 強粘質土壤条件における輪換年数別の碎土率と出芽率の関係  
碎土率は10cm深までの土塊の直径2cm以下の重量比(%)

(農業試験場作物部 作物栽培担当)

## (6) 播種

### ア 種子の準備

#### (ア) 種子更新

種子の発芽能力は、種子水分が高いほど、また保管中の温度が高いほど、低下しやすいため、常温保管種子の発芽率は1年後では著しく劣る。自家採種の継続は、発芽率の低下のほか、自然交雑、突然変異による品種特性の喪失、種子伝染性病害の汚染などの危険を伴うので、毎年採種ほ産の種子に更新する。

#### (イ) 種子予借

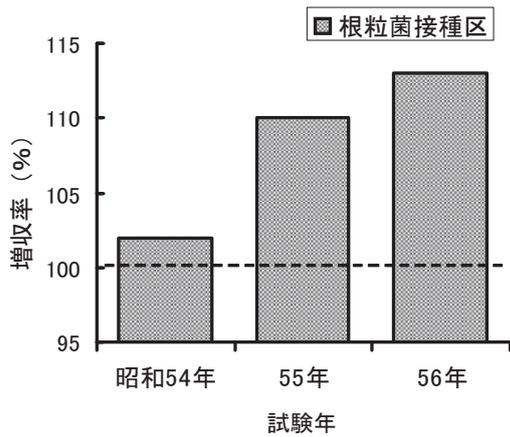
播種前に紫斑病やタネバエ等の防除のため、種子消毒を行う。紫斑病に対してはクルーザーMAXXを使用する。また、クルーザーMAXXは、鳥害（ハト、キジバト）に対する忌避効果があるほか、生育初期の病害（茎疫病、黒根腐病）や虫害（タネバエ、ネキリムシ類、フタスジヒメハムシなど）の同時防除が可能である。クルーザーFS30は生育初期の虫害（タネバエ、ネキリムシ類、フタスジヒメハムシなど）の防除が可能である。

大豆初作地では根粒菌の接種効果がみられるので、上記薬剤の塗沫処理後、市販の根粒菌を種子によく付着するように粉衣する（図－14）。ただし、転作初年目畑では2カ年続けて接種すれば根粒着生も良く、増収に結びつくが、長期連作畑では、単年度だけの根粒菌接種効果は認められない。根粒による窒素固定が効率良く行われるためには、表－18のような条件があげられる。

### イ 播種期と播種量

大豆の発芽は30～35℃を適温とし、15℃以下では遅れ、10℃以下では極めて不良となる。このため、極端な早播きなどによる播種後の低温は、出芽までの日数を長くし、タネバエや他の病虫害及びハトの被害が多くなることがあるため注意する。図－15にリュウホウの播種期の違いが生育ステージに及ぼす影響を示した。播種期が遅くなることで、出芽までの日数、開花までの日数は短くなるが、開花から成熟期までの日数は播種期による変動が小さい。生育量は播種期の遅れに伴い小さくなり、子実重は低下する（図－16）。このため、播種期が遅れるほど播種量を増やし、生育量を確保する。排水性が劣るほ場やブロックローテーション期間が長く地力が低いほ場では、播種量を多くすることで、湿害や干ばつ害による減収を軽減することができる。点播の場合は1株2粒播きにすることで、苗立ちが安定しやすい。

リュウホウの播種時期別最適播種量は表－19のとおりである。



図－14 根粒接種区と対照区の子実生産力の比較  
(昭和54年～56年、秋田農試)

注. 対照区(根粒菌非接種区)を100とした場合の  
それに対する根粒菌接種区の指数

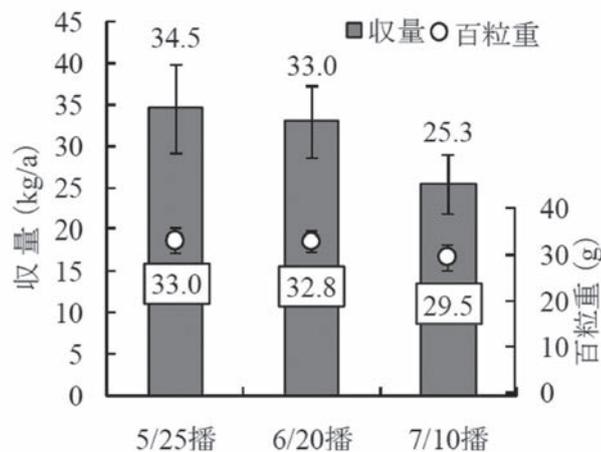
表－18 根粒菌接種効果に関連する諸因子

1) 根粒菌	a: 増殖のスピードが速い菌 b: 有効菌 c: 土壌環境に対する適応性が広い d: 品種に対する適応性が広い e: 窒素肥料・農薬に対して鈍感
2) 土 壤	a: 土壌の三層分布(固・液・気)が適当 b: 土壌酸度が適当 c: 有機物が適量 d: 微量元素が適量 e: 窒素養分が適量 f: 土壌温度が適温
3) 作 物	a: 初期生育が旺盛 b: 根粒菌に対して十分な炭水化物(エネルギー)を与えられる c: 十分な光合成が可能な日照、気温が得られること d: 作物体が健全

月	5月		6月		7月			8月			9月			10月			11月
	旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
品種	播種期	播種期から出芽期までの日数		出芽期から開花期までの日数(開花期)				開花期から成熟期までの日数(成熟期)									
リュウホウ	標播	5/24	10	52(開花期7/24)				72(成熟期10/4)									
	晩播		6/20	7	40(開花期8/6)			69(成熟期10/14)									
	極晩播			7/11	5	34(開花期8/18)			71(成熟期10/28)								

図－15 播種期の違いが生育ステージに及ぼす影響

(秋田農試奨励品種決定調査：平成12年～20年)



図－16 播種期による子実重及び百粒重の違い

(秋田農試、平成12年～20年産平均値)

注. グラフ上の縦線は年次間の変動(標準偏差)をあらわす。

(ア) 標播（普通栽培）

本県の播種適期は、5月下旬から6月中旬である。5月下旬から6月上旬の播種粒数は13,300粒～16,800粒/10a（リュウホウの播種量にして4～5kg/10a）、6月中旬の播種粒数は17,800粒～22,200粒/10a（同5.3～6.6kg/10a）を目標に設定する。播種時期に応じて畦幅と株間を調整する。6月下旬に播種がズレ込む場合は、33,300粒/10a程度までの密播栽培が有効である（表－19）。リュウホウでしわ粒が発生しにくい播種時期は6月中旬であり（表－20）、5月下旬播種は収量・品質の変動が多いことから、適期播種に努める（図－17）。

(イ) 晩播

6月下旬播きを晩播とする。点播の場合は畦幅及び株間を狭めた密植とする必要がある。栽植本数は25,000～33,300粒/10a（リュウホウで7.5～10kg/10a）とする。

(ウ) 極晩播（小麦後作）

小麦収穫後の7月上旬播きを極晩播とする。この時期の播種は、大豆播種期の晩限であることから、適期に速やかに播種作業を行う。栽植本数は33,300～40,000粒/10a（リュウホウで10～12kg/10a）とする。極晩播した大豆は、登熟期間が低温に遭遇する危険性が高く、多収をねらうには、晩生種は不適である。

ウ 播種深度

播種深度は3～4cmが適当であるが、土壌が乾燥している時は、やや深めに播いて填圧すると出芽が良い。また、播種後早い時期に降雨が予想される場合には、浅めに播くことで出芽の揃いは良くなる。

表－19 リュウホウの播種時期別最適播種量と畦間・株間の設定目安

播種時期	播種粒数 (粒/10a)	播種量 (kg/10a)	畦間 (cm)	株間 (cm)
5月下旬	13,300～16,800	4.0～5.0	75	16～20
～6月上旬			70	17～21
			75	12～15
6月中旬	17,800～22,200	5.3～6.6	70	13～16
			65	14～17
6月下旬	25,000～33,300	7.5～10	75	10
～7月上旬			70	10～12
			65	10～12

表－20 リュウホウの播種時期別の品質と収量（秋田農試、平成23年産）

播種期	コンバイン 収穫始期 <sup>1)</sup>	坪刈収量 (kg/10a)	品質 (検査等級)	しわ程度 <sup>2)</sup>
5月25日	10/12	277	2等上	中
6月8日	10/17	319	2等上	微
6月15日	10/18	365	1等上	無
7月8日	10/28	244	1等上	微

注1) コンバイン収穫時期は茎水分が約50%以下となった日。

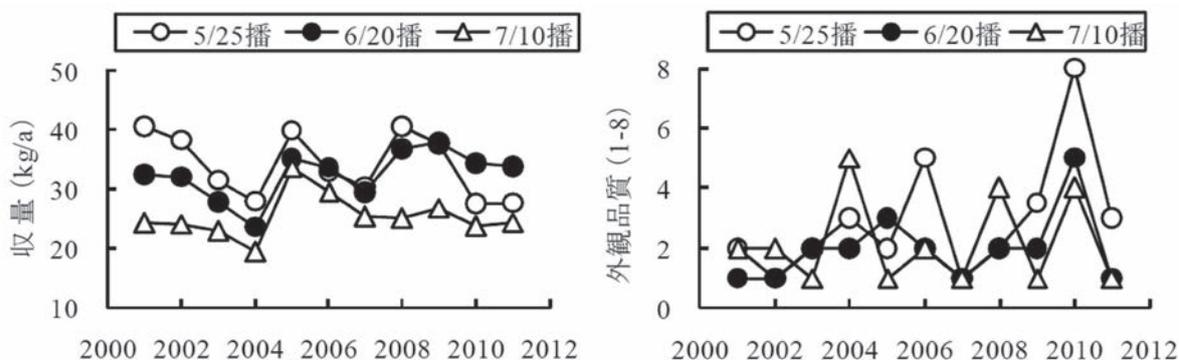
注2) しわ程度は達観調査による無、微、少、中、多、甚の6段階評価。

5/25播は畦幅75cm、株間20cmの2粒播（13,400粒/10a、播種量4.0kg/10a）

6/8播は畦幅75cm、株間18cmの2粒播（14,800粒/10a、播種量4.4kg/10a）

6/15播は畦幅75cm、株間13cmの2粒播（20,600粒/10a、播種量6.2kg/10a）

7/8播は畦幅60cm、株間10cmの2粒播（33,300粒/10a、播種量9.9kg/10a）



図－17 播種期別の収量・品質の年次変動の推移  
（秋田農試、平成13～23年、品種：リュウホウ）

## エ 出芽

出芽には子実水分が約 50 % 必要であるが、転換畑は畑地に比べると地下水が高く、透水性が劣るため、土壌が過湿になる傾向がある。過湿が問題になるのは水分過多による種子の周囲の酸素不足である。酸素不足により発芽不良といった生理障害を引き起こし、収量の低下につながる危険性がある。さらに、大豆種子は過湿土壌では水分を急激に吸収して膨張し、子葉に亀裂が生じたり、種子成分が溶出するなどして、発芽不良の原因となる。播種から出芽までの日数と平均気温には表－21 の関係がある。

### (ア) 貯蔵種子の発芽

種子貯蔵により水分が 13 % 以下となった大豆の種子は、播種直後の降雨などによる急激な吸水により子葉が脱落したり亀裂が入ることがある。この亀裂・脱落防止対策として、降雨直前の播種を避ける他に種子の水分調整がある。水分調整の方法は、浸水などによる急激な吸水は行わず、水で濡らしては水を切るなどして徐々に水分を 14 ～ 15 % まで高める。

### (イ) 水分条件と発芽

水分の低い種子は、吸水の程度に関係なく正常な発芽率は低くなり、子葉の亀裂は多くなる。また、種子水分の多少に関係なく、土壌水分が高いほど子葉の亀裂・脱落は多くなる (図－18)。

### (ウ) その他

収穫調製時に物理的な障害 (傷等) を受けると種子の発芽力は低下する。また、成熟した子実がほ場で過湿や乾燥の条件下にあったときや、未熟種子が霜害を受けたときも発芽力が失われる。

## オ 鳥害対策

### (ア) 一斉播種

ハト等鳥類の食害は、出芽始めから初生葉展開までの 1 週間から 10 日の間に発生する (表－22)。播種を長期にわたりダラダラ行くと、ハトの学習能力により対策の効果が低くなる。ほ場の集団化と一斉播種に努めると同時に地域ごとにハトの襲来が少ない時期を狙って播種を行う。

### (イ) 忌避剤粉衣

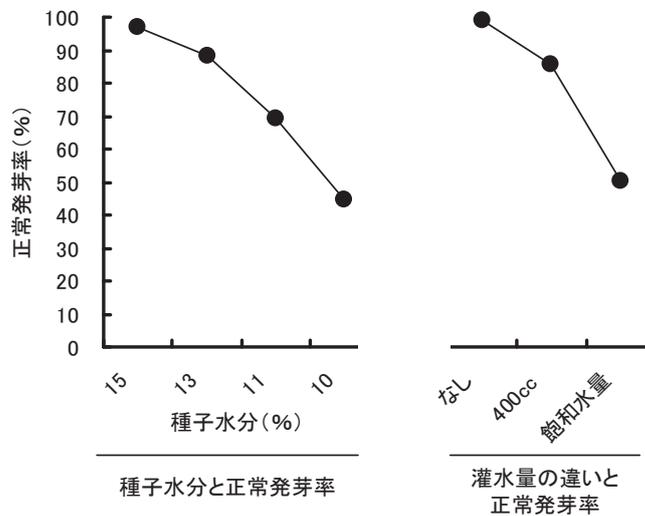
キヒゲンの場合は、大豆乾燥種子 1 kg に対し 10 g をビニール袋に入れて粉衣し、次に識別剤 50ml を加えてよく攪拌した後、10 分ほど風乾し播種する。キヒゲン R-2 フロアブルの場合は、乾燥種子 1 kg 当たり原液 20ml を塗沫処理する。クルーザー MAXX の場合は、乾燥種子 1 kg 当たり原液 8 ml を塗沫処理する。忌避剤はキジバトに対する効果は大きいですが、ドバト (飼いバトの野生化) は 1 羽当たりの摂食量が多く、人慣れし、群れで行動するが多いため、その効果はやや劣る。

### (ウ) その他

旗振りかかし等の動くものの設置は効果が高く、逆に目玉風船のような動作のないものは効果が安定しない。また、防鳥機も有効である。食害の程度によっては、補植を行うなど被害の軽減に努める。

表－ 21 播種から出芽までの日数と平均気温

平均気温	出芽までの日数	平均気温	出芽までの日数
8℃	39日	19℃	6日
9℃	26日	20℃	6日
10℃	19日	21℃	5日
11℃	15日	22℃	5日
12℃	13日	23℃	5日
13℃	11日	24℃	5日
14℃	10日	25℃	4日
15℃	9日	26℃	4日
16℃	8日	27℃	4日
17℃	7日	28℃	4日
18℃	7日		



図－ 18 水分条件と正常発芽率の変動（秋田農試）

注. 1) 品種：リュウホウ  
 2) 根の出ない粒を「不発芽粒」とし、それ以外を「正常粒」とした。

表－ 22 大豆の生育段階ごとのハト被害が収量に与える影響（農研センター、昭和 59 年）

生育段階	被害株率 (%)	収量比 (%)
出芽直後	100.0	26.5
子葉展開中	94.0	52.9
子葉展開直後	100.0	73.3
初生葉展開中	38.0	98.7
初生葉展開直後	24.2	99.1

注. 収量比は無被害を 100 とした場合の値。

（農業試験場作物部 作物栽培担当）

## (7) 雑草防除

大豆畑の雑草防除は、播種後の土壌処理除草剤と、その後の中耕培土が基本的な体系であり、畦間が遮蔽されるまでの期間を除草剤と中耕培土によって雑草防除することが重要である。適正な防除は大豆の生育を良好に保ち、収穫の際に汚損粒防止につながるなど、高品質生産には欠くことのできない技術である。

### ア 大豆の草冠による遮光の効果

大豆は、出芽・初期生育が順調に進むと茎葉が繁茂し、高い空間まで遮光による雑草抑制効果が大きくなるので、畦間が大豆の茎葉で遮蔽されるまでの期間が防除期間である。畑地の強害雑草であるメヒシバ、シロザ、タデ類などは 90 %以上の遮光により、その生育が著しく抑制され草丈の伸長もほとんど停止する。大豆での群落は、播種後約 70 日には葉面積指数 3 程度となり相対照度が 10 %以下に低下する(図-19)。

### イ 転換畑における発生草種

転換畑に発生する雑草は、ほ場の水分状態によって大きく異なり、排水の良好なほ場は発生する雑草の草種が多くなる。一般に転換初年目のほ場では土壌水分が高いことから、ノビエ、クサネム、ヌカキビをはじめとする湿生雑草が多いが、排水の良い場合はメヒシバ、シロザ、タデ類などが優占する場合がある。一方、堆肥や土付き移植苗とともに雑草種子が持ち込まれるので、年を追って草種が増え、転換3年目頃から熟畑に近い草種構成になる。

### ウ 大豆の標準的な除草体系

主要畑雑草の発生気温は、大豆の好適出芽気温より低いため、耕起・整地後の発芽が早い(表-23)。大豆の標準的な除草体系では、播種後5日以内に土壌処理除草剤を使用する。この際にほ場の前歴や前年の優占雑草を考慮して除草剤の種類を決定する。播種から大豆の出芽までは概ね7～10日程度かかるが、作付規模が大きい場合は播種作業と土壌処理除草剤の散布作業が競合することから、組み作業や班編成などにより同時に進行させると効率的である。

次頁には秋田県で推奨される標準的な除草体系を図-20に示した。

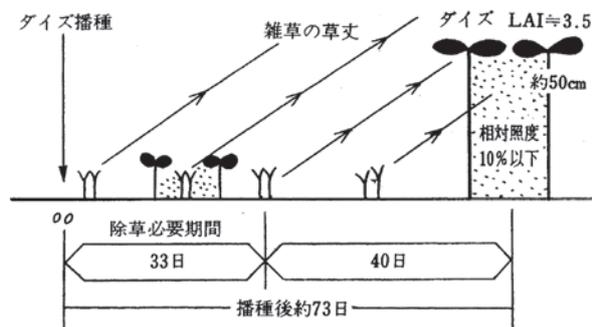
(ア) 土壌処理除草剤は砕土率を高めて土壌表層の処理層を安定させる。

砕土率を高めるには、土壌水分の少ない時期に耕起し、播種当日にドライブハロー等爪の短いものを用いて、耕深を浅くして土壌水分の高い土相部分の攪拌を防ぐ。  
(イ) ほ場の乾燥状態によって水量と剤型を考慮する。

ほ場が乾燥している場合は、粒剤よりも水和剤を選択し、基準の範囲内で水量を多めにして処理層を確実に作る。

(ウ) 除草剤の特性を十分に知る。

土壌処理除草剤は発生後の雑草に効果はなく、茎葉処理除草剤は土壌処理効果はない。土壌処理除草剤の散布時期が播種から5日以上遅れた場合は、効果の低下と薬害の発生が懸念されるため使用せず、以降に使用できる除草剤を選択する。



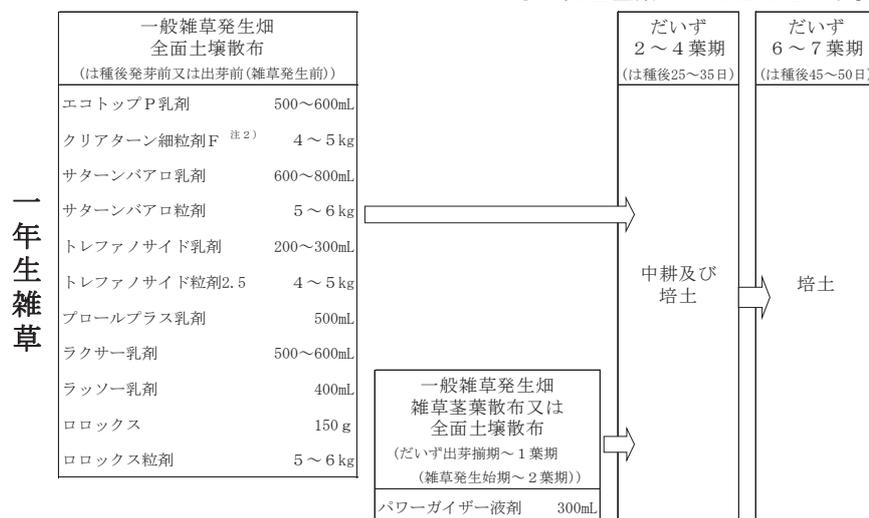
LAI：葉面積指数 (LAIが3.5程度になれば相対照度は10%以下の値を示すようになる)

図 - 19 大豆作における除草必要期間設計の模式図 (野口, 1990)

表 - 23 主要畑雑草の発生気温

雑草名	始期	盛期	終期
イヌビエ	12℃	17 - 24℃	12℃
エノコログサ	12	13 - 20	22
メヒシバ	14	17 - 22	13
スズメノカタビラ	8	12 - 14 ~ 9	3
アキメヒシバ	15	19 - 25	12
ツユクサ	10	14 - 17	19
イヌダテ	8	14 - 24	12
スベリヒユ	15	17 - 24 ~ 22	14
ギシギシ	8	15 - 22 ~ 12	3
ヨモギ	8	24 ~ 22	13
アカザ	6	20 - 22	15
ハコベ	8	20 ~ 14	5

注) - は気温が上昇するときに、~ は気温が下降するときに発生盛期になることを示す。



上記体系の補完			
イネ科雑草茎葉散布	ナブ乳剤	(雑草生育期、ノビエ3~5葉期、収穫30日前)	150~200mL
	ワンサイドP乳剤	(雑草生育期、ノビエ3~5葉期、収穫60日前)	75~100mL
	ポルトフロアブル	(雑草生育期、ノビエ3~8葉期、収穫30日前)	200~300mL
広葉雑草茎葉散布	大豆バサグラン液剤 (ナトリウム塩)	(だいず2~6葉期、収穫45日前)	100~150mL
	アタックショット乳剤	(だいず4~6葉期、収穫45日前)	30mL
畦間処理	大豆バサグラン液剤 (ナトリウム塩)	(だいず生育期、収穫45日前)	300~500mL
	ザクサ液剤	(だいず8葉期~収穫28日前)	300~500mL
	ラウンドアップ マックスロード	(だいず8葉期~収穫前日)	200~500mL
畦間・株間処理	バスタ液剤	(だいず6葉期~収穫28日前)	300~500mL
雑草茎葉兼土壌散布	ロロックス	(だいず3葉期~収穫30日前)	100~200g
雑草茎葉塗布	タッチダウン iQ	(生育期、収穫7日前)	0.1mLを1~3か所/株

図 - 20 秋田県で推奨される標準的な除草体系

注1) 図中の薬量はタッチダウン iQを除き 10a 当たりの使用量。

注2) クリアターン細粒剤Fは、は種直後に使用する。

## エ 茎葉処理除草剤の留意事項

土壌処理除草剤及び中耕・培土で雑草を抑えられなかった場合、大豆の生育相と優占する雑草の種類に応じ、茎葉処理除草剤を使用する（表－24）。なお、アレチウリ、アメリカアサガオ、マルバルコウなどの難防除帰化雑草が侵入している場合は、複数の茎葉処理剤を組み合わせる（詳細はカにて後述）。

### (ア) 雑草茎葉散布及び全面土壌処理除草剤（パワーガイザー液剤）

- a 一年生雑草のほか、アレチウリ、ツユクサの初期防除（雑草発生始期～2葉期）に効果がある。初期防除に使用することから、雑草の生育速度を勘案し、安定した除草効果を得るため、本県での使用時期は大豆出芽揃期～大豆1葉期、使用量は300mL/10aとする。
- b 使用時期が大豆の生育初期のため、中耕・培土及び他の茎葉処理除草剤との体系処理を前提とする。
- c 処理翌日には葉に黄化・縮葉等の薬害を生じる。薬斑の広がりや処理後7日程度で止まり、処理後に抽出する葉に影響はない。ただし、本県で大豆3葉期に使用すると、薬害により分枝減少の懸念がある（表－25）。
- d 湿害等により、大豆が軟弱気味に生育している場合は使用しない。
- e 処理後3日間の平均気温が16℃を下回ると予想される場合や、処理後に連続した降雨が予想される場合は使用しない（図－21）。
- f 薬害を助長するため、展着剤は使用しない。また、他の茎葉処理除草剤との混用散布はしない。
- g 有機リン系殺虫剤またはイネ科雑草処理除草剤との10日以内の近接散布は薬害のおそれがあるので使用を避ける。
- h 大豆以外の作物には少量の飛散で影響を与える可能性があるため、周辺に飛散しないようにする。

表－24 大豆の茎葉処理除草剤（選択性）

対象雑草	薬剤名	10a当たり 使用量(ml)	使用時期	10a当たり 希釈水量(L)
一年生雑草、 アレチウリ、ツユクサ	パワーガイザー液剤	300	大豆出芽揃期～1葉期、 雑草発生始期～2葉期	100
イネ科雑草	ナブ乳剤	150～200	雑草生育期、ノビエ3～5葉期、収穫30日前まで	100～150
	ワンサイドP乳剤	75～100	雑草生育期、ノビエ3～5葉期、収穫60日前まで	70～100
	ボルトフロアブル	200～300	雑草生育期、ノビエ3～8葉期、収穫30日前まで	100
広葉雑草（主にタデ類、 アメリカセンダングサ）	大豆バサグラン液剤	100～150	大豆2～6葉期（開花前）、 雑草の生育初期～6葉期（草丈45cm）、 収穫45日前まで	100
広葉雑草（主にシロザ）	アタックショット乳剤	30	大豆4～6葉期（開花前）、 収穫45日前まで	

表－ 25 パワーガイザー液剤の処理時期が薬害、収量、収量構成要素に及ぼす影響  
(2022年)

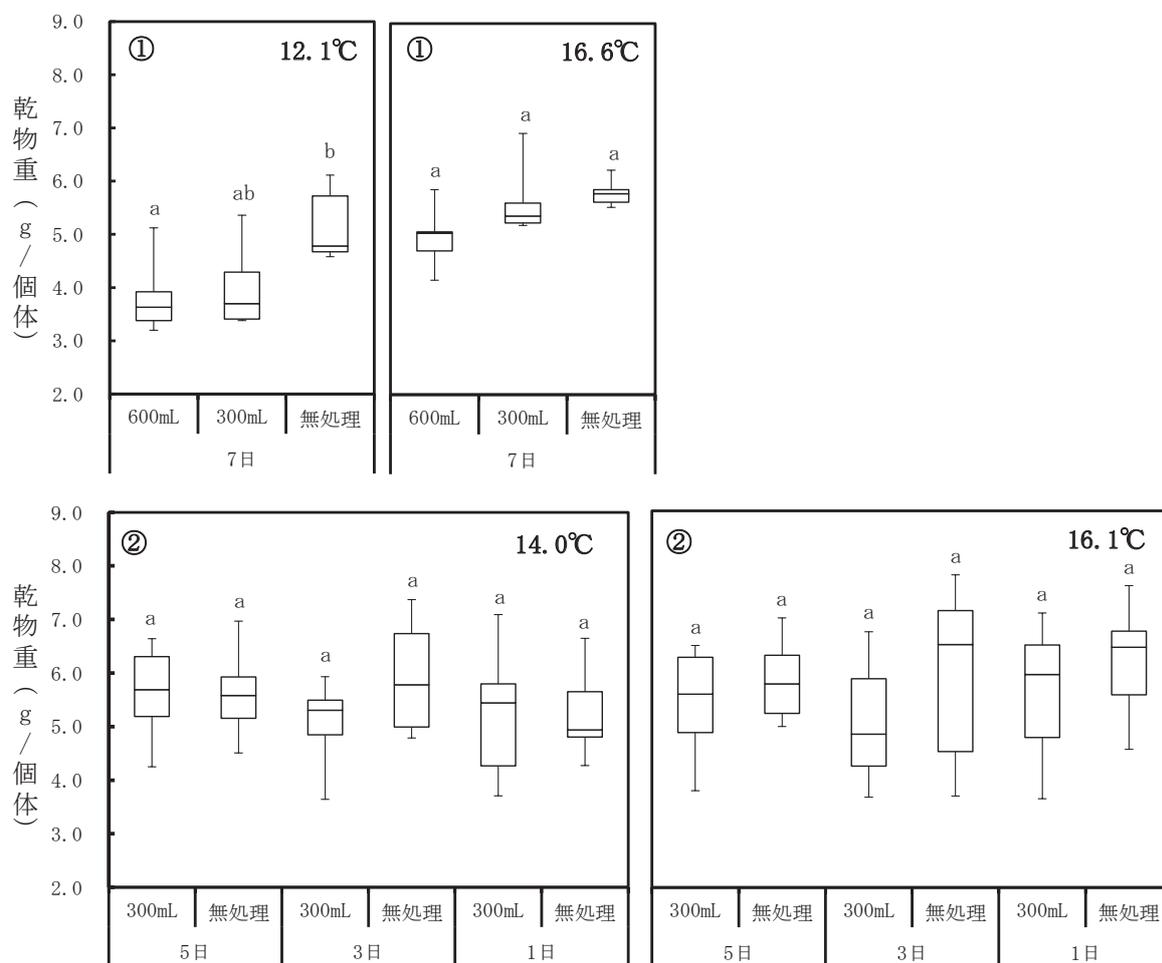
処理時期 <sup>注1)</sup>	薬害 <sup>注2)</sup>	回復	症状	収量 <sup>注3)</sup>		主茎節数	分枝数	稔実 莢数
	程度	程度		kg/10a	同左比			
無処理	-	-	-	299	100	15	3.5	712
大豆出芽揃期	微	早	子葉、初生葉の黄化・縮葉。 茎、葉柄、葉脈の変色。	324	108	15	3.8	793
大豆本葉1葉期	微	早	第1葉、第2葉の黄化・縮葉。 茎、葉柄、葉脈の変色。	301	100	15	4.7	738
大豆本葉3葉期	微	早	第3葉、第4葉の黄化・縮葉。 茎、葉柄、葉脈の変色。	303	101	15	2.8	726

注1) 各処理時期における薬量はすべて300mL/10a(希釈水量100L)。

注2) 薬害程度は大豆に対する薬害程度を表し、無、微、小、中、大の5段階で評価。

無：薬害が認められない、微：薬害が認められるが、回復により減収しない、小：薬害による軽度の減収がある、  
中：薬害が強く、明らかな減収がある、大：薬害が著しく、回復しない

注3) 同左比は無処理区を100とした場合の収量比(%)を表す。



図－ 21 パワーガイザー液剤の薬量及び処理後温度が大豆の初期生育に及ぼす影響  
(2021年、2022年、ポット試験、品種「リュウホウ」)

注1) ①は2021年、②は2022年に試験を実施し、大豆初生葉展開期に薬量300mL/10a、600mL/10a(100L/10a)処理した。横軸は低温処理日数。

注2) ①、②ともに、ポットを薬剤処理後すぐに各温度に設定した人工気象室に静置。処理日数経過後は、屋外の平均気温に設定した人工気象室に移動し、すべての試験区で人工気象室に計7日間静置する同一条件下とした。また、人工気象室静置後は、屋外にて1カ月間栽培し、乾物重を計測。

注3) 明暗条件は明：暗=16h：8h、照度は11217ルクス。

注4) 図中の異なるアルファベットは処理区間においてTukey検定で有意差があることを示す(5%水準)。

(イ) イネ科雑草茎葉処理除草剤

- a イネ科雑草（ノビエ、メヒシバ等）が残草した場合は、ナブ乳剤、ワンサイドP乳剤、ポルトフロアブルのいずれかを散布する。なお、ノビエに対する使用時期が剤によって異なるため注意する（表－24）。
- b 大型化したイネ科雑草に対する除草効果が低くなるため、使用基準を遵守し、適期に散布する。
- c 周辺のイネ科作物に付着すると薬害が発生するため、周辺に飛散しないようにする。

(ウ) 広葉雑草茎葉処理除草剤（大豆バサグラン液剤）

- a 本剤の適用品種は「リュウホウ」である。
- b タデ類及びアメリカセンダングサに対する除草効果は高いが、大型化した場合の除草効果は低下するため、雑草草丈 45 cm以下の時期（大豆本葉6葉期頃、7月中旬頃まで）に使用することが望ましい。
- c イネ科雑草には効果がないので、イネ科雑草の発生が疑われる場合は、イネ科雑草に効果のある除草剤との体系処理を行う。
- d 使用量を 150ml/10a で使用すると、最も高い除草効果が得られる。
- e 品種により程度は異なるが、葉の褐変、黄化等の一過性の薬害を生じる（表－26）。
- f 薬害及び除草効果の発現は気象条件の影響を受けやすく、高温時、高日射時の散布、特に重複散布では薬害が出やすいため、散布後十分な日照時間がある条件で使用する（表－27、図－22）。

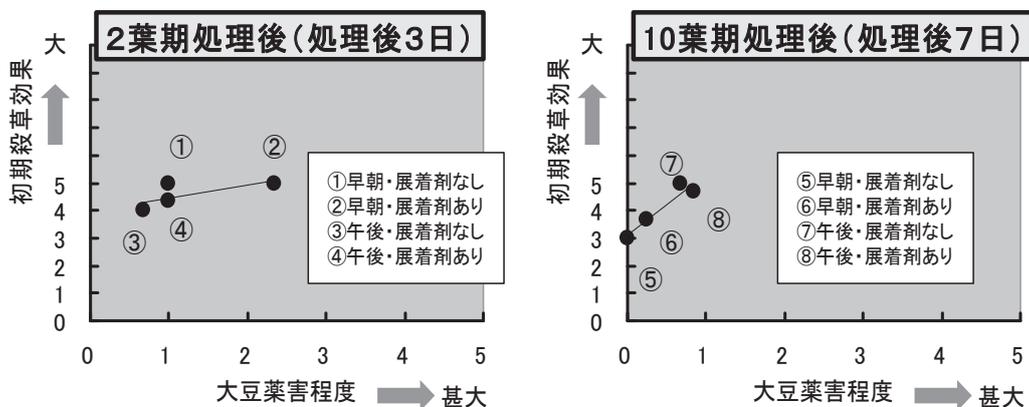
表－26 主要品種の大豆バサグラン液剤による薬害の程度（2005年）

品種名	処理時期(大豆)		薬害の症状
	2葉期	5葉期	
リュウホウ	無	無	ほとんどみられない
あきたみどり	微	極微	葉の褐変がみられるが、大豆の生育が旺盛で目立たない

表－27 大豆バサグラン液剤の処理法が薬害、収量、除草効果に及ぼす影響  
(2005年、2006年)

試験年	処理時期(本葉)	2葉期				9～10葉期			
2005	処理月日	6月30日				7月24日			
	平均気温(°C)	20.7 (19.8)				21.7 (23.3)			
	最高気温(°C)	27.7 (24.0)				26.9 (27.8)			
	最低気温(°C)	14.7 (15.8)				16.7 (19.2)			
	日照時間(hr)	8.8 (3.7)				2.7 (4.9)			
	処理(散布)時刻	午前6～7時		午後3～4時		午前6～7時		午後3～4時	
	薬量(ml/a)	15	30	15	30	15	30	15	30
	薬害程度	微	少	極微	微	微	少	極微	極微
	収量への影響	94/100	97/100	93/98	94/99	97/99	90/98	100/100	97/101
	主な薬害症状	奇形、縮葉、褐変		縮葉、褐変		褐変、色抜け		褐変、色抜け	
残草重の無除草区比(%)	2	3	83	21	14	2	9	4	
2006	処理月日	6月26日				7月25日			
	平均気温(°C)	21.7 (19.4)				21.6 (23.5)			
	最高気温(°C)	27.6 (23.8)				24.4 (28.0)			
	最低気温(°C)	13.8 (15.4)				19.4 (19.3)			
	日照時間(hr)	6.3 (5.7)				0.5 (5.0)			
	処理(散布)時刻	午前6～7時		午後3～4時		午前6～7時		午後3～4時	
	薬量(ml/a)	15		15		15		15	
	展着剤の有無	無	有	無	有	無	有	無	有
	薬害程度	微	少	微	微	無	無	微	微
	収量への影響	106/101	102/99	105/102	101/97	83/100	86/98	94/98	97/99
主な薬害症状	褐変、黄化		褐変、黄化		色抜け、縮葉		色抜け、縮葉		
残草重の無除草区比(%)	0	0	0	0	66	24	1	2	

- 1)平均気温、最高気温、最低気温、日照時間の右側カッコ内の数字は平年値をしめす。
- 2)収量への影響は、子実重の対無処理区比(%) / 100粒重の対無処理区比(%)を示す。
- 3)散布水量は全て10L/a、展着剤は「アプローチBI」を薬液10L当たり10ml使用した。
- 4)残草調査は2005年9月30日に調査し、オオイヌタデ、イヌタデの風乾物重合計の対無除草区比(%)  
2006年9月14日に調査しオオイヌタデを主体する広葉雑草重合計の対無除草区比(%)



図－22 大豆バサグラン液剤による薬害程度と初期殺草効果の関係(2006年)

注1) 初期殺草効果は雑草の枯れ具合の程度を5(多)～0(枯れ込みなし)の6段階で評価。

注2) 大豆薬害程度は0(無)～5(甚)の6段階で評価。

(エ) 広葉雑草茎葉処理除草剤（アタックショット乳剤）

- a シロザや難防除帰化雑草のアレチウリ、マルバルコウに対する除草効果が高い（写真－４）。
- b タデ類及びアメリカセンダングサに対しては除草効果が劣る。
- c イネ科雑草には効果がないので、イネ科雑草の発生が疑われる場合は、イネ科雑草に効果のある除草剤との体系処理を行う。
- d 処理翌日には葉に褐変・縮葉等の薬害を生じる。薬斑の広がりや処理後３日程度で止まり、処理後に抽出する葉に影響はない（写真－５）。
- e 薬害による減収を避けるため、本県での使用時期は大豆本葉４葉期以降とし、使用量は30ml/10aとする（図－23）。
- f 大豆が軟弱気味に生育している場合は使用しない。
- g 処理後３日間の平均気温が17℃を下回ると予想される場合や、処理後に連続した降雨が予想される場合は使用しない（表－28、図－24）。



写真－４ アタックショット乳剤処理後のシロザ（左上）、アレチウリ（右上）、マルバルコウ（中央下）（処理翌日から４日後）

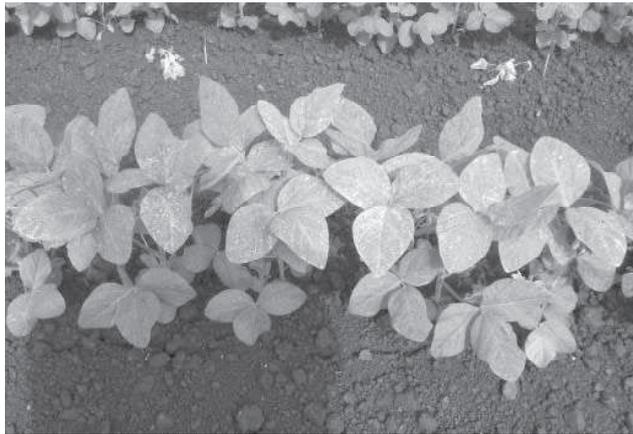


写真-5 アタックショット乳剤の薬害症状  
(処理3日後)

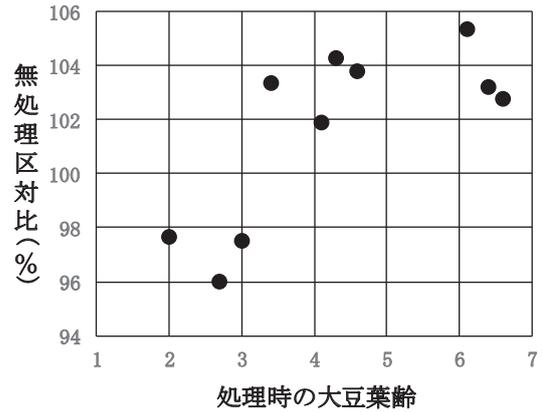


図-23 アタックショット乳剤の処理時期の違いが大豆の収量に及ぼす影響 (薬量 50ml/10a 処理)

表-28 アタックショット乳剤処理後の気象条件と初期生育の関係

(2018年、ポット試験、品種「リュウホウ」)

月 日	ダイズ 葉齢 (葉)	薬量30ml/10a		薬害* 程度 (0-5)	薬量50ml/10a		薬害* 程度 (0-5)	無処理		処理後4日間の気象		
		主茎長 (cm)			主茎長 (cm)			主茎長 (cm)		平均気温 (°C)	降雨 日数	総雨量 (mm)
		処理時	処理後 14日	処理時	処理後 14日	処理時	処理後 14日					
5月24日	2.0	8.8	12.3	2	8.7	12.2	3	9.0	12.2	14.8	0	0
5月31日	2.3	9.4	14.9	2	10.0	15.1	3	9.6	14.5	17.6	1	5
6月11日	3.4	14.0	13.3	5	13.5	13.9	5	13.5	16.3	14.0	4	21

※ 薬害程度は処理時展開中を含む上位3葉の葉斑程度とし、処理4日後に評価した。  
0: 葉斑なし, 1: 葉斑葉面積率10%, 2: 同20%, 3: 同30%, 4: 同40%または落葉, 5: 同50%または生長点の湾曲

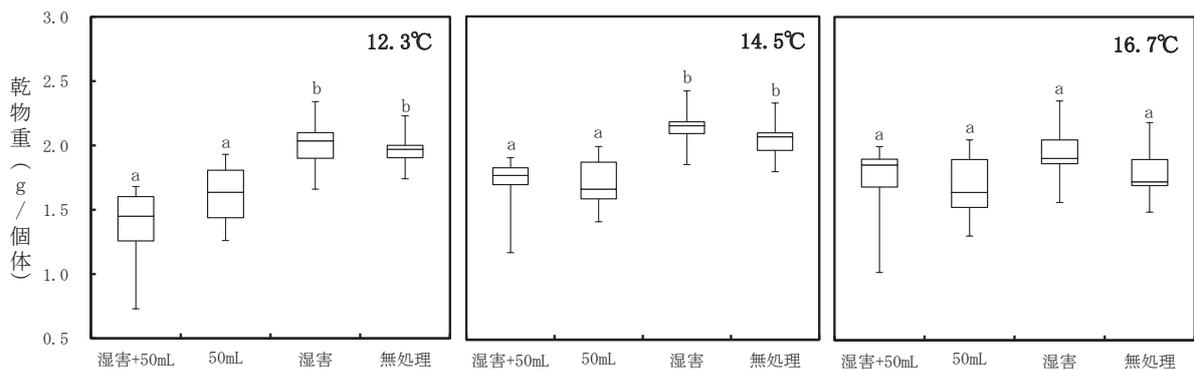


図-24 アタックショット乳剤処理後3日間の温度と土壌水分条件が大豆の初期生育に及ぼす影響 (2020年、品種「リュウホウ」)

- 注1) 大豆2葉期に薬量50ml/10a(100L/10a)処理した。
- 注2) 湿害処理は人工気象室に静置後ポットの地際部まで灌水処理を行った。
- 注3) 薬剤は6月12日8:00に処理し、屋外に9時間静置後、同日17:00に人工気象室に静置。6月15日17:00まで3日間低温および湿害処理を行い、その後、再び屋外に静置した。
- 注4) 明暗条件は明:暗=16h:8h、照度は11217ルクス。
- 注5) 図中の異なるアルファベットは処理区間においてTukey検定で有意差があることを示す(5%水準)。

#### オ 畦間・株間処理除草剤の留意事項

出芽期間が長く、中耕・培土後も発生し収穫期にかけて大型化する雑草（タデ類、アメリカセンダングサ、シロザなど）やツユクサ、イヌホオズキなどの防除の難しい雑草が蔓延したほ場では適期に中耕、培土を行った上で、非選択性除草剤の畦間処理及び畦間・株間処理を行う方法がある。これらを行う場合には次の点に注意する（表－29）。

（ア）大豆と雑草の草丈に十分な差があること（大豆に薬液がかからないように散布するため、大豆より草丈の長い雑草には薬剤をかけられない）。このため、中耕、培土をしっかりと行った上で、その後も発生してくる雑草を対象に使用する。また、収穫前に残存した雑草の抜き取りの代用としてタッチダウン i Q の茎葉塗布処理が使用できる（図－20）。

（イ）散布には専用の散布器を用意する必要がある。小面積であれば背負い式動力噴霧器（飛散防止カバーを着用）で散布可能である。

#### カ 難防除帰化雑草対策

アレチウリ、アメリカアサガオ、マルバルコウなどの難防除帰化雑草が侵入した大豆ほ場が県内全域で確認されている。これらの雑草は発生・開花が長期間に及び、つるが大豆に絡まり生育や収穫作業を妨げる（写真－6）。

また、多量の種子をつけ翌年の発生が増大しやすく、防除は土壌処理除草剤の効果だけでは不十分であるため、発生量によっては大豆開花期以降まで必要となる。このことから、発生した難防除帰化雑草の種類に応じ、効果の高い除草剤を組み合わせた体系防除法を選択する（図－25、図－26）。

加えて、ほ場への侵入防止対策を徹底し、以下の点に注意して防除を行う。

#### （ア）難防除帰化雑草の侵入防止対策

- a 雑草種子の混ざったくず大豆はほ場に還元しない。
- b 堆肥は雑草種子が死滅するよう腐熟に努める。
- c 一度大豆ほ場へ侵入すると防除が困難になるため、初発生を見落とさないようほ場の観察に注意を払う。

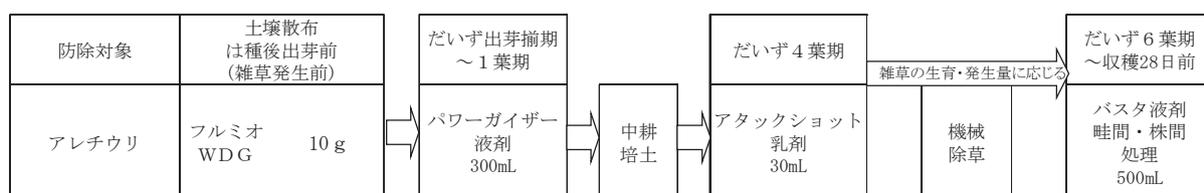
表－29 大豆において畦間処理または畦間・株間処理に使用できる除草剤

薬剤名	10 aあたり使用量	使用時期	使用回数	10 aあたり希釈水量(L)
大豆バサグラン液剤	300～500ml	大豆生育期	畦間雑草茎葉散布は1回	100
バスタ液剤	300～500ml	大豆8葉期～収穫28日前まで	3回 <sup>注.1</sup>	100～150
ザクサ液剤	300～500ml	大豆8葉期～収穫28日前まで	3回 <sup>注.1</sup>	100～150
ラウンドアップマックスロード	200～500ml	大豆8葉期～収穫前	1回	25～50
ロックス水和剤	100～200g	大豆3葉期～収穫30日前まで	畦間雑草茎葉散布は1回	70～150

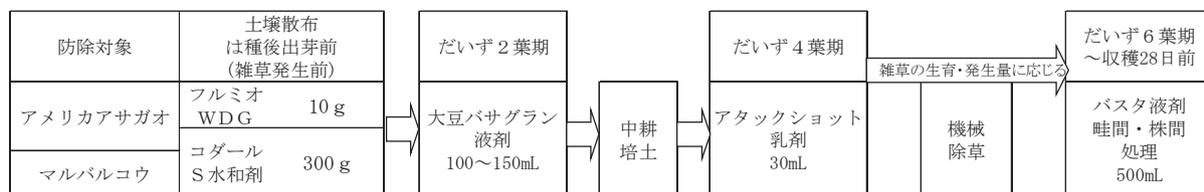
注.1 バスタ液剤とザクサ液剤は同一成分として総使用回数を数える。



写真－6 大豆ほ場で繁茂するアレチウリ



図－25 難防除帰化雑草（アレチウリ）に対する体系防除法



図－26 難防除帰化雑草（アメリカアサガオ、マルバルコウ）に対する体系防除法

(イ) アレチウリ体系防除法 (図-25)

- a アレチウリは外来の一年生つる性植物で、葉がキュウリやカボチャによく似ている (写真-7)。生育が旺盛で他の植物を覆い尽くす。特定外来生物に指定され、法律により生きたままの運搬、保管が原則禁止とされている。このことから、体系防除法によりアレチウリを防除し、ほ場外へ出さないことが重要である。
- b 土壌処理除草剤はフルミオWDGの除草効果が高い。ただし、使用後に著しい降雨があると薬害が生じるおそれがあるため注意する。また、微量でも他作物に影響を与えるおそれがあることから、散布に用いた器具類のタンクやホース、ノズルは「フルミオWDG洗浄剤」を用いて洗浄する。
- c アレチウリは発生期間が長く、発生量が 2.4 本/m<sup>2</sup>程度の場合、大豆バサグラン液剤とバスタ液剤を使用した体系では、大豆4葉期のアタックショット乳剤を加えることで、除草効果が高まる (表-30)。
- d 大豆2葉期に大豆バサグラン液剤を使用する体系に比べ、大豆初生葉展開期にパワーガイザー液剤を使用する体系は除草効果が高く、大豆2葉期の培土を組み合わせることで、さらに除草効果が高まる (表-31、図-27、図-28)。

(ウ) アメリカアサガオ、マルバルコウ体系防除法 (図-26)

- a 土壌処理除草剤はフルミオWDG、コダールS水和剤の除草効果が高い。フルミオWDGは上述 (イ) b に準じて使用する。コダールS水和剤は、水稻に薬害を生じるおそれがあるため、翌年の水稻栽培を避けることに注意する。
- b 大豆バサグラン液剤及びアタックショット乳剤の帰化アサガオ類に対する感受性は、マルバルコウで高い。発生量が 1 本/m<sup>2</sup>程度であれば、大豆バサグラン液剤とアタックショット乳剤の体系処理でも除草効果が高い (表-32)。

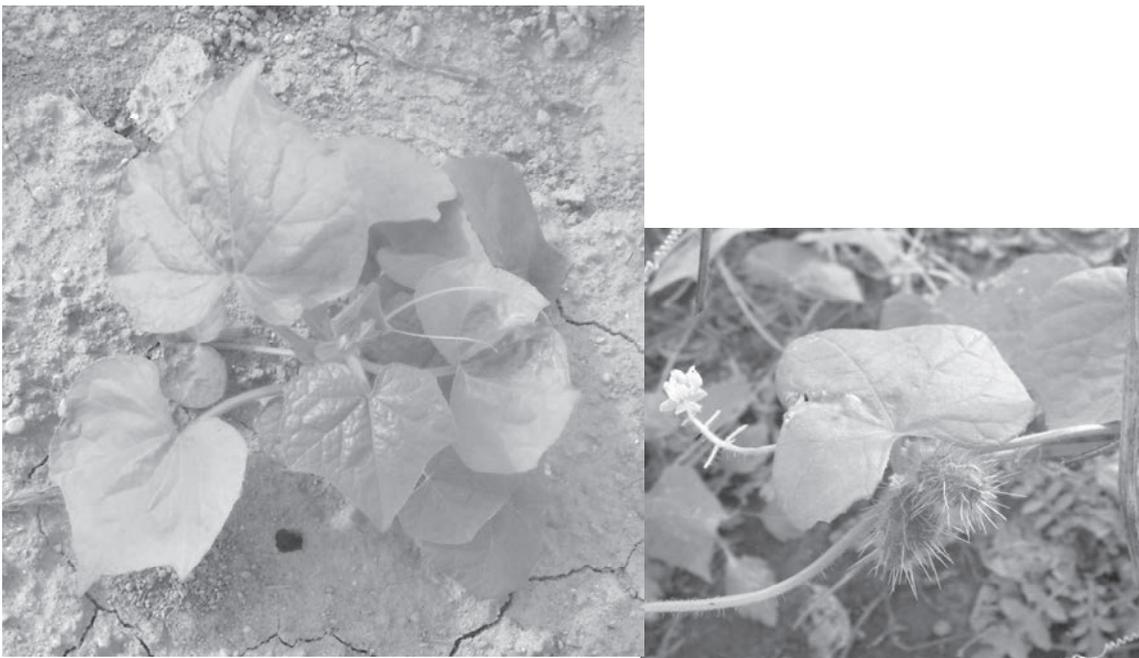


写真-7 生育初期のアレチウリとアレチウリ種子

表－30 アレチウリに対するアタックショット乳剤を組み入れた体系防除効果の比較  
(2020年)

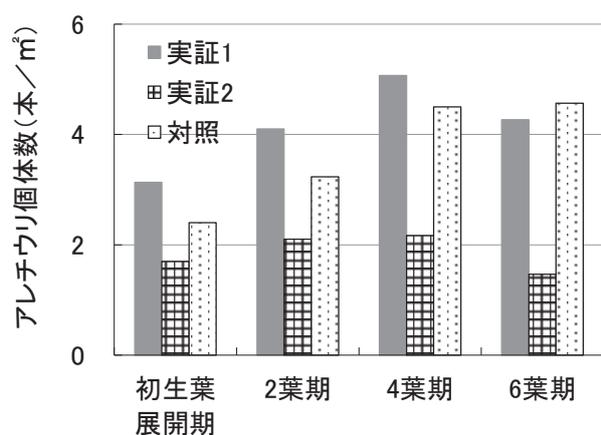
対象草種	体系処理	発生量 <sup>注1)</sup> (本/m <sup>2</sup> )	コタールス 水和剤	大豆バサグラン 液剤	アタックショット 乳剤	バスタ液剤	残草量 <sup>注2)</sup> (本/m <sup>2</sup> )	収量 (kg/10a)
アレチウリ	1	2.8	300g	150ml	30ml	—	1.3	204
	2	2.4	300g	150ml	—	500ml	0.9	214
	3	2.4	300g	150ml	30ml	500ml	0	233

注1) 大豆バサグラン液剤処理時の発生量。  
注2) バスタ液剤処理10日後の残草量。  
注3) 表中の薬量は10a当たりの使用量、水量は100L/10a。

表－31 アレチウリに対するパワーガイザー液剤を組み入れた体系防除効果の比較  
(2022年)

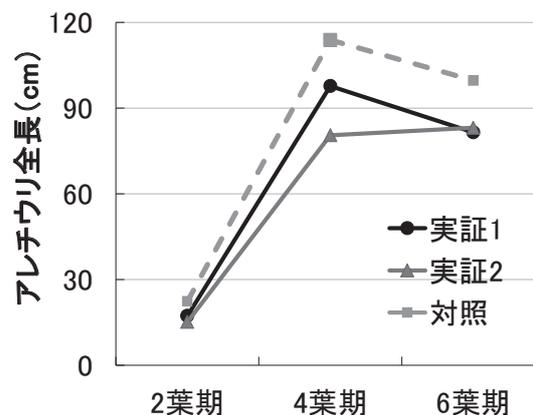
対象草種	体系処理	発生量 <sup>注1)</sup> (本/m <sup>2</sup> )	コタールス 水和剤	パワーガイザー 液剤	大豆バサグラン 液剤	2葉期 培土	アタックショット 乳剤	バスタ液剤	残草量 <sup>注2)</sup> (本/m <sup>2</sup> )	対照区 収量比
アレチウリ	実証1	3.1	300g	300mL	—	—	30mL	500mL	1.8	121
	実証2	1.7	300g	300mL	—	あり	30mL	500mL	0.6	146
	対照	2.4	300g	—	150ml	—	30mL	500mL	1.2	100

注1) 大豆初生葉展開期（6月30日）の発生量。  
注2) バスタ液剤処理8日後の残草量。  
注3) 表中の薬量は10a当たりの使用量、水量は100L/10a。  
注4) 対照区収量比は対照区を100とした場合の各実証区の収量比（%）を表す。



図－27 大豆生育期別のアレチウリ個体数  
(2022年)

注) 各試験区の使用薬剤（体系処理）は表－31記載と同一。



図－28 大豆生育期別のアレチウリ  
全長（2022年）

注) 各試験区の使用薬剤（体系処理）は表－31記載と同一。

表－32 マルバルコウに対する体系防除効果の比較(2020年)

対象草種	体系処理	発生量 <sup>注1)</sup> (本/m <sup>2</sup> )	コタールス 水和剤	大豆バサグラン 液剤	アタックショット 乳剤	バスタ液剤	残草量 <sup>注2)</sup> (本/m <sup>2</sup> )	収量 (kg/10a)
マルバルコウ	1	1.0	300g	150ml	30ml	—	0	223
	2	0.5	300g	150ml	—	500ml	0	220

注1) 大豆バサグラン液剤処理時の発生量。  
注2) バスタ液剤処理10日後の残草量。  
注3) 表中の薬量は10a当たりの使用量、水量は100L/10a。

(農業試験場作物部 作物栽培担当)

## (8) 中耕・培土

### ア 中耕・培土の目的

#### (ア) 生育環境の改善

- a 雑草の発生を抑え、株元の雑草を抑制する。
- b 土壌を膨軟にし、透水性、排水性、保水力を向上させる。
- c 土壌の通気性をよくして、根粒の発達を促進し、着生を増加させる。
- d 不定根の発生を促し、盛り土により支持力が増し、倒伏を防ぐ(表-33)。
- e 不定根により、養水分吸収が活発になり、生育向上が図られる。

#### (イ) 収量及び関連形質への影響

- a 根系と根粒の増加により、地上部生育量は増加する。
- b 根系の発達と活力向上により、開花・着莢に有効に働き、増収する(表-33)。
- c 初期に咲いた花の落花・落莢を防ぎ、結莢歩合を高める。
- d 根を切断するため、生育が一時停滞する。このため、最頂葉展開期の葉面積は少なくなるが、生育後期の葉面積低下が少なくなり、葉面積の維持確保がなされ、群落の乱れも少なく、受光態勢が良好で着莢数の増加につながる(表-33)。

#### (ウ) 注意点

- a 雨が多く過湿な場合や粘質土壌では効果が高いが、乾燥時や火山灰土壌では効果がみられないこともある。
- b 培土は不定根が発生する時期に効果が高く(図-29)、遅い時期の培土は、断根や作物体損傷により生育への悪影響の可能性がある。培土は遅くとも開花の10日前には終了する。
- c 多量の培土は不定根の発生を悪くし、下位節の分枝発生や着莢を阻害するなどの悪影響を及ぼす。また、最下着莢高が低くなり、コンバイン収穫でのヘッドロスの原因となるので、収穫時の作業性も考慮して行う必要がある。

### イ 中耕・培土の時期とポイント

中耕は、初生葉展開期～本葉1葉期頃に子葉が隠れない程度に行い、培土は本葉2～3葉期頃に初生葉が隠れない程度に、6～7葉期頃に本葉第1節が隠れない程度に行う(図-30)。

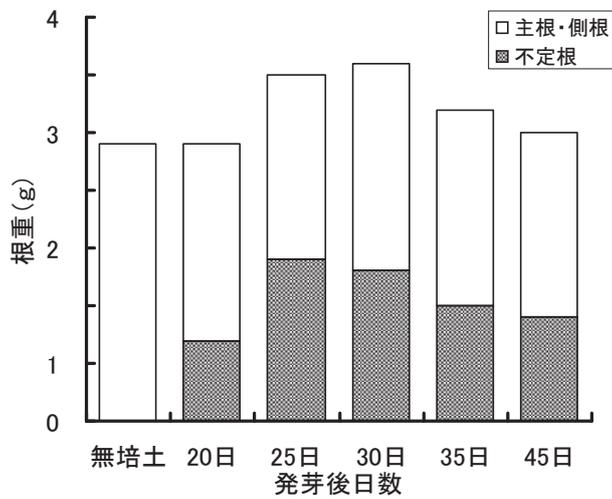
作業は梅雨期にあたり、ほ場が過湿状態になりやすい時期となるが、作業適期を逃さずに行う。

培土作業は、ロータリカルチまたは小型管理機では土を砕土・攪拌して、ディスク式では土を反転して、畦間を攪拌するだけでなく株元にしっかり土が盛られるように行うことが重要である。ふつう中耕・培土は2～3回行うが、一気に土を盛るのではなく、段階的に行う。最終的な培土の高さは15～20cmくらいで効果が高い。

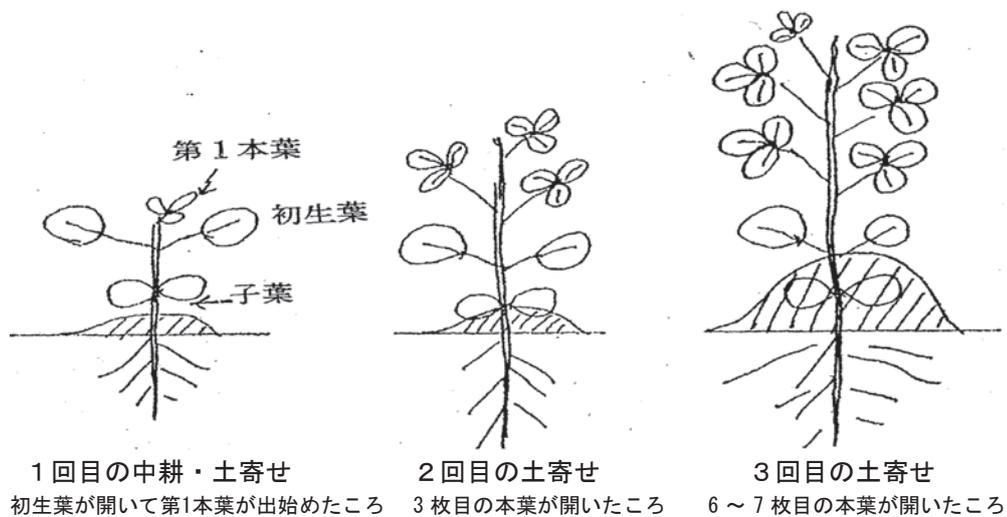
表－33 転換畑における中耕培土の効果（長野中信農試 1983 より作表）

品 種 名	試験区名	LAI		地上部乾物重( g / m <sup>2</sup> )		莢数 ( / m <sup>2</sup> )	倒伏	子実重 ( g / m <sup>2</sup> )	粒茎比	百粒重 ( g )
		最大 ( 8/12)	( 9/8)	( 9/8)	成熟期					
エ ン レ イ	①中耕2回	97	111	121	99	102	多	104	97	104
	②培土	100	105	115	95	105	少	102	98	101
	③中耕培土	89	120	126	100	106	微	110	107	103
	④無処理	100	100	100	100	100	多	100	100	100
		( 5.40)	( 4.20)	( 656)	( 642)	( 572)		( 388)	( 2.81)	( 35.8)
ナ カ セ ン ナ リ	①中耕2回	93	95	98	107	109	多	109	110	99
	②培土	92	108	121	113	112	中	115	111	103
	③中耕培土	91	110	114	113	117	中	114	110	99
	④無処理	100	100	100	100	100	多	100	100	100
		( 6.52)	( 4.91)	( 658)	( 692)	( 710)		( 410)	( 2.04)	( 30.2)

注. 1) 1979～81年の3カ年平均  
 2) 中耕2回( 6/25+7/10)、培土( 7/20)、中耕培土( 中耕7/10+培土7/20)  
 3) 播種期は6月上旬、標準栽培



図－29 培土時期の違いによる不定根の生育の違い  
 (田中ら、1969 より)



図－30 中耕・培土の模式図

(農業試験場作物部 作物栽培担当)

## (9) 病虫害防除

### ア 病虫害の発生状況

水田転換畑は、普通畑とは隔離された栽培条件にあり、しかも大豆栽培の前歴がないために初年目は一般に発生する病虫害の種類は少ない。しかし、畑地化が進むにしたがい病虫害の発生相が変化し、むしろ普通畑より多くなる傾向がある。

転換畑は、その立地条件から地下水位が高く、排水が悪いので湿害を受けやすく、すき床層があるため根圏の発達が少ない。さらに転換した当初は碎土率が悪く、土壌中の有機物が急激に分解することなどから、侵入した菌に対する静菌作用が普通畑より弱い。

そのため、病害では紫斑病、べと病および水媒伝染する茎疫病などの立枯症状を示す病害が多くなる可能性が高い。これら病害による子実被害の割合は虫害と比べて少ないが年次によって紫斑病の被害が多くなる場合がある（図－31）。

虫害では、発芽期のタネバエ、休耕田や畦畔などの雑草から移動して加害するカメムシ類の被害が局地的に発生することがある。移動性害虫は転換畑、普通畑とは無関係に発生する。マメシクイガは転作初年目の発生はきわめて少ないが、連作により密度が増加し転作3年目以降に多発する場合が多い。子実害虫による被害の年次推移を図－32に示した。最も被害が多いカメムシ類は、夏期高温年に発生が多くなり、着色粒とともに不稔粒の原因となる。ヒメサヤムシ類とヤガ類は、年次変動が小さく被害の割合は低い。ダイズサヤタマバエは、播種期の遅い作型で被害が大きくなりやすい。

収量、品質に影響を及ぼす主要病虫害の発生実態および防除上注意すべき事項は次のとおりである。

### イ 病害防除

#### (ア) 茎疫病

本病は、生育のほぼ全期間にわたり発病する。発芽前に侵されると胚軸が腐敗して不発芽となる。幼苗期には、はじめ地上あるいは地下部の胚軸が侵され、そこに水浸状の病斑があらわれる。病斑が進展すると萎凋し、苗立枯れ症状を呈する。病勢が激しい場合は枯死に至る。生育ステージが進んだダイズでは、根部や地際部に水浸状の病斑を形成し、のちに拡大した茶褐色または暗褐色病斑が茎の全周を覆う。

湿潤条件では病斑が急速に拡大し、停滞水あるいは冠水をうけたほ場では急性萎凋症状を呈する場合がある。高湿度条件下ではしばしば病斑上に白色粉状の菌糸がみられる。本病はエダマメにも発生する。

（防除）連作の回避、ほ場の排水改善や罹病株の早期抜き取り・処分が耕種的防除法として挙げられる。薬剤による防除はクルーザーMAXXの原液を種子1 kg に対して8 ml を塗沫処理して播種する。ただし、本剤の効果を安定させるため、前述の耕種的防除法と組み合わせる。

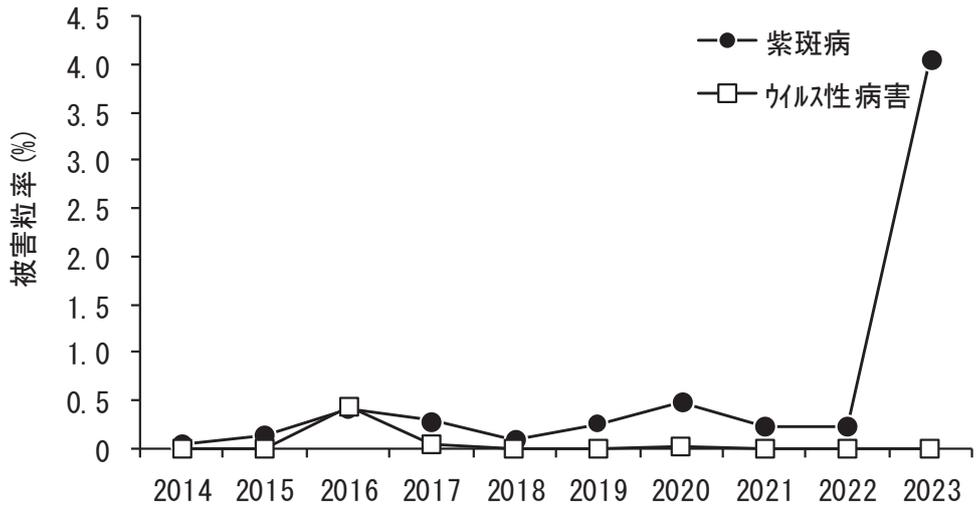


図-31 病害による子実被害の年次推移 (病害虫防除所巡回調査)



写真 紫斑病による被害粒

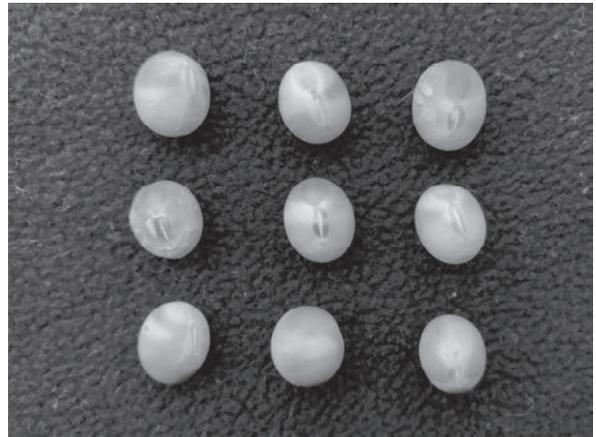


写真 ウイルス性病害による被害粒

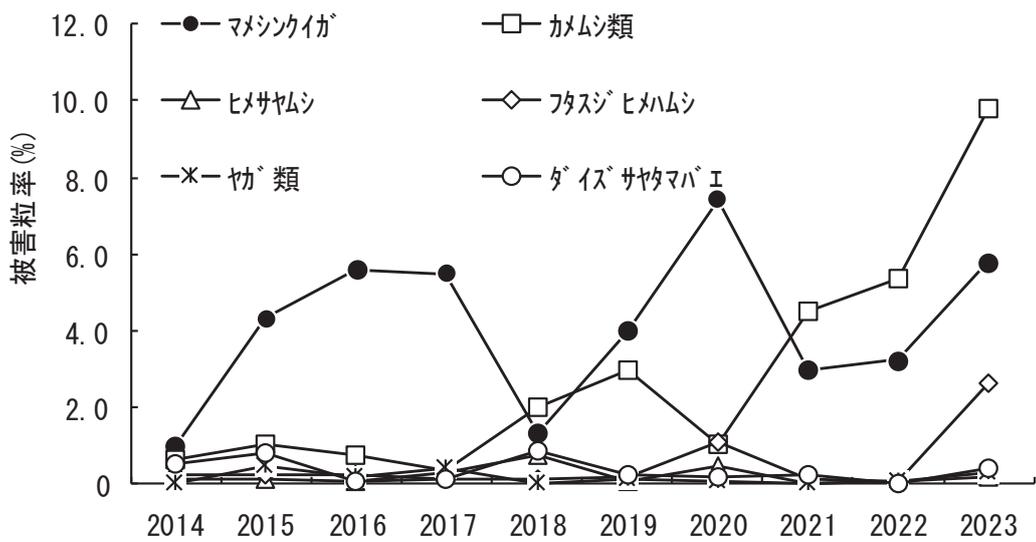


図-32 子実害虫被害の年次推移 (病害虫防除所巡回調査)

#### (イ) 黒根腐病

地際部が褐色腐敗する。収穫期頃になると、褐色腐敗部にオレンジ色～赤色の球形の小粒（子のう殻）が形成される。根部は支根や細根の数が少なくなり、もろく折れやすくなる。罹病組織内に多数の微小菌核が形成され、これらは土壌中で7年以上生存し、次作の伝染源となる。本病はエダマメにも発生する。

（防除）連作を避け、田畑輪換を行う。暗渠や明渠を掘り、排水改善を図る。高畦栽培を行う。薬剤による防除はクルーザーMAXXの原液を種子1 kg に対して8 mlを塗沫処理して播種する。ただし、本剤の効果を安定させるため、前述の耕種的防除法と組み合わせる。

#### (ウ) 紫斑病

本病は、子実に紫斑を生ずるのが特徴で、種皮に細かい亀裂を生じる場合もあり、種子の商品価値が著しく低下する。本病は、子実以外に葉や茎にも発生する。罹病種子を播くと子葉に褐色雲紋状の病斑を生じ、罹病葉は早期に落葉する。成葉では葉脈に限られた多角～不整形の赤褐色～単褐色の病斑を生ずる。茎及び葉柄の病斑は、赤褐色で初め長紡錘形で後に病斑同士が融合し拡大する。莢では初め赤褐色、中央やや黒色の円形病斑を生じ、後に病斑が融合して不整形となり、内部の子実に紫斑を生ずる。本病は夏期の高温で抑制されるが、秋期には下位茎葉や落葉上に病斑が形成され病勢が進展する。紫斑粒の発生は、黄莢期に始まり、成熟期にかけて増加する。

（防除）基本は自家採種せず健全種子を使用することと、罹病残渣を処理することである。適期収穫と収穫後の早期乾燥も大切である。また、クルーザーMAXXによる種子消毒を行う。茎葉散布剤による防除は開花期 20 ～ 30 日後の1回防除が基本である。着莢期に降雨が多い場合は1回目防除の約10日後に2回目の防除を行う。なお、耐性菌出現回避のため、同系統の薬剤の使用を避ける。

#### (エ) ウイルス性病害

本県で主に問題となるのは萎縮病とモザイク病である。萎縮病は品種によって異なる病徴を示すが、発病直後の葉脈透過、茎の頂端の曲がりが見られることが多く、後に葉に細かいモザイクを生じる。罹病種子には輪紋状、点状、放射状等の褐色あるいは黒色の斑紋を生じる。モザイク病罹病株はウイルスの種類により症状は若干異なるが、感染直後の若い葉に葉脈透過を生じ、後に濃淡緑斑のモザイク症状が現れる。複数種のウイルスが混合感染することもある。罹病種子には帯状や放射状等の褐色あるいは黒色の斑紋を生じる。いずれの病害も罹病種子（褐斑粒）が第一次伝染源となり各種アブラムシにより伝搬される。開花期以降に感染した株では種子伝染しない。

（防除）無病種子を使用する。発病の見られた株は直ちに抜き取り処分する。ほ場周辺のマメ科雑草を除去する。大豆生育初期のアブラムシ類の防除を行う。



写真 茎疫病による葉の黄化と萎れ  
(7月下旬)



写真 茎疫病による茎の壊死  
(8月上旬)



写真 黒根腐病による葉の退緑壊疽斑症状  
(9月上旬)



写真 黒根腐病による地際部の病斑  
(10月上旬)

## ウ 虫害防除

### (ア) タネバエ

大豆の播種時から発芽初期に幼虫が加害する。加害は種子全体を食害する場合、幼芽を食害する場合、幼茎を食害する場合とがある。

成虫は鶏糞、魚粕、油粕、堆肥などの未熟有機物に誘引されるので、完熟したものを早目にすき込む。また、耕耘したばかりの水分を含む土壌にも誘引されるので、早目に整地、畦立てをしておくのがよい。

(防除) 次のいずれかの薬剤を用いて防除を実施する。

- ① クルーザー F S 30 又は クルーザー M A X X の種子塗沫処理
- ② 播種前にダイアジノン粒剤 5 を作条施用し土壌混和する。
- ③ 播種時にカルホス粉剤、カルホス微粒剤 F、ダイアジノン粒剤 3 のいずれかを作条施用し土壌混和する。

### (イ) ネキリムシ類

タマナヤガが主体である。本種は東北では越冬できず、越冬地から飛来してきた成虫をもとにして年 2～3 回発生する。成虫は地面に近接したタデ、アカザなど広葉雑草の葉裏に 1～2 粒ずつ産卵する。幼虫（ネキリムシ）は、1～2 齢のうちには成長点周辺を食害するが、5～6 齢期になると切断部を土中に引き込んで食害する。

タマナヤガは越冬地からの飛来成虫が多いと多発することから、発生量の年次変動が大きいので発生予察情報に注意する。広葉雑草など産卵植物が多い場合や大豆が発芽する頃に周辺雑草を刈ると被害が大きくなりやすいため、播種または定植前の雑草処理が大切である。

(防除) 次のいずれかの薬剤を用いて防除を実施する。

- ① クルーザー F S 30 又は クルーザー M A X X の種子塗沫処理（表－34）
- ② 播種時にカルホス粉剤又はカルホス微粒剤 F を作条施用し土壌混和する。
- ③ 播種時～本葉 2 葉期にカルホス粉剤又はネキリエース K を株元の土壌表面に散布する。

### (ウ) アブラムシ類

主要種はジャガイモヒゲナガアブラムシとダイズアブラムシである。両種とも 6 月頃から発生するが、発生盛期は前種が 6～7 月と 8 月末～9 月、後種が 7 月下旬～8 月上旬である。生育初期はウイルス病の伝搬に注意する必要がある。近年、東北各県でジャガイモヒゲナガアブラムシが 8 月から 9 月にかけて急激に密度が高くなり、早期落葉を招く事例が見られることから吸汁害についても念頭に置く必要がある。

(防除) 必要に応じて県病害虫・雑草防除基準を参考に薬剤防除を行う。

### (エ) フタスジヒメハムシ

成虫は子葉および本葉 1～2 枚の頃に盛んに食害する。食害を受けた子葉は裏面が深い皿状にえぐられ、葉にはやや不整形な円孔を生じる。結実後の 8 月下旬～9 月下

旬には成虫が莢を舐めるように食害し、直下の子実表面が黒変するので品質が低下する。幼虫は根部を食害するが、大きな被害は認められていない。

(防除)クルーザーF S 30 又はクルーザーMAX Xの種子塗沫処理は発芽直後に侵入する成虫に効果的である。また、子実被害を避けるためマメシクイガと同時防除(トレボン粉剤DL、トレボン乳剤、アグロスリン乳剤)をする。

#### (オ) ウコンノメイガ

卵は1粒または数粒をかためて葉脈に沿って産み付ける。幼虫は葉縁を巻き込み、その中で食害し、次の葉に移る。老熟した幼虫は巻いた葉の中で蛹化する。

本県では、発生源となる成虫は長距離移動による飛来・侵入が主と考えられる。食害は7月中旬以降に発生するが、7月6半旬にはほ場全体で40～60茎の葉巻数を調査して、茎当たり平均葉巻数が1.3個以上で減収するため防除を行う。

(防除)7月下旬～8月上旬にスミチオン乳剤、トレボン乳剤、カスケード乳剤、プレバソンプロアブル5で防除する。

#### (カ) カメムシ類

近年子実害虫で最も被害が多い。主なカメムシ類はホソヘリカメムシ、アオクサカメムシ、ブチヒゲカメムシである。加害期間は若莢が着きはじめる頃から莢が黄熟する頃までにわたり、子実の被害は落莢、不稔粒、板莢や歪曲、変色粒など加害時期によって異なる。初夏～盛夏が高温、多照の年に発生が多い。

(防除)マメシクイガと同時防除(アグロスリン乳剤、パーマチオン水和剤)が可能である。

#### (キ) マメシクイガ

成虫の発生盛期は開花、結実後で年によって変動する場合がある。莢表面に産み込まれた卵からふ化した幼虫が莢内に食入し、「クチカケ豆」を作る。連作により密度が高まり、水田転換畑では2～3年以降に被害が増大する(表-35)。

(防除)成虫の発生盛期は8月6半旬～9月1半旬であり、この時期の薬剤散布の効果が高い(表-36)。また、連作ほ場で有機リン剤で防除する場合は2回散布が必要である(表-37)。無人航空機で防除する場合は、スミチオン乳剤、トレボンスカイMC又はプレバソンプロアブル5を使用し、いずれかの2回散布が必要である。

#### (ク) ダイズサヤタマバエ

成虫は若莢に産卵して、幼虫は莢内を食害する。被害部は莢が伸長せず小さいコブ状となる。近年、本種の発生が多い傾向にあり、特に播種期の遅い作型で被害が大きい。

(防除)開花日10日後頃にスタークル/アルバリン粉剤DL、スタークル/アルバリン顆粒水溶剤、トレボン乳剤、スミチオン乳剤、ダイアジノン粒剤5で防除する。

表－34 ネキリムシ類に対するクルーザー MAXX の防除効果(秋田農試、2011年)

薬剤名	6月17日		6月22日	
	調査茎数	被害茎率	調査茎数	被害茎率
クルーザーMAXX	283	0 ( 0)	264	0.4 ( 12)
無処理	281	2.1 (100)	243	3.3 (100)

( )は対無処理比

耕種概要 品種：リュウホウ、播種：6月6日

表－35 畑の種類および連作年数と被害との関係(秋田農試)

畑の種類	調査地点	マメシン	フタスジ	ヒメサヤ	ダイズサヤ	カメムシ類
		クイガ	ヒメハムシ	ムシ類	タマバエ	
普通畑	13	10.0%	1.2%	0.4%	0.5%	2.5%
転換畑						
初年度	46	1.6	0.4	0.4	0.2	2.9
2年目	16	5.4	0.9	0.3	0.4	3.7
3年目以上	33	9.8	0.6	0.3	0.5	3.5

表－36 マメシンクイガの防除適期(秋田農試、1985年)

薬剤名	散布日	調査粒数	被害粒率 (%)	防除価
	8/20	1,484	3.2	75
パーマチオン水和剤 2,000倍	8/26	1,506	1.0	92
	8/31	1,631	0.2	98
	9/4	1,472	0.1	99
	9/10	1,595	0.4	97
	9/15	1,348	4.9	61
	無処理	—	1,671	12.6

耕種概要 品種：スズユタカ、播種：5月28日、開花期：8月2日

表－37 マメシンクイガに対する有機リン剤の防除効果(秋田農試、2009年)

薬剤名	散布日	調査粒数	被害粒率 (%)	防除価
スミチオン乳剤 1,000倍	8/30、9/7	1279.3	2.0	86
無処理	—	1597.3	13.9	—

耕種概要 品種：タチユタカ、播種：6月3日

子実害虫と被害の検索〔参考〕

害虫名	莢の外 面	莢の内 部	
マメシクイガ	莢面を食害しない。脱出孔は楕円形で小さく、莢の縁にある。	莢内は汚れない。糞は細い鋸屑状、やや角ばり、色は大豆と同色。子実の縫合部が食害される。	
シロイチモジマダラメイガ	莢面を食害しない。脱出孔は円形で中ぐらい。莢の中央部に多い。	莢内は汚れることがある。糞はあまり角ばらず、色は大豆とはぼ同色。子実は全体が不規則に食害される。	
ヒメサヤムシ類	吐糸して莢を他の部分に綴りつけ表面をなめるように食害してから莢内に食入。莢は不整形に大きくかじられている。	莢内は甚だしく汚れ、糞は不整形、汚灰黄色。粒は全体が不規則に食害される。	
ツメクサガ	莢に大きな円孔をあけ、その中に体を半ば入れ、軟らかい実を食害する。	莢内は汚れない。糞はない。粒は不規則に食害される。	
ダイズサヤタマバエ	莢はふくれ、虫こぶとなる。莢の生長が止り奇形莢となることが多い。莢に蛹の脱皮殻が付着している。	莢、子実とも生長は止る。虫こぶの内部に白い綿状のもの（共棲菌）が見えるが、これは後に変色する。	
カメムシ類	肥大初期に加害された莢はいつまでも扁平で緑色を保ち、板莢となる。	加害時期	子実の症状
		肥大初期	内容物なく扁平、変色
		肥大中期	不規則に歪曲、変色
肥大後期	被害部凹、種皮白色		
フタスジヒメハムシ	莢表面をなめるように食害する。	被害部とそれに接する子実表面に黒斑を生じる。	

(農業試験場生産環境部 病害虫担当)

## (10) 収穫・乾燥・調製

### ア 適期収穫

大豆の成熟期は、1株の80～90%の莢が品種固有の熟色となり、莢内の子実が乾燥子実の形状を呈し、莢を手でふった時にカラカラと乾いた音がする時期である。ほ場では、周辺部だけでなく中央部に入って数カ所確認する。刈り払い機やビーンハーベスタを利用する場合は、成熟と同時に収穫作業を開始しても問題ないが、コンバイン収穫では脱粒工程を伴うことから、成熟後さらに茎水分が50%程度に低下するのを待って行う。

転換畑では、大豆の茎水分は成熟後20日程度経過した頃から低下してくる（写真、図－33）。また、茎水分の低下には品種による違いもあり、晩生品種ほど収穫時期が遅くなりやすい（図－34）。

### イ 収穫作業機

#### (ア) コンバイン

大豆生産の場合は収穫作業に係る作業時間が多かったが、コンバインの利用により生産効率が大幅に向上した。

コンバイン収穫は、大豆を立毛状態で自然乾燥させ、茎水分が50%程度に低下してから行う。このため、刈り取りは茎水分の低下を待ち、成熟後10～15日を経過した頃から実施するが、成熟後25日を経過すると子実水分は変動が大きくなり光沢をはじめ品質の低下がみられる。栽培条件が同一の場合の収穫適期幅は、ビーンハーベスタ等に比べ、コンバインは非常に狭い（表－38）。

コンバインの種類は、大豆専用機（場合によってはソバとの兼用機）や汎用型がある。大豆専用機は刈り取り方法によりリール方式や条刈り方式があり、脱粒方法も軸流と直流に分類される。県内の導入コンバインはリール方式が主体である。

汎用型は、水稲、麦、大豆など複数の穀物収穫に利用可能な普通型コンバインである。刈り幅が2～3.5mとかなり大型なリール式で、脱粒方式は軸流が主体で、主に大豆の収穫を目的としたコンバインは刈り幅が1.5mである。



写真 コンバインによる収穫作業

a コンバイン収穫を前提としたポイント

(a) コンバインの刈り取り幅に見合った条間の設定（畦幅 70 ～ 80 cm）。

(b) 個体の生育量を過大にしない。

疎植では分枝の発達が旺盛になり着莢位置も低下する。また落葉時期も遅くなり成熟が不斉一になる。コンバイン収穫は一斉収穫が前提であることから、栽植本数を適正に確保して個体の成熟程度を揃える。

(c) 雑草を確実に防除する。

播種後の土壌処理剤による雑草防除に加えて、中耕培土によって雑草の発生を抑え、収穫期間近の大型残草であるタデ類やヒエ類、アメリカセンダングサ等は種子が脱粒する前に拾い取りによる防除を実施する。

(d) 畦の高さは 10 cm を目標にする。

培土は土壌を柔らかくし根域に酸素を供給する他に、畦を高くすることで排水を促し、株間の雑草や倒伏を抑制するなどの効果がある。培土は高すぎると着莢位置が低くなり、収穫時の穀粒損失の原因になる。このため開花期前までに 2 回程度の中耕・培土を実施して、極端に畦が高くないようにすることも重要である。収穫時刻は朝露のなくなる午前 10 時頃から、夕方の 5 時頃までが適する。

b 損傷粒の発生

コンバインのこぎ胴やオーガ部によって子実の破砕、種皮のキズが生じたもの。コンバイン・ヘッダ部のリール速度（搬送チェーン速度）と作業速度との関係や収穫時の子実水分が関与する。

ほ場での乾燥が進みすぎ、子実水分が 15 % 以下になると割れなどが多くなる。逆に 20 % を越えた条件ではつぶれなどが発生することから、子実水分に十分に留意して収穫作業を進める（図 - 35）。

c 汚損粒（汚粒）の発生

コンバインでは、こぎ胴の中に大豆の茎も一緒に投入され、脱粒されるため、茎水分が高い場合は、茎汁などによる汚損粒の発生が懸念される。収穫時の大豆茎水分にも十分に留意する（図 - 36、図 - 37）。

d 収穫時の留意事項

(a) 土がヘッダ部に入ったら直ちに作業を中止して掃除する。

(b) 作業開始前と休みにこぎ胴、搬送オーガ部、目抜き板の掃除を行う。

(c) 土のかみ込みがこぎ胴に入った場合はこぎ胴の掃除を行う。

(d) 土のかみ込みがない操作に専念する。

(e) グレンタンク内をチェックして、割れ粒が多い場合はこぎ胴の回転数を下げる。

(f) かき込みリールの回転と走行速度を一致させる。

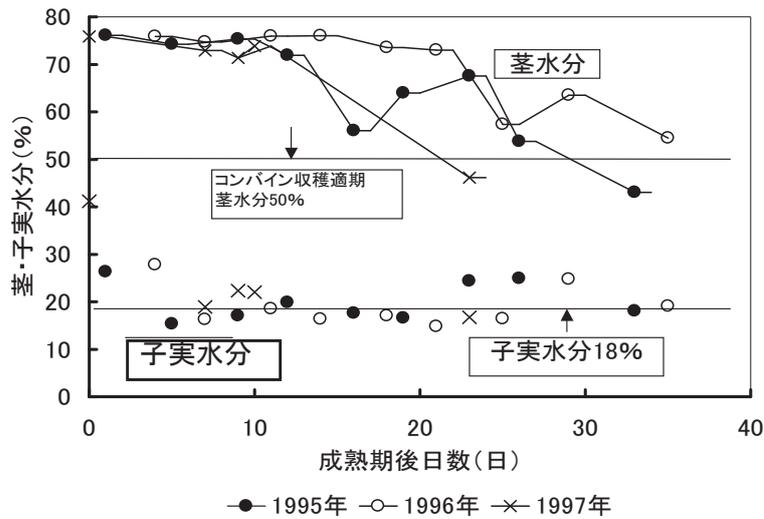


図-33 転換畑ほ場における大豆の茎・子実水分

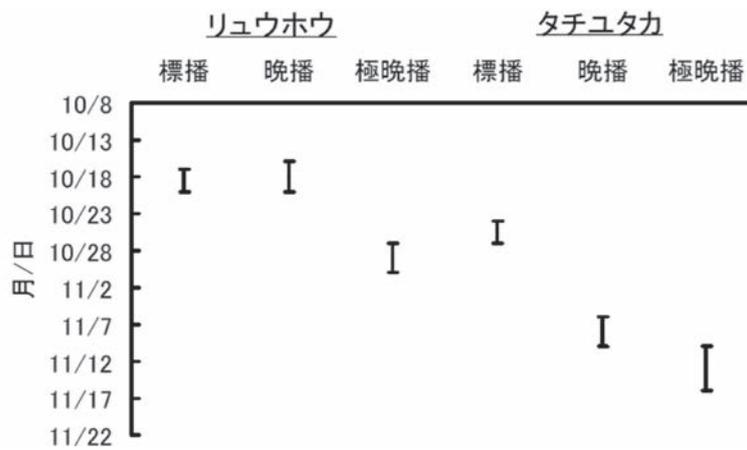


図-34 茎水分 50%以下になる時期の変動 (1995年 転換畑)

表-38 成熟期からコンバイン収穫適期までの日数

品 種	成熟期後の日数		
	早限	適期	晩限
リュウホウ	10～15日	15～20日	25日
あきたみどり	10～15日	15～20日	25日

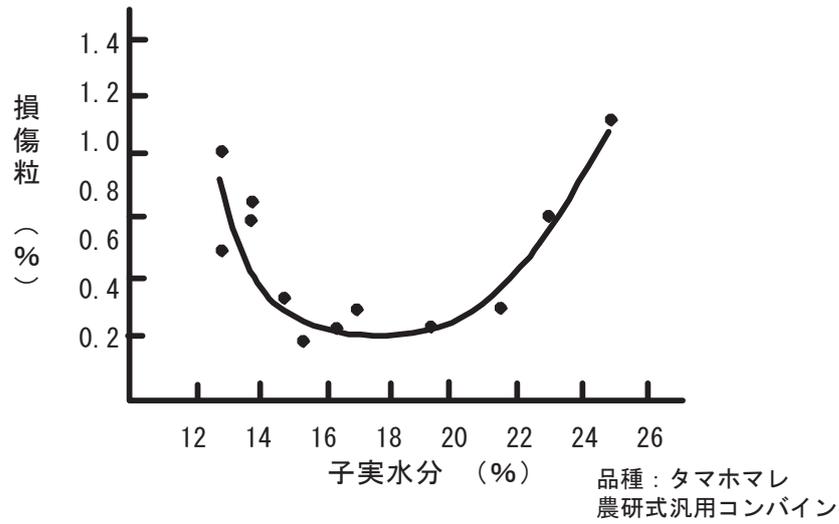


図-35 コンバイン収穫における子実水分と損傷粒の関係 (昭59. 生研機構)

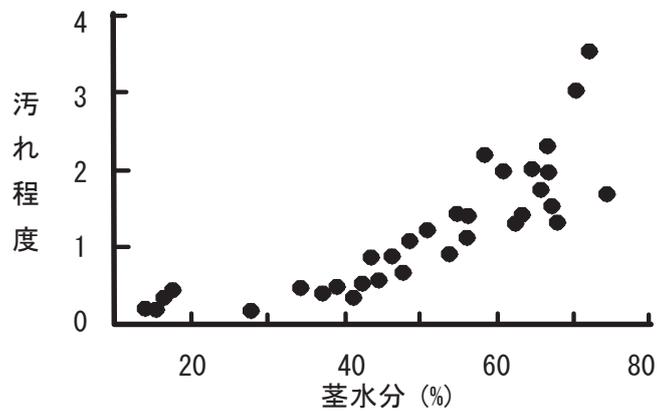


図-36 茎水分と汚れ程度 (昭61～63年)

注) 汚れ程度は観察で、生研機構試案により0(無)～4(甚)の5段階評価

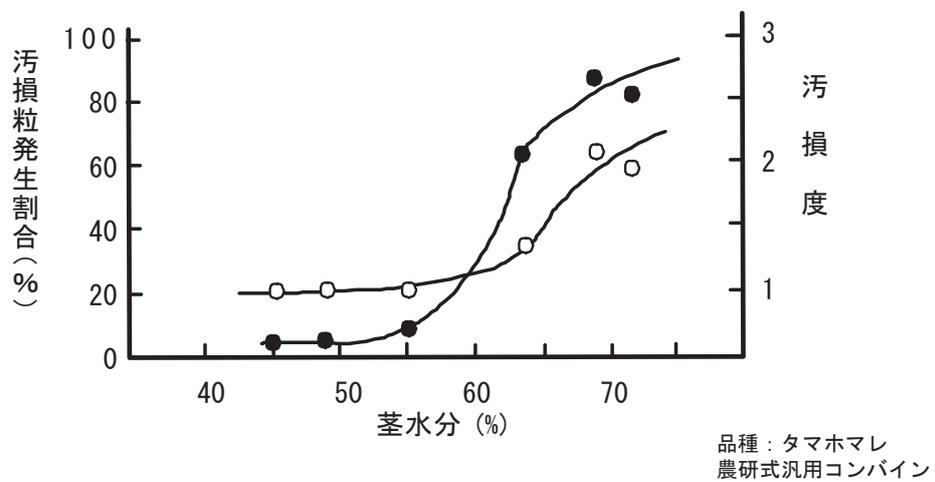


図-37 コンバイン収穫における茎水分と汚損粒の関係 (昭59 生研機構)

#### (イ) ビーンハーベスタ

ビーンハーベスタは大豆を刈り取りながら集束バケットに集め、一定量になったらほ場に放出する方式の大豆専用収穫機である。市販されているビーンハーベスタは1～2条刈りの自走式である。大豆は回転歯で刈り取られ、その後チェーンや突起付きのベルトで挟まれて、集束バケットに搬送される。集束バケットが一定量になるとオペレータが判断したら、バケットを開閉して大豆はほ場に排出される。大豆の莢水分が20%より低い状態で刈り取ると穀粒損失が急激に増加する。このため、収穫時期は大豆の莢水分が20%以上の時が望ましく、茎水分が比較的高い状態でも刈り取ることが可能であることから、成熟期後の早い段階や莢含水率の高い早朝の刈り取り作業、ほ場規模の小さい団地などに適する。作業速度は1条刈りで0.6～1.0m/sで、1時間当たり11～17aの収穫が可能である。ビーンハーベスタの刈り取りでは、棚干しやニオ積みなどにより乾燥を行い、最終的にビーンスレッシャーで脱粒する技術体系が多い。このため、刈り取った大豆が比較的乾燥しやすい地域で実施されることが望ましい。

#### (ウ) ビーンスレッシャー

大豆用の脱粒機は、脱粒後の排稈方式によって連続式と間欠式がある。作業方式では定置式と自走式、トラクタ搭載式、トラクタけん引式および可搬式がある。脱粒方式は扱き胴に対する大豆の稈の流れによって軸流形、直流形に分けられる。

ほ場における刈り取りは、前述のビーンハーベスタを利用したり、刈り払い機による刈り取りと集束が必要になるため、組み作業であると効率的である。

### ウ 乾燥

大豆の乾燥は、自然乾燥により予備的な乾燥を行い、最終的に平型乾燥機により仕上げ乾燥を実施するが、近年では大規模経営体や施設の共同利用で大豆、米、麦等を乾燥できる汎用循環型乾燥機の利用が進んでいる。成熟期から20日経過するとほ場での立毛状態では、莢の劣化にともなって子実水分の変動が大きくなり、高水分状態で収穫される場合もある。このため収穫直後の大豆は、できるだけ急激な乾燥を避けて湿度を比較的高く保ちながらゆっくりと乾燥することが必要である。しわの発生により等級が低下する事例が多いが、しわの発生には収穫後の乾燥条件も要因と考えられているので、特に注意して実施する。

裂皮粒やしわ粒の発生は、高水分子実の急激な乾燥により含水率が子実内部と外部で異なることによる子実の収縮と関係が深い。

#### (ア) 大豆乾燥温度の目安

子実水分 18 %	室温 + 15 °C 以下
子実水分 22 %	室温 + 8 °C 以下
子実水分 26 %	無加温 0 °C (常温通風)

a 循環型乾燥機

ビン型やバケット部分の改造型の乾燥機が市販されている。しかし1回の張り込み量が極めて大きいため、利用回転数を考慮した導入が必要である。

b 平型乾燥機

送風温度 30℃以下にして、毎時乾減率 0.4%/h 以下とする。

(イ) 被害粒の発生のしくみ (図-37)

裂皮粒：乾燥初期に表面水分のみが急激に低下した場合に発生する。

(送風温度が 30℃より高い場合に発生が多い)

しわ粒：裂皮発生の後から発生する。変形した乾燥表皮に子実中心部からの水分が移行して発生する。

エ 調製

選別機(転選)により被害粒(割れ、つぶれ、虫害)や夾雑物を取り除き、ふるい選により粒径を揃えて調製する。

規格は「農産物規格規定(昭和26年農林省告示第133号)」(Ⅷ 参考資料 3その他資料参照)に準じて、粒度と水分を適正にして高品質大豆生産を図る。

乾燥から選別にいたる各般の作業を機械化して、均一な品質の大豆生産に努める。

特に、選別機ではロット毎に収穫物の品位が異なる場合があるため、選別機を調整してきめ細やかな作業を行う。

また、収穫時期や天候により汚粒が発生した場合、大豆クリーナーを利用して品質向上を図る(表-39)。

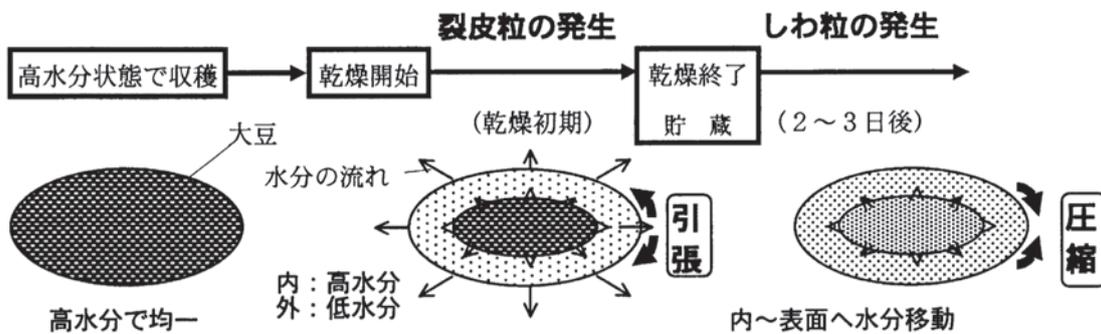


表-39 大豆クリーナーの特徴

処理方式	主な特徴
乾式	長所：水や添加物(もみ殻)が不要。汚損粒程度に合わせてクリーニング時間の変更可能。効率的・高能率。 短所：表面が研磨されることによる長期貯蔵で加工適性低下。
ドライ式	長所：もみ殻を利用。育苗用混合機などの簡易装置でも可能。 短所：大量に扱う場合には能率が低下する。
湿式	長所：種皮の損傷が少なく加工適性への影響が少ない。 短所：しわ粒のおそれがあり、処理能力がやや低い。

(農業試験場作物部 作物栽培担当)

### 3 連作障害対策技術

#### (1) 連作による収量、品質の変化

輪換畑における大豆の多収事例は水田転換初年目または2年目に見られることが多いが、排水対策が不十分な転換畑においては初作目よりも2作目に多収を得ている事例が多い。転換初期は生産性の高い水田転換畑も大豆作付け年数の増加に伴い、収量は大きく低下する。

大豆の減収は転換後3年目以降からみられ、4年目以降の収量は水田転換畑では初作の52～69%、畑ほ場では輪作ほ場の21～65%となる。また、連作は大豆の販売、加工上重要な形質である粒大の低下、豆腐加工適性に関連する蛋白質含量の低下にも影響を及ぼす(図-39、40、41、42)。

#### (2) 連作障害の要因

連作障害の主なものとして、これまでシストセンチュウや立ち枯れ性病害及び雑草害があげられてきたが、土壌の理化学性の悪化による影響も大きいものと考えられる。水田転換初年目畑では無機態窒素発現量が多いが、大豆の連作年数の増加に伴い、その量は低下する。また、大豆生育量と密接な関係が認められる土壌中の腐植含量も低下する。大豆の生育は根粒による固定窒素に大きく依存するが、連作により根粒着生数の減少、固定窒素吸収量の低下も大きくなる。

#### (3) 窒素吸収から見た連作大豆の特徴

大豆の生育には多量の窒素を必要とし、子実100kgを得るには約9kgの窒素を必要とする。また、大豆は開花期までに全窒素吸収量の1/5程度しか吸収せず、開花期以後の窒素吸収を増加させることが重要である。前述の原因から、連作大豆では窒素吸収量が低下するが、大豆の窒素収支の内訳としては、土壌由来の窒素は3.6～7.9kg(全窒素吸収量の30%程度)、根粒由来の固定窒素8.0～23.2kg(全窒素吸収量の70%程度)で、窒素吸収のほとんどは根粒による窒素固定に依存していた(図-43)。基肥由来の窒素吸収量はごくわずかで全窒素吸収量の1～2%である。

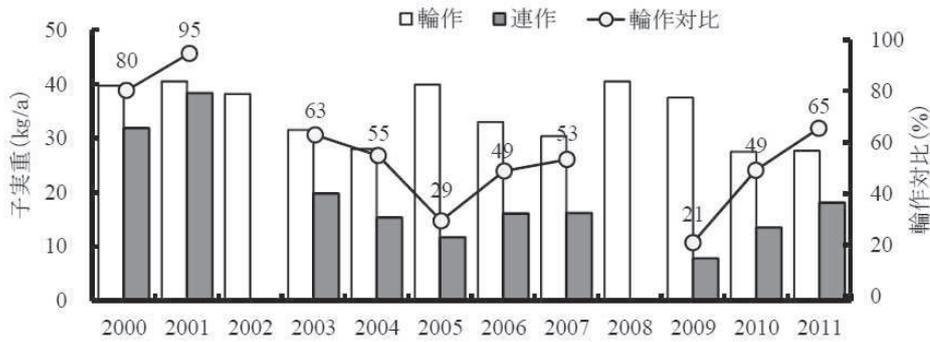


図-39 輪作ほ場と連作ほ場における大豆の収量推移 (H12 ~ H23、秋田農試)

注. 1) 輪作はデントコーン-麦類-大豆体系、連作は大豆を連年作付けした (品種はリュウホウ。土壌は黒ボク土)。

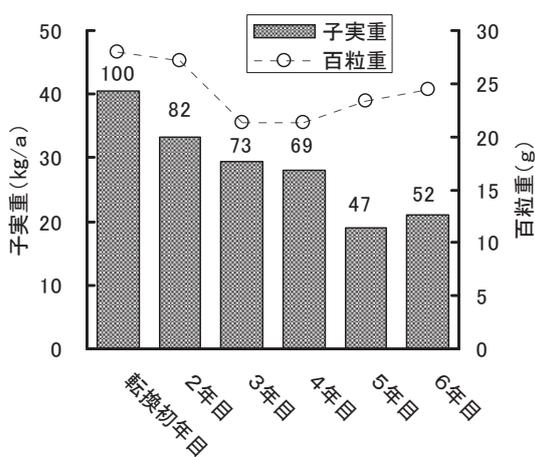


図-40 水田転換畑における連作年数と収量 (昭和 63 年~平成 5 年、秋田農試)

注. 1) 品種はtachiyutaka。土壌は細粒グライ土  
2) グラフ上の数値は転換初年目に対する比 (%)

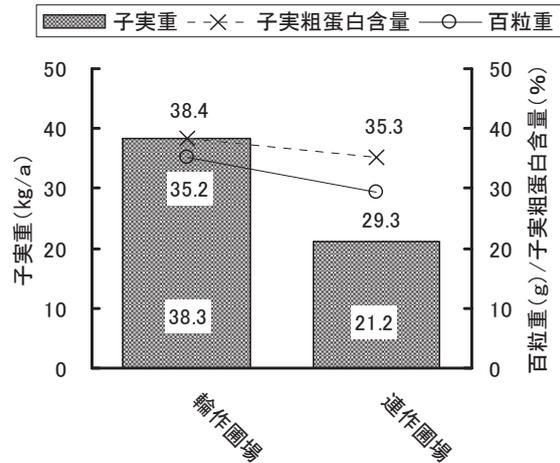


図-41 作付前歴の異なるほ場における大豆の収量・品質の違い (平成 13 年~14 年、秋田農試)

注. 1) 品種はリュウホウ。土壌は両ほ場とも黒ボク土  
2) 輪作ほ場はデントコーン-麦類-大豆体系、連作ほ場は大豆を 4 年以上作付けした

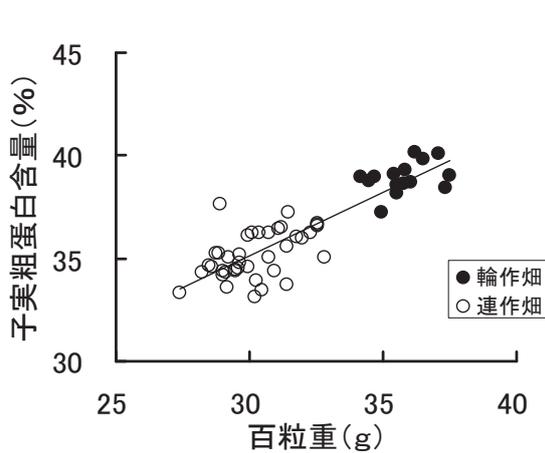


図-42 作付前歴の異なるほ場における百粒重と子実粗蛋白含量の関係 (平成 14 年、秋田農試、品種「リュウホウ」)

注. 1) 輪作ほ場はデントコーン-麦類-大豆体系、連作ほ場は大豆を 5 年以上作付けした。

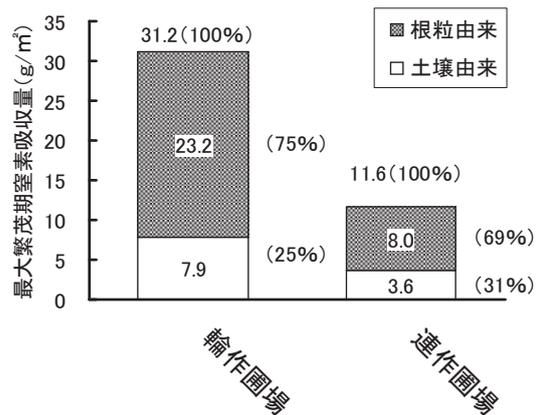


図-43 作付前歴の異なるほ場における大豆最大繁茂期の窒素吸収量の違い (平成 13 年、秋田農試)

注. 1) 輪作ほ場はデントコーン-麦類-大豆体系、連作ほ場は大豆を 4 年以上作付けした。  
2) 根粒菌非着生系統「T201」と根粒菌着生系統「T202」の窒素吸収量から差し引き法により求めた。

#### (4) 大豆の作付間隔と収量性

大豆連作中に1年だけ他作物を導入することにより、大豆収量が増加することが認められているが、輪作体系を組んだほ場での大豆収量は、大豆作付間隔が短くなるにつれて低下し、作付間隔0年(2年連作)区で11%、作付間隔を1~3年とした場合でも4~7%減収している。減収率を5%以内におさえるには、畑ほ場では最低2~3年の大豆以外の作物の作付けが必要である(表-40)。また、水田転換畑では、大豆作付け後3~4年、水稻を作付けすることにより、土壌窒素の発現は水稻連作並に回復することが報告されている。

#### (5) 連作大豆栽培における減収軽減対策

連作による大豆の減収軽減に関しては様々な試験研究がなされているが、未だに決定的な対策が見いだされていない。そこで、基本的な大豆多収栽培技術を総合的に組み立てた栽培を行うことが重要である。ここでは、ア 土壌の深層改良効果、イ 窒素追肥効果、ウ 堆肥、青刈り作物等有機物のすき込み効果、エ 肥効調節型肥料の基肥施用効果について紹介する。

##### ア 土壌の深層改良効果

堆肥と土壌改良資材(石灰質資材、リン酸資材)を施用し、深さ50cmまで深耕した場合、5か年間連作しても減収程度は小さく、12cm程度の普通耕で、連作した場合より13%程度多収となり、減収軽減効果が認められたが、深層改良によっても連作による生育量の不足、根の早期褐変症状は軽減されず、百粒重も低下した(表-41、表-42)。一方、現地の連作6年目のほ場で行った試験の結果では、ようりん及び炭カルの施用により8~12%増収し、百粒重も1g程度増加した。さらに子実重に占める大粒の割合が4~12%高まった。しかし、子実粗蛋白含量は増加しなかった(図-44)。

以上のことから、連作における石灰質資材、リン酸資材の施用効果が認められ、深耕による土壌深層までの土壌改良が有効とみられる。

##### イ 窒素追肥効果

窒素施肥反応が明確にされていない大豆栽培において、唯一奨励されている技術に開花期の窒素追肥がある。本技術の要点は次のとおりである。

(ア) 開花期の窒素追肥は窒素成分で3~20kg/10a(実用面では5~10kg/10a)、時期は開花期~開花後10日頃に実施する。

(イ) 無追肥でも収量が高い(土壌肥沃土が高い)ほ場では増収効果は低い(図-41)。

(ウ) 寒地での効果は安定しているが、暖地では倒伏、蔓化により減収することもある。

低温年などの気象災害時の増収効果が高い。

(エ) 追肥の方法は畦間施用すると利用効率が高い。

(オ) 肥効調節型肥料(リニア型70日タイプ)を最終培土期(本葉6~7葉期)に追肥する方法も考案されている。追肥窒素成分は4~8kg/10aを基本とする。

表－40 大豆の作付け間隔の違いが収量に及ぼす影響（昭和52年～57年、秋田農試）

試験区	昭和52年 5作前	53年 4作前	54年 3作前	55年 2作前	56年 1作前	当年 57年	子実重 (kg/a)	同左比 (%)	百粒重 (g)
作付け間隔0年	オクラ	馬鈴薯-小麦	白菜	スイートコーン	スイートコーン	大豆	25.3	89	22.1
1年	馬鈴薯-小麦	白菜	スイートコーン	大豆	オクラ	大豆	26.5	93	23.0
2年	白菜	スイートコーン	大豆	オクラ	馬鈴薯	大豆	26.9	95	21.0
3年	スイートコーン	大豆	オクラ	馬鈴薯-小麦	白菜	大豆	27.2	96	21.8
4年(標準)	大豆	オクラ	馬鈴薯-小麦	白菜	スイートコーン	大豆	28.4	100	21.0
6年連作(参考)	大豆	大豆	大豆	大豆	大豆	大豆	22.0	77	19.0

注. 品種は「シロセンナリ」を用いた。

表－41 ほ場別の改良方法（昭和52年～56年、秋田農試）

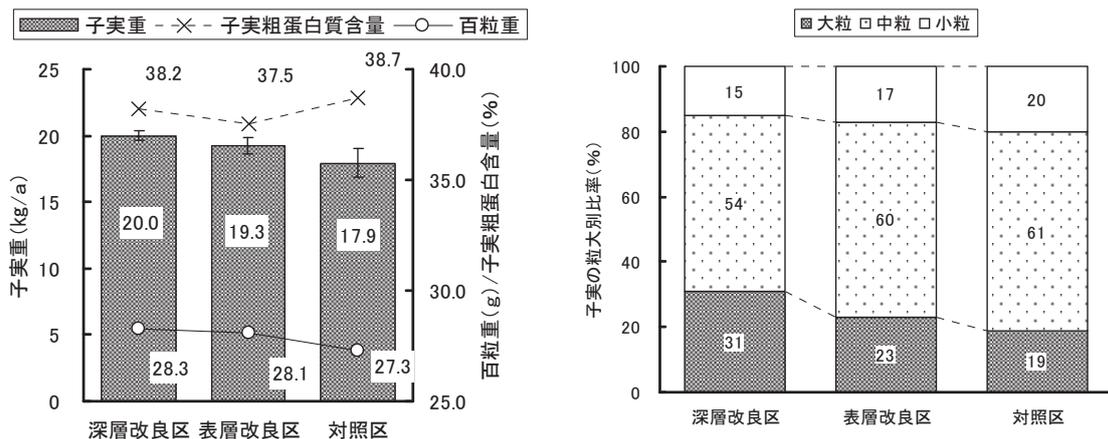
畑区分	昭和52年				53年		54年	55年	56年		
	苦土石灰 (kg/a)	溶燐	堆肥	耕深 (cm)	堆肥 (kg/a)	炭カル (kg/a)	堆肥 (kg/a)	堆肥 (kg/a)	堆肥	苦土石灰 (kg/a)	溶燐
深改畑	30	20	500	50	-	15	150	150	150	-	-
輪作畑 連作畑											
対照畑	15	10	150	12	150	15	150	150	150	10	6
輪作畑 連作畑											

注. 1) 耕起法は造成時の52年のみ、深改区で深耕ロータリーを使用した他は全てロータリーによる普通耕。  
2) 輪作畑の作付けは、造成前はオクラ-馬鈴薯-小麦-白菜-スイートコーン-大豆、その後はスイートコーン-大豆。  
3) 品種は「ライデン」を使用。栽培は秋田農試慣行法で行った。

表－42 深層改良による子実重、百粒重の経年変化の違い

畑区分		昭和52年	53年	54年	55年	56年	平均	対照比 (%)	
子実重 (kg/a)	深改畑	輪作畑	42.2	32.3	23.9	35.3	24.0	31.5	95
		連作畑	-	33.5	24.3	34.2	23.5	28.9	113
	対照畑	輪作畑	38.5	36.9	24.9	38.6	26.3	33.0	100
		連作畑	-	29.2	23.4	30.6	19.3	25.6	100
百粒重 (g)	深改畑	輪作畑	27.4	24.3	25.1	27.4	23.5	25.5	101
		連作畑	-	23.5	22.7	25.8	23.6	23.9	101
	対照畑	輪作畑	26.3	24.2	24.6	27.5	23.7	25.3	100
		連作畑	-	23.4	22.5	25.5	22.8	23.6	100

(昭和52年～56年、秋田農試)



① 収量、百粒重及び子実粗蛋白質含量

② 子実の粒大別重量比率構成

図-44 連作畑における土壌改良の収量、品質への影響（平成15年、秋田農試）

注. 1) 品種はリュウホウ。土壌は黒ボク土。連作6年目のほ場を使用。  
2) 深層改良区：ようりん・炭カル各 20 kg/a を施用後、深さ 25 cm でプラウ耕、その後再びようりん・炭カルを施用（合計各 40 kg/a）し、播種前にロータリー耕を行った。表層改良区：ようりん・炭カル各 20 kg/a を施用後、播種前にロータリー耕を行った。対照区：ようりん・炭カルを施用せず。

## ウ 肥効調節型肥料の基肥施用効果

基肥窒素の過剰施肥は大豆の生育を阻害することから、これまでは基肥の窒素施肥は多くても5～6 kg/10a程度であった。近年様々な溶出タイプの肥効調節型肥料が開発されており、開花期追肥と同等の効果を得る目的で、シグモイド60日タイプを全量基肥として施用する方法について検討した結果、本資材の溶出パターンは年次により異なったものの、開花期頃からの急激な溶出がみられた。本施肥法により、収量水準の低い連作畑では10%程度の増収効果が認められた(図-45)。

## エ 堆肥、青刈り作物等有機物のすき込み効果

連作により、土壌窒素の発現量は減少することから、有機物のほ場への投入は有効な手段である。これまでに大豆前作の青刈り作物として大麦、ライムギなど麦類の有用性が認められている。ここでは、青刈り作物の中でも特に有望であった大麦をすき込む方法について紹介する(表-44)。

(ア) 大麦を前年の大豆の立毛中に播種し、翌年の作付け前にすき込む。大麦の播種は大豆黄葉期頃の9月中～下旬、すき込みは大豆播種日(6月上旬)の10日程度前に、フレールモア等で細断、その後ロータリ耕を行う。

(イ) 大麦に対しては、基肥は施用しないが、乾物量増加と窒素保有量を高めるために消雪後(3月下旬)に5 kg/10a程度の窒素追肥をすることで、大豆の増収が図られる。

(ウ) 大麦すき込みにより土壌の膨軟化、地温の上昇効果がみられる。

(エ) すき込み時期が遅れると、大麦残渣が播種作業の支障となったり、腐敗途中の残渣がタネバエを誘引する危険性もあるため、すき込みは早めに行い、薬剤によりタネバエを防除する。

(オ) 大麦のすき込みによって一時的な窒素欠乏の症状が出ることもあり、大豆の基肥窒素は普通よりも多めの4～6 kg/10a程度を施用するとよい。

(カ) すき込まれた大麦の窒素放出の時期は登熟期とみられ、増収効果は中生種の品種よりも晩生種の品種で大きく、有用性が高い。

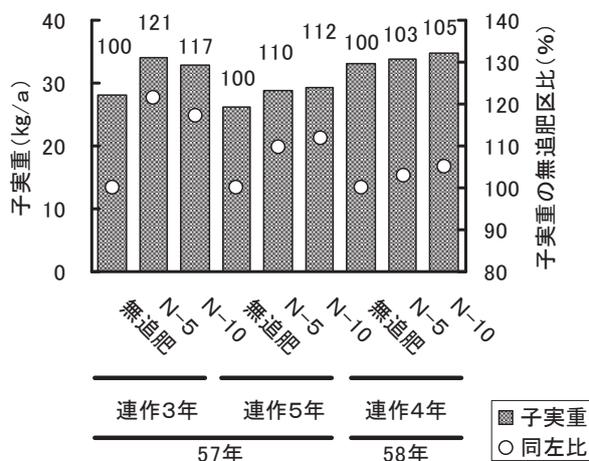


図-45 連作ほ場における開花期追肥の効果(昭和57年～58年、秋田農試)

注. 1) 品種はスズユタカ

2) 追肥: 57年は8/12、58年は8/10に実施。

3) N-5は開花期に10a当たり窒素成分5kg、N-10は10kgを施用。

表－43 肥効調節型肥料の基肥一発施肥が大豆の収量、品質に及ぼす影響（平成13年～14年、秋田農試）

圃場条件 <sup>1)</sup> (作付前歴)	試験年次 (年)	施肥法 <sup>2)</sup>	収量及び収量構成要素				品質	
			子実重 <sup>3)</sup> (kg/a)	同左比 (%)	百粒重 <sup>3)</sup> (g)	莢数 (/m <sup>2</sup> )	蛋白 <sup>4)</sup> (%)	検査等級 <sup>5)</sup>
連作	平成13	LPS	23.9	112	28.2	433	36.2	1等中
		慣行	21.3	100	28.9	366	36.0	1等下
	平成14	LPS	24.0	114	31.2	415	35.2	3等上
		慣行	21.1	100	29.6	402	34.2	3等上
輪作	平成13	開花期追肥	23.6	112	29.3	438	34.0	3等上
		LPS	38.7	101	34.7	633	38.1	1等下
		慣行	38.1	100	34.0	649	38.1	1等中
	平成14	開花期追肥	39.3	103	35.0	636	38.2	1等中
		LPS	38.4	99	34.8	607	37.9	2等上
		慣行	38.9	100	36.4	580	38.1	3等上
		開花期追肥	37.2	96	35.2	566	37.8	3等上

注. 1)「連作」は現地試験圃場(越路原統、淡色多湿黒ボク土、大豆連作4年以上)、「輪作」は農試圃場(篠永統、表層腐植質多湿黒ボク土、デントコーン-麦-大豆の3年3作体系)。  
 2)「慣行」は基肥成分N0.25、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>・K<sub>2</sub>O各0.75kg/a。「LPS」は「慣行」に加え、肥効調節型肥料(シグモイド型60日)をN成分で1.0kg/a加えた。「開花期追肥」は「慣行」に大豆開花期にN成分1.0kg/aの追肥を行った。  
 3)子実重、百粒重は水分15%換算(5.5mm以上)。  
 4)蛋白含量はケルダール法により測定。蛋白係数6.25。  
 5)検査等級は仙台食糧事務所秋田事務所による。  
 ※品種は「リュウホウ」を用い、播種は5月末～6月中旬に行った。2001年は慣行の化成肥料、肥効調節型肥料とも側条施肥としたが、2002年は全面全層施肥とした。

表－44 長期連作畑における各種有機物の施用効果（昭和62年～平成10年、秋田農試）

試験区名	処理の概要	すき込み量		12年間の平均値			
		乾物重 (kg/a)	現物 (kg/a)	全重 (kg/a)	子実重 (kg/a)	同左比 (%)	百粒重 (g)
大麦	前作大豆の立毛間にべんけいむぎを播種、大豆播種約2週間前にすき込み	58	252	52.7	26.9	108	23.7
大豆	前作大豆の残渣(茎・莢・殻)	30	75	48.4	24.4	98	23.9
堆肥	稲わら牛糞堆肥を融雪後散布	30	120	49.9	25.4	102	23.6
無すき込み	有機物をすき込まない	0	0	50.4	25.0	100	23.3

注. 1) 土壌条件は沖積植壤土、品種はスズユタカ(昭和62年～平成2年)、タチユタカ(平成3年～平成10年)を使用。大豆を12年間続けて農試慣行法で栽培した。  
 2) すき込み量は12か年の平均値。無すき込み区以外は毎年所定の有機物を施用した。

(農業試験場作物部 作物栽培担当)



## IV 大豆栽培用機械

## 1 機械化一貫体系

大豆作における作業体系は、暗きょや明きょ等の排水対策、均平(ほ場条件による)、土壌改良資材・堆肥散布、施肥、耕起、種子予措、播種、除草剤散布、中耕、培土、防除、収穫、乾燥、調製、出荷から成り立っている。これらは画一的なものではなく栽培方法、ほ場条件等によって作業の種類、工程、順序、作業回数が異なる。

秋田県における転作大豆の労働時間をみると、平成8年度は10a当たり35.4時間だったものが平成28年度は11.4時間となり、この間24時間減少している。作業別労働時間をみるといずれの作業も減少しているが、なかでも刈り取り収穫作業が大幅に減少し、次いで中耕・培土、防除などの管理作業時間の減少が大きい。これはコンバインの導入や乗用型管理機、産業用無人ヘリコプタ等の普及によるところが大きいとみられる。この他、乾燥・調製については個人作業からJAや生産組織等の共同施設利用が進んでいる。

以下に機械作業体系の概要を示す(図-1)。

### (1) 排水作業

水田転換ほ場ではほ場の排水対策が大豆栽培の明暗を左右する。明きょや弾丸暗きょ、もみ殻等を活用した補助暗きょ施工により、ほ場の表面排水はもとより地下水位の低下を図る。作業機は溝掘機、サブソイラ等があり、これらはトラクタ直装タイプが多い。

### (2) 土壌改良・施肥作業

土壌の物理性、化学性を改良し大豆栽培に適した肥沃な土壌を作るため、土壌改良資材や堆肥の散布を行う。ライムソウ、ブロードキャスタ、マニユアスプレッダ等が作業機としてあげられる。

### (3) 耕起・砕土・整地作業

一連の作業をロータリで同時に行う体系と耕起をプラウで行い砕土・整地をハロー(水田作業機の汎用利用からは代かきハローが有効)で行う体系が考えられる。一般的にはロータリでの作業が多いが、輪作ほ場での前作残渣の鋤込みや均平作業を組み込んだ体系ではプラウの利用効果が大きい。いずれも砕土率が播種精度、苗立ち率に影響するので作業精度の向上が大切となる。

### (4) 播種作業

作付規模により人力播種機やトラクタおよび乗用管理機等へ装着される播種機等が選択される。条間60cm～75cmで2条～数条の機種が多い。ただし、条間は培土等の中間管理作業機の条件を勘案して決定する必要がある。施肥・播種同時作業機や耕起・播種同時作業機の普及もみられる。

播種法としては、条播の他にブロードキャスタを用いた散播方法もみられるが、中耕・培土ができないため、除草対策や倒伏等に難点がある。

### (5) 除草・病虫害防除作業

初期除草は土壌処理除草剤による防除が標準的体系となっている。中期以降は培土を兼ねた中耕による除草作業が実施されている。歩行型を含む機械除草が大半であり、トラクタ装着型作業機の他に最近は乗用管理機の利用もみられる。

病虫害防除は、乗用型としてはトラクタや乗用管理機搭載型ブームスプレーヤで行われるが、近年は産業用無人ヘリコプタやマルチローターなど無人航空機による防除が増加している。この場合は適用薬剤が限られているので注意が必要である。

### (6) 中耕・培土作業

倒伏防止、排水性向上、雑草対策等を目的に実施される作業である。近年はトラクタや乗用管理機搭載型の作業機が大半になっており、ロータリカルチの利用が多いが、高速作業が可能なディスク式作業の導入が進んでいる。中耕と培土作業を同時に行う場合が多くなっている。

### (7) 収穫作業

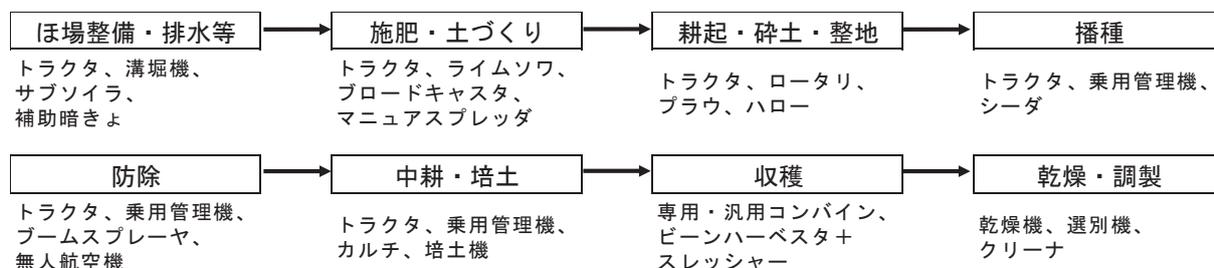
刈払機やビーンハーベスタで刈り取った後、「にお積み」や「島立て」乾燥を行い、その後ビーンスレシャ等で脱粒を行う体系と、大豆専用コンバインや汎用コンバインで刈り取り脱粒を行う体系がある。現在は農業法人等の生産組織が増加したこともあり、各種機械を共同利用するコンバイン体系が増加している。機械収穫に当たっては、刈取時の茎葉や子実水分、天候等に留意し適正な作業を行うようにする。

### (8) 乾燥・調製作業

乾燥・調製作業は大豆の品質に影響を及ぼす大事な最終作業であり、共同乾燥施設や共同選別施設の利用が進んでいる。

特に、高水分大豆乾燥にあたっては、設定温度、乾減率等に十分留意する必要がある。子実水分が18%以上の場合には通風による予備乾燥を行う。その後は毎時乾減率0.4%/h以下でゆっくり乾燥させることが必要である。

やむを得ず発生した汚損粒については大豆クリーナー等、また、被害粒の除去には色彩選別機の利用が効率的である。



図－1 機械化一貫作業体系図

## 2 各作業と作業機

### (1) 排水対策

#### ア 明きょ掘削機械

ほ場の外周部に深さ約 30 cm 程度の明きょを掘ることで、降雨後の地表排水を迅速に行うとともに、隣接した圃場からの浸透水を防止する。なお、ほ場中央部の明きょは、明きょ施工以降の機械を利用した各種作業に問題を引き起こすことが多いので、計画的な施工が必要である。ロータリ型とスクリーオーガ型を用いて作成した明きょの形状を図-2 に示す。明きょ、弾丸暗きょ、もみ殻補助暗きょを施工したほ場例を図-3 に示す。

#### (ア) ロータリ型溝堀機 (リターンディッチャ)

掘削刃をつけた 4 本の溝堀爪と 4 枚の跳ね出し板で構成され、溝の内側に掘削した土壌をはつ土し、付属した成形板で溝面を整えるものである。掘削部は 180° ターンが可能で、前進と後進での掘削作業に使い分けられることができる。また、掘削部は、中央部に設置することも可能で、移動時に機体がトラクタよりも外側に出なくなる。作業はほ場の四隅を後進で掘削し、次いで作業機を 180° リターンして前進することでほ場の全周を機械で掘削できる。本溝堀機は、使用するトラクタが出力 15 ~ 48kW、標準掘削深が 25cm、作業速度が 0.4 ~ 0.8m/s で作業が行える。

#### (イ) スクリーオーガ型溝堀機

耐摩耗性に優れたらせん式の縦型スクリーオーガで構成され、オーガを回転させながら土壌を片側（両側へも可能）へはつ土して溝を掘削し、付属した成形板で溝への土の落下防止と溝の成形を行う。壁面は、テーパ型に仕上がるため土が崩れにくくなる。掘削部は 180° ターンと、トラクタ後方から見て右側車輪の直後を掘削できるように平行移動（オフセット）することが可能である。作業はロータリ型溝堀機と同様にターン機能を用い、機械で全周掘削が行える。本溝堀機は、使用するトラクタが出力 15 ~ 44kW、標準掘削深が 30cm（溝幅 35cm、溝底幅 25cm）、作業速度が 0.1 ~ 0.7m/s で作業が行える。

#### (ウ) プラウ型溝堀機

左右のコールタで土壌表面を溝幅を切断し、刃先で切削した土をはつ土板ではつ土し、溝の成形を行う。掘削部は、トラクタ後方から見て右側車輪の直後や畔際を掘削できるように平行移動（オフセット）することも可能である。PTO 動力を用いない牽引で高速作業ができる。本溝堀機は、使用するトラクタが出力 24 ~ 74kW、標準掘削深が 15 ~ 25cm（溝幅 15 ~ 25cm、溝底幅 15 ~ 18cm）、作業速度が 0.6 ~ 1.7m/s で作業が行える。

ロータリ型 (TRY-10型)

オーガ型 (OM-400C型)

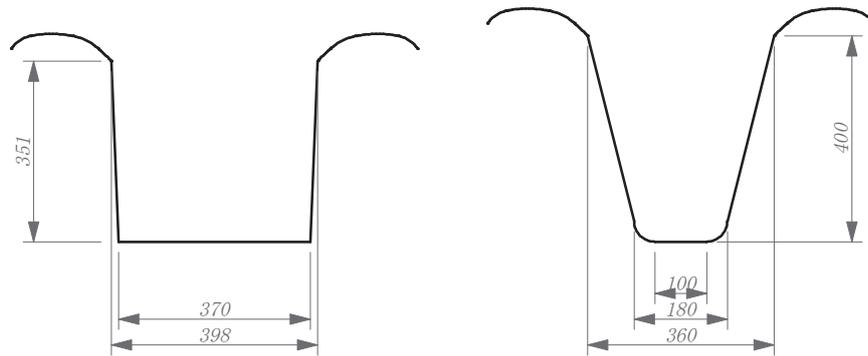


図-2 各溝堀機での作溝断面 (1981年, 秋田農試)

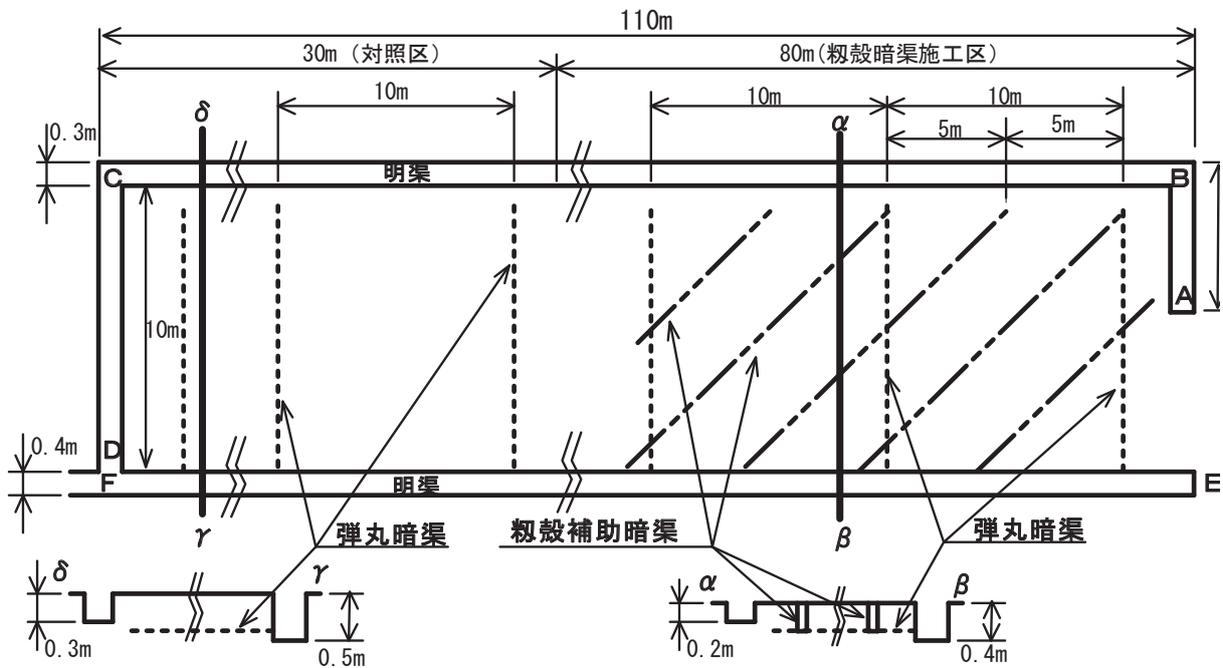


図-3 明きよ、弾丸暗きよ、もみ殻補助暗きよ施工例 (1998年, 秋田農試)



写真 スクリューオーガ型溝堀機



写真 プラウ型溝堀機

## イ 地下排水機械

地下排水は地下 30 ～ 40cm に敷設するもので、方法は、耕盤層を破碎して土壌に大きな間隙を作り透水性を高める心土破碎、弾丸で地下の水みちを人工的に作る弾丸暗きよ、心土を破碎して作成した溝にもみ殻を強制的に繰り出して充填するもみ殻補助暗きよ等がある。停滞水を速やかに本暗きよに地下排水できるように、弾丸暗きよ、もみ殻補助暗きよは、本暗きよのもみ殻充填層と直交するように 2 ～ 5 m 間隔で、施工する。また、耕盤があるほ場では、方向に関係なく 2 ～ 5 m 間隔で心土破碎機を用いて下層土の耕盤を破碎し、透水性を向上させる。なお、本暗きよが無く、心土破碎による地下排水もできないほ場での弾丸暗きよの施工は、ほ場周囲に敷設した明きよに流れるように明きよとつなぎ、若干の勾配をつけるようにする。もみ殻補助暗きよを施工した初年目と 4 年目のもみ殻充填層の断面図と明きよ、弾丸暗きよ、もみ殻補助暗きよの碎土率とほ場合水比の経年変化を図－4、表－1 に示す。

### (ア) 非振動式ドレーナ（サブソイラ、パンプレーカ、プラソイラ）

締め固まった耕盤と心土を表面耕起せずに直接破碎するため、本体に刃縁のある支柱、その先端にのみ先状の破碎刃を有する作業機をサブソイラ、大型のものをパンプレーカと呼ぶ。また、耕盤と心土、下層土をせり上げて部分的に深耕し、大きな破碎効果を得るため、サブソイラの支柱の前側に排土板（モールドボード）を有する作業機をプラソイラと呼ぶ。それぞれ、破碎刃の両側に翼刃（ウイング）を取り付ければ心土破碎効果をより高めることができる。加えて、破碎刃の後部に弾丸体（モール）を取り付けて牽引すれば、弾丸暗きよ穿孔機（モールドレーナ）として利用できる。非振動式ドレーナには、心土破碎を行いながら高压空気を破碎刃先端部から注入するエアーインジェクタもあり、打ち込み深さ 35 ～ 45cm で、直径 1 ～ 3 m の範囲の土層が破碎できる。使用する作業機は、それぞれトラクタの動力による牽引だけであるため、出力 22kW 以上のトラクタが必要である。

### (イ) 振動式ドレーナ（バイブロドレーナ、バイブロサブソイラ）

トラクタの PTO で偏心カムを回転駆動し、サブソイラを数 cm の振幅で毎分数百回以上の振動を与えて、牽引抵抗の軽減を図るものである。牽引抵抗は、走行速度に対する平均振動速度の比が 2.5 程度の時に 30 ～ 60% の減少となり、1 以下でほとんど減少しなくなる。例えば、振幅 32mm × 2（往復）× 9 Hz（540rpm）＝ 0.58m/s の平均振動速度であるから、走行速度はこの 1/2.5、すなわち 0.23m/s とする時に振動の効果を大きくすることができる。このため、微速走行装置と PTO 軸 540rpm の回転速度を有する出力 7.4kW 級以上の乗用型トラクタで作業が行える。

### (ウ) もみ殻補助暗きよ（疎水剤心土充填機）

疎水材心土充填機は、機械下部の振動式チゼルで圃場の表層と心土を破碎しながら幅 0.04m、深さ 0.3 ～ 0.4m の溝を掘って進み、そこに機体上部のもみ殻積載ホッパ（容量：0.45m<sup>3</sup>）内部に設置されたロータで、もみ殻を強制的に繰り出して充填した後、機体後部の鎮圧輪で圧縮して厚さ 0.2 ～ 0.3m の充填層を形成させるものである。施工には、出力 22 ～ 44kW のトラクタが必要である。

明きよ、弾丸暗きよ、もみ殻補助暗きよの作業能率を表－2 に示す。

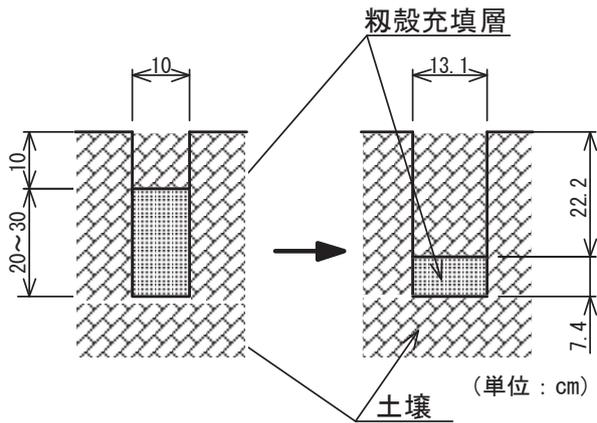


図-4 もみ殻補助暗きよの施工断面  
(2002年、秋田農試)  
(左: 施工初年目、右: 施工4年目)

表-1 土壌の経年変化  
(2022年、秋田農試)

試験区	調査項目	採取時期	含水比 (%,db)	砕土率 (%)
弾丸+明渠+ 籾殻暗渠		1997/10	137.7	—
		1998/10	67.8	42.6
		1999/11	52.8	79.6
		2000/11	49.1	86.3
		2001/11	50.2	90.2
弾丸+明渠		1997/10	137.7	—
		1998/10	73.7	26.2
		1999/11	58.8	72.1
		2000/11	51.7	79.3
		2001/11	57.4	91.0



写真 サブソイラ



写真 プラソイラ

表-2 主な排水対策機械の作業能率 (1998~2002年、秋田農試)

作業内容	作業機	明渠		弾丸暗渠	籾殻補助暗渠			
		型式	オーガ式	オーガ式	バイプロドレーナ	疎水材心土充填機		
試験場所	型番	QM-310	QM-310	PD-110	SPF-12	SPF-12	SPF-12	SPF-31K
圃場面積	(a)	30	100	19	8	30	19	10
圃場条件		水田転換畑	水田転換畑	野菜連作畑	水田転換畑	水田転換畑	野菜連作畑	野菜連作畑
総施工距離	(m)	230	500	300	160	446.5	267	342
作業速度	(m/s)	—	0.1	0.2	0.4	0.4	0.4	—
作業能率	(h/ha)	0.4	1.3	2.7	15	8	4	7
試験年次	(年)	2000	2002	2001	1998	1998	2001	2002

## (2) 堆肥・肥料等散布

堆肥散布は、散布能率の高いマニユアスプレッダで行われる。マニユアスプレッダの荷台に積み込まれた堆肥が、荷台に取り付けられた堆肥送り装置（フロアコンベア）によって、作業機後部に送られ、そこに取り付けられている打ちほごし・散布部（ビータ）によって圃場全面に散布される。機種は大きく分けてトラクタ牽引式と直装式及び自走式がある。トラクタ牽引式は積載量が1～5 tと多く、価格は比較的安い（トラクタ価格を除く）。自走式は積載量が0.3～3.5tとトラクタ牽引式よりは少ないが、小回りが効く他にクローラや多輪の走行部を持つために湿田などの軟弱地や傾斜地への適応性が高い。

トラクタ牽引式の作業速度は1.3m/s程度であり、ほ場内作業のみであれば20～30min/ha程度の能率でできる。しかし、散布時間よりも積込み時間が多くかかる場合も少なくないため、積込み方法等計画的な体系の構築が必要である。

大豆栽培では、土壌の物理性、化学性改良のために堆肥や土壌改良資材の施用が必要であり、施用量は完熟堆肥で1～2 t/10aが標準的である。堆肥の量が多かったり前作残渣や緑肥作物の鋤込みを行う場合は、ロータリ耕よりもプラウ耕で行うとよい。

化学肥料や土壌改良資材等の散布には、ライムソワやブロードキャスタが利用される。ライムソワはトラクタ牽引式と直装式があり、散布幅1.2m～3.0m、ホップ容量200～1,100L、ホップ底部の繰り出し口から資材を落下させて散布する構造となっている。常に一定の幅で散布ができるので横方向への散布ムラが少なく、風による散布精度低下が少ない。作業速度は1.3m/s程度であるが、ブロードキャスタに比較して散布幅が狭いため、作業能率は70min/ha程度で低くなる。散布量の設定は、繰り出し口の開度調節と作業速度の調節により行うが、資材の種類により繰り出し量が変わるので、落下テストをしてから作業を始める。流動性の高い資材を扱う場合は、自然落下があるので作業停止時には繰り出し口のシャッターを閉じる必要がある。

ブロードキャスタは、円錐状のホップの底部から資材が繰り出される。散布装置には羽付き円盤を回転させる遠心式（散布板回転型）と筒を左右に揺動させる揺動式（散布筒揺動型）がある。トラクタ直装式が多くホッパー容量は200～1,200 L、散布幅が5～12m程度、作業速度は1.9m/s程度であり、ライムソワに比べて作業能率が高い。ブロードキャスタは、資材を左右に放てきさせて散布するので、ライムソワに比較して遠心式で散布ムラが出易い。したがって、作業に当たっては走行間隔を狭くするか1回目と2回目の走行位置をずらして重複散布を行うなどの対策が必要である。散布量の設定はライムソワ同様に繰り出し口の開度調節と作業速度の調節により行うが、資材の種類によって繰り出し量が変わるので、落下テストをしてから作業を始める。

なお、施肥については作溝・施肥・覆土・鎮圧を同時に行うことの出来る作業機もある。

表－3 各種散布機の資材への適応性

作業機名	堆 肥		土壌改良資材・化学肥料	
	粘質塊状	粉・粒状	粒状	紛状
堆肥散布機・横軸ビータ式	◎	○～◎	×	×
堆肥散布機・縦軸ビータ式	◎	○～◎	×	×
堆肥散布機・円盤ブレード式	◎	○～◎	×	×
ブロードキャスタ	×	△～○	◎	△～○
ライムソフ	×	△～○	◎	○～◎

◎適応性大 ○適応可能 △適応性低い ×適応性無し

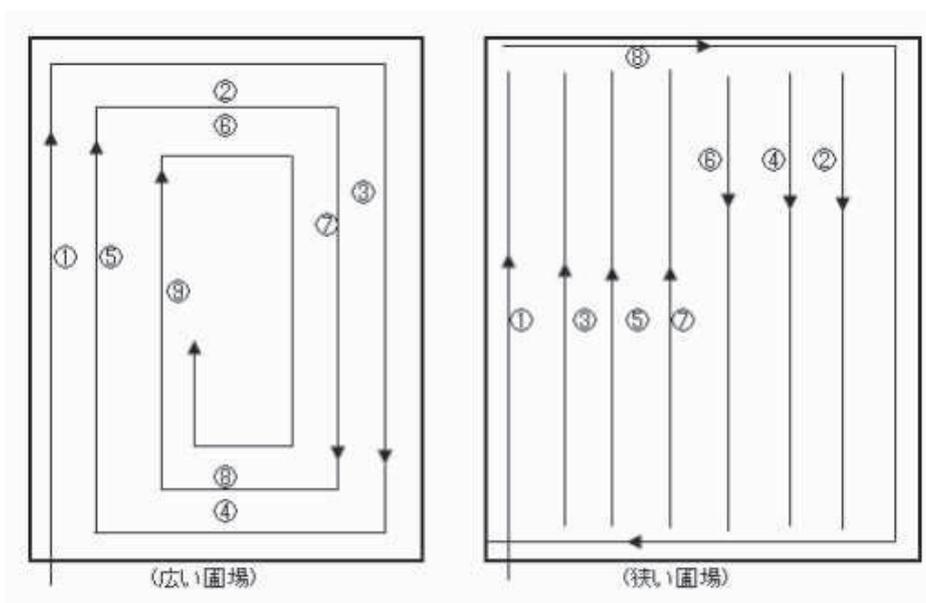
注)大豆作業機マニュアル(全国農業改良普及協会編)より抜粋

表－4 作業機の種類と堆肥・資材・施肥作業能率

作業機名	作業内容	トラクタの大きさ(kW)	作業能率(h/ha)
マニュアルプレッダ	堆肥散布	19～25	0.67(0.59)
		26～40	0.67(0.59)
		41～62	0.67
ライムソフ	土改材散布	19～25	0.67(0.67)
		26～40	1.00(0.77)
		41～62	1.11(1.11)
ブロードキャスタ	施肥	19～25	1.43(1.43)
		26～40	1.43(1.43)
		41～62	1.43

注)2003年秋田県特定高性能農業機械導入計画より作成した。

注)数値は畑作業を示す。ただし、( )内は水田作業を示す。



図－5 マニュアルプレッダの散布方法

注)土づくり機械化推進技術・日本農業機械化協会

### (3) 耕起・碎土・整地

耕起・碎土・整地作業は、作土層の確保、碎土率の向上、排水性や保水性の確保など、ほ場条件を作物の栽培に適した状態に整えることである。水田転換畑においては、播種作業精度、出芽、苗立ち、除草剤の効果等からいかにして碎土率を高めるかが大きな課題となる。また、前作物の残渣（転換初年目は稲わら）や雑草等を、作業に支障のないように埋没させる、ということも重要である。

作土層の厚さの目標は、畑地で 20 ～ 25cm とされているので、特に水田転換畑では土壤構造の発達が十分でないために耕起の深さを大きくすることが望ましい。ただし、耕起深を大きくしすぎると水田に復元した時に漏水が多くなり機械走行にも支障が生じるので、下層土の改良は亀裂を発生させる程度に止める。

亀裂の発生には、土壤の排水を十分に行い土壤を乾燥させることが必要で、このためにはプラウ耕などにより大きな土塊で下層まで空気を通る土壤構造にすることが畑地化促進に効果を発揮する。

プラウによる耕起は、土の移動が大きく一般に牽引抵抗が大きいが、リバーシブルプラウや駆動デスクプラウでは比較的軟弱なほ場でも作業がしやすくなっている。

基本的には、暗きよや明きよによりほ場の透水性の改善を図り乾燥を促すことが大切で、その上で耕起用の作業機を効率的に利用することになる。

耕起用の作業機としては、一般にはロータリが多く利用されている。土の片寄りが少なく耕起と碎土が同時に行えるため効率的である。ロータリは使用目的によって様々な機種が開発されており、より碎土性の向上を図ったものにアップカットロータリ、正逆転ロータリ、二軸ロータリ等がある。

アップカットロータリは、耕うん爪が普通ロータリと逆向きに軸に取り付けられており、土を下から上に掘り上げるように耕うんする。上部カバーに楯状のレーキが付いており、大きい土塊や作物残渣と小さい土塊とに振り分けられ、小さい土塊が大きい土塊や作物残渣を覆うように仕上げられる。このため、刈り株や残渣が埋め込まれ、下が粗く上が細かい土層構造となる。

正逆転ロータリは、正逆転両用の耕うん爪を持ち、レバー 1 本で爪軸の回転方向を切り替えられ、ダウンカットロータリとアップカットロータリの両方に使えるものである。

二軸ロータリは、ダウンカットロータリと小径のアップカットロータリを組み合わせ、一工程で耕起・碎土を行うことができる。また、アップカットロータリ部を取り外して普通のダウンカットロータリとして用いることもできる。

この他、碎土用として利用されているのにツースハローやロータリ式ハロー等がある。いずれもプラウ耕等のあとの大きな土塊を碎土して細かい土塊にする仕上げ作業機といえる。ロータリ式ハローは水田の代かき用に開発された作業機であるが、普通のダウンカットロータリに比較して耕うん爪が短く刃数を多く配列しており、作業幅が広く、碎土性も高いので能率的である。しかし、基本的に代かき用に開発された機械であるため、畑地の碎土作業では強度不足が故障の原因になる場合があるので、留意する。



写真 プラウ耕作



写真 均平作業

表-5 作業機の種類と耕起・碎土作業能率

作業機名	作業内容	トラクタの 大きさ(kW)	作業能率 (h/ha)	作業機名	作業内容	トラクタの 大きさ(kW)	作業能率 (h/ha)
ボトムプラウ	耕起	19~25	0.16	ロータリ	碎土	19~25	0.30(0.26)
		26~40	0.32			26~40	0.34(0.29)
		41~62	0.56			41~62	0.45(0.38)
ディスクプラウ (ワンウェー)	耕起	19~25	0.38	ディスクハロー	碎土	19~25	0.33
		26~40	0.53			26~40	0.37
		41~62	0.67			41~62	0.43
ディスクプラウ (ツーウェー)	耕起	19~25	0.22	ツースハロー	碎土・ 均平	19~25	1.43
		26~40	0.29			26~40	1.43
		41~62	0.36			41~62	1.67
ロータリ	耕起	19~25	0.34(0.22)	カルチパッカ	碎土・ 鎮圧	19~62	1.00
		26~40	0.39(0.23)				
		41~62	0.53(0.32)				

注) 数値は畑作業を示す。( )内は水田作業を示す。

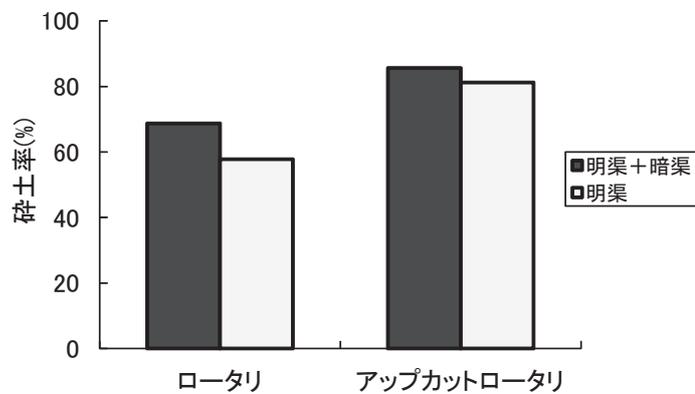


図-6 耕起法と碎土率 (1984年 秋田農試)

#### (4) 播種

播種作業には、事前に全面全層施肥と整地をしておき、播種以降の工程だけを播種機で行う体系と、施肥播種機で溝施肥（側条）、播種を一工程で終わらせる体系がある。また、播種時にロータリで整地を同時に行う体系もある。

##### ア 人力播種機

人力で播種機本体を押し、接地輪を回して種子繰り出し部を駆動するものである。人力播種機の条間設定は任意に行えるが、直進性を保つのが難しいため、最初の条に縄を張ってマーカとし、次条から播種機に付属したラインマーカで播種床に線を引しながら作業を行う。種子の繰り出し部は、傾斜ベルト式、傾斜目皿式などがある。傾斜ベルト式の繰り出し部は、大豆の粒径にあわせて2粒ずつ入る凹孔型の連結式ベルトで、ベルトのこま数で株間を9cmの倍数ずつ調節できる。その他の調節は、作溝部の上下によって播種深度を調節し、鎮圧輪のバネ強さで鎮圧強さを決定する。作業能率と精度を表-6に示す。傾斜目皿式の繰り出し部は、貫通穴を有する傾斜円盤を回転させて種子ホoppaからの取り出しと導種管への放出を行うもので、播種粒数と播種間隔の精度が高い。なお、播種間隔は、種子繰り出し部に付属するギアの歯数を組み合わせることで設定できる。播種機後部には、覆土用の爪と鎮圧輪があり、溝切り用のダブルディスクと鎮圧輪の上下で播種深度を調節する。

##### イ 歩行型動力播種機

上記した人力播種機を歩行型トラクタ（耕耘機、管理機）に2～4条取り付けたものである。播種精度は、作業速度に左右され、0.4～0.5m/sで1株2粒程度の播種となり、それ以上になると播種量が減少する。作業能率を表-7に示す。

##### ウ ミッドマウント管理作業車用播種機

本機は、上記した人力播種機を乗用管理作業車の運転席前方に直装したもので、播種の様子を見ながらほ場状況に合わせて播種深度や作業速度を調整できる。県内では、播種機を本機中央に装着した三輪のミッドマウント管理作業車が広く普及しており、条間は66～80cmの間で任意に設定可能で4条同時に播種できる。播種機は、傾斜ベルト式か傾斜目皿式が選択できる。作業速度は、1.0m/s程度の速度で作業可能で、操舵輪は一輪なので旋回半径が小さい。中耕ロータリ、中耕ディスク、除草機などの作業機を装着することで、中耕・培土・除草作業にも活用できる。作業速度と作業能率を表-8に示す。

##### エ トラクタ（乗用型管理機）用施肥播種機

トラクタや乗用型管理機に直装し、接地輪からチェーンで肥料繰り出し部と種子繰り出し部を駆動するもので、2～4条用がある。条間は60～100cmの間で任意に設定できるが、トラクタ等の車輪幅と中耕・培土機の作業幅を考え、支障の無い間隔で播種する。作業速度は、1.0～1.5m/s程度の高速で作業できるが、それ以上になると種子が弾むため、条間、株間が乱れる。なお、全面全層施肥を行った場合は、播種部のみで作業する。施肥同時播種機と慣行体系での施肥播種に要する作業能率と省力化率を表-9に示す。

オ トラクタ用搭載型播種機（ロータリシーダ）

トラクタの後部に直装して用いる。シーダは、ドライブハロー（又はロータリ）、施肥ホッパ、可変容量式横溝ロール型播種ユニット、鎮圧ローラで構成されており、碎土、施肥播種を同時に行える。肥料の落下位置は、ドライブハローの前方で全層施肥、後方で条施肥になる。ドライブハローは、トラクタのPTO、施肥ホッパは直流モータ、播種ユニットは、鎮圧ローラを動力にすることが多い。米麦との兼用型であることから条数は8条で構成されているため、大豆で使用する場合、各播種ユニットをスライドさせて目的の条間に調節し、横溝ロールの開度を調節して播種量を事前に設定することが必要である。

表－6 人力播種機の作業能率と精度

(1938年, 広島農試)

項目 方法	作業能率 (min/10a)	播種幅の 変異係数	粒数*の 変異係数
手播き	52	30	8
機械播き**	21	20	3

\*:30cmの範囲

\*\*：手押し式播種機

表－7 各播種機の作業能率

(1999年, 平鹿普及, 2000年, 秋田農試)

	作業能率 (min/10a)	
歩行型動力播種機	21.4	
施肥播種機	2条式	18.8
	3条式	17.6
ロータリシーダ(3条式)	23.4	

\*:歩行型動力播種機, 2条式

\*\*：施肥播種機は、播種のための作業

表－8 ミッドマウント型管理作業車による播種作業能率(2022年, 秋田農試)

使用機械	作業速度(m/s)	作業能率(h/ha)
ミッドマウント型管理作業車+ 傾斜ベルト式播種機	0.91	1.33

\*: 1ha (200×50m) の調査データ(枕値は播種していない)。

表－9 各作業体系での作業能率と省力化率(2002年, 秋田農試)

作業内容	作業体系	作業能率 (h/10a)	機械化体系	作業能率 (h/10a)	省力化率 (%)
	慣行体系 使用機械		使用機械		
施肥 播種	動噴 傾斜ベルト式播種機	1.9	施肥同時播種機	0.5	75.3

\*: 傾斜ベルト式播種機は、人力での1条式

\*\*：施肥同時播種機は、乗用型管理機に取り付けた2条式



写真 トラクタ用施肥播種機



写真 ミッドマウント型管理作業車による播種作業

## (5) 除草・病虫害防除

### ア 除草

大豆の雑草防除においては、播種後から生育初期段階で雑草を抑制することと、雑草が大きくなる前に速やかに防除対策をとることが大切である。

雑草防除には、除草剤による方法と機械的除草法、両者を併用する方法とがある。一般的には除草剤と機械的除草の両者を併用する方法が多い。

除草剤による防除は、大豆の播種直後に散布する土壌処理（剤）と発生雑草に処理する茎葉処理（剤）がある。散布用機械としては、液剤は動力噴霧機やブームスプレーヤを用い、粒剤の場合は動力散粒機を用いる（イの防除を参照）。除草剤の利用以外に除草機による除草や中耕・培土が除草を兼ねて行われていることが多い。雑草が発生したら早めに中耕により畝間を攪拌し、雑草を掻き取り、切断し、土中に埋没させる。また、培土により株間の雑草を埋没させ防除する等である。除草機については、近年、株間除草が可能な機械も開発されているが、この場合は碎土性の良好な土壌や雑草が比較的小さい時期に作業するなど、土壌条件や適期作業を行うことで効果が発揮される。

### イ 病虫害防除

大豆の病虫害防除は、防除対象となる病虫害の発生生態と発生予察情報を参考に、農薬散布だけでなく耕種的な防除も組み合わせて総合的に行うことが必要である。

散布用機械としては、液剤は動力噴霧機やブームスプレーヤを用い、粒剤の場合は動力散粒機を用いる。

ブームスプレーヤは、トラクタや乗用管理機に散布機を搭載あるいは牽引して作業される。トラクタ装着式はタンク容量が 500 ～ 1,500L、散布幅 10 ～ 20m、牽引式はタンク容量が 4,000 ～ 7,000L、散布幅 25 ～ 30m、と散布機が大型である。一方、乗用管理機（10kW 程度の乗用汎用作業車両など）で利用されるものはタンク容量が 400L 程度、散布幅 8 ～ 10m でトラクタ利用散布機よりは小型である。乗用管理機は 4 輪駆動 4 輪操舵の走行装置を装備し、最低地上高は 70cm 程度のハイクリアランスとなっており、作物がある程度成長してもほ場に入り作業が出来るようになっている。なお、粒剤散布装置が装着可能な機種もある。

上記の他、現在は産業用無人ヘリコプタやマルチロータなど無人航空機での防除が多くみられる。液剤散布装置と粒剤散布装置の取り付けが可能であり、液剤散布装置は薬液を噴霧する部分にブームノズルを用いたものと高速回転デスクを用いたものがある。

無人ヘリコプタは搭載容量が 24 ～ 32L の機種がほとんどであり、地上散布機に比較して搭載量が少ないため、高濃度少量の散布となる。使用できる農薬は、農薬取締法に基づき無人航空機散布用として登録された薬剤に限られる。

表－9 農作の剤型、散布方法及び防除機の種類

農薬の剤型	主な防除機
液剤	人力噴霧機、背負型動力噴霧機 動力噴霧機（可搬型、トラクタ搭載型あり、いずれも畦畔散布ノズル等を使用） ブームスプレーヤ（トラクタ搭載型、乗用管理機搭載型、自走式等） 大型送風散布機（いわゆるスパウタスプレーヤ）、無人航空機（液剤散布装置）
粒剤	人力散粒機、背負型動力散粒機（多口噴頭等を使用） 動力散粒機（可搬型、トラクタ搭載型あり、いずれも多口ホース噴頭等を使用） 無人航空機（粒剤散布装置）
粉剤	人力散粉機、背負型動力散粉機（多口噴頭等を使用） 動力散粉機（トラクタ搭載型、自走式等あり、いずれも多口ホース噴頭等を使用）

注) 大豆作業機マニュアル（全国農業改良普及協会編）に加筆



写真 乗用管理機による防除風景

表－10 大豆栽培における防除機別作業性能（2003年 秋田農試）

作業機	作業内容	圃場区画	作業能率 (h/ha)	散布濃度 (倍)	散布量 ( $\mu\text{g}/\text{ha}$ )
乗用管理機(散布幅7.5m)	除草剤散布	1ha(50m×200m)	1.55	1,000	130
	病害虫防除	同 上	1.78	2,600	130
産業用無人ヘリ(RMAX)	害虫防除	同 上	0.18	8	8
	病害虫防除	同 上	0.22	5・8	8



① 無人ヘリコプタ



② マルチロータ

写真 無人航空機による防除風景

## (6) 中耕・培土

土壤処理除草剤の薬効が切れて、初期雑草の発生がみえたら大豆本葉1葉期頃に早めの中耕を行う。培土は、大豆3葉期頃と6葉期頃に茎葉を損傷させないようにして実施する。中耕・培土作業は、倒伏防止と排水性の向上、根や土壤微生物、根粒菌の活性を高め、圧縮された土壤構造を膨軟にする目的で行われる。なお、開花期以降での中耕・培土作業は、カルチ爪によって断根が生じて生育停滞をきたすため、開花始めまでに作業を行うようにする。

### ア 耕耘機（ロータリ付き管理機）

耕うん機または管理機のロータリ中央部の爪を取り外し、残りの爪を全て内側に向けて配列する。作業は大豆をまたぎながら株元に土を飛散させ、株元の初期雑草を飛散土で被覆するように作業する。土の飛散は、管理機に付属したロータリカバーの角度で調節することが可能で、角度が小さいほど機体付近、角度が大きいくほど遠方に飛散される。培土の跳ねあげ高さは、ロータリカバーの角度が大きいくほど高くなり、ロータリカバーに付属する側板を閉めると同じ角度でも約4 cm低くできる。また、耕耘爪は本数が少ないほど耕うんピッチが長く、砕土性が劣化して土塊が大きくなるため、機体付近に土塊が分布する量が多く、培土の跳ねあげ高さが低く、側板の開閉による跳ねあげ高さの差も大きくなる（図-7、8）。

培土機での培土は、中耕の際に取り外したロータリ中央部の爪を取り付け、ロータリ後部に培土板を装着して畦間を中耕しながら培土を行う。株元に堆積する培土の高さは、耕深と培土板角度で調節するようにする。中耕・培土に際しては、大豆に損傷を与えないように配慮する。

### イ ロータリカルチ

幅の狭いロータリで、中耕ロータリ、中耕ロータ、ロータリカルチ、ロータリカルチベータなどとも呼ばれる。乗用トラクタ用では、40～70cm幅の中耕ロータリのユニットをフレームに2～5個取り付けたもので、トラクタの3点リンクや乗用型管理機のヒッチに取付け、PTOで駆動するものである。条間は、中耕ロータリのユニットを左右にスライドさせて調節する。作業機は、畝間作業を考慮して本体フレームの地上高を高くしたもの、ロータリカバーを開閉可能にして土の飛散距離を調節可能にしたものがある。培土は、中耕ロータリユニットの後方に培土板を取り付け、中耕しながら培土する。

中耕・培土作業に歩行型管理機とロータリカルチを利用した場合の作業能率と省力化率を表-11に示す。

### ウ ディスク式

ディスク式中耕培土機は1対の凹型ディスクを前列、後列に2列設けた（1列目丸形、2列目花形）トラクタまたは乗用管理機直装式の畑用中耕培土機で、対応条間は60～85 cmである。1.0～1.4m/s程度的高速作業が可能で、従来機の1.5～2倍の作業能率が得られる。実用的な作業速度における中耕体積当たりの所要動力と燃料消費量は開発機が従来機の半分程度である。湿潤土壤条件でも練り付けや圧縮が少ないのも特徴である（図-9、10）。

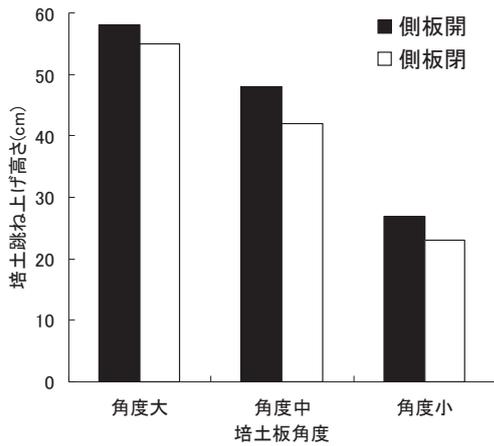


図-7 ロータリカバー角度が培土跳ね上げ高さに与える影響 (耕耘爪 12 本)

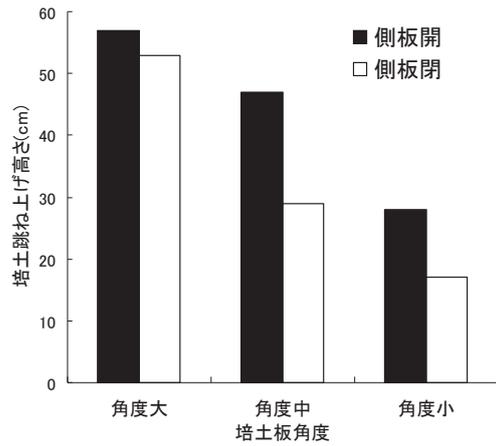


図-8 ロータリカバー角度が培土跳ね上げ高さに与える影響 (耕耘爪 6 本)

(2002 年, 秋田農試)

表-11 作業体系別の作業能率と省力化率 (2002 年, 秋田農試)

作業内容	作業体系	作業能率 (h/10a)	機械化体系	作業能率 (h/10a)	省力化率 (%)
	慣行体系 使用機械		使用機械		
中耕	歩行型管理機	1.3	三連型ロータリカルチ	0.5	60.0
中耕・培土	歩行型管理機	1.3	三連型ロータリカルチ, 培土板	0.5	60.0

\*: 三連型ロータリカルチは、乗用型管理機に取り付けて使用

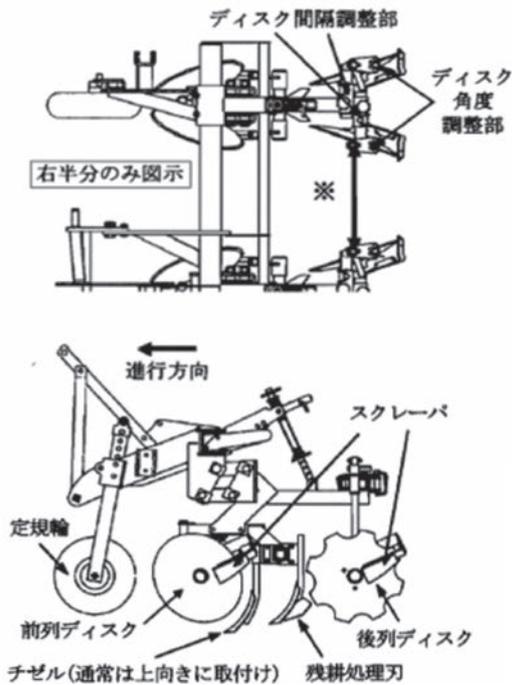


図-9 ディスク式中耕機 (トラクタ用開発機) の 2 平面

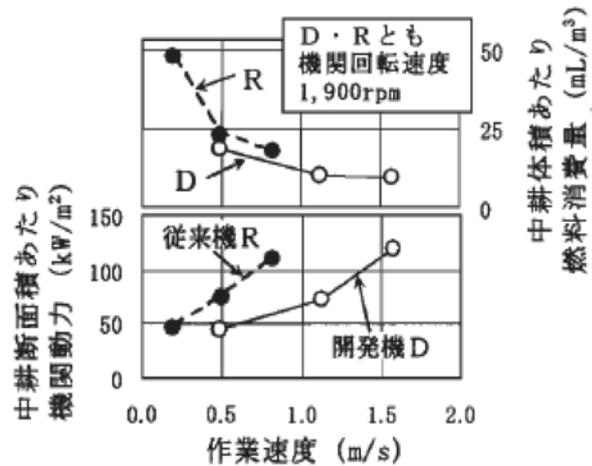


図-10 所用動力と燃料消費量の測定結果

注) 図-9、10 (後藤ら生研センター、2009)

## (7) 収穫

### ア コンバイン収穫

#### (ア) 大豆用コンバイン

大豆収穫専用が開発された普通型コンバインである。対象とする作物は①大豆・ソバ用、②大豆・ソバ・麦用の2種類がある。脱穀機構には直流形と軸流形の2種類があり、ヘッダ部はリール式である。どの機種も大豆2条を収穫できる刃幅を有する。穀粒処理は、グレンタンク仕様の利用が増えている。搭載エンジン出力は18～33kWである。

#### (イ) 汎用コンバイン

水稻、麦、大豆、ソバなど多くの作物を収穫することを目的に開発された普通型コンバインであり、軸流形のスクリュ脱穀機構を搭載している。大豆収穫には、大豆用部品への交換や調整等を行って利用する。ヘッダ部は、刃幅が2mクラス(2.0～2.5m)のものと3.5m(2.9～3.5m)のものがある。リール式が基本となっているが、大豆用ヘッダ(ロークロップヘッダ)に交換できる機種もある。穀粒処理は、グレンタンクが一般的である(袋取り仕様のオプションをもつ機種もある)。搭載エンジン出力は、2mクラスのもので44～88kW、3.5mクラスのもので88～103kWである。

(ウ) 大豆用及び汎用コンバインの標準的な収穫作業基準を表-12に示す。

#### (エ) コンバイン収穫の留意点

コンバイン収穫は、水稻や麦の収穫に比べて、オペレータの技術に負う所が多いため、導入したコンバインの操作法を十分に修得する必要がある。

##### a 収穫時期

汚粒の発生をできるだけ少なくするには、地区、品種等によっても異なるが、子実水分が18%以下、莢水分が20%前後、莖水分が50%以下(できれば40%以下)になってから収穫するのが望ましい。従来のビーンハーベスタの収穫時期よりも1週間程度経過した頃がコンバイン収穫の開始時期のおおよその目安である。また、実際に収穫してコンバインの後からほこりが立ち上がるようであれば汚粒の心配はない。

##### b 収穫時刻

早朝から日中にかけて大豆が乾くにしたがって頭部損失を中心に穀粒損失が多くなり、逆に汚粒は少なくなる(図-11)。汚粒の発生を少なくするためには、一般的には10時以降にコンバイン収穫をするのが望ましい。

##### c 車速とリール回転

頭部損失の多少はヘッダ部に装備されているリールの運転条件に大きく影響され、リール速度と作業速度の比が1.2～1.6程度を一つの目安として、適正な作業速度を保つことが大切である。低水分大豆を収穫し、碎粒等の発生が多い場合には、こぎ胴の周速度を10%程度を目途に減速し、損傷の程度を確認する必要がある。

d 清掃及びメンテナンス

コンバイン収穫での汚粒発生の原因は、土のかみ込みが最も多いため、土抜き用目抜き板の装着と掃除の励行が挙げられる。特に清掃は、土に加えて、咬み込んだ雑草や莢の毛茸の除去も必要である。

イ ビーンハーベスタ

大豆専用の刈取機である。刈倒し形、結束形、集束形に分類され、歩行1条、乗用2条などがある。集束形の利用では、枝の広がり大きいものや主茎長が短いものでは作業性が低下する恐れがあるので注意する。収穫は成熟期を迎えてから1週間以内に行う。あまり遅くなると裂莢し刈取りロスが増える。莢水分20%程度が目安でありそれ以下になると損失が急増する。刈取り後、2～3日間地干し・島立て乾燥、その後10～14日間「にお積み」などで予備乾燥させ、子実水分が15～18%まで乾燥すれば脱穀が可能となる。

ウ ビーンスレッシャ

大豆専用の脱穀機であり、ビーンハーベスタなどの刈取機と組み合わせる。脱粒作業は、一般的にはこぎ胴周速度10m/s程度で行うが、子実水分が低い場合は、こぎ胴の回転数を下げることにより損傷粒の減少を図る。

表-12 大豆用コンバイン及び汎用コンバインの収穫作業基準 (2002年, 岩手農試)

種類	下限面積 (ha)	可能面積 (ha)	作業能率 (分/10a)	作業速度 (m/s)	作業精度		穀物水分 (%)
					損失 (%)	損傷粒 (%)	
汎用型	21.5	23.2 ～58.2	15～20	0.7～1.1	1.0～7.7	0.1～2.0	18以下
豆・ソバ用	12.0	14.2 ～35.7	25～30	0.5～0.7	1.6～7.5	0.1～2.0	18以下

- 1) 培土等により圃場の起伏が大きい場合、汚損粒の発生が懸念されるため、刈高さの操作を慎重に行う
- 2) 主茎長が長い場合、頭部損失増大となるため、刈取り部に大豆専用ヘッド等付属の大豆用の部品を装備する

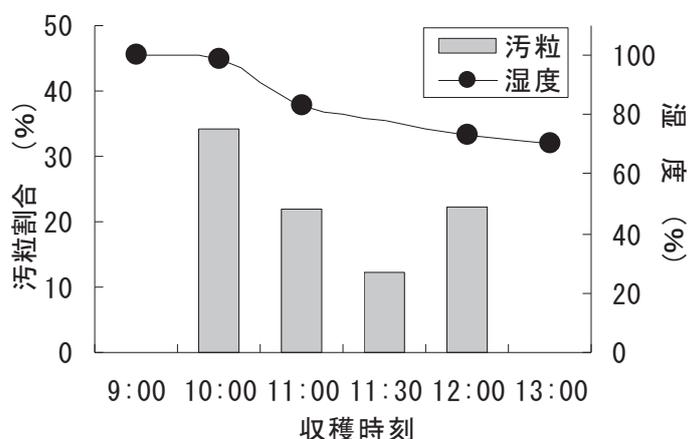


図-11 コンバイン収穫時刻と汚粒発生 (1998年 秋田農試)

1) 品種: 秋試緑1号

## (8) 乾燥調製

コンバイン収穫が普及するに伴い、子実水分の高い大豆が刈り取られることが多くなり、速やかに子実水分を低下させるために強制的な乾燥が必要になっている。大豆は、米麦と比較して、粒が大きく、殻が無く、水分による変形量が大きい等の特徴を有するため、送風温度が 30℃以下、送風温度が室内温度よりも 15℃以上高くないように留意し、子実水分が 15%になるまで乾燥する。また、水分が 18%を越える高水分大豆の乾燥調製では、通風条件の悪い場合に、蒸れを生じる危険があるため、乾燥中の大豆の通風空気温・湿度が 20℃以上、湿度 80%の危険領域にならないように注意が必要である。

### ア 循環型乾燥機

米麦用循環型乾燥機の大豆への利用は、バケットエレベータの材質や速度、循環する大豆の落下による衝撃で損傷粒が発生しやすい。そこで、バケットエレベータ内面には、厚さ 30mm のウレタンゴムを張り、エレベータの周速度を 2.4m/s 以下にする改造を行うことで、損傷粒の発生が低減する。近年は大豆、米、麦等に対応した乾燥機も市販されている。循環型乾燥機の通風温度は、しわ粒、裂皮粒などの発生を防止するため常温か外気温 + 5℃と低くし、毎時乾減率 0.4%/h 以下を目安とする。米麦用循環型乾燥機を用いた大豆の乾燥特性を 表-13 に示す。

### イ 平型静置式乾燥機

平型静置式乾燥機は、加熱ヒータ、送風機、乾燥箱（室）で構成される平置き式の乾燥機である。そのため、乾燥箱へ大豆の搬入や搬出には、大きな労力を要する。送風機と一体になった火炉で加温され、相対湿度が低下した熱風として乾燥箱下部から大豆積載層を通過して水分を除去する。平型静置式乾燥機の常温通風乾燥では、しわ粒等の発生を 5%以下にするためには、堆積高さを 30～40cm、穀粒水分 30～35% に対する毎時乾減率を 0.4%/h 以下にする必要がある。

### ウ 大豆選別機

形状選別機は傾斜する選別ベルトで構成され、整粒や病害粒、変色粒、しわ粒等の完全粒を傾斜にあわせて下方に転がし、破碎粒、奇形粒、虫害粒等の転がりにくい穀粒を選別ベルトで上方に運ぶことで選別を行う。また、粒径選別機は円筒型の目抜き回転のふるいによって、大粒、中粒、小粒に分離する。

### エ 大豆クリーナ

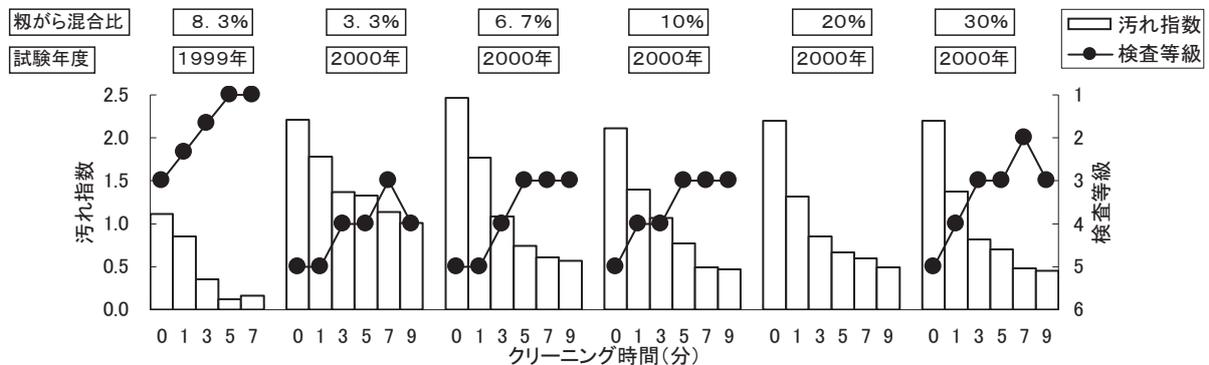
大豆の汚れ除去には、水を使ってモップ、もみ殻、ベルト、コーンコブなどの資材を使用した湿式方式と、特殊研布を用いた乾式方式がある。また、育苗床土混合機を使用した、粃がら利用による大豆の簡易クリーニング技術がある。

粃がら利用による簡易クリーニングの手順は、①混合機に粃がらを入れ、質量比 20%程度の水を加えて馴染むまで 1 分程度攪拌する。②乾燥後の大豆を投入し 5 分間攪拌する。③材料を取り出し、唐箕および大豆用選別機で大豆と粃がらとを分離し計量袋詰めする。なお、混合機と粃がらの混合比は、大豆に対する質量比 7～10%で行う（図-12）。

表－13 熱風乾燥の乾燥特性と被害粒発生割合の比較（1997年，北陸農業試験場）

試験区名		低水分	中水分	高水分	超高水分
品種		エンレイ	エンレイ	エンレイ	エンレイ
張り込み質量	(kg)	170.0	180.7	137.0	92.0
水分	初期	(%, wb) 16.4	18.7	21.0	29.4
	終了	(%, wb) 14.0	14.7	14.4	14.8
風量	(m <sup>3</sup> /s)	0.4	0.4	0.4	0.4
送風温度	(°C)	26.7	29.7	25.0	24.9
送風湿度	(%, RH)	43.5	28.3	38.7	34.4
吸気温度	(°C)	21.5	—	17.0	17.4
吸気湿度	(%, RH)	58.0	—	63.5	55.0
排気温度	(°C)	24.8	—	20.6	20.8
外気温度	(°C)	21.3	14.6	16.7	16.8
平均穀物温度	(°C)	22.2	—	20.5	19.6
乾燥時間	(h)	5.3	7.0	19.9	25.2
乾燥速度	(%/h)	0.5	0.6	0.3	0.6
全被害粒発生割合	(%)	0.8	7.5	6.8	45.8
乾燥起因	裂皮粒	(%) 0.3	6.2	6.5	36.4
	しわ粒	(%) 0.0	0.0	0.0	5.8
穀粒循環起因	(%)	0.5	1.3	0.3	3.6

\*:使用乾燥機，米麦用循環型乾燥機



図－12 粃がら混合比別クリーニング効果（2000年，秋田農試）

- 注1) 汚染の種類は1999年が茎汁汚染、2000年が泥汚染
- 注2) 品種：リュウホウ（水分14.0%）
- 注3) 供試機種は攪拌板回転式
- 注4) 粃がら混合比は大豆に対する質量比（粃がら水分13.3%）。
- 注5) 検査等級は秋田食糧事務所による格付け  
（1:1等，2:2等，3:3等，4:特定加工用，5:特定加工用規格外）



## V 栽培応用技術の解説

## 1 散播浅耕栽培(2年3作体系の極晩播栽培)

散播浅耕栽培は、本来は輪換畑ほ場における麦後作大豆の安定生産を図るための極晩播栽培技術である。本県では大潟村などの麦後作大豆の栽培地域に限定されていたが、慣行法に比べて極めて省力であることから、大規模農家や受託組織では標準的な播種時期の5月下旬から6月中旬などに実施している。しかし本技術は、散播で中耕培土が実施できないなど雑草防除の上で慣行法に比べて課題を残すことから、基本的なフローを理解して地域にあった導入方法を検討することが必要である(図-1、図-2)。

### (1) 導入条件と栽培方法

#### ア 導入条件

(ア) 麦後作の大豆など排水性の良好なほ場を選択する。

播種後にほ場周囲の明渠に対して表面排水がとれるように縦横に10m間隔で簡易明渠を施工する。播種深度及び出芽・苗立ちの安定化のため、透水性の優れていることが前提となる。

(イ) 晩播適性の高い品種を選択する。

主力品種であるリュウホウは晩播適性が高く、好適な品種である。

(ウ) 散播で中耕培土ができないため、雑草防除の点からは雑草の発生期間も短い極晩播(7月上旬)条件が好適である。

#### イ 栽培方法

(ア) 基肥+種子の散播とハローの耕深5cm程度の1回がけによるかく拌覆土。

必要な種子量は、安定生産を確保できる苗立本数を考慮して、播種する場合は33~40本/10a程度を目標に百粒重から設定する。施肥量は、転換畑年数や前歴の作物、ほ場の土壌タイプから判断する。以下に6月中旬以降に播種する場合の種子量と基肥窒素分量の目安を記載する。

10aあたり種子量: 10~12kg

10aあたり基肥窒素分量: 1.0~3.0kg

(イ) 雑草の防除は除草剤散布で対応する(散播なので中耕培土ができない)。

播種後土壌処理剤+イネ科選択性茎葉処理剤(5葉以下)。

6月下旬までの播種は、雑草の発生期間が長いことから、播種密度にムラが生じると雑草の繁茂の危険性が高い。また6月中旬以降の播種では栄養生長期間が短いため、湿害等を受けた場合、主茎長や節数が少なく、葉面積が小さくなるため茎葉による遮蔽が弱くなり、雑草発生の危険がある。

(ウ) 収穫はコンバイン刈りが前提となる。

コンバイン収穫のためには主茎長が50cm以上あることが望ましい。小麦後の極晩播では施肥量を増やす。

### (2) 慣行栽培との比較

前作の麦稈も基肥及び種子と浅耕かく拌して覆土するため、麦稈処理及び畦立てなどの作業を省略することが可能である。大豆は茎長が長く、子実量は比較的安定している(表-1)。

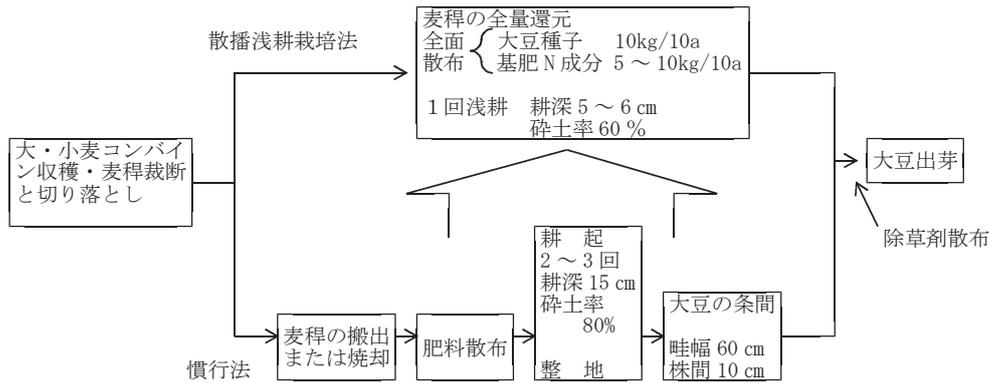


図-1 麦後作大豆の散播浅耕法と慣行法（極晩播：7月上旬播種）

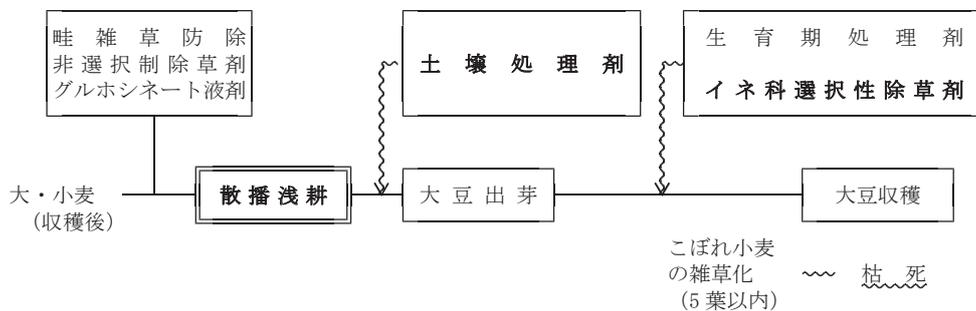


図-2 散播浅耕栽培における雑草防除体系

表-1 極晩播における散播浅耕法と慣行栽培法による大豆の生育と収量の年次変動

栽培法	年次	播種期 (月.日)	成熟期 (月.日)	茎長 (cm)	節数 (節)	分枝数 (本)	全重 (kg/a)	子実重 (kg/a)	百粒重 (g)	莢数 (個/m <sup>2</sup> )	粒数 (粒/莢)
散播	1989	7.13	10.23	55	13.2	3.5	58.2	32.7	23.7	585	2.36
	1990	7.3	10.20	59	13.4	4.1	52.0	30.6	24.4	597	2.10
	1991	7.12	10.27	42	11.4	3.9	52.0	25.2	18.2	553	2.50
	1992	7.15	10.26	51	11.7	2.9	53.7	29.5	22.7	565	2.30
	1993	7.19	11.5	44	11.5	3.2	35.3	18.8	18.5	456	2.23
	平均	7.12	10.26	50.2	12.2	3.5	50.2	27.4	21.5	551	2.30
	C.V	49.2	12.8	12.8	7.1	12.5	15.5	18.0	12.2	9.1	5.8
慣行	1989	7.11	10.17	40	12.1	1.9	31.0	19.2	21.9	445	1.97
	1990	7.10	10.19	59	12.3	2.0	43.9	23.7	22.1	453	2.37
	1991	7.15	10.28	30	10.0	1.9	21.3	10.7	14.6	286	2.56
	1992	7.10	10.17	51	11.1	2.2	47.4	21.2	20.3	421	2.48
	1993	7.20	11.4	40	10.2	1.3	26.0	13.8	18.0	342	2.24
	平均	7.13	10.23	44	11.1	1.9	33.9	17.7	19.4	389	2.32
	C.V*	32.8	34.8	22.8	8.5	16.2	29.8	27.0	14.5	16.7	8.9

注 \*は変異係数(%)を示す。

1991年は台風19号(9月28日)来襲、1993年は大冷害年。

慣行は3年サイクルの輪作体系、麦稈は前年に全量ほ場還元。

(農業試験場作物部 作物栽培担当)

## 2 密植栽培技術（1年1作）

慣行栽培よりも畦間や株間を狭め、播種量を1.3～1.5倍多くすることで、湿害や干ばつを受けた場合でも、苗立本数が多くなり生育量を安定的に確保できる栽培法であり、下記のように分類される。

### （1）密播栽培・条播密植栽培

畦幅を慣行栽培と同一とし、株間を狭め2粒播で密植する栽培法を密播栽培、株間を狭め2粒播から1粒播に変えて密植する栽培法を条播密植栽培という。両栽培法とも密植により、生育量が安定的に確保されるとともに、増収効果も期待できる。また、最下着莢節位高が高まり機械収穫の損失が軽減されるなどコンバイン収穫の適性も向上する（表-2、図-3、図-4）。

さらに、株間が狭くなるため、株間部分の遮蔽効果が高まり株間からの雑草の発生が抑制され易くなる。一方、転換歴が浅く地力が高いほ場や生育が旺盛な年においては慣行に比べ倒伏し易くなるため、過度の密植、多肥は避けて、中耕・培土は必ず適期に行い、倒伏させないように意識する。その他は慣行と同様の栽培管理となる。

### （2）狭畦密植栽培

中耕・培土作業を行わない省力多収栽培技術。畦幅のみを狭め、株間は狭めずに従来の2粒播から1粒播に変えて、栽植本数を増やす栽培法。本技術の特徴は、密植による増収効果に加え、畦幅を狭めることによる抑草効果を活用した無培土、無中耕管理体系にある。また、無培土、無中耕管理であることから、コンバイン収穫ロスの軽減や作業精度の向上も期待できる（図-5、図-6）。

播種時期は6月上旬以降とし、転換年数が短く、地力が高いほ場では倒伏し易くなるため（図-7）、播種時期は6月中旬以降とする。また、3年以上の連作ほ場では雑草の発生量が多く（図-8）、下記①～③の防除体系では雑草防除が不十分となる可能性があるため、本栽培法の導入に際しては雑草防除により留意する。

リュウホウを用いる場合の栽植密度は、畦幅30～33cm、株間10～13cmの1粒播き（播種粒数：23.3～33.3粒/m<sup>2</sup>、播種量（大粒換算）；7～10kg/10a）とし、最適播種量は7～8kg/10aである。

雑草防除は、①播種前茎葉処理剤→②播種後土壌処理剤→③生育期茎葉処理剤の体系が基本となる。播種前茎葉処理剤が使用できない場合は、耕起除草により雑草の密度低減を図る。病虫害防除は、慣行と同様の体系となる。

表-2 条播密植栽培における大豆の生育及び収量（十勝農試）

試験区名及び処理の概要					子実重	同左比	主茎長	倒伏	最下着莢
試験区名	畝幅 (cm)	株間 (cm)	1株本数 (本/株)	栽植密度 (本/a)	(kg/a)	(%)	(cm)	程度	節位高 (cm)
標準区	60	20.0	2	1667	29.1	100	66	微	12.5
条播密植Ⅰ区	60	6.7	1	2488	29.7	102	71	少	18.0
条播密植Ⅱ区	60	5.0	1	3333	32.8	113	78	中	20.3

注. 1)平成元年～3年の平均値（最下着莢高のみ2カ年の平均値）。2)品種はカリユタカ

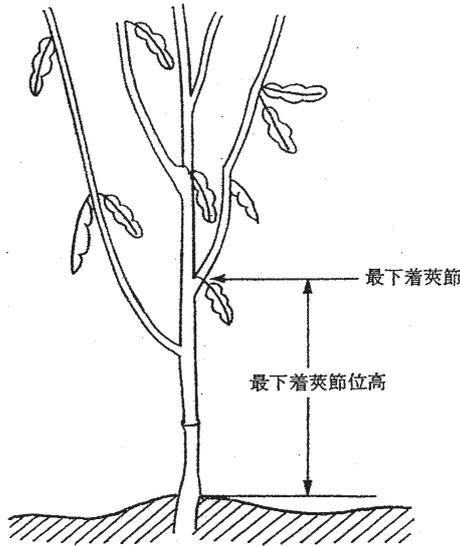


図-3 最下着莢節位高の模式図  
(十勝農試)

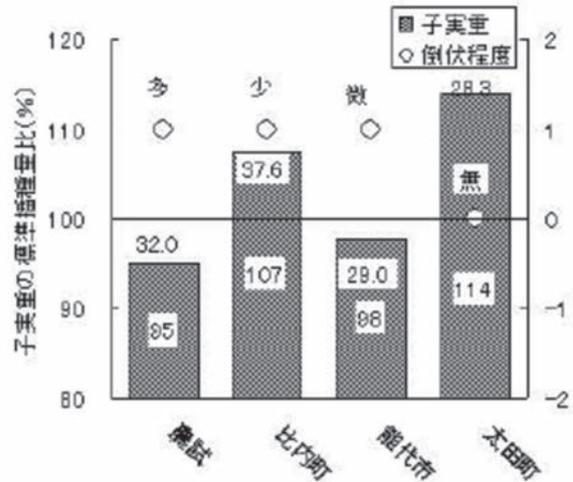


図-4 県内におけるリュウホウの密播効果 (平成6年)

注) 播種量は各栽培地における慣行量を標準とし、密播は株間を狭くすることで標準播種量の1.5倍にした。倒伏程度の差は密播により標準播種量と比べ、何ランク増加したかを示す。

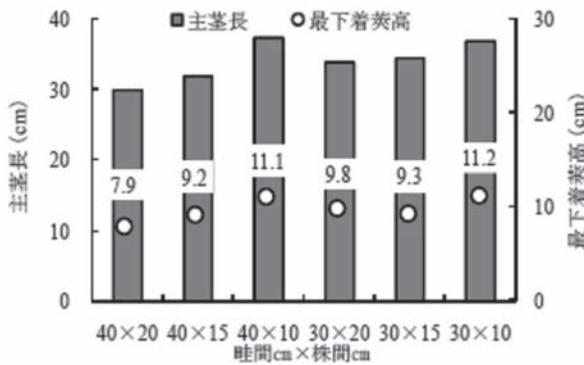


図-5 リュウホウの狭畦密植栽培時の主茎長と最下着莢高 (秋田農試、平成19～23年)  
注) 1株1粒播種

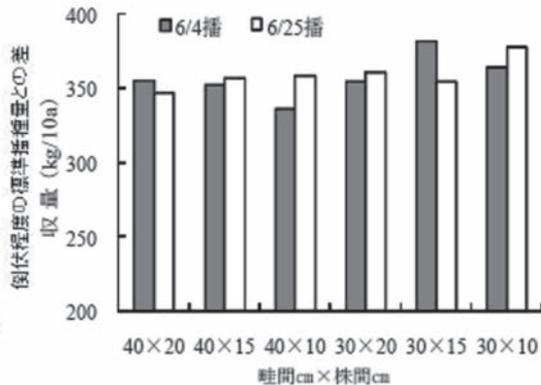


図-6 リュウホウの狭畦密植栽培の効果 (秋田農試、平成19～23年)  
注) 1株1粒播種

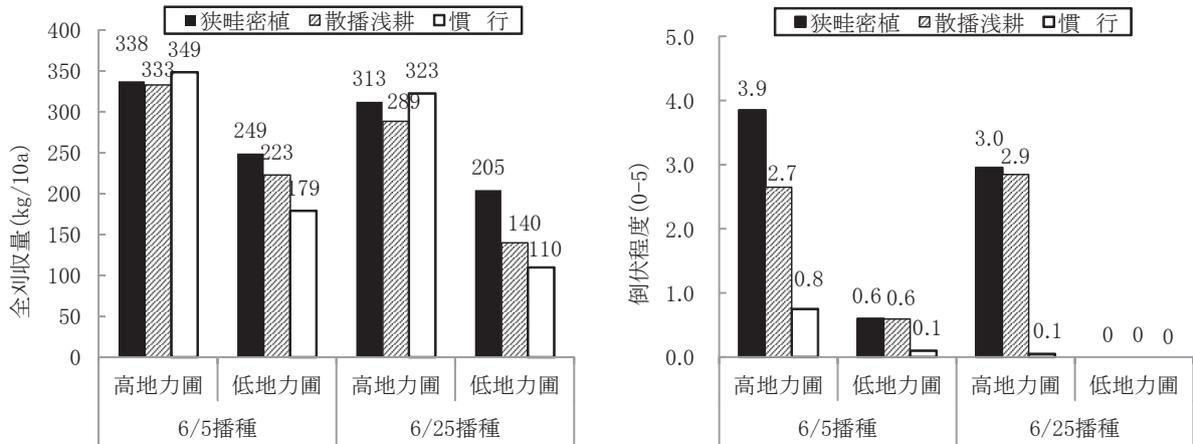
### (3) 散播浅耕栽培

大豆播種機を必要とせず中耕・培土作業を行わない極省力栽培技術である。ブロードキャストまたは動噴機、サンパーなどで播種を行い、その後、ロータリーまたはハローで表層約5 cmを浅耕・覆土する高速播種法。本技術では密植による増収効果は不安定だが、無培土・無中耕管理であることから、コンバイン収穫ロス軽減や作業精度の向上が期待できる。しかし、播種ムラが生じた場合や大豆の生育量が不足した場合、局所的に雑草が繁茂し大型化する(図-8)。また、本栽培法は湿害による影響を受け易い傾向があり、排水性の良好なほ場を選択する。

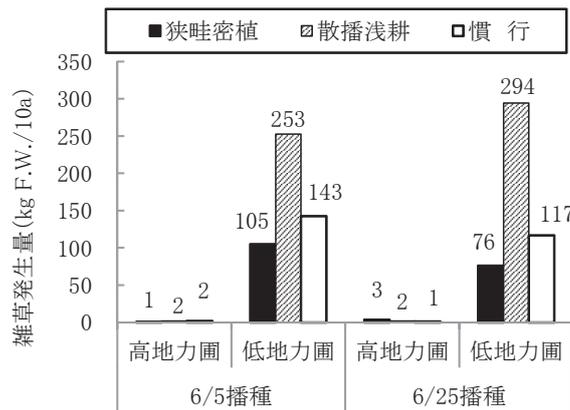
本栽培法の播種時期は6月上旬以降とし、転換年数が浅く地力が高いほ場では倒伏し易くなるため(図-7)、播種時期は6月中旬以降とする。また、3年以上の連作ほ場では、下記①～③の防除体系では雑草防除が不十分となるため、本栽培法は適さない。

リュウホウを用いる場合の播種量は10～12kg/10a(播種粒数; 33.3～40粒/m<sup>2</sup>)とし、播種ムラが出来ないように注意する。

雑草防除は、①播種前茎葉処理剤→②播種後土壌処理剤→③生育期茎葉処理剤の体系が基本となる。播種前茎葉処理剤が使用できない場合は、耕起除草により雑草の密度低減を図る。その他の病虫害防除は、慣行と同様の体系となる。



図一七 狭畦密植及び散播浅耕栽培した「リュウホウ」の収量及び倒伏程度 (平成 21 ~ 23 年、秋田農試)



図一八 リュウホウを密植栽培した時の雑草発生量 (平成 21 ~ 23 年、秋田農試)

(農業試験場作物部 作物栽培担当)

### 3 リビングマルチ大豆栽培

リビングマルチ大豆栽培は、大豆と麦類（小麦、大麦）を同時に播種し、大豆、麦の混植状態の畑をつくり、生育の緩慢な大豆生育初期の雑草抑制に麦類の被隠効果を利用する技術である。秋播性の高い麦類品種を用いることで、麦類は出穂、結実に至らず、大豆の生育が旺盛となる開花期以降大豆の下草となってやがて枯れるため、麦類の除草は必要ない。無中耕、無培土栽培や散播栽培のように除草剤以外の雑草防除対策がない栽培を行う際に有効な手段である（写真－1）。「麦類をリビングマルチに用いる大豆栽培技術マニュアル」が農研機構のホームページで公開されている。

#### （1）栽培法の要約

普通栽培（点播）に利用する場合は、大豆畦の両脇に麦類をドリル播きする。播種は、市販のハローシーダに播種ユニットを追加することで、リビングマルチ大豆栽培用に麦類と大豆を同時に平畝播種できる。大豆の播種量は慣行量、麦類の播種量は10 a 当たり8～10 kg 必要である。基肥は大豆を対象に慣行量を施用する。麦類に対しての施肥は必要ない。土壌処理除草剤なしでは除草効果が不十分なため、播種後所定の薬剤を散布する。

散播栽培に利用する場合は、なるべく均平がとれたほ場条件で動力散布機またはブロードキャスタにより大豆、麦類を同時に散播する。大豆の播種量は10 a 当たり9 kg 前後（リュウホウで約30,000 粒/10 a）、麦類の播種量は7.5 kg 程度必要である。基肥散布も播種と同時に行う。土壌処理除草剤は必ず使用する。

#### （2）農業試験場における試験結果（散播栽培、2007～2008年）

直播水稻後で散播大豆栽培と大麦リビングマルチの利用を試みた。散播栽培では倒伏防止と雑草防除が課題となるが、土壌処理除草剤と大麦リビングマルチを組み合わせることにより収穫期の雑草量はかなり少なくすることができた。しかし、大麦リビングマルチのみ（土壌処理除草剤なし）では雑草量が多く、実用的ではなかった。標播と比べ晩播では大豆及び大麦の初期生育が早まることから雑草量を少なくすることができた。倒伏程度は慣行栽培と比べ、標播、晩播いずれも大きくなった。散播栽培の収量は慣行栽培と比べ5～10%、大麦リビングマルチ利用で4～15%程度低下した。百粒重及び検査等級は慣行栽培に比べわずかに低下した。標播では品質低下が大きいため、散播栽培及び大麦リビングマルチとの組み合わせも晩播栽培で適用性は高い（表－3、4）。



6月12日



7月13日

写真－1 大麦リビングマルチ大豆栽培（散播栽培）ほ場の変遷

※大麦は大豆より2～3日早く出芽し、初期生育は大豆に勝るが、やがて大豆の下草となって枯れる。

表－3 試験区構成

播種期	試験区名	処理内容		大豆播種量 (播種様式) (粒/m <sup>2</sup> )	大麦播種量 (kg/a)
		リビングマルチ (大麦・べんけいむぎ)	土壌処理除草剤 (エコトップ乳剤)		
標播	散播区	×	○	30.0(0.9kg/a)	-
	散播大麦区	○	○		0.75
	大麦無除草区	○	×		0.75
晩播	点播区(慣行)	×	○	(畦幅75cm×株間18cm×2粒播き)	-
	散播区	×	○	30.0(0.9kg/a)	-
	散播大麦区	○	○		0.75
	大麦無除草区	○	×		0.75
	点播区(慣行)	×	○	(畦幅75cm×株間14cm×2粒播き)	-

注: 慣行区は標播、晩播とも各年2回の培土を実施。

※耕種概要

- 播種期: 標播(2007年は6月4日、2008年は6月5日)、晩播(両年とも6月25日)。
- 土壌条件: 細粒強グライ土、前作: 水稻(無代かき直播)、播種前に周囲明渠と弾丸暗渠(5mピッチ)施工
- 播種までの圃場管理: 2007年は春先水稻跡の雑草防除のためにラウンドアップ散布(標播)、晩播ではこれに加えフレールモアにより雑草を刈り散らかした(播種まで不耕起)。2008年は標播では水稻跡から播種まで2回耕起、晩播は1回耕起。
- 播種: 種子を全面散播後、ロータリー耕(耕深8～9cm)
- 施肥: 無肥料
- 大豆品種: リュウホウ(百粒重28.5g(2007年)、33.8g(2008年))
- 除草剤: 播種後・土壌処理、エコトップ乳剤500ml/10a、生育期の除草剤は使用せず。

表－4 収量及び収穫期の雑草量

播種期	試験区名	出芽数 (本/m <sup>2</sup> )	倒伏程度 (0-5)	子実重(kg/a) ave.	慣行比 (%)	百粒重(g) ave.	品質 (検査等級)	収穫期の残草量(g/m <sup>2</sup> )	
								(2007年)	(2008年)
標播 (6/5播種)	散播区	大豆 32.2	中(2.7)	33.8	95	34.6	2等・下(3.9)	575	0
	散播大麦区	大豆 30.2	中(2.5)	34.1	96	35.0	2等・下(3.5)	200	0
		大麦 159.4							
	大麦無除草区	大豆 32.8	中(3.2)	23.6	66	34.2	2等・下(3.5)	717	289
		大麦 156.5							
点播区(慣行)	大豆 14.3	微(1.0)	35.7	100	35.8	2等・上(3.4)	0	0	
晩播 (6/25播種)	散播区	大豆 29.5	少(2.4)	34.9	90	33.3	1等・下(2.2)	193	0
	散播大麦区	大豆 31.5	少(2.0)	32.6	85	32.7	2等・上(2.5)	109	0
		大麦 144.0							
	大麦無除草区	大豆 30.5	中(3.0)	28.0	73	33.2	2等・上(2.5)	221	0
		大麦 156.2							
点播区(慣行)	大豆 20.2	無(0.0)	38.5	100	33.7	2等・上(2.5)	0	0	

(農業試験場作物部 作物栽培担当)

#### 4 畝立同時播種及び有芯部分耕播種技術

転換畑大豆栽培における土壌の過湿は、出芽及びその後の生育に大きな影響を与える。このための播種法の改良や播種技術についての検討が富山農技センター及び大豆 300 A 研究センター（全国 7 か所に大豆研究チームを設置）などで進められた。

##### (1) 畝立て播種技術（富山農技センター、中央農研北陸総合研究部の成果より）

ア 畝立同時播種は播種機の改良により、播種時に 10 cm 程度の高さの畝を形成し、これに播種する方法である（図－9）。

イ 本播種法は慣行播種法に比べ、大量の降雨があった場合に播種床の土壌水分を低く抑えることができる。土壌中の酸素濃度も 20 cm 深付近まで高くなる（図－10）。

ウ 土壌水分ストレスを軽減できることから、苗立率が高まり、初期生育を確保しやすい。雑草発生量も減らすことができる。これらによる増収効果も認められる（図－11、表－5）。

この他に畝立て播種技術は、耕うん同時畝立て播種や小畦立て播種などが実用化されており、県内では小畝立て播種が最も普及している。アップカットロータリを用いた耕うん同時畝立て播種以外は、事前耕起で碎土率を高める必要がある。

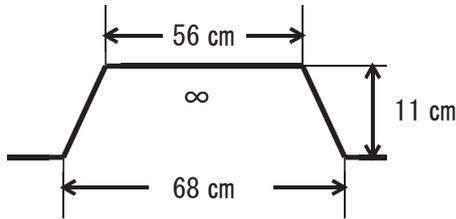


図-9 畝立播種による畝の形状  
(富山農技セ、平成14年)  
注. 条間は80cm

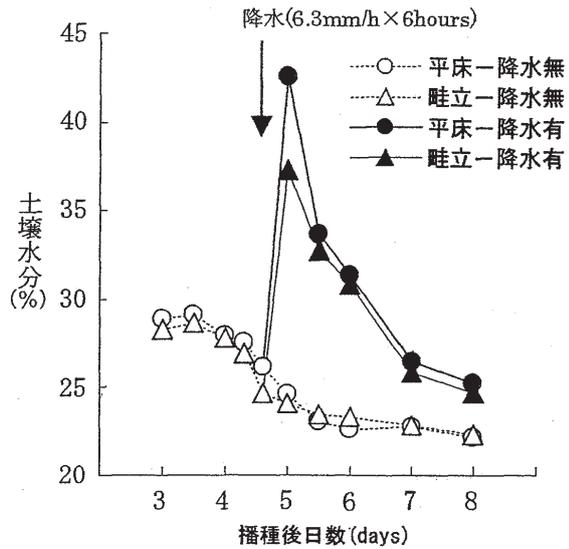


図-10 降水の有無と播種床の形状による土壌水分の推移  
(富山農技セ、平成13年)  
注) 土壌表面下3cm付近の含水率

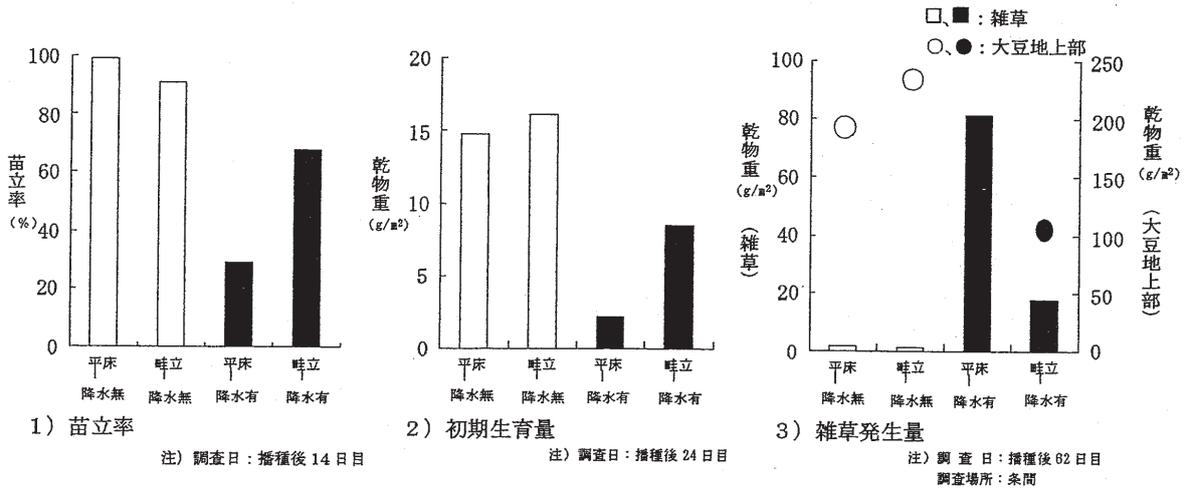


図-11 降水の有無と播種床の形状による苗立率と初期生育量及び雑草発生量  
(富山農技セ、平成13年)

表-5 収量構成要素 (富山農技セ、平成14年)

試験区	苗立数 (本/m <sup>2</sup> )	総節数 (節/m <sup>2</sup> )	着莢節数 (節/m <sup>2</sup> )	稈実莢数 (莢/m <sup>2</sup> )	稈実粒数 (粒/m <sup>2</sup> )	百粒重* (g)	子実重* (kg/10a)
平床-降水無	12.4	499	334	631	1,111	31.9	354
畦立-降水無	11.4	410	296	566	1,093	30.4	332
平床-降水有	3.6	169	158	325	595	31.4	187
畦立-降水有	8.5	299	232	465	959	29.8	285

\* 粒形 5.5 mm以上の粒で水分 15%として換算

## (2) 県内の実証結果

県内では、平成 18、19、22 年度に「リュウホウ」及び「すずさやか」を用いて、潟上市飯田川、潟上市天王、大仙市協和において実証試験を行った（表－6）。

ア 耕うん同時畝立て播種（以下、畝立）及び有芯部分耕播種（以下、有芯）は、事前に耕起を行わず、耕うん・施肥・播種の同時作業を一貫して行う播種技術である。慣行では、特に碎土率の向上のために、大豆の播種前に 2～3 回耕うんをしている。畝立及び有芯は、播種そのものに係る作業時間は慣行に比べ多いが、播種前の耕うん・碎土が不要なことから、播種に到るまでの作業時間は少ない（図－12）。

イ 3 か年の実証試験は、土壌水分が 38 ～ 15.8 % の範囲で実施した。両播種法とも慣行に比べ、苗立率がやや高く、最終的な収穫本数もやや多くなり、収量は有芯が慣行並、畝立は慣行並からやや増収した（図－13、表－7）。

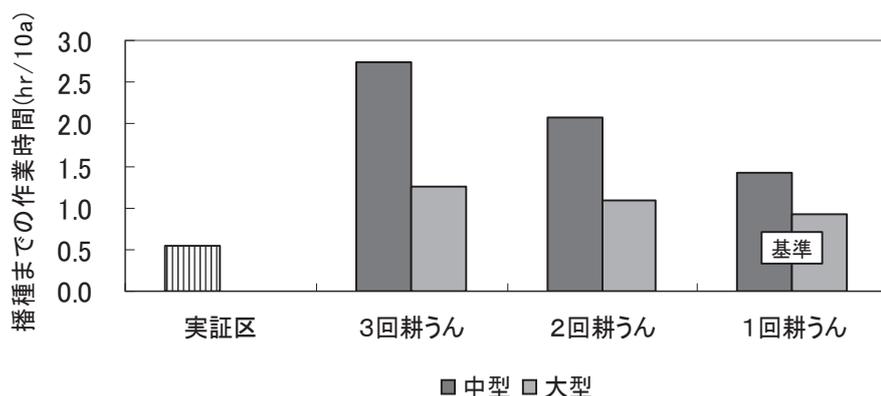
ウ 子実の粗タンパク含有率は慣行並からやや高く、良質大豆生産技術として期待できる（表－7）。

エ 留意点は、以下のとおりである。

(ア) 畝高は 10 cm 程度にとどめて、中耕・培土作業に支障のないようにする。また、本技術は事前耕起を行わないことから、碎土率と播種精度の確保のため、雑草が多く発生するほ場や晩播では播種前の雑草対策（除草剤散布、浅耕起除草）を講じる必要がある。

(イ) 3 畝用は、高馬力（60～80ps）トラクタの使用が前提である。

(ウ) 地表面に停滞水がある場合は、本技術の適用範囲外である。停滞水がある場合、播種作業は可能であるが、地耐力の低下で直進走行と耕深が不安定になり精度の低下を招く場合がある。



図－12 実証区（有芯・畝立）の施肥・耕うん・播種までの作業時間の比較

注) 作業時間は、中型体系；耕うん 0.67hr、施肥 0.5hr、播種 0.24hr、大型体系；耕うん 0.17hr、実証区；耕うん・施肥・播種の一貫作業 0.54hr として、15ha 規模の集落営農の所要労働時間及び平成 19 年度実測値（農試）を適用した。

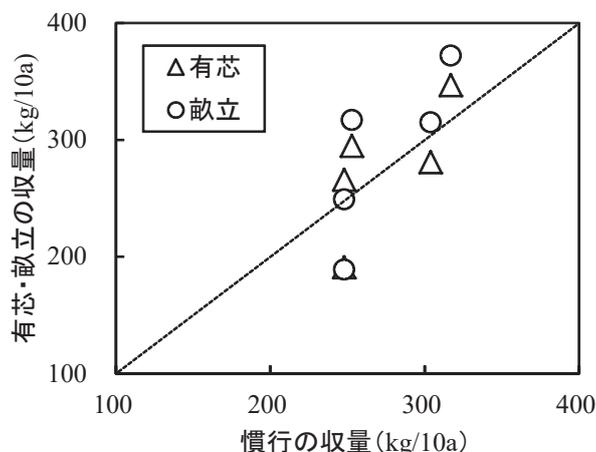
表－6 作業性能比較の試験条件

年次	場所	播種	土壌タイプ	圃場履歴	播種前3日間の降雨量(mm)**	土壌水分(%)	碎土率(20mm篩)(%)	作業時間(分/10a)	使用機械	
18	潟上市飯田川	6月1日	中粗粒強グライ土	水稲(2作)後	4	33.0	66.7	40	トラクタ(MITSUBISHI MT-601 逆転PTO装備)+PU1705H(2畝用)	
	大仙市協和	6月2日	細粒グライ土	水稲(2作)後	9	38.0	43.2	—	トラクタ(逆転PTO装備)+PU1705H(2畝用)	
19	潟上市飯田川	6月8日	細粒グライ土	水稲(2作)→大豆後	61	34.3	65.1	23		
	潟上市天王	6月8日	中粗粒強グライ土	水稲(2作)後	33	23.3	—	32	トラクタ(クボタMZ75-HPC)、BUR2208H(3畝用)	
	潟上市天王	6月20日	中粗粒強グライ土	水稲(2作)後	0	15.8	—	34		
18～19の慣行*					6月2日～11日の標準時期に播種		—	—	12～20	現地所有機(4条)

\*播種作業のみ、\*\*近傍アメダスによる

注1) 有芯部分耕播種、耕うん同時畝立て播種、慣行；耕うん整地後播種（4条）。

注2) 品種：平成18年；リュウホウ、すずさやか。平成19年；リュウホウ



図－13 実証区の慣行対比の収量（2006、2007、2010年）

注1) 畝立；耕うん同時畝立て播種、有芯；有芯部分耕播種  
慣行；耕うん整地後播種（3または4条）。

表－7 現地実証試験の結果（平成18、19、22年の平均、品種、試験場所込み）

播種法	収穫本数(本 m <sup>-2</sup> )	主茎長(cm)	主茎節数(節)	分枝数(本/株)	収量(kg/10a)	百粒重(g)	品質 <sup>1)</sup> (1-8)	蛋白含有率 <sup>2)</sup> (%)
有芯	15.2	50.9	13.8	3.4	276 (101)	29.7	2.5	41.5
畝立	14.3	51.0	14.1	3.9	288 (105)	29.5	2.1	42.0
慣行	12.9	47.1	13.8	3.4	274 (100)	29.4	2.8	41.5

1) 秋田農政事務所または(財)日本穀物検定協会仙台支所により1～8段階(1等、2等、3等上下、特定用途、等外)に区分。2) Infratec FOSSI241 Grain Analyzer(検量線:SO13811)。表中の括弧内の値は慣行を100としたときの相対値を表す。

注1) 畝立；耕うん同時畝立て播種、有芯；有芯部分耕播種  
慣行；耕うん整地後播種（3または4条）。

注2) 品種：平成18年；リュウホウ、すずさやか。平成19、22年；リュウホウ

(農業試験場作物部 作物栽培担当)

## 5 ヘアリーベッチ植栽による大豆栽培のための土壌改良技術

本技術は田畑輪換体系において、大豆作付前の稲刈り後から大豆播種までの期間にマメ科緑肥植物のヘアリーベッチ（以下、HVとする）を植栽し、根の伸長に伴う土壌構造の発達によりほ場の排水性を高めるとともに、HVのすき込みによる緑肥効果により大豆を増収する技術である。大豆作付前年の9月下旬～10月上旬にHVを播種し、翌年の大豆播種直前までHVを植栽する。大豆播種直前にHVを細断して土壌にすき込み、大豆を栽培する（図－15）。

### (1) 導入条件と植栽方法

#### ア 導入条件

(ア) HVは湿害に弱いため、ほ場に本暗渠が施工されていることが前提となる。ほ場の排水性を高めるため、本暗渠に加えて周囲に額縁明渠を施工する。HV播種後に、2～3m間隔で弾丸暗渠または5m間隔で簡易明渠を施工する。

(イ) HVの最適土壌pHは中性付近にあるため、酸性土壌の場合は炭酸カルシウムや苦土石灰等でpH6.0を目標に調整する。

(ウ) 品種は、寒さに強い晩生や寒冷地用品種を選択する。早生品種は越冬できない。

(エ) HV植栽歴がないほ場では、必ずHV用根粒菌（まめっち：県立大特許取得）を接種する。

#### イ HV植栽方法

(ア) 播種期は9月下旬～10月上旬とする。土壌が酸性の場合は、播種前に土壌pH矯正を行う。播種量は3～4kg/10aとし、根粒菌を接種してから動力散布機で均一に播種する。播種後に深さ3cm程度でロータリーをかけて覆土する。水稻立毛間に播種する場合は、稲刈り時のコンバインから排出されるワラで被覆し、覆土は行わない。

(イ) 播種後に弾丸暗渠等を施工したあとは、翌年の大豆播種期まで管理は必要ない。

(ウ) HVの草高が腰下程度が生育適量である。5月下旬～6月初旬の大豆播種一週間前～直前に、HVをチョッパーやモア等で細断する。土壌構造の破壊を最小限にするために、耕起深は5～7cmとする。細断せずに直接ロータリーですき込むことも可能であるが、HVがロータリーに絡んで作業性が悪くなる場合がある。

### (2) 大豆の栽培方法

ア HVのすき込みで窒素は十分に施されるので、窒素施肥は基肥・追肥とも全く必要ない。リン、カリ等については適宜施用する。

イ ネキリムシやタネバエの被害を避けるため、種子処理用殺虫剤を種子に塗沫処理することが望ましい。

ウ HV植栽後の大豆は過繁茂する傾向があるので、密植はさける。

エ 中間管理（機械除草、培土、防除など）は慣行に従い実施する。

### (3) 効果と留意点

HV根の伸長により土壌構造が発達し、ほ場の排水性が向上する（写真－2）。HVによる窒素供給と、土壌物理性改善による根粒の窒素固定活性向上により、初期から生育は良くなる（図－16）。根は慣行よりも深く伸長し、地上部の生育も旺盛になるため（写真－3）、収量も向上する（表－8）。ただし、HVが過多にすき込まれると、徒長するので注意が必要である。また、復田する場合はHV残渣の窒素と有機物が残留していることと、土壌が酸化していることを考慮して施肥設計する。詳細は、ヘアリーベッチを利用したダイズ・エダマメ増収技術マニュアル（URL [http://www.akita-pu.ac.jp/bioresource/dbe/soil/HV\\_manual.pdf](http://www.akita-pu.ac.jp/bioresource/dbe/soil/HV_manual.pdf)）を参照する。

月	9月	10月	11月	12月	---	4月	5月	6月
作業等	(稲刈り) ヘアリーベッチ播種	明渠・弾丸暗渠施工 ヘアリーベッチ発芽	ヘアリーベッチ生育停滞	越冬		ヘアリーベッチ生育再開	ヘアリーベッチ旺盛に生育	すき込み ヘアリーベッチ細断 大豆播種

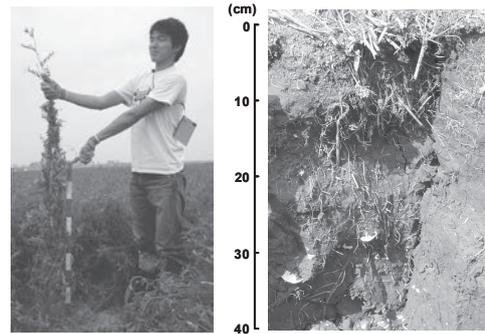


図-15 ヘアリーベッチ植栽ごよみ

写真-2 ヘアリーベッチ地上部(左)と地下部(右)(2005年6月8日)

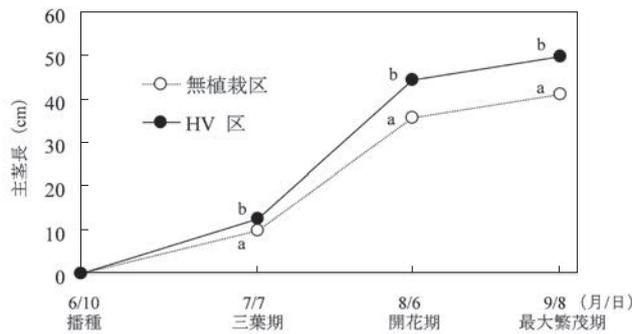


図-16 2009年度試験における主茎長の推移



写真-3 開花期における大豆の根の様子(2006年8月7日)

表-8 2005年度、2006年度、2009年度試験における大豆の収量および収量構成要素

試験年度	処理区	主茎長 (cm)	茎太 (mm)	分枝 (本株 <sup>-1</sup> )	莢数 (個株 <sup>-1</sup> )	総種子数 (粒株 <sup>-1</sup> )	百粒重 (g 100g <sup>-1</sup> )	精子実 (収量) (g m <sup>-2</sup> )
2005年度	無植栽区	49.7 a	9.6 a	6.2 a	103.2 a	200.4 a	27.6 a	350.7 a
	ヘアリーベッチ区	59.0 b	10.1 a	6.4 a	107.6 a	211.0 a	27.2 a	369.3 a
2006年度	無植栽区	45.9 a	8.0 a	4.5 a	45.3 a	81.9 a	28.0 a	276.2 a
	ヘアリーベッチ区	61.9 b	8.8 a	5.7 b	70.5 b	136.4 b	28.1 a	393.3 b
2009年度	無植栽区	37.6 a	8.3 a	6.2 a	51.6 a	98.3 a	29.9 a	215.4 a
	ヘアリーベッチ区	48.3 b	9.7 a	4.5 a	55.0 a	101.8 a	30.8 a	301.2 b

異なるアルファベットは最小有意差法により5%水準で各年度試験区間に有意差があることを示す。

(秋田県立大学生物資源科学部 土壌環境学研究室)



## VI 気象災害対策技術

## 1 冠水害・湿害

降雨によるほ場の滞水は、大豆の生育に大きな影響を及ぼす。また、土壌水分の過剰による間接的な被害も多い。これらをまとめて湿害としているが、その主要因となるのは、水分過多による根の呼吸阻害（酸欠）である。大豆の土壌水分に対するストレス感受性は生育ステージにより大きな違いがあり、ここでは生育時期別に解説する。

### (1) 生育時期別被害状況

#### ア 出芽時

大豆の生産安定のためには、まず適正な出芽数を確保することが重要である。しかし、播種時の土壌水分条件が不良であると、出芽不良や初期生育不良により、遅まきした大豆より生育が劣ることがある。土壌の過湿による出芽不良は、酸素不足によるものと考えられている。イネ科作物と違い、大豆では、低酸素条件で発芽させると発芽不良のみでなく、その後の生育、収量まで大きく低下してしまう（表－1）。

また、降雨による冠水、滞水は著しい発芽不良を引き起こし、最大容水量の84%の土壌水分では出芽率は45%まで著しく低下する（表－2）。また、水浸時間が長くなるにつれ、出芽率は低下する（表－3）。大豆に対する最適な地下水位の高さは40～50cmといわれているが、地下水位が浅いほ場では被害を受けやすい。他にも土壌水分に起因する出芽への影響として、砕土率不良による種子への水分ストレスの増加、クラスト形成による出芽阻害、土壌処理除草剤の薬害助長などが挙げられる。

#### イ 生育期

生育途中の土壌過湿は、根粒活性の阻害による生育不良を引き起こすほか、中耕、培土の作業を妨げ、雑草害、倒伏被害に影響する。大豆は播種後30～40日の本葉第4葉期頃が最も湿害による影響を受ける（図－1）。北海道農試で行ったポット試験の結果では、本葉第4葉期の冠水及び冠水＋滞水の影響が大きい。12時間の冠水処理では減収率は10%程度であるが、24時間以上では40%以上の減収となっている。これ以外大豆生育ステージの処理での減収率は低いが、冠水処理に滞水処理を加えると、いずれの生育ステージでも減収が大きくなる。減収率は本葉第4葉期>本葉第1葉期>幼莢期>開花期≒成熟期の順に増大している（図－2）。また、大潟村で行った湛水処理試験（湛水期間7月20～30日）の結果では、早播きでは22%、晩播では35%減収しており、このような場合の湿害軽減技術として窒素追肥の効果を認めている（図－3）。

#### ウ 開花期

大豆は、開花始めから開花後14日目にかけて最も盛んに開花する。したがって、この時期を含めた開花期間中の冠水は、冠水後の停滞水や泥水の受精器官への流入による落花により、著しい減収を引き起こす（表－4）。また、開花期以降、大豆は旺盛に生育し始めるため、この時期に主茎先端部分の生長点へ泥水が流入した場合、生長点から壊死が始まり、生育量の不足や立枯が起こり、著しい減収をもたらす場合もある。

一方、大豆は要水量の多い作物であり、特に、開花期頃に多量の水を必要とする。この時期の干ばつはむしろ開花、着莢等に悪影響を及ぼすことから、開花期頃が干ばつ時期に当たる水田転換畑では、灌水（畦間灌水）を行う事例もみられる。この

場合注意しなければならないのは、ほ場への入水、落水を速やかに行うこと、高温時の入水、滞水を避けること、根腐病等に弱い品種では行わないことなどである。排水不良ほ場では特に注意が必要である。

表－１ 出芽期間の酸素濃度が生育中期と生育後期の大豆、とうもろこしの生育に及ぼす影響（有原、1998）

作物	酸素濃度 (%)	生育中期				生育後期※	
		地上部 (g/pot)	地下部 (g/pot)	根粒数 (No./pot)	根 (m/pot)	子実重 (g/pot)	全乾物重 (g/pot)
大豆	5	6.06 ±0.83	1.25 ±0.19	27.0 ±14.8	759 ±90	13.10 ±0.57	23.15 ±0.58
	21	9.13 ±0.25	1.87 ±0.18	28.8 ±7.1	1339 ±189	17.56 ±0.37	27.61 ±0.49
とうもろこし	5	12.06 ±1.29	6.24 ±1.10	-	1381 ±318	-	106.2 ±1.0
	21	9.44 ±1.43	5.84 ±1.28	-	1412 ±295	-	99.2 ±3.2

注. ※ここでの生育後期は大豆では成熟期、とうもろこしでは登熟中期を意味する。

表－２ 土壌水分と大豆の出芽率

農業技術体系作物編・第6巻・技92より

土壌水分 (%)	平均出芽時間	出芽率 (%)
51	105	95
57	89	100
70	83	85
84	79	45
89	54	42
100	70	10

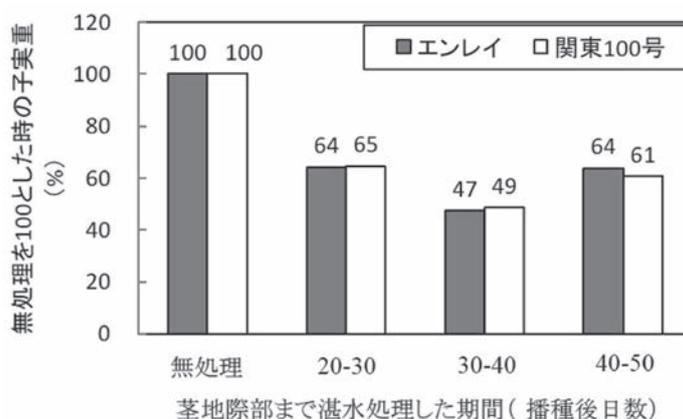
注. 1) 品種：エンレイ  
2) 土壌水分は最大容水量の%で表示

表－３ 大豆種子の水浸時間と出芽率

農業技術体系作物編・第6巻・技92より

水浸時間(時間)	出芽率(%)
0.0	95
0.5	85
1.0	47
1.5	38
3.0	19

注. 収穫後8か月を経たエンレイの乾燥種子を供試



図－１ 開花期までの各生育期における湛水処理が子実重に及ぼす影響

(Plant Prod. Sci. (2007) 10:112-121)

注1) 図中の数値は無処理を100とした時の相対値を示す。

エ 生育後期

開花期以降は大豆の生育量が急増することから、この時期の降雨、特に台風による被害を受けやすい。強風による倒伏や冠水は、生育初期ほど減収への影響が大きくないが、登熟不良や腐敗粒の増加が懸念され、減収が大きくなる場合もある。

(2) 湿害回避のための対策

湿害の回避策については、本文中でも若干述べてきたが、基本的な排水対策を行うこと以外にない。

ア 暗渠、明渠によるほ場排水の徹底、ブロックローテーションの実施。

イ 水分調整種子（水分15%）の使用。

定温貯蔵していた種子は、場合によっては7%程度の著しい低水分になることがある。このような種子を過湿なほ場に播種した場合、急激な吸水により、細胞の崩壊、子葉の亀裂、欠落が起こる。このため、発芽率が低下しやすい。湿潤条件下で低水分種子を播種する場合、あらかじめ種子水分を15%まで高めることで、発芽率を向上することができる（図-4）。

ウ 播種までのほ場耕起回数を最小限とし、碎土率を上げるため適期に耕起作業を行う。

エ 根圏の排水性改善が図られる、畦立て播種や部分耕播種などの栽培法を行う。

オ 麦類等との輪作体系による植生を利用したほ場の透水性改良。

カ 恒常的に湿害を受ける地域では播種量を増やした密植栽培を行う。

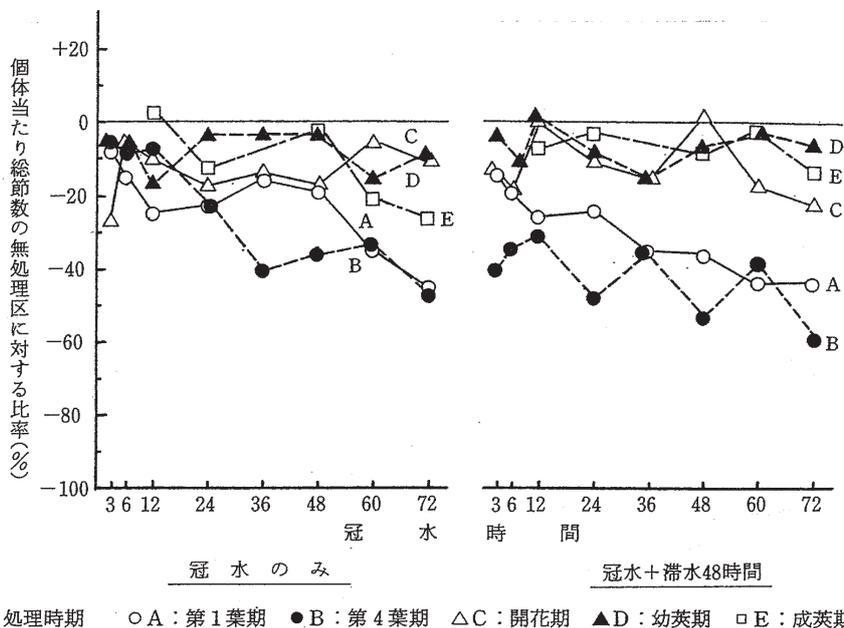


図-2 ダイズの冠水時間と個体当たり子実重の無処理区に対する比率（北海道農試）

- 注. 1) 無処理区の個体当たり子実重：25.0g  
 2) 品種：キタホマレ  
 3) 幼莢期：莢長3.0cm  
 4) 滞水処理は所定時間の間、ポットに水深約3cmで水を保持、その後速やかに排水。  
 5) 水温、気温の条件は自然条件下。

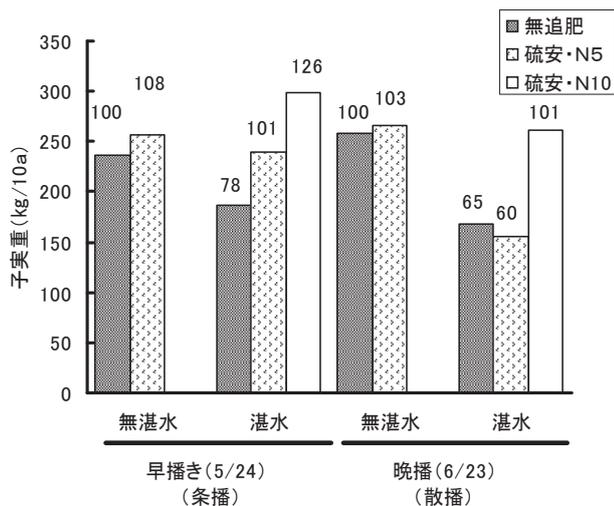


図-3 灌水処理及び追肥が大豆の収量に及ぼす影響 (平成5年~平成6年、秋田農試)

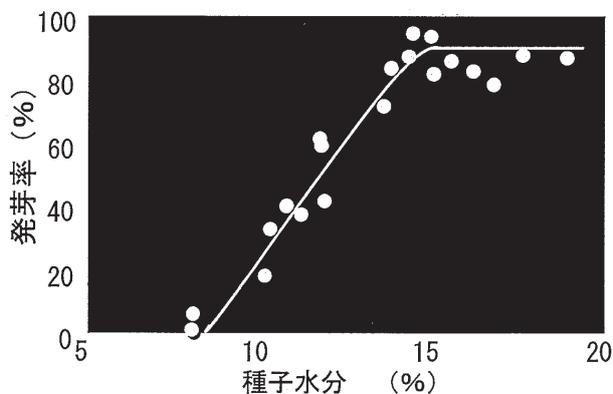
- 注. 1) 品種: タチユタカ  
 2) 追肥は8月上旬、硫安・N5は窒素成分で5kgを施用したことを示す。  
 3) 灌水処理期間: 7/20~30の10日間、早播き大豆7葉期、晩播き大豆3葉期。

表-4 第4~6葉期と開花期の冠水害による影響

(日作東北支部報(2003) No. 46)

播種期	標播	標播	晩播	標播	晩播	
冠水時間	なし	7月10日~7月11日		7月31日~8月1日		
生育ステージ		第4~6葉期		開花期		
冠水時間(時間)	0	20	28	12	10	
子実重(kg/10a)	346	165	123	41	57	
百粒重(g)	24.1	26.7	25.7	28.4	28.3	
屑粒率(%)	1	30	26	1	1	
莢数	主茎	24	29	28	9	8
(/本)	分枝	51	44	17	8	14

- 注. 1) 品種: ナンプシロメ。  
 2) 標播: 6月第2週、晩播: 6月第3週。  
 3) 損害評価単収: 32 ~ 51kg/10a (第4~6葉期)  
 21 ~ 75kg/10a (開花期)



**種子水分を15%に調整する方法**  
 網袋に入れた種子を、①湿った布に包んでビニール袋に入れて密封する、②風呂場や育苗器など湿度の高いところに置いておく等の方法で水分調整が可能。いずれも常温で2~3日間実施。種子を噛んで歯形が付くくらいが、適切な水分含量(水分15%)。ただし、高水分の種子は保存性が悪いため、水分調整は播種直前に行うこと。  
 (大豆300A研究チーム)

図-4 湿害条件下における播種時の種子水分と発芽率 (農研センター、鳥取農試)

注. 湿害条件: 2日間灌水処理

## 2 冷害

大豆の生育の適温は25℃付近であるが、生育中に低温が続くと生育は抑制され、子実生産も阻害される。冷害は18℃以下の低温が続いたときに発生する。この場合、低温の他に日照不足、多雨による土壌の過湿を伴うのが普通であり、これらが生育と子実生産に対して悪影響を及ぼす。

大豆の冷害には、花粉の機能低下からくる不受精による障害型、登熟の進行が遅れて子実肥大が十分でないまま秋の低温に至る遅延型、生育が不良で子実生産が少ない生育不良型がある。生育期間全般に影響するのは生育不良型である。

大豆は低温条件では、出葉速度は遅く、莖長は短く、分枝数が少なく、ひいては莢数、粒数が少ない。また低温では養分、水分の吸収が阻害される。

高品質生産において、開花期以降の低温でいくつかの障害粒が発生することが課題であり、本県でも、着色粒や裂開粒の発生がみられるので、低温時は子実品質低下に注意する必要がある。

## 3 雪害

収穫時期の早期降雪（積雪）は倒伏あるいは莢や子実の腐敗により品質を低下させるとともに、刈り取りの遅れや収穫不能等による収穫皆無など甚大な被害となる。

平成14年は収穫期に長雨と平年より早い積雪があったことから、刈り遅れや刈り取り不能などにより品質や収量に甚大な被害を受けた（表－5）。

特に、刈り取りが遅れ成熟期後日数が増えるにつれ、黒莢率が増加した（表－6）。

積雪が多い場合、主莖や分枝は雪の下になり折損や莢の劣化が起こり、莢内子実は高水分となり品質が低下する。健全粒率は、地際に近くなるほど低く、上部では高くなる（表－7）。

播種時期別では、標播は晩播より健全粒の割合が低い。標播は成熟期が早く莖や莢の劣化が晩播より早まったためとみられる（図－5）。

莢の黒変率と子実品質との関係において、莢色別では黒変した莢の子実はほとんどが腐敗粒であった。黒変率が50%以上の場合、子実のほとんどが腐敗粒となり、著しく品質が低下した。茶色の莢（黒変率0～50%）は健全粒の割合がかなり高かった。黒変した莢の子実は明らかに腐敗粒が多く、茶色の莢の子実は健全粒の割合がかなり高く、立毛状態の莢色とその割合で収穫物の品質がおおよそ判定できる（写真－1）。

平成14年は関係機関と協議の結果、長雨・積雪時の大豆収穫判定基準は、黒変率50%以上と50%未満の莢に分け、黒変率50%以上の莢が全体の80%以上を占めた場合はほとんどがカビや腐敗粒が占めることから、収穫不能（収穫皆無）と判断された。

ただし、地域で生育や被害状況が異なるため、地域ごとに前述の基準を参考にして判断する必要がある。またこの判定基準は、年次によって気象条件や生育状況が異なるため、適用に際しては注意が必要である。

表－5 平成14年産大豆収穫期の気象（大正寺）

	10月				11月			
	上旬	中旬	下旬	月平均	上旬	中旬	下旬	月平均
平均気温(平年差℃)	1.9	1.3	-0.7	0.8	-4.3	-4.2	-1.5	-3.3
降水量(平年比%)	157	39	228	147	173	219	164	186
日照時間(平年比%)	74	159	55	94	15	29	94	41
降雨日数(日)	7	2	9	18	10	10	7	27

\*アメダスデータ。

表－6 成熟期後日数と黒莢率

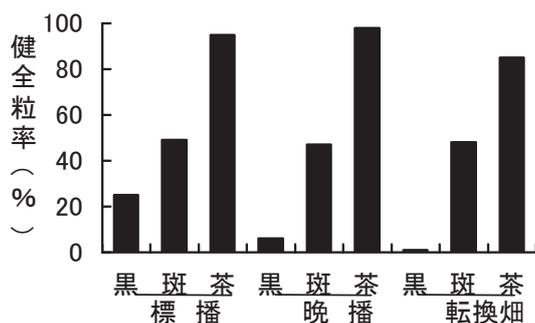
刈取り日	成熟期後日数 (日)	黒莢率 (%)
10月 6日	0	0
10月 16日	10	3
10月 23日	17	6
11月 7日	32	78
11月 13日	38	88

\*黒莢率: 莢の50%以上の部分が黒くなっている莢の圃場における割合

表－7 播種条件と健全ダイズの比率 (%)

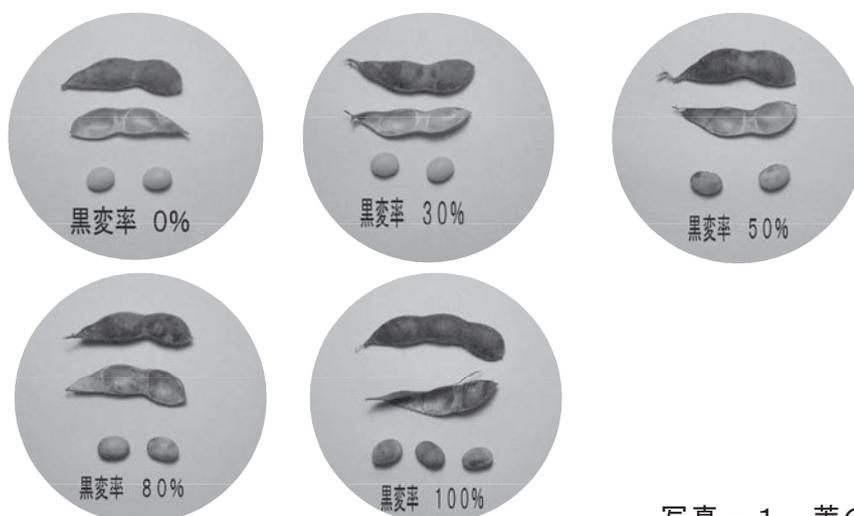
播種条件	部位 cm	健全粒率		健全子実重率	
		部位別	全体	部位別	全体
標播 (畑地)	0~20	22	4	19	3
	20~40	52	22	49	22
	40以上	48	19	44	17
	全体	45	45	42	42
晩播 (畑地)	0~20	44	5	42	6
	20~40	69	32	68	32
	40以上	67	28	65	25
	全体	65	65	63	63
標播 (転換畑)	0~20	37	4	34	3
	20~40	54	26	55	28
	40以上	37	15	33	13
	全体	45	45	44	44

播種日：標播5月23日、晩播6月20日



注1) 黒変率により0~30%を茶、30~80%を斑、80~100%を黒として類別した。  
 注2) 播種日：標播・転換畑5/23、晩播6/21  
 注3) 成熟期：標播10/6、転換畑10/8、晩播10/14

図－5 莢の黒変率と健全粒率



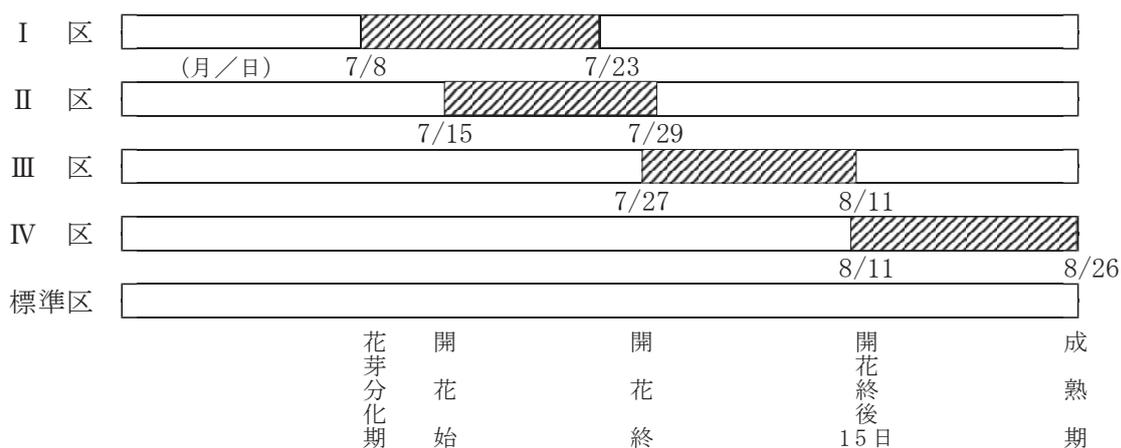
写真－1 莢の黒変割合

#### 4 干害

干害は降雨の少ないときに発生することが多い。大豆は土壌水分の不足によって生育の抑制を受けるが、その影響は大豆の生育時期によって大きく異なる。表-8は花芽分化期から開花終了期後15日までに土壌水分を調節した試験結果である。いずれも処理期間は15日間の比較的短期間であるが、その影響が大きく現れている。1株当たりの粒重減少は花芽分化期から開花終期ころまでが大きく、百粒重の減少は花芽分化期及び開花終了後15日間の処理でみられ、不稔歩合は開花終期から15日間の処理で高い。

表-8 短期土壌水分の不足の影響 (福井重郎 農事試験場研究報告9号 1965)

項目 処理区	1株 粒重 (g)	1株 粒数 (粒)	1株 莢数 (莢)	百粒重 (g)	不稔 歩合 (%)	莢数比率 (%)			
						1粒莢	2粒莢	3粒莢	4粒莢
I 区	24.5	153.5	78.3	15.9	4.9	0.0	93.8	6.2	0.0
II 区	25.4	140.8	71.0	18.0	4.1	0.2	92.7	7.0	0.0
III 区	27.5	157.0	85.2	17.5	10.8	0.0	93.3	6.7	0.0
IV 区	33.6	213.4	113.2	15.7	8.2	0.3	90.6	9.1	0.0
標準区	38.2	226.5	113.0	16.9	4.6	0.0	90.8	9.0	0.1



凡例： 土壌水分70% 土壌水分40%、処理期間各15日

## 5 風害

大豆の生育期間中に台風に見舞われることも多く、強風により地上部が傷つけられ、根も地上部の揺れにより損傷しているものと考えられる。場合によっては、倒伏により被害がさらに増大する危険がある。

平成3年（1991年）9月の台風19号が記録的な風速と被害をもたらした。

### (1) 大豆作況データ

場 所：秋田市仁井田小中島（旧農業試験場）

播種期：標準播：5月23日、晩播：6月20日、極晩播：7月15日

品 種：タチユタカ（晩生）

施肥量：窒素2.5kg/a、リン酸7.5kg/a、加里7.5kg/a

表－9 台風による潮風害の影響（1991年）

播種期	開花期から	被害当日か	成熟期	百粒重	同左	子実重	同左
	被害当日ま	ら成熟期ま			平年比		平年比
	での日数	での日数	(月.日)	(g)	(%)	(kg/a)	(%)
標準播(5/23)	53	24	10.12	24.5	100	30.8	100
晩 播(6/20)	37	39	10.27	19.1	78	22.5	76
極晩播(7/15)	20	46	11.03	13.1	—	4.3	—

台風19号（1991年9月28日）

### ○台風通過後の写真（写真－2）

風で地上部がなびいた状態になり、葉が突風によって運ばれた潮風の影響から水浸状になり、被害の大きいものは枯れ始めている。



写真－2 潮風害を受けた大豆（タチユタカ）

### ○台風19号の進路

日本海側を北上して、9月28日本県に最も被害を与えた。最大瞬間風速 52m/s。

### (2) 通過後の被害

特に沿岸部の場合、強風は潮害を伴うことから、被害を受けると立ちなおることなく早期に落葉する。このため百粒重が極めて小さくなるとともに、青未熟粒が多くなり大豆の子実品質が著しく低下する（表－9）。

### (3) 対策

台風は風の他に大雨を伴うこともあるため、被害が予想される場合はほ場の排水性を良好にしておく。開花期から37日後でも百粒重の低下は大きく、開花期から20日後は被害が甚大である。

（農業試験場作物部 作物栽培担当）



## VII トピックス

## 1 大豆作付け前にチャガラシをすき込むことでダイズ黒根腐病の発生を軽減できる

[要約] 大豆作付け前に着蕾期～開花始期のチャガラシを 10a あたり約 2.0t を目安にすき込むことにより、ダイズ黒根腐病の発病を軽減することができる。

[ねらい]

ダイズ黒根腐病（以下、黒根腐病）などの土壌伝染性病害による大豆の収量、品質の低下が大きな問題となっているが、現在、これらの病害を効果的に防除できる薬剤は少ない。

近年、土壌燻蒸作用を有するアブラナ科の緑肥作物を用いた土壌病害対策技術が注目されている。本試験では、チャガラシ（商品名：いぶし菜）を活用した黒根腐病に対する抑制効果を検討した。

[技術の内容・特徴]

- (1) ポット試験では、チャガラシを 10a あたり 2.0t 以上すき込むことで、黒根腐病の発病軽減が認められた（**図-1**）。
- (2) 大豆栽培前にチャガラシを播種すると、およそ2ヶ月の栽培期間で着蕾期～開花始期となり（**図-2**）、約 2.0～3.0t/10a の新鮮重が確保され、すき込みの適期となる（**表-1**）。
- (3) 現地圃場試験においても、約 2.0～3.0t/10a 程度チャガラシをすき込むことで、黒根腐病の発病軽減が認められた（**表-1**）。

[成果の活用上の留意点]

- (1) 大豆品種は「リュウホウ」を用いた。2019年、2020年はクルーザー FS、2021年はクルーザー MAXX をそれぞれ塗沫した種子を用いた。
- (2) 4月10日頃までにチャガラシを播種（播種量：1.0kg/10a、基肥 6 kgN/10a）し、5月下旬の着蕾期～開花始期にすき込みを実施する。
- (3) チャガラシのすき込みから時間を空けずに大豆を播種すると、出芽に影響を与える場合があるため、3～4週間程度を空けて播種する。
- (4) チャガラシのすき込みは、フレールモアやハンマーナイフモアを用いて植物体を細かく細断し、細断後はできるだけ早く耕起してすき込む。チャガラシをすき込んだ場合は、多肥による大豆の蔓化を避けるため基肥を施用しない。
- (5) 本研究は農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて行った。チャガラシを用いた抑制技術の詳細は、「<http://www.akita-pu.ac.jp/bioresource/dbe/soil/>微生物資材・燻蒸植物マニュアル-Ver1.pdf」を参照する。

[具体的なデータ]

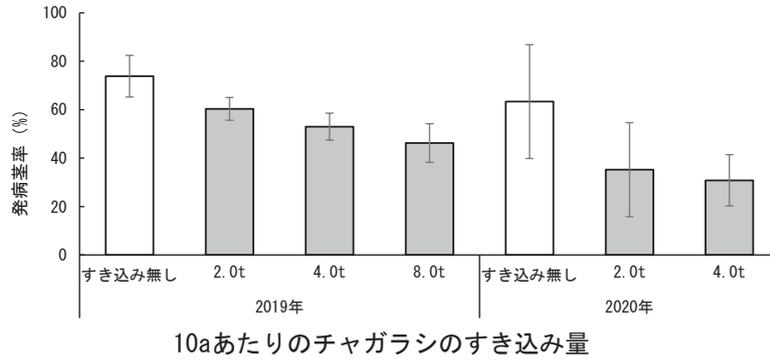


図-1 ダイズ黒根腐病発病抑制効果 (ポット試験)  
 ※1 2020年は8.0t/10aは未実施  
 ※2 エラーバーは標準偏差を示す。



図-2 すき込み時のチャガラシ (着蕾期~開花始期)  
 2019年5月28日撮影

表-1 チャガラシすき込みによるダイズ黒根腐病発病抑制効果 (現地ほ場試験)

年次	試験場所	試験区	チャガラシの播種日	チャガラシすき込み時			大豆黄葉期					
				生育ステージ	すき込み日	草丈 (cm)	新鮮重 (t/10a)	ダイズ根部の調査本数	発病率 (%)		発病度	
									平均	標準偏差	平均	標準偏差
2019	五城目	緑肥区	4月2日	着蕾期~開花始期	5月28日	80	2.52	68	5.9	2.7	2.7	0.6
		対) 慣行区	—		—	—	—		84	11.2	3.4	4.8
2020	五城目	緑肥区	4月8日	着蕾期~開花始期	5月28日	70	3.14	132	21.5	13.4	11.7	4.9
		対) 慣行区	—		—	—	—		127	39.3	13.1	21.2
2021	能代	緑肥区	4月7日	—	5月27日	60	1.80	91	4.7	1.0	1.2	0.3
		対) 慣行区	—		—	—	—		89	12.1	3.9	3.0

※1. 大豆播種日：2019年6月12日、2020年6月10日、2021年6月8日

※2. 黄葉期 (2019年10月1日、2020年10月1日、2021年9月29日) に調査した。

※3. 次の調査基準に従い、根部の発病程度を指数別に調査し、発病率・発病度を求めた。

発病程度 (0: 無発病、1: 根部あるいは地際部に褐変が認められる、2: 褐変が主根または地際部全体を取り巻くほどに発達している、

3: 主根が腐朽し根量が少ない、4: 枯死)。 発病度 = (Σ 発病指数 × 発病指数別基数) × 100 / (調査基数) × 4。

## 2 秋田県におけるアゾキシストロビン剤耐性ダイズ紫斑病菌の発生

[要約] 秋田県内で採集したダイズ紫斑病菌株のアゾキシストロビン剤に対する耐性菌検定を実施した結果、耐性菌検出ほ場率は 50.7 % となり、県内で広く耐性菌が確認された。

[ねらい]

ダイズ紫斑病は、罹病子実（図－1）が収穫時に混入すると落等の原因となるため、防除対策を講じることが必要である。県内では、本病を対象とした防除薬剤としてアゾキシストロビン水和剤（製品名：アミスター 20 フロアブル）が主に使用されているが、FRAC コード：11 に分類され、耐性菌の発生リスクの高い薬剤に分類されている。近年、岩手県等で本剤の耐性菌の発生が確認されていることから、本県でも耐性菌の発生が懸念されている。そこで、本試験ではアゾキシストロビン剤に対するダイズ紫斑病菌の耐性菌検定を行う。

[技術の内容・特徴]

- (1) 2020 年に秋田県内の大豆ほ場から採集した罹病子実から、ダイズ紫斑病菌 71 菌株（1 圃場 1 菌株）を分離し、遺伝子検定を実施した。遺伝子検定の結果から、36 菌株が耐性菌であることが確認された（表－1）。
- (2) 遺伝子検定で耐性菌と確認された 36 菌株を培地検定した結果、MIC（最小生育阻止濃度）値 25ppm の菌株が 1 菌株、200ppm 以上の菌株が 35 菌株確認された（図－2）。
- (3) アゾキシストロビン剤耐性ダイズ紫斑病菌は県内で初めての確認である。

[成果の活用上の留意点]

- (1) 秋田県病害虫防除所から令和 3 年度農作物病害虫防除対策情報 第 3 号（令和 3 年 4 月 27 日）が発行された。
- (2) 紫斑病の防除薬剤として、アゾキシストロビン水和剤と同じ RAC コードの薬剤は使用しない。
- (3) 防除薬剤の選択にあたっては、最新の秋田県農作物病害虫・雑草防除基準を参照する。
- (4) MIC 値は、病原菌の生育を阻止するために必要な薬剤の最小濃度を示す。
- (5) 遺伝子検定は、秋田県立大学バイオテクノロジーセンターに依頼し、チトクローム b 遺伝子の G143A 変異株を耐性菌とした。

[具体的なデータ]



図-1 ダイズ紫斑病罹病子実

表-1 アゾキシストロビン剤耐性ダイズ紫斑病菌の発生状況

地域	遺伝子検定 菌株数	耐性菌 株数	耐性菌検出 圃場率(%)
鹿角	3	1	33.3
北秋田	13	9	69.2
山本	13	6	46.2
秋田	12	2	16.7
由利	3	3	100
仙北	13	4	30.8
平鹿	-	-	-
雄勝	14	11	78.6
合計	71	36	50.7

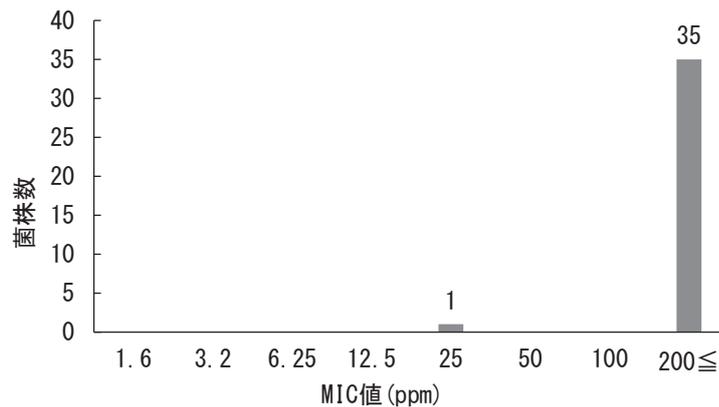


図-2 培地検定によるダイズ紫斑病菌のアゾキシストロビン剤に対する感受性頻度分布

※実用濃度（現場で使用される濃度）は100ppmである。

### 3 有材補助暗きょ施工機「カットソイラー」による転換畑の排水改良

[要約] カットソイラーを施工したほ場では、ロータリ耕起の碎土率が向上し、大豆の苗立ち本数が増加する。また、ほ場が冠水するほどの豪雨後でも、速やかに過湿な状態を回避できる。これらの排水効果により、大豆が増収する。

[ねらい]

秋田県の大豆作の 96 %が転換畑で栽培されており、排水対策が必要不可欠である。カットソイラーは、ち密で透水不良の下層を破碎すると同時に、ほ場表面に散布されている疎水材を収集して、水みちを形成できる有材補助暗渠施工機である。この機械の特徴は、有材補助暗渠をワンオペレーションで施工できることにある。そこで、秋田県の田畑輪換体系におけるカットソイラーを利用した営農排水技術として、コンバイン切り落とし稲わらを疎水材とした補助暗渠を水稻収穫後に施工し、カットソイラー施工に係る作業能率と転換大豆作での排水効果ならびに大豆生育に及ぼす影響を明らかにした。

[技術の内容・特徴]

- (1) カットソイラーはプラウで破碎した部分（最大幅 40cm、深さ 35cm）の土層が崩れて水みちが形成される。越冬後の地表面に張付いた稲わらも収集可能で、秋と春の稲わら埋設率は 51.9～67.0 %で変わらない（未回収域のワラ量を 100 %とした）（図－1）。
- (2) カットソイラーの作業能率は 4.1 時間/ha で、サブソイラより施工速度が遅いため大幅に施工時間を要する（図－2）。
- (3) 転換 1 年目のほ場では、カットソイラーによる排水改良によって、1 回目の耕起の碎土率が向上するとともに、苗立ち本数が無施工よりも有意に高くなる（表－1）。
- (4) カットソイラー施工ほ場では、40.5mm の降雨後でも滞水が見られない（図－3）。また、ほ場が冠水する程の豪雨後、ほ場排水の目安である pF1.5 まで回復する時間は、カットソイラー 96 時間、サブソイラ 118 時間、無施工 133 時間であり、カットソイラー施工ほ場の作土は過湿な時間が短い（図－4）。
- (5) カットソイラー施工ほ場は莢数が多く、精子実重が無施工よりも増加する。莢数の増加は、苗立ち本数が高かったことに起因する（表－2）。
- (6) カットソイラーで破碎された土層は、大豆 2 作後（施工 2.5 年後）でも膨軟であり、水みちの機能は維持されている。

[成果の活用上の留意点]

- (1) 有材補助暗渠機「カットソイラー」（北海コーキ製、型式：KKSR-02）は受注生産で価格は 500 万円（税別）である。重量が 700kg、適用推奨トラクタは 60～120PS である。
- (2) 調査ほ場でのカットソイラー施工は、H27 秋と H29 春が 95 馬力セミクローラ型トラクタ（K 社製 MZ955、フロントウエイト 540kg 装着）に取付け使用。
- (3) カットソイラーとサブソイラの施工は、1 ha（200m × 50m）ほ場において、短辺と平行に 5 m 間隔で施工し、本暗渠の埋め戻し部と直交させている。
- (4) 品種は“リュウホウ”、栽植密度は畝幅 66cm × 株間 18cm、播種量 0.57kg/a（2 粒播き）、無肥料で栽培した。

[具体的なデータ]



図-1 有材補助暗渠施工機カットソイラーと形成された補助暗渠の土壌断面  
左：下層を破碎するプラウ部、中：施工状況、右：疎水材が投入された土壌断面

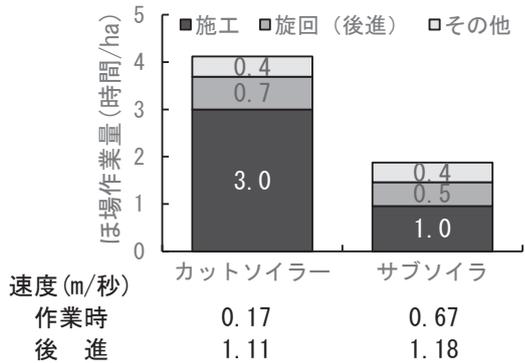


図-2 カットソイラーとサブソイラの作業能力  
(平成27年秋施工)

表-1 畑転換1年目ほ場の砕土率と大豆の苗立ち

土壌/年次	処理	砕土率 <sup>2)</sup> (%)	含水比 (g/g)	苗立本数 <sup>3)</sup> (本/m <sup>2</sup> )
グライ低地土 <sup>1)</sup> (平成28年)	カットソイラー	61.6	0.61	13.4
	サブソイラ	61.9	0.62	12.7
	無施工	58.7	0.7	8.3
グライ低地土 <sup>1)</sup> (平成29年)	カットソイラー	51.3	0.67	21.5
	無施工	44.3	0.73	20.9

注1) 平成28と平成29年のグライ低地土は異なるほ場。  
注2) 砕土率は長径20mm未満の土塊割合 (n=4)。耕起深11cm。  
注3) 苗立ち本数の調査面積は3.56m<sup>2</sup>、16カ所の平均値。



図-3 降雨直後のほ場の様子  
注) 播種14日後(平成28年7月6日)の生育(当日雨量40.5mm)

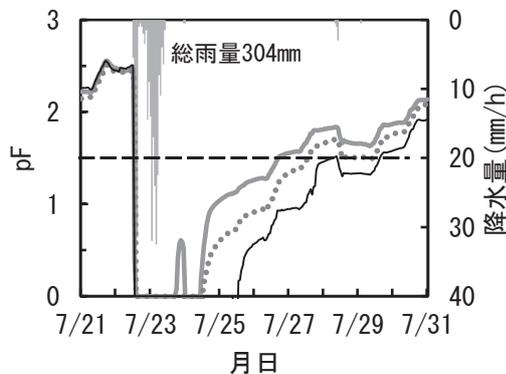


図-4 豪雨時の作土水分の推移

表-2 排水改良2年間の大豆の収量構成要素と品質

年次	試験区	一莢粒数 (粒/莢)	莢数 (莢/m <sup>2</sup> )	百粒重 (g)	精子実重 (kg/a)	外観 品質
転換1作 H28	カット	1.86	709	35.5	30.3	2
	サブ	1.86	637	35	28.8	3
	無施工	1.84	419	35.8	25.5	1.5
転換2作 H29	カット	1.72	563	29.7	24.6	3.3
	サブ	1.63	528	29.4	22.9	3.5
	無施工	1.63	456	29.9	18	3.5

注1) カットはカットソイラー、サブはサブソイラを表す。  
注2) 百粒重、精子実重は水分15%の換算値。  
注3) 精子実重は坪刈りの粗子実から著しい病虫害粒と障害粒を取除き、5.5mm篩で調製した。

#### 4 ミッドマウント型管理作業車による大豆播種作業における RTKGNSS 自動操舵システムの効果

[要約] 自動操舵システムを装着したミッドマウント型管理作業車による大豆播種作業では、安定して高い直進精度が得られた。前方を注視する必要がなくなるため、作業中の播種部の調整が容易になり、大豆の苗立ちの本数が増加した。また、作業速度が速くなり、作業時間が4%短縮された。

[ねらい]

大豆生産では適期播種による苗立ち安定化と播種後の培土など中間管理作業を確実に実施することが収量の安定化につながるため、高速でかつ直進精度を落とさない播種作業技術の必要性が高まっている。

そこで、秋田県内で広く普及しているミッドマウント型管理作業車に RTKGNSS 自動操舵システムを取り付け、大豆播種作業での自動操舵システムの効果を検討した。

[技術の内容・特徴]

- (1) ミッドマウント型管理作業車は、GNSS 受信機を運転席前方に取り付けることで、高精度な自動操舵が可能であった (図 1)。
- (2) 自動操舵区の播種作業速度は 0.95 ~ 0.97m/s で、いずれのほ場でも慣行区より速かった。横方向の直進精度は、±5 cm 以内の割合で 97.5 ~ 99.4 %といずれのほ場でも慣行区より高く、土壌含水比が高いほ場 A、B でも直進精度が維持された (表 1)。
- (3) 自動操舵区の作業時間は、平均 1.27h/ha で慣行区より 4 %短く、ほ場作業量は平均 0.04ha/h 増加した。作業速度が速いことで播種 (長辺行程) 時間が短縮されたためであった (表 1)。
- (4) 播種 (長辺行程) 作業中のオペレータの視線を解析したところ、慣行区は前方を時間割合で 50.9%見ているが、自動操舵区は播種部を 71.2%見ていた。操舵が不要となる自動操舵区は前方を注視する必要がなくなるため、ほ場状況に合わせて播種部付近の状態を見ながら播種部の高さや作業速度を調整していた (図 2)。
- (5) 自動操舵区の苗立ち本数は 13.2 ~ 14.3 本/m<sup>2</sup>で、いずれのほ場でも慣行区より多い。また、苗立ちが遅れた個体の割合が慣行区より少ない。これは、播種時にはほ場の状況に合わせて播種部の高さを随時調整できたためと推察された (表 2)。

[成果の活用上の留意点]

- (1) 2021 年 6 月に、現地 1 ha 水田転換畑 (グライ低地土) 3 筆で調査した結果である。
- (2) RTKGNSS 方式の自動操舵システム (T 社 AGI-4、AES-25、X25 型) を乗用 3 輪ミッドマウント型管理作業車 (Y 社 MD20) に取り付け、4 連傾斜ベルト式播種機 (条間 66cm) で両区とも播種作業を実施した。衛星補正情報は、固定式基地局から無線で取得した。
- (3) オペレータは、熟練した 30 代男性が従事し、自動操舵は播種時のみ使用した。調査区は同一ほ場に設置し、作業速度はオペレータが作業状況に合わせて判断した。

[具体的なデータ]

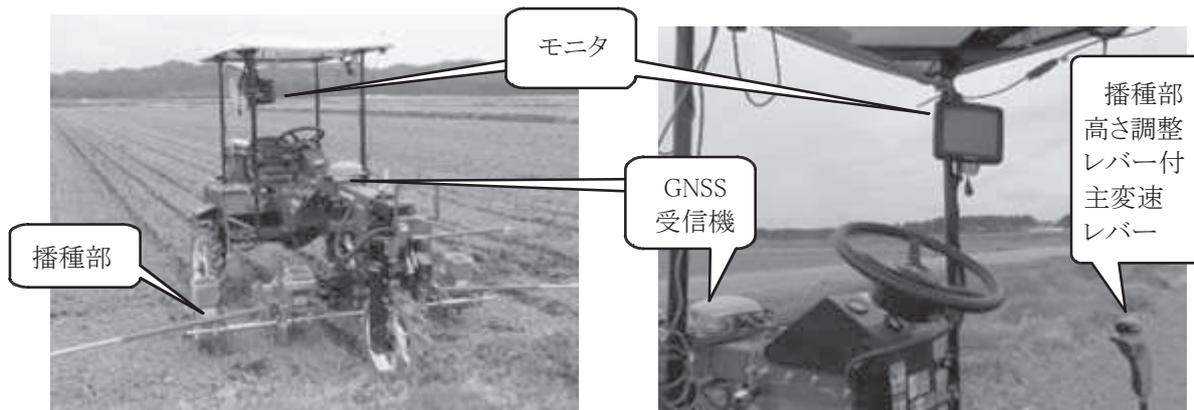


図-1 自動操舵システムを取り付けたミッドマウント型管理作業車

表-1 自動操舵システムを用いた播種作業の直進精度と作業時間

ほ場	試験区	土壌含水比	作業速度 m/s	直進精度 ±5cm以内の割合		作業時間		ほ場作業量 ha/h
				%	SD	h/ha	慣行比	
A	自動操舵	0.55	0.95**	97.5**	1.7	1.27	95	0.79
	慣行	0.56	0.90	68.8	12.4	1.33	(100)	0.75
B	自動操舵	0.57	0.97**	98.4**	1.1	1.26	97	0.79
	慣行	0.53	0.92	60.9	17.4	1.30	(100)	0.77
C	自動操舵	0.34	0.97**	99.4**	0.9	1.29	95	0.78
	慣行	0.32	0.90	79.5	7.5	1.36	(100)	0.74
平均	自動操舵	0.49	0.96	98.4	—	1.27	96	0.79
	慣行	0.47	0.91	69.7	—	1.33	(100)	0.75

- 1) 各ほ場とも連続8行程を調査した。枕地は播種していない。
- 2) 直進精度は測位座標の単回掃直線と座標との距離から算出した。行程毎の横方向の精度を示している。
- 3) その他には、ラインマーカの準備・格納、播種部調整、RTK基準線設定を含む。
- 4) 図中の\*\*は、同一ほ場の試験区間で1%水準で有意差があることを示す(t検定)。

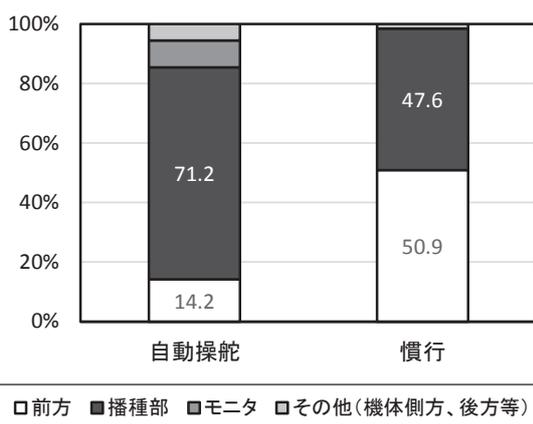


図-2 自動操舵利用の有無がオペレータの視線に及ぼす影響

- 1) 各区とも北向きに播種した行程をビデオ撮影し、5秒ごとの顔の向きを視線の方向とした。
- 2) 4行程の調査データを用いて1ほ場分のデータとした (n=31ほ場)。

表-2 自動操舵システムを用いた播種作業が大豆の苗立ちに及ぼす影響

ほ場	試験区	苗立ち本数		苗立ち率 %
		本/m <sup>2</sup>	うち苗立ち遅れ個体の割合 %	
A	自動操舵	13.2	3.1	83.9
	慣行	12.8	5.5	81.5
B	自動操舵	13.7	3.9	86.8
	慣行	13.0	6.0	82.6
C	自動操舵	14.3	0.6	90.7
	慣行	13.7	1.8	86.9
平均	自動操舵	13.7**	2.5**	87.1
	慣行	13.2	4.4	83.7

- 1) 2021年6月12日に播種 (品種「リュウホウ」、播種量55kg/ha)、苗立ち調査は6月30日に行った。大豆1葉期であった。
- 2) 苗立ち遅れ個体は、調査時に初生葉展開前の生育ステージとした。
- 3) 図中の\*\*は、繰り返しのある二元配置分散分析で試験区間に1%水準で有意差があることを示す (交互作用なし)。

[発表論文等]

- 1) 進藤勇人・齋藤雅憲 (2023)、農作業研究 58 (別1)、46-47

## 5 大豆連作ほ場における堆肥および炭酸カルシウムの連用効果

[要約] 大豆連作7年目から堆肥と炭カルを連用したほ場では、連作15～17年目（連作9～11年目）の生育量が増大し、m<sup>2</sup>当たり莢数は27%、精子実重は24%増加した。大豆栽培は輪作が基本となるが、連作をする場合、堆肥や炭カルによる土づくりは有効な対策と考えられた。

[ねらい]

大豆栽培の基本的な作付け体系は輪作であるが、ほ場条件や営農的な理由から連作する事例がみられる。連作においては、堆肥等の有機物や土壌改良資材の施用等が収量確保のために重要とされるが、長期連作ほ場において実証された事例は少ない。

そこで、大豆の長期連作ほ場において、堆肥と土壌改良資材として炭酸カルシウム（以下、炭カル）を連用し、大豆の生育および収量に与える影響について検討した。

[技術の内容・特徴]

(1) 試験は、農業試験場内の表層腐植質黒ボク土ほ場において2000～2016年の17年間大豆を連作し、連作7年目からほ場を分割して堆肥と炭カルを11年間連用した。試験区は、堆肥と炭カルを連用した「資材有区」と施用しない「資材無区」とし、資材の施用量は堆肥200kg/a、炭カル6kg/aとした。ただし、施用1～2年目は倍量となる堆肥400kg/a、炭カル12kg/aを施用した。また、両区によりりん6kg/aと、基肥としてN-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>Oを0.25-0.75-0.75kg/aを毎年施用した。

(2) 連作ほ場における精子実重は、連作4～5年目までは大きく低下し、連作5年目以降は概ね横ばいで推移した。精子実重が横ばいとなる連作5～17年目（7年目以降は資材無区の値）の平均精子実重は15.7kg/aであった。一方、輪作における精子実重は、年次変動はあるが概ね30kg/aを上回った（**図-1**）。

(3) 資材有区の精子実重は、資材無区と比べて同等もしくは多く推移した（**図-1**）。連作15～17年目における資材有区の平均精子実重は23.8kg/aであり、資材無区に比べて24%多かった（**表-2**）。

(4) 連作15～17年目における成熟期の形態では、資材有区は資材無区に比べて主茎節数が多かった。また、資材有区の主茎長は長く、分枝数は多い傾向がみられた（**表-1**）。連作17年目の葉面積は、資材有区が資材無区に比べて大きかった（**図-2**）。

(5) 収量構成要素では、連作15～17年目のm<sup>2</sup>当たり莢数は資材有区が27%多く（**表-1**）、子実重の増加にはm<sup>2</sup>当たり莢数が大きく影響したと考えられた。等級に違いは認められなかった（**表-2**）。

[成果の活用上の留意点]

- (1) 大豆の基本的な作付け体系は輪作であり、大豆の長期連作を推奨するものではない。
- (2) 供試品種はリュウホウであり、5月下旬に畦間75cm×株間18cm×2粒で機械播種した（ただし、2000年は6月1日播種、2007年は6月14日播種であった）。
- (3) 供試した堆肥は、2000～2015年は牛ふん・豚ふん・鶏ふんの混合堆肥、2016年は牛ふん・鶏ふんの混合堆肥であった。

[具体的なデータ]

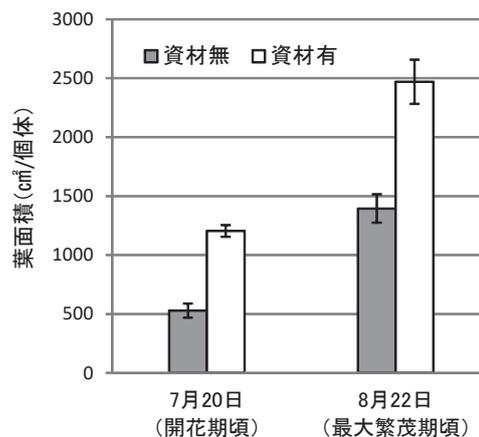
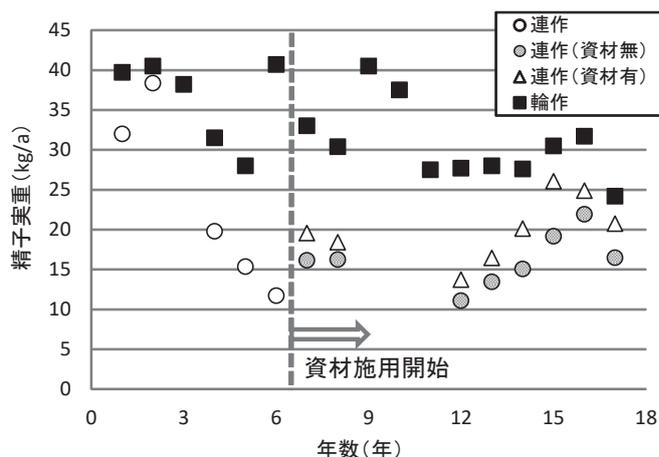


図-1 連作ほ場と輪作ほ場における精子実重の推移 (2000～2016年)

図-2 連作17年目(資材連用11年目)における葉面積の比較(2016年)

\* 輪作ほ場は、大豆-デントコーンすき込み-麦の3年3作体系(連作ほ場から200m程度離れた同じ土壌タイプのほ場)。供試品種はリュウホウで、播種は5月25日頃に畦間75cm×株間20cm×2粒で実施。大豆栽培時の資材および施肥量は資材有区と同様である。

注1) 図中のバーは標準誤差を示す。  
\* LI-COR社製 LI-3100AREAMETERで測定

表-1 連作15～17年目における成熟期の形態と収量構成要素

区名	主茎長 (cm)	主茎節数 (節/本)	分枝数 (本/本)	莢数 (莢/m <sup>2</sup> )	一莢粒数 (粒/莢)	百粒重 (g)
資材無	45	14.0	3.3	504	1.81	27.8
資材有	57	14.9	3.8	642	1.83	29.2
分散分析	ns	*	ns	†	ns	ns

注1) 値は2014～2016年(連作15～17年目)の平均値。  
\*、†は、それぞれ5%、10%水準で有意差有り、nsは有意差が無いことを示す。  
注2) 主茎長は子葉節(第1節)から最上位節までの長さ。  
注3) 百粒重は精子実重の値(水分15%換算値)。

表-2 連作15～17年目における全重および子実重、等級

区名	全重 (kg/a)	粗子実重 (kg/a)	精子実重 (kg/a)	等級 (1-9)
資材無	34.5	21.0	19.2	3.2
資材有	48.3	28.0	23.8	3.4
分散分析	*	**	ns	ns

注1) 値は、連作15～17年目(2014～2016年)の平均値。  
\*\*、\*は、それぞれ1%、5%水準で有意差有り、nsは有意差が無いことを示す。  
注2) 粗子実重および精子実重は水分15%に換算した値。  
注3) 精子実重は粗子実重から著しい病虫害粒および障害粒を取り除き、5.5mmのふるいにかけた値。  
注4) 等級は(財)日本穀物検定協会東北支部により1(1等上)、2(1等下)、3(2等上)、4(2等下)、5(3等上)、6(3等下)、7(特定用途)、9(規格外)に区分。

[発表論文等]

1) 加藤雅也・三浦恒子・井上一博・松波寿典(2017)、東北農業研究、70、37-38

## 6 2017年7月22～23日の豪雨による水田転換大豆の冠水被害実態調査

[ねらい]

2017年7月22～23日の豪雨は、雄物川水系を中心に91億円を超える農林水産被害を引き起こした。大豆作では被害面積が1,059haと県全体の大豆作付面積の約15%に達した。そこで、被害の大きかった大仙市協和小種地区の水田転換大豆を対象に豪雨被害の実態を調査した。

[調査対象地域の概要と調査方法]

- (1) 調査地区・基盤条件：大仙市協和小種地区（農）たねっこ、1ha標準基盤整備ほ場（本暗きよ6本/ha）
- (2) 調査対象ほ場：7月22～23日の豪雨で浸水または冠水した転換大豆ほ場81筆のべ67.7ha(区画35.5～135.3a)。品種はすべて「リュウホウ」で、葉数は2.5～7.5葉であった(図-1)。
- (3) 調査方法・調査項目：全筆見歩き調査（ほ場内の2か所で達観、計測調査）、浸水・冠水時間（聞き取り、画像をもとに推定）、浸水・冠水状況（大豆の泥の付着位置から推定、7月27日）、大豆の症状（7月27日、8月3日、17日調査）

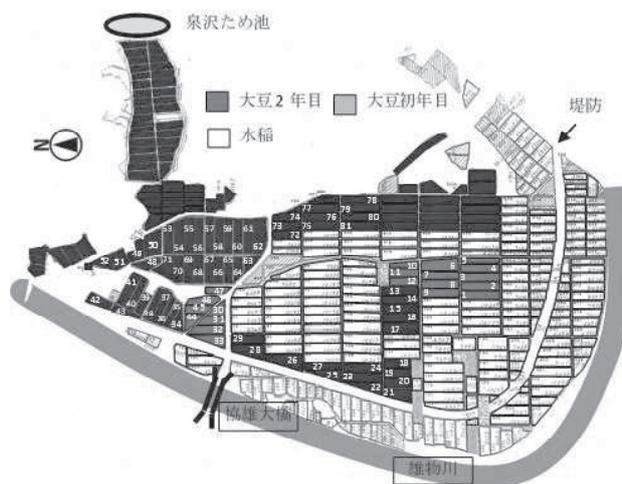


図-1 作付状況と調査ほ場（ほ場番号がついているほ場が調査対象ほ場）

【降雨の特徴と浸水・冠水の実態】

[要約] 7月22～23日の豪雨で、冠水被害があった転換大豆ほ場1地域内81筆で浸水・冠水の状況を調査した。浸水の原因は主に排水路からの逆流であり、越流した雄物川やため池、大排水路に近く基盤の低いほ場で浸水が早く、浸水時間も長かった。24時間超冠水したほ場は28筆であった。

- (1) 大仙市協和小種地区は雄物川が蛇行した地形で、すり鉢状の水田群となっている。堤防の内側、県道149号より雄物川側の大豆を作付けしたほ場81筆を調査対象とした(図-1、3)
- (2) 7月22～23日の豪雨は、7月22日12時から降り始め、一時小康状態となったが7月23日10時まで連続的な降雨があった。2日間の総降水量は305mm(連続降雨304mm)であった。22日15時頃から地域から排水しきれずに排水路からほ場への逆流が始まり、一時逆流は収まったが、23日6時頃から泉沢ため池から越流が起こり、12時頃に雄物川堤防から越流した(図-2、4)。
- (3) 浸水は23日6時頃から始まり、遅い場所では24日9時頃から浸水したほ場もあった。浸水開始時刻が早いほ場はため池下流のほ場番号48～71と地域内で基盤が低く、大排水路近傍の3～14であり、大排水路からの逆流によるものであった(図-5)。

(4) 浸水冠水の状況は、本葉1葉より下までの浸水が6筆、本葉1葉より上までの浸水が9筆、冠水（最上位葉まで浸水）が66筆であった。冠水ほ場は浸水開始時刻が早いほ場と堤防越流部に近いほ場で多かった（図-5、6）。

(5) 浸水・冠水時間は、6時間以下が21筆、6～12時間以下が8筆、12～24時間以下が24筆、24～30時間以下が15筆、30時間超が13筆であった。24時間超冠水したほ場は基盤が低く、大排水路に近い場所が多く、排水に時間を要したためと考えられた（図-7）。

[具体的なデータ]



図-2 雄物川越流の状況（(農)たねっこ提供、7月23日16時頃泉沢ため池付近上空から大正寺地区方向を撮影）



図-3 調査対象ほ場の高低と排水の方向

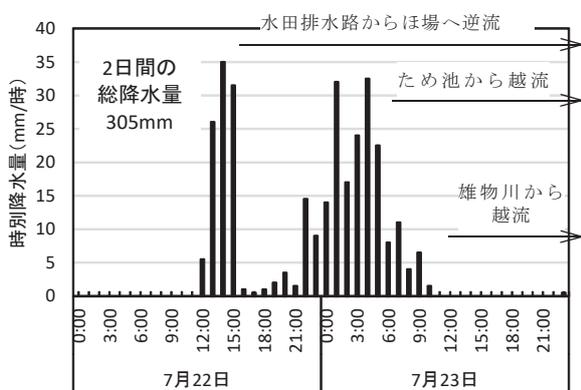


図-4 特別降雨量（アメダス大正寺）

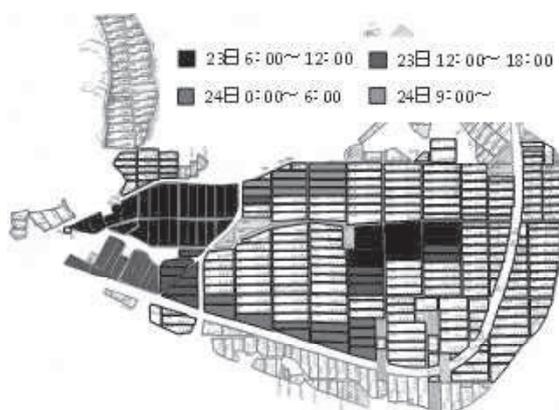


図-5 浸水開始時刻

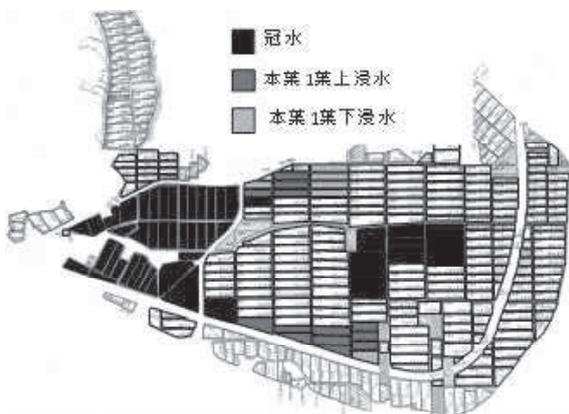


図-6 浸水・冠水状況

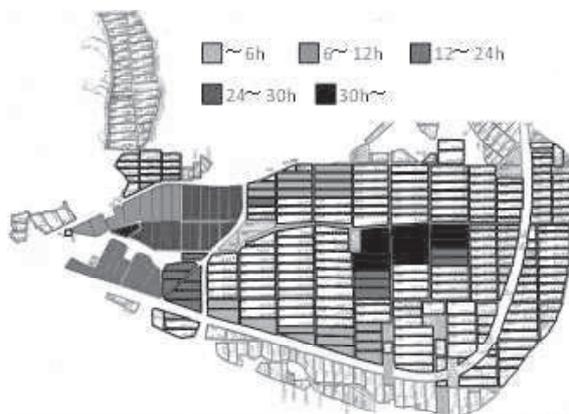


図-7 浸水・冠水時間

## 【大豆の症状と浸水・冠水状況の関係】

[要約] 豪雨4日後の見歩き調査の結果から浸水・冠水後の大豆の症状は、下葉黄化（湿害症状）、成長点葉の枯れ、茎・葉柄の枯れ、上位本葉の枯れ、個体全体の枯れの順に重い症状と判断できた。冠水したほ場では6時間以上で成長点の枯れ、24時間以上で茎・葉柄の枯れが多く見られ、24時間以上の一部で個体枯れが見られた。

- (1) 豪雨時に雄物川や泉沢ため池からの越流があったため、浸水・冠水ほ場では大豆地上部に泥の付着が見られた。泥の付着程度が高いほ場は、雄物川とため池の越流部に近いほ場や浸水開始時刻の早いほ場であった（図－5、8、9）。
- (2) 豪雨後（7月24～27日は無降雨）は好天が続き、大豆葉身が反り返る葉巻症状が見られた（図－10）。葉巻症状が50%以上の株で見られたほ場は泥の付着程度が高いほ場であった（データ省略）。
- (3) 豪雨4日後（7月27日）の見歩き調査の結果から冠水後の大豆の症状は、下葉黄化（湿害症状）、成長点葉の枯れ（図－11）、茎・葉柄の枯れ（図－12）、上位本葉葉身の枯れ（図－13）、個体全体の枯れ（図－14）の順に重い症状と判断できた。成長点葉の枯れのみが見られたほ場では、調査数日後に分枝や新たな成長点葉の展開が見られた（図－11）。
- (4) 浸水のみほ場では成長点の枯れは見られず、下葉の黄化または症状なしであった。冠水したほ場では冠水時間6時間以上で成長点の枯れ、12～24時間以上で茎・葉柄の枯れが多く見られ、24時間以上の一部で個体枯れが見られた。泥の付着程度が高く、葉巻症状が見られたほ場でも、浸水・冠水が12時間以下のほ場では症状が軽く、下葉の黄化のみほ場が多かった（図－6、7、15、16）。
- (5) 一部のほ場では落葉や主茎節での葉柄の折れが確認された（データ省略）。観察では、落葉や葉柄の折れは大豆の症状との関係は見られず、浸水開始時刻が早いほ場で多かった。浸水・冠水、排水時の水の勢いが強いほ場での症状と推察された。

### [成果の活用上の留意点]

- (1) 7月23日の降雨後から調査を行った7月27日までは、無降雨であった。
- (2) 成長点葉は、展開前の主茎上位葉を示す。

[具体的なデータ]

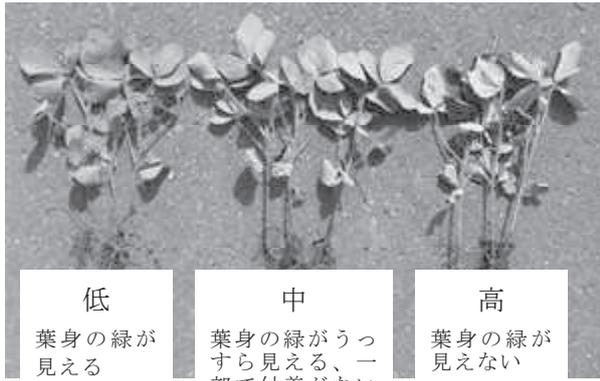


図-8 冠水、浸水後の泥の付着程度 (7月27日調査)

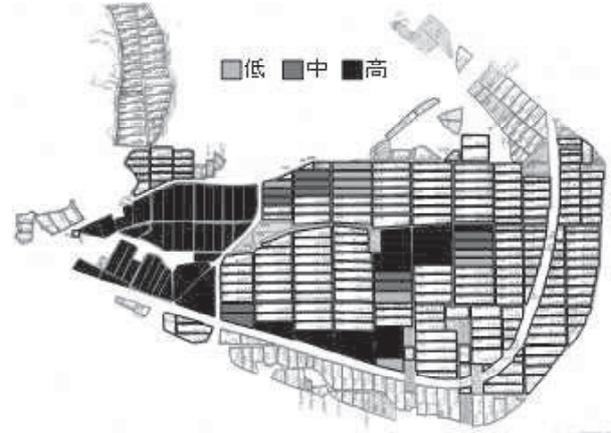


図-9 大豆地上部への泥の付着程度



図-10 葉身の巻き症状



図-11 成長点葉の枯れ



図-12 茎・葉柄の枯れ



図-13 本葉葉身の枯れ



図-14 個体全体の枯れ



図-15 大豆地上部の症状の分布

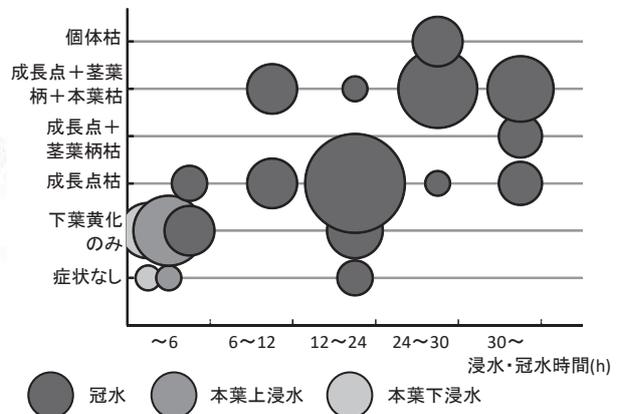


図-16 浸水・冠水状況と大豆地上部の症状 (注) 凡例の円の大きさが4筆を示す。

## 【大豆の症状とその後の生育の関係】

[要約] 冠水被害後の大豆は豪雨 5 日後頃から生育が回復し始め、成長点葉の枯れや茎・葉柄の枯れが見られたほ場でも新たに最上位葉が展開し、分枝の発生が見られた。豪雨 4 日後の調査で茎・葉柄枯れ以上の症状が見られたほ場では枯死個体の割合が高くなる傾向であった。また、24 時間以上冠水したほ場で開花や着莢の遅れが認められた。

- (1) 冠水被害後の大豆は豪雨 5 日後頃から生育が回復し始め、成長点葉の枯れや茎・葉柄の枯れが見られたほ場でも新たに最上位葉が展開し、分枝の発生が見られた(図-17)。
- (2) 豪雨 11 日後(8 月 3 日)の調査で 50%以上の個体が枯死したほ場が 22 筆あった。枯死個体の割合が高いほ場は、7 月 27 日の調査で茎・葉柄枯れ以上の症状が見られたほ場であり、それらは 24 時間以上冠水したほ場が多かった(図-7、12、15、18、19)。
- (3) 8 月 3 日(この地域は 6 月末までに播種した大豆がおおむねこの時期に開花期になる)の調査で開花していないほ場が 56 筆あり、そのほ場は 24 時間以上冠水したほ場や成長点葉の枯れ以上の症状が見られたほ場で多かった(図-20)。
- (4) 豪雨 35 日後(8 月 17 日)の調査で着莢していないほ場が 33 筆見られ、そのほ場は茎・葉柄の枯れ以上の症状が見られたほ場で多かった。24 時間以上の冠水で生育が遅れたことによるものと推察された(図-21)。
- (5) 豪雨が除草剤による雑草防除や培土の時期と重なり、十分に排水されるまでこれらの作業ができなかったため、雑草が多発したほ場が散見された。また、一部のほ場では地際や主茎節で茎疫病が発生した。

### [成果の活用上の留意点]

- (1) 調査日は、浸水・冠水後の大豆の症状が 7 月 27 日(豪雨 4 日後)、枯死個体の割合、開花した個体の割合が 8 月 3 日(豪雨 11 日後)、着莢状況が 8 月 17 日(豪雨 35 日後)である。
- (2) 枯死した個体は、成長点の本葉や分枝が新たに発生していないことを判断基準とした。
- (3) 着莢の状況は、着莢した個体が 5%以上あるほ場を着莢有とした。

[具体的なデータ]



図-17 豪雨の大豆地上部の回復

注) 同一ほ場 (ほ場番号 60) の写真であり、24 ~ 30h 冠水したほ場である。7月27日調査での症状は泥の付着高、成長点+茎・葉柄+本葉枯れである。

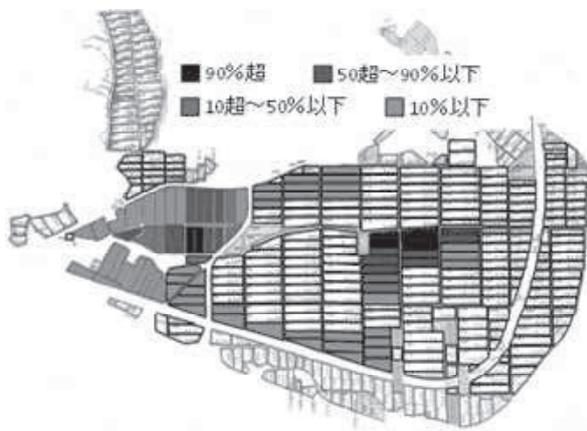


図-18 枯死した個体の割合  
(8月3日、豪雨11日後)

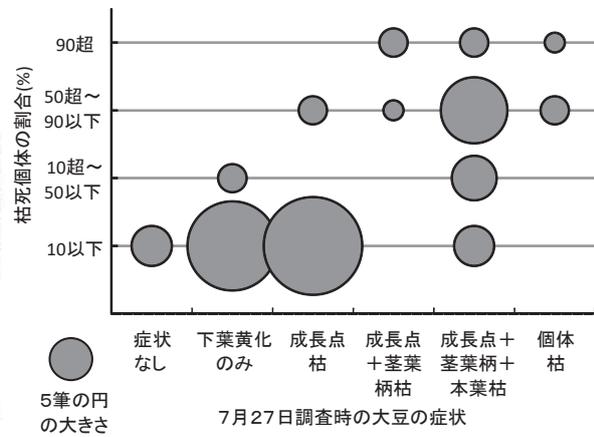


図-19 豪雨4日後の大豆の症状と  
枯死個体割合

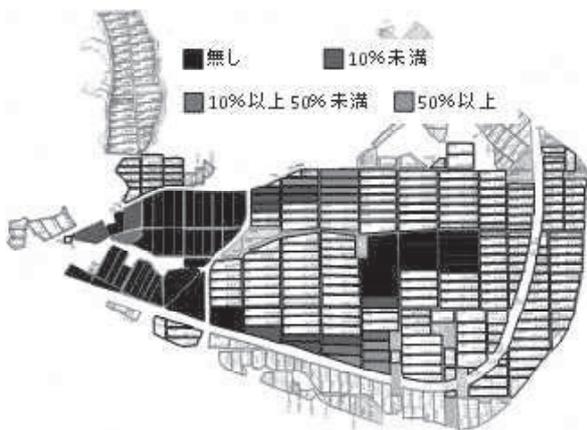


図-20 開花した個体の割合  
(8月3日、豪雨11日後)

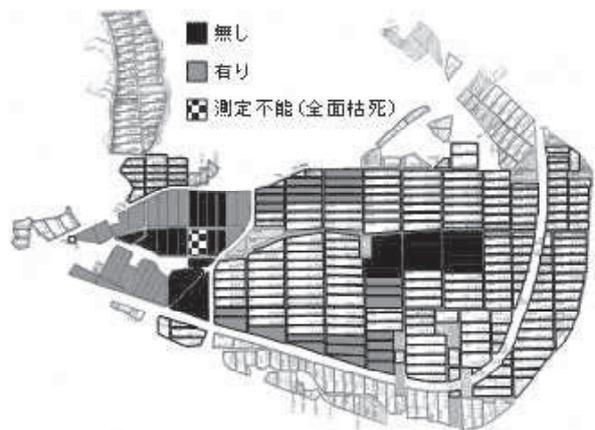


図-21 着莢の状況  
(8月17日、豪雨25日後)

## 【土壌条件が豪雨後の大豆生育に及ぼす影響】

[要約] 豪雨により冠水した転換2年目ほ場の大豆の草高は、転換初年目より長く推移した。畑転換時に補助暗渠を施工したほ場は、土壌含水比の低下が早く、乾物重が多く推移し、無施工区より収量が多かった。排水対策や転換来歴により排水性が改善され、豪雨後の湿害が軽減されたことによると推察された。

- (1) ブロック1は雄物川の越流により冠水し、冠水時間が6時間以内で、7月27日に成長点葉の枯れが見られた地帯である。ブロック2は本葉1葉まで浸水し、浸水時間が6時間以内で、下葉の黄化のみが見られた地帯である。ブロック3は大排水路からの逆流で冠水し、冠水時間が30時間超（ほ場No.3のみ24～30時間）で成長点葉の枯れが見られた地帯である（図-1、6、7、15、22、表-1）。
- (2) 豪雨後のブロック1の転換2年目ほ場の草高は、転換初年目ほ場より高く、8月17日では7月27日草高比242%と転換初年目の185%より大きかった。転換2年目ほ場は初年目より排水性が改善され、豪雨後の湿害が軽減されたものと推察された（図-23）。
- (3) ブロック2における豪雨後の土壌含水比は、カットソイラ区が低く推移した。また、カットソイラ区は草高が高く、乾物重も多く推移した。カットソイラ区の子実収量は24.6kg/aで無施工区より多かった。排水性の改善により、生育の回復が早く、収量が確保されたものと考えられた（図-24、25、表-2）。
- (4) ブロック3における豪雨後の土壌含水比は、カットソイラ区が同一土壌条件の無施工区より低く推移した。また、カットソイラ区の乾物重は豪雨後以降、同一土壌条件の無施工区より多く推移した。排水性の改善により、生育の回復が早かったものと推察された（図-26、27）。

### [成果の活用上の留意点]

- (1) 調査ほ場（ブロック）の場所は図-22の通りである。
- (2) 土壌含水比は、深さ0～10cmから採土し、乾熱法（105℃、24h）で測定した。
- (3) ブロック1、3は、9月上旬に刈り倒された（耕起対応）ため、収量データは得られなかった。

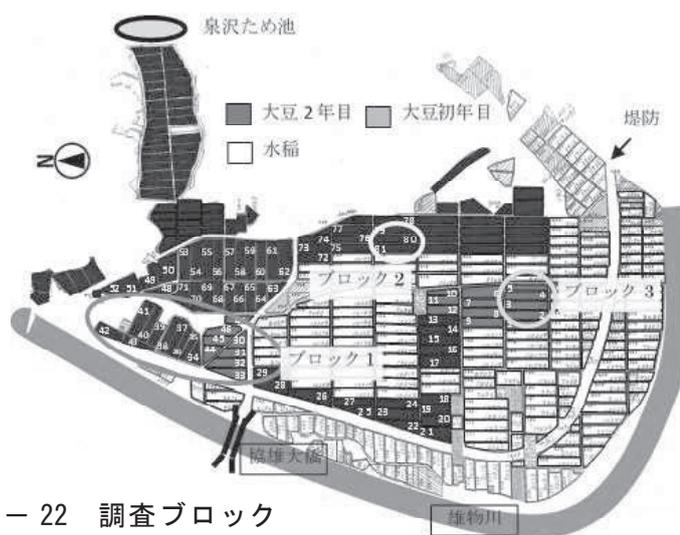
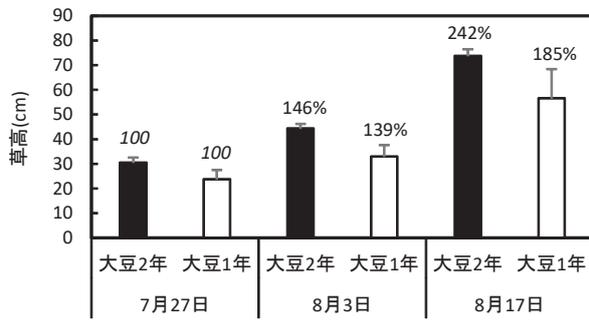


図-22 調査ブロック

表一 調査ほ場の概要

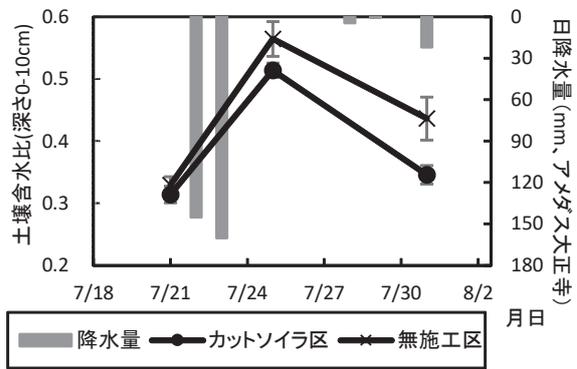
ブロック	ほ場番号	土壌	転換年数	排水対策	筆数	浸水・冠水、時間	7月27日の症状	8月3日 個死率	8月17日 着英個体率
1	34~43	細粒質	転換2年	一部明きよ	10	冠水、6時間以下	下葉黄化、成長点枯有、茎葉枯無	5%未満	5%以上
	30~33、44~46	強グライ土	転換1年	一部明きよ	7				
	80	細粒質強グライ土	転換2年	水稲収穫後カットソイラ	1				
2	81	土	転換2年	明きよ	1	冠水、24~30時間	下葉黄化、成長点枯無、茎葉枯無	10%以下	5%以上
	3	細粒質灰色低地土	転換1年	水稲収穫後カットソイラ	1	冠水、30時間超	下葉黄化、成長点枯有、茎葉枯無	10%以下	5%以上
3	2	細粒質強グライ土	転換1年	—	1	冠水、30時間超	下葉黄化、成長点枯有、茎葉枯無	50~90%	5%以上
	4	細粒質強グライ土	転換1年	水稲収穫翌年春カットソイラ	1	冠水、30時間超	下葉黄化、成長点枯有、茎葉枯無	50~90%	5%以上
	5	土	転換1年	明きよ	1	冠水、30時間超	下葉黄化、成長点枯有、茎葉枯無	50~90%	5%以上

注) カットソイラは有材補助暗渠施工装置で、稲わらを疎水剤としてほ場短辺方向に10mピッチで施工した。



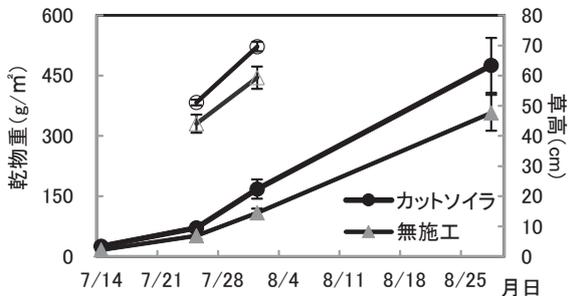
図一 23 転換来歴の異なるほ場における大豆草高の推移 (ブロック1)

注1) 大豆2年は10筆 (ほ場番号34~43)、大豆1年は7筆 (ほ場番号30~33、44~46) である  
注2) 図中の数字は処理区それぞれの7月27日のデータを100としたときの比率である



図一 24 豪雨前後の土壌含水比の推移 (ブロック2)

注1) 7月31日は降雨前に土壌を採取した。

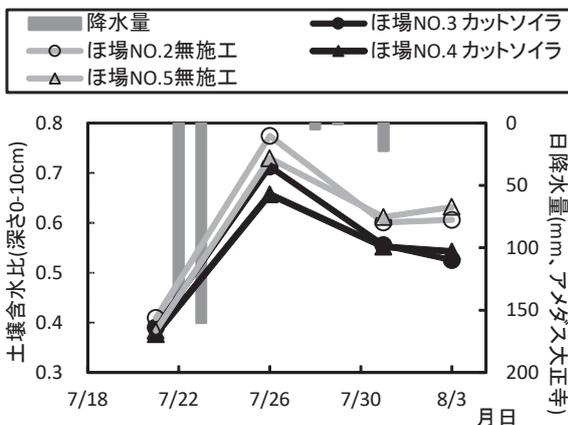


図一 25 ブロック2における乾物重および草高の推移 (白抜きが草高、n=4)

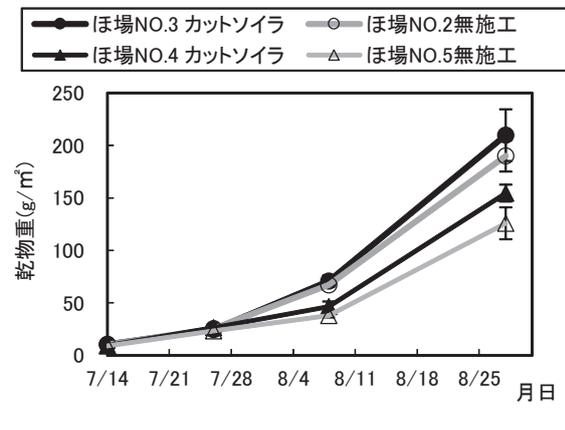
表一 2 ブロック2における収量及び収量構成要素

試験区	収穫本数	全刈り粗子実重	子実重	SD	英数	一英内粒数	百粒重
	本/m²	kg/a	kg/a		英/m²	粒/英	g
カットソイラ	13.5	22.7	24.6	1.4	563	1.72	29.7
無施工	11.0	17.0	18.0	2.2	456	1.63	29.9

注1) 子実重は坪刈りにより得られた粗子実から著しい病虫害粒および障害粒を取り除き、5.5mm篩で調整し、水分15%に換算した値。  
注2) 粗子実収量は坪刈りもしくは汎用コンバイン (K社ARH430型) で全刈り収穫した粗子実を水分15%に換算した値。



図一 26 豪雨前後の土壌含水比の推移



図一 27 ブロック3における乾物重の推移 (n=4)

## 【冠水による大豆葉身への泥の付着がその後の生育に及ぼす影響】

[要約] 大豆本葉 3～4 葉期の冠水による大豆葉身への泥の付着は、冠水後約 1 か月間の草丈・主茎節数・分枝数に影響しなかった。葉身への泥の付着は、冠水約 1 か月後の乾物重に影響しなかったが、冠水後に展開した葉身の窒素濃度は低下した。

[ねらい]

大豆における冠水の影響については、冠水時間や生育ステージの違いに関する報告は多いが、冠水による泥の付着がその後の生育に及ぼす影響については知見が少ない。このため、7月22～23日の大雨による堤防からの越水で冠水被害を受けた大豆ほ場において、泥の付着がその後の生育に及ぼす影響について検討した。

[技術の内容・特徴]

- (1) 調査ほ場は、7月23日午前11時30分頃から浸水が始まり、7月24日まで30時間以上冠水した。7月25日午前10時の時点で畦間等に停滞水はみられなかった。
- (2) 冠水後の7月27日における大豆の平均葉数は本葉 3.6 葉であり、泥の付着は葉身の緑色が僅かに見える程度で、泥の付着による葉巻や展開葉の枯死はみられなかった(図-28)。また、冠水により1茎当たり平均 0.5～0.6 本の葉柄が折れた状態であった。
- (3) 調査区は、①全ての本葉(子葉、初生葉は除く)に付着した泥を洗い流した(全区)、②本葉の半分(上位節側の本葉(2節分程度))について付着した泥を洗い流した(半区)、③無処理区(無区)の3区を設け、各区 1.8 m×1 条×5 反復とした(図-29)。生育調査は7月27日、8月3、14、25日に実施し、乾物重および窒素濃度は8月25日に試料を採取し測定した。
- (4) 冠水後約1か月間の草丈、主茎節数、分枝数は、いずれの区も同様に推移した(図-30)。また、各処理区の開花期は8月9～10日であり、違いはみられなかった。
- (5) 冠水約1か月後(8月25日)における各区の乾物重は同等であり、葉身への泥付着による影響は認められなかった(図-31)。また、葉身の窒素濃度は、冠水時に展開していた本葉4葉以下では泥付着による影響はみられなかったが、冠水後に展開した本葉5葉以上では無区に比べ全区が高かった(図-32)。

[成果の活用上の留意点]

- (1) 調査ほ場は、大仙市協和町の灰色低地土の1 ha ほ場で、本暗渠6本、ほ場周囲に額縁明渠、2016年10月7日に有材補助暗渠施工装置「カットソイラ」を5mピッチで短辺施工したほ場である。
- (2) 供試品種はリュウホウで、6月24日に畦幅 66 cm×株間 12.5 cm×2粒(播種量 0.83kg/a)で播種(前作: 水稲、基肥: 無し)した。
- (3) 葉身に付着した泥は、7月27日に水を含ませたスポンジで洗い流した。
- (4) 冠水被害により栽培継続を断念したため、8月25日以降のデータは無い。

[具体的なデータ]



図-28 調査ほ場における大豆への泥の付着状況 (2017年7月27日)

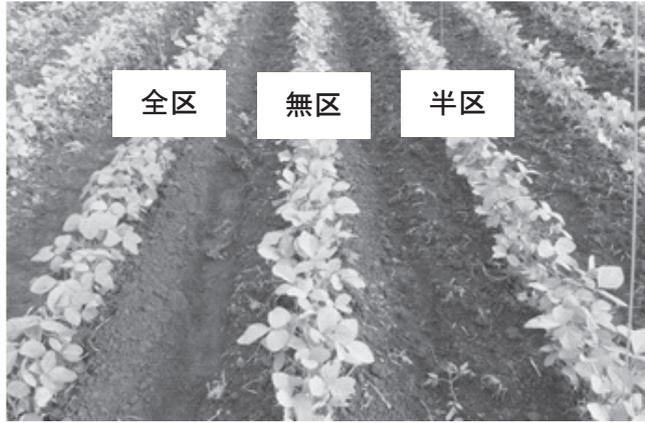


図-29 泥を洗い流した直後の試験区の状況 (2017年7月27日)

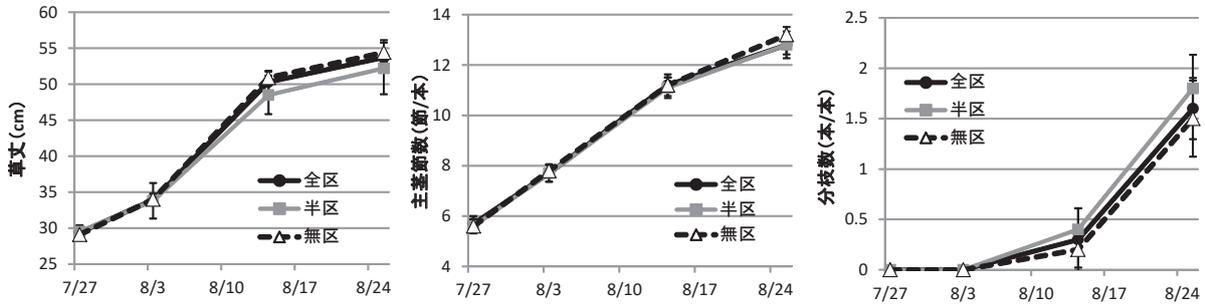


図-30 冠水ほ場における大豆生育の推移 (左: 草丈、中: 主茎節数、右: 分枝数)

注1) 図中のバーは標準偏差を示す。

注2) 7月27日、8月3日、14日は連続10株を調査、8月25日は各区1.2mから大豆を採取 (20個体程度) し、その中から生育中庸な10個体を調査した。

注3) 草丈は7月27日、8月3日、14日は地際から計測、8月25日は子葉節から計測した。

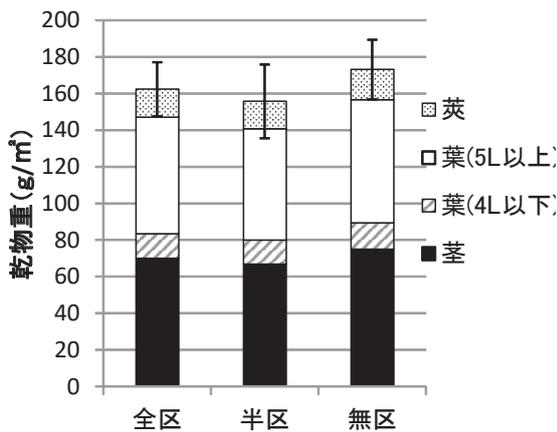


図-31 冠水約1か月後 (8月25日) の乾物重

注1) 各区1.2mから大豆を採取 (20個体程度) し、その内の生育中庸な10個体の値。

注2) 乾物重は80℃で48時間乾燥。

注3) 図中のバーは、乾物重の合計値に対する標準偏差を示す。

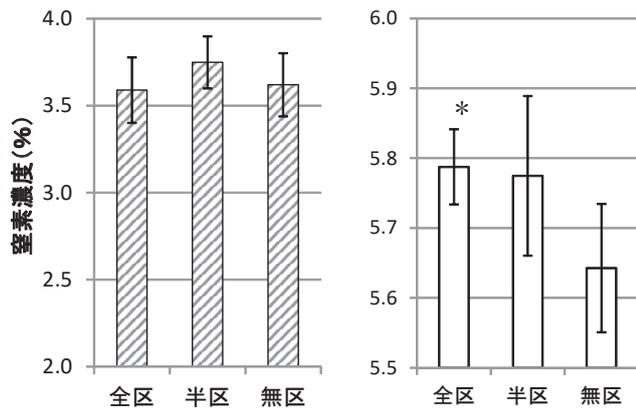


図-32 冠水約1か月後 (8月25日) の葉身の窒素濃度 (左: 本葉4葉以下、右: 本葉5葉以上)

注1) 各区1.2mから大豆を採取 (20個体程度) し、その内の生育中庸な10個体の値。

注2) 図中のバーは標準偏差を示す。

注3) \*は無区に比べ5%水準で有意差有り。(Dunnnett検定)



## VIII 参 考 资 料

# 1 各種統計

## (1)市町村別生産状況

単位:ha、kg/10a、t

区 分	平成 29 年			平成 30 年			令和 元 年		
	作付面積	単 収	収穫量	作付面積	単 収	収穫量	作付面積	単 収	収穫量
県 合 計	8,720	120	10,500	8,470	122	10,300	8,560	162	13,900
秋 田 市	475	120	572	463	138	641	482	194	937
能 代 市	804	140	1,120	777	127	983	775	174	1,350
横 手 市	848	140	1,190	794	159	1,260	811	163	1,320
大 館 市	256	73	187	251	74	186	282	90	253
男 鹿 市	286	153	438	250	102	254	300	171	512
湯 沢 市	528	94	496	538	112	601	557	130	725
鹿 角 市	170	23	40	166	62	103	199	133	264
由利本荘市	274	72	198	229	78	178	229	119	272
潟 上 市	415	140	582	399	107	427	369	192	707
大 仙 市	1,220	150	1,820	1,230	180	2,220	1,260	199	2,510
北 秋 田 市	493	62	306	527	68	358	562	64	361
に か ほ 市	190	71	135	161	68	109	152	115	175
仙 北 市	224	101	227	185	123	228	193	155	299
小 坂 町	77	36	28	113	41	46	75	70	53
上小阿仁村	x	x	x	x	x	x	x	x	x
藤 里 町	25	104	26	25	83	21	16	94	15
三 種 町	862	109	941	813	85	695	808	155	1,250
八 峰 町	216	98	211	221	72	160	209	158	330
五 城 目 町	67	112	75	56	71	40	61	174	106
八 郎 潟 町	61	107	65	39	85	33	85	147	125
井 川 町	31	135	42	28	74	21	28	150	42
大 潟 村	450	151	678	422	107	450	341	251	856
美 郷 町	547	169	927	583	183	1,070	591	209	1,240
羽 後 町	190	98	185	173	124	215	158	130	205
東 成 瀬 村	x	x	x	x	x	x	x	x	x

単位:ha、kg/10a、t

区 分	令和 2 年			令和 3 年			令和 4 年		
	作付面積	単 収	収穫量	作付面積	単 収	収穫量	作付面積	単 収	収穫量
県 合 計	8,650	100	8,650	8,820	158	13,900	9,420	122	11,500
秋 田 市	472	109	514	488	170	829	588	145	853
能 代 市	805	64	515	807	176	1,420	833	117	975
横 手 市	853	114	972	850	180	1,530	933	141	1,320
大 館 市	289	64	185	296	73	215	333	70	233
男 鹿 市	224	135	302	273	161	439	278	120	334
湯 沢 市	624	75	468	710	121	856	748	93	696
鹿 角 市	232	56	130	253	73	186	290	60	174
由利本荘市	233	49	114	221	90	200	184	89	164
潟 上 市	357	164	585	358	249	893	344	130	447
大 仙 市	1300	143	1,860	1,340	214	2,860	1,450	188	2,730
北 秋 田 市	563	41	231	536	55	297	587	30	176
に か ほ 市	158	32	51	148	33	49	153	77	118
仙 北 市	173	93	161	167	124	207	184	110	202
小 坂 町	75	16	12	x	x	x	x	x	x
上小阿仁村	x	x	x	x	x	x	x	x	x
藤 里 町	17	47	8	15	40	6	11	45	5
三 種 町	827	78	645	781	156	1,220	762	94	716
八 峰 町	208	61	127	205	100	205	205	82	168
五 城 目 町	62	89	55	65	120	78	62	45	28
八 郎 潟 町	56	150	84	55	205	113	67	107	72
井 川 町	35	131	46	44	145	64	56	109	61
大 潟 村	333	202	673	344	199	684	347	152	527
美 郷 町	553	138	763	581	223	1290	687	175	1200
羽 後 町	173	79	137	189	133	252	220	120	264
東 成 瀬 村	x	x	x	x	x	x	x	x	x

資料:東北農政局秋田県拠点

(2) 面積、10a当たり収量、収穫量の推移

ア 全国の年次別の推移

年次	面積 (ha)	10a当たり収量 (kg)	平年収量 (kg)	収穫量 (t)	作況指数
平成5年	87,400	115	175	100,600	66
平成6年	60,900	162	171	98,800	95
平成7年	68,600	173	173	119,000	100
平成8年	81,800	181	173	148,100	105
平成9年	83,200	174	175	144,600	99
平成10年	109,100	145	178	158,000	81
平成11年	108,200	173	178	187,200	97
平成12年	122,500	192	177	235,000	108
平成13年	143,900	189	182	271,400	104
平成14年	149,900	180	178	270,200	101
平成15年	151,900	153	181	232,200	85
平成16年	136,800	119	175	163,200	68
平成17年	134,000	168	170	225,000	99
平成18年	142,100	161	176	229,200	91
平成19年	138,300	164	169	226,700	97
平成20年	147,100	178	164	261,700	109
平成21年	145,400	158	164	229,900	95
平成22年	137,700	162	162	222,500	100
平成23年	136,700	160	166	218,800	96
平成24年	131,100	180	171	235,900	105
平成25年	128,800	155	171	199,900	91
平成26年	131,600	176	169	231,800	104
平成27年	142,000	171	172	243,100	99
平成28年	150,000	159	173	238,000	92
平成29年	150,200	168	166	253,000	101
平成30年	146,600	144	167	211,300	86
令和元年	143,500	152	166	217,800	92
令和2年	141,700	154	161	218,900	96
令和3年	146,200	169	161	246,500	105
令和4年	151,600	160	160	242,800	100

資料：農林水産省

イ 秋田県の年次別の推移

年次	面積 (ha)	全国順位	10a当たり収量 (kg)	全国順位	収穫量 (t)	全国順位
平成5年	5,320	2	150	3	7,980	2
平成6年	3,250	6	169	11	5,490	4
平成7年	3,330	5	171	15	5,690	3
平成8年	3,960	3	200	8	7,920	4
平成9年	3,750	4	190	7	7,130	3
平成10年	5,270	4	145	17	7,640	4
平成11年	4,970	6	208	2	10,300	2
平成12年	5,810	6	210	5	12,200	6
平成13年	7,720	6	189	11	14,600	7
平成14年	8,410	6	127	39	10,700	8
平成15年	9,700	3	165	8	16,000	2
平成16年	8,380	3	81	32	6,790	8
平成17年	7,820	3	164	10	12,800	5
平成18年	7,910	4	170	4	13,400	2
平成19年	8,130	3	149	18	12,100	5
平成20年	10,400	3	160	15	16,600	5
平成21年	10,100	3	127	32	12,800	5
平成22年	8,420	3	102	38	8,590	6
平成23年	8,120	5	124	23	10,100	5
平成24年	7,620	5	124	34	9,450	6
平成25年	7,410	5	112	31	8,300	6
平成26年	7,300	5	132	28	9,640	5
平成27年	7,900	5	166	8	13,100	4
平成28年	8,480	3	150	10	12,700	3
平成29年	8,720	3	120	22	10,500	5
平成30年	8,470	3	150	7	10,300	5
令和元年	8,560	3	162	4	13,900	3
令和2年	8,650	3	100	27	8,650	5
令和3年	8,820	3	158	6	13,900	3
令和4年	9,420	3	122	19	11,500	3

資料：農林水産省

ウ 全国および東北各県の10a当たり収量、平年収量、作況指数の推移

(ア) 10a当たり収量

単位: kg/10a

	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	元	2	3	4
秋田県	127	165	81	164	170	149	160	127	102	124	124	112	132	166	150	120	122	162	100	158	122
全国	180	153	119	168	161	164	178	158	162	160	180	155	176	171	157	168	144	152	154	169	160
東北	134	145	111	148	140	137	145	137	128	136	153	120	155	158	151	129	132	148	133	169	122
青森県	141	128	116	138	153	150	143	121	142	140	141	102	133	162	150	127	107	161	125	162	82
岩手県	141	117	101	109	128	99	128	123	103	121	121	98	136	153	132	116	136	147	131	147	121
宮城県	156	136	140	166	134	147	139	157	161	166	202	148	193	161	163	139	150	137	174	202	133
山形県	104	167	102	139	132	126	146	135	120	108	154	110	155	147	152	145	128	155	115	154	140
福島県	135	127	132	140	104	129	147	146	106	140	128	126	132	128	129	113	133	99	121	129	130

(イ) 10a当たり平年収量

単位: kg/10a

	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	元	2	3	4
秋田県	192	186	179	167	171	163	155	153	153	140	145	137	127	124	124	128	130	130	137	137	142
全国	178	181	175	170	176	169	164	164	162	166	171	171	169	172	173	166	167	166	161	161	160
東北	162	167	162	154	154	149	142	139	140	137	140	140	136	140	141	142	143	142	142	144	147
青森県	173	170	165	157	153	147	142	140	136	139	143	143	137	135	135	142	139	132	136	140	146
岩手県	152	151	147	140	137	131	119	117	116	113	117	119	113	119	121	126	128	131	136	139	142
宮城県	143	148	147	147	153	152	148	144	144	149	154	154	156	165	168	166	164	161	150	155	155
山形県	191	191	184	169	160	149	134	129	136	130	130	132	127	133	133	137	142	146	146	146	146
福島県	127	128	127	127	132	132	133	133	135	131	132	130	134	134	131	129	129	129	126	125	124

注: 平成13年産までは平年収量、平成14年産より10a当たり平均収量(過去7年の実績のうち、最高・最低を除いた5カ年の平均値)を用いる  
資料: 東北農政局秋田県拠点

## (ウ) 作況指数

	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	元	2	3	4
秋田県	66	89	45	98	99	91	103	83	67	89	86	82	104	134	121	94	94	125	73	115	86
全国	101	85	68	99	91	97	109	95	100	96	105	91	104	99	91	101	86	92	96	105	100
東北	83	87	69	96	91	92	102	99	91	99	109	86	114	113	107	91	92	104	94	117	83
青森県	82	75	70	88	100	102	101	86	104	101	99	71	97	120	111	89	77	122	92	116	56
岩手県	93	77	69	78	93	76	108	105	89	107	103	82	120	129	109	92	106	112	96	106	85
宮城県	109	92	95	113	86	97	94	109	112	111	131	96	124	98	97	84	91	85	116	130	86
山形県	54	87	55	82	83	85	109	105	88	83	118	83	122	111	114	106	90	106	79	105	96
福島県	106	99	104	110	79	98	111	110	79	107	97	97	99	96	98	88	103	77	96	103	105

注：平成13年産までは平年収量、平成14年産より10a当たり平均収量(過去7年の実績のうち、最高・最低を除いた5カ年の平均値)を用いる

(3)大豆の生産費  
了 10a当たり生産費

区分 年次	費用													費用 合計
	種苗費	肥料費	農薬費	光熱 動力費	その他 諸材料費	土地改良 及び 水利費	賃借料 及び料金	物件税 及び公課 諸負担	建物費	自動車費	農機具費	生産 管理費	労働費	
秋田県	2,921	5,922	4,779	2,074	40	2,222	8,694	737	667	1,594	8,916	204	15,080	53,850
	2,732	5,262	5,526	1,779	159	2,439	9,597	609	658	1,017	8,326	291	13,237	51,632
	2,250	5,618	5,411	2,212	66	2,307	8,699	568	682	1,176	6,704	260	13,391	49,344
	2,348	4,827	4,647	1,988	83	2,497	8,178	714	690	1,281	7,179	166	14,013	48,611
	2,240	4,934	3,620	2,189	144	2,569	6,831	689	920	1,468	7,257	359	14,952	48,172
全国	3,945	5,800	6,242	2,582	221	1,352	8,611	1,204	1,151	1,637	10,946	314	10,179	54,184
	3,896	6,243	6,506	2,207	231	1,547	8,525	1,123	1,183	1,415	11,487	319	10,906	55,588
	3,910	6,019	5,871	2,511	188	1,544	7,982	1,157	976	1,443	11,565	267	11,317	54,750
	3,677	5,462	5,796	2,320	210	1,555	7,761	1,187	1,266	1,325	10,620	288	10,430	51,897
	3,615	5,064	5,549	2,024	156	1,654	8,553	1,216	1,243	1,330	10,354	311	10,980	52,049
東北	2,721	6,481	5,861	2,161	10	1,861	10,722	722	693	2,189	8,677	169	11,891	54,158
	2,597	6,445	6,219	1,907	15	1,990	9,608	712	811	2,034	9,192	159	12,774	54,463
	2,342	5,957	5,470	2,199	12	2,007	10,413	894	972	2,107	9,248	153	12,772	54,546
	2,749	4,886	4,534	1,810	1	2,573	9,749	870	806	1,361	6,918	190	11,446	47,893
	2,516	5,788	4,402	1,619	1	2,802	12,418	1,058	1,081	1,230	8,141	184	12,415	53,655

区分 年次	副産物 価格	生産費(副 産物価格 引き)	支払 利子	支払 地代	支払利子 地代算入 生産費	自己資本 利子	自作地 地代	全算入 生産費
	40	51,592	247	7,279	59,118	2,019	10,052	71,189
	39	49,305	337	7,961	57,603	1,363	10,694	69,660
	180	48,431	243	8,241	56,915	1,469	11,995	70,379
	134	48,038	166	6,724	54,928	1,241	14,453	70,622
全国	199	53,985	205	3,961	58,151	1,783	5,671	65,605
	462	55,126	309	4,150	59,585	1,739	5,871	67,195
	198	54,552	182	4,094	58,828	1,864	5,916	66,608
	134	51,763	228	4,380	56,371	1,802	6,038	64,211
	206	51,843	258	4,439	56,540	1,853	5,883	64,276
東北	70	54,088	103	7,849	62,040	1,644	6,507	70,191
	95	54,368	375	8,783	63,526	1,609	6,429	71,564
	117	54,429	133	8,832	63,394	1,685	7,447	72,526
	99	47,794	220	8,349	56,363	1,547	8,262	66,172
	290	53,365	200	6,789	60,354	1,999	7,662	70,015

資料：農林水産省統計部「農業経営統計調査農産物生産費統計」

注：秋田県の数値は、目標精度設定を可能とする調査対象数を確保していないことから、事例である(平成29年以降はデータなし)。

イ 生産概況、収益性及び労働時間

区分 年次	費目	調査作物 作付面積	主産物収量	収益性			労働時間	
				粗収益	所得	家族労働 報酬	合計	直接計
秋田県	平成 28	230.4	204	26,304	△ 20,079	△ 37,232	11.41	11.11
	27	283.6	181	22,609	△ 25,615	△ 37,686	10.62	10.34
	26	274.1	150	19,893	△ 27,367	△ 39,424	11.31	10.99
	25	257.1	129	16,861	△ 28,779	△ 42,243	10.77	10.53
	24	262.3	140	10,783	△ 31,751	△ 47,445	12.11	11.84
全国	3	449.4	218	33,681	△ 15,968	△ 23,422	6.07	5.75
	2	417.7	206	32,980	△ 17,668	△ 25,278	6.40	6.14
	元	409.7	195	30,163	△ 19,384	△ 27,164	6.87	6.53
	30	395.4	178	24,296	△ 23,116	△ 30,956	6.39	6.04
	29	365.8	201	24,398	△ 22,668	△ 30,404	6.91	6.58
東北	3	361.6	187	27,650	△ 24,200	△ 32,351	8.64	8.39
	2	340.1	157	25,390	△ 26,910	△ 34,948	9.31	9.00
	元	292.4	176	24,218	△ 28,081	△ 37,213	9.34	8.88
	30	280.1	132	15,662	△ 30,938	△ 40,747	8.19	7.99
	29	212.6	141	17,000	△ 32,903	△ 42,564	8.89	8.67

資料：農林水産省統計部「農業経営統計調査農産物生産費統計」

注：秋田県の数値は、目標精度設定を可能とする調査対象数を確保していないことから、事例である（平成29年以降はデータなし）。

## (4)品種別作付割合の推移

	令和4年		令和3年		令和2年		令和元年	
	面積	比率	面積	比率	面積	比率	面積	比率
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
リュウホウ	9,164	97.3	8,540	96.8	8,273	95.6	8,234	96.2
すずさやか	0	0.0	45	0.5	55	0.6	55	0.6
秋試緑1号	0	0.0	0	0.0	0	0.0	25	0.3
あきたみどり	0	0.0	20	0.2	64	0.7	49	0.6
その他	256	2.7	215	2.4	258	3.1	197	2.3
合計	9,420	100	8,820	100.0	8,650	100	8,560	100

	平成30年		平成29年		平成28年		平成27年	
	面積	比率	面積	比率	面積	比率	面積	比率
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
リュウホウ	8,250	97.4	8,503	97.5	8,144	96.0	7,543	95.5
すずさやか	60	0.7	63	0.7	84	1.0	73	0.9
タチユタカ	0	0	0	0	1	0	0	0
秋試緑1号	25	0.3	22	0.3	27	0.3	27	0.3
あきたみどり	35	0.4	27	0.3	46	0.5	40	0.5
コスズ	0	0	0	0	63	0.7	67	0.8
その他	100	1.2	105	1.2	115	1.5	150	2.0
合計	8,470	100	8,720	100	8,480	100	7,900	100

	平成26年		平成25年		平成24年		平成23年	
	面積	比率	面積	比率	面積	比率	面積	比率
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
リュウホウ	6,957	95.3	7,232	97.6	7,391	97	7,893	97.2
すずさやか	61	0.8	75	1	118	1.5	65	0.8
タチユタカ	0	0	0	0	0	0	32	0.4
秋試緑1号	23	0.3	27	0.4	27	0.4	0	0
あきたみどり	39	0.5	15	0.2	15	0.2	0	0
コスズ	80	1.1	61	0.8	61	0.8	73	0.9
その他	140	2.0	0	0	7	0.1	57	0.7
合計	7,300	100	7,410	100	7,620	100	8,120	100

資料:水田総合利用課調べ

(5) 大豆共済の引受と支払共済金の推移

項目 年産	引受戸数	引受面積	引受収量	共済金額	共済金支払対象			支払共済金	平均被害割合		
	戸	a	kg	円	戸数	面積	共済減収量	円	戸数	面積	金額
元	5,842	183,292	2,833,177	694,128,365	695	30,624	115,021	28,180,145	11.9	16.7	4.1
2	5,535	186,674	2,883,828	706,537,860	1,124	49,996	213,410	52,285,450	20.3	26.8	7.4
3	5,215	176,219	2,682,813	622,412,616	1,748	80,388	455,668	105,714,976	33.5	45.6	17.0
4	4,246	127,142	1,871,890	421,175,250	365	16,380	40,262	9,058,950	8.6	12.9	2.2
5	2,817	80,038	1,175,329	282,098,367	599	23,313	79,983	17,836,209	21.3	29.1	6.8
6	1,344	26,628	355,269	86,330,367	114	4,173	13,990	3,399,570	8.5	15.7	3.9
7	917	22,733	322,175	78,610,700	98	3,962	21,786	3,604,368	10.7	17.4	4.6
8	867	33,808	518,203	125,405,126	104	6,125	9,735	2,355,870	12.0	18.1	1.9
9	907	31,150	461,134	112,516,696	77	5,194	17,303	4,221,932	8.5	16.7	3.8
10	1,343	69,075	1,112,695	270,384,885	602	46,652	229,690	55,814,670	44.8	67.5	20.6
11	1,404	79,813	1,266,068	288,663,504	93	8,833	15,327	3,494,556	6.6	11.1	1.2
12	2,279	160,800	2,521,570	544,659,120	247	24,795	65,433	14,133,528	10.8	15.4	2.6
13	3,425	275,671	4,256,087	940,595,227	609	58,925	175,605	38,808,705	17.8	21.4	4.1
14	4,184	347,677	5,543,093	1,252,739,018	2,440	209,977	1,795,371	397,812,513	58.3	60.4	32.4
15	5,060	487,067	7,825,838	1,721,684,360	942	115,163	282,038	57,648,360	18.6	23.6	3.3
16	5,223	472,913	7,341,382	1,563,714,366	2,969	309,889	2,813,492	552,266,452	56.8	65.5	38.3
17	4,655	474,006	7,360,801	1,531,046,608	811	92,770	242,235	50,384,880	17.4	19.6	3.3
18	4,270	491,404	7,458,695	1,551,408,560	1,116	143,072	381,560	76,991,846	26.1	29.1	5.1
19	2,515	529,494	7,845,086	1,159,284,776	720	150,854	404,052	59,433,504	28.6	28.5	5.1
20	2,765	665,155	9,571,618	1,412,537,975	333	76,303	158,861	24,263,222	12.0	11.5	1.7
21	2,711	648,051	9,232,850	1,363,584,949	986	243,118	892,238	131,638,014	36.4	37.5	9.7
22	2,296	561,655	7,624,283	1,130,306,143	1,092	253,599	1,157,293	174,773,535	47.6	45.2	15.5
23	2,076	534,958	6,834,043	1,807,236,075	970	232,871	805,924	224,665,382	46.7	43.5	12.4
24	1,760	488,257	5,783,897	1,486,556,107	644	196,497	882,832	220,675,002	36.6	40.2	14.8
25	1,684	467,921	5,207,127	1,354,990,765	567	176,822	501,442	131,260,038	34.1	37.8	9.7
26	1,495	458,880	4,624,176	1,232,029,465	228	71,241	135,960	35,605,769	15.3	15.5	2.9
27	1,418	512,986	5,178,530	1,084,560,532	91	27,851	49,058	7,277,738	6.4	5.4	0.7
28	1,408	552,906	6,008,910	1,361,577,866	257	71,188	200,572	37,767,150	18.3	12.9	2.8
29	1,311	575,009	6,577,179	1,467,622,896	392	184,368	619,278	138,738,468	29.9	32.1	9.5
30	1,151	565,215	6,535,895	1,426,971,057	366	161,278	468,540	107,294,867	31.8	28.5	7.5
元	983	379,436	4,527,066	986,640,367	102	32,138	33,814	7,405,607	10.4	8.5	0.8
2	875	344,942	4,286,802	1,031,856,092	324	151,129	457,600	108,828,448	37.0	43.8	10.5
3	754	309,358	3,669,707	778,832,732	83	28,717	84,872	13,453,659	11.0	9.3	1.7
4	708	276,708	3,626,480	785,979,993	353	171,817	206,267	587,427,548	60.9	47.8	7.8

資料：秋田県農業共済組合

## (6)大豆の検査等級格付状況

年次	収穫量 (t)	検査数量 (t)	等級割合 (%)					
			普通大豆				特定加工用大豆	
			1等	2等	3等	規格外	合格	規格外
5年	7,980	2,002	70.8	18.4	10.4	0.0	0.3	0
6年	5,490	662	57.4	30.5	11.3	0.0	0.8	0
7年	5,690	799	51.2	31.7	15.1	0.0	2.0	0
8年	7,920	1,916	67.0	21.9	9.4	0.0	1.7	0
9年	7,130	1,647	47.8	35.8	11.7	0.1	4.7	0
10年	7,640	2,275	2.0	10.2	41.2	0.0	46.6	0
11年	10,300	3,743	0.7	15.4	34.9	0.0	49.1	0
12年	12,200	5,837	15.4	27.5	39.5	0.0	17.6	0
13年	14,600	10,121	21.0	29.7	30.2	0.0	19.1	0
14年	10,700	7,161	2.0	17.4	41.4	0.0	39.1	0
15年	16,000	9,438	1.8	11.5	40.8	0.1	45.8	0
16年	7,370	2,953	1.7	9.0	19.9	0.2	69.3	0
17年	12,800	7,494	1.9	15.5	45.4	0.4	36.9	-
18年	13,400	8,973	5.0	37.9	42.0	0.4	14.7	-
19年	12,100	9,193	6.3	31.9	45.7	0.5	15.7	-
20年	16,600	14,096	8.8	43.3	33.6	0.5	13.7	-
21年	12,800	10,832	12.3	44.0	33.8	0.4	9.5	-
22年	8,590	6,672	1.2	17.5	44.2	1.9	35.1	-
23年	10,100	8,355	7.7	39.8	37.6	0.5	14.3	-
24年	9,450	8,285	3.4	15.7	46.0	1.2	33.3	0.3
25年	8,300	7,003	4.7	22.6	47.0	0.7	25.0	0.0
26年	9,640	8,366	4.5	29.8	50.0	0.7	15.0	-
27年	13,100	11,797	17.8	36.7	34.0	0.4	11.1	-
28年	12,700	11,580	4.6	30.3	47.3	0.4	17.4	0.0
29年	10,500	9,931	9.8	42.0	47.6	0.6	99.5	0.5
30年	10,300	9,653	4.5	48.2	45.6	1.7	99.9	0.1
元年	13,900	12,807	4.1	46.1	47.6	2.2	100.0	0.0
2年	8,650	8,480	2.9	26.9	67.4	2.9	99.5	0.5
3年	13,900	13,398	9.3	34.4	55.2	1.1	100.0	0.0
4年	11,500	10,653	1.9	23.6	73.1	1.4	100.0	0.0

資料:東北農政局秋田県拠点



番号	市町村	施設名称	管理運営主体	当該施設 本体の設 置年次	乾燥機						選別機						ピーニングリーナー			導入補助事業	
					平型 (台)	縦型 (台)	DS (台)	その他 (台)	設置 年次 (年)	年間 処理量 (t)	傾斜 (台)	比重 (台)	粒径 (台)	色彩 (台)	その他 (台)	設置 年次 (年)	年間 処理量 (t)	乾式 (台)	湿式 (台)		設置 年次 (年)
13	潟上市	大豆乾燥調整施設	JA秋田なまはげ	H12		1		H12	766	1	1	1	1	1		H12	766	1	H12	766	農業生産総合対策事業
14	男鹿市	ライスセンター	JA秋田なまはげ	S58				H18	100		2					H18	80				H18生産体制総合推進対策事業
15	男鹿市	ライスセンター	JA秋田なまはげ	S58			RC 増強 1	H13	350				複合 1			H13	280				H13生産体制総合推進対策事業
16	男鹿市	ライスセンター	JA秋田なまはげ	S58														1	H10		
17	五城目町	五城目カントリー	JAあきた湖東	S58		10		S58	136	3	2				H16	107	1	H13			
18	八郎潟町	八郎潟カントリー	JAあきた湖東	S54		10		S54	234	1	1				S62	208	1	H9			
19	大潟村	大潟村カントリーエレベーター	㈱大潟村カントリーエレベーター一公社	S56	1	1	6	S56	852	3	2	2	1	1	S56 H22	852	1	H22	62		
20	五城目町	五城目C E	JAあきた湖東	S57		1		S56	105	1	1	1	1		H13-16	105					H13選別機 夢プラン
21	由利本荘市	本荘カントリーエレベーター	JA秋田しんせい	H7			11	H7	210	3	1				H12	210					
22	にかほ市	西部地区カントリーエレベーター	JA秋田しんせい	H12		4		H12	258	7	1	1	1		H12	258	1	H12	20		
23	大仙市	おばこライス・大豆センター	JA秋田おばこ	H16			1	H16	263		1	1	1		H16	263					生産振興総合対策事業
24	大仙市	神岡大豆乾燥調整施設	JA秋田おばこ	H20	2			H20	117	2					H20	117	1	H20			農業生産総合対策事業
25	大仙市	(農)たねっこ	(農)たねっこ	H18			5	H18	172		1	1	1		H18	172	1	H20	60		農用地利用改善事業 夢プラン

番号	市町村	施設名称	管理運営主体	当該施設 本体の設 置年次	乾燥機						選別機						ピーンクリーナー			導入補助事業		
					平型 (台)	縦型 (台)	DS (台)	その他 (台)	設置 年次 (年)	年間 処理量 (t)	傾斜 (台)	比重 (台)	粒径 (台)	色彩 (台)	その他 (台)	設置 年次 (年)	年間 処理量 (t)	乾式 (台)	湿式 (台)		設置 年次 (年)	年間 処理量 (t)
26	大仙市	JA秋田おばこ 太田大豆施設	JA秋田おばこ	S54			10		S54	328	2		2	1		H12	328		0	-	0	新農業構造改善事業 農業生産総合対策事業
27	大仙市	(農)中仙さくら ファーム	(農)中仙さくら ファーム	H20			5		H20	191			1			H20	191		1	H20	70	農村漁村活性化
28	仙北市	(農)まめっこ角 館	(農)まめっこ角 館	S53		1			S53	108	1		1			S53	108					転作促進特別対策事業
29	仙北市	JA秋田おばこ 田沢湖大豆セン ター	JA秋田おばこ	H12			1		H12	112			1	1		H12	112					農業生産総合対策事業
30	美郷町	JA秋田おばこ 千畑大豆セン ター	JA秋田おばこ	S50			10		S50	172	1		1			H13	172					広域米生産流通総合改善事 業
31	美郷町	JA秋田おばこ 仙南大豆セン ター	JA秋田おばこ	S39		1			H16	199	1		1			H27	233					
32	美郷町	(農)六郷中央	(農)六郷中央	H20					H20	100	1					H19	140					夢プラン
33	横手市	JA秋田ふるさと 平鹿大豆セン ター	JA秋田ふるさと (平鹿)	S63					S63 H12 H14	429	6		6			S63 H13 H21	429		1	H21	20	水田農業確立対策事業 “あなたと地域の農業夢 プラン”応援事業
34	横手市	JA秋田ふるさと 大森大豆セン ター	JA秋田ふるさと (大森)	S56					S56 H13	279	1		1			S56 H13	279					水田農業確立対策事業 “あなたと地域の農業夢 プラン”応援事業
35	横手市	JA秋田ふるさと 大雄大豆セン ター	JA秋田ふるさと (大雄)	S53					S53 H13 H14	210	2		2	1		S53 H13 H14	210					水田農業確立対策事業 “あなたと地域の農業夢 プラン”応援事業
36	羽後町	JAこまち 中央大豆セン ター	JAこまち	H13		2			H13	400	3					H13	500		2	H13	500	
37	羽後町	JAうご 大豆センタ ー	JAうご	H13			1		H13	120	1		1	1		H13	120		1	H13		

資料：水田総合利用課調べ  
注：年間計画処理量90t以上の施設

### 3 その他資料

#### (1) 大豆共済の概要

##### ア 引受のしくみ

##### (ア) 加入資格

実取りを目的とした大豆を5a以上栽培している農家が加入でき、全作付耕地について申し込む。

##### (イ) 補償期間

発芽期から収穫期まで。収穫とは、適期に刈り取りして適期にほ場から搬出すること。

##### (ウ) 補償方式

加入方式	内 容	特 徴
一筆方式 (7割補償) ※R3年産で廃止	耕地一筆ごとの減収量はその耕地の基準収穫量の3割を超えるときに補償する。	耕地ごとに引き受け。
半相殺方式 (8・7・6割補償)	農家の被害耕地の減収量の合計が、その農家の基準収穫量の2割、3割、4割を超えるときに補償する。	減収量を算出する際に増収分を加味しない。
全相殺方式 (9・8・7割補償)	農家の減収量が、その農家の基準収穫量の1割、2割、3割を超えるときに補償する。 この方式は、生産量の概ね全量をJA等に出荷しており、出荷伝票等により収穫量が適性に把握できる農家が加入できる。	減収量を算出する際に増収分も加味する。
地域インデックス方式 (9・8・7割補償)	組合員ごと及び統計単位地域ごとに共済事故が発生し、且つ、その年産の統計単収が基準単収の1割、2割、3割を超えるときに補償する。	

##### (エ) 対象となる災害

風水害、干害、冷害、ひょう害、雨害湿潤害、その他気象上の原因による災害(地震、噴火を含む)、病害、虫害、鳥獣害など。

##### (オ) 基準収穫量

その年の天候が平年並みに推移し、肥培管理も普通一般に行われたとき得られる収量(平年の収穫量)。耕地ごとの基準収穫量は、土地条件、品種、過去の被害実績等をもとに決める。

注1) 全相殺方式は過去5年間の出荷実績をもとに算出する

注2) 地域インデックス方式は統計単位地域における過去5年間の統計単収を基に算出する

イ 補償額(共済金額)と共済金の支払い(半相殺方式(引受は基準収穫量の8割)の場合)  
 (ア) 共済金額(共済金の最高限度額)

$$\text{共済金額} = 1 \text{ kg 当たりの共済金額} \times \text{基準収穫量の合計} \times 8 \text{ 割}$$

※経営所得安定対策における「畑作物の直接支払交付金」の交付申請の有無により、選択できる1 kg 当たり共済金額は下記のとおり。

(表-1) 令和2年産の大豆1 kg 当たり共済金額(毎年農林水産大臣が決定・指示)

順位	1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	9位	10位
交付農業者	298	268	238	209	179	137	123	110	96	82
交付農業者以外	137	123	110	96	82					
種子用	374	337	299	262	224					

(単位:円)

(イ) 共済金の支払い

$$\text{共済金} = 1 \text{ kg 当たり共済金額} \times \{ (\text{基準収穫量} - \text{評価収量}) - (\text{基準収穫量} \times 2 \text{ 割}) \}$$

↑ 減収となる部分                      ↑ 補償とならない部分

注1) ただし、営農継続支払交付農家においては、この計算式と異なるため、詳細については農業共済組合へ問い合わせる。

注2) 転作等耕地として扱った場合の収量

転作等耕地とは、「共済事故の発生により収穫前に転作、青刈り、すき込みする耕地」のことで、転作等の直前に損害評価を行い、その時以降の天候が平年並みとした場合に、収穫を見込み得る数量をもって収量とする。

ウ 共済掛金と国庫負担

共済掛金は、次の算式で計算する。共済掛金の55%は国が負担するので、農家の負担は45%で済む。掛金率は、農林水産大臣が定める基準共済掛金率を下らない範囲内とし、一般に3年ごとに改訂される。

$$\text{共済掛金} = \text{共済金額} \times \text{掛金率}$$

(表-2) 農家負担掛金計算例(10アール当たり)

基準 収穫量	共済金額 ①	掛金率 ②	共済掛金 ③=①×②	国庫負担掛金 ④=③×55%	農家負担掛金 ⑤=③-④	賦課金 ⑥	農家負担合計 ⑦=⑤+⑥
kg	円	%	円	円	円	円	円
200	47,680	8.55	4,076	2,241	1,835	230	2,065

注1) 掛金率は、半相殺方式の県平均数値(R元~R3年産同一値)

注2) 賦課金は、県内7支所の平均数値(R2年産)

注3) 賦課金は、10ha以上作付けの場合15%の割引が適用(地域インデックス方式以外)

エ 加入申込み期限と納入期限

加入申込期限は5月25日までとなっている。納入期限は7月21日となっている。

(2) 農産物検査規格等

ア 規格

(ア) 普通大豆

	最低限度		最高限度				
	粒 度 (%)	形 質	水分 (%)	被害粒、未熟粒、異種穀粒及び異物			
				計 (%)	著しい被 害粒等 (%)	異種穀粒 (%)	異 物 (%)
1 等	70	1等標準品	15.0	15	1	0	0
2 等	70	2等標準品	15.0	20	2	1	0
3 等	70	3等標準品	15.0	30	4	2	0

規格外：1等から3等までのそれぞれの品位に適合しない大豆であって、異種穀粒及び異物が50%以上混入していないもの

(イ) 特定加工用大豆

	最低限度		最高限度				
	粒 度 (%)	形 質	水分 (%)	被害粒、未熟粒、異種穀粒及び異物			
				計 (%)	著しい被 害粒等 (%)	異種穀粒 (%)	異 物 (%)
合 格	70	標準品	15	35	5	2	0

規格外：合格の品位に適合しない大豆であって、異種穀粒及び異物が50%以上混入していないもの

(ウ) 種子大豆

	最低限度		最高限度		
	発芽率 (%)	形 質	水 分 (%)	被害粒及び未熟粒 (%)	異 物 (%)
合 格	80	合格標準品	15	10	0

附

- 1 普通大豆及び特定加工用大豆の小粒大豆の産地品種銘柄にあつては直径6.1ミリメートル（北海道で生産されたものにあつては直径6.7ミリメートル）の丸目ふるいをもって分け、極小粒大豆の産地品種銘柄にあつては直径5.5ミリメートルの丸目ふるいをもって分け、ふるいの上に残る粒の全量に対する重量比が10%未満でなければならない。
- 2 普通大豆の色の区分は、黄色、黒色、茶色及び青色とし、それぞれの色の大豆にはその色以外の色のものの粒が1等のものにあつては0%、2等のものにあつては5%、3等級のものにあつては10%を超えて混入してはならない。
- 3 特定加工用大豆の規格は、豆腐・油揚、しょうゆ、きなこ等製品の段階において、大豆の原形をとどめない用途に使用される大豆に適用する。
- 4 種子大豆には、異種穀粒及び異品種粒が混入してはならない。

## イ 定 義

(ア) 百分率：全量に対する重量比をいう。ただし、発芽率の場合を除く。

(イ) 粒 度：次の表に掲げる区分に応じ、それぞれ同表に掲げる大きさの目の丸目ふるいをもって分け、ふるいの上に残る粒の全量に対する重量比をいう。

区 分	ふるい目の大きさ(mm)	判 定 基 準
大粒大豆	7.9 (注)	各ふるいの上に残る粒の全量に対する割合が各等級とも70%以上。 ただし、小粒大豆の銘柄は6.1mm上が10%未満。極小粒大豆の銘柄は5.5mm上が10%未満。
中粒大豆	7.3	
小粒大豆	5.5	
極小粒大豆	4.9	

(注) 秋田県産以外の一部銘柄にあつては、9.1または8.5mm

(ウ) 形 質：充実度、粒形、色沢、粒ぞろい等をいう。(標準品で判断される)

(エ) 水 分：常圧加熱乾燥法のうち、105度乾燥法によるものをいう。

(オ) 被害粒：損傷を受けた粒(病害粒、虫害粒、変質粒、破碎粒、皮切れ粒、はく皮粒等)をいう。ただし、普通大豆にあつては、損傷が軽微で製品の品質に影響を及ぼさない程度のものを、特定加工用大豆にあつては製品の品質に影響を及ぼさない程度のものを除く。

(カ) 未熟粒：成熟していない粒をいう。

(キ) 著しい被害粒等：被害粒のうち著しく損傷を受けたもの及び未熟粒のうち著しく充実度が劣るものとして生産局長が定めるものをいう。

(ク) 異品種粒：その品種以外の大豆の粒をいう。

(ケ) 異種穀粒：大豆を除いた他の穀粒をいう。

(コ) 異 物：穀粒を除いた他のもの及び死豆(充実してない粉状質の粒)をいう。

(サ) 発芽率：摂氏25度で8日間以内に発芽した正常発芽粒の供試した整粒等に対する粒数歩合をいう。

(シ) 整粒等：整粒(被害粒、未熟粒、異種穀粒及び異物を除いた粒をいう。)、未熟粒及び被害粒(原形の2分の1以下の破碎粒、子葉が1枚の破碎粒及び種皮が完全に離脱したはく皮粒を除く。)をいう。

ウ 大豆の被害粒等の限界基準解説

被害粒の種類 限界基準	被害粒	著しい被害粒
病害粒 紫斑病粒・褐斑病粒および斑点粒	普通大豆：斑紋または斑点が直径2 mm（大粒大豆3 mm）以上	斑紋または斑点が粒全面の1 / 2程度以上
	特定加工用大豆：褐斑病粒にあっては、斑紋または斑点が粒全面の1 / 4程度以上のもの	
	紫斑病粒にあっては、斑紋または斑点が粒全面の1 / 2程度以上のもの	病斑または斑点が粒全面の1 / 2程度以上
虫害粒	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 食害が子葉まで達していることが認められるもの</li> <li>・ 吸汁による染み状が子葉まで達していることが認められるもの、または粒全面の染み状の大きさが直径2 mm（大粒大豆直径3 mm）以上のもの</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 食害の部分が粒全面の1 / 2程度以上</li> <li>・ 吸害による粒表面の染み状が粒全面の1 / 2程度以上</li> </ul>
変質（霜害）粒	霜害等の程度が限界基準品以上のもの	霜害等の程度が限界基準品以上のもの
破碎粒	破碎が認められるもの	破碎による欠損部分が、粒全面の1 / 2程度以上
皮切れ粒	普通大豆：皮切れ部分を合わせた長さが一筋で胴回り1 / 2程度以上で、幅2 mm（大粒大豆3 mm）以上のもの	
	特定加工用大豆：被害粒としては扱わない	
はく皮粒	普通大豆：はく皮が認められるもの	はく皮部分が粒全面の1 / 2程度以上のもの
	特定加工用大豆：はく皮部分が粒全面の1 / 2程度以上	はく皮部分が粒全面の1 / 2程度以上のもの
発芽粒		発芽またはその痕跡が認められるもの
汚損粒	指で拭って残る汚損部分（泥・草汁・複合等）が粒全面の1 / 6程度以上のもの	
しわ粒	普通大豆：しわの程度が限界基準品以上のもの	
	特定加工用大豆：被害粒として取り扱わない	

## 問い合わせ先

水田総合利用課	0 1 8 - 8 6 0 - 1 7 8 6
農業試験場	0 1 8 - 8 8 1 - 3 3 3 0
病虫害防除所	0 1 8 - 8 8 1 - 3 6 6 0

### 【執筆・編集協力者】

#### ○農業試験場

##### ・企画経営室

工藤 三之 進藤 勇人 齋藤 雅憲 石川 祐介

##### ・作物部

松本 眞一 柴田 智 平谷 朋倫

##### ・原種生産部

伊藤 千春 田中 雄輝 田口 光雄

##### ・生産環境部

佐山 玲 中川 進平 薄井 雄太 熊谷 俊彦

#### ○病虫害防除所

高橋 裕則 佐々木 理未

#### ○秋田県立大学生物資源科学部生物環境科学科（電話 018-872-1500）

佐藤 孝

#### ○水田総合利用課

松橋 文仁 沼澤 和紀 青羽 遼

---

## 大豆指導指針

令和6年3月

編集発行 秋田県農林水産部  
水田総合利用課

---

この印刷物は再生紙を使用しています。

この印刷物は、450部作成し、印刷経費は一部当たり427円です。

