

鳥取県におけるダイズ栽培の除草作業省力化への コムギリビングマルチの利用

鳥取大学大学院農学研究科 高橋利幸

1. 緒言

日本において、ダイズは2008年の食用自給率が25%と低い(農林水産省 2009)、古くから日本人に身近で必要不可欠な食物である。国産食用ダイズは豆腐、煮豆・惣菜、納豆、味噌・醤油と用途別に分けることができ、2007年の国産シェアはそれぞれ25%、84%、19%、9%であり、煮豆・惣菜以外の自給率が低い(農林水産省 2010)。国産ダイズは、①過乾燥が少なく脱皮粒が少ない②貯蔵による質的变化が少ない③生産地、生産者が特定できる④耕種概要の把握が容易⑤認証マークの活用や地産地消の推進に役立つ⑥付加価値商品の製造に好適⑦蛋白質・糖質が外国産に勝っているなど優れた点が多い(遠藤 2006)。そのため、ダイズの国内生産量を維持・増大していく必要がある。

鳥取県におけるダイズの作付面積は2008年に1,060haで、2004年から2008年の過去5年間を見ると1,050～1,110haと一定の水準を保ち、10a当たり収量は2008年に171kgと全国で9番目に高い(農林水産省 2009)。

また、近年、耕作放棄地が増加しており、その要因の一つに高齢化が挙げられる。日本における高齢化は深刻で、2008年における高齢化率は全国平均で22.1%となっている(内閣府 2009)。農業において高齢化が進むと、時間のかかる作業や負担の大きい作業が困難になり、耕

作が継続できなくなる。鳥取県の高齢化率は全国平均を上回り25.5%で、農業の継続が懸念され、それに伴いダイズ生産も危ぶまれる。高齢者が農業を続けていくためには、作業負担の軽減が必要である。

ダイズ栽培における作業時間は、2003年では全国平均で13.7時間/10aであり、作業別に分けると耕うん・整地に約9%、施肥に約5%、播種に約9%、中耕除草に約31%、培土に9%、病虫害防除に約10%、収穫・脱穀に約23%、乾燥に約4%の時間が使われている(杉山 2005)。したがって、合計で全作業時間の4割を占めている中耕除草、培土を省略することができれば作業時間の大幅な短縮になる。

ダイズ栽培において、中耕除草(培土も含む)は播種後開花期までに2～3回行われる。除草必要期間はダイズが畝間を葉で覆うまでで、関東では播種から約30日(野口・中山 1978)、北海道では播種から40～50日(草薙 1982)である。鳥取県のダイズの播種適期は6月上旬から下旬までで、中耕除草を行うのは3～5葉期にあたる6月中旬から7月中旬となり、梅雨と重なり、降雨により適期作業が行えないことがある。この結果として雑草害により収量・品質が低下することがある。

中耕除草に代わる除草方法として除草剤を用いる方法もあるが、中耕除草と同様に散布作業

が天候に左右されやすいことやダイズの茎葉処理除草剤で広葉雑草に有効なものがベンタゾン液剤しかないなどの問題点がある。この除草剤は平成17年にダイズに拡大登録されたもので、品種や環境条件によっては葉の萎縮や黄化などの葉害が生じることが知られている（澁谷ら2006）。また、除草剤などの農薬が環境に与える影響についても懸念されており、農薬に過度に依存した除草体系の確立は避けなければならない。

以上のことから、ダイズの雑草防除必要期間中の雑草を抑え中耕除草を省略でき、農薬使用を最低限に抑えることができるダイズ栽培体系が求められている。近年東北地方では秋播性の高い麦類をリビングマルチとして用いたダイズ栽培の研究が行われており、この栽培は上記の条件を満たしている。

リビングマルチの研究は様々な国で行われ、土壌保全を目的としたイタリアンライグラスを用いたトウモロコシ栽培（Liedgens et al. 2004）やリビングマルチを用いることで生物農薬として働くクモなどを増やし害虫の個体群密度を減らす研究（Hooks and Johnson 2006）が報告されている。日本では、リン吸収の改善を目的としたホワイトクローバーを用いたトウモロコシ栽培（Deguchi et al. 2005）や雑草抑制を目的としたオオムギを用いたダイズ栽培

（三浦ら2005）が報告されている。雑草抑制を目的としたリビングマルチの研究の中で、リビングマルチの雑草抑制効果は栽培条件によって不安定であること、無培土による倒伏の危険性などが問題とされている（小林2008）。

したがって、本研究では、ダイズ栽培の全作業時間の約4割を占めている除草と中耕・培土を省略し、鳥取県でのダイズ栽培を省力化することを目的として、中国地方で広く栽培され、鳥取県のダイズ作付面積の5割以上を占めるサチユタカ栽培へコムギリビングマルチを利用することを検討した。

2. 材料および方法

鳥取大学農学部附属フィールドサイエンスセンター湖山農場西圃場に、面積178.2 m²（縦18 m、横9.9 m）の実験圃場を設けた。ダイズ（*Glycine max* L.）品種は‘サチユタカ’を用い、マルチ用のコムギ（*Triticum aestivum* L.）品種として‘マルチムギ’（カネコ種苗株式会社）を用いた。

試験区は、コムギの条間の違いと発芽抑制除草剤使用の有無を組み合わせたりリビングマルチの4試験区（以下、LM20区、LM30区、HLM20区、HLM30区とする）と、除草剤使用有・中耕培土を行った慣行区と、除草剤使用無・無培土の無処理区を設けた（表-1）。1試験区は9.9 m²

表-1 試験区の設定

試験区	中耕培土	除草剤	リビングマルチ
無処理区	無	無	無
慣行区	有	有	無
LM20区	無	無	条間 20cm
LM30区	無	無	条間 30cm
HLM20区	無	有	条間 20cm
HLM30区	無	有	条間 30cm

(3.0m×3.3m)とし、3反復乱塊法で配置した。

ダイズ播種1日前の2009年6月4日に、基肥として10 a 当りN:P₂O₅:K₂Oをそれぞれ2kg:8kg:8kgと苦土石灰を140kg施肥した。6月5日にダイズを条間60cm、株間21cmで2粒ずつ点播した(1試験区5条)。その後リビングマルチ試験区にはダイズの条間にコムギを条間20cmまたは30cmで2列条播した。条間の違いは、ダイズとコムギとの距離の違いがダイズの生育に及ぼす影響を検討するためである。コムギの播種は手押し播種機(野菜播種機PY-12B, みのる産業(株))を用い、播種量は10 a 当り8kgとした。その後、除草剤処理区では、発芽抑制除草剤トリフルラリン乳剤(トレファノサイド乳剤®, Dow AgroSciences)を10 a 当り300m²に散布した。7月3日に慣行区で中耕培土を行った。害虫防除は8月8日にエチルチオメトン粒剤(ダイシストン粒剤®, Bayer CropScience)を10 a 当り約5kgをダイズの株元に散布した。播種後の灌水は、開花期以降土壌が乾燥した時、朝夕にスプリンクラーにより1時間の灌水を行った。

リビングマルチがダイズの生育に及ぼす影響を検討するためにダイズの生育調査を行った。発芽率、各試験区の3個体について主茎長、SPAD値を調査した。SPAD値は葉緑素計(SPAD-502, コニカミノルタホールディングス社)を用いて測定した。リビングマルチ及び除草剤とリビングマルチとの組み合わせによる抑草効果を検討するために雑草調査を行った。雑草個体数は7月3日に調査し、1m²当りの個体数に換算した。調査範囲は各区5条のダイズの中央3条の株間および条間とした。雑草生体重は8月6日、9月18日に測定した。雑草生体重は各試験区について3ヶ所から60cm×60cmの

正方形の区画内に生える雑草の地上部を刈り取り、生体重を測定し、3ヶ所の平均値を1m²当りの重さに換算した。ダイズは10月23日から29日にかけて各試験区から3株ずつ収穫し、特性調査を行った。収穫時の生育程度を見るため、主茎長、地上部乾物重、茎太、分枝数を測定し、各試験区の収量とその構成要素を調べるため、総節数、個体当り稔実莢数、個体当り精粒数、個体当り精粒重、百粒重を測定し、10 a 当り収量を計算で求めた。なお、無培土で問題となる倒伏程度は観察によって判定した。観察による倒伏程度の判定は茎先端の高さ/茎長(倒伏指数)から求めた主茎の傾斜角度に注目し、以下のような分類基準をもとに行った(だいち種苗特性分類調査委員会1995)。倒伏指数0.99~1.00(傾斜角度9°以下)を倒伏程度0とし、0.95~0.98(傾斜角度10~19°)を倒伏程度1、0.78~0.94(傾斜角度20~39°)を倒伏程度2、0.51~0.77(傾斜角度40~59°)を倒伏程度3、0.50以下(傾斜角度60°以上)を倒伏程度4とした(図-1)。さらに、地面に倒れているものは倒伏程度5とした。1つの試験区に5条ずつ植えたダイズから、1条につき3株、計15株の倒伏程度を観察し、その平均を試験区全体のダイズの倒伏程度とした。

3. 結果

(1) ダイズ生育調査

ダイズは各試験区で6月9日、10日の2日間に発芽した。発芽率には各試験区間に有意差は認められず、78~84%であった。開花始は各試験区で7月24日または25日の2日間に観察された。リビングマルチに用いたコムギも各試験区で6月9日、10日の2日間に発芽した。その後、図-2に示すように、コムギはダイズ初生



図-1 ダイズの倒伏程度
(茎先端の高さ/茎長=倒伏指数)

- a: 倒伏程度 1
(倒伏指数 0.98)
- b: 倒伏程度 2
(倒伏指数 0.91)
- c: 倒伏程度 3
(倒伏指数 0.73)
- d: 倒伏程度 4
(倒伏指数 0.50)

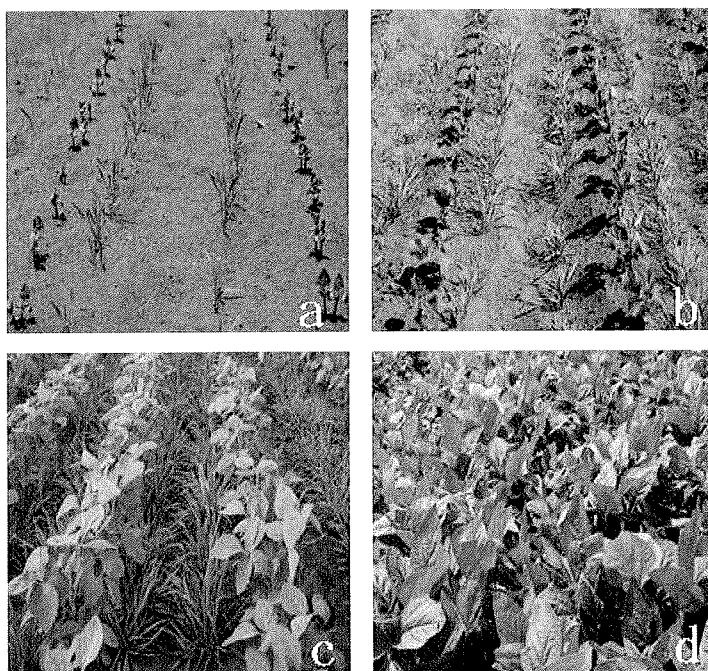
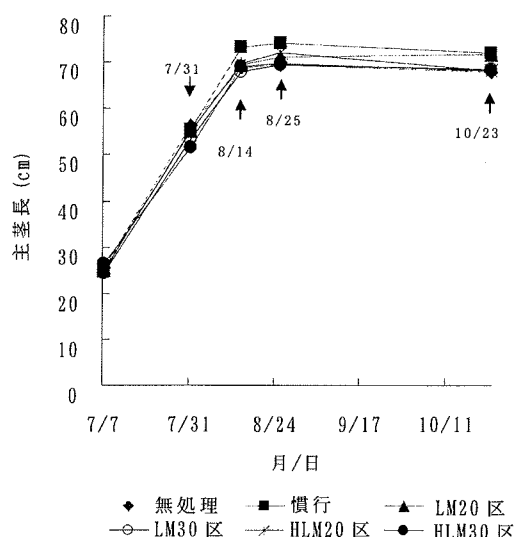


図-2 コムギの被覆程度の変化

- a: 6月 14日
- b: 6月 20日
- c: 7月 6日
- d: 8月 3日



図－3 各試験区の主茎長の推移

葉展開期の6月20日にはまだ地面覆うには不十分だったが、ダイズ5葉展開期に当たる7月6日にはダイズとともに地面の5割～6割程度を覆っていた。8月3日にはダイズの生育がコムギの生育を勝ち、ダイズの葉が条間を覆い、8月19日頃にはマルチムギの枯死が観察された。

ダイズの主茎長は7月7日、7月31日、8月14日、8月25日、収穫期にあたる10月23日

の5回調査した。主茎長の各試験区における推移を図－3に示す。主茎長は生育期間を通して各試験区間に有意差は認められなかった。なお、全試験区の平均主茎長は7月7日に25cm、7月31日に54cm、8月14日に70cm、8月25日に71cm、10月23日に69cmとなった。8月14日には最上位葉が展開しており、以後主茎長は大きく変わらなかった。

9月9日に調査したダイズのSPAD値は各試験区間に有意差は認められず、その値は46.6～48.1であった。

(2) 雑草調査

雑草はダイズ播種後1週間で無処理区と2つのリビングマルチのみを用いた試験区で観察され始め、除草剤処理区では雑草の発生は10日程度遅延した。7月3日の雑草個体数と8月6日、9月18日の雑草生体重を表－2に示す。7月3日の雑草個体数調査時には、イヌビユ (*Amaranthus blitum* L.), スベリヒユ (*Portulaca oleracea* L.), ホトケノザ (*Lamium amplexicaule* L.), メヒシバ (*Digitaria*

表－2 各試験区における雑草個体数及び雑草生体重

試験区	雑草個体数（個体/m ² ）	雑草生体重（g/m ² ）	
	7月3日	8月6日	9月18日
無処理区	38 d	305 a	425 b
慣行区	9 ab	0 a	0 a
LM20区	13 bc	261 a	54 a
LM30区	16 c	231 a	35 a
HLM20区	3 a	39 a	17 a
HLM30区	6 a	98 a	11 a
LSD (0.05)	*	ns	*

adscedens Henr.)などの雑草が観察された。雑草個体数は、無処理区の38個体/m²に比べLM20区で13個体/m²、LM30区で16個体/m²と有意に少なかった。さらに、これら3試験区に比べHLM20区で3個体/m²、HLM30区で6個体/m²と有意に少なかった。

8月6日の雑草生体重調査時には、ホトケノザ、スベリヒユなどは枯死していた。そして、イヌタデ(*Persicaria lapathifolia* Kitag.), イヌビユ, メヒシバなど、ダイズの最上位葉より伸長した雑草が観察され、ダイズの最上位葉より低いノゲシ(*Sonchus oleraceus* L.)も観察された。調査した雑草生体重には、各試験区間に有意差は認められなかった。反復ⅡにおいてHLM30区の雑草生体重が249 kgと高かったが、これは巨大化したイヌタデ1株のためであった。8月6日には、リビングマルチのみの2試験区で雑草が多く観察された区があった。これは、コムギが地面を被覆するまでに発芽した多数の雑草個体が生長したためであった。また、雑草生体重を雑草種別に分けると無処理区では、イヌビユ, メヒシバの雑草生体重が大きくリビングマルチのみを用いた2試験区ではメヒシバの雑草生体

重が大きかった(表-3)。9月18日の測定時には、イヌタデ, イヌビエ(*Echinochloa crus-galli* P.Beauv.), イヌビユ, メヒシバが観察された。

9月18日の雑草生体重は、無処理区の425g/m²に比べLM20区で54g/m²、LM30区で35g/m²、HLM20区で17g/m²、HLM30区で11g/m²と有意に少なかった。また、雑草生体重を雑草種別に分けると、無処理区ではイヌビエ, イヌビユの生体重が大きかった(表-4)。HLM20区では、8月6日にシロザがダイズの最上位葉より5cm程度大きくなっていたが、9月18日には周囲のダイズを覆い隠すほどに生長していた。

(3) ダイズ収穫時調査

倒伏程度や主茎長, 地上部乾物重, 茎太, 分枝数, 総節数, 個体当り稈実莢数, 個体当り精粒数, 個体当り精粒重, 百粒重, 10 a 当り収量には各試験区間に有意差は認められなかった(表-5)。しかし、それぞれの調査項目においてHLM30区の値が高い傾向を示した。

表-3 8月6日の各試験区の雑草種別生体重 (g/m²)

処理区	イヌタデ	イヌビユ	メヒシバ	ノゲシ	全体
無処理区	0	120	154	30	305
慣行区	0	0	0	0	0
LM20区	0	90	171	0	261
LM30区	35	54	143	0	231
HLM20区	0	14	25	0	39
HLM30区	90	8	0	0	98
LSD (0.05)	ns	ns	ns	ns	ns

表-4 9月18日の各試験区の雑草種別生体重 (g/m²)

処理区	イヌビエ	イヌビユ	メヒシバ	全体
無処理区	244	175	6	425
慣行区	0	0	0	0
LM20区	0	27	27	54
LM30区	0	17	18	35
HLM20区	0	17	0	17
HLM30区	11	0	0	11
LSD (0.05)	ns	ns	ns	ns

表-5 ダイズの収量構成要素及び関連特性

試験区	倒伏 程度	主茎 長 (cm)	地上部 乾物重 (g/個体)	茎径 (cm)	分枝数 (本/個体)	総節数 (個/個体)	穂実英数 (個/個体)	精粒数 (個/個体)	精粒重 (g/個体)	百粒 重 (g)	子実収量 (kg/10a)
無処理区	3.5	67.9	47.9	4.9	19.2	70.1	94.7	126.3	46.6	36.4	365.9
慣行区	3.2	72.1	48.5	4.5	19.2	72.2	105.7	132.8	45.0	34.0	357.6
LM20区	4.0	71.7	44.8	4.6	18.2	65.4	99.0	141.1	48.9	33.9	382.9
LM30区	4.0	68.4	47.0	4.8	18.7	67.1	100.3	133.8	47.4	35.0	372.9
HLM20区	4.0	68.2	48.0	4.7	17.6	68.1	107.3	146.8	47.7	32.9	382.2
HLM30区	3.8	68.3	59.7	5.0	23.9	77.2	120.3	167.0	60.7	35.9	469.1
LSD (0.05)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

4. 考察

本研究の結果、鳥取県の畑圃場におけるダイズ栽培へのコムギリビングマルチはコムギが被覆するまでの期間を補う除草剤と併用することで安定した抑草効果を示すことが明らかとなった。雑草調査の結果から、コムギリビングマルチのみの試験区では雑草が多く観察される場合があり、リビングマルチ栽培は抑草効果が想像以上に不安定であったという東北地方における小林 (2008) の報告と一致する。コムギリビン

グマルチと除草剤を組み合わせた両試験区では雑草個体数や雑草生体重が大きく減少したが、これらの試験区でも巨大化したイヌタデやシロザが数株観察され、ダイズとともに大きく生育した雑草は手取り除草する必要がある。また、埋土雑草種子の分布に偏りがあった可能性もあるが、イヌビエが無処理区で多く観察され、リビングマルチを用いた試験区でほとんど観察されなかったことからマルチムギはイヌビエを特異的に抑制する可能性がある。

ダイズの生育調査、収穫時調査の結果から、ダイズの生育・収量はコムギリビングマルチとの競合による影響を受けていなかったと考えられた。無処理区の収量が慣行区と同程度であった理由は明確ではないが、発生した雑草の質・量により無処理区で反復ごとに収量が大きく変異し、慣行区に比べ不安定であった。また、コムギの条間を変えた試験区間の生育・収量に有意差が認められなかったことから、コムギの条間が20cm～30cmの範囲、つまりダイズとコムギの条間が15cm～20cmの範囲であればコムギはダイズの生育・収量には影響しないと推察された。倒伏については、サチユタカは耐倒伏性が高い品種であり、本研究においても無培土試験区の倒伏程度が培土試験区と同程度だったことから、無培土で栽培できると考えられた。

リビングマルチを用いることによって中耕除草の代わりにコムギの播種作業を行う必要があったが、播種作業は中耕・培土作業の約3割の時間で行うことができ、全作業時間を短縮できるので、省力化が可能となる。さらに、リビングマルチを用いたダイズ栽培のためのムギ類・ダイズ同時播種機が試作されており（小林ら2008）、実用化されればコムギの播種作業の手間は少なくなり、より省力的となる。また、マルチムギの種は1kg当り680円で、本研究での播種量10a当たり8kgで5440円必要となる。以上のことからコムギリビングマルチは発芽抑制除草剤と併用することで、鳥取県でのダイズ栽培において中耕・培土作業省略に有効であると考えられた。

本研究の10a当たり収量が2008年の全国平均の2倍以上の値になったのは、本研究ではダイズを普通畑で栽培したのに対して、我が国では8割以上水田転換畑で栽培している（農林水

産省2009）ためと考えられる。水田転換畑は普通畑に比べ排水性、通気性が劣る。ダイズの生育は、過湿や低酸素条件で発芽した場合抑制され（有原2001）、根粒菌の窒素固定活性は低酸素条件では低下する（島田2006）。ダイズは吸収窒素の大部分を固定窒素に依存しており、窒素固定活性の低下に伴う窒素養分不足は収量に影響し、特に窒素などの養分不足が開花期に起こると結莢率の低下につながり減収する。本研究は普通畑で適切な管理を行ったことで根粒菌の活性が高く、ダイズの生育が良く収量構成要素の莢数が増加し高い収量を得られたのだと考えられた。今後ダイズの単収や収穫量を上げていくためには排水性、通気性の劣る水田転換畑ではなく、本来の生育ができ、高収量を期待できる普通畑の作付面積を増やしていく必要がある。しかし、現在我が国のダイズ作付面積の8割以上が水田転換畑であるのは事実であるから、コムギリビングマルチを用いたダイズ栽培を普及させるためには水田転換畑においても普通畑と同様の成果をあげることができるかを検討する必要がある。

5. 謝辞

本研究を行うにあたり、御指導、御助言を賜った中田昇教授、山口武視教授、山名伸樹教授、近藤謙介講師に心から感謝の意を表します。また、鳥取大学附属農場の皆様と農場研究室専攻生の諸氏に心から感謝の意を表します。

引用文献

1. 有原文二(2001):ダイズの能力を発揮させるための土壌条件. ダイズー基本技術編ー. 農業技術体系作物編6. 追録第23号. 農山漁村文化協会, 東京 P 30の7の2ー30の7の9

2. だいち種苗特性分類調査委員会(1995):だいち特性審査基準
3. Deguchi S. et al.(2005):Living mulch with white clover improves phosphorus nutrition of maize of early growth stage. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 51, 573 – 576
4. 遠藤善也(2006):豆腐製造に於ける国産大豆の位置づけ. 日作東北支部報 49, シンポジウム講演, 79 – 82
5. Hooks C. R. R. and Johnson M. W.(2006): Population densities of herbivorous lepidopterans in diverse cruciferous cropping habitats: Effects of mixed cropping and using a living mulch. *Bio Control*, 51, 485 – 506
6. 小林浩幸(2008):麦類を活用したリビングマルチの実用化は可能か?. 日作紀., 77(別2), 340 – 341
7. 小林浩幸・穴戸力雄・櫻井貴雄・好野奈美子・内田智子・島崎由美・山下信夫・酒井真次・坂上修・小柳敦史(2008):ムギ類をリビングマルチとして利用するダイズ栽培のためのムギ類・ダイズ同時播種機. 雑草研究, 53(2), 63 – 68
8. 草薙得一(1982):水田利用再編のための転作技術－8. 雑草防除－. 農業技術, 37, 390 – 395
9. Liedgens M. et al. (2004):Interactions of maize and Italian ryegrass in a living mulch system:(1)Shoot growth and rooting patterns. *Plant and Soil*, 262, 191 – 203
10. 三浦重典・小林浩幸・小柳敦史(2005):東北地方における秋播き性オオムギを利用したダイズのリビングマルチ栽培. 日作紀, 74, 410 – 416
11. 内閣府(2009):平成 21 年版高齢社会白書.
http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2009/zenbun/21pdf_index.html
12. 野口勝可・中山兼徳 (1978):畑作物と雑草の競合に関する研究. 第 4 報作物群落内の光環境の時期的推移と除草必要期間の設定. 日作紀, 47, 381 – 387
13. 農林水産省(2009):大豆関連データ集.
http://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/daizu/d_data/index.html
14. 農林水産省(2010):大豆をめぐる最近の動向について. http://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/daizu/pdf/daizu_doukou.pdf
15. 澁谷知子・與語靖洋・浅井元朗(2006):関東地域における主要ダイズ品種を中心としたベンタゾン感受性の品種間差. 雑草研究, 51, 152 – 158
16. 島田信二(2006):ダイズ生産性の向上と根粒菌窒素固定. ダイズ－基本技術編－. 農業技術体系作物編 6. 追録第 28 号. 農山漁村文化協会, 東京 P 30 の 7 の 10 – 30 の 7 の 24
17. 杉山隆夫(2005):コンバインを中心とする大豆収穫の現状と留意点. ダイズ－基本技術編－. 農業技術体系作物編 6. 追録第 27 号. 農山漁村文化協会, 東京, 181 – 188