

ハトムギ高度利用マニュアル

～品種・栽培・利用～



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(JPJ007097)

「薬用にも使える高品質ハトムギ品種の開発と高度利用」

イノベ事業はとむぎコンソーシアム

はじめに

ハトムギは水田でも栽培できる数少ない作物の1つで、コンバイン収穫も可能なため、水田転作作物として注目されています。また、栄養・薬用成分が豊富で医薬品から飲料・食品まで用途が広く、近年は需要や作付面積も伸びてきています。直近の栽培面積は、新型コロナウイルス蔓延の影響により飲料需要の落ち込みがあり若干減少して、1,090ha（2021年度）となっています。一方、ハトムギの自給率は18%（2018年度）で、主にタイ、ラオスや中国から輸入される原料の価格は高騰傾向のため内外価格差は縮小し、高品質で信頼できる国産増産への根強い期待があります。また、薬用利用では、モチ性が担保されていないなどの理由で一部を除き国産は使われていないため、潜在的な国産ハトムギの需要があると考えられます。加えて、食品としての機能性については十分な科学的データがありませんが、これを解明することにより更なる需要喚起が期待できます。

こうした背景を受け、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「薬用にも使える高品質ハトムギ品種の開発と高度利用」（2018年～2022年度）の研究プロジェクトを実施しました。本プロジェクトでは、薬用にも利用できる高品質ハトムギ品種の育成、2割増収栽培技術の開発、ハトムギの健康機能性のエビデンスの取得を研究の柱とし、これらの成果をマニュアル化することとしました。本マニュアルでは、まだ必ずしも一般的でないハトムギについて基本的な栽培体系を示しつつ、プロジェクトの成果を組み込んだ構成としました。

ハトムギを栽培、利用する際の参考資料としてご活用いただければ幸いです。

2023年2月

イノベ事業はとむぎコンソーシアム
研究統括者
国立研究開発法人
農業・食品産業技術総合研究機構

目 次

I. ハトムギの概要と品種

1. 概要と各部の名称	
(1) ハトムギとは	1
(2) 各部の名称	2
2. 品種	5

II. 栽培管理の基本技術

1. 栽培上の特徴と生育経過	
(1) 栽培上の特徴	10
(2) 生育経過	10
2. 栽培管理の基本技術	
(1) 作業体系	13
(2) 種子消毒	14
(3) 播種	14
(4) 雑草対策	17
(5) 水管理	18
(6) 肥培管理	19
(7) 主な病虫害	20
(8) 病虫害防除	25
(9) 収穫から選別	26
3. 採種栽培	
(1) 留意点	29

Ⅲ. 収量関連形質と増収ポイント

1. 収量関連形質	31
2. 増収のポイント	
(1) 適正穂数	32
(2) 出穂後の窒素追肥	34

Ⅳ. 薬用に向けた栽培

1. 薬用としての利用条件	
(1) 日本薬局方の規格	35
(2) 実需者の上乗せ規格	37
(3) 乾燥・調製加工	38
2. 薬用での栽培指針	
(1) 栽培方法について	39
(2) モチ性を維持するために	39

付. 2割増収に向けた栽培ごよみ	42
------------------	----

コラム

①モチ性を見分ける	4
②成分と利用、加工適性	8
③ハトムギの健康機能性	41

用語解説	44
------	----

参考資料	45
------	----

I. ハトムギの概要と品種

1. 概要と各部の名称

(1) ハトムギとは

ハトムギは、イネ科ジュズダマ属に分類される1年生の植物で、名前にあるムギよりもトウモロコシに近い作物です。トウモロコシと同じC4植物（イネや小麦はC3植物）なので、CO₂を効率よく固定することが出来、光利用効率も高い特性があります。ジュズダマとは形態的に似ている上、容易に交雑し、ハトムギはモチ性で殻が柔らかい栽培型、ジュズダマはウルチ性で殻が硬い野生型とも捉えられます。起源は東南アジアやインドとされており、日本では江戸時代には既に栽培されていて、朝鮮半島を経由して渡来したと考えられています。

主な用途はハトムギ茶の原料で、殻実（からみ）を焙煎して用いられます。また、殻を剥いた中にある子実や精白した子実（精白粒）は、雑穀類として食用になり、ハトムギご飯、菓子類に利用されています。一般栄養成分では、水稻などに比べてタンパク質や脂質が多い特徴があります（表I-1）。さらに、精白粒は、生薬のヨクイニンの原料となり漢方薬に配合されます。また、種子エキスが化粧品の材料にも用いられています。

表I-1 一般栄養成分

		タンパク質	脂質	灰分	炭水化物	エネルギー	リン	鉄	カルシウム	マグネシウム	亜鉛	マンガン
		g/100g	g/100g	g/100g	g/100g	kcal/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g
ハトムギ	殻実	13.8	7.2	4.3	59.6	359	354	6.1	20	167	3.2	0.9
ハトムギ	子実	18.0	8.5	2.1	56.4	372	464	5.5	11	202	4.3	1.3
ハトムギ	精白粒	17.3	5.8	1.3	60.5	362	296	3.7	9	134	2.7	1.0
水稻	玄米	6.8	2.7	1.2	74.2	346	236	3.2	7	99	2.2	0.9
水稻	精白米	6.1	0.9	0.4	77.5	342	325	4.3	8	136	3.0	1.0
大麦	押し麦	6.5	1.5	0.7	76.2	320	146	2.0	7	62	1.4	0.7

（一財）日本食品分析センター分析、ハトムギはつくば市産「あきしずく」の2年平均（殻実：2018・2021、子実：2020・2021、精白粒：2019・2021年産）。水分15%換算、窒素・タンパク質換算係数は6.25。玄米、精白米、押し麦は食品成分データベース（文部科学省）より抜粋、水分15%換算。

(2) 各部の名称

ハトムギでは、殻実を種子として使い、殻実から殻と薄皮を剥いた中身を子実と言います（図 I-1）。子実の皮を削ったものが精白粒となります。殻実、子実、精白粒は、完全には対応しないもののコメで例えるならば、粳（もみ）、玄米、精白米の状態と考えるとわかりやすいかもしれません。なお、ハトムギの収量は、通常は殻実重を指します。

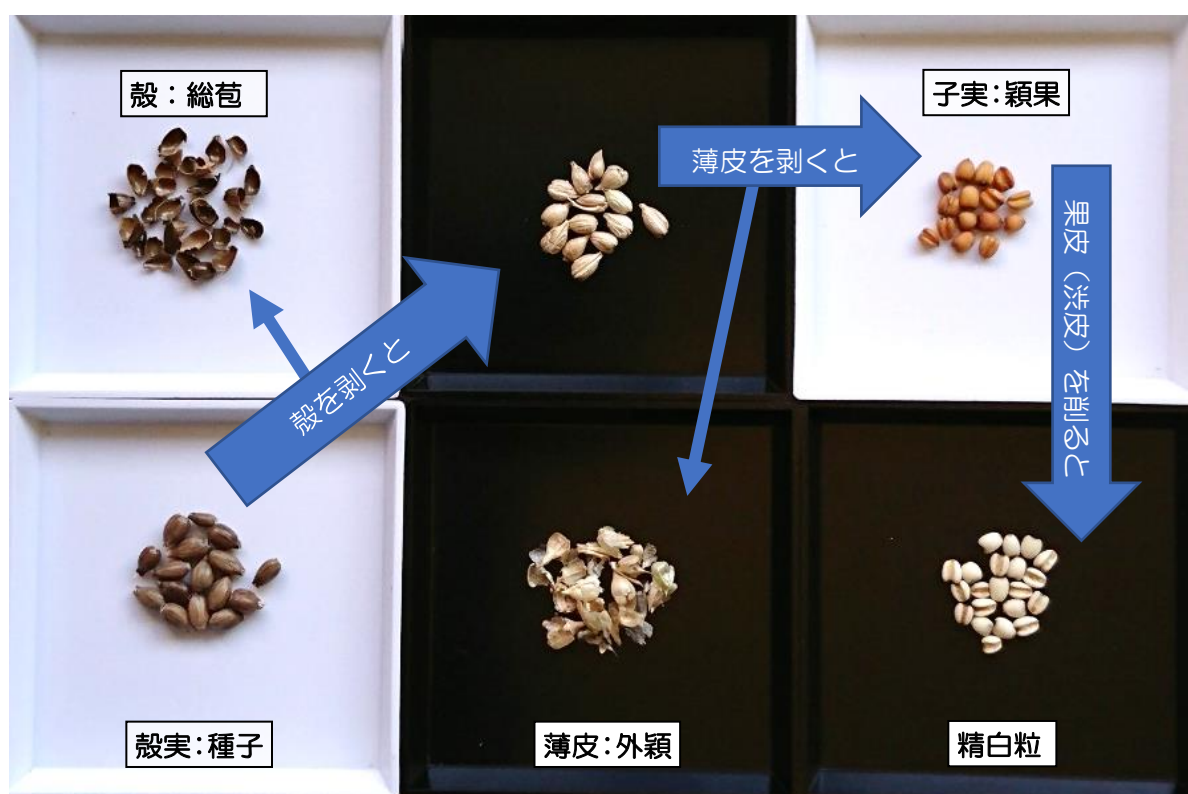


図 I-1 ハトムギの種子とその中身

ハトムギの生育時の特徴的な部位はしょう状苞（しょうじょうほう）です（図 I-2、3）。殻実はしょう状苞に着きます。しょう状苞は 1 つの節から複数着くことが多く、また、しょう状苞のその先にしょう状苞が着いているように見えます。また、開花時には殻実となる部分（総苞）は露出していて、その総苞から、雄穂とひげのような雌すい（めしべ、柱頭）が出ているのを見ることができます。さらに雄穂からは黄色い葯が現れ、葯から出る花粉が落ちたり風等で運ばれて雌すいに受粉して結実します（風媒花です）。



図 I-2 しょう状苞と着粒の模式図

○：しょう状苞、黄色：殻実

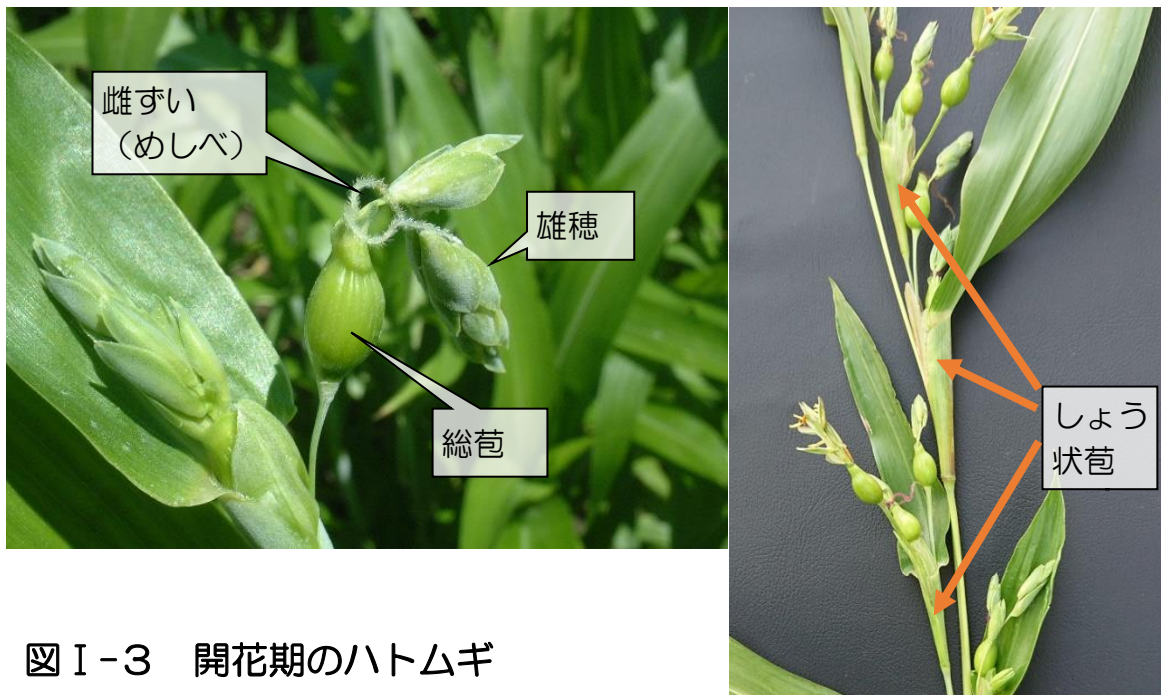


図 I-3 開花期のハトムギ

コラム① モチ性を見分ける

イネやオオムギなどの胚乳にはモチ性とウルチ性が存在します。一方、ハトムギの胚乳はモチ性のみです。これは、ハトムギという作物がモチ性と定義されたため、ハトムギの近縁野生種であるジュズダマの胚乳はウルチ性です。ハトムギとジュズダマは、近くで栽培すると交雑しますので、ハトムギの種子にウルチ性の種子が混ざることになります。このため、モチ性とウルチ性の識別が大切になります。

ハトムギのモチ・ウルチ性の識別には、イネなどの他の作物と同じような方法が使えます。日本薬局方では、ハトムギ子実の横断面にヨウ素液を滴加し、内乳が暗赤褐色で胚盤が暗灰色を呈する場合にモチ性と判定され、ウルチ性は濃い青色または紫色になります。薬用としてではなく、単にモチ・ウルチ性を調べるには、子実を粉にして、ヨウ素液を含む試薬で染めることでも識別可能です(図1)。また、デンプンを構成するアミロースを合成する遺伝子の違いからも識別ができます。ウルチ性にはアミロースが含まれますが、モチ性にはアミロースが含まれません。これは、アミロースを合成する酵素を作る遺伝子に変異が生じて、この酵素が作られなくなったためです。その遺伝子の違いは、遺伝子を増幅するPCR法などによって識別ができます(図2)。

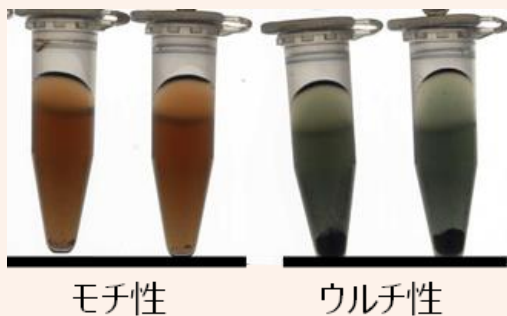


図1 粉にして、ヨウ素を含む液で染色した場合のモチ性とウルチ性の色の違い

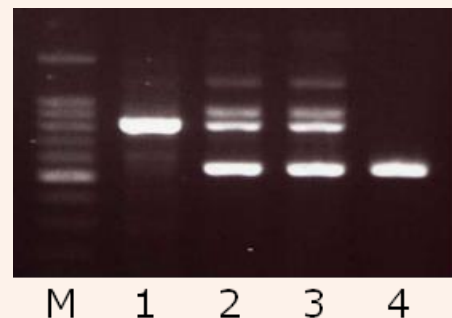


図2 PCR法による識別
M:分子量マーカ、1:ウルチ性、
2と3:モチ性とウルチ性の交配
種子、4:モチ性

2. 品種

日本で栽培されてきた在来品種と呼ばれるものでは、草丈が高く多収の「岡山在来」、早生の「中里在来」などが挙げられますが、現在は、殆どは栽培・利用しやすい育成品種が栽培されています（表 I-2）。主な品種を以下に紹介します。なお、育成年は種苗法による品種登録の出願年としています。

寒冷地等、適温期間が限られる地域では成育が遅れがちとなるため、熟期が早い品種を選ぶ必要があります。

1) あきしずく

2007年に育成された、日本で現在最も多く栽培されている品種です。韓国からの導入品種「光州」と、「岡山在来」の人為突然変異系統（短稈化）「EMS200-2-d-10-4-2-4」の交配組合せから育成されました。熟期は中生で、南東北から九州地方に適します。葉枯病に抵抗性を持ち、脱粒性が改良され、不稔粒が少なく、多収性の画期的な品種です。

2) はとゆたか

2004年に育成されました。主に東北地方で栽培され、「あきしずく」に次ぐ栽培面積です。「東北1号」と「奥羽4号」の交配組合せから育成されました。短稈で熟期が早く、「あきしずく」「とりいずみ」「はときらら」に比べて、粒径が大きい特徴を持ちます。一方、葉枯病には弱く、脱粒性にも課題があります。

3) はときらら

2011年に育成された、北海道で多く栽培されている品種です。「東北1号」と「オホーツク1号」の交配組合せから育成されました。極早生のため、北海道南部や東北地方、本州の高冷地での栽培に適します（ハトムギは比較的生育期間が長く、寒地での栽培や寒冷地の冷害時には成熟が不十分になることから、極早生の品種が適します）。また、極短稈で機械収穫適性が高い特徴を持ちます。小粒のため子実利用には向きませんが、製茶原料としては問題なく利用できます。葉枯病には弱く、脱粒性は改良されていません。

表 I -2 種苗法に基づく品種登録出願がされている品種

品種名	育成者	出願日	備考	作付面積 (ha) *
つやかぜ	農研機構	2021/4/12	中生で、「あきしずく」と比較して収量は同程度、草丈が低く、やや大粒である。「あきしずく」同様、葉枯病抵抗性や難脱粒性を持つ。	0.3
とりいずみ	農研機構	2011/8/10	来歴は「あきしずく」と同組みあわせ。葉枯病に強く、小兩年でも不稔粒が少ない。実は小さめでお茶に向く。鳥取県で栽培されている。	27.1
はときらら	農研機構	2011/5/12	「東北1号」×「オホーツク1号」。「はとじろう」より短稈で熟期が早い。寒地・寒冷地に向き、北海道で栽培されている。	49.0
はとろまん	(公財)ヒューマンサイエンス振興財団	2010/2/26	粒が大きい。熟期はかなり遅い。	
あきしずく	農研機構	2007/5/28	葉枯病抵抗性を持ち、脱粒性も改良され、「はとむすめ」「はとひかり」より短稈。中生で広域に適し、現在の主力品種として、富山県、栃木県、島根県を中心に東北から九州まで栽培されている。	831.3
北のはと	(公財)ヒューマンサイエンス振興財団	2004/9/27	道内の在来系統から選抜。早生で北海道で栽培されている。薬用利用もある。	若干
はとゆたか	農研機構	2004/8/11	「F6-22(東北1号)」×「奥羽4号」。現在も岩手県を中心に栽培されている、東北の主力品種である。「はとじろう」よりも多収で、同品種に代わり普及した。	167.8
はとじろう	農研機構	1995/3/29	「黒石在来」から選抜育成。粒が大きい。2012年頃まで宮城県等で栽培されていたが、「はとゆたか」の普及により現在は殆ど栽培されていない。	
オホーツク1号	個人	1993/1/12	「中里在来」の突然変異から選抜。早生品種で2013年頃まで北海道で栽培されていたが現在は殆ど栽培されていない。	
はとちから	岡山県	1989/3/7	「岡山在来」から選抜育成。同品種より短稈。	
はとむすめ	農研機構	1988/8/9	「岡山在来」のγ線照射種子から選抜。「岡山在来」より熟期が早く、短稈である。2010年頃までは栃木県で作付けがあったが現在ほとんど栽培されていない。	
はとひかり	農研機構	1988/8/9	「岡山在来」のγ線照射種子から選抜。同品種より短稈で多収、中国地方向け。2010年頃までは鳥取県で作付けがあったが現在ほとんど作付けされていない。	

* : 2021年全国ハトムギ生産技術協議会調べ。登録品種のほか、「中里在来」が3.5ha栽培されている。



図 I -4 QRコード:農研機構 Web ページ
「品種の利用方法」

農研機構育成品種の利用許諾契約の手続きはこちらをご参照ください。

4) とりいずみ

2011年に育成され、主に鳥取県で栽培されています。「あきしずく」と同じ交配組合せから育成された兄弟品種です。熟期は中生、「あきしずく」に比べて、草丈はやや長いものの収量は同程度からやや多収で、葉枯病抵抗性に優れます。粒径はやや小さいものの、不稔粒が少なく、製茶品質は良好です。

5) つやかぜ

2022年現在最大産地である富山県等で今後の普及が期待されている新品種（2021年育成）です。「あきしずく」と、韓国からの導入品種「富川」と難脱粒性のジュズダマの交配第1世代「C0710 F1」の交配組合せから育成されました。熟期は中生で収量は「あきしずく」並み、「あきしずく」や「とりいずみ」に比べて草丈が低く倒伏が少なく、やや大粒という特徴を持ちます（図I-5、表I-3）。

「あきしずく」同様、葉枯病抵抗性や難脱粒性に優れます。

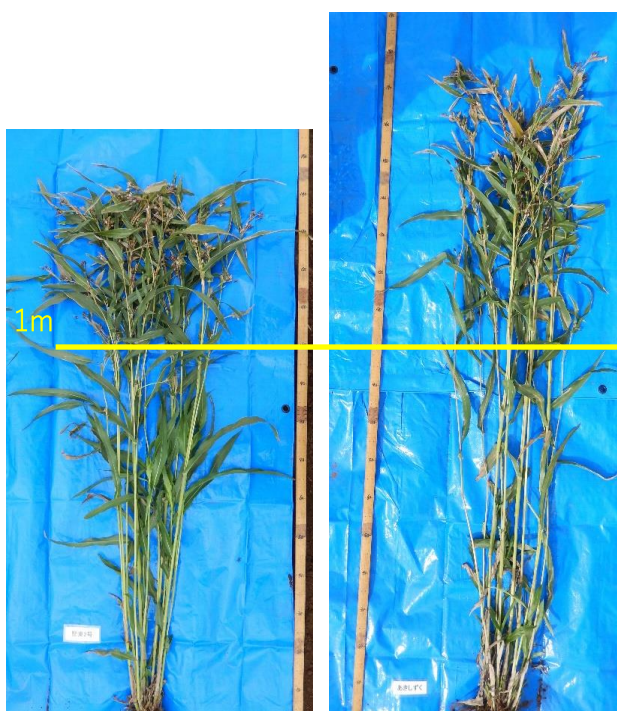


図 I-5 草姿

(左：つやかぜ、右：あきしずく)

表 I-3 「つやかぜ」の試験成績（茨城県つくば市、2018-2020年の平均）

品種名	成熟期 (月日)	草丈 (cm)	倒伏 程度 ¹⁾	葉枯病発 生程度 ¹⁾	殻実重 (kg/a)	殻実の 百粒重 (g)	子実の 百粒重 ²⁾ (g)
つやかぜ	10.10	131	1.4	0.7	43	10.5	6.5
あきしずく	10.10	149	1.9	0.8	41	10.2	6.2
とりいずみ	10.14	147	1.7	1.5	40	9.8	6.1
はとゆたか	10.3	130	1.9	2.1	39	11.2	7.2

注 1) 0:無、1:微、2:少、3:中、4:多、5:甚、2) 2年間の平均

コラム② 成分と利用、加工適性

本コラムでは、主力品種「あきしずく」と新品種「つやかぜ」の成分や利用法、加工適性について記しますので是非参考にしてください。

1. 成分特性

「つやかぜ」と「あきしずく」、タイ国産の精白粒を用いて一般栄養成分とミネラル類の成分分析を行いました。

図1は、「あきしずく」に対する含有比率を表しています。結果として、「つやかぜ」と「あきしずく」の間では大きな差はありませんでしたが、タイ国産ではミネラル類のマグネシウムとリン含量は5倍以上多いことが確認されました。

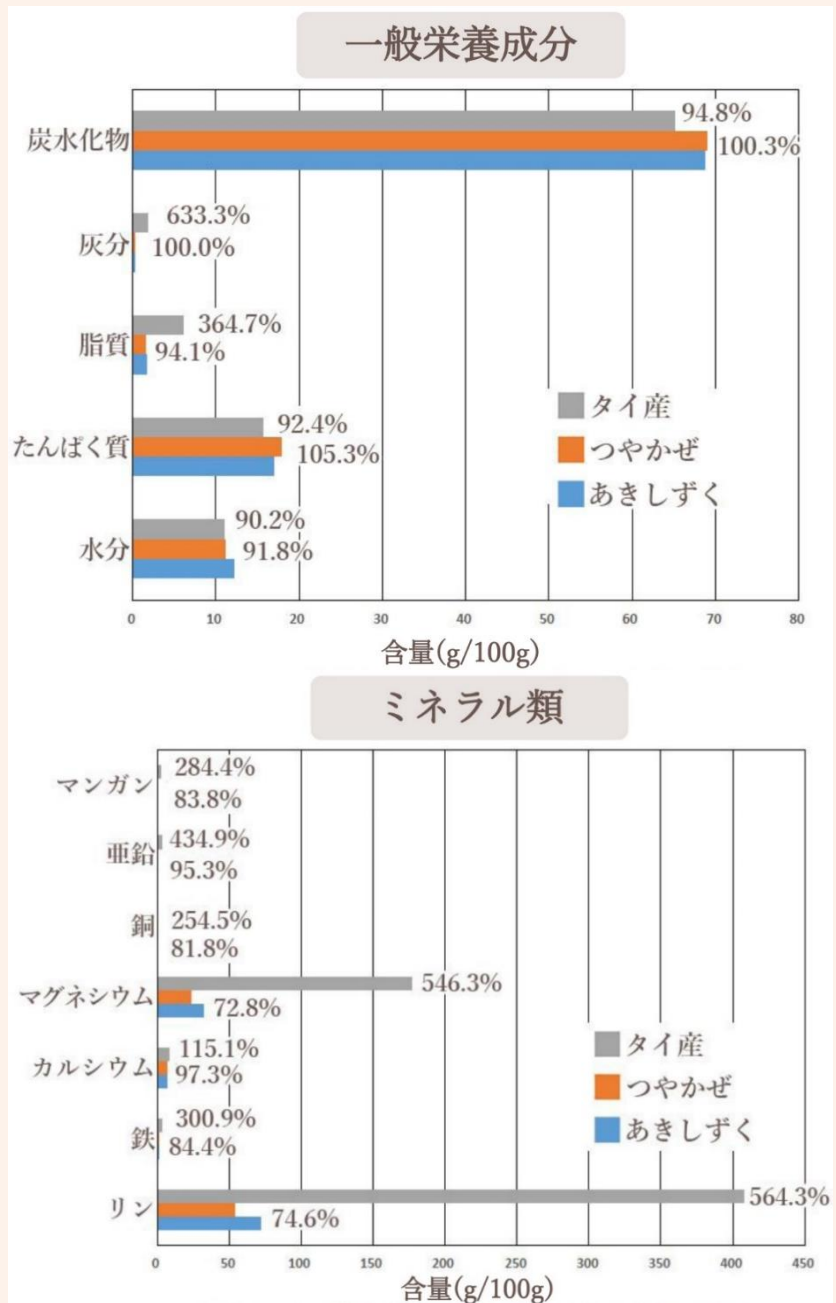


図1 栄養成分比較

注) 図中の%は基準（あきしずく）に対する含量の割合

2. 官能試験

「つやかぜ」と「あきしずく」、タイ国産の原料を用いてハトムギごはんの官能試験を行った結果、国産の品種間や産地間では大きな差は見られませんでした。一方、国産とタイ国産との間には差が認められ、国産で評価が高い結果となりました。

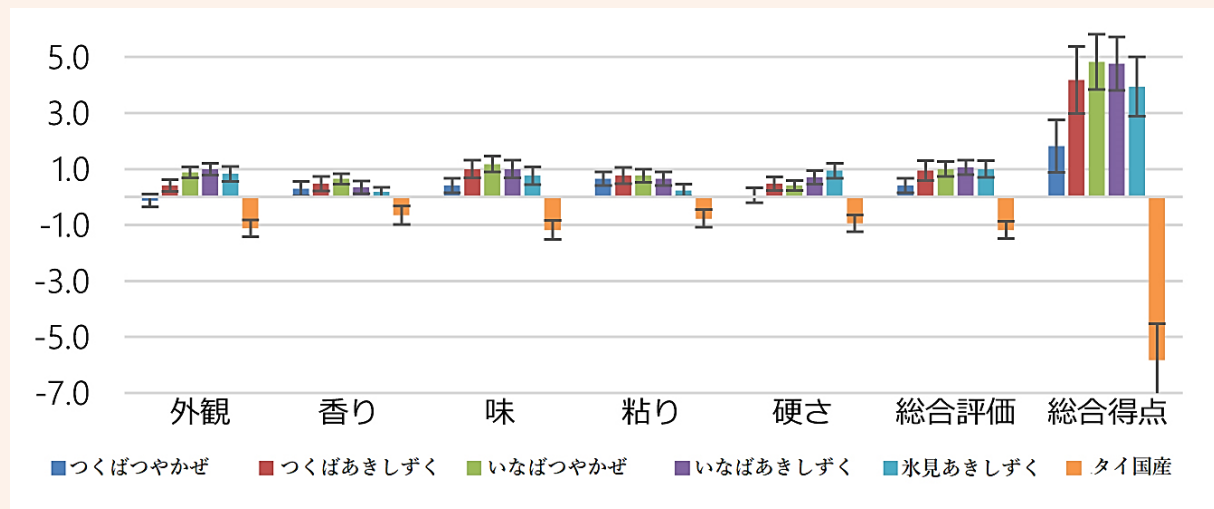


図2 ハトムギごはんの官能試験

注) ハトムギ精白粒のみ使用。つくば：茨城県つくば市産、いなば・氷見：富山県産

3. パン加工適性

「つやかぜ」と「あきしずく」を用いて、食パンと白パンを焼き上げました。2品種間に大きな差はなく同様な仕上がり具合になっています。

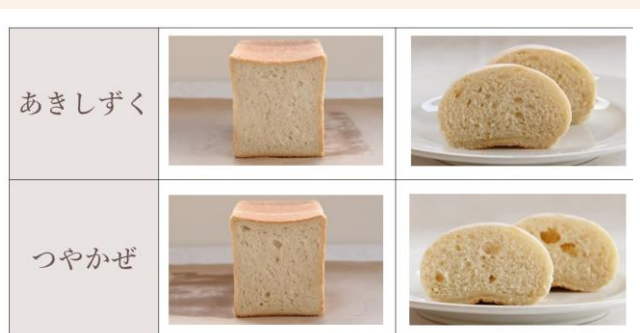


図3 パン加工適性

II. 栽培管理の基本技術

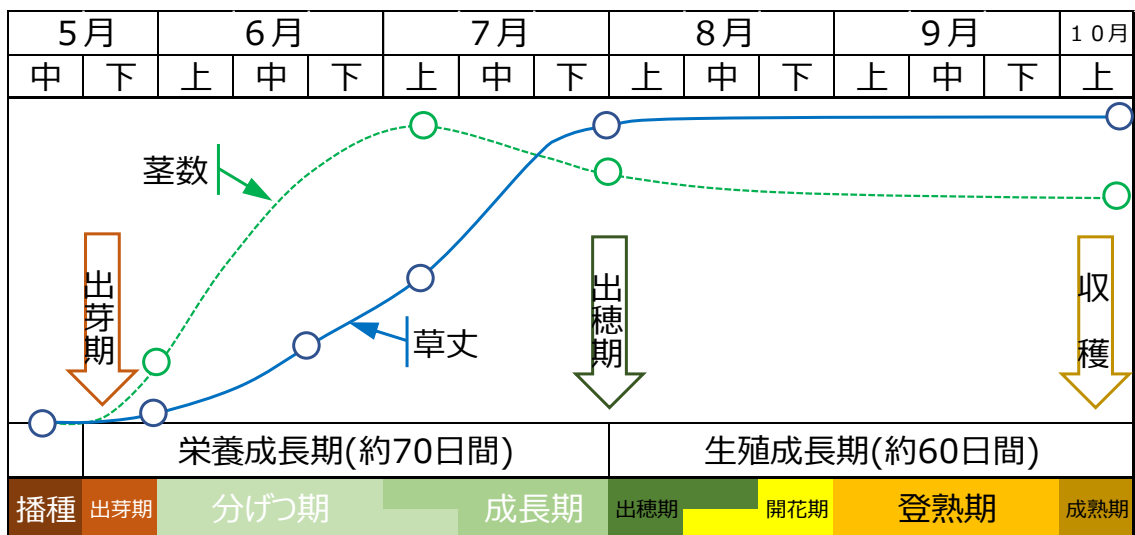
1. 栽培上の特徴と生育経過

(1) 栽培上の特徴

ハトムギは耐水性があるため、出芽時の排水性が確保できれば水田でも栽培できるため、水田転作に用いられます。東北から九州の播種適期は5月中下旬で、日平均気温が15℃以上となる頃です。湿害に強く、土壌の酸度には比較的鈍感で、広範な土壌条件に適応します。深根性で、肥料の吸収性が高い傾向があります。品種にもよりますが、中生のもので生育期間は約130日、草丈は160～180cm程度になります。長稈作物で茎葉重が多いため、土壌の肥沃度減退に注意が必要です。開花期間は長く、先端が成長しながら花をつけていく無限花序で、開花しながら徐々に先に開花した方が結実に向かい、登熟が不揃いとなります。日平均気温15℃以下で登熟が停止します。

葉枯病やアワノメイガの幼虫食害による減収の影響は大きいものの、マイナー作物のため登録農薬が少ない現状です。

(2) 生育経過



図Ⅱ-1 ハトムギの生育経過の概要

注) 暦は北陸・東北地域での生育経過を示します。

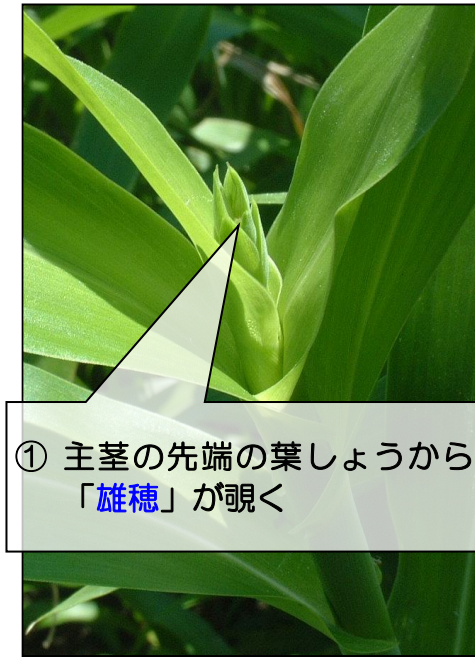
図Ⅱ-1 に生育経過の概要を示しました。初期生育は緩慢で、播種後40日頃から

の伸長期に乾物重が増加します。先に主茎（主稈）が伸び、その後分けつします（図Ⅱ-2）。出穂は播種後70日頃から始まり、開花揃いまでに、約1ヶ月間かかります（登熟は不揃いとなります）。出穂後、茶褐色の完熟粒になるまでに、約1ヶ月間を要します。

出穂とは、葉しょうの間から総苞が完全に出る様のことです。出穂期は全茎の40～50%が出穂した日とされています（昭和60年種苗特性分類調査報告書、(財)日本特産農作物種苗協会編）。主茎の先端から始まり、順次、下位節に移ります。1つの節では、出穂始めから穂揃い期まで10日ほど、ほ場全体では最初の出穂から最後の出穂まで約40日間かかります。また、出穂位置により、穀実の大きさは異なります。1つの茎には、茎の先端を含め、6～9つの節にしょう状苞が着き、穀実が着きます。



図Ⅱ-2 ハトムギの出芽～初期生育の様子



図Ⅱ-3 ハトムギの出穂～開花の様子

2. 栽培管理の基本技術

ここでは、ハトムギの導入を検討する場合や基本的な栽培の流れを知りたい場合のほか、栽培管理の理解を深めるために基本技術を紹介します。さらに、31ページの「Ⅲ. 収量関連形質と増収ポイント」には、2割増収を目指したポイントを記し、42ページには2割増収に向けた栽培ごよみも付していますので、ぜひご参照ください。

(1) 作業体系

一般的に機械化された作業体系で栽培されています（表Ⅱ-1）。このため、転作で導入しやすい作物といえます。

表Ⅱ-1 主な作業と労働時間の目安（機械の種類・土壌条件により変動）

作業	使用作業機械等	作業回数	時間/10a	
溝掘	溝掘機（スクリュウオーガ）	1	0.5	
土壌改良剤散布	ブロードキャスト 動力散布機等	1	0.5	
耕起	ロータリー	2	2.0	
碎土・整地	ドライブハロー	1	0.5	
播種・基肥	側条施肥播種機 ロータリーカルチ	1	0.5	
除草剤散布	動力噴霧機 ブームスプレーヤ	1～2	0.5	
病虫害防除	動散等	イネヨトウ	2	1.0
	動噴等	アワノメイガ 葉枯病	2	2.0
追肥+培土	施肥機	1	1.0	
中耕培土	ロータリーカルチ	1	1.0	
追肥	ドローン	1	0.1	
収穫	汎用型コンバイン	1	1.0	
運搬	軽トラック	1	0.5	
残渣処理 秋起こし	フレールモア 深耕ロータリー	1	1.0	
計 12 作業（手取り除草作業除く）			12.1時間	

注）平床、畝立播種栽培での試算

(2) 種子消毒

主な病害である「葉枯病」の菌は、汚染種子を介して伝染することから、その防止のため、種子消毒は必ず行います。出芽率と出芽揃い向上のため、消毒を兼ねて十分に浸種します。

○消毒剤：チウラム・ベノミル水和剤（希釈倍率200倍）

○浸種：10～15℃の水温で、72時間種子浸漬（3日間）

○播種：浸種を終えた種子は、水洗せず、風乾してから播種する。

10aあたりの必要量 種子3～4kg + 薬剤75g + 水15L

浸種方法

種子はネットに入れて、浸種槽に浸します。浸しただけでは浮いてくるので、上から重しを載せて消毒液中に全種子を沈めます。薬液は沈殿しやすいので、吸水と消毒ムラがないよう時々攪拌します。3日を超える浸漬は、出芽率を低下させることがあるので注意が必要です。使用後の薬液は、河川等に流さず、周囲に影響のない地点を選定して、土壌表面に散布する等の処理を行ってください。容器・空袋等は環境に影響を与えないよう適切に処理しましょう。

保存の注意点

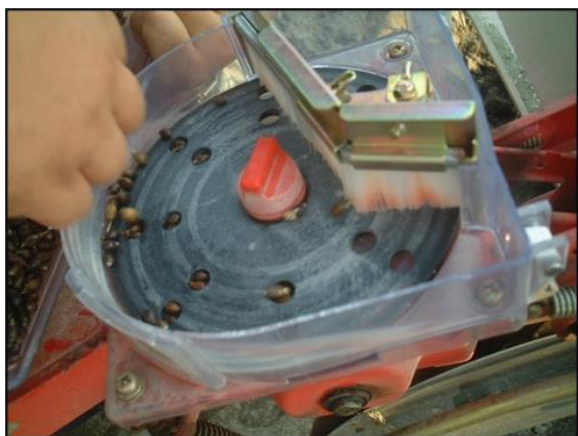
浸種後は、直ちにネットから種子を取り出し、風乾します。ネットに入れた状態で放置しておくと、一斉にネット内で発芽してしまいます。発芽後の種子は播種機の中で絡み、適切な播種を行うことができなくなります。播種予定日に雨が降るようであれば、早めに浸種を終えて播種を優先してください。

(3) 播種

安定した発芽には、日平均気温15℃以上が必要で、平均7日位で出芽します。発芽率向上には、「耕起・砕土・整地」と、排水対策が不可欠です。良好な生育を確保するため、腐植やケイ酸に富む「土づくり」も重要です。粘質土壌のほ場では、十分に砕土・整地してから、速やかに播種します。早期播種は雑草対策の労力を多くし、播種遅れは登熟不良と子実歩留低下につながるため、適期播種に努めます。ほ場内の水たまりのある所では、発芽しません。少量播種は欠株が多くなり、多量播種はハトムギが徒長して穂がつかない無効分げつが多発し、いずれも低収となりやすいので、避けてください。

1) 平床・畝立播種栽培

使用播種機 アップカットロータリー
 播種適期 5月中～下旬
 播種量 3 kg/10a
 栽植密度 条間 80 cm、株間 13 cm (1株あたり2～3粒)
 (8穴目皿、繰出軸歯数 10—駆動軸歯数 14 の組み合わせ)
 播種深度 3～4cm



繰出軸スプロケットの歯数	9	10	10	11	10	11	11	13	13	14	14		
駆動軸スプロケットの歯数	14	14	13	13	11	11	10	11	10	10	9		
穴の配列数	6	15	17	18	20	21	24	26	28	31	33	37	
	8	11	13	14	15	16	18	19	21	23	25	27	
表用数	16	6	6.5	7	7.5	8	9	10	11	12	13	14	
	表用	(多)	← すじまき →										(少)

土質により点播間隔が延びる場合がありますから、播種前に種子を落下させ、点播間隔を確認して下さい。

図 II-4 平床・畝立播種の例

下段は回転目皿 (B2) とチェーン sprocket の組み合わせ

2) 狭畝密植栽培

使用播種機	スリップローラーシーダー
播種適期	5月中～下旬
播種量	4kg/10a
栽植密度	条間 40cm、株間 13cm (1株あたり2～3粒) (8穴目皿、繰出軸歯数10-駆動軸歯数14の組み合わせ)
播種深度	3～4cm



<スリップローラーシーダー概要>

播種後に後方の鎮圧ローラーで土壌表面を鎮圧し、平らにすることで排水性が向上します。播種量も多段階調節が可能です。畝幅も容易に変更することができます。播種・施肥量ともコントローラーボリュームのため、手元での調整が可能です。ただし、中耕培土作業はできません。

図Ⅱ-5 スリップローラーシーダーでの播種の例

●狭畝密植栽培の利点・欠点

- ・雑草の生育抑制が期待できます。ほ場の排水性が高まります（発芽率が向上）。
- ・草丈が長くなり、茎が細くなって倒伏しやすくなります。また、畝間が狭いことから中耕培土作業ができず、追肥の利用効率が著しく低下します。一方で過剰施肥すると「肥料負け※」します。

(4) 雑草対策

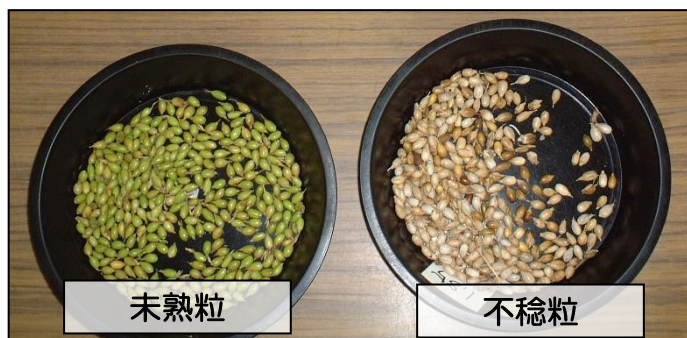
ハトムギは初期生育が緩慢なため、雑草が繁茂すると収量が大きく減少します。登録除草剤を表Ⅱ-2に載せました。「薬剤防除」と「耕種的防除」を併用し、7月上旬頃までの抑草に努めます。また、連作すると雑草が多発するため、連作を避けることも重要です。

表Ⅱ-2 登録除草剤

農薬の種類	適用雑草	使用時期・回数・方法	10a 当たり薬量/希釈水量	適用土壌
グリホサート カリウム塩液剤	一年生雑草	耕起前又は播種前まで、 2回以内、雑草茎葉散布	200~500mL/通常 散布 50~100L、少量散布 25~50L	
グリホサート イソプロピル アミン塩液剤	一年生雑草	耕起 7 日前まで(雑草生育期) 1 回、雑草茎葉散布	250~500mL/50~100L	
プロメトリ ン・ベンチオ カーブ乳剤	水田 1 年生雑草	播種直後(雑草発生前) 1 回、全面土壌散布	500mL/70~100L	
アトラジン水 和剤	1 年生 雑草	播種後~出芽前(雑草発 生前) 1 回、全面土壌散 布	200mL/100L	砂土を除く 全土壌
アラクロール 乳剤	1 年生 雑草	播種後~出芽前 1 回 全面土壌散布	300~ 600mL/100L	
ジクワット・ パラコート液 剤	1 年生 雑草	畝間処理 雑草生育期(出穂前た だし収穫 60 日前まで) 2 回以内、雑草茎葉散布	600~ 1,000mL/100~ 150L	
ベントゾン液 剤	畑地 1 年生雑 草(イ ネ科を 除く)	生育期(但し雑草 3~6 葉期、収穫 45 日前ま で) 2 回以内、雑草茎葉 散布又は全面散布	150mL/70~100L	

(5) 水管理

ハトムギは、耐湿性は強いものの、「干ばつ」に弱いので注意が必要です。出穂始め（7月下旬）～成熟期（9月上旬）は最も水分が必要な時期です。この時期に水不足にあうと、①葉先がよれて枯れる、②着粒数が減少、③未熟粒や不稔粒が増加、などの障害が発生します。このため、降水量が著しく少ない時には、畝間かん水を行い、土壌乾燥を防止することが重要です。



出穂～登熟期の高温年では、赤く染まる不稔粒が発生することもあります

図Ⅱ-6 乾燥害と未熟粒・不稔粒

(6) 肥培管理

短稈・多収を実現するためには、基肥の窒素施用量は、全窒素量の2割程度に抑えて長稈化を防ぎ、穂肥重点の施肥・増収体系とすることが基本です。窒素肥料の利用率は、散布方法（散布位置）によって、また同じ散布位置でも硫安と被覆尿素では、大きく異なります（図Ⅱ-7）。基本的に「基肥」は側条施肥により、「追肥」には培土を行うことで窒素利用が高まり、かつ環境負荷を軽減できます。追肥では、必ず株元へ施用し、葉焼けと雑草による吸収を防止します。

基肥一発肥料による施肥体系は、速効性と緩効性を組み合わせた肥料を用いることで、施肥作業軽減が可能です。本体系は、短稈化につながりますが、減収傾向となります。

- 基肥の過剰施用 → 長稈化、倒伏の危険性拡大、着粒数の減少、害虫被害の発生・拡大、収穫作業性の低下
- 出穂期の重点追肥 → 穂数・着粒数、子実の充実・歩留の増加

窒素肥料は散布方法によってその利用率に大きな差が生じる。同じ散布位置でも硫安と被覆尿素では利用率は大きく異なる。基本的に「基肥」は側条施肥により、「追肥」には培土を行うことで窒素利用が高まり、かつ環境負荷を軽減できる。

肥料区分	硫 安		被覆尿素(LPコート)		
	表面施肥	側条施肥	表面施肥	側条施肥	接触施肥
散布方法					
窒素の利用率	9.3%	32.5%	60.5%	77.7%	83.2%
	（平成21年度全国ハトムギ生産技術協議会秋季検討会資料より）				

被覆尿素は温度により溶出速度が変化する。温度が10℃上がると窒素溶出は倍になる。なお、緩効性処理がされるのは窒素だけである。

図Ⅱ-7 窒素肥料の散布方法と利用率

(7) 主な病虫害

1) 葉枯病（発生：7月上旬頃～）

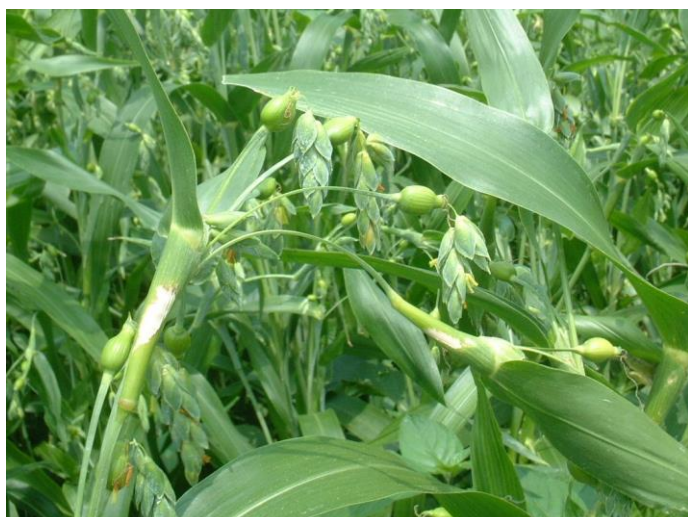
糸状菌に汚染された種子の播種や越冬した罹病茎葉から発生した分生胞子が、気孔などから侵入して伝染します。葉では、初め黄褐色～褐色の小さな楕円形の病斑ができ、内側はやや淡色を呈します。その後しだいに大きくなり、数個の病斑が合わさって葉全体に及びます（図Ⅱ-8）。下位葉から上位葉へ進行し、白く枯れあがり、穀実に伝染すると、白い不稔粒となります。菌は種子付着や罹病茎葉で越冬します。



図Ⅱ-8 葉枯病の症状

2) 黒穂病（発生：7月下旬頃～）

病原菌は糸状菌の一種で、葉、穂に発生します。葉では大型の虫えい状の膨らみができます。その内部には孢子層があり、成熟すると表皮が破れて黒褐色粉状の孢子が飛散します。出穂期以降の発病は、しょう状苞に見られ、罹病箇所は褐色を呈し、小型、不整形で不稔となります（図Ⅱ-9）。



図Ⅱ-9 黒穂病の症状

3) ネキリムシ (発生：出芽～幼苗期)

カブラヤガ・タマナヤガなど、茎を食害するヤガの幼虫の総称です。ハトムギ地際部の茎がかじられたり、食い切られる被害が発生します(図Ⅱ-10)。早春から活動し年3～4回発生し、卵を一個ずつ葉に産み付けます。ふ化直後は葉を食害しますが、単独で活動するため虫も被害も目立ちません。大きくなると昼間は土中に隠れ夜間に茎を食害します。カブラヤガは幼虫態で土の中で越冬し、タマナヤガは越冬できず、春に中国から飛来します。



図Ⅱ-10 ネキリムシとその害

4) アワヨトウ

幼虫が巻葉の中に隠れ、葉縁をギザギザに食害します(図Ⅱ-11)。昼間は葉しょう内や土中などに潜み、夜間に暴食します。幼虫が若齢のうちには食害が目立ちませんが、成長するにつれて摂食量が急増して食害があらわになります。大発生した際の幼虫は、日中にも盛んに食害し、作物を食い尽くすと隣接するほ場へ移動します。温暖地域では越冬しますが、寒冷地域では成虫が飛来し侵入します。



図Ⅱ-11 アワヨトウとその害

5) イネヨトウ

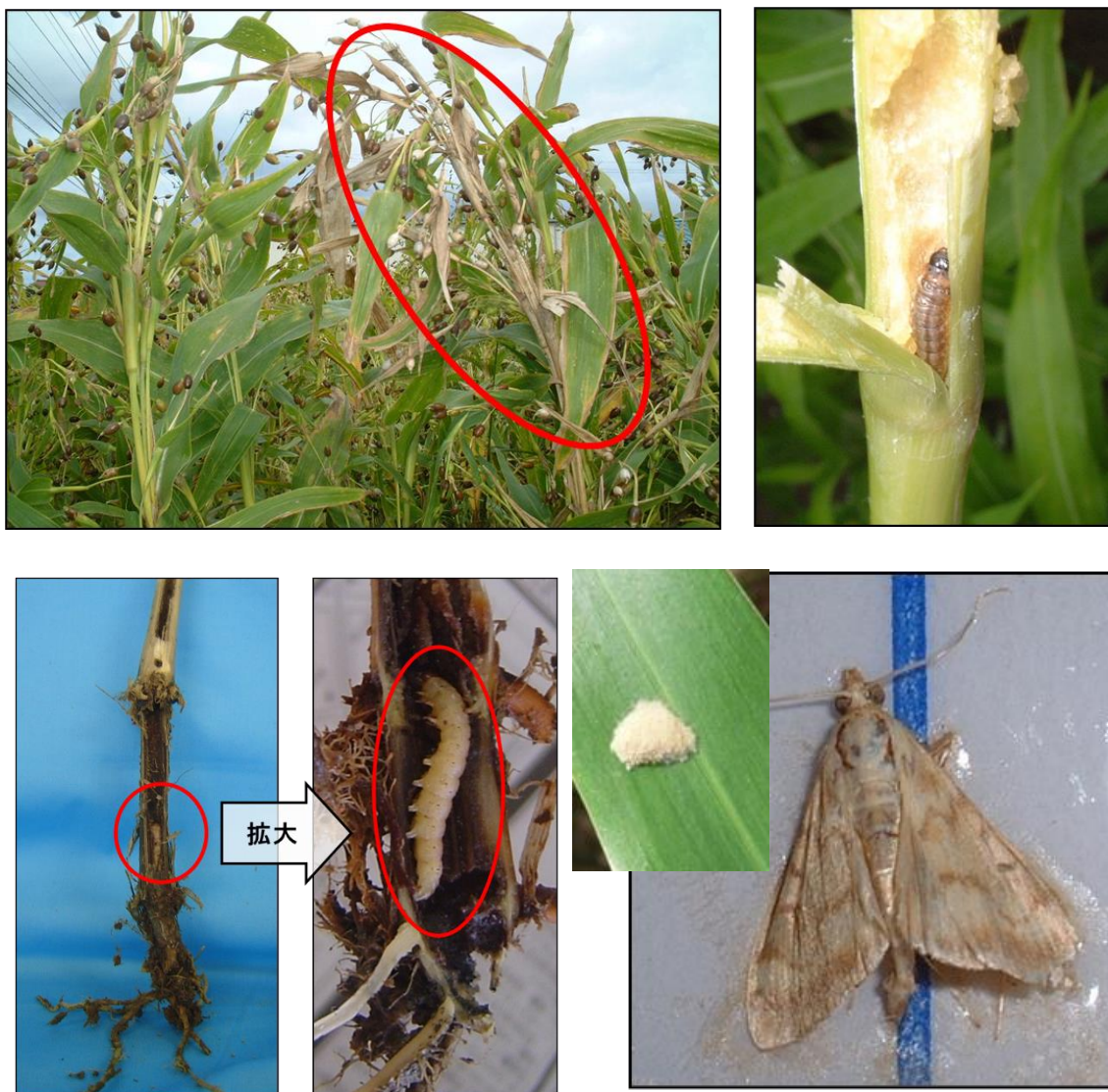
孵化幼虫が、1茎に1頭ずつ食い入れします(図Ⅱ-12)。芯部に入り込んで食害するため、芯葉が変色して枯れ、被害が拡大します。侵入部位は茎の下位が多く、葉しよの内側や茎内で繭を作ります。切り株に幼虫態で越冬します。



図Ⅱ-12 イネヨトウとその害

6) アワノメイガ

7月中・下旬に発生する幼虫によって大きな被害があります。茎の頂部で幼虫が孵化後3日頃から下部へ移動し、葉と茎の付け根付近から茎内に侵入します。侵入後は、内部の髓を食害し、食害屑や糞を食入れ孔から排出します。食害部位から上部は枯死し、葉は枯れ、穀実は白く枯れ上がり、未熟粒も食害されます。越冬は被害部位の中に幼虫態で行います。越冬幼虫は、平均気温 15℃になった頃に蛹となり、約 1 ヶ月後に成虫となります。やがて茎の太い植物体を選び産卵しますが、畦畔沿いの茎葉に産卵する傾向があり、卵は白濁色・扁平・楕円形の鱗状に重なり合った卵塊です。



図Ⅱ-13 アワノメイガとその害

(8) 病害虫防除

「葉枯病」や「アワノメイガ幼虫の食害」は、初期発生を見逃しやすく、被害が散見される頃には、手遅れとなってしまいます。このため、被害が発生し始める前に、予防防除を実施します。登録農薬を表Ⅱ-3 に載せました。カルタップ粒剤は、植物体に吸収されることにより、食害を防止します。イプロジオン水和剤は、茎葉に充分散布することで、抗菌作用による予防と蔓延防止効果があります。

表Ⅱ-3 登録農薬

農薬の種類	適用病害虫	使用時期、回数、方法	10a 当たり薬量 /希釈水量
カルタップ粒剤	イネヨトウ アワノメイガ	収穫 14 日前まで 2 回以内 (カルタップを含む農薬)	4kg
カルタップ水溶剤	アワノメイガ	収穫 14 日前まで 2 回以内 (カルタップを含む農薬)	40~100mL/ 60~150L
BT 水和剤	アワノメイガ	発生初期ただし収穫前日まで 使用回数の制限なし	100~300g/100 ~300L*
チウラム・ベノミル水和剤	葉枯病 黒穂病	播種前 1 回 種子粉衣 (湿粉衣)	乾燥種子重量 0.5%
		播種前 1 回 種子浸漬 (72 時間)	200 倍
チウラム・チオファネートメチル水和剤	葉枯病 黒穂病	播種前 1 回 種子粉衣 (湿粉衣)	乾燥種子重量 0.5~1%
		播種前 1 回 種子浸漬 (72 時間)	200 倍
イプロジオン水和剤	葉枯病	収穫 21 日前まで 3 回以内、茎葉散布	60~150g /60~150L 400g /3.2L (無人航空機による散布)

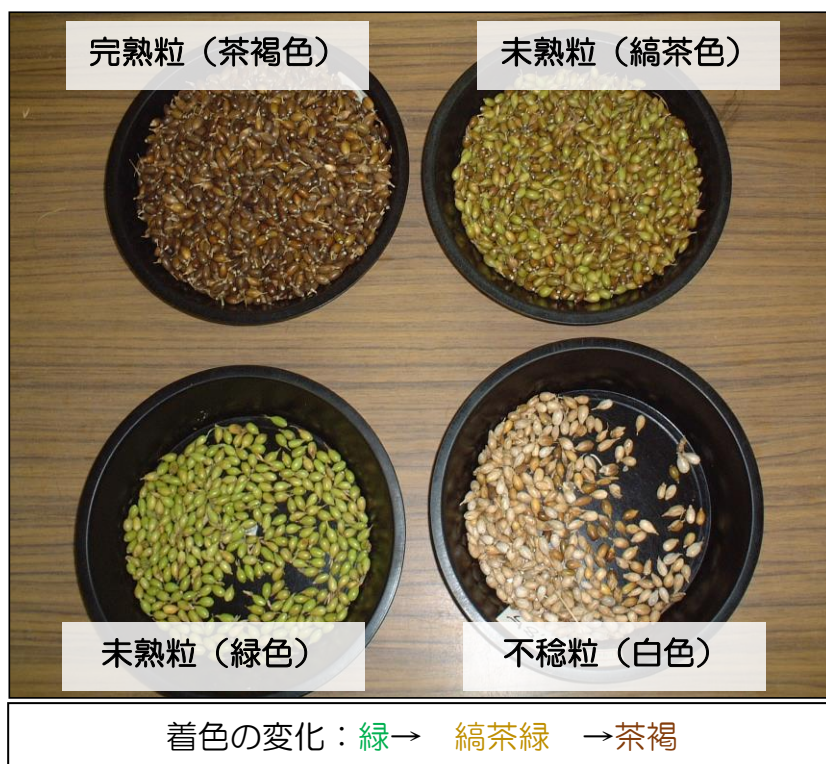
*：商品により異なるので登録内容と注意事項を厳守してください

(9) 収穫から選別

1) 収穫

刈り取りの目安は、出穂期後約60日で殻実の70～80%が茶褐色(図Ⅱ-14)になった頃を肉眼で判定します。収穫が早すぎると未熟粒の混入や子実歩留の低下につながり、遅くなると収穫時の脱粒が多くなり、減収します(穂軸枯れがひどいと更に減収)。

刈り取りは、汎用コンバイン(又は網目交換した大豆コンバイン)を使用し、着粒層部分を収穫します(図Ⅱ-15)。



図Ⅱ-14 殻実の登熟状況



図Ⅱ-15 汎用型コンバインでの刈り取りと搬送

ハトムギは、適期に刈り取りを行っても5～10%程度の脱粒損失は避けられません。主茎上位3節の全着粒の成熟程度により、株全体の成熟度合いを判定します。

2) 乾燥調製

刈り取り時の穀実水分は約35%で、まず水分25%まで通風乾燥し、汎用乾燥機で火力乾燥（乾減率0.3～0.4%）します（図Ⅱ-16）。製品は、水分15%以下、容積重430～500g以上（基準により異なります）となるよう風選、比重選、粒選別等により調製します（表Ⅱ-4）。



図Ⅱ-16 乾燥から選別・保管

左上：通風乾燥（2日間：水分25%に）→右上：汎用型乾燥機（乾減率0.3%/時間）→
左下：揺動選別 右下：袋詰め・保管の状態

※選別は、風選別、比重選別、粒選別、色選別、石抜きなど、機械構成と必要に応じて行う。

表Ⅱ-4 乾燥・調製の例

荷受け	重量 3,567kg 平均水分 35%	
① ホッパー	乾燥機への張り込み、受け入れ水分 35%	
② 汎用乾燥機	乾燥率 0.3~0.4%/時間、乾燥温度 40℃、仕上げ後通風3時間、仕上げ水分 13%	選別率
③ 粗選機	粗ゴミ除去、円筒スクリーン (8mm×16mm 長穴) による選別	0.1%
④ 風選別機	軽い異物 (と未熟粒等) を風力で除去	6.6%
⑤ 比重選別機	揺動と風力による選別、比重大 (精粒) と比重小 (未熟粒) に選別	4.9%
⑥ 粒選別機	円筒スクリーン (4.3mm×25mm 長穴) による選別	4.9%
⑦ 石抜き機	選別網と風力による石の除去	0.01%
仕上げ	重量 2,340kg 荷受け重量比 65.5% 比重 560g/L	

3. 採種栽培

(1) 留意点

他の作物と同様に、ハトムギも育成地との許諾契約によって配付される種子は若干高額で配付量も多くは見込めないため、2～3作して種子量を増やすことが一般的です。ハトムギは、近隣にジュズダマや他の品種があると容易に受精して混じるため、採種栽培では特に注意が必要となります。そこで、①～⑤のポイントを記しました。また、育成者権※がある品種について採種栽培を行う場合は、育成者と利用許諾契約を締結する必要があります。自家用の栽培向け増殖についても条件がある場合がありますので、契約内容をよく確認しましょう。例えば、農研機構育成品種では農研機構 Web サイトの「農研機構育成の登録品種の自家用の栽培向け増殖に係る許諾手続きについて（農業者向け）」をご参照ください

(<https://www.naro.go.jp/collab/breed/permission/index.html>)。

①採種ほ場の位置：近隣に他品種やジュズダマ(図Ⅱ-17)がない所を選定します。ハトムギとジュズダマの違いは表Ⅱ-5を参考としてください。ハトムギの栽培履歴があるほ場は、過去のこぼれ種が発芽・生育して栽培中に混じるおそれがあるため、採種予定の前年には過去のこぼれ種の発芽がないことを確認します(ハトムギが出芽してくる場合は、そのほ場は翌年の採種には使えません)。ほ場の滞水(水田化)によって種子を腐敗させる方法も有効です。また、同一品種であっても、採種栽培用ではないハトムギのほ場とは離れていることが望ましいです。もし、栽培後に採種ほ場とその近隣でジュズダマや播種したもの以外のハトムギを見つけた場合は、開花前に抜き取ることが必須です。

②種子：育成地から配付された種子(原原種※)は、密封できるビニール袋に小分けにしてシリカゲルを入れて冷蔵しておく数年にわたって利用できます。その際、必要な収穫量を見込んで小分けにして、尽きるまでは小分けにした原原種から増殖することをお勧めします。入手した原原種がごく少ない場合は、1作して収穫した種子(原種)を利用して採種することもあります。また、信頼のおける許諾先で増殖した種子(原種)を入手して採種することもあります。しかし、数作を繰り返すと混入のリスクが高くなり、元の品種から遠ざかることがあるため、原原種や原種が尽きる段

階で、育成地あるいは許諾先に再度の種子配付を依頼して種子を更新することが必要です。

③栽培：基本的な栽培法に準じますが、初期からほ場を巡回し、異株抜き取りを丁寧に行います。このため、畝間を設けて密植にしすぎないようにすると作業効率が良くなります。異株が分かりやすい特性は、幼苗期の葉しょう色※や葉色、出穂の時期や雌しべの色、草丈、などがあげられ（表Ⅱ-6）、他の株と異なるものは全て抜き取ります。

④収穫：収穫時にコンバインを用いる場合は、使用前に清掃して他のほ場の種子の混入がないようにする必要があります。

⑤乾燥以降：乾燥機や選別機、種子を詰める容器・袋等でも混入がないよう、予め確認します。

表Ⅱ-5 ハトムギとジュズダマの違い

	ハトムギ	ジュズダマ
主な生育場所	畑・その周囲	水辺
年生	一年生	多年生
種子の殻の硬さ	柔らかい (ピンセットで挟んだりすると簡単に殻を割ることができる)	非常に硬い (割るには金づちやペンチが必要となる位)
子実のデンプン	モチ性	ウルチ性
子実のヨウ素デンプン反応	暗赤褐色	青紫色

注) ハトムギとジュズダマの交雑種は、背が高く生育旺盛なものが疑われる。

表Ⅱ-6 異株・異品種を見分けるポイント

着眼点	見分けるポイント
葉しょう色※ (+葉身色)	赤紫色の着色の有無と濃淡
植物体の外観	茎の太さ、草丈(成熟期)
出穂期	早いか遅いか
雌しべの色	白か、紫か
殻実の外観	大きさ、色、形

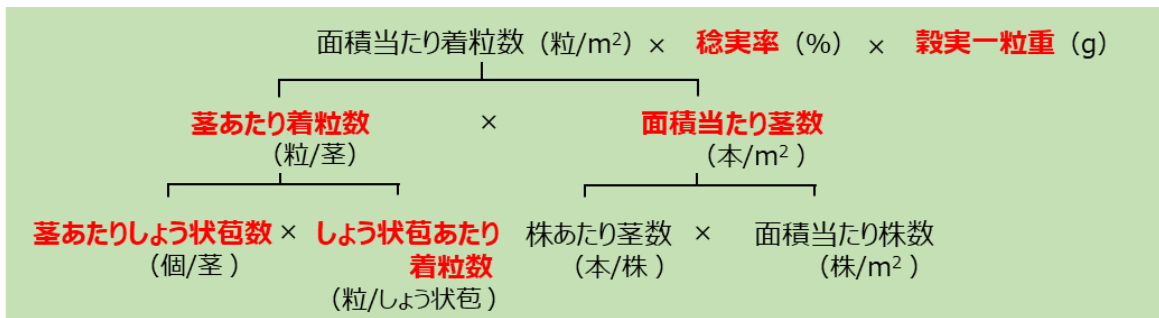


図Ⅱ-17
ジュズダマ

Ⅲ. 収量関連形質と増収ポイント

1. 収量関連形質

穀物の収量は、播種から収穫までの気象条件や肥培管理に強く影響を受けます。収量の多少はどのように決定するのでしょうか？風乾後に各器官、部位別に分解し、収量関連形質ごとに分けて調査することで、収量の成立過程を明らかにすることができます。ハトムギの収量関連形質は、面積当たり茎数（本/m²）、茎あたり着粒数（粒/茎）、稔実率（%）および穀実一粒重（g）です（図Ⅲ-1）。穀実一粒重は軽いため、便宜上、百粒重が用いられています。面積当たり茎数は株あたり茎数と面積あたり株数に分解でき、栄養成長期に茎数を増加させることで葉面積を拡大させて、個体の光合成を旺盛に行える態勢を整えることが重要です。茎あたり着粒数は、茎あたりしょう状苞数としょう状苞あたり着粒数に分けられます。着粒数は茎数の増加が停止した以降の生育に強く影響を受けます。稔実率は面積当たり着粒数に占める稔実した穀実の割合で、出穂開始以降の生育に強く影響を受けます。葉枯病や黒穂病が広く発生すると不稔粒が増加し、稔実率は低くなります。また出穂期間は、出穂開始が確認されて以降 40 日程度で、出穂期から約 60 日経過すると収穫適期を迎えます。穀実は出穂後 30 日で粒重の停止を迎えます。したがって、出穂期より大幅に遅く出穂した穀実の割合が多くなると葉から穀実への光合成産物の蓄積が不十分なために未成熟粒が増加し、稔実率が低下します。



図Ⅲ-1 ハトムギの収量関連形質

2. 増収のポイント

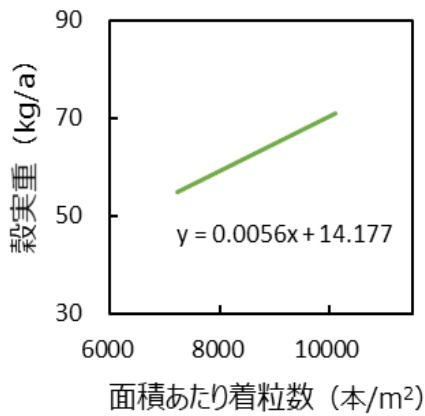
(1) 適正穂数

条間を 80cm、60cm、40cm および 25cm（株間はいずれも 20cm）で「つやかぜ」と「あきしずく」を栽培すると、条間を狭めることで穀実重は「つやかぜ」で 8~30%、「あきしずく」で 7~13%増加します（表Ⅲ-1）。これは、密植により面積あたりの着粒数が増加したことに関係しています。面積あたりの着粒数を収量関連形質に従って詳しく調べると、茎あたりの着粒数は、茎あたりのしょう状苞数の影響を強く受け、「つやかぜ」では 40cm と 60cm で 80cm よりも 10%程度増加するのに対し、「あきしずく」では条間が狭まるのに伴って減少します。茎数は、密植に伴い株あたりでは少なくなるものの、面積あたりでは増加します。これらの結果、面積あたりの茎数は面積あたり着粒数と穀実重との間に密接な関係が認められ（図Ⅲ-2、3、4）、窒素施肥量 1.8kg/a の場合、条間は「つやかぜ」では約 40cm、「あきしずく」では約 50cm とすることで 90 本/m² が確保しやすくなります。稔実率は、条間が狭くなるとやや低くなります。これは、条間が狭くなると面積あたりの茎数が増加するために過繁茂となり、出穂期以降の受光態勢が悪化するためです。

表Ⅲ-1 異なる条間で栽培した場合の収量と収量関連形質

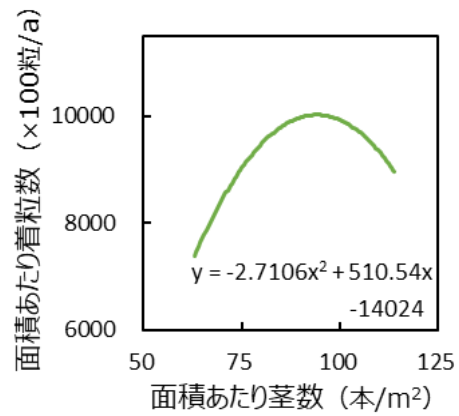
	条間	茎数		しょう状苞数		着粒数			稔実率 (%)	百粒重 (g)	穀実重 (kg/a)
		(本/株)	(本/m ²)	(個/茎)	(個/m ²)	(粒/しょう状苞)	(粒/茎)	(粒/m ²)			
つ や か ぜ	80 cm区	10.1	63(100)	33	1970(100)	3.7	122(100)	7231	71	10.7	56.5(100)
	60 cm区	9.9	82(130)	31	2269(115)	4.3	134(110)	9493	69	11.1	70.2(124)
	40 cm区	7.4	93(148)	32	2414(123)	4.2	132(108)	9892	69	10.8	73.3(130)
	25 cm区	5.7	114(181)	21	2374(121)	3.9	83(68)	9060	64	10.6	60.9(108)
あ き し ず く	80 cm区	11.6	73(100)	37	2463(100)	3.7	135(100)	9066	72	9.9	62.8(100)
	60 cm区	10.2	85(116)	35	2724(111)	3.7	132(98)	10109	71	9.9	70.7(113)
	40 cm区	6.9	87(119)	31	2511(102)	3.9	121(90)	9679	69	10.1	67.7(108)
	25 cm区	5.3	106(145)	23	2345(95)	4.1	92(68)	9526	66	10.8	67.2(107)

注) 数値は 2020~2022 年の 3 年間の平均値。株間はすべて 20cm。



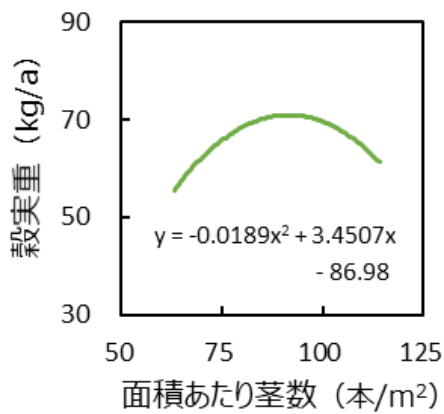
図Ⅲ-2 面積あたり着粒数と穀実重との関係

図中の直線は 3 年間の試験から推定される関係



図Ⅲ-3 面積あたり茎数と面積あたり着粒数との関係

図中の曲線は 3 年間の試験から推定される関係



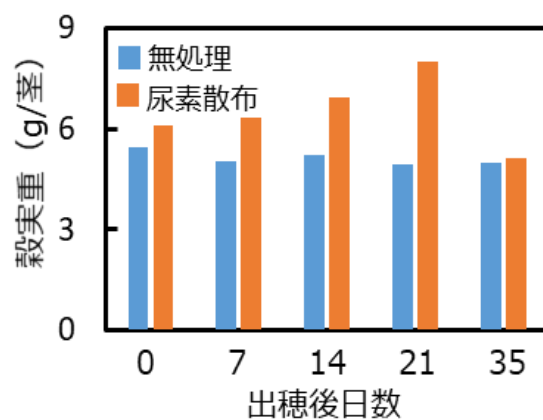
図Ⅲ-4 面積あたり茎数と穀実重との関係

図中の曲線は 3 年間の試験から推定される関係

(2) 出穂後の窒素追肥

高収量を得るためには、出穂後の葉の光合成能力を高いレベルで維持し、光合成産物を穀実へ輸送させ、稔実率を高めることが重要です。尿素は、窒素を46%含む窒素肥料の中で最も窒素を多く含む即効性の肥料として知られています。1.5%尿素溶液を出穂後の異なる時期に葉面散布すると、葉色に変化は見られませんが、穀実重は出穂後21日目までの各生育ステージで散布しない場合に比べて増加します(図Ⅲ-5)。とくに出穂後21日目では、尿素散布により約50%増収しました。この時の収量関連形質を詳しく調べると、稔実率は尿素散布処理により高くなりました(表Ⅲ-2)。また、茎あたりの着粒数も増加します。これは、尿素散布によってしょう状苞あたりの着粒数と茎あたりのしょう状苞数がともに増加するためです。このように、尿素葉面散布による増収は、登熟中期の光合成が維持され、穀実への光合成産物の蓄積が促進されること、しょう状苞数や着粒数の増加によるものです。

現場ではドローンの活用が主流と考えられることから、液剤の重量や施用面積を考慮すると、粒剤の3~4kg/10a 施用が適切です。



図Ⅲ-5 出穂後の異なる時期に尿素散布を行った場合の穀実重

注) 数値は「つやかぜ」と「あきしずく」の平均値。

表Ⅲ-2 出穂後21日目に尿素葉面散布を行った場合の収量および収量関連形質

	尿素散布	しょう状苞数 (個/茎)	着粒数 (粒/しょう状苞) (粒/茎)		稔実率 (%)	百粒重 (g)	穀実重 (g/茎)
つやかぜ	無	34.2	3.2	108.6	66	9.1	5.61
	有	37.8	3.5	130.3	70	8.8	7.02
あきしずく	無	35.8	3.0	107.5	61	8.0	4.71
	有	45.0	3.4	154.2	69	8.7	8.02

IV. 薬用に向けた栽培

1. 薬用としての利用条件

(1) 日本薬局方の規格

厚生労働省が定めた医薬品の規格基準書である第十八改正日本薬局方(令和3年6月7日厚生労働省告示第220号)には、「ハトムギ(学名: *Coix lacryma-jobi* Linné var. *mayuen* Stapf) の種皮を除いた種子」がヨクイニン(薏苡仁)の名称で収載されています(参考資料10、図IV-1)。規格に関する記載内容は「表IV-1」のとおりです。ハトムギを薬用とする場合、医薬品医療機器等法(医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律)に基づく許可を受けた医薬品メーカーの責任の下、適切に製造され、全ての規格試験に適合したものが、医薬品又は医薬品原料として利用されます。基原植物はハトムギのみが利用可能で、近縁種のジュズダマやジュズダマと交配した種子は利用できません。日本薬局方では、これら薬用不可となる種子が混入していないことを検査する「確認試験」が規定されています。これは、ハトムギのデンプンがモチ性であり、ヨウ素デンプン反応で暗赤褐色となることを利用したものです(図IV-2)。ジュズダマやジュズダマと交配した種子は、この試験で青紫色となることから区別できます。関係する情報がコラム「モチ性を見分ける」(p.4)に掲載されていますので、ご参照ください。



図IV-1 日本薬局方ヨクイニン(中国産)

ハトムギの苞鞘(総苞、殻)から子実を取り出し、果皮(渋皮)を除いたものは、医薬品としての規格試験を経て、ヨクイニンと称されます。

表Ⅳ-1 日本薬局方ヨクイニンの記載内容

第十八改正日本薬局方、医薬品各条「ヨクイニン」の記載から該当部分を抜き出したものです。

項目	記載内容
基原	本品はハトムギ <i>Coix lacryma-jobi</i> Linné var. <i>mayuen</i> Stapf (<i>Gramineae</i>) の種皮を除いた種子である。
生薬の性状	本品は卵形～広卵形を呈し、長さ約6 mm、幅約5 mm、両端はややくぼみ、背面は丸く膨れ、腹面の中央には縦に深い溝がある。背面はほぼ白色、粉質で、腹面の溝に褐色膜質の果皮及び種皮が付いている。横切面をルーペ視するとき、腹面のくぼみには淡黄色の胚盤がある。質は堅い。 本品は弱いにおいがあり、味は僅かに甘く、歯間に粘着する。
確認試験	本品の横切面にヨウ素試液を滴下するとき、内乳は暗赤褐色、胚盤は暗灰色を呈する。
乾燥減量	14.0%以下(6時間)
灰分	3.0%以下
貯法	容器 密閉容器

注) 日本薬局方は近年5年ごとに大改正されており、最新版を確認されたい

日本薬局方の規格として他に、「乾燥減量」と「灰分」が設定されています。生薬試験法に記載されている試料の採取及び調製の方法に従ってサンプルを粉末とし、試験を実施します。「乾燥減量」は、乾燥したときに減少した質量（主に水分）のことで、ヨクイニンの規格は「14.0%以下（6時間）」です。試料粉末を105℃で6時間乾燥した後、質量を量って減量（%）を算出します。この値が規格より高い場合は、乾燥が不十分ということになります。「灰分」は無機物（カルシウムなど）のことで、試料粉末を500～550℃で強熱して恒量になるまで灰化させ、その質量を量って灰分（%）を算出します。一般に灰分は原料となる植物の生育環境や採取時期などによって変化しますが、国内で流通する生薬の実測値を基に規格値が設定されています。ヨクイニンの規格は「3.0%以下」で、適切な栽培及び調製加工により生産されたものは問題になりませんが、この値が規格より高いと、流通品との品質の差異や土砂の混入等が疑われます。

なお、日本薬局方外生薬規格 2022（令和4年3月8日付け薬生薬審発 0308 第1号厚生労働省医薬・生活衛生局医薬品審査管理課長通知）に記載されている「ハトムギ」の規格は、通例、医薬部外品や化粧品で利用され、ヨクイニン（医薬品）は日本薬局方の規格が適用されます。



図IV-2 ヨウ素試液（希釈）によるデンプンの着色

皿内の左側が着色前の切断したもの、右側が着色後。判別しやすいように希釈した試液を用いた。

（2）実需者の上乗せ規格

日本薬局方では、収載品目を利用する全てのメーカーが影響を受けるため必要最低限の規格のみ設定されていますが、医薬品メーカー各社は安定した品質の医薬品を製造し続けるため必要に応じて独自の自社規格（上乗せ規格）を設定している場合があります。そのため、特定のメーカーへの出荷を前提とした試験栽培やサンプル提供の際には、事前に要求される規格を確認しましょう。

上乘せ規格の例としては次のようなものがあります（参考資料 11）。

- 品種の限定
- 管理指標成分
- 残留農薬
- 微生物
- 重金属

（3）乾燥・調製加工

日本薬局方の生薬総則において、「乾燥は、通例、60℃以下で行う」とことと「かび、昆虫又は他の動物による汚損物又は混在物及びその他の異物をできるだけ除いたものであり、清潔かつ衛生的に取り扱う」とことが記載されています。上記条件以外に具体的な調製加工の方法は指定されていませんので、産地の実情に応じて規格に適合するものを出荷できる方法を確立することになります。

参考資料 12 には次の方法が記載されています。「脱穀後さらに天日あるいは機械乾燥を行う。乾燥機を利用する場合、1日くらい常温通風乾燥した後、35℃以下で加温通風乾燥を行う。乾燥後は風選を行い、不稔粒を除き、選別する。ヨクイニンとするためには苞鞘（殻）を除き、精白する。（関係部分のみ抜粋）」

また、参考資料 13 には、脱穀、風選、乾燥及び精白の各加工における機械活用例が掲載されています。

精白加工の方法については、食品用に加工される精白粒と基本的には同様です。日本産ヨクイニンの生産量はごくわずか（2018年度：17kg）で、薬用専用の加工機械が市販されていない状況ですので、出荷予定先のメーカーと協議のうえ、既存の機械を利用して精白レベルや歩留まり等について最適な条件を検討する必要があります。

2. 薬用での栽培指針

(1) 栽培方法について

基本的な栽培法は本マニュアルのとおりですが、出荷先によっては、使用する肥料、農薬及び栽培管理並びにそれらの記録について条件を求められることがありますので、事前に確認が必要です。

また、日本漢方生薬製剤協会が作成された「薬用植物の栽培と採取、加工に関する手引き（参考資料 14）」と参考様式もご参照ください。

(2) モチ性を維持するために

栽培ほ場は、別のハトムギ品種の種子が発芽する可能性がないほ場を選定します。過去に別の品種を栽培したことがあるほ場を使用する場合は、一度水田として管理するなどした後、前年には発芽しないことを確認します。また、前年のうちに周辺にジュズダマが生育していないことを確認しておきます（開花期である7～9月が見つけやすいでしょう）。栽培開始後にジュズダマと思われる個体を発見した場合についての対応は、事前に出荷先メーカーと取り決めておきます（開花前にジュズダマを根（地下部）ごと抜き取ることが出来れば問題ないと考えられますが、その場所等を記録し、写真を撮影しておくなどの対応が必要となります）。ジュズダマを発見した場所の周辺には当年及び翌年以降もジュズダマが生える可能性がありますので、受粉しないように、一定の距離をあけます。その距離の目安については、実験では100m離せば0～0.2%程度の交雑率であり、実際の栽培においては花粉の量や風等の自然の影響を受けるため、1km程度を推奨します。ただし、確実に受粉を回避することを担保するものではありませんので、この点についても事前に出荷先メーカーと協議してください。

栽培から出荷までに使用する機械・器具類は、他のハトムギ品種や作物が混入しないよう入念に確認します。

播種用の種子は、一般栽培と異なり、ウルチ性ハトムギが混入することがないように適切に管理された原原種または原種を使用します。また、種苗法等により自家採種が制限されている場合があります。

コラム③ ハトムギの健康機能性

近年、機能性表示食品など、健康の維持・増進に役立つ食品に人気があります。ハトムギは、ヨクイニンとして漢方薬に用いられるなど「体に良い」イメージがありますが、薬の効果と食品としての機能性は区別する必要があります。薬は病気・障害の診断・治療・予防に役立つもので、ヨクイニンにはイボ取り、利尿作用などがあり、薬効成分としては coixenolide などが挙げられます。一方、機能性は健康な人を対象として効果があるものとなりますが、ハトムギの食品としての機能性は立証されていませんでした。

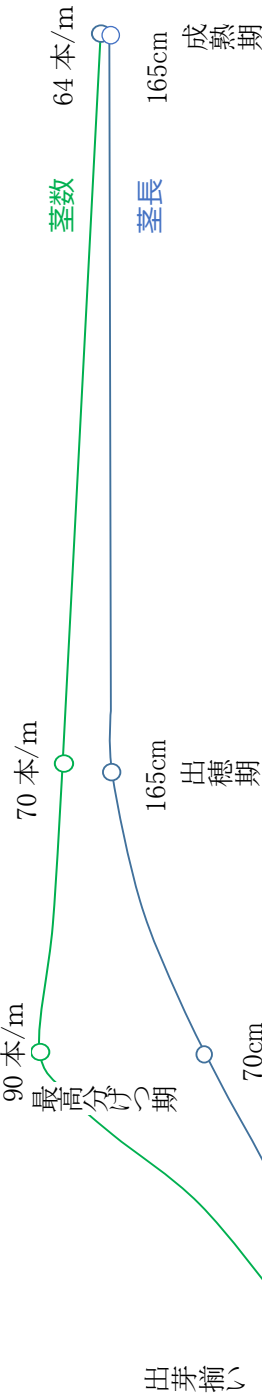
本プロジェクトでは、ヒト臨床試験によって機能性のエビデンス（科学的根拠）を得ることができました。健康な成人男性を対象に、ハトムギ群（11人）は7日間ハトムギご飯（1日160g）を摂取、対照群（8人）では摂取しない、という試験を行いました。その結果、1週間のハトムギの摂取により、腸内細菌である *Faecalibacterium*（有益な酪酸産生を行う）が増え、代謝反応に寄与する数値や免疫力に関係する数値が上昇しました。また、摂取した人の腸内の計56のサイトカイン（生理活性物質）と52のメタボローム（代謝産物）を評価したところ、14のサイトカインと9のメタボロームが大きく変化しました。さらに、生理活性物質である Galectin-9（細胞間や細胞分化の調節に関与）は有意に減少したことから、ハトムギ摂取により Galectin-9 が抹消リンパ細胞の多様性の比率変化をもたらすような影響を与えたことが推察されます。

これらのことから、ハトムギ摂取により腸内細菌叢が変化し、細胞性免疫を強化することによって、免疫機能に影響を与えている可能性が示唆されました。これまで、ハトムギの食品としての健康機能性については、ヒトでの有効性を示す十分なデータがなく、メカニズムも不明でしたが、本成果が得られ、機能性解明の一端を開くことができました。（参考資料 15～17）

★ 平床・畝立播種栽培 (条間 80 cm) による 2 割増収「つやかぜ」栽培こよみ

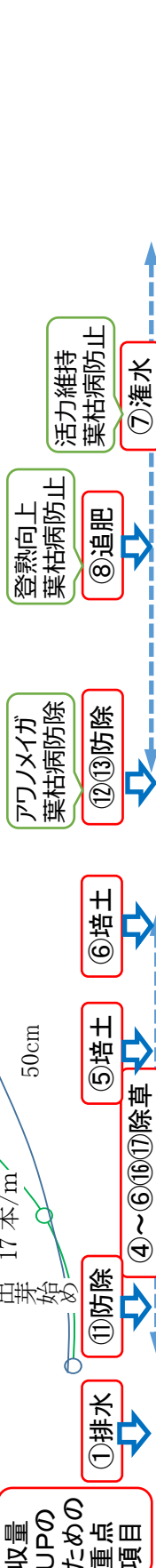
(使用播種機：アツブカットロータリー)

施肥 (Nkg/10a)	
分施肥系	
基肥	3.0
追肥	16.8
時期：播種後 30 日	
追肥	1.2
時期：出穂 3 週間後	



◇収量関連形質	
・穂数	80 本/m ²
・鞘状苞数	14 ヶ所/本
・着粒数	3.5 粒/方所
・稔実率	62 %
・百粒重	11.0 g
・コハイン収	6 %
目標穀実重	230 kg/10a

肥効調節型肥料	
基肥	18.0
即効性：10%-40 日分	10%-140 日分
追肥	1.2
時期：出穂 3 週間後	

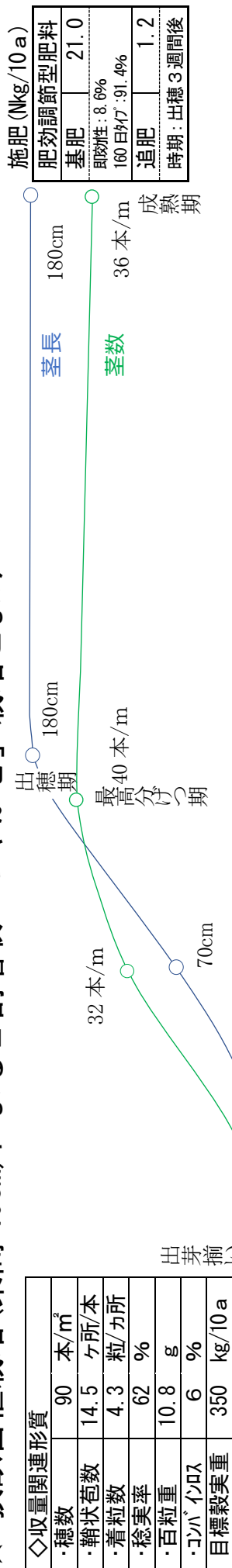


月	旬	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
生育ステージ	出芽期	幼苗期	分けつ期	伸長期	出穂・開花期	登熟期	登熟期	成熟期	成熟期

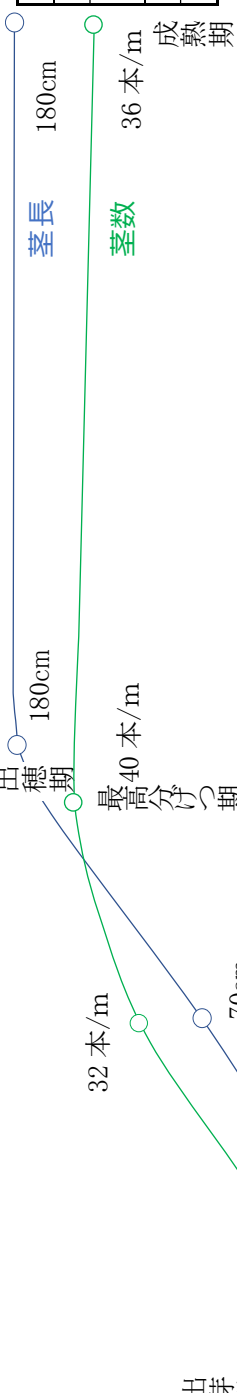
栽培管理	播種前作業	播種作業	中耕・培土作業	灌水・追肥作業	刈取作業	排水対策	
	<p>①ほ場の準備 出芽率、除草効果を上げるため排水対策を実施 (彈丸暗渠)</p> <p>②種子消毒 チウラム・ベノミル水和剤 希釈倍率：200倍 ※種子が十分に浸漬可能な液量を作成する。</p>	<p>③播種作業 (播種、除草剤同時作業) 耕起・播種・除草剤散布の一連の作業は一日で終える。 播種量：3 kg/10a 条間：80cm</p>	<p>④中耕 出芽前頃に雑草が生えている場合は実施 ⑤一回目培土 草丈 50~60cm で実施 ⑥二回目培土 草丈 70~80cm で実施</p>	<p>⑦灌水 ほ場が乾燥したら灌水 ⑧追肥 出穂3週間後に尿素 3kg/10a 散布</p>	<p>⑨刈取 子実の70~80%が茶褐色となった頃 (上位3節の子実の90%が茶褐色となった頃)</p>	<p>⑩次年度対策 来年栽培するほ場は排水対策を実施 (スクレーパーによる基幹排水溝の設置) 水口へ連結するよう手直し</p>	
病虫害・除草対策	<p>⑪イネヨコブ防除 カルタップ粒剤 ・散布時期 出芽前 ・散布量 4kg/10a 2回以内 収穫14日前まで</p>	<p>⑫アワノメイガ防除 カルタップ粒剤 ・散布時期 出穂直前 ・散布量 4kg/10a 2回以内 収穫14日前まで</p>	<p>⑬葉枯病防除 イプロジオン水和剤 ・薬量 100g/10a・400g/10a ・希釈水量 100L/10a・3.2L/10a 3回以内 収穫21日前まで</p>	<p>⑭グリホサート カリウム塩液剤 ・薬量 200~500ml/10a ・希釈水量 50~100L 2回以内 耕起前・播種前</p>	<p>⑮アラコロール乳剤 ・薬量 500ml/10a ・希釈水量 100L 1回以内 播種後・出芽前</p>	<p>⑯シグワット・パコート液剤 ・薬量 600ml~1L/10a ・希釈水量 100~150L/10a 2回以内 収穫60日前まで</p>	<p>⑰ベンタンゾン液剤 ・薬量 150ml/10a ・希釈水量 70~150L/10a 2回以内 収穫45日前</p>

★ 狭畝密植栽培 (条間 40cm) による 2 割増収「つやかぜ」栽培こよみ

(使用播種機：スリップローラーシーダー)



・穂数	90 本/m ²
・鞘状苞数	14.5 ヶ所/本
・着粒数	4.3 粒/方所
・稔実率	62 %
・百粒重	10.8 g
・コハインロ	6 %
目標穀実重	350 kg/10a



肥効調節型肥料	
・基肥	21.0
・即効性	8.6%
160日分	91.4%
・追肥	1.2
・時期	出穂3週間後

月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
生育ステージ	中	中	下	上	上	中	上	中
生育経過	出芽期	幼苗期	分げつ期	伸長期	出穂・開花期	登熟期	成熟期	
栽培管理	①ほ場の準備 出芽率、除草効果を上げるため排水対策を実施 (弾丸暗渠) ②種子消毒 チウム・ベミル水和剤 ・希釈倍率: 200倍 ※種子が十分に浸漬可能な液量	③播種作業 播種・除草剤同時作業 耕起・播種・除草剤散布の一連の作業は一日で終える。 播種量: 4kg/10a 条間: 40cm 播種深度: 3~4cm	④灌水 ほ場が乾燥したら灌水 ⑤追肥 出穂3週間後に尿素 3kg/10a 散布	⑥刈取 子実の70~80%が茶褐色となった頃 ⑦次年度対策 来年栽培するほ場は排水対策を実施 (スクリーンオーガによる基幹排水溝の設置) 水口へ連結するよう手直し	⑧イネヨコグ防除 カルタップ粒剤 ・散布時期: 出穂直前 ・散布量: 4kg/10a 2回以内 収穫14日前まで ⑨アミノメイガ防除 カルタップ粒剤 ・散布時期: 出穂直前 ・散布量: 4kg/10a 2回以内 収穫14日前まで	⑩葉枯病防除 イプロジオン水和剤 ・薬量: 100g/10a・400g/10a ・希釈水量: 100L/10a・3.2L/10a 3回以内 収穫21日前まで	⑪グリホサート カルタム塩液剤 ・薬量: 200~500mL/10a ・希釈水量: 50~100L 2回以内 耕起前・播種前 ⑫プロトリン・ベンチオカーブ 乳剤 ・薬量: 500mL/10a ⑬⑭花混合 ⑭200mL/10a ・希釈水量: 100L 1回 全面土壌散布	⑬シクアット・パロコート 液剤 ・薬量: 600mL~1L/10a ・希釈水量: 100~150L/10a 2回以内 収穫60日前 ⑭ベンタゾン液剤 ・薬量: 150mL/10a ・希釈水量: 70~150L/10a 2回以内 収穫45日前
病害虫・除草対策								

用語解説

「肥料負け」

肥料の与えすぎにより植物が枯れ込んでしまう症状（肥料障害、こえ負けとも言います）。肥料の量が多すぎたり、濃度が濃すぎると、根が負けて成長の勢いがなくなります。軽度ならば、葉の先や縁が多少枯れるくらいで済みますが、重症の場合は株ごと枯れてしまいます。

「育成者権」

種苗法では、一定の要件を満たす植物の新品種を農林水産省に登録することで、育成した者に「育成者権」を付与し、知的財産として保護しています。種苗法において保護される品種は、新たに開発され、種苗法で登録された品種です。この登録品種は、育成者権者の許諾を受けて利用することができます。これ以外の一般品種とは、在来種、これまで品種登録されたことがない品種、登録期限が切れた品種であり、誰でも自由に利用することができます。

「原原種」

ハトムギは、国が種苗を管理するバレイショや糖業用サトウキビなどとは異なり、また、旧主要農作物種子法の対象作物でもないため、「原原種」について厳密な定義がなされていないようです。本マニュアルでは、便宜的に他作物で相当するランクにあてはめ、育成場所から配付される種子を「原原種」としました。「原原種」種子を1作増殖すると「原種」種子相当、これを1作して「一般採種」種子相当と当てはめています。

「葉しょう色」

ハトムギでは、出芽後の第2本葉の葉しょうの色を指します。葉しょうとは、葉の基部で茎を覆う部分です。アントシアニンによって赤紫色に着色する品種と着色がない品種があり、着色にも濃淡があります。また、第2本葉の葉身表面の色も、品種によってアントシアニンによる着色の有無が異なります。

参考資料

1. はとむぎオールインワン BOOK (2012年3月)、氷見市農業協同組合、高岡農林振興センター
2. 手塚ら (2009)、日本のハトムギ栽培、特産種苗3、p6-12
3. 食品成分データベース、文部科学省
<https://fooddb.mext.go.jp/>
4. 手塚ら (2010)、ハトムギ新品種「あきしずく」の育成とその特性、九州沖縄農研報告53、p33-41
5. 加藤ら (2007)、ハトムギ新品種「はとゆたか」の育成、東北農研研報107、p43-51
6. 加藤ら (2012)、ハトムギ新品種「はときらら」の育成、東北農研研報114、p1-10
7. 手塚ら (2014)、ハトムギ新品種「とりいずみ」の育成とその特性、九州沖縄農研報告62、p1-9
8. 品種登録ホームページ (新)、農林水産省
<https://www.maff.go.jp/j/shokusan/hinshu/>
9. 種苗特性分類調査報告書 はとむぎ (農林水産省農産園芸局種苗特性分類調査委託事業、(財)日本特産農作物種苗協会、1986年3月)
10. 第18改正日本薬局方 (厚生労働省、2021年6月) 医薬品各条 生薬等「ヨクイニン」
「日本薬局方」ホームページからダウンロード可能
<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000066530.html>
11. 薬用作物の実需者ニーズと国内栽培に向けて (日本漢方生薬製剤協会生薬委員会作成、令和4年度薬用作物産地支援栽培技術研修会より)
12. 薬用植物 栽培と品質評価 Part 2 (発行: 株薬事日報社、監修: 厚生省薬務局、1993年11月)
13. 薬用作物 栽培の手引き (2) (薬用作物産地支援協議会、2018年3月) (一社) 全国農業改良普及支援協会ホームページからダウンロード可能
https://www.jadea.org/houkokusho/yakuyou/yakuyosakumotusaibai_tebiki.htm
14. 薬用植物の栽培と採取、加工に関する手引き (日本漢方生薬製剤協会、2014年10月)
日本漢方生薬製剤協会ホームページからダウンロード可能
<https://www.nikkankyo.org/create/create1.htm>
15. Suzuki Y. et al. (2022), A Comprehensive Analysis of Plasma Cytokines and Metabolites Shows an Association between Galectin-9 and Changes in Peripheral Lymphocyte Subset Percentages Following Coix Seed Consumption, *Nutrients* 14(9), doi: 10.3390/nu14091696
16. Suzuki Y. et al. (2021), Coix Seed May Affect Human Immune

Function, *Natural Product Communications* 16(10): 1-10, doi:
10.1177/1934578X211048642

17. Jinnouchi M. et al. (2021) , Coix Seed Consumption Affects the Gut Microbiota and the Peripheral Lymphocyte Subset Profiles of Healthy Male Adults, *Nutrients* 13(11), doi: 10.3390/nu13114079
18. パンフレット「品種登録制度と育成者権」、農林水産省
https://www.maff.go.jp/j/shokusan/hinshu/act/etc/seido_pamph_R4.pdf
19. 全国ハトムギ生産技術協議会研修資料

執筆担当者（順不同）

高田明子・松井勝弘（農研機構）、荒木卓哉（愛媛大学）、富山県高岡農林振興センター、鈴木良雄（順天堂大学）、田村隆幸（富山県薬事総合研究開発センター薬用植物指導センター）、竹川政男（太陽食品株式会社）

なお、Ⅱ-1 と2において、発行元の了解を得て多くの写真および説明文を参考資料1から引用しました。

本書に掲載された情報をご利用され障害が生じた場合、参画機関は一切の責任を負いません。「私的利用」および「引用」等著作権法で認められる場合を除き、無断で転載、複製、販売等はできません。

本書は、発行日時点の情報に基づき作成しています。適宜、最新の情報をご確認ください。

ハトムギ高度利用マニュアル
～品種・栽培・利用～

2023年（令和5年）2月発行

発行責任者

（イノベ事業はとむぎコンソーシアム）

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構

基盤技術研究本部 遺伝資源研究センター

〒305-8602 茨城県つくば市観音台 2-1-2

TEL (029) 838-7467（代表）

無断複製・転載を禁じます。



農研機構（のうけんきこう）は、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネーム（通称）です。