

平成26年度厚生労働科学研究費補助金（創薬基盤推進研究事業）
薬用植物、生薬の持続的生産を目指した新品種育成および新規栽培技術の開発
並びにこれらの技術移転の基盤構築に関する研究（H25-創薬-一般-003）
分担研究報告書

分担研究課題：薬用植物の新品種育成と普及に関する研究
-ハトムギ新品種‘はとろまん’の普及に関する研究-

研究分担者 林 茂樹 医薬基盤研究所薬用植物資源研究センター北海道研究部 研究員

研究協力者 飯田 修 医薬基盤研究所薬用植物資源研究センター筑波研究部 研究員

要旨 （独）医薬基盤研究所筑波研究部で育成したハトムギ‘はとろまん’の普及を図るため、茨城県常陸大宮市で原原種栽培を、富山県小矢部市と埼玉県秩父市で実証栽培を行った。10a当たり乾燥果実収量は常陸大宮市では263.0 kgと高い収量が得られ、100粒重は果実が19.336 g、種子が13.106 gであった。小矢部市における加工調製後の製品果実収量は133.7 kg/10a、秩父市では53.7kg/10aと低収量であった。常陸大宮市における高収量の要因は、雑草防除等の肥培管理の徹底や病虫害の発生及び気象災害に遭遇することなく、株や茎の倒伏が全くみられず、種子の充実程度が良好であったためと思われる。

A. 研究目的

薬用植物の国内栽培を推進するためには、栽培技術の改良とともに、各地域の気象条件や環境に適した収量性の高い、日本薬局方の品質基準を満たす品種の育成が必要である。

ハトムギは薬用植物の中では比較的育成品種が多く、‘北のはと’、‘とりいずみ’、‘はときらら’、‘あきしずく’などがある。ハトムギは風媒花、他殖性植物のため、他の品種やジュズダマとも容易に交雑し、雑種を形成する。そのため品種の維持を図るためには隔離栽培が必要である。

本研究は、筑波研究部で育成したハトムギ新品種‘はとろまん’（2013年3月登録）の国内栽培の普及を推進するため、今年度は普及用種子の原原種生産を目指し、茨城県常陸大宮市で委託栽培を、富山県小矢部市と埼玉県秩父市でそれぞれ実証栽培を行った。

B. 研究方法

各栽培地における‘はとろまん’の種子は2013年筑波研究部で栽培、採取した種子を用いた。

茨城県常陸大宮市では畑地を利用し、栽培を行った。播種は平成26年5月7日、畝幅75 cm間隔に手ですじ播きした。播種量10 kg/10a。基肥は化成肥料（8-8-8）を20 kg/10a施用し、追肥は7月3日と21日に、化成肥料（8-8-8）をそれぞれ10 kg/10 a施用した。除草剤はラッソー乳剤を播種直後の5月7日に散布した。収穫は11月16日に行い、天日干しの後、11月20日に篩い掛けを行い不稔粒やゴミを取り除き、袋詰めを行った。

小矢部市では水田を利用し、平成26年5月28日にトラクター装着の播種機で播種した。播種量は3.2 kg/10a。基肥として、スーパーSRコート160を33 kg/10a（N:11.88 -P:1.98 -K: 0.33 kg/10a）施用し、追肥は行わなかった。収穫日は平成26年11月12日。

秩父市では休耕田を利用し、平成26年6月16日にトラクター装着の播種機で播種した。播種量は4.3 kg/10a。施肥量及び栽培法は慣行に従い、同年12月に収穫した。

筑波研究部における果実水分含量の測定は、穀類水分計（PM-654、Kett）を用いて行った。

C. 研究結果

1) 常陸大宮市における出穂開始日は8月1日、出穂盛期は8月10日、開花開始日は8月9日、開花盛期は8月19日であった。生育期間中は病虫害の発生や気象災害に遭遇することなく、順調に生育した。

調製後の10a当たり果実収量は、263.0 kgと高かった(表1)。果実1L重は386.06 g、果実100粒重は19.336 g、種子100粒重は13.106 gであった。参考に2013年と比較すると、2014年産子実はそれぞれ102%、111%、113%と大きく、充実した子実であった(表2、図1、図2)。

2) 小矢部市におけるクズ粒を除いた最終製品果実収量は133.7 kg/10aであった。また収穫した全粒に対する1番果の製品果実率は85.6%であった(表1、図4)。

3) 秩父市における果実収量は53.7 kg/10aであった。参考に、同一圃場で栽培した‘あきしずく’と違う圃場で栽培した‘あきしずく’の果実収量は、それぞれ44.9 kg/10aと56.1 kg/10aであり、‘はとろまん’とほぼ同程度であった(表1、図3)。

D. 考察

常陸大宮市におけるハトムギ植物体の成長は茎数が少なく、生育後半には肥料切れの様相を呈していたが、高い果実収量で、良質な種子を得ることができた。高収量の要因は、雑草防除等の肥培管理の徹底により欠株がなく、病虫害の発生や気象災害に遭遇することなく、株や茎の倒伏が全くみられず、種子の充実程度が良好であったためと思われる。

小矢部市における‘はとろまん’の果実収量は、同一条件で栽培した‘あきしずく’に比べ、約100 kg少なかった。当地では播種後干ばつに遭遇し、発芽不良が見られたこと、6月にはゲリラ豪雨があり、発芽と初期生育に支障を来したこと、またネキリムシ、アワ

ノメイガ、アワヨトウの被害が見られ、高い収量が得られなかった。

秩父市の栽培では、‘はとろまん’に欠株が多く見られたが、これは種子の大きさと播種機の播種穴の不適合で、種子が適切に落下せず、今後改善を要した。本地区は休耕田のため、雑草の繁茂が激しく、ハトムギの生育に大きな障害となっている。除草剤による雑草防除は困難で、抜本的な除草対策が必要である。

E. 結論

(独) 医薬基盤研究所筑波研究部で育成したハトムギ‘はとろまん’の普及を図るため、茨城県常陸大宮市で原原種栽培を、富山県小矢部市と埼玉県秩父市で実証栽培を行った。10a当たり乾燥果実収量は常陸大宮市では263.0 kgと高い収量が得られ、100粒重は果実が19.336 g、種子が13.106 gであった。小矢部市における加工調製後の製品果実収量は133.7 kg/10a、秩父市では53.7kg/10aと低収量であった。常陸大宮市における高収量の要因は、雑草防除等の肥培管理の徹底や病虫害の発生及び気象災害に遭遇することなく、株や茎の倒伏が全くみられず、種子の充実程度が良好であったためと思われる。

F. 健康危険情報

本研究において健康に危険を及ぼすような情報はない。

G. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

表1 ハトムギ‘はとろまん’の果実収量(2014年)

栽培地	栽培面積 m ²	収穫重量 kg	10a換算収量 kg	備考
茨城県常陸大宮市	523.5	137.7	263.0	果実水分含量15.0%に換算
富山県小矢部市	5,460.0	1,226.0	224.5 133.7	生重量 製品果実収量(乾燥重量)
埼玉県秩父市	583.0	31.3	53.7	風乾重(水分含量未調整)
参考: 秩父市				
あきしずく 1	452.0	20.3	44.9	風乾重(水分含量未調整)
あきしずく 2	2,000.0	112.2	56.1	風乾重(水分含量未調整)

表2 ハトムギ‘はとろまん’の1L重及び100粒重

栽培年	栽培地	果実1L重* g	果実100粒重* g	種子100粒重* g
2014年	常陸大宮市	386.06 (102)	19.336 (111)	13.106 (113)
参考: 2013年	筑波研究部	377.18 (100)	17.443 (100)	11.619 (100)

* 果実水分含量15.0%に換算

()内数値は2013年産を100とした対比



図1 2013年産及び2014年産ハトムギ‘はとろまん’の果実及び種子



2014. 06. 27



2014. 09. 30

図2 茨城県常陸大宮市における‘はとろまん’の栽培



2014. 08. 01

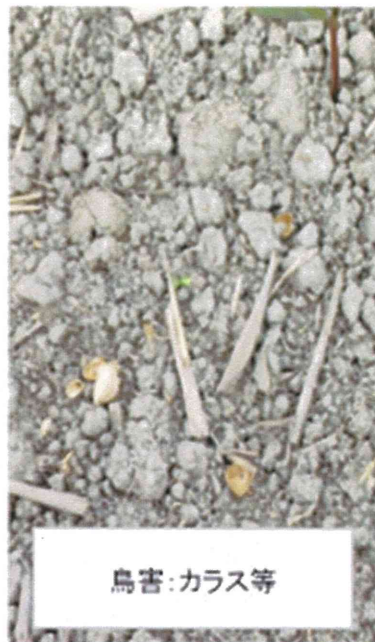


2014. 11. 07

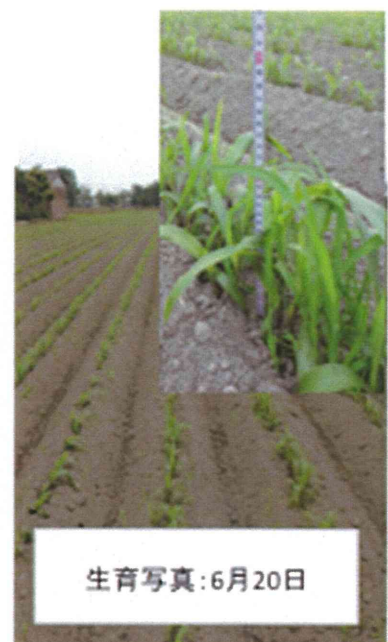
図3 埼玉県秩父市における‘はとろまん’の栽培



播種時:5月28日



鳥害:カラス等



生育写真:6月20日



2014. 07. 15

図4 富山県小矢部市における‘はとろまん’の栽培

平成26年度厚生労働科学研究費補助金（創薬基盤推進研究事業）
薬用植物、生薬の持続的生産を目指した新品種育成および新規栽培技術の開発
並びにこれらの技術移転の基盤構築に関する研究（H25-創薬-一般-003）
分担研究報告書

分担研究課題：薬用植物の新品種育成と普及に関する研究
-北海道におけるハトムギ‘北のはと’の普及と振興-

研究分担者 林 茂樹 医薬基盤研究所薬用植物資源研究センター北海道研究部 研究員
研究協力者 菱田 敦之 医薬基盤研究所薬用植物資源研究センター北海道研究部 研究サブリリーダー
研究協力者 山口 真輝 医薬基盤研究所薬用植物資源研究センター北海道研究部特任研究員
研究協力者 菊池 健太郎 医薬基盤研究所薬用植物資源研究センター北海道研究部技術補助員

要旨 平成26年度におけるハトムギ‘北のはと’の生産栽培は、北海道士別市多寄、滝川市および八雲町の3箇所で実施され、収穫面積の合計が1,585a、生産量(規格品)の合計が34,857kgであった。八雲町では、葉枯病の防除を目的にチウラム・チオファネートメチル水和剤による種子消毒を実施した結果、242.8kg/10a地域の生産量が28,770kgであり過去最高の生産量となった。北海道研究部の栽培では、同様に種子消毒を行うことで葉枯病の発生は認められず、収穫まで茎葉は健全な状態で生育して、50.7～110.5kg/10aの平年並みの収量であった。以上の結果から北海道におけるハトムギ栽培では、葉枯病の防除法としてチウラム・チオファネートメチル水和剤による種子消毒は有効であると思われる。

A. 研究目的

ハトムギはアジア熱帯地域原産のイネ科1年草である。ハトムギはその種子の胚乳を医薬品原料の生薬「薏苡仁」として用い、また雑穀として食用に、製粉して菓子などの原料、煎った種子を鳩麦茶に利用する。さらに、その抽出エキ스는化粧品原料に利用されている。ハトムギの在来種および既存品種の多くは、北海道名寄市付近で栽培すると結実する前に降雪があり、収穫することができなかった。医薬基盤研究所薬用植物資源研究センター北海道研究部（北海道名寄市、以下、北海道研究部）では、寒冷地でも開花、結実して収穫できるハトムギ極早生品種‘北のはと’を育成して2007年に品種登録した。地元自治体、道内各地の農業改良普及センターやJAの協力のもと、2005年から3年間の実証栽培試験を経て、2008年から北海道内において商業生産が開始された。生産されたハトムギ‘北のはと’は、医薬用の薏苡仁の他、食品

用、健康食品および化粧品原料として流通している。本研究では、北海道におけるハトムギ‘北のはと’の普及を目指し、平成26年度の生産状況と栽培の課題を報告する。

B. 研究方法

供試材料：ハトムギ‘北のはと’ *Coix lacryma-jobi* L. var. *ma-yuen* (Roman.) Stapf. ‘KITA NO HATO’ 北海道内での北海道研究部における栽培条件は次の通り。

種子の消毒：種子は、200倍チウラム・チオファネートメチル水和剤（商品名：ホームイ水和剤）水溶液に72時間浸漬処理した。処理した種子は、播種まで定温庫（5℃）で保存した。

育苗：移植栽培用ハトムギ苗は4月22日に培養土（プラグエース）を充填した200穴セルトレイに播種して温室内で育苗した。

播種および定植日：5月22日、5月30日および6月3日（表1）。

施肥量：基肥として10a当り化成S121（10-20-10）50kg、炭酸カルシウム100kgを施用した。

収穫日：10月1日、2日および6日。

調査方法：収穫した後、温室内に設置した平形乾燥機（無加温）で十分に乾燥し、豆選別機を用いて子実を1番（規格品）と2番（規格品外）に選別した。選別した子実は収穫量を測定し、種子の容積重および100粒重を求めた。

生産栽培地の調査は、士別市多寄、滝川市および二海郡八雲町の生産状況を調査した。

C. 研究結果

北海道研究部における10a当たりの子実（規格品）の収量は、荒れ地栽培区が50.7kg/10a、連作10年目移植栽培区が65.4kg/10a、同直播栽培区が110.5kg/10a、新規栽培区が75.3kg/10aであり、平年並みの収量であった（表1）。

各試験区の容積重は、新規栽培区が490.3g/Lと他の試験区（503.5～504.5g/L）に比べ低い値であった。100粒重は、荒れ地栽培区および連作10年目直播栽培区が9.90～9.92gと高値を示し、次に連作10年目直播栽培区が9.34g、新規栽培区が9.07と低い値であった（表2）。

平成26年度の生産栽培は、士別市多寄、滝川市および八雲町の3箇所で開催され、収穫面積の合計が1,585a、生産量(規格品)の合計が34,857kgであった（表3）。

生産栽培における10a当たりの子実（規格品）の収量は、八雲町の栽培地が242.8kg/10aと最も高く、士別市多寄が183.1kg/10a、滝川市が80.0kg/10aであった（表3）。

D. 考察

平成25年度は北海道内の各産地で葉枯病が発生して収量が著しく減少した。本年度の栽培では、葉枯病の防除としてチウラム・チオファネートメチル水和剤による種子消毒を行った。この種子消毒を行った北海道研究部の栽培では、葉枯病の発生は認められず、収穫まで茎葉は健全な状態で生育した。

生産地では、平成25年度の栽培で葉枯病が顕著に発生して著しく減収した八雲町で、種子消毒を行った結果、平年並みに収量は回復して242.8kg/10a、地域の生産量が28,770kgであり過去最高の生産量となった。

これらの結果から北海道におけるハトムギ栽培では、葉枯病の防除法としてチウラム・チオファネートメチル水和剤による種子消毒が有効であることが示され、防除を行うことによって安定した収量が確保できると思われた。

E. 結論

平成26年度の生産栽培は、士別市多寄、滝川市および八雲町の3箇所で開催され、収穫面積の合計が1,585a、生産量(規格品)の合計が34,857kgであった。八雲町では、平成25年度に発生した葉枯病の防除として、チウラム・チオファネートメチル水和剤による種子消毒を実施し、地域の生産量が28,770kgであり過去最高の生産量となった。

北海道研究部の栽培では、同様に種子消毒を行うことで葉枯病の発生は認められず、収穫まで茎葉は健全な状態で生育して、50.7～110.5kg/10aの平年並みの収量であった。

これらの結果から北海道におけるハトムギ栽培では、葉枯病の防除法としてチウラム・チオファネートメチル水和剤による種子消毒が有効であることが示され、防除を行うことによって安定した収量が確保できると思われた。

F. 健康危険情報

本研究において健康に危険を及ぼすような情報は無い。

G. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

表1 平成26年度ハトムギ‘北のはと’の生産量(北海道研究部)

区分	栽培法	面積 (a)	播種日 移植日	収穫日	(1)規格品の 収穫量 (kg)	(2)規格品外の 収穫量 (kg)	(1)と(2)の 合計 (kg)	規格品の収 量(kg/10a)
荒れ地	直播	33.06	5月30日	10月6日	167.7	81.3	248.9	50.7
連作	移植	1.15	5月22日	10月1日	7.5	2.3	9.9	65.4
(10年目)	直播	3.46	5月22日	10月1日	38.2	13.1	51.3	110.5
新規(10a)	直播	10.00	6月3日	10月2日	75.3	65.3	140.6	75.3
合計		47.67			288.7	162.0	450.6	

表2 平成26年度ハトムギ‘北のはと’子実の容積重と
100粒重(北海道研究部)

試験区	栽培法	容積重 (g/L)			100粒重 (g)		
荒れ地	直播	504.4	± 3.83	9.92	± 0.17		
連作	移植	504.5	± 5.31	9.34	± 0.07		
(10年目)	直播	503.5	± 1.48	9.90	± 0.10		
新規(10a)	直播	490.3	± 7.26	9.07	± 0.10		

(n=3, mean±SD)

表3 平成26年度ハトムギ‘北のはと’の生産量(生産栽培)

地域	収穫面積 (a)	(1) 規格品の収 穫量 (kg)	(2) 規格品外の 収穫量 (kg)	規格品の収量 (kg/10a)
士別市多寄	280	5,127	258	183.1
滝川市	120	960		80.0
八雲町	1,185	28,770	297	242.8
合計	1,585	34,857		

平成26年度厚生労働科学研究費補助金（創薬基盤推進研究事業）
薬用植物、生薬の持続的生産を目指した新品種育成および新規栽培技術の開発
並びにこれらの技術移転の基盤構築に関する研究（H25-創薬-一般-003）
分担研究報告書

分担研究課題：薬用植物の新品種育成と普及に関する研究
ーハトムギ‘北のはと’の栽培と施肥方法に関する研究ー

研究分担者 林 茂樹 医薬基盤研究所薬用植物資源研究センター北海道研究部 研究員
研究協力者 山口 真輝 医薬基盤研究所薬用植物資源研究センター北海道研究部 特任研究員
研究協力者 菱田 敦之 医薬基盤研究所薬用植物資源研究センター北海道研究部 研究サブリーダー

要旨 本研究では、ハトムギ‘北のはと’種子（果実）の品質と収量の向上を目指し、北海道上川北部（道北）における施肥方法の最適化について検討を行った。本年度は、基肥の磷酸を0、10、20 kg/10 a（3水準）、分けつ期の追肥に窒素を0、5、10kg/10 a（3水準）、出穂期の追肥に窒素を0、5 kg/10 a（2水準）施用した試験区を設けた。その結果、基肥の磷酸の過剰施用は果実の肥大を抑制し、分けつ期の窒素施用は果実の充実度の低下を引き起こすと思われた。また、出穂期の窒素施肥には登熟を早める傾向が認められた。本試験および昨年度の試験結果から、道北における各肥料成分の施用量は基肥が窒素 5kg/10 a、磷酸 10kg/10 a、加里 5kg/10 a、分けつ期（6月下旬）に加里 10kg/10 a、出穂期（7月下旬）に窒素 5kg/10 a が適当であると思われた。また、7月下旬に追肥を行った後、各畦に15～18cm程度の土寄せを行うことで、強風や豪雨などの気象災害による植物体の倒伏が回避されることを確認した。

A. 研究目的

イネ科の一年生草本であるハトムギは果実の種皮を取り除いた胚乳部分が生薬（薏苡仁）となる。薏苡仁は関節リュウマチ、浮腫、イボ取りなどに効果がある。基本的には暖地性植物であるが、‘北のはと’は寒冷地に適応した品種で、現在、北海道内の数カ所にて商業栽培が行われている。中でも、道南の八雲町では栽培地に適した施肥法を開発して高い収量を上げている。一方、北海道上川北部（道北）では、近年、気候の変動が大きく収穫物の品質や収量は安定しない。安定した品質と収量が確保できる施肥方法の開発が望まれている。本研究では、品質と収量の向上を目指し、道北地域におけるハトムギ‘北のはと’の施肥方法の最適化を検討する。

本年度の試験では、基肥の磷酸、分けつ期と出穂期の追肥に窒素を施用した肥料試験を行った。

B. 研究方法

供試材料：ハトムギ‘北のはと’ *Coix lacryma-jobi* L. var. *ma-yuen* (Roman.) Stapf. ‘KITA NO HATO’の種子を用いた。

種子消毒：播種前に200倍希釈したチウラム・チオファネートメチル水和剤（商品名：ホーマイ水和剤）の薬液に72時間浸漬し、種子消毒を行った。

播種：2014年5月22日に播種機を用いて2～4粒播きした（栽植密度：畝幅60cm、株間18cm）。

施肥方法：5月22日に基肥として、炭酸カルシウムを100 kg/10 a、磷酸を0、10、20kg/10 a（3水準）、窒素および加里を5 kg/10 a 施用した。6月25日（分けつ期）に追肥1回目（追肥①）として窒素を0、5、10kg/10 a（3

水準)、加里を 10kg/10 a 施用した。7 月 25 日(出穂期)に追肥 2 回目(追肥②)として窒素を 0、5kg/10 a (2 水準)を施用した。基肥のリン酸、追肥の窒素(分けつ期と出穂期)を組み合わせた施肥方法で試験を行った(以下、リン酸(基肥)、窒素(追肥①)、窒素(追肥②)=0、0、0 kg/10 a の試験区は 0-0-0 区のように表す)。

収穫: 9 月 26 日に生育調査区(7.5m×0.6m)を手刈りした。その後、果実を温室内にて平型乾燥機を用いて風乾燥した。

土寄せ: 7 月 30 日に各畦の土寄せ(土寄せ後の畦の高さ 15~18cm)を行った(図 1)。

その他: かん水および除草は適宜行った。

調査項目:

生育について: 8 月 12 日(開花期)に各試験区から無作為に 5 株堀上げた。堀上げた株は草丈と茎数を測定し、その後、地上部と根に分け、80℃ で十分に乾燥し、重量を測定した。

果実の収量について: 収穫した果実は乾燥した後、自動種子精選機にて比重選別を行い、1 番品(規格品)と 2 番品(規格外品)に選別した。選別した各試験区の果実は収量および粒数の測定を行った。

果実の形質について: 選別した果実は重量(100 粒重と容積重)、果実の大きさ(長辺と短辺)、および分光測色計(コニカミノルタ社製)にて果実(外殻)の色(明度 L^* と彩度 C^*)の測定を行った。

結果の解析について: 生育量および果実の収量と形質について、分散分析法を用いて肥料の効果を検定した。

C. 研究結果

1) 生育について

表 1 に本試験における栽培概要と生育結

果を示した。発芽は播種から約 10 日で発芽が確認され、その後 1 週間程度で二葉以上の展開が確認された。出穂の開始は播種から約 8 週間で確認され、開花は播種から約 9 週間で確認された。果実の登熟度は播種から 14 から 16 週間で見た目に十分となった。

7 月 30 日に各畦に 15~18cm 程度の土寄せを行った(図 1-1)。その結果、収穫までに甚大な倒伏は観察されなかった(図 1-2、1-3)。

開花期の各試験区の生育について調べたところ、草丈は 146~195cm であった(表 2-1)。茎数は 20-10-5 区の 1 株当たりの茎数が 10.6 本と最も多かった(表 2-1)。植物体の乾燥重量は、0-10-0 区の地上部(113.6g)および根(4.54g)が最も重かった(表 3-1)。分散分析法で検定した結果、基肥のリン酸および追肥の窒素施用の効果は草丈に有意な影響を与え(表 2-2)、基肥のリン酸の施用効果は茎数に有意な影響を与えた(表 2-3)。また、分けつ期の窒素の施用効果は、地上部および根の乾燥重量に有意な影響を与えた(表 3-2、3-3)。

3) 果実の収量について

各試験区の果実の収量を測定したところ、0-0-5 区の単位面積当たりの収量および粒数が最も高く、収量は 336.9 g/m²、粒数は 3461.9 粒/m² であった(表 4-1)。分散分析法で検定した結果、基肥のリン酸および追肥の窒素の施用効果は果実の収量および粒数に有意な影響を与えなかった(表 4-2、4-3)。

4) 収穫した果実の形質について

各試験区の収穫した果実の重量について調べたところ、10-0-0 区の果実が容積重 500.2 g/L、100 粒重 10.43g と最も重かった(表 5-1)。収穫した果実の大きさを測定した結果(表 6-1)、0-0-0 区の果実が長辺 9.72cm、短辺 5.60cm と、最も大きかった。分散分析法で検定した結果、分けつ期の追肥の窒素の施用効果は容積重、および 100 粒重に有意な影響を与え(表 5-2、5-3)、施用量が少ないほど、容積重および 100 粒重が大きくなる傾向がみられた(図 2)。また、基肥のリン酸施用の効果は果実の大きさに有意な影響を与え

(表 6-2、6-3)、施用量が多いほど果実の大きさが小さくなる傾向がみられた(図 3-1)。また、分けつ期の追肥の窒素施用は果実の長辺の大きさに寄与せず、基肥のリン酸に対して相殺的な効果が認められた(図 3-2)。

収穫した果実(外殻)の色は褐色～黒色であり、十分登熟している様子が観察された(図 4)。分光測色計を用いて色味を測定し(図 5)、分散分析法で検定した結果、分けつ期および出穂期の窒素の施用は明度 L^* の値に有意な影響を与え(表 6-1)、施用量が多いほど明度 L^* の値が低くなる傾向がみられた(図 6)。この 2 つの要因に交互作用は認められなかった。

D. 考察

ハトムギ‘北のはと’種子の品質と収量の向上を目指し、基肥のリン酸および追肥の窒素の効果を調べた。

収量に関して、0-0-5 区の単位面積当たりの収量と粒数が最も高かったが、基肥のリン酸および追肥の窒素の施用効果は認められなかった(表 4)。

品質に関して、収穫した果実の重さについて調べたところ、分けつ期の窒素の追肥量の増加に伴い、容積重および 100 粒重が低下することが示された(図 2)。また、収穫した果実の大きさは、基肥のリン酸の施用量の増加に伴い、果実が小さくなる傾向が示された(図 3)。果実の色味の測定をした結果、分けつ期および出穂期の窒素の施用量が多いほど明度 L^* の値が低くなり、果実の外殻の黒味が強くなる傾向がみられた(図 6)。

開花期(8 月下旬)の生育について調べたところ、分けつ期の窒素の追肥量が多いほど、草丈は大きく、地上部および、根の乾燥重量が重くなる傾向が示された(表 3)。上記の通り、分けつ期の窒素の追肥量が多いと、種子の容積重および 100 粒重が低くなることから、ハトムギ栽培における分けつ期の過剰な窒素施肥は、植物体の生長を促進させるが、収穫時の果実の充実度を低下させることが示唆された。

以上の結果から、基肥のリン酸を 10kg/10 a

施用し、分けつ期の窒素の施肥量を少なくすることで大きく充実した果実が得られると思われた。また、出穂期の窒素施肥には登熟を早める傾向が認められた。本試験および昨年度の試験結果から、道北での‘北のはと’栽培における施肥は基肥が窒素 5kg/10 a、リン酸 10kg/10 a、加里 5kg/10 a、分けつ期(6 月下旬)に加里 10kg/10 a、出穂期(7 月下旬)に窒素 5kg/10 a が適当であると思われた。

2014 年 8 月 5 日に北海道名寄市は 1 時間に最大 30mm 近く、1 日の合計で 115mm の降雨があった(気象庁 HP 各種データ・資料より <http://www.jma.go.jp/jma/menu/manureport.html>)。その結果、本試験区以外(土寄せなし)のハトムギの多くは倒伏が観察されたが、土寄せを行った区(本試験区)は株の頭が僅かに傾く程度であった(図 1-2)。さらに、2014 年 8 月 11 日に北海道に接近した台風 11 号の影響を受けても、本試験区の一部の株は若干の倒伏は見られたものの、大部分では倒伏は確認されなかった(図 1-3)。土寄せの時期や程度について検討の必要はあるが、ハトムギ栽培において土寄せを行うことで強風や豪雨などの気象災害による植物体の倒伏が回避されることを確認した。

E. 結論

道北におけるハトムギ‘北のはと’の施肥方法の最適化について検討を行った。その結果、基肥のリン酸の過剰施用は果実の肥大を抑制し、分けつ期の窒素施用は果実の充実度の低下を引き起こすと思われた。また、出穂期の窒素施肥には登熟を早める傾向が認められた。

本試験および昨年度の試験結果から、道北における各肥料成分の施用量は基肥が窒素 5kg/10 a、リン酸 10kg/10 a、加里 5kg/10 a、分けつ期(6 月下旬)に加里 10kg/10 a、出穂期(7 月下旬)に窒素 5kg/10 a が適当であると思われた。

栽培期間中に土寄せを行うことによって植物体の倒伏が回避されることを確認した。

F. 健康危険情報

本研究において健康に危険を及ぼすような情報はない。

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 山口真輝：寒冷地に適応したハトムギ「北のはと」の栽培について～栽培と管理方法の検討～、和漢薬、740、p. 6-11 (2015)

2. 学会発表

- 1) 山口真輝、林茂樹、菱田敦之、川原信夫：道北におけるハトムギ「北のはと」の栽培技術の確立に向けた研究-加里の施用効果について-、日本生薬学会北海道支部第38回例会講演要旨集、p. 68、(2014. 05. 24、札幌)

H. 知的財産権の出願・登録状況 なし

表 1 2014 年度における‘北のはと’の栽培概要と生育結果

施用量(kg/10 a)			播種日	基肥	追肥①	追肥②	発芽 はじめ	二葉以上 展開	出穂 はじめ	出穂期	開花 はじめ	開花期	登熟期	収穫日
磷酸 (基肥)	窒素 (追肥①)	窒素 (追肥②)												
0	0	0	5/22	5/22	6/30	7/25	6/2	6/9	7/17	7/22	7/30	8/6	9/8	10/2
0	0	5	5/22	5/22	6/30	7/25	6/2	6/9	7/17	7/21	7/28	8/4	9/1	10/2
0	5	0	5/22	5/22	6/30	7/25	6/2	6/9	7/18	7/22	7/29	8/5	9/8	10/2
0	5	5	5/22	5/22	6/30	7/25	6/2	6/9	7/16	7/21	7/22	7/29	9/8	10/2
0	10	0	5/22	5/22	6/30	7/25	6/2	6/9	7/16	7/22	7/24	7/31	9/1	10/2
0	10	5	5/22	5/22	6/30	7/25	6/2	6/9	7/18	7/22	7/23	7/30	9/8	10/2
10	0	0	5/22	5/22	6/30	7/25	6/2	6/9	7/16	7/18	7/22	7/29	9/8	10/2
10	0	5	5/22	5/22	6/30	7/25	6/2	6/9	7/15	7/18	7/22	7/29	9/8	10/2
10	5	0	5/22	5/22	6/30	7/25	6/2	6/9	7/18	7/21	7/24	7/31	9/8	10/2
10	5	5	5/22	5/22	6/30	7/25	6/2	6/9	7/15	7/22	7/24	7/31	9/8	10/2
10	10	0	5/22	5/22	6/30	7/25	6/2	6/9	7/16	7/21	7/24	7/31	9/15	10/2
10	10	5	5/22	5/22	6/30	7/25	6/2	6/9	7/15	7/21	7/21	7/28	9/8	10/2
20	0	0	5/22	5/22	6/30	7/25	6/2	6/9	7/18	7/21	7/21	7/28	9/8	10/2
20	0	5	5/22	5/22	6/30	7/25	6/2	6/9	7/14	7/18	7/21	7/28	9/8	10/2
20	5	0	5/22	5/22	6/30	7/25	6/2	6/9	7/15	7/18	7/24	7/31	9/1	10/2
20	5	5	5/22	5/22	6/30	7/25	6/2	6/9	7/16	7/21	7/22	7/29	9/8	10/2
20	10	0	5/22	5/22	6/30	7/25	6/2	6/9	7/14	7/18	7/21	7/28	9/1	10/2
20	10	5	5/22	5/22	6/30	7/25	6/2	6/9	7/14	7/18	7/21	7/28	9/1	10/2



図 1-1 ‘北のはと’ 肥料試験区に行った土寄せ（2014 年 7 月 30 日）.
a:土寄せの様子, b:土寄せ後の畦（土寄せ後の畦の高さ：15~18cm）



図 1-2 2014 年 8 月 5 日の大雨後の‘北のはと’の倒伏の様子.
a:土寄せあり, b:土寄せなし



図 1-3 2014 年 8 月 11 日の台風後の‘北のはと’の倒伏の様子.
a:土寄せあり, b:土寄せなし

表 2-1 基肥の磷酸と追肥の窒素の施用量が開花期のハトムギ‘北のはと’の草丈および茎数におよぼす効果

磷酸（基肥）	施用量 (kg/10 a)		草丈※ (cm)	茎数※ (本/株)
	窒素（追肥①）	窒素（追肥②）		
0	0	0	195.7 ± 10.7	9.8 ± 1.9
0	0	5	174.9 ± 11.6	8.6 ± 3.6
0	5	0	188.2 ± 15.7	9.4 ± 4.9
0	5	5	146.6 ± 45.2	8.8 ± 3.6
0	10	0	188.6 ± 16.5	10.0 ± 2.2
0	10	5	180.0 ± 5.9	7.2 ± 2.6
10	0	0	190.2 ± 7.0	7.4 ± 3.8
10	0	5	169.2 ± 12.0	8.4 ± 1.5
10	5	0	178.4 ± 7.3	8.8 ± 3.0
10	5	5	170.8 ± 6.5	9.0 ± 5.4
10	10	0	174.8 ± 9.6	8.6 ± 0.5
10	10	5	190.4 ± 3.8	10.0 ± 3.3
20	0	0	160.1 ± 8.6	6.0 ± 2.1
20	0	5	149.5 ± 10.1	6.2 ± 1.8
20	5	0	163.9 ± 9.6	7.2 ± 1.1
20	5	5	173.9 ± 9.2	5.8 ± 2.2
20	10	0	182.4 ± 12.4	6.8 ± 2.2
20	10	5	194.0 ± 9.4	10.6 ± 1.5

※値は平均値±標準偏差(n=5)を表す

表 2-2 分散分析法による開花期の草丈と肥料施用効果の検定

要因	パラメーター数	自由度	平方和	F値	p値(Prob>F)
磷酸(基肥)	1	1	1050.0	4.2412	0.0426 *
窒素(追肥①)	1	1	2076.8	8.3886	0.0048 *
窒素(追肥②)	1	1	1480.3	5.9791	0.0166 *
磷酸(基肥)×窒素(追肥①)	1	1	2958.4	11.9495	0.0009 *
磷酸(基肥)×窒素(追肥②)	1	1	2801.7	11.3164	0.0012 *
窒素(追肥①)×窒素(追肥②)	1	1	2100.4	8.4839	0.0046 *

表 2-3 分散分析法による開花期の茎数と肥料施用効果の検定

要因	パラメーター数	自由度	平方和	F値	p値(Prob>F)
磷酸(基肥)	1	1	52.27	6.4375	0.0130 *
窒素(追肥①)	1	1	19.27	2.3730	0.1273
窒素(追肥②)	1	1	0.100	0.0123	0.9119
磷酸(基肥)×窒素(追肥①)	1	1	25.60	3.1530	0.0795
磷酸(基肥)×窒素(追肥②)	1	1	21.60	2.6604	0.1067
窒素(追肥①)×窒素(追肥②)	1	1	2.400	0.2956	0.5881

表 3-1 基肥のリン酸と追肥の窒素の施用量が開花期のハトムギ‘北のはと’の地上部および根の乾燥重量におよぼす効果

リン酸（基肥）	施用量 (kg/10 a)		地上部乾重※ (g)	根乾重※ (g)	T/R比※
	窒素（追肥①）	窒素（追肥②）			
0	0	0	86.7 ± 21.3	3.4 ± 1.3	27.5 ± 5.3
0	0	5	71.0 ± 31.4	2.9 ± 1.2	24.3 ± 2.6
0	5	0	97.5 ± 45.3	3.7 ± 1.6	26.8 ± 4.4
0	5	5	73.5 ± 36.5	3.3 ± 2.0	25.4 ± 7.3
0	10	0	113.6 ± 34.4	4.5 ± 1.5	25.3 ± 1.7
0	10	5	74.5 ± 49.0	3.2 ± 2.1	22.9 ± 1.3
10	0	0	69.3 ± 37.5	3.0 ± 1.8	24.9 ± 4.4
10	0	5	58.2 ± 22.7	3.1 ± 1.5	20.1 ± 5.1
10	5	0	66.0 ± 20.4	3.0 ± 0.5	21.7 ± 3.1
10	5	5	65.8 ± 40.1	2.8 ± 1.6	23.7 ± 2.2
10	10	0	92.1 ± 4.7	4.3 ± 1.2	22.8 ± 6.1
10	10	5	96.1 ± 26.4	4.0 ± 2.2	26.9 ± 7.9
20	0	0	56.7 ± 12.3	2.3 ± 0.7	25.5 ± 4.8
20	0	5	57.8 ± 25.7	2.4 ± 0.9	23.9 ± 3.8
20	5	0	57.7 ± 13.4	3.1 ± 1.3	19.6 ± 2.7
20	5	5	87.7 ± 52.9	3.3 ± 2.9	30.8 ± 5.6
20	10	0	62.8 ± 15.9	3.3 ± 0.4	18.9 ± 3.5
20	10	5	98.4 ± 25.2	3.7 ± 1.5	27.8 ± 3.9

※値は平均値±標準偏差(n=5)を表す

表 3-2 分散分析法による開花期の地上部の乾燥重量と肥料施用効果の検定

要因	パラメーター数	自由度	平方和	F値	p値(Prob>F)
リン酸(基肥)	1	1	3806.8	4.1974	0.0436 *
窒素(追肥①)	1	1	7909.9	8.7215	0.0041 *
窒素(追肥②)	1	1	103.9	0.1145	0.7359
リン酸(基肥)×窒素(追肥①)	1	1	166.0	0.1830	0.6699
リン酸(基肥)×窒素(追肥②)	1	1	8831.6	9.7377	0.0025 *
窒素(追肥①)×窒素(追肥②)	1	1	283.6	0.3127	0.5775

表 3-3 分散分析法による開花期の根の乾燥重量と肥料施用効果の検定

要因	パラメーター数	自由度	平方和	F値	p値(Prob>F)
リン酸(基肥)	1	1	3.695	1.6739	0.1993
窒素(追肥①)	1	1	15.667	7.0971	0.0093 *
窒素(追肥②)	1	1	1.122	0.5084	0.4778
リン酸(基肥)×窒素(追肥①)	1	1	0.426	0.1932	0.6614
リン酸(基肥)×窒素(追肥②)	1	1	3.519	1.5939	0.2103
窒素(追肥①)×窒素(追肥②)	1	1	0.397	0.1798	0.6726

表 4-1 基肥の磷酸と追肥の窒素の施用量が‘北のはと’の果実の収量に及ぼす効果

施用量 (kg/10 a)			収穫面積 (m ²)	単位面積あたりの収量 (g/m ²)	単位面積あたりの粒数 (粒/m ²)
磷酸 (基肥)	窒素 (追肥①)	窒素 (追肥②)			
0	0	0	4.7	235.2	2184.9
0	0	5	4.7	336.9	3461.9
0	10	0	4.7	205.5	2169.5
0	10	5	4.7	236.8	2571.3
0	5	0	4.7	262.8	2829.5
0	5	5	4.7	178.8	1912.2
10	0	0	4.7	259.8	2542.3
10	0	5	4.7	239.9	2498.2
10	10	0	4.7	249.6	2726.0
10	10	5	4.7	284.9	3035.8
10	5	0	4.7	216.2	2312.7
10	5	5	4.7	300.1	3169.9
20	0	0	4.7	201.4	2082.0
20	0	5	4.7	243.2	2618.6
20	10	0	4.7	283.5	3073.9
20	10	5	4.7	243.2	2728.4
20	5	0	4.7	272.4	2962.1
20	5	5	4.7	237.8	2579.8

表 4-2 分散分析法による単位面積当たりの果実の収量と肥料施用効果の検定

要因	パラメータ数	自由度	平方和	F値	p値(Prob>F)
磷酸(基肥)	1	1	54.5314	0.0327	0.8600
窒素(追肥①)	1	1	13.7994	0.0083	0.9293
窒素(追肥②)	1	1	735.343	0.4414	0.5215
磷酸(基肥)×窒素(追肥①)	1	1	5622.86	3.3749	0.0961
磷酸(基肥)×窒素(追肥②)	1	1	561.953	0.3373	0.5743
窒素(追肥①)×窒素(追肥②)	1	1	788.202	0.4731	0.5072

表 4-3 分散分析法による単位面積当たりの果実の粒数と肥料施用効果の検定

要因	パラメータ数	自由度	平方和	F値	p値(Prob>F)
磷酸(基肥)	1	1	69864	0.382	0.5503
窒素(追肥①)	1	1	70092	0.383	0.5496
窒素(追肥②)	1	1	159279	0.871	0.3726
磷酸(基肥)×窒素(追肥①)	1	1	503847	2.756	0.1279
磷酸(基肥)×窒素(追肥②)	1	1	75644	0.414	0.5345
窒素(追肥①)×窒素(追肥②)	1	1	164106	0.898	0.3657

表 5-1 基肥の燐酸と追肥の窒素の施用量が‘北のはと’の果実の重量に及ぼす効果

施用量 (kg/10 a)			容積重※ (g/L)	100粒重※ (g)
燐酸 (基肥)	窒素 (追肥①)	窒素 (追肥②)		
0	0	0	487.2 ± 3.6	10.20 ± 0.18
0	0	5	488.8 ± 2.7	9.90 ± 0.04
0	5	0	475.7 ± 2.7	9.49 ± 0.04
0	5	5	455.4 ± 1.1	9.47 ± 0.09
0	10	0	469.6 ± 0.1	9.58 ± 0.05
0	10	5	466.7 ± 1.3	9.24 ± 0.13
10	0	0	500.2 ± 4.4	10.43 ± 0.07
10	0	5	478.6 ± 4.6	9.74 ± 0.09
10	5	0	461.0 ± 3.6	9.40 ± 0.10
10	5	5	474.1 ± 3.8	9.60 ± 0.04
10	10	0	474.0 ± 2.2	9.27 ± 0.06
10	10	5	479.4 ± 2.5	9.56 ± 0.08
20	0	0	485.6 ± 2.5	9.91 ± 0.06
20	0	5	481.7 ± 1.4	9.42 ± 0.08
20	5	0	482.4 ± 5.3	9.25 ± 0.11
20	5	5	466.0 ± 3.6	9.29 ± 0.18
20	10	0	484.8 ± 1.4	9.31 ± 0.11
20	10	5	468.9 ± 1.4	8.90 ± 0.04

※値は平均値±標準偏差(n=3)を表す

表 5-2 分散分析法による果実の容積重と肥料施用効果の検定

要因	パラメータ数	自由度	平方和	F値	p値(Prob>F)
燐酸(基肥)	1	1	56.33	0.483	0.5027
窒素(追肥①)	1	1	516.14	4.429	0.0616
窒素(追肥②)	1	1	206.05	1.768	0.2132
燐酸(基肥)×窒素(追肥①)	1	1	85.15	0.731	0.4127
燐酸(基肥)×窒素(追肥②)	1	1	17.76	0.152	0.7044
窒素(追肥①)×窒素(追肥②)	1	1	9.19	0.079	0.7846

表 5-3 分散分析法による果実の 100 粒重と肥料施用効果の検定

要因	パラメータ数	自由度	平方和	F値	p値(Prob>F)
燐酸(基肥)	1	1	0.270	4.122	0.0698
窒素(追肥①)	1	1	1.166	17.797	0.0018 *
窒素(追肥②)	1	1	0.164	2.509	0.1443
燐酸(基肥)×窒素(追肥①)	1	1	0.003	0.049	0.8295
燐酸(基肥)×窒素(追肥②)	1	1	0.003	0.051	0.8261
窒素(追肥①)×窒素(追肥②)	1	1	0.087	1.324	0.2767

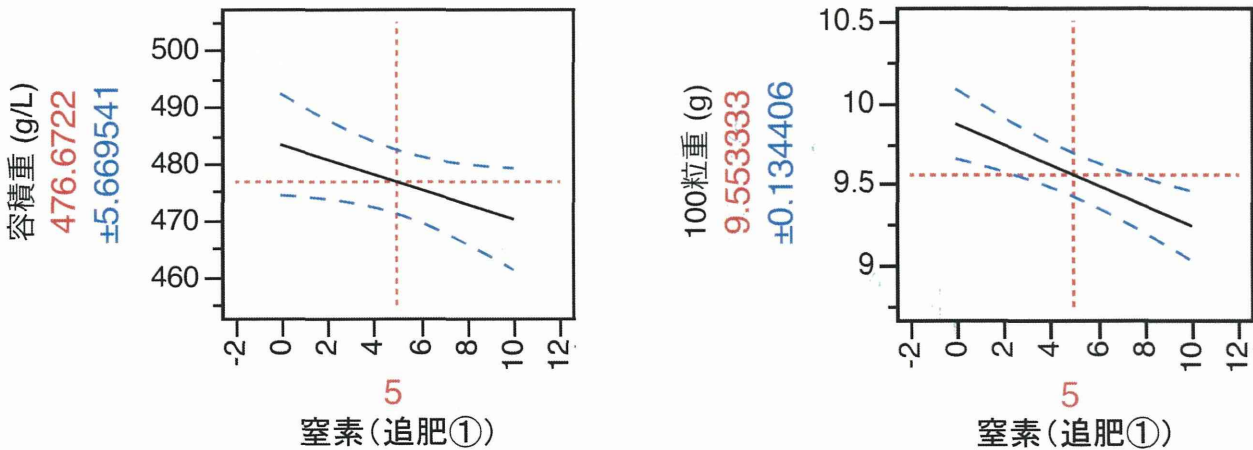


図 2 容積重および 100 粒重と肥料施用の予測プロファイル

表 6-1 基肥のリン酸と追肥の窒素の施用量が‘北のはと’の果実の大きさに及ぼす効果

施用量 (kg/10 a)			種子の大きさ※ (cm)	
リン酸(基肥)	窒素 (追肥①)	窒素 (追肥②)	長辺	短辺
0	0	0	9.72 ± 0.81	5.60 ± 0.45
0	0	5	9.63 ± 0.96	5.49 ± 0.46
0	5	0	9.46 ± 0.86	5.43 ± 0.53
0	5	5	9.57 ± 0.92	5.57 ± 0.51
0	10	0	9.32 ± 0.91	5.38 ± 0.45
0	10	5	9.46 ± 0.93	5.51 ± 0.43
10	0	0	9.51 ± 0.79	5.54 ± 0.46
10	0	5	9.21 ± 0.75	5.54 ± 0.44
10	5	0	9.52 ± 0.94	5.55 ± 0.54
10	5	5	9.51 ± 0.94	5.52 ± 0.49
10	10	0	9.37 ± 0.89	5.45 ± 0.35
10	10	5	9.49 ± 0.93	5.41 ± 0.45
20	0	0	9.20 ± 1.02	5.53 ± 0.44
20	0	5	9.36 ± 0.86	5.31 ± 0.50
20	5	0	9.25 ± 0.88	5.25 ± 0.43
20	5	5	9.46 ± 0.95	5.40 ± 0.45
20	10	0	9.15 ± 0.86	5.35 ± 0.45
20	10	5	9.50 ± 0.90	5.40 ± 0.41

※値は平均値±標準偏差 (n=100) を表す

表 6-2 分散分析法による果実の長辺と肥料施用効果の検定

要因	パラメータ数	自由度	平方和	F値	p値(Prob>F)
リン酸(基肥)	1	1	0.1264	11.990	0.0061 *
窒素(追肥①)	1	1	0.0101	0.954	0.3518
窒素(追肥②)	1	1	0.0265	2.512	0.1441
リン酸(基肥)×窒素(追肥①)	1	1	0.0560	5.314	0.0439 *
リン酸(基肥)×窒素(追肥②)	1	1	0.0276	2.617	0.1368
窒素(追肥①)×窒素(追肥②)	1	1	0.0576	5.466	0.0415 *

表 6-3 分散分析法による果実の短辺と肥料施用効果の検定

要因	パラメータ数	自由度	平方和	F値	p値(Prob>F)
リン酸(基肥)	1	1	0.04462	6.468	0.0292 *
窒素(追肥①)	1	1	0.02162	3.134	0.1071
窒素(追肥②)	1	1	0.00038	0.055	0.8198
リン酸(基肥)×窒素(追肥①)	1	1	0.00172	0.249	0.6284
リン酸(基肥)×窒素(追肥②)	1	1	0.00284	0.412	0.5353
窒素(追肥①)×窒素(追肥②)	1	1	0.01870	2.711	0.1307