

京都府の丹波黒大豆系エダマメ「紫ずきん2号」の作型開発 —播種期、栽植密度および培土期追肥の検討から—

杉本充^{1, 2)}・蘆田哲也¹⁾・岡井仁志³⁾・齊藤邦行²⁾

(¹⁾ 京都府農林水産技術センター農林センター, (²⁾ 岡山大学大学院環境生命科学研究科, (³⁾ NPO 法人近畿アグリハイテク)

要旨：京都府の丹波黒大豆系エダマメ品種「紫ずきん2号」について、「紫ずきん」とのリレー出荷可能となる播種期を明らかにすることとともに、安定的な収量を得るため、栽植密度および培土期追肥の種類と窒素施用量について検討した。「紫ずきん2号」の播種期を移動させると収穫期も変動したが、収穫期の変動範囲は播種期の移動範囲より狭かった。適正な播種期は6月中旬から下旬で、これより播種期が遅いと収穫期が既存の「紫ずきん」と重なり、早いと出荷規格である莢厚11 mm以上莢の総莢重に占める割合が減少し、収量が低下した。「紫ずきん2号」は密植になるほど m^2 当たり総莢数、総莢重が増加したが、莢厚11 mm以上莢重の割合は株間20 cm以下の区で低下する傾向がみられた。したがって、適正な栽植密度は、条間90 cmに対して、株間は30～40 cmと考えられた。培土期追肥の検討では、シグモイド溶出型40日タイプの被覆尿素肥料(CUS40)は2008年のような少収年においては、総莢数や莢厚11 mm以上の莢重に対してCUS40の効果が現れた一方、2009年のような多収年では、収量への影響は顕在化しなかった可能性が考えられた。

キーワード：エダマメ、栽植密度、シグモイド溶出型被覆尿素、培土期追肥、播種期、紫ずきん2号。

京都府では1996年以来、府独自品種の「新丹波黒」(以下、品種名はカギ括弧で、商品名は二重カギ括弧をつけて示す)および「紫ずきん」の丹波黒大豆系品種をエダマメとしてリレー出荷し、9月下旬から10月下旬まで販売している(京都府立農業研究所1978, 小林1995)。しかしながら、エダマメの需要が多い時期は盛夏期を中心とした高温期である。

丹波黒大豆の限界日長は14.5時間と推察され(石田・丹下1983)、丹波黒大豆を慣行播種期の6月上旬より約1ヶ月半早めても、エダマメ収穫期が10月11日とほとんど前進しない(岩波ら1991)。「新丹波黒」より早生性を持つ「紫ずきん」は、5月上旬播種栽培により9月中旬からエダマメとして利用できるが(小林1995)、生産現場での「紫ずきん」の慣行作型は、5月下旬から6月上旬に播種し、9月下旬から10月上旬に収穫する体系で栽培されている(河合2000)。この作型に限定されているのは、「紫ずきん」の5月上旬播種栽培は5月20日以降に播種した場合より約10日栽培期間が長く、収量も55～62%にとどまることが(小林1995)、主たる要因として考えられる。

そこで、上記2品種より早生性を持つダイズモザイクウイルス抵抗性品種「紫ずきん2号」が2005年に育成された(三村ら2006)。本品種の育成により、9月中旬以前の、より残暑が強く感じられる時期へ出荷を前進できることとなった。ただし、市場への供給安定には、3品種の切れ目のないリレー出荷が重要であるため、品種間の切り替え時に端境期ができないよう、適正な播種期を生産現場に提示する必要がある。また、丹波黒大豆の早播栽培では、生育期間が長期化するのみで収穫期がほとんど変わらないなど(岩波ら1991)、農業生産上、収穫期の前進の限界が存在

する。「紫ずきん2号」においても同様の可能性があることが推察されるため、播種期の早限も明らかにする必要がある。

丹波黒大豆の子実生産では、分枝が開張するため1条植えする場合の条間は90～120 cm、株間が40～45 cmとなり、条間60～75 cm、株間10～20 cmで栽培される普通ダイズの場合に比べ疎植となる(京都府農林水産部農産流通課・京都米振興協会2007)。「紫ずきん」も丹波黒大豆生産の栽植密度が慣行となっている。しかし、「紫ずきん2号」は、「紫ずきん」より草姿がコンパクトで密植適性が優れることが示唆されている(三村ら2006)。そのため、産地で安定的に収量が得られる栽植密度は「紫ずきん」と異なる可能性が推察される。そこで、「紫ずきん2号」の安定生産のため、適正な栽植密度の解明も求められる。

生産の安定化のためには、適正な施肥法の確立も重要である。ダイズやエダマメは、施肥窒素と拮抗する根粒由来窒素の依存率が高い一方、開花期以後は莢肥大から子実形成にかけて窒素等の栄養成分の吸収が高まるため、培土期や開花期、莢肥大期での追肥が行われる場合が多い(菊池2000, 片山ら2009)。ただし、追肥は夏季の乾燥時に畦間へ施すことから施肥効率の低さが指摘され、施肥量の検討の他に、被覆尿素有効性の報告されている(片山ら2009)。五十嵐ら(2009)は、エダマメへの培土期追肥として40日タイプの被覆尿素が適切であるとしている。さらに近年、施肥直後は溶出抑制され、一定期間経過後に溶出が開始されるシグモイド型の被覆尿素有効性の活用が進められ、追肥においてもその効果が認められている(谷ら2002, 高橋ら2003, 片山ら2009)。これらの研究により、

ダイズやエダマメの生産性向上に被覆尿素が活用できることが示唆される。特に、株当たり莢数が「紫ずきん」の半分以下である「紫ずきん2号」では（三村ら2006）、より多収が得られる技術が求められることから、窒素施肥量の検討とあわせ、被覆尿素を用いた施肥技術も検討する価値が高いものと考えられる。

本研究では、丹波黒大豆系エダマメのリレー出荷体系をさらに前進できる「紫ずきん2号」の最適な播種期を解明し、あわせて、安定収量が得られる適正な栽植密度および培土期追肥技術を明らかにすることを目的とした。

材料と方法

調査は、2007～2009年の3カ年、亀岡市に立地する京都府農業総合研究所（現在、京都府農林水産技術センター農林センター）の水田転換畑（中粒質灰色化低地水田土、前作はダイズ、エダマメおよびアズキ）を用いて行った。供試品種は「紫ずきん2号」とした。比較品種として、6月上旬に播種、6月中旬に栽植密度 $2.8株m^{-2}$ （条間90cm×株間40cm）で移植、基肥および培土期追肥の窒素施肥量はそれぞれ $1.2g m^{-2}$ と $2.1g m^{-2}$ とする慣行体系で栽培した「紫ずきん」を用いた。栽培については、播種は『ナブラ養土Sタイプ』（ヤンマー社製）を充填した128穴セルトレイ（ヤンマー社製）に行い、同研究所の無加温ガラスハウス内で初生葉展開期まで育苗した後、移植は露地の畝に行った。施肥については、基肥は京都府内の豆類栽培で慣行的に使用されている一部有機資材を配合した化成肥料（商品名『豆有機322』）を用いて、 $N:P_2O_5:K_2O = 1.2:4.8:4.8g m^{-2}$ を全層施用した。

1. 播種期と栽植密度の検討（試験Ⅰ：2007～2008年）

2007年は、播種期と栽植密度の検討をそれぞれ独立に行った。播種期の検討では、5月25日、6月5日、6月15日、6月25日、7月5日および7月15日の6水準として各2反復を設けた。各区の移植期は、それぞれ6月6日、6月15日、6月25日、7月5日、7月12日および7月23日であった。栽植密度は $3.7株m^{-2}$ （条間90cm×株間30cm）とした。栽植密度の検討では、条間は90cmと固定し、株間を13cm（栽植密度 $8.5株m^{-2}$ ）、20cm（同 $5.6株m^{-2}$ ）、30cm（同 $3.7株m^{-2}$ ）および40cm（同 $2.8株m^{-2}$ ）の4水準として各2反復を設けた。播種期は6月15日とした。移植期は6月25日であった。両調査とも、基肥は上述のとおりとし、培土期追肥として開花期から7～10日前に硫安を窒素成分で $2.1g m^{-2}$ を施用し、その直後に中耕培土を行った。

2008年は、播種期と栽植密度の検討を組み合わせで行った。播種期に関しては、6月6日（移植期6月17日）、6月16日（同6月26日）および6月26日（同7月3日）の3水準、栽植密度については、条間90cmに対して株間20cm（栽植密度 $5.6株m^{-2}$ ）、30cm（同 $3.7株m^{-2}$ ）およ

び40cm（同 $2.8株m^{-2}$ ）の3水準を組み合わせた9区として各2反復を設けた。施肥は2007年と同様とした。

また、比較のため、「紫ずきん」慣行栽培区を2反復、設置した。2007年は播種期を6月5日（移植期6月15日）、2008年は播種期を6月16日（同6月16日）とした。

以上の試験区の面積は全て $20m^2$ 以上を確保した。

2. 培土期追肥の種類および施肥量の検討（試験Ⅱ：2008～2009年）

2008年は、6月16日に播種、6月26日に移植し、栽植密度 $3.7株m^{-2}$ （条間90cm×株間30cm）、基肥を $N:P_2O_5:K_2O = 1.2:4.8:4.8g m^{-2}$ の全層施用とした「紫ずきん2号」を用いて、培土期の窒素追肥の種類と量を検討した。供試肥料は、硫安およびシグモイド溶出型40日タイプの被覆尿素肥料（以下、CUS40と表記）の2種類で、窒素成分追肥量は慣行の $2.1g m^{-2}$ およびその3倍量となる $6.3g m^{-2}$ の2水準を組み合わせた4区として各2反復を設け、追肥を7月17日に施用した。CUS40を供試した理由として、高橋ら（2003）が、ダイズの培土期追肥に適するシグモイド型被覆尿素として、最繁期直前から溶出が開始され、黄葉期までにほぼ溶出が終了する肥料が適すると提案しているが、本研究の対象作物であるエダマメの収穫期は、黄葉期より早い子実肥大終期までに迎える。そのため、高橋ら（2003）の被覆尿素的溶出シミュレートにおいて、施肥後約40日で窒素溶出率が80%となったCUS40に注目したことによる。

2009年は、栽植密度と組み合わせた培土期追肥の検討を行った。播種期は6月15日（移植期6月25日）とし、比較品種「紫ずきん」では慣行である株間40cm（条間は90cm、栽植密度 $2.8株m^{-2}$ ）で硫安により窒素成分 $2.1g m^{-2}$ を追肥した区（40cm・硫安 $2.1g m^{-2}$ 区）の「紫ずきん2号」に対して、株間30cm（条間90cm、栽植密度 $3.7株m^{-2}$ ）とした上で、硫安での追肥を窒素成分で $2.1g m^{-2}$ （30cm・硫安 $2.1g m^{-2}$ 区）および $6.3g m^{-2}$ （30cm・硫安 $6.3g m^{-2}$ 区）施用した処理区とCUS40での追肥を窒素成分で $2.1g m^{-2}$ 施用した処理区（30cm・CUS40 $2.1g m^{-2}$ 区）の計4区として各2反復を設けた。培土期追肥の施用は7月16日に行った。

本試験においても「紫ずきん」慣行栽培区を2反復、比較のため設置した。2008年は播種期を6月6日、移植期を6月16日とし、培土期追肥を7月11日に硫安で窒素成分 $2.1g m^{-2}$ の施用とし、2009年は播種期を6月5日、移植期を6月15日とし、培土期追肥を7月9日に前年と同量の施用とした。

以上の試験区の面積は試験Ⅰ同様、全て $20m^2$ 以上を確保した。

3. 調査項目

試験Ⅰおよび試験Ⅱとも、開花期、収穫期を判断した後、

第1表 栽培期間における平均気温と降水量。

| 項目 | 月 旬 | 5月 | | | 6月 | | | 7月 | | | 8月 | | | 9月 | | | 10月 |
|-----------------|--------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|----|-----|
| | | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 |
| 平均 気温 (℃) | 2007年 | 19.2 | 20.5 | 22.2 | 24.1 | 23.9 | 24.1 | 25.1 | 27.5 | 28.9 | 26.3 | 26.1 | 25.4 | 23.0 | 20.2 | | |
| | 2008年 | 19.8 | 19.8 | 21.6 | 22.4 | 26.1 | 27.3 | 28.1 | 28.2 | 27.7 | 23.9 | 25.1 | 23.8 | 18.9 | 18.6 | | |
| | 2009年 | 19.3 | 19.9 | 22.3 | 24.9 | 24.7 | 26.5 | 25.6 | 26.8 | 26.5 | 24.4 | 23.6 | 19.9 | 21.8 | 18.4 | | |
| | 平年値 | 19.4 | 20.6 | 22.1 | 23.2 | 25.2 | 25.6 | 27.2 | 27.5 | 26.7 | 25.9 | 24.4 | 23.2 | 20.3 | 18.3 | | |
| 降水量 (mm) | 2007年 | 69.5 | 44.0 | 47.0 | 75.5 | 72.5 | 132.5 | 33.5 | 3.0 | 1.0 | 58.0 | 23.0 | 22.5 | 35.0 | 22.5 | | |
| | 2008年 | 93.5 | 94.0 | 28.5 | 37.0 | 12.5 | 36.5 | 89.5 | 2.5 | 3.0 | 30.0 | 1.0 | 13.5 | 133.0 | 44.0 | | |
| | 2009年 | 36.5 | 16.5 | 6.5 | 85.0 | 25.5 | 118.0 | 102.5 | 101.5 | 12.5 | 5.0 | 0.0 | 31.0 | 28.5 | 122.5 | | |
| | 平年値 | 35.7 | 52.6 | 58.2 | 97.9 | 66.0 | 77.9 | 44.6 | 43.8 | 42.6 | 57.0 | 70.3 | 66.3 | 65.3 | 43.9 | | |

平均気温の平年値は1993～2004年の平均値、降水量の平年値は1971～2000年の平均値。

収穫期に調査株を一斉に株ごと圃場から抜き取って葉を取り除き、茎と莢を分け、収穫時の主茎長、主茎節数、一次分枝数を調査した。また、試験Ⅰにおける2007年の栽植密度調査と試験Ⅱにおける2009年の調査では総節数も計数した。収量関連形質としては、着生した全ての莢数および莢新鮮重（以下、莢重）と、莢厚をノギスで測定し、「紫ずきん2号」に適用されるエダマメの出荷規格（注：生産者への指導資料に基づく。以下、同じ）の一つである、莢厚11 mm以上の莢数および莢重を計数あるいは秤量した。収穫期は目視によって判断したが、主な出荷規格である「莢厚11 mm以上であること」、「黄化莢が混入していないこと」という基準を踏まえ、莢が十分肥大し、莢厚11 mm以上の莢が過半を超える時期以降で、消費者に好まれない黄化莢（星野2002）が出現する直前の時期とした。ただし、莢厚11 mm以上の莢が過半に達する前であっても黄化莢の出現を確認したときは、その時期を収穫期とした。調査株数は全ての処理区とも10株とした。気象データは所内観測値を使用した。

4. 統計解析

「紫ずきん2号」に対して行った播種期、栽植密度および追肥の処理について、分散分析およびTukey-Kramer法の多重比較による統計解析を行った。統計ソフトは社会情報サービス社製のエクセル統計 for Windows を用いた。

結 果

1. 気象条件

供試年の栽培期間における平均気温と降水量を第1表に示した。2007年は8月中旬から10月までの間、高温で推移した。2008年は7月下旬から8月中旬まで高温傾向であった。2009年は8月以降、平年並みからやや低温傾向で推移した。降水量については、3カ年とも7月下旬は平年並みからそれ以上の降雨が認められた。しかし、その後の8月は、2007年と2008年では降雨が少なく干ばつ傾向であった。2009年では8月上旬は平年比2.3倍となるほど多く、その後、少雨傾向となった。

2. 播種期と栽植密度の検討（試験Ⅰ）

2007年に行った播種期を異にした「紫ずきん2号」の生育と収量についての結果を第2表に示した。播種期が遅いほど「紫ずきん2号」の開花期は遅くなった。しかし、開花までの期間は、5月25日播種区では49日であったが、播種期が遅くなるほど短くなり、6月25日以降の播種期では35～38日と区間差が1～2日間に短縮された。一方、開花期から収穫期までの日数はいずれの播種期とも約50日間で大きな差異はみられなかった。主茎長や主茎節数は遅い播種期ほど概ね小さく、一次分枝数は有意ではないが、遅い播種期が少ない傾向が見られた。総莢数は6月25日播種区が最も多く、それより早い播種期、遅い播種期とも少なくなる傾向がみられた。しかしながら、出荷規格の基準である莢厚11 mm以上の莢数は遅い播種期ほど多かった。また、総莢重や莢厚11 mm以上の莢重も遅い播種期ほど多く、総莢重に占める莢厚11 mm以上の莢重の割合も遅い播種期ほど増加した。ただし、全ての「紫ずきん2号」区の収量は、「紫ずきん」に及ばなかった。

2007年に行った栽植密度（株間）の違いによる「紫ずきん2号」の生育および収量結果を第3表に示した。主茎節数には区間差はなかった。また有意ではないが、株間が狭い区ほど主茎長が長く、一次分枝数が少ない傾向がみられた。総節数や収量関連形質については、株当たりのデータでは、株間が狭い区ほど総節数、総莢数や総莢重、莢厚11 mm以上の莢数や莢重が少なかった。しかし、m²当たりでみると総節数、総莢数は株間が狭い区で多かったが、莢厚11 mm以上の莢重では有意ではないものの株間40 cm区が最も多く、次いで株間30 cm区となった。これらの結果により、総莢重に占める莢厚11 mm以上の莢重の割合は、株間が広い区ほど多くなった。本研究においても、全ての「紫ずきん2号」区の収量は、「紫ずきん」に及ばなかった。

2008年に行った播種期と栽植密度の組み合わせによる「紫ずきん2号」の生育および収量結果を第4表に示した。播種期や栽植密度の違いによる傾向は2007年の結果とほぼ同様であり、組合せによる交互作用には有意差がみられなかった。すなわち、播種期が遅いほど開花までの期間が

第2表 播種期の違いが「紫ずきん2号」の生育および収量に及ぼす影響(2007年).

| 品種 | 播種期 月/日 | 培土期 追肥 月/日 | 開花期 月/日 | 収穫期 月/日 | 主茎長 cm | 主茎節数 節株 ⁻¹ | 一次 分枝数 本株 ⁻¹ | 総莢数 莢株 ⁻¹ | 莢厚 11 mm 以上莢数 莢株 ⁻¹ | 総莢重 g m ⁻² | 莢厚 11 mm 以上莢重 g m ⁻² | 莢厚 11 mm 以上 / 総莢重 % |
|----------------|------------|------------------|--------------|---------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| 「紫ずきん 2号」 | 5/25 | 7/ 6 | 7/13 (49) | 9/ 3 (52) | 72.5 ^b | 15.9 ^c | 7.1 | 49.6 ^a | 18.8 ^a | 446.5 ^a | 241.8 ^a | 54.1 ^a |
| | 6/ 5 | 7/ 9 | 7/19 (44) | 9/ 7 (50) | 67.4 ^b | 15.2 ^c | 7.2 | 68.6 ^{bc} | 30.7 ^b | 575.8 ^a | 369.7 ^{ab} | 64.2 ^{ab} |
| | 6/15 | 7/18 | 7/26 (41) | 9/12 (48) | 58.4 ^{ab} | 14.1 ^b | 7.1 | 70.8 ^{bc} | 39.0 ^b | 686.9 ^{ab} | 502.1 ^{bc} | 73.0 ^{bc} |
| | 6/25 | 7/20 | 8/ 2 (38) | 9/21 (50) | 50.5 ^a | 13.0 ^a | 6.8 | 74.3 ^c | 49.0 ^c | 817.7 ^{bc} | 677.1 ^{cd} | 82.8 ^c |
| | 7/ 5 | 7/31 | 8/11 (37) | 10/ 1 (51) | 46.7 ^a | 12.9 ^a | 6.7 | 54.4 ^a | 46.7 ^{bc} | 825.7 ^{bc} | 780.0 ^d | 94.5 ^d |
| | 7/15 | 8/ 9 | 8/19 (35) | 10/ 8 (50) | 52.4 ^a | 13.4 ^{ab} | 6.4 | 60.0 ^{ab} | 48.5 ^c | 869.4 ^c | 796.5 ^d | 91.6 ^d |
| (比較) 「紫ずきん」 | 6/5 | 7/18 | 7/24 (49) | 10/5 (73) | 66.2 | 16.1 | 9.4 | 128.5 | 93.8 | 1151.9 | 999.1 | 86.3 |

異なる英小文字間の「紫ずきん2号」の値には5%水準で有意な差がある(Tukey-Kramer法). 栽植密度は, 「紫ずきん2号」が条間90 cm×株間30 cm (3.7株 m⁻²), 「紫ずきん」が条間90 cm×株間40 cm (2.8株 m⁻²). 開花期の下括弧内は播種期～開花期までの日数, 収穫期の下括弧内は開花期～収穫期までの日数を示す.

第3表 栽植密度の違いが「紫ずきん2号」の生育および収量に及ぼす影響(2007年).

| 品種 | 株 間 cm | 主茎 長 cm | 主茎 節数 節株 ⁻¹ | 一次 分枝数 本株 ⁻¹ | 総節数 節株 ⁻¹ 節 m ⁻² | 総莢数 莢株 ⁻¹ 莢 m ⁻² | 莢厚 11 mm 以上莢数 莢株 ⁻¹ 莢 m ⁻² | 総莢重 g 株 ⁻¹ g m ⁻² | 莢厚 11 mm 以上莢重 g 株 ⁻¹ g m ⁻² | 莢厚 11 mm 以上 / 総莢重 % |
|----------------|--------------|---------------|------------------------------|-------------------------------|---|---|--|--|---|---------------------------|
| 「紫ずきん 2号」 | 13 | 60.3 | 13.5 | 6.6 | 40.9 ^a 347.9 ^c | 40.7 ^a 347.6 ^b | 17.6 ^a 150.4 | 85.0 ^a 726.6 | 55.5 ^a 474.0 | 63.8 |
| | 20 | 56.9 | 13.8 | 7.4 | 48.9 ^{ab} 271.4 ^b | 58.0 ^b 322.2 ^b | 24.5 ^{ab} 136.1 | 124.8 ^a 693.3 | 79.7 ^{ab} 442.7 | 63.9 |
| | 30 | 53.2 | 13.6 | 7.5 | 51.5 ^b 190.6 ^a | 70.4 ^c 260.6 ^a | 39.4 ^{bc} 145.9 | 184.2 ^b 682.4 | 136.8 ^{bc} 506.7 | 74.1 |
| | 40 | 54.7 | 13.7 | 8.1 | 62.9 ^c 174.7 ^a | 89.4 ^d 248.2 ^a | 53.9 ^c 149.6 | 240.0 ^b 666.8 | 188.2 ^c 522.9 | 78.3 |
| (比較) 「紫ずきん」 | 40 | 61.4 | 16.1 | 10.3 | 90.3 250.9 | 148.3 411.9 | 110.2 306.0 | 444.1 1233.5 | 397.0 1102.8 | 89.4 |

異なる英小文字間の「紫ずきん2号」の値には5%水準で有意な差がある(Tukey-Kramer法). 全ての区とも条間は90 cm. 「紫ずきん2号」の播種期は6月15日で, 開花期および収穫期はそれぞれ7月26日および9月12日. 「紫ずきん」の播種期は6月5日で, 開花期および収穫期はそれぞれ7月24日および10月5日. いずれの区も, 培土期追肥は7月18日に施用した.

短く, 主茎長や主茎節数, 一次分枝数が減少するとともに, 株間が狭い区ほど主茎長が長く, 一次分枝数が少なかった. また, 株当たり総莢数や総莢重は, 株間が狭いほど少ない傾向がみられた. 莢厚 11 mm 以上の莢重は, 株当たりおよび m² 当たりとも播種期でのみ有意となり, 播種期が遅くなるほど多収となった. 一方, 栽植密度については有意とはならなかったが, いずれの播種期とも株間 30 cm 区が多い傾向がうかがえた. 特に, 6月16日播種の株間 30 cm 区と6月26日播種の全区では, 慣行の「紫ずきん」より多収を示した.

3. 培土期追肥の種類と栽植密度の検討(試験Ⅱ)

2008年に行った培土期追肥の違いによる「紫ずきん2号」の生育, 収量の結果を第5表に示した. 処理の影響は, 主茎長や主茎節数, 一次分枝数, 総莢数にはみられなかった

が, 総莢重や莢厚 11 mm 以上の莢数, 莢重には追肥の種類について有意となり, CUS40の施用で多収となった. また, 追肥量の違いにおいては, 莢厚 11 mm 以上の莢数に有意差が認められた. なお, 総莢重で交互作用の有意が認められたが, CUS40の施用では量の多少に関わらず, ほぼ同量の総莢重が得られたことによる. 同様の傾向は, 有意ではないが莢厚 11 mm 以上の莢重でもみられており, CUS40の2.1 g m⁻² 施用区においては, 硫安を3倍量追肥した場合とほぼ同等の収量が得られた.

2009年の調査結果を第6表に示した. 同じ追肥区(硫安を2.1 g m⁻² 施用)では株間が狭い30 cm区で多収傾向となった. 30 cm・硫安6.3 g m⁻² 区では, 他の区より m² 当たり総節数が多かったが, m² 当たり総莢数や総莢重, 莢厚 11 mm 以上の莢数, 莢重は多くならなかった. 30 cm・CUS40 2.1 g m⁻² 区は, 他の区と有意差はみられず,

第4表 播種期と栽植密度の違いが「紫ずきん2号」の生育および収量に及ぼす影響 (2008年).

| 品種 | 播種期 | 開花期 | 収穫期 | 株間 | 主茎長 | 主茎節数 | 一次分枝数 | 総莢数 | | 莢厚 11 mm 以上莢数 | | 総莢重 | | 莢厚 11 mm 以上莢重 | | 莢厚 11 mm 以上 / 総莢重 |
|----------------|-------------|--------------|---------------|----|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 月 / 日 | 月 / 日 | 月 / 日 | cm | cm | 節 株 ⁻¹ | 本 株 ⁻¹ | 莢 株 ⁻¹ | 莢 m ⁻² | 莢 株 ⁻¹ | 莢 m ⁻² | g 株 ⁻¹ | g m ⁻² | g 株 ⁻¹ | g m ⁻² | % |
| 「紫ずきん 2号」 | 6/ 6 | 7/18 (42) | 9/10 (54) | 20 | 56.2 | 15.0 | 6.7 | 34.0 | 188.6 | 8.6 | 47.8 | 57.9 | 321.9 | 25.3 | 140.8 | 38.6 |
| | | | | 30 | 50.2 | 14.4 | 6.9 | 46.7 | 172.8 | 16.7 | 61.9 | 97.4 | 360.8 | 58.0 | 214.7 | 52.9 |
| | | | | 40 | 49.0 | 14.8 | 7.4 | 53.4 | 148.2 | 13.4 | 37.1 | 95.2 | 264.5 | 40.8 | 113.2 | 41.3 |
| | 6/16 | 7/24 (38) | 9/16 (54) | 20 | 47.5 | 14.0 | 5.3 | 36.9 | 204.7 | 13.9 | 76.9 | 75.3 | 418.3 | 44.0 | 244.3 | 54.2 |
| | | | | 30 | 46.7 | 14.2 | 6.8 | 52.4 | 193.9 | 25.4 | 94.1 | 123.9 | 458.9 | 84.4 | 312.5 | 68.1 |
| | | | | 40 | 45.2 | 13.8 | 6.6 | 57.0 | 158.2 | 30.0 | 83.3 | 143.0 | 397.2 | 100.6 | 279.5 | 70.1 |
| | 6/26 | 8/ 1 (36) | 9/24 (54) | 20 | 47.4 | 14.0 | 5.2 | 34.9 | 193.9 | 17.1 | 95.0 | 84.1 | 467.5 | 59.8 | 332.2 | 71.6 |
| | | | | 30 | 48.9 | 14.2 | 5.8 | 51.8 | 191.7 | 30.9 | 114.3 | 148.6 | 550.2 | 117.0 | 433.5 | 78.3 |
| | | | | 40 | 47.8 | 14.3 | 6.3 | 60.2 | 167.2 | 38.5 | 106.8 | 174.1 | 483.5 | 142.6 | 396.1 | 80.8 |
| | 播種期 (A) | | | | ** | ** | ** | n.S. | n.S. | n.S. | n.S. | n.S. | n.S. | * | * | * |
| | 分散分析 株間 (B) | | | | * | n.S. | ** | * | n.S. | n.S. | n.S. | * | n.S. | n.S. | n.S. | n.S. |
| | A × B | | | | n.S. | n.S. | n.S. | n.S. | n.S. | n.S. | n.S. | n.S. | n.S. | n.S. | n.S. | n.S. |
| (比較) 「紫ずきん」 | 6/ 6 | 7/24 (48) | 10/ 6 (74) | 40 | 55.3 | 16.5 | 8.6 | 67.3 | 186.8 | 29.1 | 80.7 | 173.8 | 482.7 | 107.8 | 299.5 | 62.0 |

*, ** および n.s. は, それぞれ5%有意, 1%有意および有意差なしを表す. 開花期の下括弧内は播種期～開花期までの日数, 収穫期の下括弧内は開花期～収穫期までの日数を示す. 「紫ずきん2号」の培土期追肥は, 6月6日播種区では7月11日, 6月16日播種区では7月17日, 6月26日播種区では7月24日に施用し, 「紫ずきん」区の培土期追肥は7月11日に施用した.

第5表 培土期追肥の種類と量の違いが「紫ずきん2号」の生育および収量に及ぼす影響 (2008年).

| 品種 | 追肥種 | 窒素追肥量 g m ⁻² | 主茎長 cm | 主茎節数 節株 ⁻¹ | 一次分枝数 本株 ⁻¹ | 総莢数 莢株 ⁻¹ | 莢厚 11 mm 以上莢数 莢株 ⁻¹ | 総莢重 g m ⁻² | 莢厚 11 mm 以上莢重 g m ⁻² | 莢厚 11 mm 以上 / 総莢重 % |
|----------------|-------|----------------------------|-----------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| 「紫ずきん2号」 | 硫安 | 2.1 | 43.2 | 13.7 | 6.3 | 49.8 | 19.2 | 396.8 | 238.1 | 60.0 |
| | | 6.3 | 43.6 | 13.7 | 6.2 | 53.5 | 30.3 | 526.5 | 407.7 | 77.2 |
| | CUS40 | 2.1 | 45.1 | 14.1 | 6.3 | 58.2 | 31.1 | 597.4 | 452.1 | 75.6 |
| | | 6.3 | 47.8 | 14.1 | 6.4 | 58.6 | 32.1 | 581.5 | 450.5 | 77.4 |
| | 分散分析 | 追肥種 (A) | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | * | ** | * | n.s. |
| | | 追肥量 (B) | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | * | n.s. | n.s. | n.s. |
| | | A × B | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | * | n.s. | n.s. |
| (比較) 「紫ずきん」 | 硫安 | 2.1 | 60.9 | 16.8 | 9.5 | 74.8 | 52.4 | 936.4 | 600.2 | 64.2 |

*, ** および n.s. は, それぞれ5%有意, 1%有意および有意差なしを表す. 「紫ずきん2号」の播種期は6月16日で, 培土期追肥は7月17日に施用し, 開花期および収穫期はそれぞれ7月24日および9月17日であった. 「紫ずきん」の播種期は6月6日で, 培土期追肥は7月11日に施用し, 開花期および収穫期はそれぞれ7月24日および10月6日であった.

総莢重や莢厚 11 mm 以上の莢重は, 他の「紫ずきん2号」の処理区とほぼ同等であった.

考 察

1. 「紫ずきん2号」の適正な播種期

まず, 「紫ずきん2号」の播種晩限を考察する. 「紫ずきん2号」は晩播ほど多収であったが (第2表, 第4表), 長年にわたり「紫ずきん」の栽培を行い, その特性を十分認知している生産現場には, 既存品種「紫ずきん」に新品種「紫ずきん2号」を組み合わせたことが妥当と考えられた. 「紫ずきん」の慣行作型では収穫早限が9月下旬から

である (河合 2000). 「紫ずきん2号」は6月25～26日の播種栽培で9月21～24日に収穫期を迎え, 7月以降の播種期では10月収穫となった (第2表, 第4表). このことから, 「紫ずきん」とリレー出荷可能な, 9月下旬以前に収穫できる「紫ずきん2号」の播種晩限は6月25日ごろまでといえる.

次に, 「紫ずきん2号」の前進限界について検討する. 本研究では, 播種期を早めた区は開花期が早かったが, 開花までの期間は播種期を早めた区ほど長く, そのため生育期間は播種期が早いほど長くなった (第2表, 第4表). 「紫ずきん2号」の両親である「紫ずきん」, 「玉大黒」(前名「み

第6表 栽植密度および培土期追肥の組合せ処理の違いが「紫ずきん2号」の生育および収量に及ぼす影響(2009年).

| 品種 | 処理 (上段:株間, 下段:追肥) | 主茎 長 cm | 主茎 節数 節株 ⁻¹ | 一次 分枝数 本株 ⁻¹ | 総節数 節株 ⁻¹ 節m ⁻² | | 総莢数 莢株 ⁻¹ 莢m ⁻² | | 莢厚 11 mm 以上莢数 莢株 ⁻¹ 莢m ⁻² | | 総莢重 g株 ⁻¹ g m ⁻² | | 莢厚 11 mm 以上莢重 g株 ⁻¹ g m ⁻² | | 莢厚 11 mm 以上 / 総莢重 % |
|--------------|---|---------------|------------------------------|-------------------------------|--|---------------------|--|-------|---|-------|---|--------|--|--------|---------------------------|
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 「紫ずきん 2号」 | 株間 40 cm 硫安 2.1 g m ⁻² | 56.1 | 14.6 | 7.4 | 58.3 | 161.8 ^a | 91.2 | 253.2 | 73.9 | 205.1 | 327.0 | 908.4 | 305.1 | 847.6 | 93.2 |
| | 株間 30 cm 硫安 2.1 g m ⁻² | 60.0 | 14.5 | 7.2 | 54.7 | 202.4 ^{ab} | 78.8 | 291.9 | 62.0 | 229.5 | 268.6 | 994.9 | 248.7 | 921.3 | 92.6 |
| | 株間 30 cm 硫安 6.3 g m ⁻² | 62.4 | 15.0 | 7.4 | 58.3 | 215.9 ^b | 79.8 | 295.6 | 63.7 | 235.7 | 265.1 | 982.0 | 246.2 | 911.7 | 92.7 |
| | 株間 30 cm CUS40 2.1 g m ⁻² | 58.6 | 14.7 | 6.9 | 53.6 | 198.5 ^{ab} | 80.5 | 298.0 | 65.6 | 242.8 | 276.6 | 1024.3 | 258.7 | 958.2 | 93.6 |
| | (比較) 株間 40 cm 「紫ずきん」硫安 2.1 g m ⁻² | 68.1 | 18.0 | 9.3 | 93.6 | 220.6 | 112.4 | 312.3 | 104.5 | 290.2 | 445.7 | 1238.2 | 435.4 | 1209.4 | 97.6 |

異なる英小文字間の「紫ずきん2号」の値には5%水準で有意な差がある(Tukey-Kramer法). 条間は全ての区とも90 cm. 「紫ずきん2号」の播種期は6月15日で、培土期追肥は7月16日に施用し、開花期および収穫期はそれぞれ7月24日および9月17日であった. 「紫ずきん」の播種期は6月5日で、培土期追肥は7月9日に施用し、開花期および収穫期はそれぞれ7月22日および10月6日であった.

すず黒))」とも、播種期が早まるにつれ、生育期間が長引いた(小林1995, 山田ら1998). ただし、「紫ずきん2号」は播種期を早めれば収穫期も早まっており(第2表, 第4表), 収量が維持できれば、早播栽培による早期出荷も生産現場に受け入れられる可能性はある. しかしながら「紫ずきん2号」は、早播すると主茎節数および一次分枝数が増加し、総節数も増加すると推察されるが、総莢数は少なくなった. これは1節当たり莢数の減少が考えられる. さらに、出荷規格の莢厚11 mm以上の莢が総莢重に占める割合も低下し、莢厚11 mm以上莢重が減少した(第2表, 第4表). 普通サイズでは多くの場合、5月から7月の範囲で播種期を移動させると、早播ほど栄養成長量が大きく多収で、晩播で生育量や収量が低下する(丹下ら1984, 島田ら1990, 浅沼・奥村1991, 中野ら1993). また、「玉大黒」もエダマメ栽培では早播栽培で多収となった(元木ら2002). これらの報告と、第2表, 第4表の結果や、「紫ずきん」の5月上旬播種栽培の減収結果(小林1995)とは相反しているが、これには、「紫ずきん2号」や「紫ずきん」を含む丹波黒大豆系品種の日長感受性や晩生性が関係するものと考えられる.

「紫ずきん2号」は、「新丹波黒」に比べると短日性はやや喪失しているものの、限界日長の存在は示唆され(杉本2016), 短日の影響を強く受ける秋サイズ品種である(福井・鎗水1952, 福井1963)と推察される. 秋サイズは短日条件下で莢や子実の成長が促進される傾向が強い(鮫島2000, Zhengら2003). 反対に日長時間が長くなるほど初期の落花は多いが、これは長日による莢伸長の抑制によるものとされる(横山ら1989). このことは、秋サイズである丹波黒で、播種期を早めても個体当たり莢数にほとんど差が認められなかったり(須藤ら1982), 5月播きで分枝の発生が促進されるが1節当たりの平均着莢数は少ないとされる報告(須藤ら1983)とも矛盾がない. 秋サイズの丹波黒大

豆系品種では、播種期が早いほど長日条件にさらされ、莢の着生や成長に抑制が生じるものと推察される.

「紫ずきん2号」についても同様の性質を持つと考えられ、長日条件による、莢の着生や成長への抑制が生じる可能性が推察される. したがって、比較的高い収量が得られる「紫ずきん2号」の播種期の早限は、6月15日を中心とした6月中旬播種栽培と考えられた.

2. 「紫ずきん2号」に適する栽植密度について

サイズ, エダマメの収量は主として莢数により決定されることが明らかとなっているが(齊藤ら1998a, 吉田ら2011), その莢数は花蕾数により決定され、花蕾数は総節数と高い相関がある(齊藤ら1998a). 株間の違いが「紫ずきん2号」の草姿および収量関連形質に及ぼす影響を調査した結果、株間が短く密植になるほど一次分枝数が減少し、一株当たりの総節数や総莢数は減少したが、m²当たりの総節数や総莢数は密植の区ほど増加した. しかしながら莢厚11 mm以上の莢重、すなわち「紫ずきん2号」の収量は有意ではないが、2007年は株間40 cm区が最も多く、次いで30 cm区となった. 2008年は全ての播種期で株間30 cm区が多く、両年とも株間20 cm以下の密植区は多収を示さなかった(第3表, 第4表). なお、2007年に比べ2008年の収量水準が低かった(第3表, 第4表). この要因の一つとして、「紫ずきん2号」の成育転換期となる開花期は7月下旬であるが、気象条件も、梅雨末期の多雨条件から梅雨明けの高温干ばつ条件へと変化する. 2008年は、その変化が大きかったことが影響した可能性が推察される(第1表).

上述したように、単位面積当たりの全ての莢の数量と、莢厚11 mm以上に区分した莢数や莢重とで栽植密度に対する傾向に違いがみられたが、これは、栽植密度や様式が異なることにより分枝の発生に差が生じること(Miuraら1987, 齊藤ら2007)に関係するものと考えられる.

ダイズの密植による増収には、低次位と主茎の花房が重要な役割を果たすとされる(黒田ら 1992)。「紫ずきん2号」の育成系譜上、近縁な「丹波黒」についても、密植にすると m^2 当たりの主茎節数が増加するため、主茎に由来する子実の割合が高く、逆に疎植にすると、分枝に由来する子実の割合が高くなる(須藤ら 1983, 藤田 1993)。このことから、密植栽培では主茎を中心に低次位花房に由来する莢の割合が増加し、疎植になるほど、分枝上の高次位花房由来莢の割合が増すものと考えられる。ダイズは低次位の花房から高次位の花房へと順次、開花が進むが(黒田ら 1992, 齊藤ら 1998b)、低次位花房で花蕾数が多い場合、莢間での同化産物の競合がより著しくなると考えられている(Isobe ら 1995)。密植栽培では、莢の由来する花房次位はより低次のものに優占されるため、莢間の競合がより強くなるものと推察される。

本研究では株間が狭い区ほど、 m^2 当たり総莢数が増加していたが、総莢重に占める莢厚 11 mm 以上の莢重の比が低下していた(第3表, 第4表)。これは、莢間の競合のため肥大に差が生じ、弱勢莢の割合が高まったことによるものと考えられる。ダイズの登熟期間途中で収穫するエダマメでは、株内における莢の肥大の差がより大きいと、莢厚で選別される規格莢の歩留まりに負の影響があるものと示唆される。

以上のことから考えると「紫ずきん2号」は、株間 20 cm 以下の密植では莢厚 11 mm 以上の莢重が顕著に増えないものと推察される。また、条間 90 cm に株間 40 cm とする栽植密度は親品種「紫ずきん」の慣行であるが、「紫ずきん2号」に対しては、2007 年のみ多収となったものの、2008 年と 2009 年は株間 30 cm 区が多収となった(第3表, 第4表, 第6表)。ただし、株間の処理では有意差がみられなかったため、本研究では、条間 90 cm に対して安定多収が得られる「紫ずきん2号」の株間は 30~40 cm と結論されるものと考えられた。

3. 「紫ずきん2号」に対する培土期追肥技術

追肥の量と種類の違いが、「紫ずきん2号」の収量関連形質に及ぼす影響を検討したところ、2008 年では、「紫ずきん」で慣行施肥である硫安 2.1 g m^{-2} 区に比べ、硫安 6.3 g m^{-2} 区、CUS40 2.1 g m^{-2} 区および CUS40 6.3 g m^{-2} 区の莢数や莢重が増加した(第5表)。一方、2009 年では、同一の株間 30 cm 区での比較で、硫安 2.1 g m^{-2} 区に比べ有意な差ではなかったものの、硫安 6.3 g m^{-2} 区の m^2 当たり総節数が多かったが、莢数や莢重には大きな違いはみられなかった(第6表)。

このように年次変動はみられたものの、硫安の培土期追肥の増肥によって、総節数や莢数、莢重が増加する可能性が示唆された。2008 年と 2009 年とも培土期追肥を施用した直後の 7 月下旬は多雨であり(第1表)、硫安の溶解が進み、作物への吸収が進んだことと推察される。しかし、

その後の 8 月上旬は、多量の土壌水分を要する着莢期にあたる(松山ら 2003)。そして、2008 年は少雨であった一方、2009 年は降水量が多かった(第1表)。そのため、2008 年は着莢が少なく少収傾向となったが、2009 年では着莢が促されたものと考えられる。硫安増肥区では、2008 年は莢厚 11 mm 以上の莢数増加が認められたことに対し、2009 年は総節数に影響がみられるのみであった。本研究の調査のみでは詳細は不明ではあるが、2009 年のような多収年では、着莢数に対して多肥による窒素栄養の影響は顕在化しなかった一方、2008 年のような収量レベルが低い年では着莢数の確保に影響が見られるほど、多肥の効果が現れた可能性も考えられる。

次に、緩効性肥料 CUS40 の効果を検討する。五十嵐ら(2009)は、エダマメへの被覆尿素の培土期追肥は、開花期前後の窒素栄養改善による着莢効率の向上、収穫期までの窒素供給の維持において極めて有効としている。

また高橋ら(2003)は「エンレイ」を用いた研究により、ダイズの窒素固定依存率は開花期に 60% を超え、最繁期でピークとなった後に減少することと、硫安による基肥増施は開花期や最繁期の窒素固定が低下するが、最繁期以降は硝酸吸収が高まっても窒素固定は阻害されなかったことを報告している。その結果、シグモイド型 60 日タイプの被覆尿素肥料の CUS60 がダイズ栽培の追肥に適応しているとしている。しかし、本研究で用いた「紫ずきん2号」は「エンレイ」よりも晩生品種ではあるが、開花期の約 1 週間前までに培土期追肥を施用を行い、収穫期は追肥施用の約 2 ヶ月後で、黄葉期以前の莢肥大盛期となる。そのため、子実生産のダイズに使用する肥料よりも比較的溶出期間が短いものが求められる。

本研究で検討した CUS40 の溶出期間は CUS60 より短く、シグモイド型となることが認められている(高橋ら 2003)。以上のことから考えると、高橋ら(2003)の提案と「紫ずきん2号」のエダマメ収穫期までの期限とを両立できる肥料として、CUS40 が適用できる可能性は高いと示唆される。筆者も後年、本研究とは埋設条件が異なるものの、マルチ敷設下で 5 月に埋設した CUS40 が、埋設後約 20 日までは溶出が抑制される一方、埋設後約 65 日に溶出率 80% を超えることを確認した(杉本ら 2016)。しかし今後、培土期追肥の施用時期、施用方法にあわせて CUS40 の溶出傾向を把握するとともに、その他の有効な肥料の検索も進める必要があるものと考えられる。

本研究においては、2008 年では、CUS40 の 2.1 g m^{-2} 区と 6.3 g m^{-2} 区との効果は変わらず、硫安区に比べ有意差が認められたが(第5表)、2009 年では莢数や莢重に有意差が認められなかった(第6表)。この年次変動の要因についても、硫安増肥の影響についての考察で記したように、2009 年のような着莢期に土壌水分が確保できた多収年では、窒素栄養の影響は顕在化しなかったが、2008 年のような干ばつ傾向の少収年では、収量に対して CUS40 の効果が

現れた可能性が考えられる。以上のことから、「紫ずきん2号」の培土期追肥にCUS40を窒素成分で 2.1 g m^{-2} を使用することについて、その可能性は示唆されたものの、効果の安定性についてはなお検討を要するものと考えられる。

さらに、実際の営農での利用にあたっては、収量に及ぼす効果とともにコスト面からの評価も必要である。2017年現在、窒素成分41%のCUS40が10 kg袋入り約2510円、窒素成分21%の硫安が20 kg袋入り約1300円で販売されている。窒素施肥量が 2.1 g m^{-2} の場合、10 a当たりの肥料代はCUS40では約1280円、硫安では約650円となり、酒井(1990)や谷ら(2002)の報告どおりCUS40は硫安に比べ約2倍の費用となる。今後、生産現場レベルにおいて、上記のCUS40の肥料代と比較した収益性について検討する必要がある。

引用文献

- 浅沼興一郎・奥村美智夫 1991. ダイズの乾物生産と子実生産に及ぼす播種期の影響. 日作紀 60: 484-489.
- 藤田究 1993. 香川県における黒大豆「丹波黒」の生態的特性に関する研究. 第3報 異なる栽植密度における次位別および主茎・分枝別の子実生産特性. 日作四国支報 30: 36-37.
- 福井重郎・鎗水寿 1952. ダイズの登熟に対する温度並びに日長の効果について. 日作紀 21: 123-124.
- 福井重郎 1963. 日長感応度から見た大豆品種の生態的研究. 農事試験報 3: 19-78.
- 星野康人 2002. 消費者ニーズに応えるエダマメの商品開発. 新潟農経研報 5: 1-10.
- 五十嵐美穂・今野周・三浦憲蔵・青木和彦 2009. エダマメの収量・品質に及ぼす培土期追肥の効果. 山形県農事研報 1: 73-85.
- 石田薫・丹下宗俊 1983. 丹波黒ダイズのは種期と花芽分化期及び開花と日長の関係. 神大農研報 15: 229-233.
- Isobe, K., Kokubun, M. and Tsuboki, Y. 1995. Effects of soybean raceme-order on pod set and seed growth in three cultivars. Jpn. J. Crop Sci. 64: 281-287.
- 岩波壽・井上昭司・野口正樹 1991. 黒大豆「丹波黒」のエダマメ用栽培. 近畿中国農研 81: 21-24.
- 片山勝之・細野達夫・細川寿 2009. 被覆資材と被覆尿素の利用が早期直播エダマメ栽培の生育・収量に及ぼす影響. 北陸作物学会報 44: 46-49.
- 河合哉 2000. 丹波黒大豆. 「農業技術体系野菜編 10 マメ類・イモ類・レンコン 基礎編」農文協, 東京. 89-93.
- 菊池啓泰 2000. 土壌管理と施肥－畑地. 「農業技術体系野菜編 10 マメ類・イモ類・レンコン 基礎編」農文協, 東京. 25-27.
- 小林秀臣 1995. エダマメ用黒大豆「紫ずきん」の育成. 平成7年度近畿中国地域における新技術. 近畿中国農業試験研究推進会議事務局, 福山. 1-4.
- 黒田俊郎・郡健次・熊野誠一 1992. ダイズの花房次位別着莢に及ぼす栽植密度の影響. 日作紀 61: 426-432.
- 京都府農林水産部農産流通課・京都米振興協会 2007. 京の豆栽培の手引き. 京都府農林水産部, 京都. 1-141.
- 京都府立農業研究所 1978. 丹波黒大豆の良質生産技術に関する試験成績書(第1部). 京都府立農業研究所, 亀岡. 1-10.
- 松山善之助・山下道弘・矢ヶ崎和弘・佐藤久泰 2003. 新特産シリーズ 黒ダイズ. 農文協, 東京. 10-98.
- 三村裕・古谷規行・小坂能尚・林健 2006. 丹波黒大豆系エダマメ品種「紫ずきん2号」の特性. 平成18年度近畿中国四国農業研究成果情報. https://www.naro.affrc.go.jp/org/warc/research_results/h18/05_yasai/p185/index.html (2016/10/23 閲覧).
- Miura, H., Wijeyathungam, K. and Gemma, T. 1987. Variation in seed yield of soybean as affected by planting patterns. Jpn. J. Crop Sci. 56: 652-656.
- 元木悟・青木恵・小澤智美・小松和彦・塚田元尚 2002. エダマメの安定生産に関する研究 第3報 エダマメの播種期及び収穫期と生育, 収量. 北陸作物学会報 37: 85-87.
- 中野尚夫・氏平洋二・石田喜久男 1993. ダイズ(品種タマホマレ)の子実生産に及ぼす播種期の影響. 日作中支集録 34: 16-23.
- 齊藤邦行・磯部祥子・黒田俊郎 1998a. ダイズ収量成立過程における花器の分化と発育について－莢数と花蕾数の関係－. 日作紀 67: 70-78.
- 齊藤邦行・磯部祥子・黒田俊郎 1998b. 有限伸育型ダイズにおける莢と子実の発育過程－花房の着生位置に着目して－. 日作紀 67: 523-528.
- 齊藤邦行・平田和生・柏木揚子 2007. ダイズの花房次位別着莢に及ぼす畦間と栽植密度の影響－早生品種エンレイを用いた場合－. 日作紀 76: 204-211.
- 酒井孝雄 1990. 大豆に対する緩効性窒素肥料の技術. 農業技術 45: 367-370.
- 鮫島良次 2000. 気象環境要因に対するダイズの生育反応の解析およびモデリングに関する研究. 農研センター研報 32: 1-119.
- 島田信二・広川文彦・宮川敏男 1990. 山陽地域の水田転換畑高収量ダイズに対する播種期および栽植密度の効果. 日作紀 59: 257-264.
- 須藤健一・曳野玄三夫・田中萬紀穂・小林吉雄 1982. 大豆丹波黒の収量, 品質に及ぼす播種期, 栽植密度及び窒素施肥法の影響. 近畿中国農研 64: 40-44.
- 須藤健一・曳野玄三夫・井上浩一郎・津高寿和 1983. 「丹波黒」大豆の子実生産に関する研究 第1報 播種期・栽植密度と収量性. 近畿作育会報 28: 21-23.
- 杉本充 2016. 京都府の早生丹波黒大豆系エダマメ商品『京 夏ずきん』の開花特性に基づく作型の開発. 日本作物学会第242回講演会要旨集 25.
- 杉本充・岩川秀行・森大輔 2016. 京都府特産豆類に対する専用肥料の開発－Ⅱ 黒ポリマルチ下における数種被覆尿素の溶出実態から見た丹波黒大豆系エダマメ『京 夏ずきん』及び『紫ずきん』への適応可能性の検討－. 京都農技セ農林セ研報「農業部門」38: 1-6.
- 高橋能彦・土田徹・大竹憲邦・大山卓爾 2003. シグモイド型被覆尿素側条施肥によるダイズの増収効果. 土肥誌. 74: 55-60.
- 丹下宗俊・津川兵衛・中沢伸重 1984. ダイズの生長と発育に関する基礎的研究 第2報 ダイズの生育と子実生産に及ぼす播種期の影響. 近畿作育談会報 29: 33-37.
- 谷俊男・濱田千裕・池田彰弘・武井真理・落合幾美・釋一郎 2002. 愛知県ダイズ作におけるシグモイド型被覆尿素の中耕時追肥効果. 日作紀 71(別1): 172-173.
- 山田直弘・高橋信夫・高松光生・元木悟 1998. 黒ダイズ新品種「みずず黒」の育成経過と特性. 北陸作物学会報 33: 86-88.
- 横山優・梅崎輝尚・松本重男 1989. 秋ダイズの結莢に及ぼす日長の影響. 日作九支報 56: 73-76.

吉田祐子・浜本浩・池田純一・熊倉裕史 2011. 夏作ホウレンソウ前作物としての春作の早生黒大豆系エダマメ ‘たんくろう’ の栽培時期の検討. 園学研 10: 61-67.

Zheng, S. H., Maeda, A. and Fukuyama, M. 2003. Genotypic and environmental variation of lag period of pod growth in soybean. Plant Prod. Sci. 6: 243-246.

Cultivation of the Black-seeded Soybean “Tambaguro” for Edamame (Green Soybean) “Murasakizukin 2” in Kyoto Prefecture –Effects of Sowing Time, Planting Density and Topdressing at the Molding Time– : Mitsuru SUGIMOTO^{1, 2)}, Tetsuya ASHIDA¹⁾, Hitoshi OKAI³⁾ and Kuniyuki SAITO²⁾ (¹⁾*Agriculture and Forestry Technology Department, Kyoto Prefectural Agriculture Forestry and Fisheries Technology Center, Wakunari, Kameoka, Kyoto, 621-0806 Japan;* ²⁾*Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University;* ³⁾*Non-Profit Organization Kinki Agri High-tech*)

Abstract : In order to establish a cultivation method to obtain a stable yield of black-seeded soybean ‘Tambaguro’ for Edamame (green soybean) cv. ‘Murasakizukin 2’ in Kyoto prefecture, we investigated the effect of sowing time, planting density, fertilizer type and amount of nitrogen topdressing at the molding time on pod yield of ‘Murasakizukin’. The harvesting time was shifted by changing sowing time, but the shift of harvesting time was shorter than that of sowing time. The optimal sowing time was from mid to late June because by delaying the sowing time, the harvesting time was shifted to almost the same time as that in ‘Murasakizukin’, and by advancing sowing time, the yield and the ratio of pods more than 11 mm in thickness to total pod weight was decreased. The total number of pods and total pod weight per m² increased with increasing planting density, but the weight ratio of pods more than 11 mm in thickness to that of total pods was decreased by decreasing the hill distance to 20 cm. Therefore, the planting density suitable for ‘Murasakizukin 2’ was considered to be 30–40 cm in hill distance and 90 cm in row spacing. Top dressing with 40-day sigmoidal-releasing type coated urea (CUS40), controlled release fertilizer, at the molding time, increased the total pod weight and weight of pods more than 11 mm in thickness in a low yield year, such as 2008, but not in a high yield year such as 2009.

Key words : Edamame, Murasakizukin 2, Planting density, Sigmoidal releasing type coated urea, Sowing time, Topdressing at the molding time.
