

7. 種子消毒とは種適期

(1) 種子消毒

北海道で問題となる豆類の種子伝染性病害は、大豆では斑点細菌病、紫斑病、小豆では褐斑細菌病、茎腐細菌病、炭疽病、菜豆ではかさ枯病、炭疽病などがある。これらの病害に感染した種子は出芽直後から発病が多く、病徵の進展も早い。また、一次伝染源となり他の健全株への被害も懸念される。このため、使用する種子は採種は産の健全種子を用い、は種前に殺菌剤による種子消毒を行うことが重要である。種子消毒は、栽培するほ場の作物残さ等に残る病原菌の感染や発芽に時間を要した場合のピシウム属菌などによる腐敗軽減にも有効である。

豆類は条件によってはタネバエの食害により出芽不良となり、著しい被害が生じると廃耕せざるを得ない場合もある。豆類は輪作上、小麦やてん菜の後作物となることが多く、小麦収穫後はたい肥の施用や後作緑肥、てん菜では茎葉残さのすき込み等により有機物が大量に投入される場合がある。タネバエはこれら有機物の分解臭に誘引されるため、有機物投入後はタネバエ対策が重要である。防除法としては、殺虫剤の種子塗沫、種子粉衣及び播溝施用がある。

大豆や菜豆では、ジャガイモヒゲナガアブラムシが媒介するウイルス病への対策が欠かせない。防除法としては、殺虫剤の種子塗沫、播溝施用および生育期間中の茎葉散布がある。また、金時類では、ジャガイモヒゲナガア布拉ムシが媒介する黄化病に抵抗性を有した品種が開発されており、このような品種を導入することも効果的である。

なお、タネバエやジャガイモヒゲナガア布拉ムシが媒介するウイルス病対策は、種子塗抹、種子粉衣、播溝施用および生育期間中の茎葉散布のいずれかの方法を選択もしくは併用して実施することが望ましい。

これらにより、生育本数の確保や種子伝染性病害の軽減、出芽直後の重要な病害を回避し、安定した栽培につなげる。

(2) は種適期

豆類のは種適期は、安定した出芽や晩霜の遭遇リスクから判断されるは種早限、品種の生育期間によって決まるは種晩限、登熟期間の気温等による品質や収量の安定性などを考慮し設定される。

豆類の出芽適温は、大豆で35℃前後、小豆は30℃前後、菜豆は20～30℃であり、主要な農作物の中では高温を要する。10℃程度でも出芽するが、温度が低いほど出芽までの日数を要する（表7-1）。なお、本表中の平均気温による出芽日数は、碎土性の良好な褐色火山性土での結果であり、碎土性の劣る条件では吸水時間や乾燥等により出芽日数は長くなることがある。また、低温条件で出芽に日数を要すると、タネバエやピシウム属菌などにより出芽不良の被害を受けやすくなる。そのため、目安として地温が10℃以上となってからは種を行なう。土壤水分が潤沢な場合は、は種深度2～3cmとし、覆土を厚くしない。土壤水分が少ない場合は、は種深度4～5cmとし、覆土後鎮圧を行う。

表7-1 豆類の発芽に適した温度および平均気温と発芽日数

作物名	発芽温度(℃)		平均気温別発芽日数(日)			
	適温	最低	10℃	11℃	12℃	13℃
大豆	34～36	2～4	15～20	13～16	11～14	10～13
小豆	30～33	7～8	24～27	18～22	14～18	12～14
菜豆	20～30	10～15	18～20	15～18	11～15	9～13

豆類は出芽後の降霜に対して極めて弱く、出芽期は晩霜の危険が低い時期でなければならぬ。このため、は種早限は道南～道央・上川地域では5月中旬以降、道東・道北地域では5月下旬となる。詳細は「第5章 地帯別の栽培ポイント」にて確認されたい。

は種晩限は品種の生育期間により決められる。特にコンバイン収穫の場合、良品を生産し収穫ロスを少なくするためには、初霜前に成熟期に達している必要があり、多少の低温年でも成熟期に達する時期には種する。

地域別の気象条件等を鑑みた主な技術は次のとおりである。

① 小豆

生育期間中の気温が高い道央地域では、小豆の高温登熟による濃赤粒の発生を回避するために6月には種を行うことがある。

道南地域の大納言小豆栽培では、収量と品質の安定化に向けて6月上旬～中旬には種を行うことが推奨されている（表7-2）。

十勝中央部で初霜が遅い地域における早生品種「きたろまん」、「ちはやひめ」では、6月上旬の晩播が可能である（表7-3）。

表7-2 道南地域の大納言小豆におけるは種時期別の生育、収量、外観品質および気象条件

	本試験での区分 形質項目	播種期	5月25日	早播	標播	晩播	極晩播 6月25日
				6月5日	6月15日		
農業 特性	総子実重 (kg/10a)		308	330	318	311	
	密植区総子実重対比 (%) (1.3倍密植区の標植区対比)		-	100	112	-	
	百粒重 (g)		20.8	24.1	24.8	22.3	
	規格内歩留まり (%)		82.2	93.1	92.0	90.0	
	規格内子実重 (kg/10a)		254	307	292	281	
	成熟期 (月/日)		9/15	9/25	10/4	10/7	
外観 品質	生育日数 (日)		115	114	112	106	
	登熟日数 (日)		57	58	60	60	
	検査等級		3中	3上	3中	3下	
気象 条件	種皮色 L*		28.6	29.8	31.8	30.6	
	C*		19.1	19.9	21.2	20.4	
	積算気温 (℃)		2117	2093	2067	2032	
	積算降水量 (mm) (播種期～成熟期)		467	452	406	481	

注1 早播と極晩播は平均値算出年次が異なるため参考値

注2 早播では小粒化による大納言規格内歩留まりが低下、極晩播では成熟期未達や外観品質が著しく低下した事例が認められた。

(H26～H28 道南農試ならびに道南地域現地ば場)

出典「道南地域の大納言小豆栽培における播種期の設定」(平成29年北海道指導参考事項)

表7-3 道東における小豆早生品種のは種期と栽植密度のポイント

地 域	は種期	品 種	栽植密度	標準（密度・は種期）に 対する反応	留 意 点
十勝 中央部	5月 下旬	きたろまん		1.5倍密植で成熟期前進 (1~2日)、増収。	地力の高いほ場では標植と する。
		ちはやひめ		1.5倍密植で成熟期前進 (2~3日)、増収。	-
	6月 上旬	きたろまん	標植 (16,700 本/10a) の 1.5倍程度 までの密植 (~ 25,100 本 /10a)	5月下旬は種に対し、収量・ 品質の低下は少ない。1.5 倍密植で成熟期前進。	生育量不足で減収する事例 あり。 初霜早い地域は晚播を避ける。
		ちはやひめ			生育量不足でやや減収する 事例あり。
十勝 山麓 沿海部 ・ オホーツク	5月 下旬	きたろまん		1.5倍密植で成熟期前進 (1日程度)、並~やや増収。	地力の高いほ場では標植と する。
		ちはやひめ		1.5倍密植で成熟期前進 (1日程度)、増収。	低温条件で成熟期が「きた ろまん」並に遅れる事例、 外観品質が「きたろまん」 より劣る事例（色浅）あり。
	晚播	晚播は行わない。晚霜を回避しながらできるだけは種期を早め、生育期間を確保する。			

注1) 十勝中央部：十勝川・利別川沿いの地域

注2) 出典「道東地域における小豆早生品種の密植・適期は種による安定栽培法」(H31 北海道指導参考事項)

② 金時類

近年、8月下旬～9月中旬の降水量の変動が大きく、気温も上昇していることから色流れ粒の発生リスクは高まっている。通常のは種期では収穫時期が9月上旬となるため、は種時期を6月上旬～6月下旬とし、降雨リスクが低く気温が下降する時期に成熟期を遅らせることで色流れ粒の発生リスクを低下させる方法がある。十勝地域の「大正金時」では、6月下旬には種すると成熟期が9月下旬～10月上旬となる。この場合、開花期の生育が旺盛となり、倒伏増加や成熟期の遅れなどのリスクは高まる一方、子実重や百粒重は増加し、色流れ粒の減少が期待できる（表7-4）。なお、成熟期は「秋晴れ」は「大正金時」と同等であるが、「福勝」は1～14日、「かちどき」は3～15日遅れる。このため、「福勝」「かちどき」は6月下旬のは種では成熟期未達が懸念されることから、6月中旬には種する。

表7-4 は種期が金時の生育・収量・子実品質等に与える影響（「大正金時」、十勝地域）

は種期	は種日 (月日)	成熟期 (日)	草丈 (開花期cm)	倒伏程度 0(無)～4(甚)	子実重 (kg/10a)	百粒重 (g)	色流れ粒率 (%)
標 播	5/27	9/4	32.3	1.2	237	69.0	17.3
晚 播	6/9	9/15	35.4	1.9	239	74.6	17.1
極晚播	6/23	9/26	39.4	2.4	265	78.8	11.1

※1 「気象変動に伴う金時の色流れ粒発生リスク回避にむけたは種期設定および成熟期分散（平成31年北海道指導参考事項）」から一部抜粋。

※2 2014～2018年、十勝農試場内および十勝地域の現地6カ所、各年9～16事例の平均。

③ 大豆

道央地帯では、水稻移植作業との競合回避やわい化病の被害軽減および成熟期の雨害回避をねらい、「ユキホマレ」を水稻移植後（田植え後）には種する栽培法がある（「大豆「ユキホマレ」を活用した田植え後播種栽培技術（平成16年北海道普及推進事項）」）。この場合、6月第1半旬を晩限としては種することにより、収量は5月下旬は種と同程度、成熟期は5月下旬は種の「トヨムスメ」と同程度となる（表7-5）。また、成熟期前後の気温が低くなることから、カビ粒の発生が減少する傾向にある（表7-6）。さらに出芽時期が6月中旬となり、わい化病ウイルスを媒介するジャガイモヒゲナガアブラムシの飛来ピーク（5月下旬）とずれるため、わい化病感染率も低くなる（図7-1）。一方、出芽から開花始までは気温が相対的に高くなるため主茎が長くなり、倒伏しやすい草型になる。このため、密植は避け倒伏軽減に努める。

平成20～21年に大豆の出芽率低下が問題となった。その後の調査結果では、早期は種（5月上旬）や種子殺菌剤未使用は場で出芽率低下の傾向がみられた。このことから、適期は種（5月中下旬以降）やチウラム成分の種子殺菌剤の使用が重要であることが確認された。また、「ユキホマレ」は低温下（10℃以下）において根の伸長が遅れる傾向にあるため、は種時期には特に注意が必要である。さらに、大豆にチアメトキサム水和剤を種子塗沫する場合、低温や土壤の過湿条件で出芽が遅延し、苗立枯病に罹病する危険性が高まる。このため、は種時の地温や場の土壤水分には注意が必要であり、チウラム水和剤との併用や、チアメトキサム・フルジオキソニル・メタラキシルM水和剤の使用が望ましい。

表7-5 道央における「ユキホマレ」、「トヨムスメ」のは種期と生育収量

年次	品種名	処理	は種期 月日	出芽期 月日	成熟期 月日	収量 kg/10a	百粒重 g	主茎長 cm	最下着莢 位置 cm	倒伏 角度
平成 12年	ユキホマレ	早播き	5.18	5.26	9.18	375	38.4	62.1	18.8	0
		標準播き	5.30	6.11	9.28	434	38.7	65.3	19.8	0
		田植え後	6.08	6.13	9.29	433	37.5	55.6	17.3	0
	トヨムスメ	早播き	5.18	5.26	10.02	448	38.5	66.4	21.4	なびき
		標準播き	5.30	6.11	10.05	395	36.5	70.5	25.9	なびき
		田植え後	6.08	6.13	10.09	353	36.2	65.8	20.2	なびき
平成 15年	ユキホマレ	早播き	5.13	5.24	9.23	348	39.7	40.0	9.4	0
		標準播き	5.27	6.03	9.28	377	37.7	50.9	14.1	20
		田植え後	6.05	6.10	10.04	375	36.0	55.0	14.9	33
	トヨムスメ	早播き	5.13	5.24	9.25	303	38.5	40.6	10	0
		標準播き	5.27	6.03	10.01	366	38.4	52.5	14.6	31
		田植え後	6.05	6.10	10.13	348	38.6	54.2	13.9	39

注1) 試験は北農研センター水田転換畠（札幌市羊ヶ丘）で実施 注2) 栽植密度：平成12年33300本/10a、平成15年16700本/10a

注3) 倒伏角度は垂直からの傾斜角度 注4) 出典「大豆「ユキホマレ」を活用した田植え後播種栽培技術」(H16北海道普及推進事項)

表7-6 道央における「ユキホマレ」のは種期別カビ粒発生率

年次	は種時期	成熟期 月日	成熟期前 10 日間の		カビ粒率 (%)
			降水量 (mm)	平均気温 (℃)	
平成 12 年	早播き	9.18	50	18.8	30.1
	標準播き	9.28	93	16.3	3.1
	田植え後	9.29	93	15.8	0.8
平成 15 年	早播き	9.23	41	16.4	0
	標準播き	9.28	50	14.4	0
	田植え後	10.4	91	14.3	0

注1) 試験は北農研センター水田転換畑（札幌市羊ヶ丘）で実施

注2) 平成13、14年は降水量少なくカビ粒発生なし

注3) 出典「大豆「ユキホマレ」を活用した田植え後播種栽培技術」(H16 北海道普及推進事項)

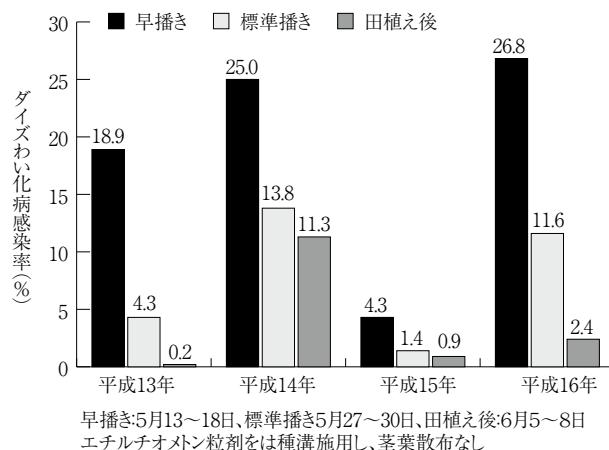


図7-1 道央における「ユキホマレ」のは種期別わい化病感染率

出展「大豆「ユキホマレ」を活用した田植え後播種栽培技術（平成16年北海道普及推進事項）」

8. 施肥量と根粒菌

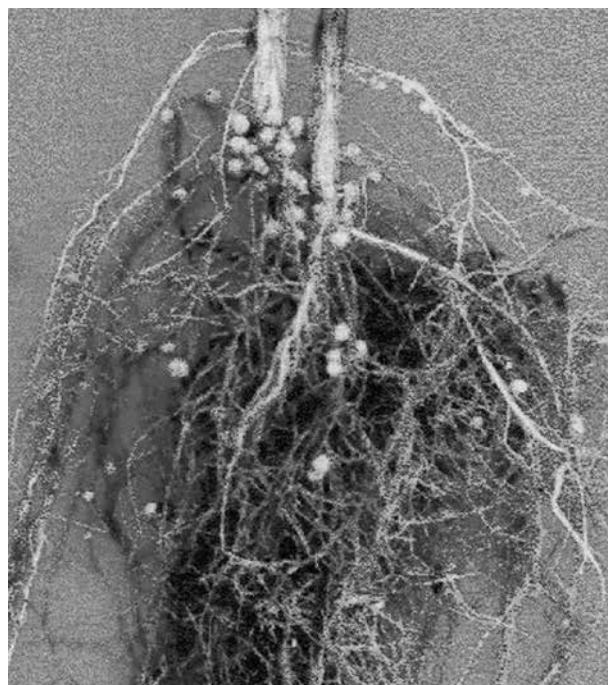
(1) 根粒菌の働き

健全に生育した豆類の根には根粒とよばれるコブがつく。根粒は根毛が変化したものであり、その中には根粒菌が生息する。豆類は根粒菌に養分を与え、根粒菌は空気中の窒素ガスをアンモニアに変えて豆類に供給する。根粒菌の行う作用を窒素固定とよぶ。豆類の窒素施肥量が他の畑作物に比べて少ないのは、根粒菌から豆類に窒素が供給されるためである。

根粒菌による窒素固定量は豆類の種類によって異なり、大豆>小豆>菜豆 の順である。窒素固定活性が低いほど、基肥や追肥で施用する窒素肥料の役割が大きくなる。大豆に比べて小豆、菜豆の方が基肥窒素が多く設定されている（表8-1）のはこのためである。十勝地方の調査事例では追肥の実施率が、菜豆>小豆>大豆 の順であった。

ある実験では、大豆で窒素1 gを固定するために、概ね4 gの炭水化物（光合成産物）が必要であると推定された。開花期以降になると炭水化物が子実生産に使われる所以、根粒菌に供給される分が減少し、窒素固定活性も低下する。この窒素固定の低下分を補うのが追肥窒素である。窒素地力が高く、豆類の生育後期に多量の窒素が供給されるほ場では追肥は不要である。

根粒菌が行う窒素固定は豆類の生産性を大きく左右する。窒素固定量が増えれば、生産性は向上する。窒素固定には多量の酸素が必要である。そのため、通気性、排水性の改良は豆類の収量向上に欠かせない。また、リン酸供給が潤沢なほ場では、初期の窒素固定活性の立ち上がりが早い。リン酸肥沃度の低いほ場や、初期生育の不良な地帶では、リン酸増肥が初期生育を向上し、収量を高める場合がある。



大豆の根粒

(2) 施肥量の決定

北海道施肥ガイドには、地帯、土壤ごとに施肥標準量が示されているので、これを参考にして施肥量を決定する（表8-1）。施肥標準量は、その地帯の標準的な窒素地力と土壤診断基準値内のリン酸、カリを有することを前提として設定されている。

- ① 窒素：豆類に対する窒素の供給源は、根粒菌からの固定窒素、施肥窒素及び土壤窒素である。豆類では窒素固定量が多いので、他の作物よりも窒素施肥量が低い。中でも根粒活性の高い大豆で施肥量が低く設定されている。
- ② リン酸：火山性土で他の土壤に比べてリン酸施肥量が多いのは、リン酸吸収係数が高く、施肥リン酸が作物に利用され難いためである。また、同じ地域区分内でも初期生育の劣る地帯を多く含む土壤区分で高く、地域区分別では同様の理由から気象条件の厳しい方が高く設定されている。

リン酸の増肥は初期生育を促進するが、必ずしも収量増に結びつかない場合がある。しかし、沿海・山麓地域の初期生育が不良となりやすいところでは、初期生育を改善することが収量安定化に欠かせない。それ故、このような地帯では施肥標準量よりさらに5kg/10a程度のリン酸増肥が有効である。

なお、アーバスキュラー菌根菌の宿主作物栽培跡およびてんさい栽培跡（茎葉全量すき込み）においては、後述するようにリン酸の減肥が可能である。

- ③ カリ：カリの施肥量も天然供給力の低い火山性土で多めに設定されている。

(3) 土壤診断の活用

前述のように施肥標準は診断基準値内の土壤を対象とする。実際の農家ほ場のリン酸、カリ肥沃度は、これまでの栽培管理、もともとの土壤の性質を反映して多種多様である。基準値からはずれる場合には、それに対応した施肥が必要である。土壤診断に基づく施肥対応の目安を表8-2に示した。大幅な減肥や増肥を行う場合には、土壤肥沃度が短い期間に変わり得るので、数年後に再度土壤診断を実施し、その結果をみながら施肥量の調整を行う。

金時類では茎折れを低減するために、図8-1のように土壤診断に基づく窒素施肥を行う。

① 土壤診断による基肥量の決定

- 施肥前に0～40cmの土壤中硝酸態窒素 (NN (kg /10a)) を測定
- 施肥前に作土の熱水抽出性窒素 (ACN (mg /100 g)) と容積量 (BD (g /cm³)) を測定

ACN は下式で0～20cm土層に含まれる半量 (ACN_t (kg /10a)) に換算する

$$ACN_t = ACN \times BD$$

↓

- 想定収量 Ya (kg /10a) を得るために必要な窒素吸収量 (N_c (kg /10a)) を算出

$$N_c = (Ya - 43) / 20$$

- この窒素吸収量を得るために必要な窒素供給量 (N_s (kg /10a)) を算出

$$N_s = (N_c - 3.53) / 0.44$$

- 必要な基肥窒素量 (N_a (kg /10a)) を算出

$$N_a = N_s - (NN + ACN_t)$$

↓

- N_a の値に応じて、以下の量を施用する

Na (kg /10a)	2未満	2～4	4以上
基肥量 (kg /10a)	2	3	4

② 土壤診断値に基づく追肥量の決定

- 必要窒素施肥量 N_a が 4kg /10a 以上の場合

↓

- 追肥量 (kg /10a) = 必要窒素施肥量 N_a - 基肥量 (4kg /10a)

③ 作物栄養診断による追肥の要否判定 (必要に応じて、次 2 点のいずれか)

- 追肥を予定していたが開花期までの生育が旺盛な場合

- 追肥を予定していなかったが開花期までの生育が劣る場合

↓

- 開花期に上位 2 葉の葉柄硝酸態窒素を測定

(葉柄 2g + イオン交換水 40mL → 磨碎・抽出後に RQ フレックスで測定)

↓

- 硝酸態窒素濃度が概ね 0.3% 以上 (乾物当たり) であれば追肥不要

図 8-1 土壤診断・作物栄養診断に基づく金時類の施用設計

金時類の茎折れリスク低減と土壤・作物栄養診断による高品質安定生産技術、平成 20 年 1 月、十勝農試

(4) 窒素追肥

① 畑土壤対応

開花期以降、子実への養分蓄積が優先されるために根粒菌への炭水化物供給量が減少し、窒素固定活性が低下する。これを補うのが窒素追肥技術である。不足分を見越して基肥を増やすことは、発芽障害を招いたり根粒の着生を抑えるなど悪影響があるので、望ましくない。追肥においても、窒素肥沃度が高いほ場では効果の低下が懸念されるため、土壤および作物栄養診断に基づく施肥対応が望ましい。豆類別の追肥の目安を表8-4に示す。虎豆は基肥を4kg/10aとし、開花盛期に4~8kg/10aの追肥を行う。作土の熱水抽出性窒素含量が5mg/100g未満のときは8kg/10a、5mg/100g以上のときは4kg/10aを目安とする。追肥の代わりに緩効性窒素肥料を用いる場合は、40日タイプと溶出時期が同等またはやや早いタイプとし、窒素は8kg/10aとする。

表8-1 施肥標準

i 小豆

(単位: kg/10a)

要素	地帯区分	基準収量	低地土	台地土	火山性土	泥炭土
窒素 (N)	全道	200~300	3	4	2	
リン酸 (P ₂ O ₅)	道南・道央(1)~(11)		10	15	12	
	オホーツク・十勝(13)~(17)		13	18	20	15
カリ (K ₂ O)	全道		7	8	10	
苦土 (MgO)	全道			3~4		

注1 根粒菌接種を励行する。

注2 追肥が必要な場合は7月中旬頃(第3本葉展開期)に窒素5kg/10a程度を施用する。

注3 初期生育確保が困難な地域ではリン酸5kg/10a程度を増肥する。

注4 施肥標準に幅がある苦土では、低地土は低い値、その他は高い値を標準量とする。

注5 「北海道施肥ガイド」から抜粋した。

ii 菜豆

(単位: kg/10a)

要素	地帯区分	基準収量	低地土	台地土	火山性土	泥炭土
窒素 (N)	全道	210~300		4		2
リン酸 (P ₂ O ₅)	道央・道南の一部(1)・(3)		9	12	15	-
	道南・道央の一部・上川(2)・(5)~(11)		10	12	15	12
	オホーツク・十勝(13)~(17)		13	15	18	15
カリ (K ₂ O)	全道		8		10	
苦土 (MgO)	全道			3~4		

注1 菜豆類に共通する基肥量を示した。基準収量はそら性菜豆(雪手亡)で示した。

注2 根粒菌接種を励行する。

注3 施肥標準に幅がある苦土では、低地土は低い値、その他は高い値を標準量とする。

注4 「北海道施肥ガイド」から抜粋した。

iii 大豆

要素	地帯区分	基準収量	低地土	台地土	火山性土	泥炭土
窒素 (N)	全道	240～320			1.5～2	
リン酸 (P ₂ O ₅)	道南・道央(1)～(11)		11	12	15	12
	オホーツク・十勝(13)～(17)		13	18	20	15
カリ (K ₂ O)	全道			8		10
苦土 (MgO)	全道				3～4	

注1 根粒菌接種を励行する。

注2 生育後半に根粒菌の活性が劣るほ場では、開花始頃に窒素 5kg/10a 程度を追肥する。

注3 初期生育確保が困難な地域ではリン酸 5kg/10a 程度を増肥する。

注4 施肥標準に幅がある場合、窒素では低地土・泥炭土は低い値、台地土・火山性土は高い値を、苦い土では低地土は低い値、その他は高い値を標準量とする。

注5 「北海道施肥ガイド」から抜粋した。

表8-2 豆類の土壤診断に基づく施肥対応

A リン酸施肥

有効態リン酸含量	低い	やや低い	基準値	やや高い	高い
(トルオーグ法) (P ₂ O ₅ mg/100g)	0～5	5～10	10～30	30～60	60～
施肥標準に対する施肥率 (%)	150	130	100	100	80

B カリ施肥

交換性カリ含量	低い	やや低い	基準値	やや高い	高い	極高い
(K ₂ O mg/100g)	0～8	8～15	15～30	30～50	50～70	70～
施肥標準に対する施肥率 (%)	150	130	100	60	30	0

C 苦土施肥

交換性苦土含量	低い	やや低い	基準値	高い
(MgO mg/100g)	0～10	10～25	25～45	45～
施肥標準に対する施肥率 (%)	150	130	100	0

注 「北海道施肥ガイド」から抜粋した。

表8-3 北海道施肥標準地帯区分

番号	地 帯 区 分	市 町 村 名
1	檜山・渡島南部および伊達市伊達区周辺	奥尻町、せたな町大成区、八雲町熊石地区、乙部町、厚沢部町、江差町、上ノ国町、松前町、福島町、知内町、木古内町、北斗市、七飯町、函館市函館地区、伊達市伊達区、壮瞥町、洞爺湖町
2	内浦湾・胆振沿海および石狩南部	函館市戸井地区、同恵山地区、同般法華地区、同南茅部地区、鹿部町、森町、八雲町八雲地区、長万部町、黒松内町、室蘭市、登別市、白老町、苫小牧市、安平町、厚真町、むかわ町、恵庭市、千歳市
3	後志羊蹄および豊浦町周辺	留寿都村、真狩村、喜茂別町、京極町、ニセコ町、俱知安町、赤井川村、豊浦町、伊達市大滝区
4	日高	日高町、平取町、新冠町、新ひだか町、浦河町、様似町、えりも町
5	檜山北部および後志北部・西部	せたな町北檜山区、同瀬棚区、今金町、島牧村、寿都町、蘭越町、岩内町、共和町、泊村、仁木町、神恵内村、古平町、余市町、積丹町、小樽市
6	石狩沿海および留萌南部	石狩市、増毛町、留萌市、小平町
7	石狩中央部および空知南部	札幌市、北広島市、江別市、新篠津村、当別町、月形町、岩見沢市、南幌町、栗山町、長沼町、由仁町
8	空知中北部	夕張市、三笠市、美唄市、芦別市、奈井江町、浦臼町、新十津川町、砂川市、上砂川町、歌志内市、赤平市、滝川市、雨竜町、妹背牛町、深川市、秩父別町、北竜町、沼田町
9	上川中南部	A = 富良野市、中富良野町、上富良野町、美瑛町、東川町、東神楽町、旭川市、鷹栖町、比布町、愛別町、当麻町。B = 南富良野町、占冠村
10	上川北部	士別市、名寄市、下川町、上川町、剣淵町、和寒町、幌加内町
11	留萌中部・上川最北部および宗谷内陸	苦前町、羽幌町、初山別村、遠別町、中川町、音威子府村、美深町、枝幸町、歌登地区、中頓別町
12	留萌北部・宗谷沿海およびオホーツク西部沿海	A = 札文町、利尻富士町、利尻町、稚内市、豊富町、天塩町、幌延町、猿払村、浜頓別町、枝幸町枝幸地区。B = 雄武町、興部町、西興部村、紋別市
13	オホーツク内陸	北見市（北見・端野・留辺蘂地区）、美幌町、津別町、訓子府町、置戸町、遠軽町、滝上町
14	オホーツク東部沿海	斜里町、清里町、小清水町、大空町、網走市、北見市常呂地区、佐呂間町、湧別町
15	十勝山麓	陸別町、足寄町、上士幌町、鹿追町、新得町
16	十勝中央部	本別町、士幌町、池田町、音更町、幕別町幕別地区、芽室町、清水町、帶広市、更別村、中札内村
17	十勝沿海および釧路の一部	広尾町、大樹町、幕別町忠類地区、豊頃町、浦幌町、釧路市音別地区、白糠町
18	根釧	A = 釧路町・厚岸町・別海町・中標津町・標津町の内陸部、釧路市阿寒地区、鶴居村、標茶町、弟子屈町。B = 釧路町・厚岸町・別海町・中標津町・標津町の内陸部を除く、釧路市釧路地区、浜中町、根室市、羅臼町

表8-4 豆類の窒素追肥の目安

種類	追肥時期（月／旬）	追肥量（窒素／10a）	備考
小豆	第3本葉展開前後	5kg程度	生育後期に窒素供給が多い場合は追肥量を減らす。
わい性菜豆	第2本葉展開～開花始め（6/下～7/上）	5kg程度（土壤・作物診断に基づく追肥判断は図7-1 ^① ）	葉落ちの悪い場合は追肥量を減らす。晩播（6/上）～極晩播（6/下）の場合は追肥を控える。 ^②
高級菜豆	手竹期（6/下～7/上）	4～6kg程度	白花豆で熱水抽出窒素が6mg/100g以下の場合は開花盛期に4kg/10aを追肥する。 ^③
虎豆 ^④	開花盛期	4～8kg程度	開花盛期追肥が困難な場合は手竹期追肥とする。
大豆	開花期始めころ（7/中～下）	5kg程度	生育後期に窒素供給が多い場合は追肥量を減らす。

沢口、昭和62年作成を改変。

* 1：金時類の茎折れリスク低減と土壤・作物栄養診断による高品質安定生産技術、平成20年1月、十勝農試

* 2：気象変動に伴う金時の色流れ粒発生リスク回避に向けた播種期設定および成熟期分散、平成31年1月、十勝農試

* 3：白花豆に対する開花盛期の窒素供給効果の実証と経済評価、平成15年1月、北見農試

* 4：虎豆の窒素施肥改善および早期収穫体系による安定生産技術、平成20年1月、北見農試

② 水田転換畠対応

(i) 根粒着生不良な場合への対応

水田転換畠では大豆初作の場合あるいは透水性が不良な場合、根粒がほとんど着生しないことがある。そのような場合には以下のように対応する（図8-2）。

道央転換畠ではとくに初作の場合注意が必要で、根粒形成期に根を掘り出して根粒着生の有無を観察する。根粒数が個体当たり10個未満であれば、それ以降も十分な根粒着生を期待できない。根粒着生不良な場合は開花期に10kg/10aの窒素を追肥する。追肥により収量向上ばかりでなく、子実タンパクの向上も得られる。

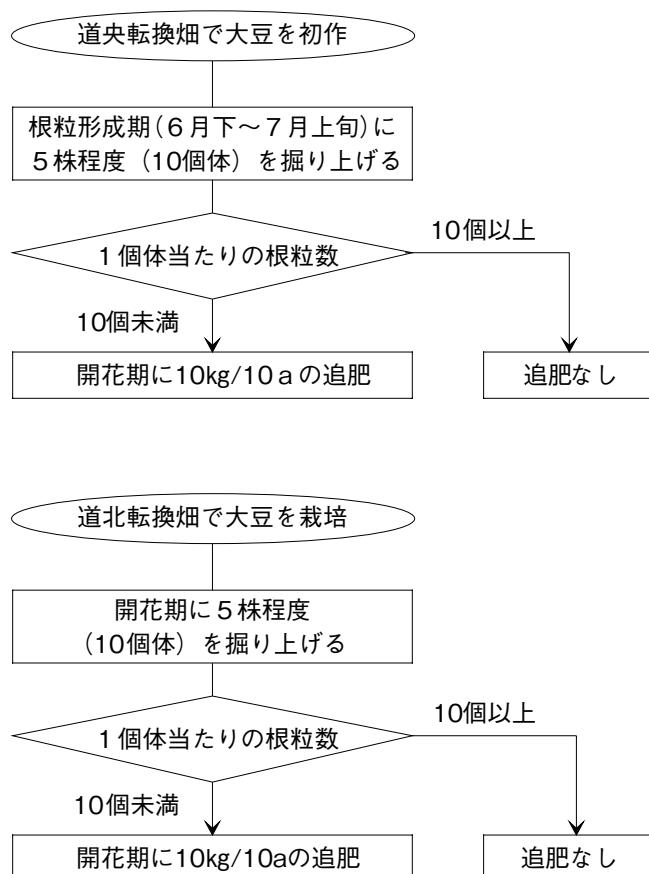


図8-2 転換畠での根粒着生不良に対応した追肥技術

道央転換畠における根粒着生不良大豆への窒素追肥による収量・品質改善、平成17年1月、中央農試

道北転換畠大豆における根粒着生不良要因と窒素追肥技術、平成18年1月、上川農試

道北転換畠では、作付前歴がある場合でも透水係数が低いほ場で根粒重が低い。根粒形成期に根粒が認められなくても開花期に根粒が着生することもあるため、開花期の根粒数が個体当たり 10 個未満であれば、開花期に 10kg /10a の窒素を追肥する。

(ii) 大豆への密植・培土・追肥技術

これまで大豆に対する密植や窒素追肥は、生育量の増大により倒伏の危険性が増すことが危惧されてきた。そこで密植、窒素追肥に培土処理を加えることで倒伏を軽減でき、大豆の生産性を向上する技術が提示された（表8-5）。具体的には 30,000 本 /10 a 程度を上限とした密植を行い、7月上旬の中耕時に 15cm 程度の培土を行うと共に、窒素 10 kg /10 a を追肥する。追肥方法としては、培土時に施肥カルチで肥効調節型肥料（80% 溶出 40 日程度のタイプ）を施用する方法と、開花期に硫安を施用する方法がある。留意点としては、後述の栽植密度の項目にあるように、地域や品種によって倒伏耐性が異なるため、地域や品種に応じて 30,000 本 /10 a を上限に、倒伏しない範囲で密植を行うことと、堆肥を多量に投入しているほ場や窒素肥沃度が旺盛なほ場に対しては、大豆の登熟遅延や環境負荷への影響が懸念されるため窒素追肥を行わないことである。

表8-5 密植・培土・追肥処理が大豆の収量品質に及ぼす影響

試験年次	土 壤 型	品 種	試 験 処 理	子実重 (kg/10 a)	左比	倒伏程度 0.4	タンパク (%)
2009	グライ低地土	トヨムスメ	無処理	417	100	3.0	41.2
			密植 + 培土時肥効調節型肥料	519	124	1.5	42.7
2010	グライ低地土	ユキホマレ	無処理	321	100	1.5	42.0
			密植 + 培土 + 開花硫安	472	147	0.5	42.9
			密植 + 培土時肥効調節型肥料	441	137	0.5	42.4
2011	低位泥炭土	ユキホマレ	無処理	302	100	1.3	41.8
			密植 + 培土 + 開花硫安	364	120	0.7	45.3
			密植 + 培土時肥効調節型肥料	344	114	0.7	45.3

注1) 肥効調節型肥料は 80% 溶出 40 日タイプを使用

道央転換畠での後作緑肥や密植・培土・追肥による大豆生産性向上技術。平成 23 年 1 月、中央農試

(iii) 後作緑肥の活用

秋まき小麦収穫後に後作緑肥を栽培して土壤へすき込むことは、土壤環境を改善し、翌年栽培する大豆への養分供給にもなる。後作緑肥としてエンバク野生種やヒマワリを栽培し土壤へすき込むことで、土壤理化学性や微生物性が改善し（表8-6）、翌年栽培した大豆の生育収量が向上する（図8-3）。具体的な方法としては、8月上旬に後作緑肥としてエンバク野生種やヒマワリを栽培し、10月上

表8-6 道央転換畠での後作緑肥の土壤環境改善効果

緑肥種類	緑肥の栽培効果による効果			
	下層土物理性改善	物理性改善	窒素放出	微生物活性
エンバク野生種	◎	◎	すき込み翌年7月 下旬以降に多く放 出	◎
ヒマワリ	○	○	すき込み翌年7月 下旬以降に多く放 出	○

注1) ◎非常に効果がある、○効果がある

注2) 微生物活性は α -グルコシダーゼ活性

道央転換畠での後作緑肥や密植・培土・追肥による大豆生産性向上技術。平成 23 年 1 月、中央農試

～中旬にストローチョッパーなどで細断後、ロータリで作土（10cm程度）すき込みを行う。下層土の土壤物理性が不良なほ場についてはエンバク野生種が適する。翌年の大豆栽培時には、生育量増大による倒伏防止のために培土処理を行うことが望ましい。留意点としては、密植・培土・

追肥技術と同様、密植を行う際には地域や品種に応じて 30,000 本 /10 a を上限に、倒伏しない範囲で密植を行う導入を控えることである。

(5) 大豆における前作物に基づくリン酸の施肥対応

大豆は、根に共生してリン酸吸收を促進するアーバスキュラー菌根菌（AM 菌）の効果が高い作物である。AM 菌と共生できる作物を宿主作物、共生できない作物を非宿主作物と呼ぶ。北海道で栽培されている畑作物や緑肥のうち非宿主作物には、アカザ科（てんさい等）、アブラナ科（ダイコン、キャベツ、カラシ等）、タデ科（そば）があり、他の大部分は宿主作物である。

宿主作物の栽培跡に大豆を作付けすると、子実収量はリン酸50%減肥まで変化しない。ただし、50%減肥では初期生育が悪い例があることから、30%減肥が可能と考えられる。てんさい以外の非宿主作物跡では、リン酸30%減肥でも標準区に対して明らかに減収するほ場が多く、リン酸減肥はできない。通常行われている茎葉をすき込んだ場合のてんさい跡に大豆を作付けした場合は、茎葉分解による養分供給が見込まれ、減収を示すほ場がなかつたことから30%減肥が可能である（図8-4）。

以上のリン酸減肥は、有効態リン酸含量が土壤診断基準値未満のほ場および大豆収量の実績が400kg/10a以上のほ場には減収のリスクがあるため適用できない（表8-7）。

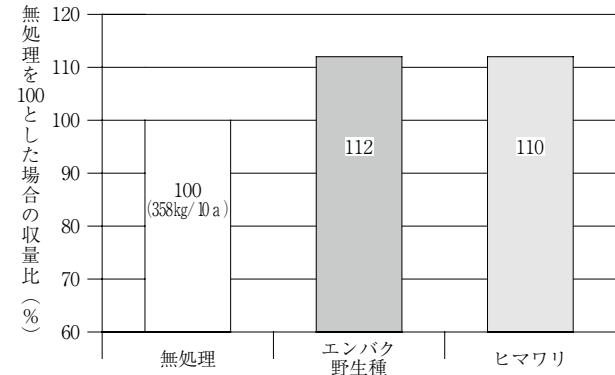


図8-3 後作緑肥のすき込みが大豆収量に与える影響

注 1) 平成 20 ~ 22 年での空知管内 11 ほ場の平均値

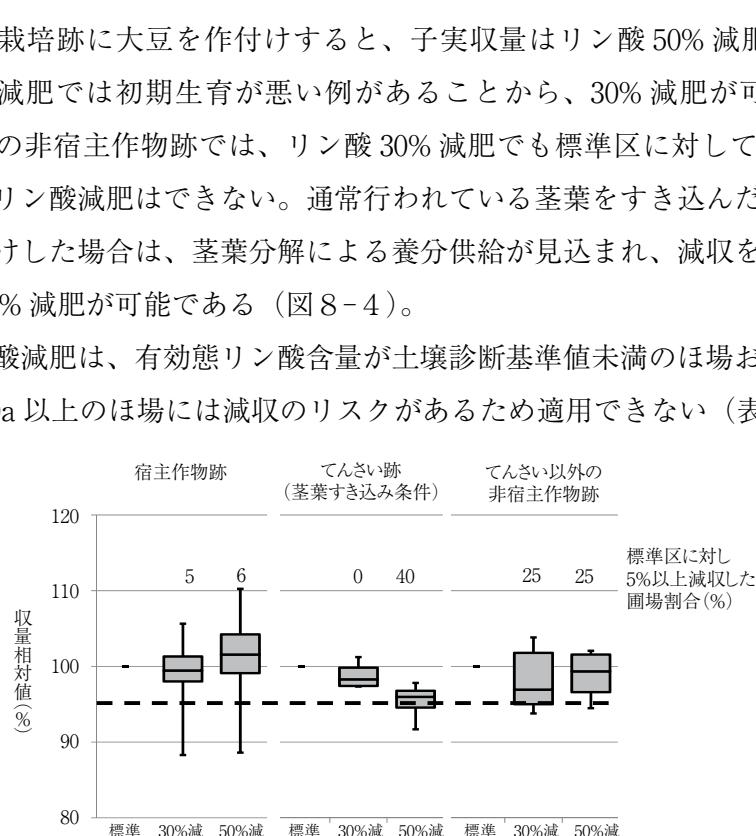


図8-4 リン酸減肥率と大豆収量相対値の関係

注1) 大豆作付けは場におけるアーバスキュラー菌根菌の感染実態と前作を考慮したリン酸減肥指針 平成26年1月、
土壌農試・中央農試・北農研センターを一部改変

表8-7 大豆における前作物に基づくリン酸施肥対応

有効態リン酸含量 (トルオーグ法) (P ₂ O ₅ mg /100 g)	低い 0～5	やや低い 5～10	基準値 10～30	やや高い 30～60	高い 60～
施肥標準に対する施肥率 (%)	150	130	70	70	60

注1) アーバスキュラー菌根菌の宿主作物跡およびてんさい栽培跡（茎葉全量すき込み）に適用する。

注2) 大豆作付け圃場におけるアーバスキュラー菌根菌の感染実態と前作を考慮したリン酸減肥指針 平成26年1月、十勝農試・中央農試・北農研センター

(6) たい肥の施用と減肥対応

① たい肥の施用量と施用時期

開花期以降に窒素供給を必要とする豆類はたい肥の効果があらわれやすい作物とされるので、その作付け前に土づくりをかねてたい肥を積極的に施用すべきである。ただし、たい肥の多量の施用は地下水の硝酸汚染の原因となる。これを避けるために、輪作内で1年当たりの平均施用量を3t /10a以下にとどめ、一回の施用量の上限を5t /10a程度とする。また、秋の葉落ちが悪いほ場、倒伏が発生するほ場では、施用量を減らすなどの工夫が必要である。

春施用の場合、ふん尿臭のあるたい肥はタネバエを誘引するので避け、完熟したもの要用いるべきである。

前年の秋に施用する場合には、地温が低下する10月中旬以降に行う。地温の高い時期に施用するとたい肥に含まれる有機態窒素が分解無機化し、融雪水で流れ去ってしまう。その分、有効成分を失うことになるうえに、流亡した窒素は地下水などの水系の汚染源となる。

② たい肥の施用に伴う減肥対応

たい肥1tには窒素5kg、リン酸5kg、カリが4kg程度含まれる。リン酸に関しては牛ふんたい肥、鶏ふんたい肥の肥効率が60%見込まれるため、たい肥1tの施用でリン酸を3kg程度減肥できる。

たい肥に含まれるカリは作物にとって肥料のカリと同様に有効である。たい肥1tの施用でカリを4kg程度減肥できる。

窒素はたい肥1tに5kg程度含まれるうち、施用当年に1kg程度が有効化され、これが減肥可能量となる。大豆では、もともと基肥の量が少ないので、たい肥を施用しても基肥を減肥せず、追肥分から減肥する。小豆、菜豆では初期生育を確保するために、基肥を最低2kg /10a程度施用する。減肥しきれなかった分は、追肥から減肥する。なお、施用当年には有効化されない窒素のうち翌年以降に有効化される分の蓄積を考慮し、たい肥連用年数に応じて減肥可能量は増加する（連用5～9年のほ場では2kg / t、10年以上では3kg / t）。

9. 栽植密度

(1) 10a当たり 8,300株 (16,600個体) 確保

豆類の最適栽植密度は8,300株/10aとされている。高温年であれば、栽植密度による収量差はあまり見られないが、低温年や生育障害を受けるような年次には密植による增收効果が見られる。

栽植密度が8,300株/10aであれば、畦幅50～75cmの間では子実重等への影響は少ない(図9-1)。しかし、畦幅が広い場合、株間が狭くなるため生育初期から株間競合により生育が劣ることがある。また、低温年では生育量が少なく畦間が空き、子実重を確保しにくいので、安定的に子実重を確保するため畦幅は66cm以下とすることが望ましい。

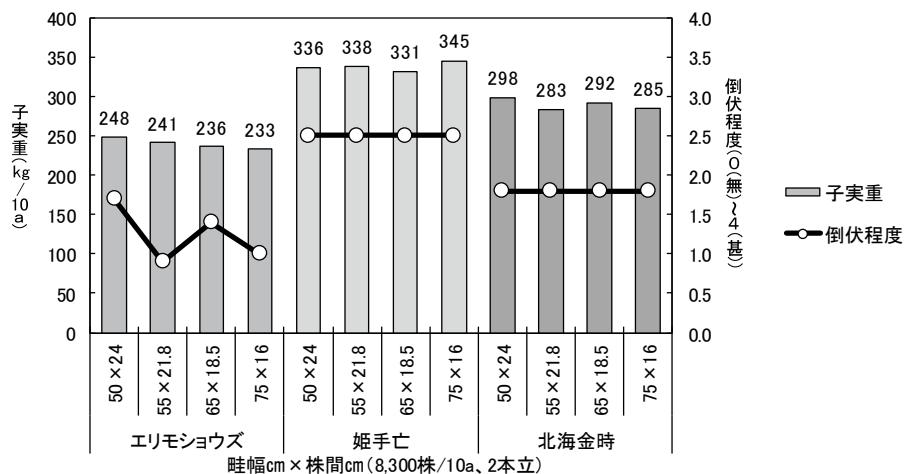


図9-1 小豆・菜豆の畦幅・株間試験(十勝農試、昭和59～60年)

(2) 品種と栽植密度

① 小豆

小豆の栽植密度は、倒伏と収量性を考慮すると8,300株/10a(16,700本/10a:畦幅60cm、株間20cm、2本立)を基本とする(図9-2)。播種粒数は、1株2～3粒とすると安定した収量が見込まれ、倒伏の危険も少ないが、1株の播種粒数が多いと倒伏が増加する(図9-3)。

栽植密度を高くすることにより、分枝数が減少することから莢の成熟が斉一になり、成熟期が早まる傾向がある。2.0倍密植では倒伏が大幅に増加するが(図9-4)、1.3倍(22,200本/10a:畦幅60cm、株間15cm、2本立)程度までの密植栽培は、倒伏の増加が少なく增收傾向にある(図9-5)。特にオホーツク地域では、生育初期の気象条件が厳しいことから、密植栽培により生育量を確保することが収量安定化に効果が高い(図9-6)。

大納言小豆等の耐倒伏性の劣る品種では16,700本/10aを基本とし、倒伏の発生しやすい条件では注意が必要である(図9-7)。一方、耐倒伏性に優れる「きたろまん」や「ちはやひめ」の栽培では、1.5倍(25,000本/10a:畦幅60cm、株間13.3cm、2本立)までの密植栽培で增收と成熟期前進効果が期待でき、倒伏の増加も少ない(図9-8)。道東の霜害の危険がある地域において成熟期を少しでも早くするためには密植栽培が有効である。

ただし、地力が高いなど「きたろまん」が生育旺盛となりやすいは場では、倒伏発生を助長しやすいことから基本の 16,700 本 /10a とする。

コンバイン収穫に適した草型を有する小豆新品種「きたいろは」は、基幹品種である「きたろまん」と同等の耐倒伏性を有する（図 9-9）。コンバインによるダイレクト収穫を行う場合、倒伏が多発すると収穫損失の増加につながるため、倒伏の発生に注意が必要である。

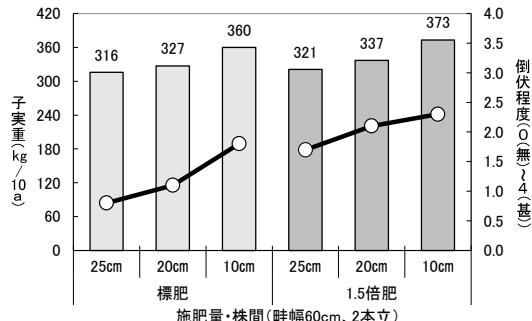


図 9-2 「エリモショウズ」栽植密度試験
(十勝農試、平成 7~9 年)

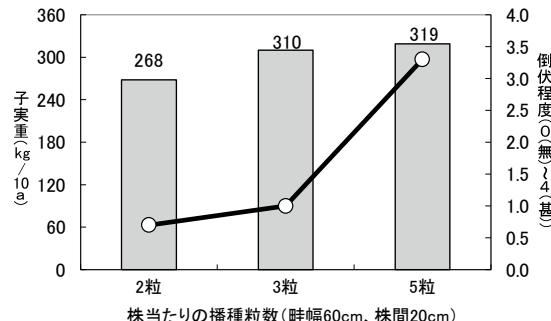


図 9-3 「エリモショウズ」播種量試験
(十勝農試、平成 10~12 年)

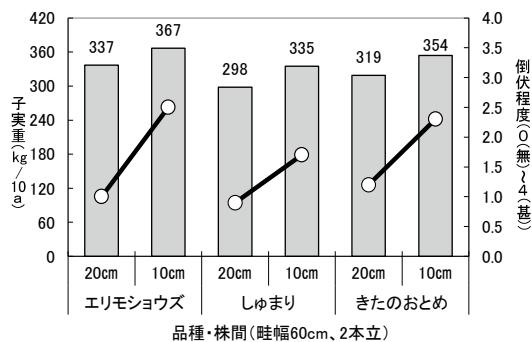


図 9-4 中生小豆栽植密度試験
(十勝農試、平成 8~11 年)

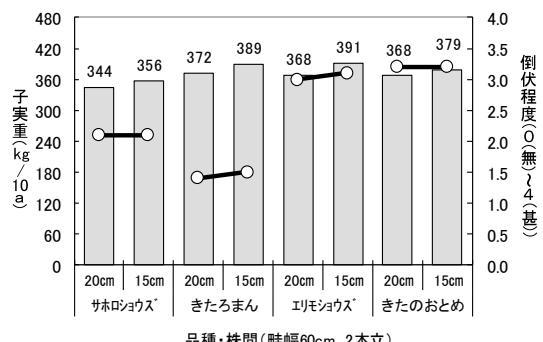


図 9-5 早・中生小豆栽植密度試験
(十勝農試、平成 13~16 年)

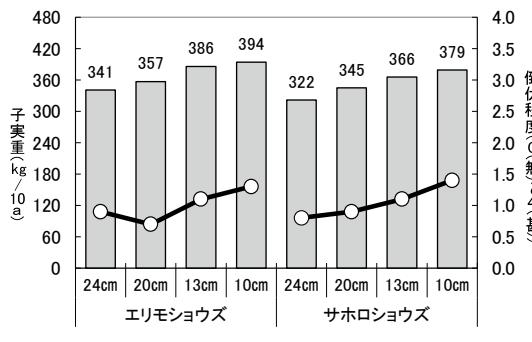


図 9-6 網走小豆栽植密度試験
(北見農試、平成 7~9 年)

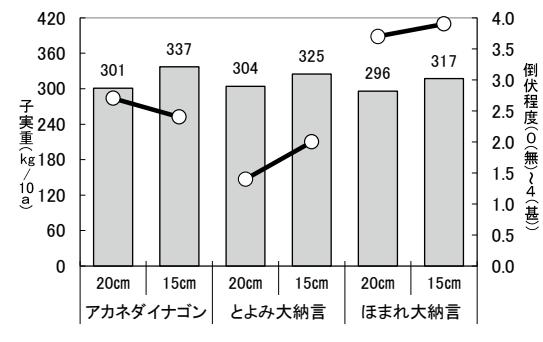


図 9-7 大納言栽植密度試験
(十勝農試、平成 17、19 年)

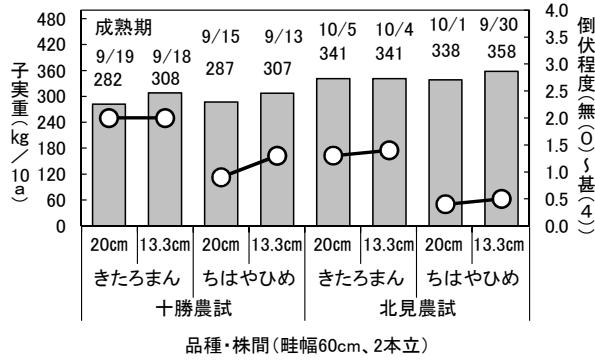


図9-8 「ちはやひめ」栽植密度試験
(平成28~30年、5月下旬播種)

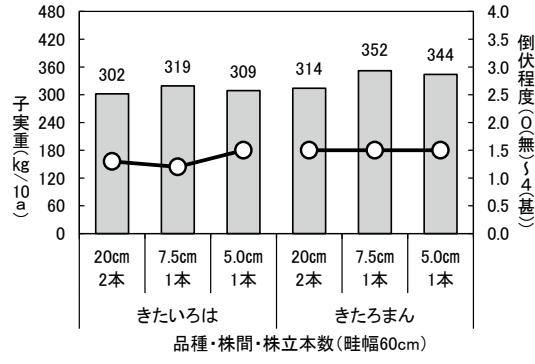


図9-9 「きたいろは」栽植密度試験
(十勝農試、令和2~4年)

② 菜豆

菜豆でも栽植密度は8,300株/10a(16,700本/10a:畦幅60cm、株間20cm、2本立)が基本である。ただし、生育量の少ない環境では密植による増収効果が高く、11,100株/10a(22,000本/10a:畦幅60cm、株間15cm、2本立)程度の栽植密度であれば倒伏発生への影響も少ないとから、生育量を勘案し密植栽培に努める(図9-10~13)。

手亡新品種「舞てぼう」および早生金時新品種「秋晴れ」は、それぞれの基幹品種である「雪手亡」および「大正金時」と比較して耐倒伏性に優れるが、密度反応は同等である(図9-11、13)。

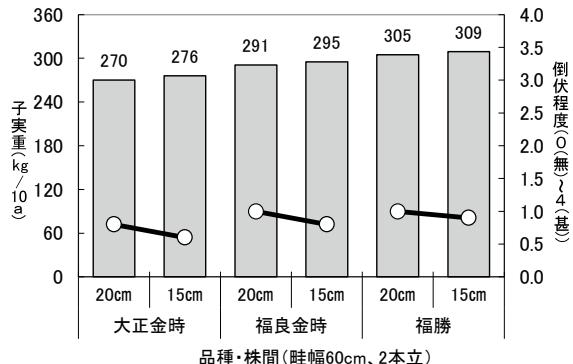


図9-10 金時栽植密度試験
(十勝農試、平成10~13年)

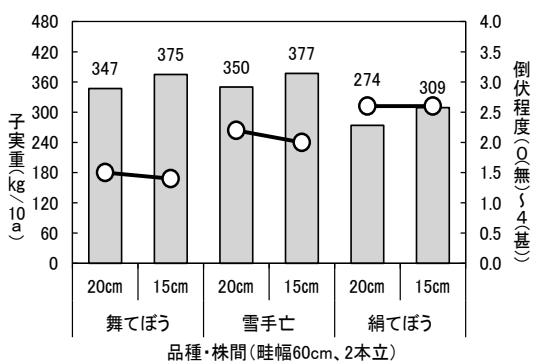


図9-11 「舞てぼう」栽植密度試験
(十勝農試、令和2~4年)

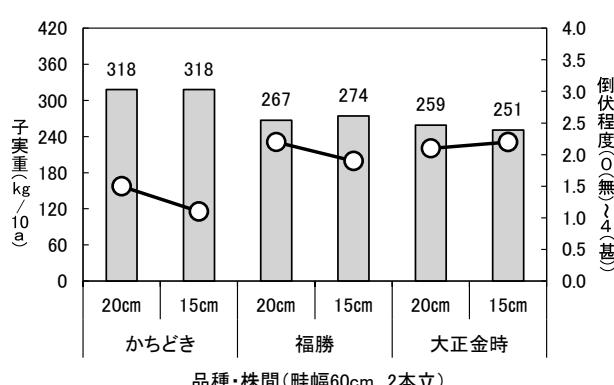


図9-12 金時栽植密度試験
(十勝農試、平成25~28年)

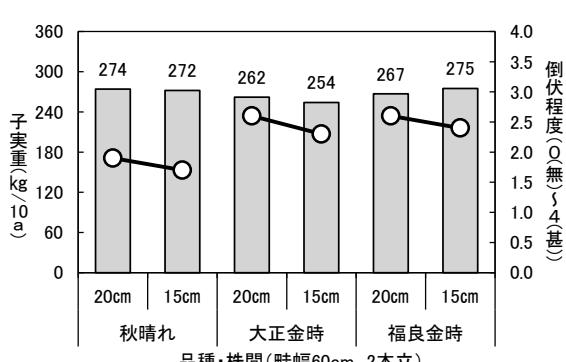


図9-13 「秋晴れ」栽植密度試験
(十勝農試、平成27~28年)

③ 大豆

大豆ではコンバイン収穫するには、収穫時のヘッドロスを少なくするため最下着莢位置が12cm以上あることが望ましい。最下着莢位置は密植することで高くなるが、同時に倒伏が多くなる危険も高まる。そのため通常年で最下着莢位置が12cm以上確保できている畠では、栽植密度は8,300株/10a（畦幅60cm、株間20cm、2本立）程度に設定すべきである。

地域や品種、気象条件によって密植による増収効果や倒伏程度が異なることから、これまでの農業試験場での知見を参考に判断すべきである。道央では「ユキホマレ」や「トヨムスメ」は密植による増収効果は高いが、倒伏を伴う危険がある。「ツルムスメ」は密植による増収効果があまり高くないため、栽植密度は8,300株/10aを基準とするが、生育量の確保と増収を期待して密植する場合でも12,500株/10a（畦幅60cm、株間13cm、2本立）までとする（図9-14）。黒大豆の「いわいくろ」は、標植（8,300株/10a）に比べ、疎植（5,600株/10a；畦幅60cm、株間30cm、2本立）では減収し、密植（16,700株/10a；畦幅60cm、株間10cm、2本立）では増収が見られるが、密植では倒伏がやや増える傾向にある（図9-15）。白目極大粒種の「ゆめのつる」は、「ユウヅル」などに比べ耐倒伏性が優り増収が期待でき、16,700株/10a程度までの密植栽培が可能である（図9-16）。上川では「ユキホマレ」は密植により増収するが、倒伏の危険があるので8,300株/10aを基本とし、密植する場合でも12,500株/10aまでとする（図9-17）。十勝では「とよまどか」、「とよみづき」、「ユキホマレ」、「トヨムスメ」、など密植による増収効果はあるものの、倒伏増加の懸念があるため8,300株/10aを基本とし、密植する場合でも12,500株/10aまでとする（図9-18、19）。網走では、「ユキホマレ」が倒伏が少なく増収効果があることから12,500株/10aまでの密植が可能である（図9-20）。納豆用品種では、「スズマル」は耐倒伏性が劣るため栽培には注意が必要であるが、「ユキシズカ」は耐倒伏性が強く、密植による増収効果も高いことから、倒伏に留意しながら12,500～16,700株/10aの栽植密度にすると良い（図9-21）。

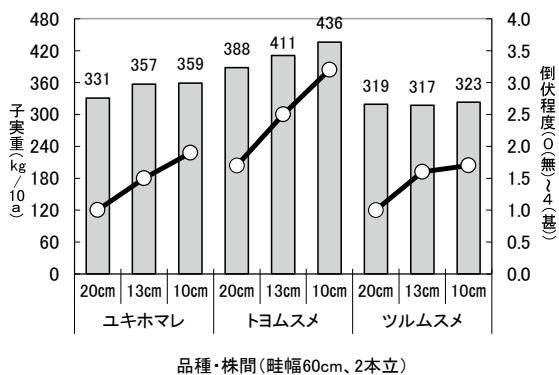


図9-14 道央大豆栽植密度試験
(十勝農試、平成11～13年)

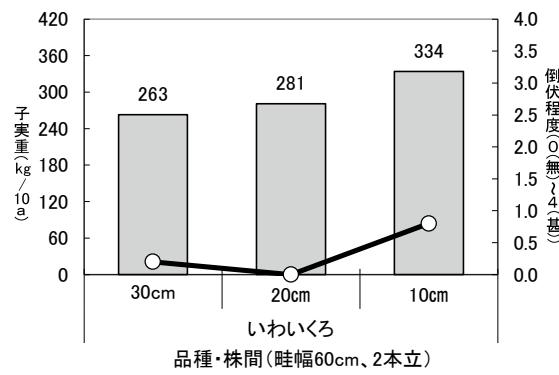


図9-15 黒大豆栽植密度試験
(中央農試、平成7～9年)

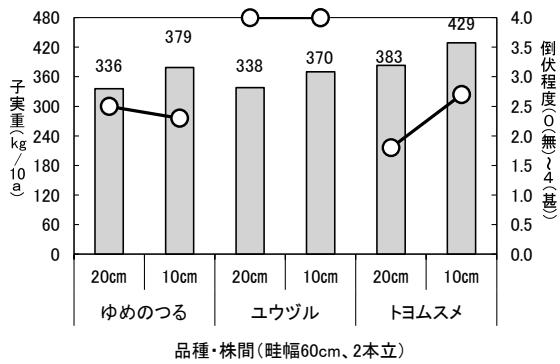


図 9-16 極大粒大豆栽植密度試験
(中央農試、平成 21 ~ 22 年)

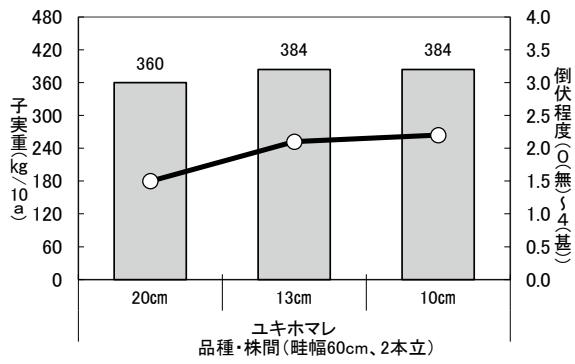


図 9-17 上川早生大豆栽植密度試験
(上川農試、平成 11 ~ 13 年)

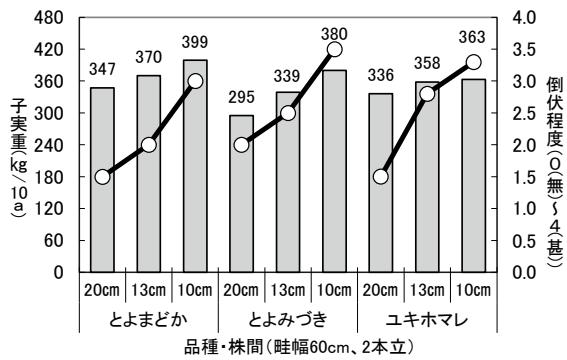


図 9-18 十勝大豆栽植密度試験
(十勝農試、平成 28 ~ 29 年)

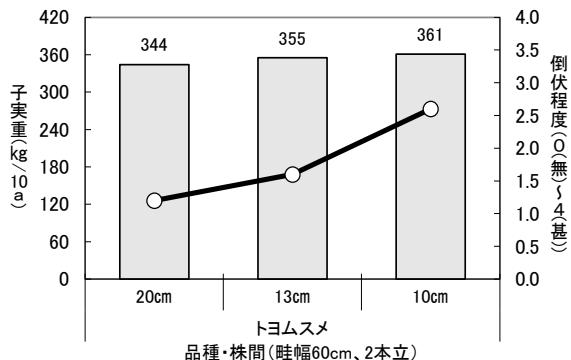


図 9-19 十勝中生大豆栽植密度試験
(十勝農試、平成 14 ~ 16 年)

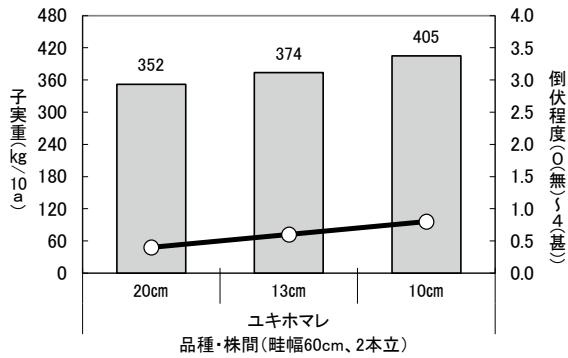


図 9-20 網走早生大豆栽植密度試験
(北見農試、平成 11 ~ 12 年)

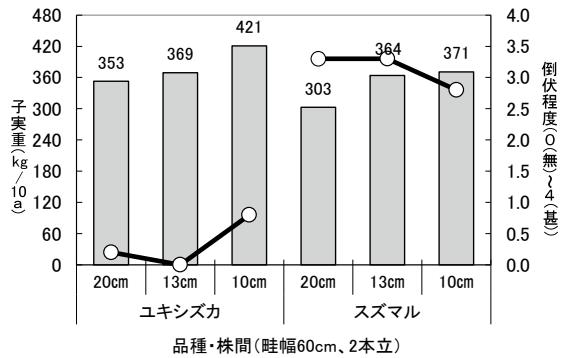


図 9-21 納豆用大豆栽植密度試験
(十勝農試、平成 12 ~ 13 年)

一方、近年道央の転換畑では、麦類で使用されるドリル播種機や輸入機を用いた畦幅 15 ~ 30cm の狭畦栽培による密植栽培が一部の生産者で行なわれている。道央の主力品種である「ユキホマレ」では、狭畦栽培の場合、栽植密度が 30,000 本 /10a (30 本 /m²) 以下では減収する傾向がみられる (図 9-22)。また、密植により主茎長が長くなり、最下着莢位置と主茎莢率が高くなるが、倒伏の危険が高くなる。「ユキシズカ」に比べ「ユキホマレ」の方が倒伏は多くなる (図 9-23)。狭畦栽培では無中耕が前提で、生育初期の雑草防除が重要であるが、畦間が大豆の茎葉で覆われると雑草抑制効果が高い。狭畦密植栽培により、省力な大規模大豆栽培の可能性がある。

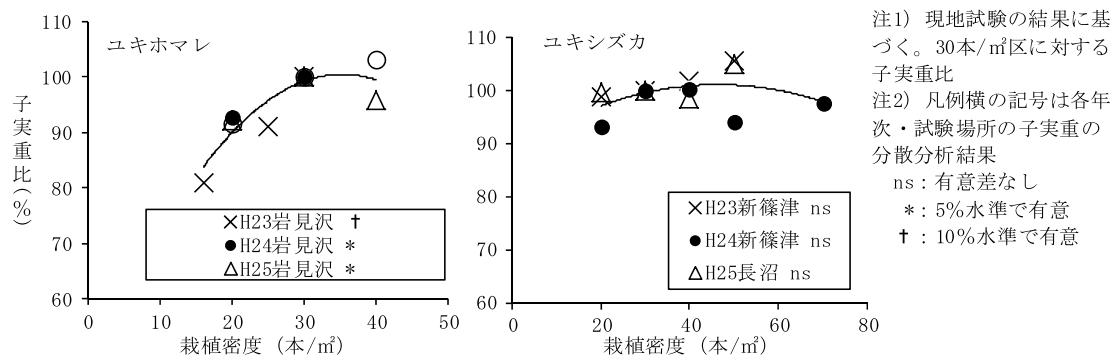


図9-22 狹畠栽培における栽植密度と子実重の関係

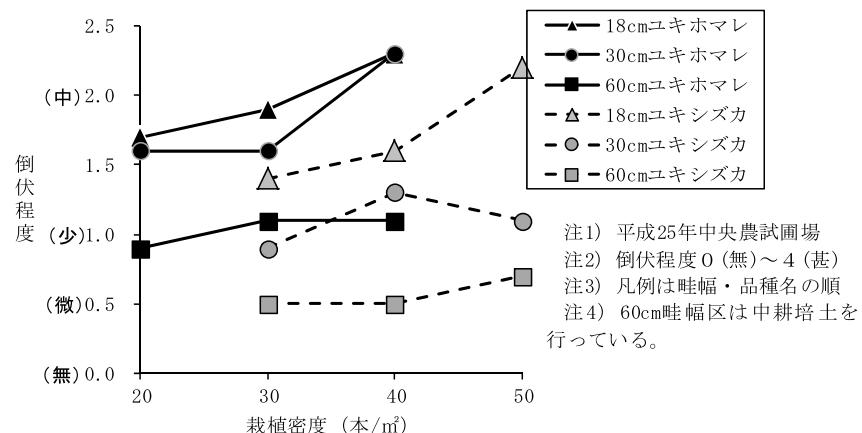


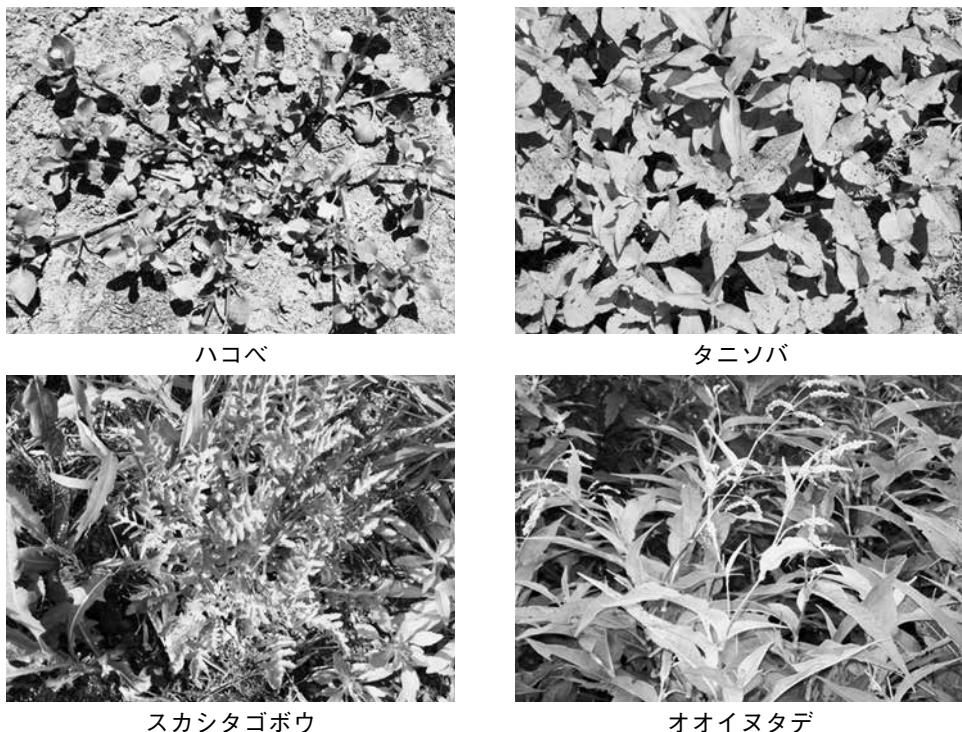
図9-23 狹畠栽培における栽植密度と倒伏程度の関係

10. 除草剤の使用と中耕除草

発生する雑草は、地域や場により異なる。また、初期生育が比較的緩慢であることから、雑草害を受けやすいので注意が必要である。

(1) 豆類ほ場に発生する雑草

十勝地方の豆ほ場における主な雑草は、越年生広葉のハコベが多く、やや多いのがタニソバ、スカシタゴボウ、タデ類であった。イヌホオズキやナギナタコウジュもみられるがその他の雑草はあまり多く発生していなかった（図 10-1）。



豆ほ場における主な雑草（平成 9～10 年、十勝管内、提供、佐藤久泰氏）

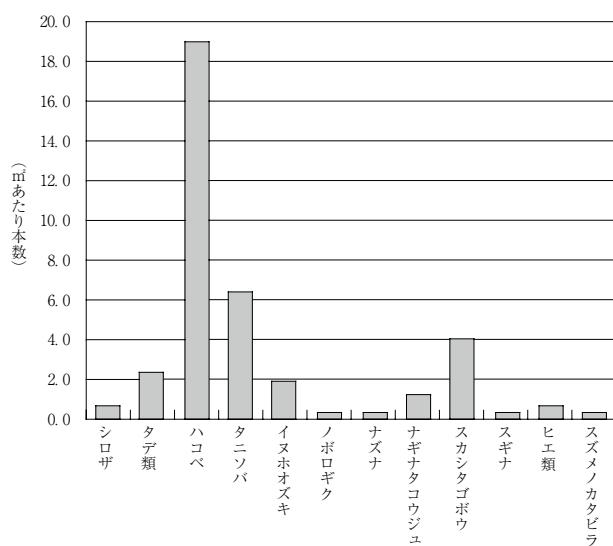


図 10-1 十勝の豆畠における主な雑草の種類と mあたり本数

注1) 小数点第2位以下を四捨五入し 0.0 となったものは掲載していない。

注2) 調査者：十勝管内全普及センター及び十勝農試技術普及部

注3) 平成 9 年及び 10 年調査、大豆・小豆・菜豆畠計 47 箇調査

一方、空知農業改良普及センターでは、平成25年、令和4年の2回にわたり空知管内の大豆ほ場における雑草について調査を行っている。令和4年の調査においては、スズメノカタビラが圧倒的に多く、やや多いのがアカザ類、ヒエ類、ノボロギクであった。(図10-2)。

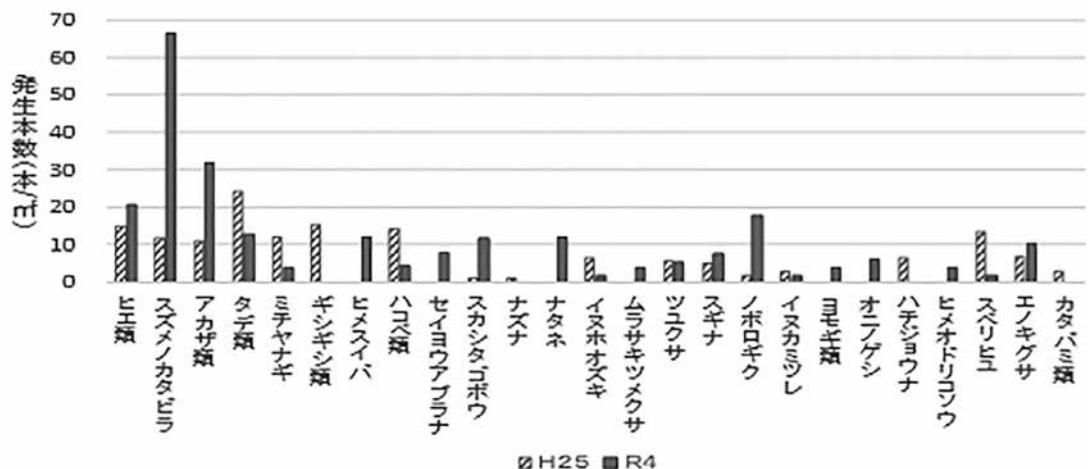
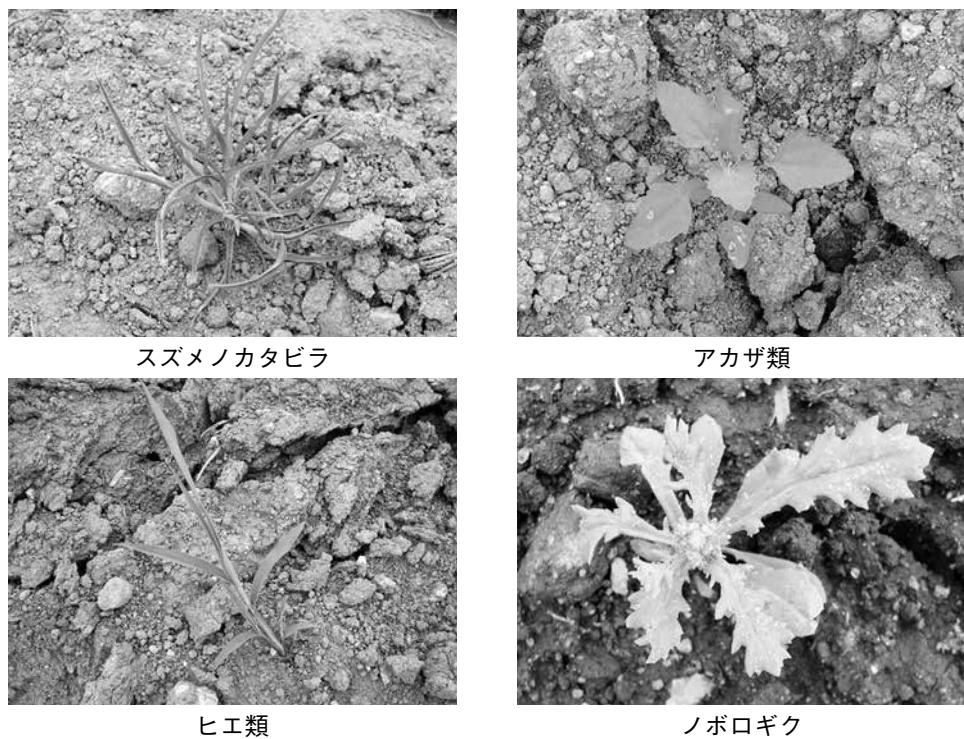


図10-2 空知の大豆ほ場における雑草の種類とm²あたり本数

注1) 調査者: 空知農業改良普及センター畑作専門担当者会議

注2) 令和4年の調査は大豆ほ場49筆、調査時期は6~9月

注3) 平成25年と令和4年の調査は必ずしも同一ではない

(2) 除草剤の使用

除草剤の使用に当たっては、ほ場に発生する雑草の種類を見極め（前年度のほ場状況を把握しておく）優先雑草に効果的な薬剤を選択する。なお、使用に当たっては薬剤ラベルの使用方法・注意事項をよく読み、「農作物病害虫・雑草防除ガイド」を参考にして、安全使用基準を厳守する。

豆類の生育期に使用可能な広葉雑草に効果のある除草剤については、土壤処理や中耕除草と組み合わせることで手取り除草の労働軽減に大きな役割を果たしているが、使用時期や使用時の天候によっては薬害が生じ生育停滞につながる恐れが大きいため、特に注意が必要である。

ベンタゾン液剤（大豆バサグラン液剤）は、大豆の生育期（2葉期～6葉期）に使用可能な除草剤であるが、条件によっては大豆に薬害を生じ、減収する場合があることを十分認識して使用する。

また、畦間処理に登録のある除草剤は作物にかかるないことを前提としている。飛散防止装置を装着し、畦間に精度良く散布する。

(3) 中耕除草

中耕作業は、通気性を高めて暖かい空気が地中に入りやすくすると同時に、排水性の改善など根や根粒菌の活性を図るうえで大切な技術である。1回目の中耕作業は、除草剤の効果期間を加味して暖かい日に行なうことが大切である。2回目以降は、降水量・雑草量を考慮して行なうと同時に、豆類の体が小さい時期は作業幅を広く深さを浅く行い、生育が進み体が大きくなると根が広く張るため、作業幅を狭く深さを深く行なうことが重要である。なお、作業に当たっては根や作物体を傷つけないよう、作業機を調整する。

株間の除草は、雑草が小さい時期には機械除草が可能である。この場合、高度な技術を伴うので、機械、使用時期、方法を十分に熟知してから行なうことが必要である。

(4) 狹畦栽培における除草対策

近年、道央の大豆を中心に行なわれているドリル播種機等を用いた狭畦栽培（87ページ参照）は、カルチベータによる中耕除草ができないため、より高度な除草剤による除草技術が必要である。また早期に畦間が大豆茎葉で覆われるよう、推奨される栽植密度（「ユキホマレ」30～40本/m²、「ユキシズカ」40～50本/m²、平成26年北海道指導参考事項）となるよう留意する。

11. 豆類の病害虫

本項では、過去14年間に発表された普及推進事項および指導参考事項を中心に紹介する。

○過去14年間に発表された豆類の病害虫に関する普及推進事項および指導参考事項

- 平成23年 大豆栽培における化学農薬半減技術
- 平成24年 健全種子生産のためのアズキ茎腐細菌病の防除対策
- 平成24年 大豆のマメシンクイガに対する防除適期の判断手法と被害軽減対策
- 平成24年 菜豆のインゲンマメゾウムシ発生生態と本種混入子実への当面の対策
- 平成26年 小豆栽培における化学農薬半減技術
- 平成27年 ダイズ紫斑病の防除対策
- 平成27年 菜豆のインゲンマメゾウムシに対する各種対策
- 平成31年 大豆子実を加害するカメムシ類およびマメシンクイガの同時防除方法
- 令和3年 大豆のダイズクキタマバエに対する薬剤防除法
- 令和6年 青色LEDを利用した大豆のマメシンクイガ防除技術

Ⓐ 小豆の病害虫

アズキ落葉病

病原菌は *Phialophora gregata* で、寄主植物は小豆と緑豆。

- (1) 被害 病原菌は6月中旬に根部に侵入感染する。8月中下旬から葉が急激に萎凋、乾燥し、早期に落葉する。激発は場では収量は70%以上減収し、品質低下も著しい。
- (2) 発生生態 伝染源の主体は罹病残さ。病原菌は土壤中の罹病残さ上で9年以上生存。種子表面に菌が付着し、本病の発生は場産種子は種子伝染する。
- ただし、種子に付着した菌は1年内に死滅する。

本病は、ダイズシストセンチュウによって感染発病が助長される（図11-1）。

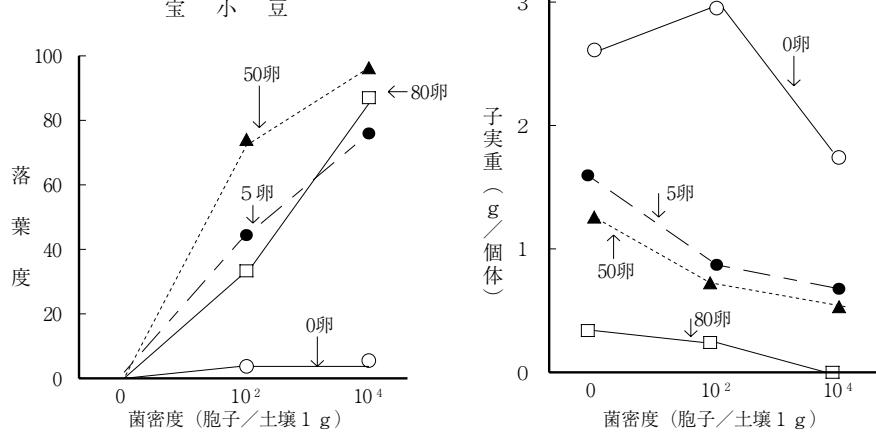


図11-1 ダイズシストセンチュウおよび菌密度と発病または子実重との関係

無線虫区：菌を接種しても落葉度や収量に影響はほとんどみられない。

線虫接種区：線虫の密度に応じて収量は低下。

線虫+菌：菌密度に応じて収量はさらに低下した。

(3) 防除対策

- ① 5～6年以上の輪作。本病の被害軽減には、とうもろこし、ムギ類などイネ科作物が最も有効で、次いでばれいしょ、てん菜である。豆類は著しく劣る。
- ② 被害茎葉は完熟堆肥化するなど適正に処分する。
- ③ 健全種子を用い、種子伝染を防止する。
- ④ ダイズシストセンチュウ防除によって被害が軽減される。
- ⑤ 抵抗性品種を利用する。

アズキ茎腐細菌病

Pseudomonas syringae によって引き起こされる種子伝染性病害。

これまで目立った発生は認められていなかったが、平成15年以降、上川地方を始め道内各地において発生が散見されるようになった。

本病は認知度が低く、茎部にも病斑を形成するため、しばしばアズキ茎疫病の病斑と混同されることがある（図11-2）。

ほ場内の発病株が強力な伝染源となって、二次伝染により急激かつ広範に伝搬し減収被害に至る。本病の対策として、種子生産ほ場における健全種子の生産が重要である（図11-3）。

(1) 被害

- ① 生育初期に罹病すると立枯れる。病勢の進展が緩やかであっても、罹病葉が枯死したり、茎部に生じた病斑により折損する（腰折れ症状）ため被害が著しい。
- ② 茎葉における発病度と小豆子実重の間には有意な負の相関が認められ、本病の発生により小豆が減収することが明らかとなった。

(2) 発生生態

- ① 罹病種子によって伝染し、土壤伝染はしない。ほ場内の発病株が強力な伝染源となって、二次伝染により急激かつ広範に伝搬する。
- ② 種子伝染による初発は種後1ヶ月以内に初生葉に認められ、以降、二次伝染によりは種後50日までに急速に発病が増加する。主に風雨によって伝播すると考えられる。
- ③ 種子伝染による病斑は葉脈に沿った褐色～赤褐色の条斑あるいは斑点状でやや水浸状を呈する（図11-4）。
- ④ 二次伝染による初期の病斑は主に褐色～赤褐色水浸状の斑点で、上位葉での発生が顕著である（図11-4）。



図11-2 葉柄および茎の病斑（上川農試）



図11-3 未熟莢の病徵

（上川農試）

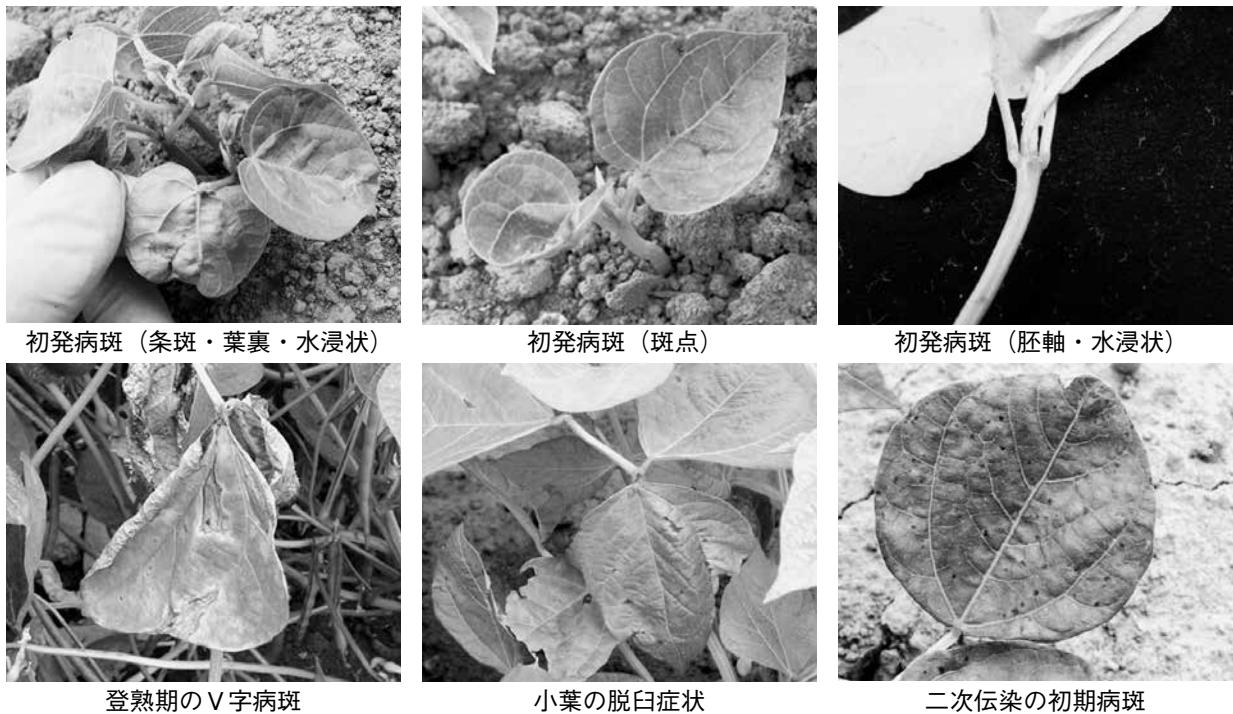


図 11- 4 茎腐細菌病の病斑（上川農試）

- ⑤ これらの典型的な病徵の他に、“閉じた初生葉”および“V字病斑”、“小葉の脱臼症状”がほ場観察の際の着眼点となり、罹病葉の裏面に形成される水浸状の病斑は本病の診断の決め手となる（図 11- 4）。
- ⑥ 本病が発生したほ場跡の野良生え小豆および罹病残渣は伝染源になる。

（3）防除対策（図 11- 5）

- ① 種子生産ほ場は過去に本病の発生のない隔離ほ場を設置し、周囲の一般ほ場からの飛び込みによる発病などの二次伝染リスクを低減する。さらに、原種ほば採種ほからも隔離する。
- ② 種子伝染による発病の可能性の低い無発生ほ場産種子を用い、種子の再汚染を防止するため、アズキ褐斑細菌病に対応した種子消毒を行う。
- ③ ほ場内における伝播および飛び込みによる発病などの二次伝染を抑制するため、本病に対する登録薬剤による茎葉散布を生育初期から実施する。
- ④ 管理作業は種子生産ほ場を優先して行い、器具の洗浄を行うなどのほ場衛生を心がける。
- ⑤ ほ場内を観察し、発病株の早期発見に努める。特に、7月上～中旬（主に種子伝染による発病）および8月上～中旬（二次伝染による発病）は全株調査し、重点的に発病の有無を確認する。

発病が認められた場合は、速やかに、



図 11- 6 採種ほ抜き取り跡（上川農試）

発病株を中心に4～5m四方の株を抜き取り（図11-6）、他の株に触れないようビニール袋などに入れては場外に持ち出し、適切に処分する。

- ⑥ 収穫までに、抜き取った株の周囲に新たな発病がなければ採種可能とし、発病が認められる場合は、種子として用いるべきでない。
- ⑦ 一般ほ場においては種子更新し、必要に応じて薬剤散布を実施する。

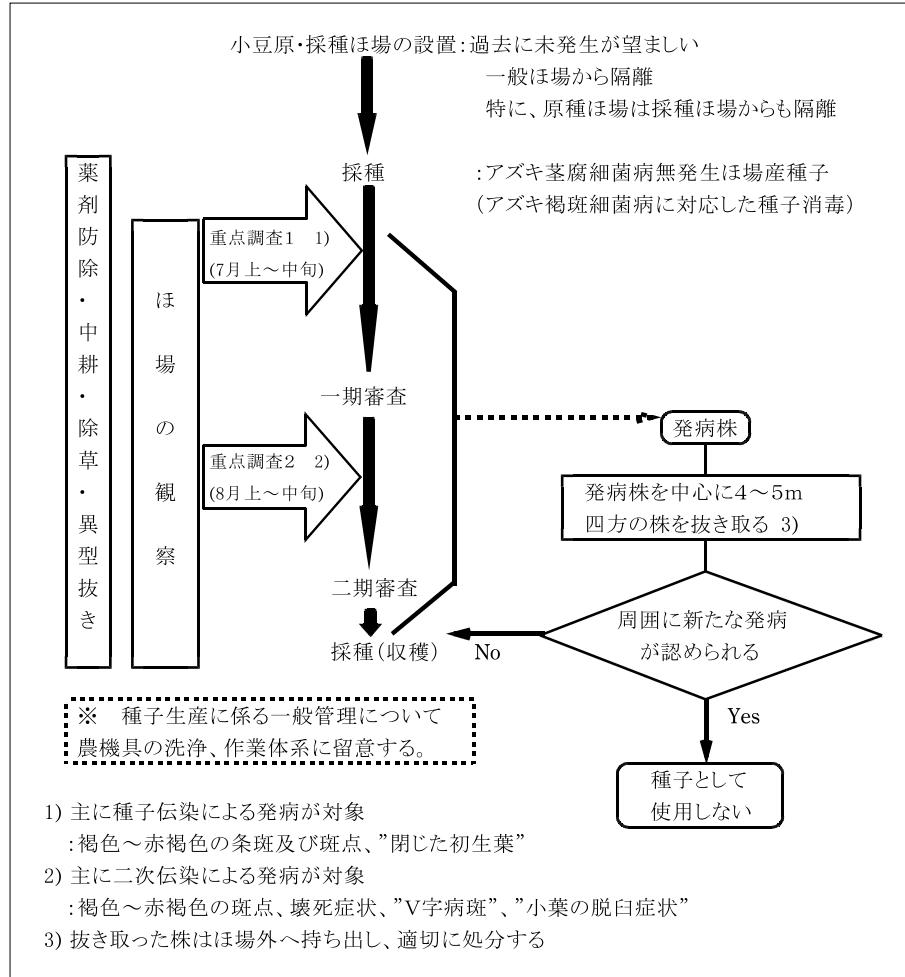


図11-5 アズキ茎腐細菌病発生地域における健全種子生産スキーム

【健全種子生産のためのアズキ茎腐細菌病の防除対策（平成24年指導参考事項）】

アズキゾウムシ

(1) 被害

幼虫が子実内部を食害し、成虫となって脱出するときに丸い大きな孔を開ける（図11-7、11-8）。被害粒は食用にならないだけでなく、発芽力を失うので種子として使用できない。

また、菜豆のインゲンマメゾウムシ同様、被害子実が収穫から調製までの間に確認されなくとも、製品の出荷後に成虫が羽化し、時間の経過とともに被害が拡大する傾向がある。

このように、製品から成虫や被害粒が発生した場合には返品や信用低下による損害が極めて大きい。

(2) 発生生態

本種は従来から北海道内での発生を認めていたが、道内の寒冷な屋外では越冬出来ないとされており、発生源は周年貯蔵されている被害子実や秋期に屋外で産卵・加害された小豆の屋内への持ち込みが考えられている。

しかし、平成24年10月中旬に道南地方で生産された小豆の子実に成虫と円形の脱出孔が確認されたことから、収穫直後に認められた成虫は立毛中に成熟した莢に産卵された卵から成育し、羽化したものと推測された。

また、平成23年9月上旬、道央地方のほ場から本種の卵殻が付着した莢を持ち帰り室内で保管したところ、約1ヶ月後に本種の成虫が羽化した。このことから、本種がほ場内で産卵活動をしていたことが確認された。

平成24年の収穫時に被害が顕在化した原因是、立毛中の莢に対して産卵が行われていた可能性が高く、成熟莢が現れた8月下旬から9月下旬までの約1ヶ月間、気温が平年よりかなり高く経過したことから、子室内における幼虫の発育が早まったためと考えられる。

(3) 防除対策

生産者および集出荷のそれぞれの段階で被害発生の危険性を認識し、できる限りの対策を実施することが必要である。生産者が実施できる対策は、以下のようなことがあげられる。

- ① 収穫した子実は速やかに出荷し、必要以上に長期間の保管をしない。
- ② やむを得ず子実を長期間にわたり保管する場合は、低温条件下に置くよう心がける。
- ③ 貯蔵中に被害が見られた子実および成虫は、放置せず、土中に埋没させるなど、本種を分散させないよう適切な方法で処分する。
- ④ は種後に余った種子は、速やかに処分する。子実を一時的に保管した場所の清掃を徹底し、餌となる子実が一年を通して残らないようにする。



図11-7 アズキゾウムシ成虫（中央農試）



図11-8 食害を受けた子実（中央農試）

ダイズシストセンチュウ

(1) 被害

小豆では大豆ほど顕著な被害でない場合が多いが、茎葉が黄化し、生育が抑制され、着

莢数や粒重が減少し、減収となる。また、小豆では抵抗品種がない。ダイズシストセンチュウ発生は場では本線虫の寄主作物（大豆、小豆、菜豆）がほぼ2年に1回栽培され、寄主作物の過作による密度増加および被害の助長が懸念された。

(2) 防除対策

- ① ポット試験において品種および線虫個体群に係わらず、は種時のダイズシストセンチュウ卵・幼虫数の増加に伴って小豆子実重は減少したが、低密度（10卵・幼虫/g乾土未満）の場合、無線虫（0卵・幼虫/g乾土）と比較して有意差がないため、減収は少なく被害が生じる可能性は低いと考えられた。中密度（10～100卵・幼虫/g乾土）以上では明らかに減収することが示された。7月下旬～8月中旬のシスト寄生程度は低密度で50以下、中密度で75以下になると推定された。
- なお、線虫密度区分はジャガイモシストセンチュウの密度区分を参考に設定した。
- ② ほ場試験において、低密度と比較すると中密度（10～100卵・幼虫/g乾土）で17.4～37.6%減収し、高密度（100卵・幼虫/g乾土以上）では45%減収した（表11-1）。
- ③ オキサミル粒剤30kg/10a全面処理（土壤混和）によりシスト寄生程度は抑制され、子実重が増加した。ホスチアゼート粒剤20kg/10a全面処理（土壤混和）はオキサミル粒剤30kg/10aと比較して同等～やや劣る効果であった（表11-2）。
- ④ 低密度の場合、線虫害の低減による収益改善効果よりも殺線虫剤施用コストが高くなることが予想された。一方、中密度の場合はオキサミル粒剤30kg/10a全面処理（土壤混和）により収益改善効果が期待できるが、本剤の施用が有利となる線虫密度が明確でなく、薬剤施用要否を判断する詳細な線虫密度は提案できなかったため、収益改善効果よりも施用コストが高くなる場合があると考えられた。
- ⑤ 以上よりは種時のダイズシストセンチュウ密度区分と予想される小豆減収被害および対策について表11-3にまとめた。
- ⑥ 非寄主作物と長期輪作（4年以上）、線虫抵抗性大豆の利用やふ化促進効果を有する非寄主綠肥作物（アカローバ）を利用する。

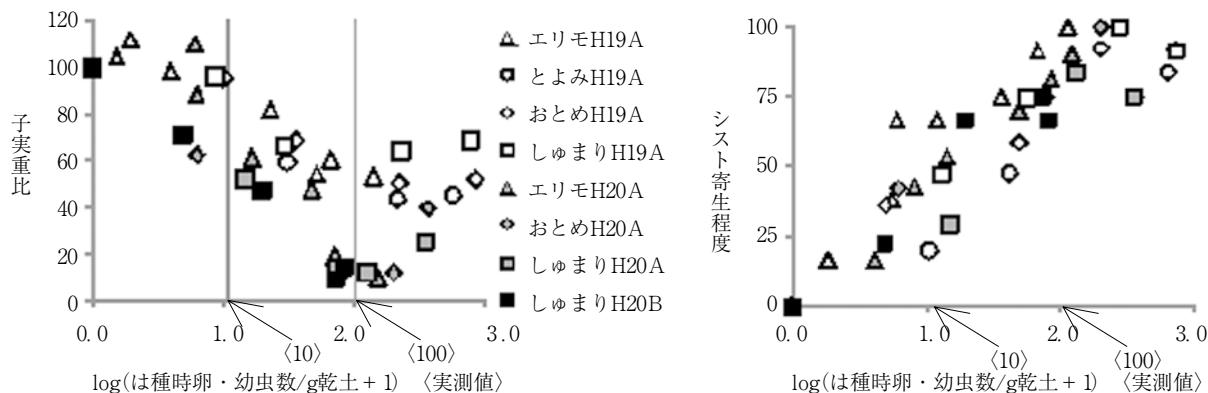


図11-9 ダイズシストセンチュウ密度と小豆の子実重比（左図）およびシスト寄生程度（右図）
(ポット試験、平成19-20年)

注) 凡例は品種・年次・接種源を表す。エリモ→エリモショウズ、とよみ→とよみ大納言、おとめ→きたのとよめ A: A市由来 B: B町由来

表 11-1 は種時のダイズシストセンチュウ密度区分別のお豆収量と減収率（平成 20 年、現地試験）

密度区分	は種時卵・幼虫数 /g 乾土	A 市		B 町	
		kg / 10a	減収 [*] 率%	kg / 10a	減収 [*] 率%
低	10 未満	343		299	
中	10 ~ 100	283	17.4	187	37.6
高	100 以上	189	45.0	—	

※：低密度（10 卵・幼虫 /g 乾土未満）では減収しないと仮定。

表 11-2 小豆のダイズシストセンチュウに対する殺線虫剤の効果（平成 18-20 年、現地試験）

供試薬剤	処理方法	施用量 kg / 10a	シスト防除効率	子実重比	は種期無処理卵・幼虫試験数	は種期乾土数 /g
オキサミル粒剤（0.8%）	全面処理	30	47	129	39	4
オキサミル粒剤（0.8%）	作条処理	6	17	95	43	3
ホスチアゼート粒剤（1.5%）	全面処理	20	27	121	44	3
無処理	—	—	—	100	44	4

※：低密度（10 卵・幼虫 /g 乾土未満）では減収しないと仮定。

表 11-3 は種時のダイズシストセンチュウ密度区別の予想される小豆の減収程度と対策

密度区分	は種時卵・幼虫数 /g 乾土	シスト寄生程度	予想される減収率%	対策
低	10 未満	≤ 50	減収少	殺線虫剤不要
中	10 ~ 100	≤ 75	20% 以上	殺線虫剤施用*
高	100 以上	> 75	50% 以上	寄生作物の作付を避ける

注) 発生が確認されたば場では、寄生作物を最低 3 年栽培しない、など密度低減に努める。

※：線虫害の低減による収益改善効果よりも薬剤施用コストが高くなる場合がある。

【道北部におけるダイズシストセンチュウの発生実態および小豆への減収被害（平成 21 年指導参考事項）】

② 菜豆の病害虫

インゲンマメゾウムシ

中南米を原産として熱帯・温帯を中心に世界中に広がった鞘翅目マメゾウムシ科の昆虫で、幼虫がインゲンマメの子実を食害する貯穀害虫である。北海道では、1991 年に初めて確認されて以降、発生報告は続いている。

（1）被害

菜豆の子実内に侵入した幼虫が成育する際に排泄物を残すことにより子実が汚染されるとともに、子実内部で羽化した成虫が直径 2 mm 程度の穴を開けることにより外観を損ない、商品価値を著しく低下させる（図 11-10、11-11）。



図 11-10 被害粒（大正金時）（十勝農試）



図 11-11 被害子実の脱出孔と成虫（十勝農試）

被害発生作物は菜豆に限定されるが、栽培種は金時類、大福類、虎豆類、鶴豆類、手亡類、白花豆類など多くに及ぶ。

(2) 発生生態（試験結果・図 11-12）

- ① 本種は野外で越冬できず、冬期間の生活場所は加温された家屋内に保管された菜豆子実であると考えられた。
- ② 成虫は、菜豆ほ場において莢が伸長・肥大する7月下旬以降、9月上旬まで発生が確認された（図 11-12）。

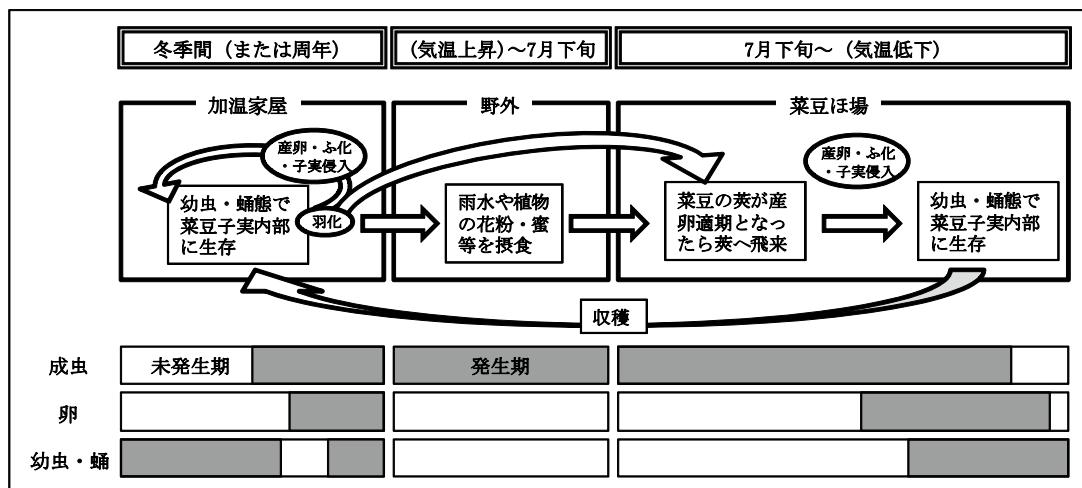


図 11-12 インゲンマメゾウムシの生活環

- ③ 過去の病害虫診断における本種被害確認事例は、7～9月の気温が高い年に多い傾向が認められた（図 11-14）。
- ④ 各地域の栽培種のうち、被害発生事例は成熟期の早い栽培種で多い傾向が認められた。

(3) 防除対策

- ① は種後に余った菜豆子実は、速やかかつ適正に処分する。子実を一時的に保管した場所では清掃を徹底し、本種幼虫の餌となる子実が一年を通して残らないようにする。
- ② クロチアニジン水溶剤の2回の茎葉散布で散布時期の検討を行った結果、収穫日に近いほど寄生粒率が低減された。薬剤散布の適期は、莢表面の外観において緑色が退色し



図 11-13 莢の縫合部を穿孔し（左）産卵する（右）雌成虫（十勝農試）

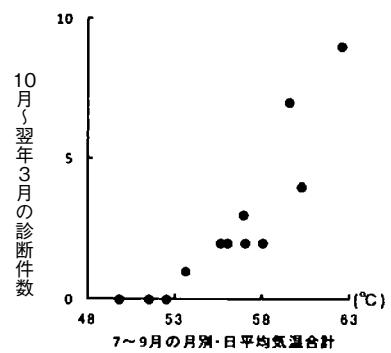


図 11-14 7～9月の温度と診断件数（1999～2010年）

た個体の出現して以降、農薬登録内容を逸脱しない範囲で収穫日に近い時期である。

③ 収穫から出荷まで菜豆子実を保管する場所は、風通しの良い野外の日陰や無加温の冷暗所など、可能な限り低温となるよう心がける。

④ 万が一、貯蔵中の菜豆子実に本種の発生が観察された場合は、野外に放置せず堆肥に埋没させるなど成虫が飛翔して分散しない方法で処分する。

本種成虫は0.04mmポリエチレンは容易に穿孔するので、本種を発見してから処分するまでは厚みのある容器に密閉するなど取り扱いに注意する。

⑤ 菜豆収穫後の子実低温処理により本種の死滅を図る場合は、容器内中心部の穀温が約-10°Cに低下してから6日間、-20°Cに低下してから1日間程度維持させることが必要だった(表11-4)。よりリスクを低減するためにも可能な範囲で長期間の処理を行うことが望ましい。

表11-4 低温条件下での子実内部寄生個体死滅までの所要日数

処理温度	所要日数
0°C	40日
-5°C	13日以上生存した
-10°C	6日
-20°C	1日

成育が進むほど死亡するまでに必要な低温処理期間は長くなるため、低温処理を開始する時期は、菜豆は場から収穫した後、子実の乾燥状態を観察して可能な限り早いことが望ましい。

⑥ 紙袋内部の本種を想定してリン化アルミニウム剤によるくん蒸処理は、子実外部の卵と成虫、及び子実内部の幼虫と蛹を全て死滅させ、高い殺虫効果がある。くん蒸処理は、収穫後、可能な限り早く実施する。

表11-5 本種に対する各対策の長所と短所および実施時期

実施	各種対策	長所 (○) と短所 (×)
生産	菜豆は場の薬剤散布	○子実内部への侵入自体を2回散布で寄生粒率無処理比31~76程度まで軽減できる。 ×薬効に限界があるため、実施した場合においても本種が侵入した子実は発生する。
生産者	適期収穫と速やかな出荷	○高温条件下に長期間置かないことで子実内部に侵入した本種の成育が遅延する。 ×実施した場合においても、子実内部に侵入した本種は死滅しない。
集荷	低温保管	○子実内部に侵入した本種の成育が遅延する。 ×夏秋期が高温の年は、集荷時には子実内部すでに成虫に達している場合があり、効果が劣る可能性がある。 ×実施した場合においても、子実内部に侵入した本種は死滅しない。
荷	冷凍処理またはくん蒸処理	○子実に侵入した本種が、成育ステージを問わずに全て死滅する。 ×実施した場合においても、子実内部で死亡した本種の死骸が残る。
組織	冬期自然条件下による冷凍	○外温条件下に置くだけの簡易な操作で、子実に侵入した本種が全て死滅する。 ×実施した場合においても、子実内部で死亡した本種の死骸が残る。
組織	色彩選別	○本種成虫が複数頭寄生した寄生粒を一定程度除去できる。 ×寄生粒除去率を高めるには強選別が必要となり、製品回収率が低下する。 ×子実性状で選別精度が変動するため状況に応じて設定条件を調整する必要がある。

	栽培後期	収穫以降	集荷組織による集荷後
生産者による対策	菜豆ほ場の茎葉散布	適期収穫と速やかな出荷	
集荷組織による対策	フレコンやコンテナで保管する場合	低温保管 冷凍処理または、くん蒸処理 冬期自然条件下による冷凍	色彩選別機
	紙袋で保管する場合	低温保管 色彩選別機 低温保管 冷凍または、くん蒸処理 冬期自然条件下による冷凍	

なお、リン化アルミニウム剤によるくん蒸剤の使用は、特定毒物使用者に限定される。

- ⑦ 色彩選別機「BLC-300D5」改良型での選別は、製品回収率を80%程度に設定した時の寄生粒除去率は、変動するものの65~100%である。感度設定にあたっては、選別後の手選の負担と製品回収率を勘案して決定する必要がある。
- 以上の対策を表11-5にまとめた。

【菜豆のインゲンマメゾウムシ発生生態と本種混入子実への当面の対策(平成24年指導参考事項)、
菜豆のインゲンマメゾウムシに対する各種対策(平成27年指導参考事項)】

© 大豆の病害虫

ダイズ苗立枯病

(1) 被害と発生態

発芽不良畠では、大豆が出芽前に土壤中で腐敗しており、出芽しても子葉の脱落や初生葉の奇形により生育が劣る個体が多く認められた(図11-15、16)。大豆のは種直後の温度が低いほど、本病の発生は激しくなり、出芽率が低下する傾向にあった。病原性を確認した *Pythium* 属菌には、形態的特徴などから *P. spinosum*、*P. ultimum* var. *ultimum* および未同定の *Pythium* sp. の3種類が認められ、これらを病原菌として大豆の出芽前後に腐敗や生育障害を伴う症状を呈する。

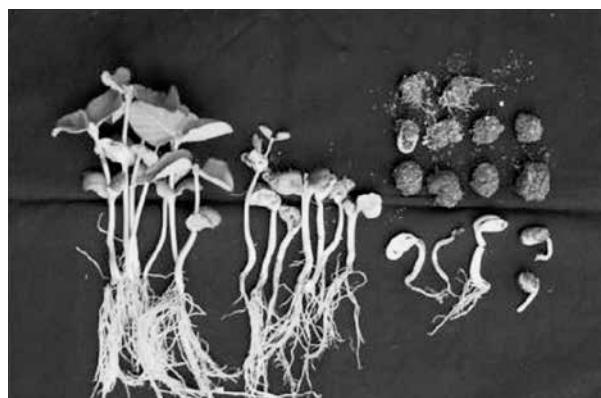


図11-15 大豆の発芽状況(右:不出芽が多い)

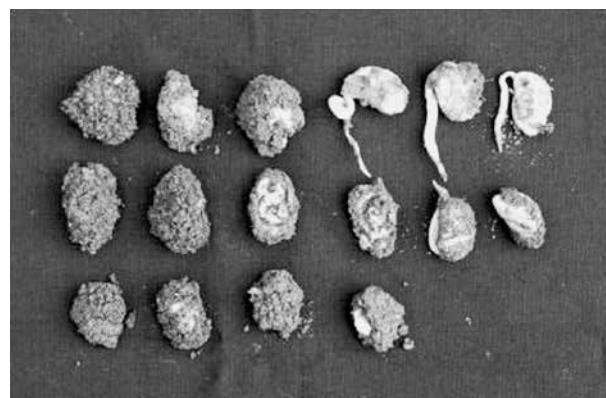


図11-16 不出芽の状況

(2) 防除対策

- ① 低温の続く土壤水分の高い時期は、は種を避ける。
- ② チアメトキサム水和剤Fによる種子消毒を行う場合、殺菌剤(チウラム水和剤F(40%))を併用することで本病害を軽減できる。

ダイズ紫斑病

Cercospora kikuchii (糸状菌) によって起こされる種子伝染性病害。

(1) 被害と発生生態

葉、茎、莢、および子実に発生する。収量減だけでなく、子実に紫色の斑紋を生じ、著しい場合は粒全体が濃紫色～紫黒色となり、種皮に亀裂を生じるため品質の低下が著しい。主として種子に付着した菌糸で越冬し、翌年、種子上に形成された分生子が伝染源となる。罹病茎葉も伝染源となる。

(2) 防除対策

- ① チアメトキサム・フルジオキソニル・メタラキシルM水和剤及びチウラム水和剤Fの種子塗沫処理により、重要な一次伝染源である種子由来の発病を軽減させることができる。
- ② ジエトフェンカルブ・ベノミル水和剤1000倍、アゾキシストロビン水和剤F2000倍、ピリベンカルブ水和剤DF3000倍、ジフェノコナゾール乳剤3000倍・5000倍の茎葉散布が高い防除効果を示す(表11-6)。なお、開花10+30日後の2回散布による防除効果が高い(図11-17)。
- ③ 全道の採種ほと常発地域の一般は種子消毒+茎葉散布(開花10+30日後:2回散布)、未発生地域の一般は種子消毒により、対策を講じる(表11-7)。
- ④ 同一系統の薬剤の連用は避ける。

表11-6 種子消毒剤と茎葉散布の組み合わせの防除効果^a

試験年次	種子消毒	子葉発病(%)	防除価	茎葉散布 ^d	汚染粒率(%)	防除価
2012年	チアメトキサム ^b	27.7	51	なし	74.4	9
	チウラム ^c	22.8	60	なし	81.9	0
	無処理	56.6		なし	81.7	
2013年	チアメトキサム ^b	2.4	62	あり	10.6	81
	チウラム ^c	3.8	40	あり	6.9	88
	無処理	6.3		あり	5.8	89
	チアメトキサム ^b	3.6	48	なし	58.4	-6
	チウラム ^c	3.1	55	なし	44.4	20
	無処理	6.9		なし	55.2	

a: 使用種子の汚染粒率は、2012年100%、2013年10%

b: チアメトキサム・フルジオキソニル・メタラキシルM水和剤F (8ml/種子1kg)

c: チウラム水和剤F (20ml/種子1kg)

d: 茎葉散布: アゾキシストロビン水和剤F (×2000) 開花11+28日後散布

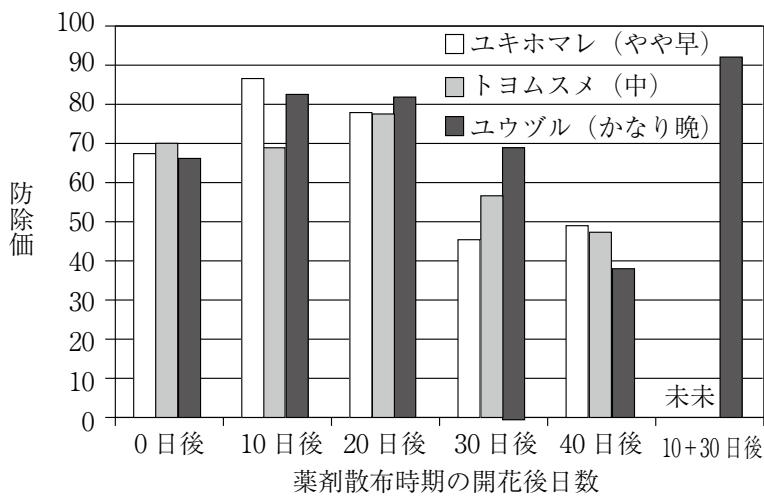


図 11-17 薬剤散布適期の検討

未：未試験
 無散布区の汚染粒率（「ユキホマレ」：48.9%、
 「トヨムスメ」：35.0%、「ユウヅル」：75.4%）

表 11-7 各種茎葉散布剤の紫斑病に対する防除効果

系統	供試薬剤	希釈倍数	2012年 ^a		2013年 ^b		評価
			汚染粒率 (%)	防除率	汚染粒率 (%)	防除率	
NM	ジエト・ベノ水和剤 ^c	1000	7.5	90			○ ^f
Q	アゾキシストロビン水和剤 F	2000	10.6	86	5.0	93	○
Q	ピリベンカルブ水和剤 DF	3000	15.8	79	8.7	89	○
D	ジフェノコナゾール乳剤	3000	15.6	79			○
D	〃	5000	16.6	77			○
	ジエト・チオ水和剤 ^d	1000	21.2	71	61.6	18	✗ ^g
	イミベンコナゾール水和剤 DF	3000	41.0	44			✗
	シメコナゾール水和剤	1000	45.2	39			✗
	イミノ酸塩水和剤 F ^e	1000	50.5	31			✗
	塩基性硫酸銅水和剤	500	57.3	22			✗
	無散布		73.5		75.4		

a：開花 23 + 41 日後散布、b：開花 11 + 28 日後散布、c：ジエトフェンカルブ・ベノミル水和剤

d：ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤、e：イミノクタジンアルペシル酸塩水和剤 F

f：防除効果が高い、g：防除効果が低いまたは不安定

系統 (NM: N-フェニルカーバメート・MBC 素菌剤、Q: QoI 素菌剤、D: DMI 素菌剤)

【ダイズ紫斑病の防除対策（平成 27 年指導参考事項）】

マメシンクイガ

(1) 被害

幼虫が未熟な莢に侵入して子実を食害する。莢そのものを食害することはない。

はじめは、未熟粒に針状の小さな孔を作る程度であるが、成長すると子実の縫合部に沿って溝状に半周または全周にわたって食害する。このため子実がえぐられるような食痕（口欠豆 図 11-19）となるが、二次的に菌類が食痕部に繁殖して黒褐色となる場合もある。

若い子実では全部食害されることもあるが、通常は1個の子実を食い尽くすことはなく虫食い豆となる。



図 11-18 マメシンクイガ成虫（中央農試）



図 11-19 被害子実（口欠豆）と幼虫（中央農試）

(2) 発生生態

年1回の発生。老熟幼虫は土中でまゆを作り休眠越冬する。7月中旬ころ蛹化をはじめ、7月末から8月上旬に羽化する。成虫は日中や夜間には大豆の葉陰や付近の草むらに潜んで静止しているが、早朝から午前10時位と午後3時頃から夕方までの間に飛翔活動が盛んとなり、大豆畠のあまり高くないところを一団となって飛翔する。

産卵は主として若い莢に1粒ずつ行われる。7～9日で孵化した幼虫は、莢の表面にカマボコ状の薄いまゆを作りそこから莢内に侵入し子実を食害する。

(3) 発生生態（試験結果）

① 道内各地のほ場におけるフェロモントラップによる成虫の誘殺最盛期

は場による成虫の誘殺最盛期は地方によって異なり、道北地方で8月2半旬と早く、道南地方で8月4～5半旬と遅かった（図 11-20）。

② それぞれの地域内で採集した個体群幼虫の野外飼育による羽化時期も同様の傾向となった。

③ 本種はほぼ大豆に依存して生息していると考えられ、発生時期はほ場に栽培される品種の影響を受けていると推測される。

④ 防除効果が高い薬剤散布時期は、いずれの地点のいずれの品種とも産卵初発期頃であった。

⑤ 莢の長さが2～3cmに達すれば産卵する可能性があると考えられることから、莢伸長始（図 11-21）は薬剤散布開始時期決定の指標の一つとしてとらえられると考えられた。

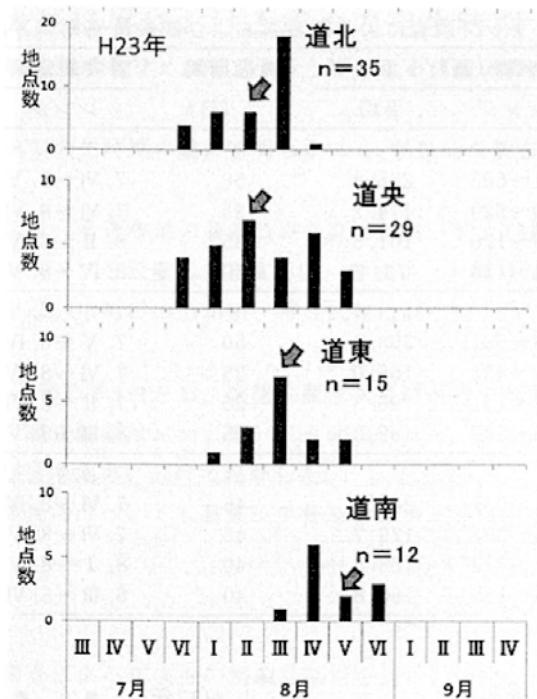


図 11-20 フェロモントラップ調査による成虫の誘殺最盛期の分布（平成 23 年）

注）矢印は地域内の成虫誘殺最盛期の平均値を示す。
調査は道内各地の普及センターによる。

(4) 防除対策

- ① 防除開始時期の決定手順として、開花始の7日後から莢伸長始を調査するとともにフェロモントラップへの成虫誘殺の有無を確認し（図11-22）、莢伸長始および成虫初発の両方が確認されたら、その6日後を目処に薬剤散布を開始する。
- ② 1回目散布に合成ピレスロイド系剤（シペルメトリン水和剤DF、シフルトリン乳剤）、2回目散布に有機リン系剤（PAP乳剤）を10日間隔で実施することで高い防除効果が得られる（図11-23）。



図11-21 莢伸長始頃
(長さが2~3cmに達した莢が全株の40~50%の株に認められた日)
(中央農試)



図11-22 フェロモントラップと誘殺された成虫
(中央農試)

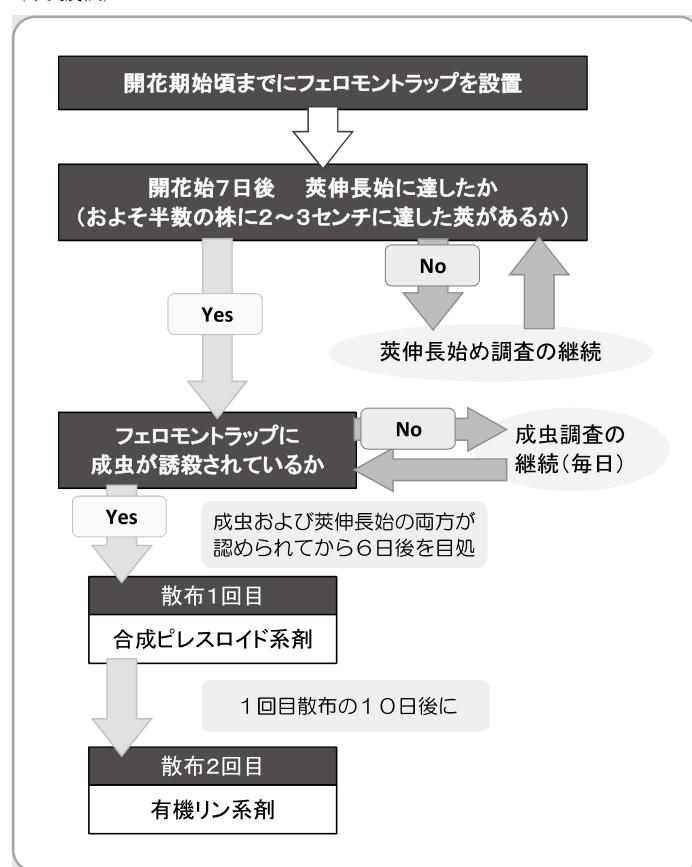


図11-23 成虫発生の有無および莢伸長始を指標とした散布開始時期の決定手順と薬剤散布体系
【大豆のマメシンクイガに対する防除適期の判断手法と被害軽減対策の試験成果
(平成24年指導参考事項)】

(5) 有機栽培、特別栽培大豆での青色 LED を利用したマメシンクイガ防除対策

① 試験目的

有機栽培大豆は納豆、醸造製品など様々な用途で需要があり、価格も慣行栽培大豆より2倍以上の高値で取引されている。畑作物の有機栽培は大豆や小麦を中心とした輪作体系や除草法が確立されつつあり道内で急速に拡大しているが、大豆子実を加害するマメシンクイガの防除手段がない。特にマメシンクイガに加害されやすい大粒大豆の栽培では大きな障害となっている。

そこでマメシンクイガの光応答反応を解明し、これを利用したマメシンクイガの光防除法について検討した。

② 試験成果

- 1) マメシンクイガ成虫は明暗が切替わる直前～直後に活発に活動した。この行動リズムは主に明暗の切替わる刺激により形成されると考えられ、恒明条件ではリズムを失い活動量も低下した。
- 2) 短波長の青色 LED (448～458nm、以下青色 LED と略す) を大豆圃場の外縁に設置し 15:00 前後～翌 7:00 に終夜照射したところ、子実被害が抑制された（図 11-24）。青色 LED がおよそ照度 1 ルクス以上ある地点において効果が高かった。また、青色 LED を照射した圃場内であれば 1 ルクスより照度が低い圃場中心部などであっても無処理区と比較して被害粒率が低い傾向があった。なお、長波長の青色 LED (468nm) や、黄および緑色 LED の照射では高照度でも防除効果が認められなかった（図 11-24）。

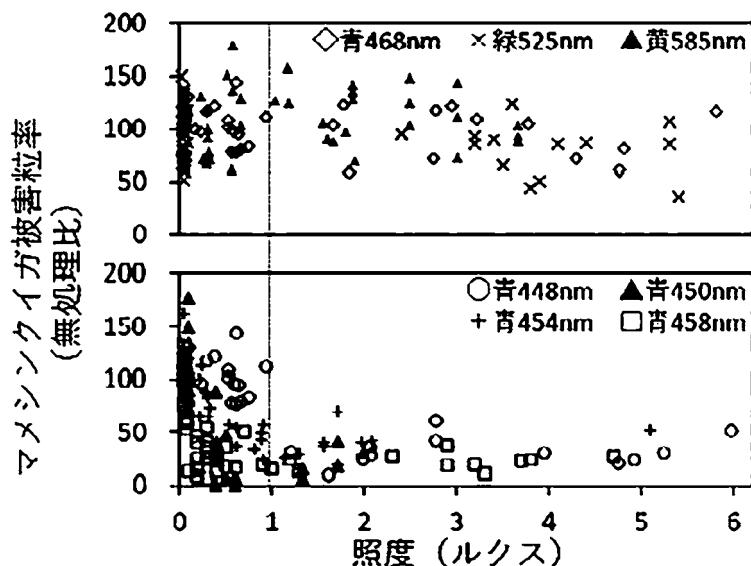


図 11-24 各波長 LED 終夜照射によるマメシンクイガ被害抑制効果、上：効果なし、下：効果あり
(R 1～5 中央、R 5 道南)

各圃場無処理区の中央値を 100 とした。照射開始 7 月上～下旬、終了 8 月下旬～9 月下旬。毎日 15:00 前後～翌 7:00 照射。9 月下旬～10 月中旬収穫。図中の縦線は 1 ルクス。450nm は圃場四隅から全体照射、その他は圃場の一辺から照射。

- 3) マメシンクイガ成虫が圃場内で羽化する連作圃場では、青色 LED 照射の効果は認められたもののその程度は低かった。また、夜間に照射を中断した圃場では防除効果が認められなかった。室内試験において、特に雌成虫では青色 LED 光を忌避する行動がみられた。以上のことから、圃場における青色 LED 照射の効果はマメシンクイガ成虫の飛び込み抑制によるところが大きいと推察された。
- 4) 大豆の開花期 1 週間後以降から青色 LED 照射を開始した圃場では大豆の生育に影響は認められなかったが、開花期からの照射では主茎長が短く、莢数が減少するなどにより有意に減収した。
- 5) 9月末頃まで照射を続けると特に LED 直下では成熟に遅れが生じ収穫期に至らなかった。8月末頃までの照射では 5 ルクス未満の区画での成熟程度（図 11-25）や収量には影響がなかった。5～10 ルクスの区画では成熟がやや遅れたが、一般的な収穫時期である 10 月中旬頃には無処理とほぼ同等の成熟程度に達した。
- 6) 青色 LED 照射はカメムシ類や他の鱗翅目害虫による子実の被害を助長することはなかった。
- 7) 青色 LED 導入圃場では規格内収量の増加に伴い粗収入が向上し無処理を上回った。マメシンクイガの発生量が多い圃場ほどその差が大きかった（表 11- 8）。

③ 防除対策

- 1) 有機栽培、特別栽培大豆圃場における青色 LED 設置方法を以下に示す（図 11-26）。また、照射の効果は成虫の飛び込み抑制によると考えられることから、大豆連作圃場では利用しない。

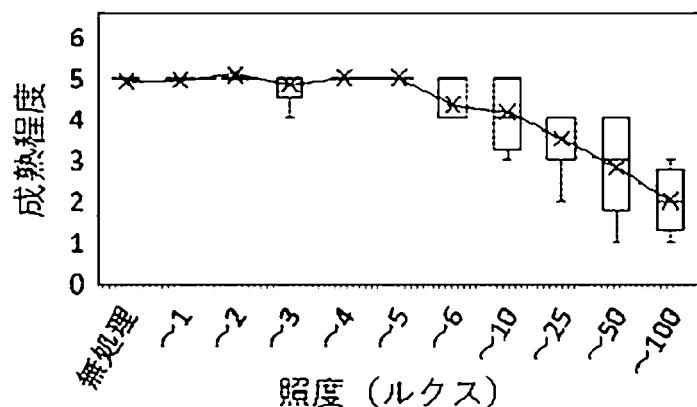


図 11-25 照度と大豆の成熟程度の関係 (R 4 中央)
品種「トヨムスメ」。454 または 458nm の青色 LED を 7/15～9/5 の 14:30～翌 7:00 に照射した 4 圃場の 9/27 の成熟程度。1：生育期、2：黄葉期、3：落葉期、4：落葉終期、5：収穫直前（褐色莢 90%未満）、6：収穫期（褐色莢 90%以上）。×は各照度区分の平均値、直線は平均線を示す。

表 11-8 青色 LED 導入圃場の 10a あたり粗収入 (R 3~5 中央)

年度	ピーク 波長 nm	処理 ¹⁾	シンケイ 発生程度 ²⁾	シンケイ 被害粒率 (%) ³⁾	同左 無処理比	規格内 収量 (kg/10a) ³⁾⁴⁾	同左 無処理比	粗収入 (円) ⁵⁾	同左無処理 との差(円)
R3	458	無処理	多	18.2	100	257.5	100	124,458	—
		照射あり	多	4.5	24.7	339.2	131.7	163,947	39,488
R4	454	無処理	少	1.8	100	495.8	100	239,637	—
		照射あり	少	1.0	55.6	505.0	101.9	244,083	4,447
R5	458	無処理	中	11.2	100	351.7	100	169,988	—
		照射あり	中	3.6	32.1	418.3	118.9	202,178	32,190
	458	無処理	中	9.7	100	291.7	100	140,988	—
		照射あり	中	3.5	36.1	325.8	111.7	157,470	16,482

1) 7月中旬～9月上旬の14:30～翌7:00に17WのLEDを20～30mに1灯の割合で終夜照射 (R 5年は数日不点灯あり)。

2) 無処理の被害粒率が5%未満を少、5%以上15%未満を中、15%以上30%未満を多、30%以上を甚発生とした。

3) 25～40地点 (1地点4～12株) 調査による。

4) 8,333株/10a(畠間60cm×株間20cm)×株あたり健全子実重によって算出。健全子実数は全子実数からシンケイ被害粒、他害虫による被害粒、未熟粒などを除外。

5) 一般的な有機大豆取引価格の中間価格 (20,000円/60kg) に直接支払い交付金の3等単価9,000円/60kgを足し規格内収量×単価により算出。

【LED の種類】

ピーク波長450nm前後の青色LED (「HS1626BD」、「LDR17B-W38」、「HS1326BD」などとピーク波長および波長域が同等の品) を使用する。

【点灯期間】

大豆の開花期1週間後以降のマメシンケイガ成虫発生前 (7月下旬頃)～8月末頃。

【点灯時間】

点灯期間中は毎日夕方～翌朝 (15:00頃～翌7:00) に終夜照射する。

【設置方法】

照度1～10ルクスで照らすことができる高さ、角度および間隔で設置する。

【注意点】

- マメケイシンガ成虫の飛び込みを抑制するため、特に圃場の外縁が照度不足にならないよう注意する。
- 開花期からの照射では大豆収量が減少するため注意する。

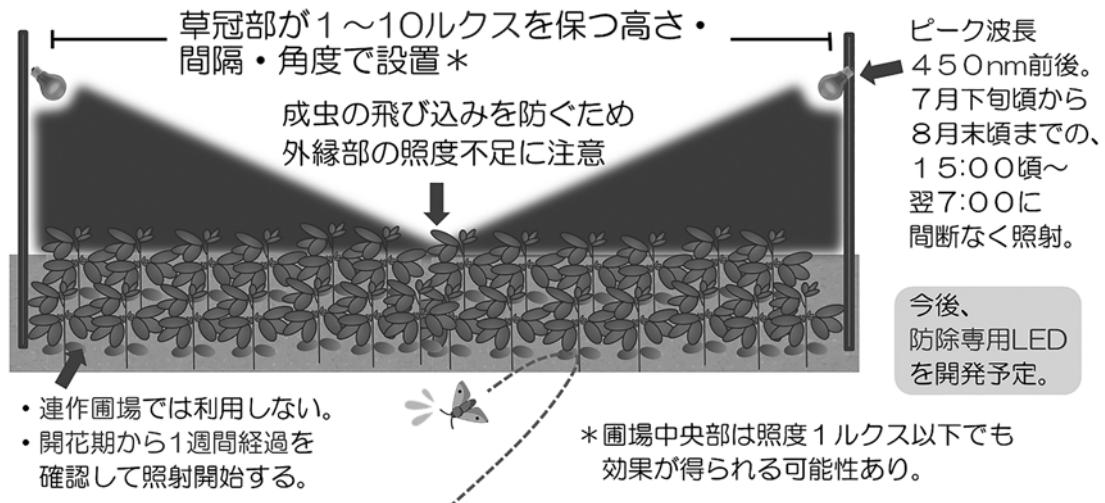


図 11-26 青色 LED の設置イメージ (道総研中央農業試験場作成)

【青色 LED を利用した大豆のマメシンケイガ防除技術 (令和6年指導参考事項)】

カメムシ類

(1) 被害

① カメムシ類による被害子実は収穫後の調製工程での除去が困難なため、出荷後の子実を水浸した際に加害部位の黒変（図 11-27）が顕著に生じることから、被害多発地域では苦慮している。

加害種はエゾアオカメムシ（図 11-28）とナカグロカスミカメ（図 11-29）等複数種である。成虫や幼虫が立毛中の未成熟莢を吸汁加害することによって生じる子実の刺し痕である。

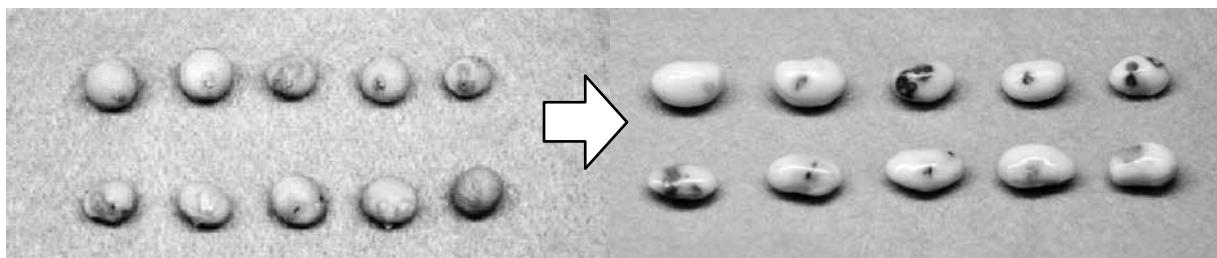


図 11-27 エゾアオカメムシによる被害子実（左）と被害子実の吸水後の様子 a（右）
a : 被害子実を 25℃ のインキュベーター内で 24 時間吸水した結果



図 11-28 エゾアオカメムシ



図 11-29 ナカグロカスミカメ

(2) 発生生態

① エゾアオカメムシ

5月～9月に現れ、体長は12～16mm。体色は緑色系の中でも草色に近く（越冬の時期が近づくと褐色に変化する）、全体に細かい黒い点刻がある。腹面は白緑色（越冬の時期が近づくと橙色に変化する）。マメ科やキク科などの植物に寄生する。

② ナカグロカスミカメ

8月～9月に現れ、体長は7.5～9mm。体色は淡い黄緑色で通常前胸背に1対の黒い紋がある。キク科、マメ科、イネ科などの植物に寄生する。

(3) 防除対策

① 大豆子実を加害するカメムシ類による被害を抑制するためには、莢伸長始（ほ場の半数の株の莢が2～3cmに伸長した時期）から約6日後（開花約16日後）、または16日後（開花約26日後）にシフルトリン乳剤またはシペルメトリン水和剤DFを散布す

ることが効果的であった。この時期は、既存のマメシンクイガ防除方法の1回目または2回目散布適期と一致する（表11-9）。

② 大豆子実を加害するマメシンクイガとカメムシ類の同時防除は、既存のマメシンクイガ防除方法の1回目または2回目の散布でカメムシ類に対して効果の高いシフルトリン乳剤またはシペルメトリン水和剤DFを使うことで、両種による被害粒の発生を効果的に抑制できる（表11-10）。

ただし、1回目の散布が莢伸長始から7日以上遅くなるほ場では、散布1回目にカメムシ類に対して効果の高い薬剤を用いる。

③ 調査ほ場において殺虫剤散布履歴とカメムシ類およびマメシンクイガによる被害粒率発生状況の関係を調査した結果、開花期10～30日後にマメシンクイガ防除としてシフルトリン乳剤またはシペルメトリン水和剤DFを散布したほ場では、同時期にこれらを散布しなかったほ場と比較して両種の被害粒率が安定して低かった（表11-11）。

表11-9 各薬剤のカメムシ類およびマメシンクイガによる被害子実の抑制効果

(系統名)	薬剤名 ^{※1}	カメムシ類 ^{※2}		マメシンクイガ ^{※3}	
		試験例数	無処理比平均 ^{※4}	試験例数	無処理比平均 ^{※4}
(ネオニコチノイド)	ジノテ	3	59.5	-	(登録無し)
	クロチ	3	56.5	0	(試験事例無)
	チアメ	3	85.7	-	(登録無し)
(ピレスロイド)	シフル	5	4.4	2	5.6
	シペル	5	8.4	7	2.3
	エトフェ	3	23.0	4	19.3
(有機リン)	MEP乳剤	3	46.7	0	(試験事例無)
(ジアミド)	クロラン	-	(登録無し)	2	2.0

※1 薬剤名は、以下を示す（表1～3共通）

ジノテ：ジノテフラン水溶剤SG、クロチ：クロチアニジン水溶剤、チアメ：チアメトキサム水溶剤SG、シフル：シフルトリン乳剤、

シペル：シペルメトリン水和剤DF、エトフェ：エトフェンプロックス乳剤、クロラン：クロラントラニリプロール水和剤F

※2 カメムシ類に対する効果は、本成績の結果に基づき記載した。

※3 マメシンクイガへの効果は2001年以降実施の指導参考提案時の薬効試験結果。

※4 無処理比平均は、数値が低いほど効果が高いことを示す。

表11-10 各防除体系によるカメムシ類およびマメシンクイガの被害粒率（%）

1回目 ^{※1}	2回目 ^{※1}	2017年試験				2018年試験			
		A町(生産者B)		A町(生産者C)		十勝農試		十勝農試	
		カメムシ類	マメシンクイガ	カメムシ類	マメシンクイガ	カメムシ類	マメシンクイガ	カメムシ類	マメシンクイガ
シフル	MEP乳剤	0.3 (8.1)	0.0 (0.0)	0.5 (3.5)	0.1 (0.7)	0.0 (1.7)	0.0 (0.0)	0.0 (0.9)	0.0 (0.3)
シフル	PAP乳剤					0.2 (9.0)	0.0 (0.0)		
シペル	MEP乳剤							0.0 (0.9)	0.4 (4.5)
クロラン	シフル	0.1 (1.6)	0.0 (0.0)	0.8 (6.3)	0.0 (0.0)	0.1 (5.4)	0.1 (2.1)	0.1 (3.6)	0.0 (0.0)
クロラン	シペル	0.3 (10.1)	0.0 (0.0)	0.9 (6.9)	0.0 (0.4)	0.1 (5.0)	0.1 (2.0)	0.2 (4.6)	0.2 (1.7)
	無処理	3.3	0.2	13.4	11.4	2.2	5.6	3.4	9.4

※1 既存のマメシンクイガ防除方法に準じて、ほ場の半数の株の莢が2～3cmに伸張してから約6日後または約16日後に実施した。

※2 ()は、無処理比を示した。無処理比は、数値が低いほど効果が高いことを示す。

※3 表中の数値はすべて、小数点第2位を四捨五入している。

表 11-11 開花期 10～30 日後の散布薬剤とカメムシ類・マメシンクイガの被害粒率 (%)
(2017 年・一般生産ほ場)

調査害虫 (被害粒率)	シフルまたはシペル散布ほ場 ^{※1}			有機リン系散布ほ場 ^{※2}			その他ほ場 ^{※3}		
	調査 ほ場数	被害粒率 平均値	標準偏差	調査 ほ場数	被害粒率 平均値	標準偏差	調査 ほ場数	被害粒率 平均値	標準偏差
カメムシ類	11	0.6	0.6	25	1.1	1.3	30	4.3	7.6
マメシンクイガ		0.0	0.0		0.8	2.0		0.3	0.6

※1 シフルまたはシペル散布ほ場：シフルトリン乳剤またはシペルメトリン水和剤 DF のいずれか 1 剤、もしくはシフルトリン乳剤またはシペルメトリン水和剤 DF と、クロラントラニリプロール水和剤 F の 2 剤を散布したほ場

※2 有機リン系散布ほ場：有機リン系殺虫剤の 1 剤、もしくは有機リン系殺虫剤とクロラントラニリプロール水和剤 F の 2 剤を散布したほ場

※3 その他ほ場：シフルトリン乳剤、シペルメトリン水和剤 DF、有機リン系殺虫剤のいずれも散布していないほ場

【大豆子実を加害するカメムシ類およびマメシンクイガの同時防除方法（平成 31 年指導参考事項）】

ダイズクキタマバエ

(1) 被害

ダイズクキタマバエは、幼虫が大豆の葉柄や茎内部を食害し、多発した場合は落葉・落莢させて、著しい減収をもたらす（図 11-30、図 11-31）。2016 年以降、渡島総合振興局管内的一部地域で本種による被害が確認され、多発して減収が認められるほ場が確認された。

被害は 7 月下旬に 3～4 節の葉柄において赤褐色～褐色の斑点が生じたり小葉がしおれることから始まり、9 月上旬にかけて上位に拡大し、落葉や葉柄・分枝の枯死が生じる。また、幼虫の加害が主茎まで及んだ場合は強風により折損する事例もある。



図 11-30 ダイズクキタマバエ幼虫による小葉や葉柄の枯死（2020 年、A 町）

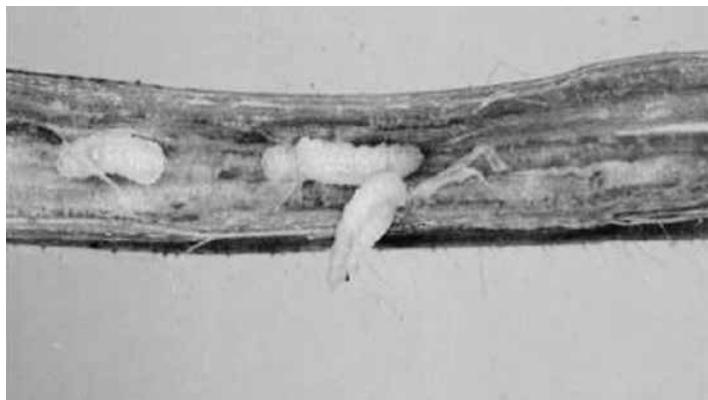


図 11-31 ダイズクキタマバエの茎内部への食害のようす（道南農試）

(2) 発生生態

① 本種が多発している地域は、山間部の川沿いで湿度が高いと考えられる地形であった。

加えて、渡島総合振興局管内では 2016 年以降 7 月の平均気温が 21℃ 前後、積算日照時間が 150 時間以下、積算降水量 100mm 以上となるケースが多く、このような高温・多湿の気象条件が本種の多発要因の一つと考えられた。

② 成虫は、7 月下旬～8 月上旬と 8 月下旬～9 月上旬の 2 回発生する。幼虫は 7 月下旬から確認され、8 月上旬に最も多くなり、9 月下旬まで発生する。若齢幼虫は 7 月下旬～8 月上旬と 8 月下旬～9 月中旬にかけて確認されたことから産卵が 2 回行われている。幼虫の発生量は、1 回目が 2 回目よりも著しく多い（図 11-32、図 11-33）。

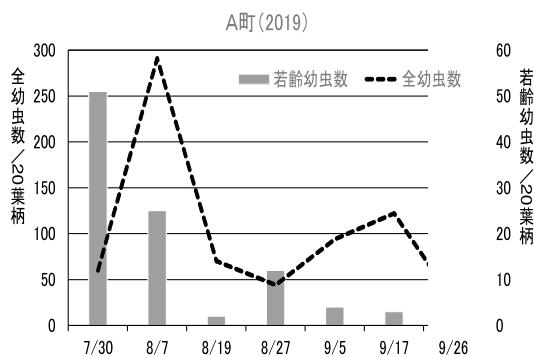


図 11-32 被害葉柄内のダイズクキタマバエ幼虫の発生消長（2019年、A町）

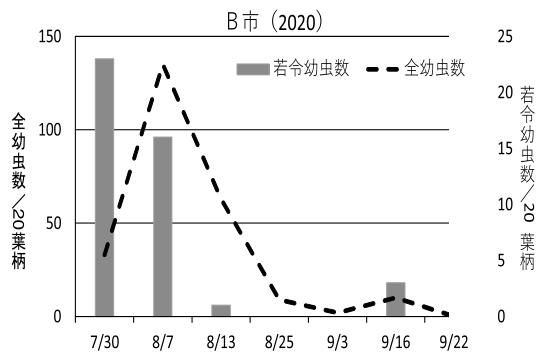


図 11-33 被害葉柄内のダイズクキタマバエ幼虫の発生消長（2020年、B市）

(3) 防除対策

- ① 本種が多発する地域における薬剤散布適期は、7月中旬～下旬である（表 11-12）。1回目発生時の7月中旬にシペルメトリン水和剤DF 3,000倍、7月下旬にクロチアニジン水和剤F 2,500倍を散布すると大豆の収量安定化につながる。また、2回目発生に対する薬剤散布は、莢数や子実重に大きな影響を与えるので不要である。（表 11-13）。
- ② 本種はやや高温多湿で多発することから、密植を避け適切な肥培管理を実施し過繁茂にしないこと、適切な雑草対策・排水対策を実施し圃場内の湿度を下げるのも重要である。
- ③ また、多発地域の実態と過去の知見から、秋起こしを実施し越冬場所である土壌を攪拌することで本種の生存率を低下させることも重要な耕種的対策となる。

表 11-12 ダイズクキタマバエに対する同一薬剤2回散布による散布適期試験結果（現地）

年次	処理区	被害葉柄数 / 10 株（無処理区比）	
		クロチアニジン水和剤F 2,500 倍	シペルメトリン水和剤 DF3,000 倍
2019	7月上旬 + 中旬	50.0 (70.2)	23.0 (32.3)
	7月中旬 + 下旬	2.4 (3.4)	10.4 (14.6)
	7月下旬 + 8月上旬	28 (3.9)	37.2 (52.3)
	無処理	71.2	
2020	7月中旬 + 下旬	28.5 (26.2)	49.5 (45.4)
	7月下旬 + 8月上旬	53.0 (48.6)	82.0 (75.2)
	無処理	109	

注 1) 無処理区比は数字が小さいほど防除効果が高い

表 11-13 ダイズクキタマバエに対する2薬剤組み合わせ試験結果（2020年現地）

防除体型	散布時期 ¹⁾			被害葉柄数 ²⁾ /10 株 (無処理区比)	莢数 / m ² (無処理区比)	子実重 (kg / 10a) (無処理区比)			
	1回目発生								
	7月中旬	7月下旬	8月上旬						
体系 a	シ	ク	-	シ	55 (38)	415 (130)			
体系 b	-	シ	ク	シ	95 (66)	352 (110)			
体系 c	-	シ	ク	-	97 (68)	386 (121)			
慣行	-	-	-	シ	130 (91)	309 (97)			
無処理	-	-	-	-	143	319			
						153			

注 1) シ: シペルメトリン水和剤 DF3,000 倍、ク: クロチアニジン水和剤 F2,500 倍、-: 薬剤無散布。

注 2) 被害葉柄は 8 月下旬調査。被害葉柄数の無処理区比は数字が小さいほど防除効果が高い

注 3) 網掛けは散布適期。

ダイズシストセンチュウ

(1) 加害作物 大豆、小豆、菜豆

(2) 経過習性・被害

ダイズシストセンチュウは卵を内臓した褐色のシストで越冬し、寄生植物の根から分泌されるふ化促進物質に誘引されて卵からふ化しシストから遊出する。2期幼虫が根に侵入し、脱皮を繰り返し成虫になる。レモン形となる雌成虫は、頸部を根に残したまま体部を根の外に表す。7月に入ると根に白いケシ粒状の雌成虫が観察される。雌成虫の体色は白から淡い黄色に変わり、体内に卵を充満させ褐色のシストとなる（図11-34）。シストは低温、乾燥、化学物質などに強く、内部の卵は寄生植物がない状態で9年以上生存することができる。

大豆の被害は生育が止まり、茎葉が淡黄色となる。線虫密度の高いほ場では7月中旬頃から茎葉が黄化し、早期に落葉し枯死するため、着莢数が減少し、大きな減収となる。大豆ではダイズシストセンチュウ抵抗性品種が開発されているが、道内では抵抗性を打破する個体群（レース）が確認されている。

(3) 防除法

- ① 非寄主作物との長期輪作（4年以上）
- ② 抵抗性品種の利用
- ③ ふ化促進効果を有する非寄主作物の利用（アカクローバ）

(4) ダイズシストセンチュウレースの簡易判定法

ダイズシストセンチュウの発生実態を把握するための簡易な方法として、シードテープ法が開発された。

方法：抵抗性遺伝子の異なるスズマル、ユキシズカ、トヨコマチ、スズヒメ、（参考：スズマルR）を封入したシードテープをほ場に設置し、個体当たりのシスト寄生数に基づく指数（表11-14）から次式により寄生程度を算出する。

$$\text{シスト寄生程度} = \{\sum (\text{指数} \times \text{個体数}) \times 100\} / (4 \times \text{全個体数})$$

判定基準についてはシスト寄生程度10（未満が陰性、以上が陽性）を閾値として判定する。

シスト寄生程度による陰性、陽性を基にシストセンチュウのレースを判断し（表11-15を参照）作付け品種の選定を行う。

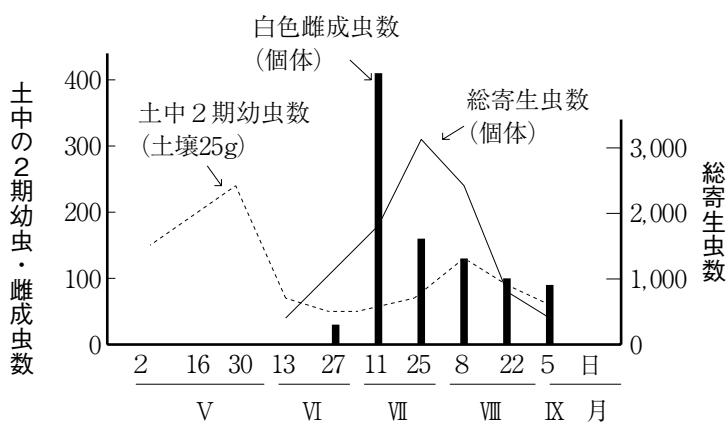


図11-34 大豆におけるダイズシストセンチュウの発生消長

（茅室町、浅井・西尾原図より改変、1965）

表 11-14 指数の調査基準

個体当たり シスト (粒数) 数	指 数	程 度 (例)
0	0	0
1	0.1	3
2	0.2	5
3	0.3	8
4	0.4	10
5	0.5	13
6	0.6	15
7	0.7	18
8	0.8	20
9	0.9	23
10	1.0	25
11 ~ 20	1.5	38
21 ~ 50	1.7	43
51 ~ 100	2	50
101 ~ 500	3	75
501 ~	4	100

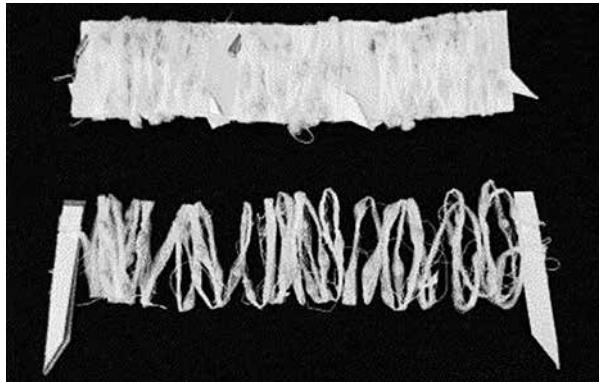


図 11-35 簡易判定用シードテープ

注) 程度 (例) は、例としてシスト (粒数) 数が、調査個体平均 4 個の場合、程度は 10 となることを示す。

【簡易判定法利用のための注意点】

- ① ダイズシストセンチュウ被害対策として抵抗性品種を選択するために用いる。
- ② センチュウの発生はほ場内で局在するため、発生場所の記録をもとにシードテープを設置する。
- ③ 判定結果が判然としない場合は、再調査の実施とともに専門機関と協議する。
- ④ シードテープの作成については、当面中央農業試験場作物開発部作物グループで製作する。
- ⑤ シードテープの手配については、所管の普及センターを経由し各農試技術普及室をとおして、3月末までに配布を依頼する。

表 11-15 判定評価区分に基づく抵抗性品種の導入可否基準

判定品種	(遺伝資源)	抵抗性特性区分	葉形	粒大	評価区分					
					F	R3	R3g	R3p	Rgp	R?
スズマル	(なし)	弱	長	小	-	+	+	+	+	+
ユキシズカ	(P I 84751)	強	長	小	-	-	-	+	+	+
トヨコマチ	(ゲデンシラズ1号)	強	円	中	-	-	+	-	+	+
スズヒメ	(P I 84751)	極強	長	小	-	-	-	-	-	+
(感受性:弱) キタムスメ、ユウヅル、トカチクロ、スズマル、ツルムスメ、トヨホマレ、ハヤヒカリ、いわいくろ、タマフクラ					適	不適	不適	不適	不適	不適
(ゲデンシラズ1号由来レース3抵抗性:強) トヨムスメ、トヨコマチ、大袖の舞、ユキホマレ、トヨハルカ、ゆきびりか					適	適	不適	適	不適	不適
(P I 84751 由来レース3抵抗性:強) ユキシズカ					適	適	適	不適	不適	不適
(レース1・3抵抗性:強) ユキホマレR、スズマルR					適	適	適	適	適	不適

注) 2010年現在の優良品種を示す。極強の「スズヒメ」は、2002年に優良品種認定廃止。

表 11-16 シードテープ法による調査実施要領

項目	内容
設置ほ場・場所の選定	ダイズシストセンチュウの発生はほ場内で局在するため、事前に発生場所に目印を付けるか、GPSレシーバなどによる位置情報の記録が望ましい。
設置方法	設置場所確認のため、シードテープ先端のラベルを先頭位置として標識ポールを立て、1ほ場に3カ所以上設置する。設置時期は、各々のほ場での作付け作物の発芽・植え付け後の6月上旬に行う。
システムの調査時期	8月中下旬
調査方法	個体ごとのシスト寄生数および根粒着生数を指数で記録し、シスト寄生程度を算出後、程度10未満を陰性、10以上を陽性とする。
線虫発生土壤の拡散防止	ダイズシストセンチュウ発生土壤の拡散防止のため、ほ場ごとにオーバーブーツ着用と交換を行い、調査株は掘取り跡に埋設処分し、使用用具は洗浄を行う。

【ダイズシストセンチュウ発生ほ場に抵抗性品種を効果的に導入するための簡易判定法

(平成20年普及推進事項)】

12. 適期収穫・機械収穫体系

以前の豆類の収穫作業は、ビーンハーベスタやビーンカッタで刈り取りした後、にお積み作業を行い、ほ場で子実の乾燥が進んでから脱穀作業を行うのが一般的な体系であった。しかし、この体系では作業工程数が多く、労働力が必要であったことから、現在では、にお積み作業を省略したピックアップスレッシャ（写真 12-1）による機械収穫体系が定着し、さらに刈り取り工程を省略できるコンバインによるダイレクト収穫体系の導入が拡大している。ピックアップスレッシャやコンバインを利用する機械収穫体系では、大幅な省力化が可能となるが、刈り取り損失などの収穫損失、脱穀時の損傷や汚粒による品質低下など、注意しなければならないポイントが多い。また、豆類の収穫に使用されるコンバインには稻・麦・豆類の収穫に対応する汎用コンバイン（写真 12-2）や麦・豆類の収穫に最適化した豆用コンバイン（写真 12-3）のほか、大豆の収穫には小麦の収穫で使用される大型の普通型コンバインも使用されており、それぞれ適切な設定で作業する必要がある。

そこで、本稿ではこれまで道総研が各豆類の機械収穫体系の導入時に検討してきた成果から、収穫機械体系におけるコンバインなどの収穫機利用法と留意点について述べる。



写真 12-1 ピックアップスレッシャ



写真 12-2 汎用コンバイン (4条)



写真 12-3 豆用コンバイン (2条)

(1) 小豆

小豆の機械収穫体系は、ピックアップ収穫が道内作付面積の 40%、ダイレクト収穫が 56% を占めており、ピックアップとダイレクトを合わせたコンバインによる収穫は 72% である（令和 5 年産、北海道農政部調べ）。コンバインによる小豆収穫時には、脱穀・選別部のコンケーブ、グレンシーブや搬送系のカバー類の交換などが必要である（小豆収穫が標準仕様の機種もある）。各メーカーからオプションキットが用意されているので、それを利用する。なお、R4 指導参考「小豆の作付維持・拡大に向けた収穫体系の経済性評価」では、小豆の収穫体系別の経済性を示しており、2ha 未満は収穫委託、2～5ha はピックアップスレッシャのコストが低く、2 畦豆用コンバインのコストを収穫委託より抑制するには 8ha 以上の作付面積が必要としている。小豆の機械収穫法を表 12-1 に示す。

小豆は裂莢し易く、倒伏により莢先が地際にある場合が多い作物であるため、刈り取り損失に留意しなければならない。R5 の北海道優良品種に認定された新品種「きたいろは」は

表 12-1 小豆の機械収穫法

収穫方式	ピックアップ収穫		ダイレクト収穫	
収穫機	汎用コンバイン(4条)	ピックアップスレッシャ	汎用コンバイン(4条)	豆用コンバイン(2条)
刈り取り・ 拾い上げ方式 (利用可能性)	ピックアップヘッダ (利用可能)	ピックアップ装置(利 用可能)	・ロークロップヘッダ丸 鋸刃(利用可能) ・リールヘッダ (利用困難) ・ロークロップヘッダ分 割レシプロ刃(利用困難)	・ロークロップヘッダ 丸鋸刃(利用可能) ・リールヘッダ (利用可能) ・ロークロップヘッダ分 割レシプロ刃 (利用困難)
収穫時期の目安	熟莢率 100% で、子実水分 16 ~ 18% 程度(通常では完熟期から 2 週間以内)			
収穫適期の作業 速度等	・0.8m/s 程度 ・葉落ちが悪く、作物 水分が高いとき、作業 速度を低くする	・0.8m/s 程度 ・葉落ちが悪く、作物 水分が高いとき、作業 速度を低くして、風量 を上げる	・0.6 ~ 0.9m/s ・倒伏、茎葉重に応じ て作業速度を低くする	・0.8 ~ 1.0m/s ・倒伏程度多以上の場 合、茎水分 20% 以上 の場合(直流式こぎ胴 のみ)、作業速度を低く する
収穫早限の目安	熟莢率 80% で子実水分 25% 程度		熟莢率 90% で子実水分 25% 程度(熟莢率 80% は未検討)	熟莢率 80% で子実水分 25% 程度(直流式こぎ 胴では利用困難)
収穫早限の作業 速度等	未検討	・0.4 ~ 0.5m/s 程度 ・予乾を十分行う、作 業速度を低くする、送 塵弁を調整する	・0.4 ~ 0.5m/s ・葉落ち、茎葉重、倒 伏に応じて作業速度を 低くする	・0.6 ~ 0.8m/s ・葉落ち、茎葉重、倒 伏に応じて作業速度を 低くする
拾い上げ部・ 刈り刃調整等	・土壤表面が乾燥している時に行う ・ピックアップ用の爪は土に深く入れないよう に調整する		・ロークロップヘッダ 丸鋸刃: 最下莢先と同 じ ~ 2cm 低く設定・リ ールヘッダ: 最下莢先の 上 2cm 程度に設定	・ロークロップヘッダ 丸鋸刃: 最下莢先と同 じ ~ 2cm 低く設定・リ ールヘッダ: 最下莢先の 上 2cm 程度に設定
培土高さ	10cm程度			
ディバイダ調整			先端を少し浮かせる	
倒伏程度	倒伏程度によらず収穫可能(ビーンカッタ等)		直立 ~ 倒伏多程度	
収穫作業能率 (完熟期、ha/h)	0.16	0.12	0.46 ~ 0.71	0.29 ~ 0.35

注) 利用可能性は収量 300kg/10a での損失 5% 程度を目安とした判断。

(H14、H16. 中央農試、H9. 十勝農試)

既存品種より着莢位置が高い特性を有し、コンバインによるダイレクト収穫時の刈り取り損失が少ない。このため、小豆の省力生産に寄与する品種として普及が期待されている(詳細は第3章6品種の選定を参照いただきたい)。また、小豆の密植栽培は成熟期を早めるとともに収量を増加させる傾向にあるため、倒伏を増加させない程度の適度な密植は機械収穫体系に適している。特に道東地域における早生品種の栽培では5月下旬の播種期で、密植により成熟期は早まり、倒伏の増加は少なく、増収傾向にあることから、1.5倍までの密植栽培が有効とされている(H30指導参考「道東地域における小豆早生品種の密植・適期播種による安定栽培法」、詳細は第3章9栽培密度を参照いただきたい)。

○収穫適期

収穫適期の目安は「熟莢率」で判断する。ニオ積み収穫適期は熟莢率70%(成熟期)である。機械収穫では100%(完熟期)以降で、子実水分が16~18%の範囲の時期であり、この条件では収穫損失を5%以下にすることが可能である。通常では完熟期後1~2週間程度であるが、特に成熟期以降が高温・乾燥条件で経過する年では、収穫遅延により煮えやすさの指標である煮熟増加比が低下することが指摘されている(図12-1)ので、加工適性を損なわないためにも、収穫適期に達したら速やかに収穫する必要がある。また道央・上川地方でも、適期収穫を行うことで、加工上問題となる濃赤粒の発生を抑制することが可能である。

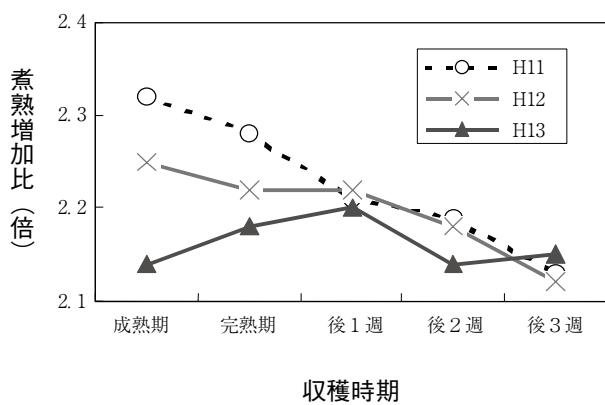


図 12-1 成熟期以降の煮熟増加比の推移

(H14. 北見農試)

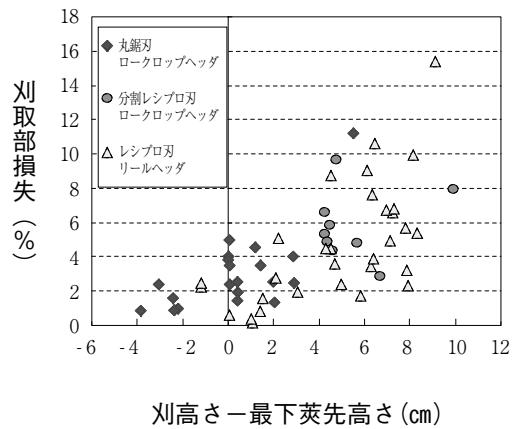


図 12-2 豆用コンバインの刈取部損失

(H14. 中央農試)

○収穫損失・損傷粒を少なくするために

ピックアップ収穫では刈り取り作業をビーンカッタ等で行うが、完熟莢は水分が低いと裂莢しやすいので、ディバイダや刈り刃位置を十分に調整して、朝露のある時間帯に作業を行うのが望ましい。ピックアップ収穫作業は、土壤表面が乾燥している時に、土砂・土塊を拾い上げないようにピックアップ用の爪の位置を十分に調整して作業を行う。葉落ちが悪い、作物水分が高い場合には脱穀選別損失が増加するので、作業速度を低くして処理流量を下げる、選別風量を上げるなどの調整を行う。

コンバイン収穫における収穫損失は、その多くが刈り取り部で発生する。刈り高さが高いほど損失が増加する（図 12-2）。丸鋸刃のロークロップヘッダは、畦頂よりも下の高さで刈り取ることができるので、刈り高さを最も下位の莢先と同じ高さ、または低い位置に設定して収穫する。また、ディバイダ先端を地表よりも浮かせて、ディバイダで莢を少し持ち上げて茎を切断するように調整する。平畦では、ディバイダが上手く作用しないため、生育期の中耕除草時に高さ 10cm 程度の培土を行う。

小豆は他の豆類と比較して子実水分の影響による損傷粒の発生は少ないが、過乾燥の条件では破碎による損傷粒が発生するので、こぎ胴周速度を下げるなどの調整を行う。

○機械収穫の早限

夏期の冷涼な気象により生育遅延となり、成熟のばらつきが大きい場合や完熟期に達しない場合、また成熟期以降に霜害の危険性が高い場合や完熟期が他の作物の収穫適期と重複するなど適期収穫が行えない場合に限り、熟莢率 80～90% の時期、子実水分 25% 程度まで収穫を早めることが可能である（図 12-3）。この場合、収穫損失は 5% 以内である（図 12-4）。早刈りでは未熟打撲粒が発生するが、熟莢率 80% 以上であれば調製歩留まりの低下は少なく、加工上問題とはならない（図 12-5、6）。収穫後には静置式平型乾燥機を用いた常温通風乾燥による速やかな乾燥が必要である。

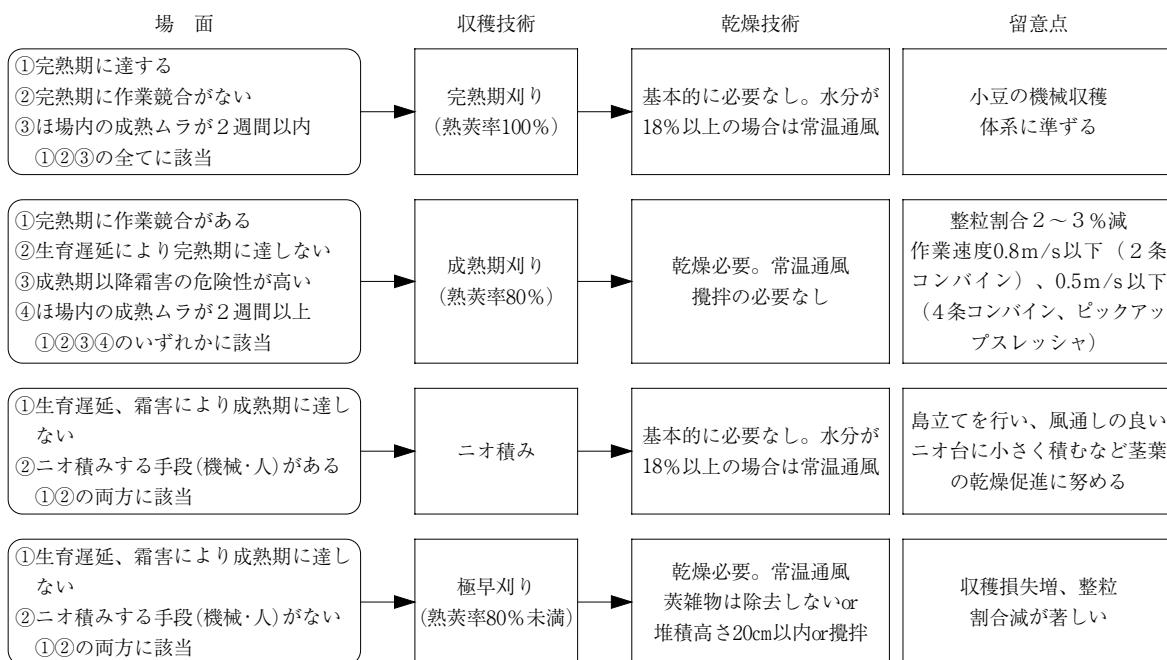


図 12-3 小豆の機械収穫、乾燥体系

(H16. 中央農試)

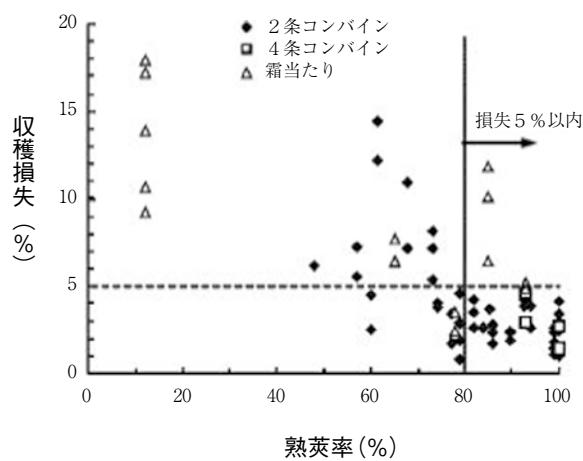


図 12-4 熟莢率と収穫損失

(H16. 中央農試)

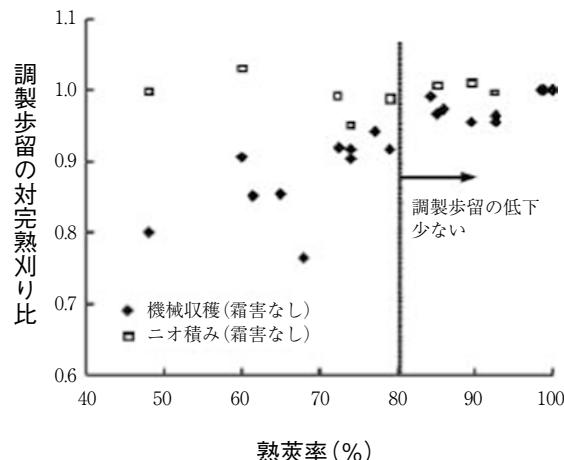


図 12-5 熟莢率と調製歩留

(H16. 中央農試)

※完熟刈りを1とした比

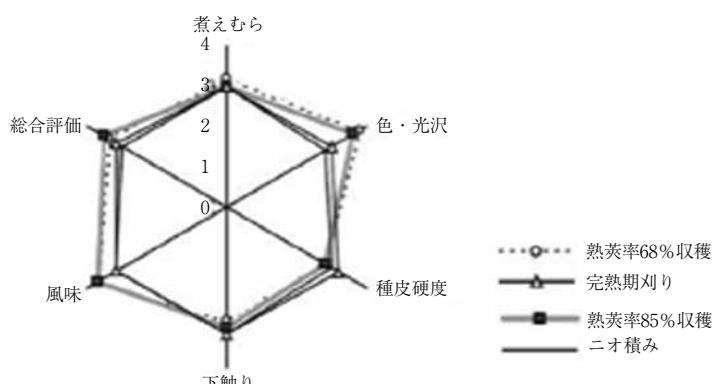


図 12-6 加工業者による製あん評価

(H16. 中央農試) ※ H16、追分町産「しゅまり」調整後良品

(2) 菜豆

菜豆のうち、金時類の機械収穫体系は、ピックアップ収穫が道内作付面積の68%、ダイレクト収穫が31%を占めており、ピックアップとダイレクトを合わせたコンバインによる収穫は46%である（令和5年産、北海道農政部調べ）。菜豆収穫時には、脱穀・選別部のコンケーブ、グレンシーブや搬送系のカバー類の交換などが必要である。各メーカーでオプションキットが用意されているので、それを利用する。表12-2に菜豆の機械収穫法を示す。

特に金時類は粒が大きいことから最も損傷を受けやすい豆類であり、特に収穫時に発生する皮切れ粒（写真12-4）は調製施設における選別除去が困難であり、製品に混入した場合は煮くずれの原因となることから、損傷粒の発生に留意して作業する必要がある。

○収穫適期

収穫適期の目安は、小豆同様に「熟莢率」で判断する。ニオ積み収穫適期は熟莢率80%（成熟期）、機械収穫ではほぼ100%（完熟期）以降である。金時類では、損傷粒は子実水分が高い（収穫時期が早い）場合には潰れ粒などが、また子実水分が低い（収穫時期が遅い）場合には、皮切れ粒、破碎粒などが発生し、さらに、これらの損傷粒はこぎ胴周速度が高い場合に多く発生する（図12-7）。その他の被害粒の発生割合を考慮して、収穫適期は子実水分が18～26%、すなわち完熟期（熟莢率ほぼ100%）から6日以内が適すると考えられた（図12-8）。

手亡類では、子実水分は完熟期頃では25%程度まで低下するが、その後の低下は金時類と異なり小さい。子実水分が20%未満（完熟期から1週間以降）では、収穫時の汚粒発生も軽微であり、機械収穫が可能である。なお、R5の北海道優良品種に認定された新品種「舞てぼう」は、既存品種「雪手亡」よりも倒伏の発生が少なく、成熟期の葉落ちが優れる特性を有している。このため、機械収穫時に生葉が脱穀部に取り込まれることによる汚粒（種皮への茎葉断片や汁液の付着）の発生や、葉落ちを待って収穫が遅れることによる品質低下リスクを下げることが可能である（詳細は第3章6品種の選定を参照いただきたい）。



写真12-4 脱穀時に発生する皮切れ粒（福勝）

表 12-2 菜豆（金時・手亡）の機械収穫法

品種	「大正金時」、「福勝」		「雪手亡」	
収穫時期の目安	熟莢率ほぼ 100%、子実水分「大正金時」18～26%、「福勝」19～25%、通常では完熟期から 6 日以内（収穫最適子実水分は 22～24%）		熟莢率ほぼ 100%、（子実水分 18～20%、通常では完熟期から 1 週間以降、茎水分 70% 以上では汚粒発生）	
収穫機	豆用コンバイン	ピックアップスレッシャ	豆用コンバイン	ピックアップスレッシャ
作業速度	0.6～0.8m/s (総重量 700g/m ² 以上では 0.6m/s 未満)	0.7m/s 以下	0.6m/s	0.6～0.8m/s
刈り取り・拾い上げ方式	ロークロップヘッダ 丸鋸刃	ピックアップ装置	ロークロップヘッダ 丸鋸刃	ピックアップ装置
刈り高さ	0cm	-	-1～0cm	-
培土高さ	12～18cm程度	12～18cm程度	10cm程度	10cm程度
倒伏程度	倒伏角 45°：作業速度 0.5m/s 倒伏角 75°：作業速度 0.5m/s で追い刈り収穫	倒伏程度によらず収穫可能（ビーンハーベスターまたはビーンカッタ）	倒伏角 30° 程度まで	倒伏程度によらず収穫可能（ビーンハーベスターまたはビーンカッタ）
脱穀機構こぎ歯	軸流式 ワイツース	直流式 ワイツース	軸流式 ワイツース	直流式 ワイツース
こぎ胴周速度	5.0～5.6m/s (190～212rpm)	3胴式：5.4～6.6m/s 2胴式：6.1～6.9m/s	5.5～10m/s (212～385rpm)	3胴式：8m/s 2胴式：11m/s
送塵弁位置	6 以上	-	6 以上	-
受網（格子）ピッチ	22～25mm	「大正金時」：20～24mm 「福勝」：24～30mm	22～25mm	20～30mm
刈倒し損失①	-	1%未満	-	1%未満
収穫損失②	3%未満	「大正金時」：2%未満 「福勝」：3%未満	2%未満	2%未満
損傷粒③ (子葉に達している傷)	1.5%未満	1.5%未満	2%未満	2%未満
微損傷粒 (子実表皮の傷)	「大正金時」：2.5%未満 「福勝」：3%未満	「大正金時」：1.5%未満 「福勝」：3%未満		
収穫総損失 ①+②+③+④	「大正金時」：2～5% 「福勝」：3～6%	「大正金時」：2～5% 「福勝」：4～6%	1～4%	1～4%
作業能率 (ha/h)	0.20～0.24	0.45(刈り倒し) 0.29(拾い上げ)	0.24	0.45(刈り倒し) 0.29(拾い上げ)

○収穫損失・損傷粒を少なくするために

①金時類

ピックアップ収穫では、刈り取り作業をビーンカッタ等で行う。小豆の場合と同様に、ディバイダや刈り刃位置を十分に調整して、朝露のある時間帯に作業を行うのが望ましい。ピックアップ収穫作業は、土壌水分に留意して、土砂・土塊を拾い上げないよう十分に調

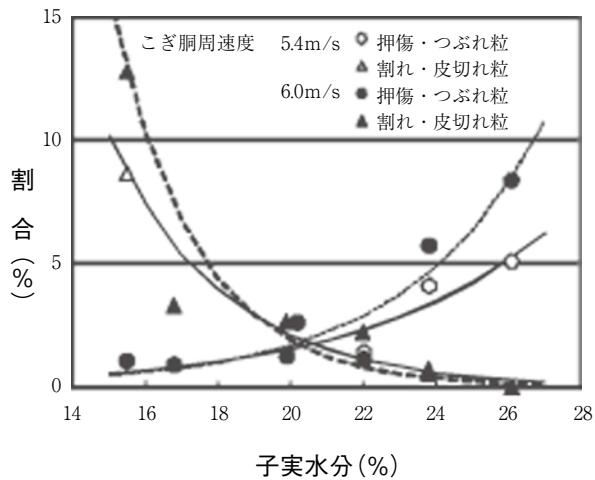


図 12-7 子実水分と損傷粒割合

(H12. 十勝農試)

※大正金時

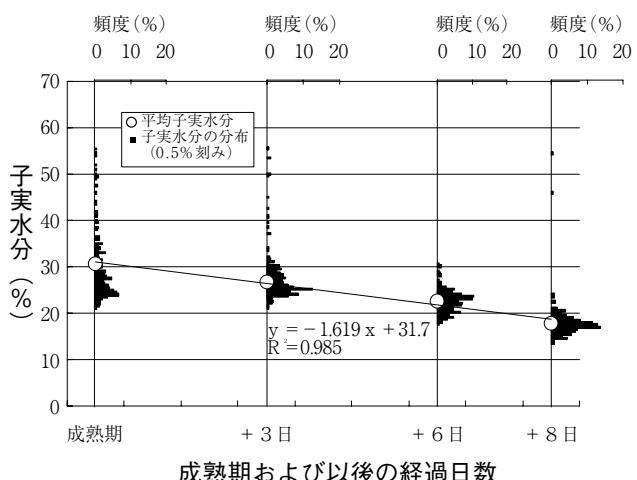


図 12-8 成熟期以降の子実水分の分布と平均

子実水分の推移 (H12. 十勝農試) ※大正金時

整して作業を行う。作業速度が 0.7m/s 以下、子実水分 18 ~ 26% 程度の条件では、収穫損失は 3 % 未満、損傷粒は 3 % 未満で損失と損傷の合計は 2 ~ 5 % 程度である。葉落ちが悪く、脱穀部への供給量が増加すると脱穀選別損失が増加するので、引き続き地干しして葉を乾燥させてから収穫するか、作業速度を低くするなどの調整を行う。

ダイレクト収穫では、刈り高さが高いほど刈り取り損失が増加するので、刈り高さの設定やディバイダ先端を十分に調整して収穫作業を行う。刈り高さがほぼ 0cm であれば、刈り取り損失はほぼ 1 % 未満である。倒伏角が 45° を超える条件では作業速度を 0.5m/s とし、倒伏角が 75° を超える条件では、さらに追い刈り収穫を行えば、刈り取り損失はほぼ 1 % 未満となる。

豆用コンバインの金時用オプションキットには、こぎ胴周速度の減速ブーリー（写真 12-5）が含まれるので必ず交換して収穫する。ブーリー交換により脱穀部のこぎ胴先端周速度は標準の 10m/s から 5 m/s 程度に半減され、損傷粒は 2 % 程度、皮切れ粒は 0 ~ 0.5%



写真 12-5 減速用ブーリー

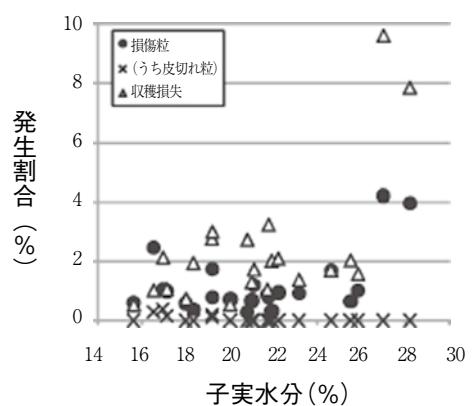


図 12-9 子実水分と収穫損失、損傷粒の割合

(H16. 十勝農試) ※豆用コンバイン、福勝

に減少する（図12-9）。子実水分18～26%程度であれば、脱穀選別損失は処理量が多くなるに従って増加するが、収穫損失はほぼ3%未満、損傷粒は3%未満で収穫が可能であり、損失と損傷の合計は2～5%程度である。

②手亡類

小豆同様に刈り取り損失が発生しやすいので、豆用コンバインでは刈り高さを0～1cmに設定し、ディバイダ先端位置を調整して収穫作業を行う。

子実水分が18～20%であれば、こぎ胴先端周速度が豆用コンバイン5.5～10m/s、ピックアップスレッシャ8～11m/sの条件では、脱穀機構に係わらず損傷粒は2%未満である。また、収穫総損失はほぼ1～4%である。

機械収穫時の汚粒の汚れ指数は、乾性火山性土または沖積土で子実水分20%以下であれば、収穫法に係わらず0.2以下である。手亡の機械収穫は、こぎ胴先端周速度は8m/s程度、作業速度は豆用コンバインで0.6m/s、ピックアップスレッシャでは0.6～0.8m/sを標準として、汚粒の発生状況に留意しながら収穫作業を行う。

○機械収穫後の乾燥

ピックアップスレッシャや豆用コンバインで収穫した菜豆を農協等の受け入れ水分に調製する場合、静置式乾燥機による常温通風乾燥などが必要である。表12-3に菜豆の乾燥法を示す。

粒の大きな豆類の乾燥では、しわ粒、皮切れ粒ならびに乾燥ムラが生じないよう風量比や堆積高さなどに留意が必要である。堆積高さは、乾燥途中の自重によるへこみ粒の発生を避けるためにも50cm以下として乾燥開始から6時間後に攪拌するか、攪拌しない場合は25cm未満で乾燥する。また、加工原料の子実水分が低いと煮豆加工時の皮切れ率が高まるので、過乾燥を避けることが重要である。

表12-3 菜豆の乾燥法（機械収穫後）

乾燥法	農協等の受入水分に調製する場合、 ①常温通風乾燥（静置式）または自然乾燥とする。加温乾燥は行わない。 ②乾燥ムラを緩和するため、堆積高さを50cm以下として乾燥開始から6時間後に攪拌するか、25cm未満の堆積高さで乾燥する。 ③自然乾燥の場合は、夾雜物を除去して堆積高さ10cm程度に広げ（約30m ² /ha）、1日1回程度の攪拌を行う。
皮切れ防止	乾燥前の子実水分と外気温度・湿度から得られる相対湿度の下限値より高い条件で乾燥する

（H12、H21 十勝農試）

①乾燥における皮切れ粒の発生条件

乾燥時の皮切れ粒の発生要因として、乾燥速度が挙げられる。乾燥速度（%/h）とは時間当たりの水分低下量を示す。乾燥を開始すると子実表面付近の水分は外気湿度と等しい水分（平衡水分）まで低下する。表皮付近の水分が平衡水分に達するまでに要する時間は

約1時間であるが、子実内部の水分はゆっくりと表面に移動するため、表面付近の水分が急激に低下すると表皮が急激に収縮して、ひずみが生じて皮切れ粒となる。温度と湿度を制御できる恒温恒湿器を利用した実験より、金時と手亡いずれの菜豆も開始後1時間の平均乾燥速度が2.0%を超える場合に皮切れ粒が発生し、乾燥速度が大きくなるとともに発生量が増加することがわかった（図12-10）。

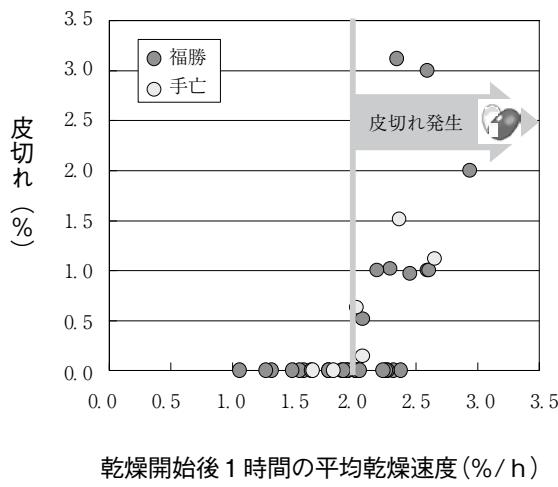


図12-10 乾燥開始後1時間の乾燥速度と皮切れ粒の発生条件
(H21. 十勝農試)

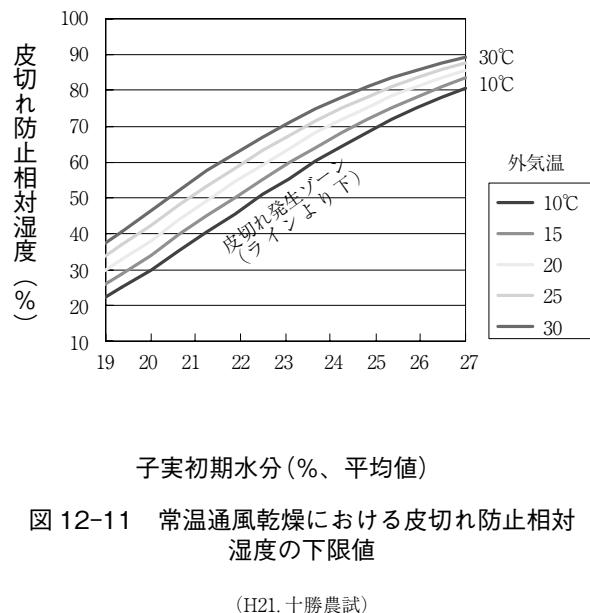


図12-11 常温通風乾燥における皮切れ防止相対湿度の下限値
(H21. 十勝農試)

②皮切れに配慮した乾燥法

乾燥速度は子実水分、温度、湿度と関係が深く、関係式がある。乾燥開始後1時間の平均乾燥速度が2.0%未満となる乾燥前の子実水分と乾燥初期の温度と相対湿度の関係を求めて、皮切れ粒の発生を防止できる相対湿度の下限条件を示した（図12-11）。例えば、乾燥開始時の初期水分が23%、外気温が15°Cの場合では、外気湿度が60%以上であれば皮切れ粒は発生しないが、外気湿度が60%未満では皮切れ発生の危険性が高いことを示している。なお、皮切れ粒の発生を防止する湿度の下限値はエクセルなどの表計算ソフトを利用して算出することができる。

○金時類の子実水分の測定

子実水分は、収穫や脱穀の時期と乾燥の仕上がりを判断する指標となるので、簡易水分計などで測定することが望ましい。豆類の子実水分の測定には高周波静電容量式の簡易水分計が利用できる。PM800で確認したところ、20数%以上の高水分量域では絶乾法（105°C・24時間）よりも高い値を示す傾向があった（図12-12）。同様な測定原理であれば、他の簡易水分計も利用できるが、水分の絶対値と校正をした上で水分管理に活用することが勧められる。

また十勝農試において、単粒を指と爪で押した状態から水分を簡易に判定する基準を検討した（表12-4、図12-13）。水分を正確に示す方法ではないが、収穫の可否を判断する目安として参考にされたい。

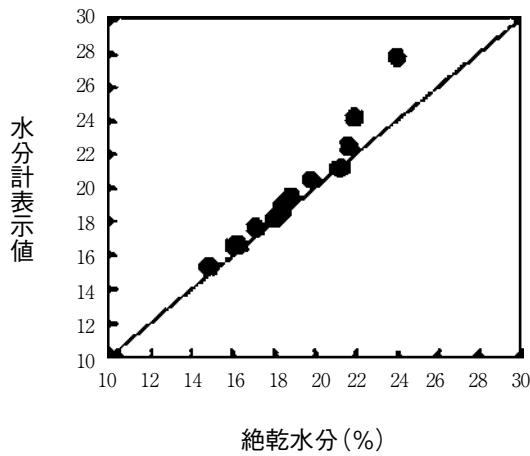


図 12-12 絶乾法による子実水分と簡易水分

(H12. 十勝農試) ※大正金時、PM800

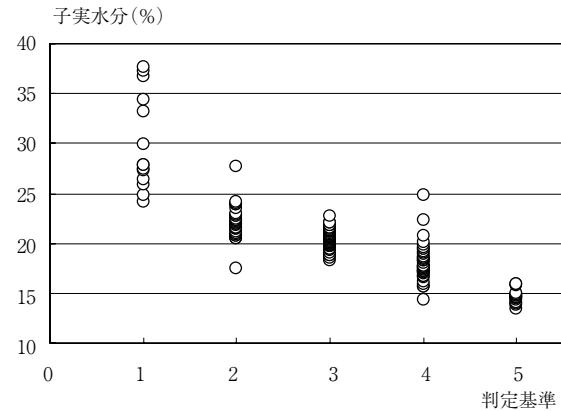


図 12-13 金時子実の簡易水分判定基準

(H13. 十勝農試技術普及部)

表 12-4 金時子実の簡易水分判定基準

子実水分	指で押した場合	爪で押した場合	判定基準
30%	軽く押すと弾力性を感じる	爪あととの周囲が広範囲にへこむ	1
22%	強く押すとへこむ	爪あととの周囲が広範囲にへこむ	2
20%	へこまない	爪あとが深くへこむ	3
18%	へこまない	爪あとが浅くへこむ	4
15%	へこまない	爪あとがかすかにつく（完熟）	5

(H13. 十勝農試、「大勝金時」)

(3) 大豆

大豆の機械収穫体系は、ピックアップ収穫が道内作付面積の4%、ダイレクト収穫が95%を占めており、ピックアップとダイレクトを合わせたコンバインによる収穫は99%である（令和5年産、北海道農政部調べ）。表12-5に汎用・豆用コンバインの利用方法を示すが、収穫損失や汚粒による品質低下に留意して作業を行うことが重要である。コンバイン収穫における収穫損失は、主に刈り取り時に発生し、その要因は刈り高さと作業速度である。一方、汚粒の発生要因には、刈り高さや作業速度などの作業条件によるものと、茎水分や登熟ムラなどの作物条件や雑草が多いなどの場条件によるものがある。

○収穫損失を少なくするために

刈り高さが高くなると最下着莢位置との差が小さくなり、刈り取り損失が増える。汎用コンバインでは、この差が5cm以上あれば、刈り取り損失は概ね5%以下となる。豆用コンバインではその差が5cm以下の場合でも刈り取り損失の急激な増加は認められない。

コンバインの刈り高さは概ね7～8cmであることから、大豆の最下着莢位置は12cm程度以上であることが必要となる。主茎長が短いと最下着莢位置も低くなるため刈り取り部などの損失が増加し、主茎長が55cm以下では穀粒損失は5%以上となる場合が多い（図12-14）。一方、70cmを超えると倒伏の危険性が大きくなることから、円滑なコンバイン収穫を行うに

は主茎長 55～70cmで倒伏のない大豆の栽培が重要である。豆用コンバインでは主茎長が 40～45cm程度と短い場合でも穀粒損失割合は少ない。

刈り取り損失や脱穀選別損失は、作業速度が高まるにつれて増加する。作業速度は 0.8m/s 程度を目安として、莢や茎等の作物条件、倒伏程度、気象条件、収穫した子実の状態などを観察しながら作業速度を調整して収穫する。

○汚粒を少なくするために

茎水分が 40%以上となると著しい汚れが発生する危険性が高まるが、子実水分の高低や降霜後に地際の茎表面に発現する「ぬめり」の有無も汚粒発生程度に影響している。「ぬめり」については、収穫時期が遅くなると発生しやすい傾向にある。「ぬめり」があると、たとえ

表 12-5 汎用・豆用コンバインの利用方法

項目		望ましい条件 および その対策
作物条件	主 茎 長	50～70cm程度が望ましい。豆用コンバインでは 45cm程度まで対応可能。
	最下着莢位置	12cm程度。汎用コンバインでは「最下着莢位置と刈り高さの差」が 5cm以上であること。豆用コンバインでは 5cm以下でも対応可能。
	茎 水 分	汎用コンバイン 茎水分 55%以下で汚れ指数 2 未満、豆用コンバイン 茎水分 60%以下で汚れ指数 1.5 未満、茎表面に「ぬめり」があるときはコンバインの収穫を止める。水分が高いときは高刈りを行い、汚粒発生の低減を心がける。
	子 実 水 分	20%以下。最適は 16%以下。
	そ の 他	汚粒発生原因となる雑草がないこと。わい化病の防除を念入りに行う。
作業条件	刈り高さ	通常 7～8cm。刈り高さ 12cm程度の高刈りは損失や汚粒を見ながら行う。
	速 度	0.8m/s 程度。良好な条件では 1.0m/s 程度で収穫可能。主茎長が短い場合や、莢付き子実が多いとき、倒伏程度などにより、作業速度を低くする。
	汚 粒 防 止	大豆用キットに交換する。オーガによる排出を行わない。刈り取り部で土砂を食い込ませない。糲殻の利用方法を検討する。
	そ の 他	内部の清掃を行う。特にそば、稲などの収穫後では念入りに清掃を行う。収穫は晴天日中に行い、時間帯は午後がより望ましい。午後 4 時頃までには収穫を終了する。

(H11. 14. 中央農試)

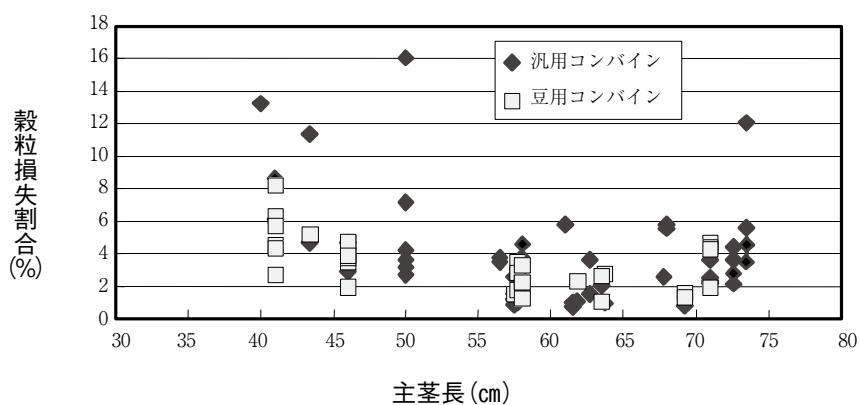


図 12-14 主茎長と穀粒損失の割合

(H11. 中央農試)

茎水分が40%程度に乾いていても汚れ指数3程度に甚だしく汚れることがあるので、「ぬめり」がある場合には収穫しないのが望ましい。「ぬめり」の判断は実際に指でこすってみて「ぬるぬる」しているかどうかで判断する。また収穫時期が遅れると種皮色の彩度が低下することも指摘されているので(図12-15)、適期に達したら速やかに収穫する必要がある。

子実水分が20%以下で「ぬめり」がない場合、汎用コンバインでは茎水分が55%以下、豆用コンバインでは茎水分が60%以下であれば、汚れ指数1での収穫が可能である(図12-16)。

また、刈り高さを高くすることで、地際の水分の高い茎が脱穀部に入る割合が減少するため、汚粒発生を軽減できる(図12-17)。ただし、刈り高さが高すぎると刈り取り損失が急激に増加するので、高刈りの目安は12cm程度とし、汚粒と損失の発生に注意しながら作業を行う。また、タンク内の子実を排出する際に汚粒が発生する場合は、タンク横底部のカバーをあけ、フレコンバッグに排出するなどの対策を講じる。

○大豆クリーナによる汚れの除去

大豆クリーナには、大きく分けて乾式と湿式の2つの方法がある。乾式クリーナの場合、子実水分を16%以下に乾燥した大豆では汚れの除去程度が大きく、処理後の外観も良好である。湿式クリーナの場合、コンバイン収穫直後に処理することで、子実表面の埃などが取

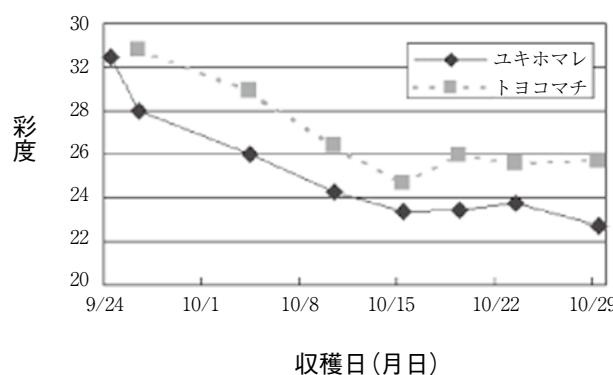
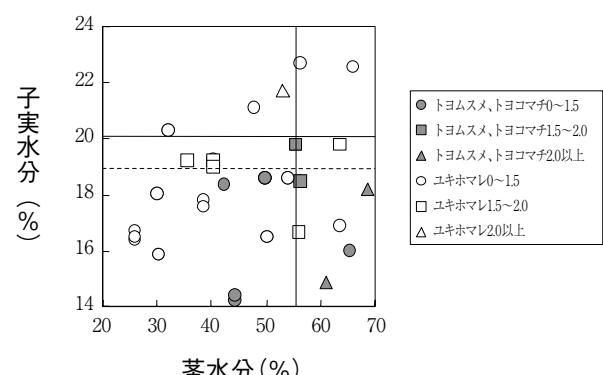
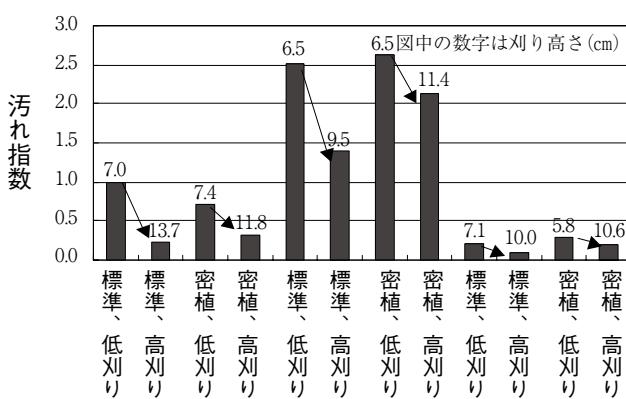


図12-15 成熟後の種皮色の彩度低下
(H13. 上川農試)



(a)汎用コンバイン



追分、ツルムスメ 土別、トヨコマチ美瑛、トヨコマチ
茎水分43% 茎水分43% 茎水分19%

図12-17 高刈りによる汚れ指数低減効果
(H11. 中央農試)

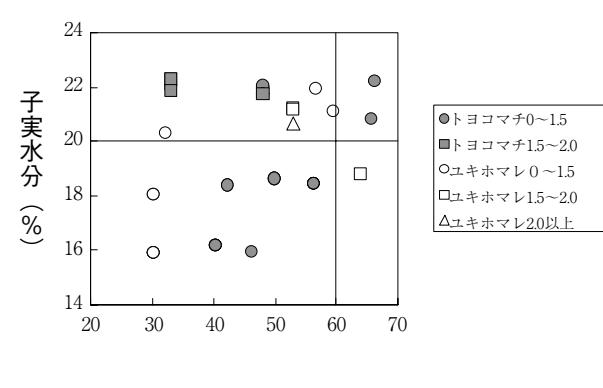


図12-16 茎水分・子実水分と汚れ指数

(H14. 中央農試)

れて艶が出て、処理後の外観は良好である。表 12-6 に大豆クリーナの利用方法を示すが、大豆クリーナによる汚れ指数の低下程度は 0.5 ~ 1.0 程度であることから、汚れ指数 2.0 以下で収穫することが必要である。また、処理前には粗選により夾雑物や土砂などを十分に取り除く必要がある。

表 12-6 大豆クリーナの利用方法

	型式	処理方法	使用資材	処理量 (kg/h)	適応する 子実水分	汚れ指数 の低下	利 用 方 法
クリーナ	J-18S	湿式、 連続式	コーンコ ブ、水	600 ~ 800	18-24% コンバイン 収穫直後	0.75 (0.10-1.77)	最初コーンコブへの加水は 均一に行う。しわ粒に留意 して加水量を調節する。
	MC-45	乾式、 連続バッチ式	特殊研布	300 ~ 400	16%以下に 乾燥後	0.95 (0.11-1.86)	処理回数は 1 回、時間は 7 ~ 10 分程度とする。
共 通	処理前には粗選を行い、夾雑物や土砂などを取り除く。汚れ指数の低下は平均 0.75 ~ 0.95 程度であるため、コンバイン収穫では汚れ指数 2.0 以下で収穫することが望ましい。						

(H11. 中央農試)

○黒大豆のコンバイン収穫

コンバイン収穫における皮切れ粒、収穫損失と収穫時子実水分の関係を図 12-18 に示す。収穫時の子実水分が 15% 未満まで低下すると皮切れ粒の発生が増加する傾向にある。皮切れ粒の発生程度は黄大豆と比較すると明らかに多いが、黒大豆は黄大豆と異なり、子実水分が低下すると表皮が子葉部から浮いたような状態になることがあるためである。また、収穫損失は子実水分が高いと増加する。黒大豆の汚粒は黄大豆と比較して目立たなく、子実水分が約 23% のコンバイン収穫においても汚粒は軽微であった。

以上のことから、黒大豆の損傷粒発生低減のためには、子実水分が 18 ~ 20% になったら速やかに収穫することが重要である。

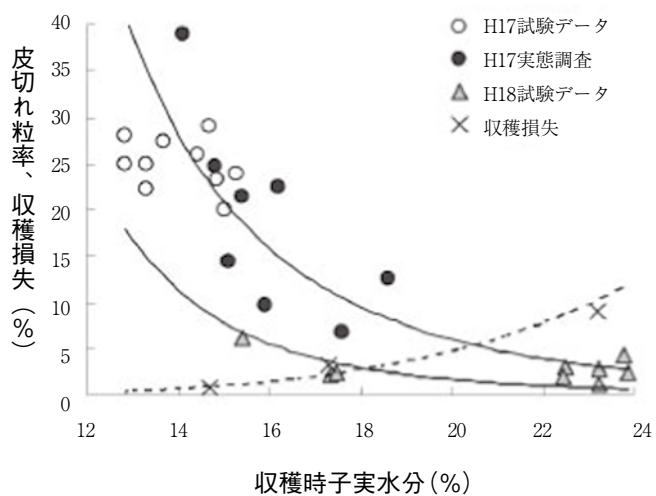


図 12-18 黒大豆の収穫時子実水分と皮切れ粒率の関係

(H19. 中央農試)