

梅雨の影響を回避するダイズ栽培技術  
～山口県で品種「サチユタカ」を栽培する場合～

(Cultivation Techniques for Avoiding the Influence of  
Rainy Season in a Soybean Cultivar “Sachiyutaka” for  
Yamaguchi Region)

池尻 明彦

(AKIHIKO IKEJIRI)

2016

## 目 次

第1章 緒言	1
第2章 ダイズ品種「サチユタカ」を山口県で栽培した場合の収量性	9
第1節 ダイズ品種「サチユタカ」は7月上旬に播種しても6月中旬に播種したものに比べて、百粒重が重く収穫指数が高くなることで減収しない	9
第2節 平坦地において「サチユタカ」は6月上旬から7月上旬播種までが播種適期である	24
第3節 ダイズ品種「サチユタカ」は山間地で栽培しても平坦地と同等の収量が得られる	29
第4節 山間地において「サチユタカ」は5月下旬播種から6月下旬播種までが播種適期である	39
第3章 不耕起栽培による梅雨の影響の回避	44
第1節 不耕起栽培は「サチユタカ」では慣行耕起栽培と同等の収量が得られる	44
第2節 不耕起栽培は6月上旬播種から7月中旬播種までで「サチユタカ」で400gm <sup>-2</sup> 以上の収量が得られる	49
第4章 梅雨の影響回避に欠かせない雑草防除	57
第1節 ダイズ圃場における残草はイヌビエ、イヌタデ、タカサブロウ類などの従来か	

らある雑草が多い-----	57
第2節 不耕起栽培では除草剤散布のみでも雑草を抑制できる-----	71
第5章 極晩播となっても密条栽培でコンバインの刈り残し軽減が図れる -----	81
第6章 総合考察-----	97
要旨-----	101
Abstract -----	104
謝辞-----	108
引用文献-----	110
学会誌公表論文のリスト-----	121

## 第1章 緒言

ダイズは近畿中国地域では一般に6月中下旬が播種適期とされているが、この時期は梅雨の最中にあるため、圃場を耕起することができず播種が遅れる、あるいはできないといった影響を受ける。播種の遅れは、ダイズの生育量を低下させ、収量を低下する。このような梅雨の影響は、(1) 播種が遅れても収量が低下しない品種、(2) 降雨後でもすぐに播種ができる技術、(3) 播種が遅れても収量が低下しない技術を利用することで回避することが期待される。

第1-1図には1981年から2013年までの山口県と全国におけるダイズ作付面積の推移を示した。山口県におけるダイズ作付面積は、1978年に始まった水田利用再編対策の推進により年々増加し、1982年には3,350 haに達した。しかし、1988年までは3,000 haを維持したものの、米の生産調整の緩和等により徐々に減少し、1994年には最低の484 haまで減少した。その後、生産調整の拡大により再び増加に転じ、1998年から2003年は1,000 ha程度まで回復し、2004年以降はピーク時の20～30%程度の700～900 ha前後で推移している。一方、全国では、1988年の162,400 haをピークに減少し、1994年に1988年対比38%の60,900 haまで減少した。以降は山口県と同様に増加に転じ、2003年には151,900 haまで回復し、現在はピーク時の80～90%の130,000～150,000 ha前後で推移している（山口県農林水産部2014）。このように山口県は全国に比べて回復程度が極めて小さい。

第1-2図には1981年から2013年までの山口県と全国における10 aあたりダイズ収量の推移を示した。ダイズ収量は、全国では年次によるばらつきが大きいものの、1981年、1991年、1993年、1998年、2004年の5か年を除き150 kg以上であり、1981年から2013

年までは平均して 164 kg であった。一方、山口県では 1981 年から 1989 年は 160～190 kg で全国に比べて高かったが、以降は低く 2005 年以降は 100～130 kg 程度と低く推移した (山口県農林水産部 2014)。作付面積が最低となった 1994 年以来 2013 年までの 20 年間の平均は、全国の 166 kg に対して 101 kg と 65 kg 少なく、単収を向上することが大きな課題となっている。

ダイズ品種は山口県では、1950 年代には生態型Ⅱb 型の夏ダイズと生態型Ⅳc 型の秋ダイズが栽培されていた (山口県農業試験場 1955)。しかし、これら生態型Ⅱb 型の品種とⅣc 型の品種は、前後作関係にある麦作との間で、播種期・収穫期に作業上の競合が起こり、転換畑へダイズを定着する上での阻害要因になっていた (松永ら 1984)。これを解消するために生態型Ⅲc 型の「タマホマレ」が 1980 年に奨励品種に採用されて、以降、同じくⅢc 型の「オオツル」が 1989 年に、「ニシムスメ」が 1990 年に採用された。2003 年には多収で紫斑病の発生が少なく品質が優れることから、「ニシムスメ」に代わりⅢc 型の「サチユタカ」が奨励品種として採用され (中山ら 2002)、現在、山口県内で広く栽培されている。「サチユタカ」は 2001 年に九州農業試験場で育成され (高橋ら 2004)、2011 年には近畿および中国地域の 8 県で奨励品種となっている (岡部 2011)。「サチユタカ」は、このように西日本で広く栽培されており、山口県においても今後、主力品種として栽培し続けられると考えられることから、現場での問題に即した栽培研究を必要としている。

ダイズは早播するほど多収となるが (島田ら 1990)、裂皮粒の発生 (内川ら 2006) やカメムシによる吸汁害の発生を回避することも考慮して、近畿および中国地域の標準的な播種期は 6 月中下旬となっている (岡部 2011)。しかし、この時期は梅雨期にあたるため、

播種が計画どおりに作業できず、7月にずれ込むことが多い。山口県の平坦地では、播種が遅れても収量が低下しない品種としてIVc型の「フクユタカ」が7月に栽培されている地域もある。山口県の平坦部で行った試験では、従来のIIIc型品種の「ニシムスメ」、「タマホマレ」、「オオツル」では、7月上旬播種では収量が低下することが明らかにされている（松永ら 1984, 中司・角屋 1992）。「サチユタカ」においても、7月播種が収量および収量構成要素に及ぼす影響を明らかにする必要がある。

「サチユタカ」は、「タマホマレ」、「ニシムスメ」に比べて大粒で、子実タンパク含量が高く、豆腐加工適性に優れる（高橋ら 2004）ことや、「フクユタカ」に比べて、収量は同等で、百粒重が重く、検査等級は同等に優れる（尾形ら 2004）ことが明らかにされている。また、「サチユタカ」は栄養生長量が少ないものの、開花期までの生長速度がやや高く、栄養生長が早く停止するため同化産物の競合が少なく、さらに茎中の非構造的炭水化物が多く再転流することで「フクユタカ」に匹敵する収量が得られることが報告されている（馬場ら 2003）。中山ら（2002）は、山口県において播種期が平坦部では6月中旬から7月上旬、山間部では5月下旬から6月中旬、栽植密度は平坦部では15本 $m^{-2}$ 程度、山間部では10~14本 $m^{-2}$ が適することを報告している。ただし、1~2年の結果であり、さらに詳細な検討が必要である。

ダイズの慣行体系では、播種前に耕起した後、耕耘畦立同時播種を行うことから、雨が予想されると作業を延期させたり、耕起後に雨が降ってしまって作業ができなくなったりと、予定どおりに播種作業が進まないことが多い。一方、ダイズ作は組織的な取り組みが増加し、圃場集積が図られている。慣行体系は降雨の影響を考えると、これ以上規模を拡大

していくには無理がある。規模を拡大するには、効率的な栽培法を導入して置き換えていかなければならない。原田ら（1987）は、梅雨期の雨の合間に比較的容易に播種できる不耕起栽培に注目し、耕起栽培との比較試験の結果を報告している。この結果、不耕起播種は降雨後比較的早くから播種作業が可能であり、さらに耕起栽培と比べても生育・収量に差がないことを明らかにした。泉ら（1995）は、不耕起栽培で早播密植することにより全重、莖重が確保でき、稔実莢数が増加し、収量が増加することを明らかにした。

不耕起栽培における栽植密度は、12.5本  $m^{-2}$  が適しており、これより多いと倒伏程度が大きくなるとする報告がある（坂梨・伏水 1999）。一方、目標苗立数を 20本  $m^{-2}$  とする報告もある（浜口ら 2004）。山口県南部の大規模な営農を行う法人では、不耕起栽培専用の播種機の導入が進んでいる。この播種機は、条間 30 cm の密条となるよう仕様されており、慣行栽培が条間 75 cm の 1 畦 2 条であるのに比較しても大きく異なる。このような栽植様式の違いは、ダイズの生育・収量に大きく影響すると思われる。

不耕起栽培は、ふつう無中耕無培土で行われる。中耕培土は雑草防除に効果がある（大賀ら 1988）ことが知られており、不耕起栽培では慣行栽培と比較してとくに雑草の発生が問題となる恐れがある。ダイズの生産体制は、2000 年ごろから個人農家から農業法人へと変わってきた。このため、1 法人当たりの栽培面積は 10～20ha 程度まで規模拡大し、適期に雑草防除作業ができずに、雑草害でダイズ収量を低下させる事例もみられている。収穫期の残草は収量を減ずるだけでなく、収穫作業を妨げることもあり、収穫前の雑草の抜き取りに多大な労力を費やさざるをえない。

近年、北陸以西のダイズ圃場では、帰化アサガオ類が広く発生し（平岩ら 2009, 保田 2012）、山口県に隣接する九州北部地域でも、既に帰化アサガオ類が発生していることが確認されている（保田・住吉 2010）。帰化アサガオ類は土壌処理剤の効果が劣る（住吉・保田 2011）とともに、一旦蔓延すると防除が困難である。また、ダイズ作ではヒユ類、ホオズキ類、イヌホオズキ類などの外来雑草の侵入事例が増加している（浅井 2013）。ダイズ圃場における雑草の発生実態は、山口県について過去に農研機構中央農業総合研究センター（2009）と農林水産省生産局（2013）が調査している。しかしながら、これらはいずれも、アンケート調査であり、雑草の詳細な発生状況は必ずしも明らかにされていない。

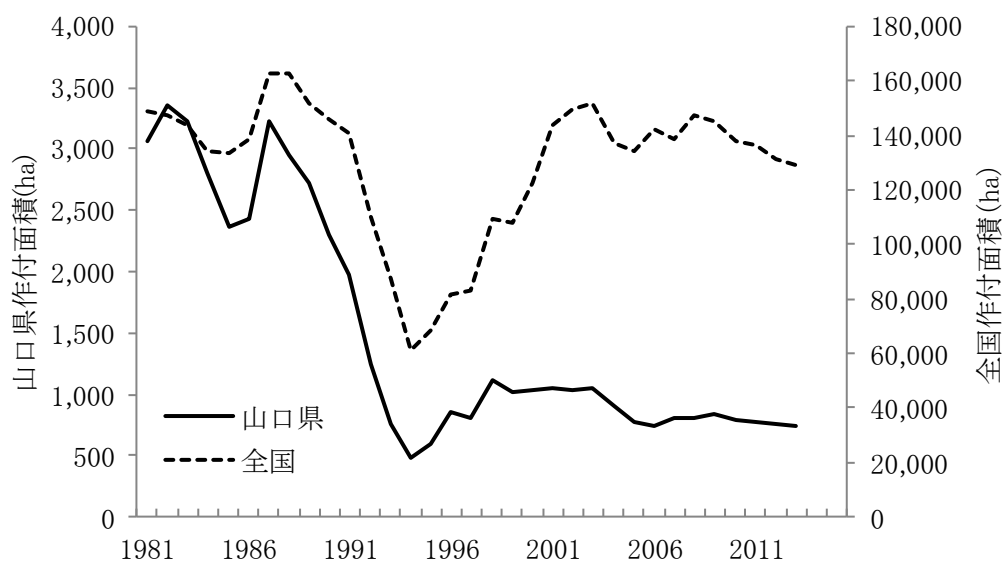
ダイズの播種期は、作付け規模が拡大しているため長期に及ぶようになり、7月中旬から梅雨明け後の7月下旬（極晩播）となることも多い。極晩播栽培は、収量は低くなるが（大久保ら 1978, 高橋ら 1981）、栽植密度を高めることで低下を抑えられることも明らかにされている（長谷川ら 1981, 森下・猪坂 1982, 渡辺・高橋 1983, 岡部ら 1985, 佐藤ら 1986）。さらに、生育量が減少することで、短茎化してコンバインの刈り残しが増加することも懸念される。古畑ら（2008）および内川ら（2009）は、「サチユタカ」を極晩播しても、条間を狭くする密条栽培により、莢数が増え子実収量も増加する傾向を認めている。また、コンバインの刈残しは、無中耕無培土栽培により軽減されることも明らかにされている（松永ら 2003, 小野ら 1990）。密条栽培は条間を狭くすることで、収量を向上すると報告されている（中野ら 2001, 池田 2000, 齊藤ら 2007, Duncan 1986）一方、向上しないとも報告されている（中野 1989, 松永ら 2003）。また、密条栽培は、中耕培土しないことから雑草が増え（齊藤ら 2007）、倒伏が多くなること（齊藤ら 2007, 内川ら 2009）が問題であることが



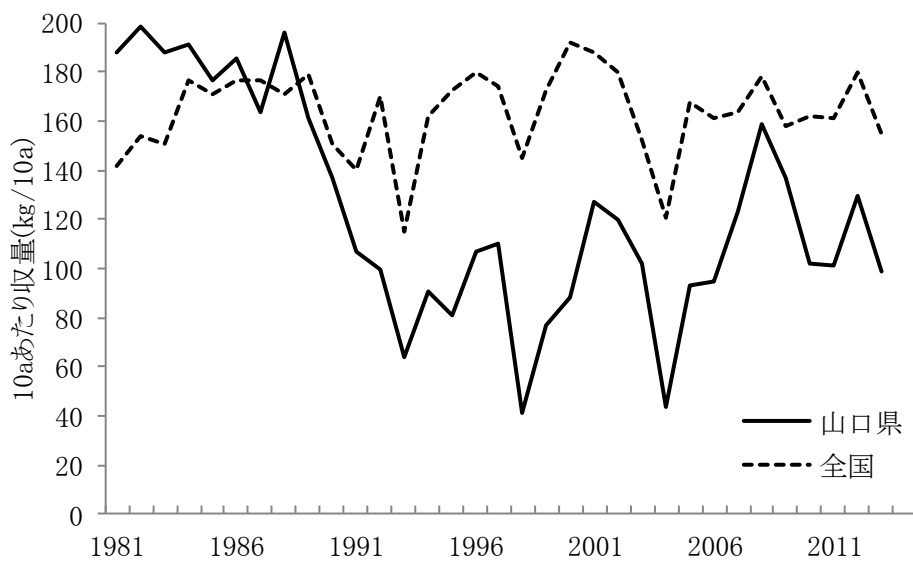
指摘されている。

本研究では、梅雨の影響を回避する栽培技術を確立することを目的として、まず第2章において、「サチユタカ」の収量性を従来の奨励品種と比較することで明らかにした。さらに、平坦部に適する播種期、栽植密度を明らかにするとともに、山間部についても明らかにした。第3章では、不耕起栽培について、収量性を慣行の耕起栽培と比較し、適する播種期、栽植密度を明らかにした。第4章では、山口県のものべ556圃場の雑草の発生実態を明らかにするとともに、不耕起栽培での薬剤散布のみによる防除対策について検討した。第5章では極晩播栽培における密条栽培での収量性をコンバインの刈り残しも考慮に入れて明らかにした。第6章ではこれらの試験結果から、梅雨の影響を回避するダイズ栽培技術について議論した。

なお、本研究の山口県における「サチユタカ」を用いて明らかにした梅雨の影響を回避する栽培技術は、近畿中国ならびに九州北部地域等の「サチユタカ」が奨励品種に採用されている府県でも利用可能であることが予測される。



第1-1図 山口県と全国におけるダイズ作付面積の推移.



第1-2図 山口県と全国における10aあたりダイズ収量の推移.

## 第2章 ダイズ品種「サチュタカ」を山口県で栽培した場合の収量性

本章ではダイズ「サチュタカ」の生育特性を明らかにするため、第1節では、「サチュタカ」を7月上旬に播種すると6月中旬に播種したものと比べて収量および収量構成要素にどのように影響を及ぼすかについて検討した。さらに、それぞれの播種期において山口県で慣行栽培されてきた品種と比べていかに多収となるかを確認した。次に、第2節では平坦部における「サチュタカ」の安定多収を図るため、適する播種期と栽植密度を収量性から検討した。さらに、第3節では平坦部と山間部において、「サチュタカ」の収量性に違いがあるか否かを比較・検討した。第4節では山間部における「サチュタカ」の安定多収を図るため、適する播種期と栽植密度を収量性から検討した。

第1節 ダイズ品種「サチュタカ」は7月上旬に播種しても6月中旬に播種したものに比べて、百粒重が重く収穫指数が高くなることで減収しない

### 材料と方法

試験は1984年～2012年の間に、山口県農林総合技術センター農業技術部内圃場（山口市大内御堀、2006年3月までの機関名は山口県農業試験場）の水田転換畑圃場（礫質灰色低地土）で行った。供試圃場は水稻とダイズとの輪作を行い、ダイズの連作は2～3年程度とした。供試品種は「サチュタカ」、「タマホマレ」、「ニシムスメ」、「オオツル」（以上、生態型Ⅲc型）と「フクユタカ」（同Ⅳc型）とした（第2-1表）。品種毎の試験期間は「サチュタカ」では台風被害の大きかった2004年を除く、1999年～2012年までの13作、「タ

マホマレ」,「ニシムスメ」および「オオツル」では1999年～2001年までの3作,「フクユタカ」は1999年,2003年,2005年～2012年の10作である。なお,「サチユタカ」は試験期間に地方番号時代を含む。播種期は「タマホマレ」,「ニシムスメ」,「オオツル」がⅢc型であるため6月中旬,「フクユタカ」がⅣc型であるため7月上旬とし,「サチユタカ」はⅢc型であるが6月中旬と7月上旬とした。試験設計は1区面積を16～18 m<sup>2</sup>,2～3反復とし,栽植様式は条間60 cm,株間14 cmの栽植密度11.9株 m<sup>-2</sup>で行った。播種は1株2～3粒で行い,1～2葉期に間引いて1本立てとした。施肥量は牛糞堆肥1500 g m<sup>-2</sup>,炭酸苦土石灰100 g m<sup>-2</sup>とリン酸5 g m<sup>-2</sup>,カリ5 g m<sup>-2</sup>をPK化成で耕起前に散布し,全層に混和した。中耕培土は7月下旬から8月上旬にかけて1～2回実施し,病虫害防除および畦間灌漑は慣行に準じて行った。

生育に関する調査は大豆調査基準(大豆調査基準検討委員会,1974)に準じて行い,生育期には開花期,成熟期を調査した。また,成熟期には各品種80株を抜き取り,地上部を子葉節から切り取り風乾させた。採取株のうち生育が中庸な20株について総節数,稔実莢数を調査し,さらに,抜き取り株全体から収量を求めるとともに,全重,百粒重,1莢粒数,収穫指数を調査した。子実水分は15%として収量および百粒重を求めた。なお,気象データの解析には下関地方気象台山口測候所のデータを用いた。

## 結 果

第2-2表には「サチユタカ」の6月中旬播種と7月上旬播種の収量と収量構成要素,倒伏程度,子実タンパク含有率,外観品質および裂皮程度を示した。収量は6月中旬播種と

7月上旬播種に差はなかった。稔実莢数は6月中旬播種で5%水準で有意に多く、1莢粒数は播種期による差はなかった。百粒重は有意ではないが、7月上旬播種で重い傾向があった。全重は有意ではないが、6月中旬播種で重い傾向があり、収穫指数は7月上旬播種で1%水準で有意に高かった。総節数は6月中旬播種で有意に多かった。倒伏程度、子実タンパク含有率、外観品質および裂皮程度には、播種期による差はなかった。

第2-3表にはダイズ「サチユタカ」の6月中旬播種と7月上旬播種の収量と収量構成要素との単相関係数を示した。6月中旬播種と7月上旬播種ともに、稔実莢数、1莢粒数、百粒重、全重は収量と正の相関関係がみられた。総節数は6月中旬播種では正の相関関係が認められた。7月上旬播種は有意ではないものの、総節数が多いと収量が多くなる傾向があった。

第2-4表には「サチユタカ」の6月中旬播種と7月上旬播種の開花期、成熟期、結実期間、結実期間中の平均気温、積算降水量、積算日照時間ならびに結実期間中の平均気温、積算降水量、積算日照時間と収量との単相関係数を示した。7月上旬播種は6月中旬播種に比べて、開花期が15日、成熟期が3日遅く、結実期間は12日間短かった。6月中旬播種および7月上旬播種の結実期間中の平均気温は、それぞれ23.8℃、22.6℃、積算降水量は371mm、312mm、積算日照時間は520時間、440時間であった。収量は播種期に関わりなく、結実期間中の平均気温と積算降水量には有意な相関関係はなかったものの、積算日照時間とは有意な正の相関関係が認められた。

第2-1図には「サチユタカ」の6月中旬播種と7月上旬播種の結実日数と百粒重および収量との関係を示した。結実日数と百粒重との間には、7月上旬播種では正の相関関係が

みられた。また、6月中旬播種でも、有意ではないが結実日数が長いと百粒重が重くなる傾向があった。結実日数と収量との間には、6月中旬播種および7月上旬播種ともに、有意な正の相関関係がみられた。

第2-5表には6月中旬に播種した「サチユタカ」、「ニシムスメ」、「タマホマレ」および「オオツル」の収量および収量構成要素、全重、収穫指数、総節数、倒伏程度、外観品質および裂皮程度を示した。「サチユタカ」の収量は、有意ではないが、「タマホマレ」、「ニシムスメ」、「オオツル」に比べて多い傾向があった。また、収量の変動係数は、「サチユタカ」が他の品種に比べて小さかった。稔実莢数は「サチユタカ」、「ニシムスメ」および「タマホマレ」で多く、「オオツル」が有意に少なかった。1莢粒数は、有意ではないが、「サチユタカ」で多く、「ニシムスメ」で少ない傾向があった。百粒重は「オオツル」で最も重く、次に「サチユタカ」、「ニシムスメ」、「タマホマレ」の順に軽かった。全重は、「サチユタカ」が他の品種に比べて重い傾向があった。収穫指数も同様に、「サチユタカ」が他の品種に比べて高い傾向があった。総節数は「タマホマレ」および「オオツル」で多く、「サチユタカ」、「ニシムスメ」の順に少なかった。倒伏程度は品種間に有意差はなかった。外観品質に品種間差はなかったものの、裂皮程度は「ニシムスメ」および「タマホマレ」に比べて、「サチユタカ」および「オオツル」で大きい傾向があった。

第2-6表には、7月上旬播種の「サチユタカ」および「フクユタカ」の収量および収量構成要素、倒伏程度、子実タンパク含有率、外観品質および裂皮程度を示した。収量は有意ではないが、「サチユタカ」が「フクユタカ」に比べて7%多かった。稔実莢数は「フクユタカ」で、1莢粒数は「サチユタカ」で有意に多かった。百粒重は「サチユタカ」で有

意に重かった。全重には有意差はなかったが、収穫指数は「サチユタカ」が有意に高かった。総節数は「フクユタカ」が有意に多かった。倒伏程度は「サチユタカ」が有意に小さかった。子実タンパク含有率は「サチユタカ」が有意に高かった。外観品質および裂皮程度には差はなかった。

## 考 察

ダイズは早播きするほど栄養生長量が増大し、多収となることが示されている（島田ら 1990）。山口県の従来奨励品種である「タマホマレ」、「オオツル」および「ニシムスメ」は、7月上旬と遅れて播種したものは、6月中旬に播種したものに比べて莢数が減少し、小粒化することで収量が低下することが明らかにされている（松永ら 1984, 中司・角屋 1992）。本試験でもこれらの報告と同様、「サチユタカ」は、稔実莢数が6月中旬播種に比べて7月上旬播種で少なかった（第2-2表）。しかし、百粒重は、6月中旬播種に比べて7月上旬播種で重い傾向があり、収量は6月中旬播種と同等であった。

百粒重は、「サチユタカ」が「オオツル」よりも軽かったが、「タマホマレ」、「ニシムスメ」よりは重かった（第2-5表）。ダイズの品種は、粒数が収量に大きく影響するものと粒重が収量に大きく影響するものの2つに分けられる（田中ら 1978）が、「サチユタカ」は、粒重が収量に大きく影響すると推察される。また、百粒重はそれぞれの播種期で収量との間に高い正の相関関係がみられた（第2-3表）。

結実期間中の積算日照時間は、6月中旬播種および7月上旬播種とも、収量との間に正の相関関係が認められた（第2-4表）。積算日照時間は、稔実莢数および1莢粒数とはそれ



ぞれ有意な関係は認められなかったが、百粒重とは6月中旬播種 ( $r=0.605^*$ ) および7月上旬播種 ( $r=0.586^*$ ) とともに有意な正の相関関係が認められた。中村・横尾 (1987) も莢伸長期から粒肥大期の日照時間が多いことで百粒重が重くなることを示している。しかしながら、6月中旬播種と7月上旬播種とでは1日当たりの日照時間がそれぞれ5.9時間と5.8時間であり、播種期による違いはみられなかった。一般に、ダイズの百粒重は高温により減少することが明らかにされている (池主・星野 1986, 望月ら 2005, 大江ら 2007, 松田ら 2011, 松波ら 2013)。本試験では、結実期間中の平均気温は、6月中旬播種に比べて7月上旬播種で1.2℃低く、7月上旬播種では平均気温が低いことが百粒重を増大させたと推察された。

ダイズの多収性には、結実期間の長さが寄与する (松本・梅崎 1987, 島田ら 1990, 岡部ら 2006) が、本試験でも播種期に関わりなく結実期間が長いほど多収であった (第2-1図)。百粒重も同様に結実期間が長いほど重い傾向がみられた。7月上旬播種は、同じ結実日数において百粒重が6月中旬播種よりも重く、収穫指数が6月中旬播種よりも高かった。

6月中旬播種において「サチユタカ」は、従来の奨励品種であったⅢc型の「タマホマレ」、  
「オオツル」および「ニシムスメ」に比べて12~16%程度多収であった (第2-5表)。この結果は、「サチユタカ」と「ニシムスメ」、「タマホマレ」との比較を行った高橋ら (2004) の報告と同様であった。また、収量の変動係数が最も小さく、安定多収が可能な品種であることが明らかになった。7月上旬播種において「サチユタカ」は、Ⅳc型の「フクユタカ」に比べて、総節数および稔実莢数は少なかったものの、1莢粒数が多く、百粒重が重く、多収になる傾向を示した (第2-6表)。全重に差はなかったが、収穫指数が高く、子実の生

産効率が良かった（第2-6表）。馬場ら（2003）は「サチユタカ」は「フクユタカ」に比べて、粒茎比が高く同化産物の利用効率が非常に良いことを認めている。また、本報告における「サチユタカ」の耐倒伏性は、松永ら（2003）、尾形ら（2004）の報告と同様に「フクユタカ」に比べて高かった。「フクユタカ」は年次によっては倒伏程度が大きく、程度が3.0以上になった年が10作のうち2作あったものの、「サチユタカ」では1作もなく、倒伏程度の大きかった2年間の収量は「フクユタカ」が「サチユタカ」に比べて64 g m<sup>-2</sup>少なかった。このように、「サチユタカ」の耐倒伏性が高いことも、多収性に寄与していると考えられる。

ダイズの品種は、その選定にあたって、多収性に加えて、外観品質が優れ、子実タンパク含有率が高いことが重要である。外観品質は紫斑粒、しわ粒および裂皮粒などの総合評価であるが、「サチユタカ」は「ニシムスメ」、「タマホマレ」、「オオツル」および「フクユタカ」と同等であった。しかし、6月中旬播種では、裂皮の発生程度は「サチユタカ」が、「ニシムスメ」および「タマホマレ」よりも大きく、「オオツル」と同等であった（第2-5表）。裂皮粒は密植によりm<sup>2</sup>あたり粒数を増加させることで減少することが「サチユタカ」で報告されているが（内川ら2006）、品質向上のためには栽植密度を本試験の11.9本m<sup>-2</sup>よりも高めることが重要である。なお、「サチユタカ」は九州地域で広く栽培され豆腐加工適性の優れる「フクユタカ」よりも、子実タンパク含有率が高かった（第2-6表）。

以上より、「サチユタカ」の7月上旬播種は6月中旬播種に比べて、稔実莢数は少なかったが、百粒重が増大するとともに、収穫指数が高く同等の収量が得られた。これは、結実期間中の気温が低く推移したためであると推察された。また、「サチユタカ」は6月中旬播

種では，従来のⅢc 型品種「ニシムスメ」，「タマホマレ」および「オオツル」に比べて多収になる傾向が，7月上旬播種では，Ⅳc 型品種「フクユタカ」に比べて収穫指数が高く，子実の生産効率が良く，耐倒伏性に優れることから，多収になる傾向があった．

第2-1表 山口県農林総合技術センター（山口県山口市）において、6月中旬ならびに7月上旬に播種したダイズ品種「サチユタカ」とそれぞれの適期に播種したダイズ4品種の試験年次および播種期.

品 種	生態型	播種期	試験年次	播種期
サチユタカ	Ⅲc型	6月中旬	1999～2003, 2005～2012	6月14日±1.6
		7月上旬	1999～2003, 2005～2012	7月6日±3.1
タマホマレ	Ⅲc型	6月中旬	1999～2001	6月14日±1.7
ニシムスメ	Ⅲc型	6月中旬	1999～2001	6月14日±1.7
オオツル	Ⅲc型	6月中旬	1999～2001	6月14日±1.7
フクユタカ	Ⅳc型	7月上旬	1999, 2003, 2005～2012	7月7日±3.0

播種期は播種期±標準偏差を示す.

第2-2表 山口県農林総合技術センター（山口県山口市）において、6月中旬ならびに7月上旬に播種したダイズ品種「サチユタカ」の収量および収量構成要素、全重、収穫指数、総節数、倒伏程度、子実タンパク含有率、外観品質、裂皮程度。

播種期	収量 (g m <sup>-2</sup> )	稔実 莢数 (莢 m <sup>-2</sup> )	1莢 粒数 (粒/莢)	百粒 重 (g)	全重 (g m <sup>-2</sup> )	収穫 指数 (%)	総節数 (節 m <sup>-2</sup> )	倒伏 程度	子実タンパク 含有率 (%)	外観 品質	裂皮 程度
6月中旬	391	773	1.53	33.0	743	52.6	629	0.4	44.5	3.8	1.5
7月上旬	398	709	1.60	34.8	674	59.1	466	0.2	44.9	3.1	1.1
t 検定	ns	*	ns	ns	ns	**	**	ns	ns	ns	ns

表中の値は1999年から2012年までの14年間の内、台風被害の大きかった2004年を除く13年間の平均値 (N=13)。  
\*, \*\*はそれぞれ5%水準, 1%水準で有意差があることを示す。

倒伏程度は0 (無) ~ 5 (甚) の6段階で、成熟期に達観で調査した。

外観品質は1 (1等の上) ~ 7 (規格外) で、1~3までが概ね検査等級の1等, 4が2等に相当する。

裂皮程度は0 (無) ~ 5 (甚) の6段階で調査した。

第2-3表 山口県農林総合技術センター（山口県山口市）において、  
6月中旬ならびに7月上旬に播種したダイズ品種「サチユタ  
カ」の収量構成要素における収量との単相関係数。

播種期	稔実莢数	1莢粒数	百粒重	全重	総節数
6月中旬	0.639 *	0.682 **	0.637 *	0.889 **	0.592 *
7月上旬	0.724 **	0.785 **	0.792 **	0.969 **	0.519 ns

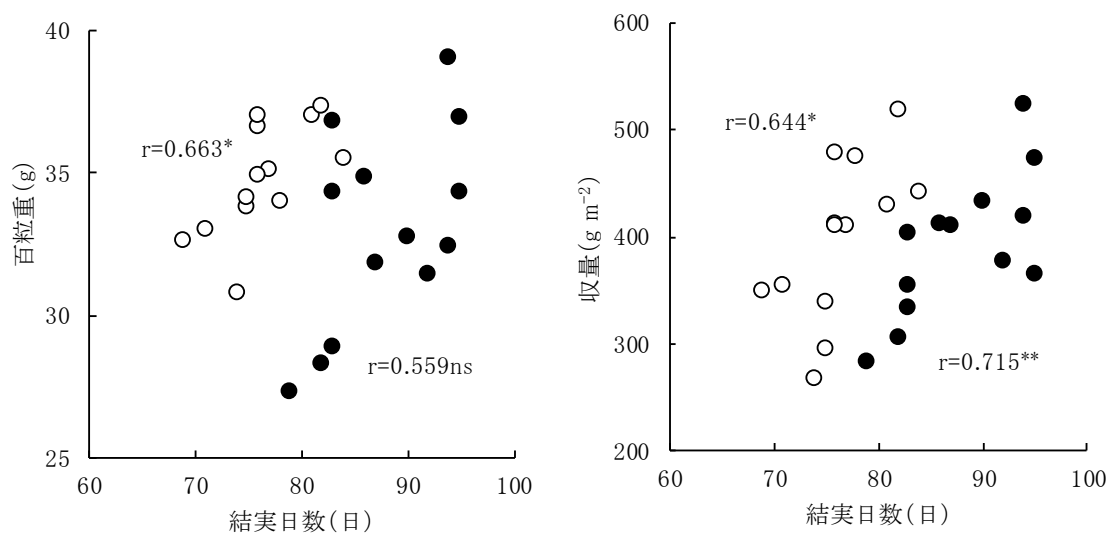
表中の単相関係数は、台風被害の大きかった2004年を除く1999年から2012年までの13年間の値。

\*, \*\*はそれぞれ5%水準, 1%水準で有意な関係があることを, nsは有意な関係がないことを示す。

第2-4表 山口県農林総合技術センター（山口県山口市）において，6月中旬ならびに7月上旬に播種したダイズ品種「サチユタカ」の開花期，成熟期，結実期間，結実期間中の平均気温，積算降水量および積算日照時間，結実期間中の気象要素と収量との単相関係数.

播種期	開花期 (月/日)	成熟期 (月/日)	結実期間 (日)	平均気温 (°C)	積算 降水量 (mm)	積算 日照時間 (h)	結実期間中の気象要素と 収量との単相関係数		
							平均気温	積算降水量	積算日照時間
6月中旬	7/30	10/26	88	23.8	371	520	-0.269ns	-0.097ns	0.578*
7月上旬	8/14	10/29	76	22.6	312	440	-0.052ns	-0.288ns	0.729**

表中の値は1999年～2012年の14年間の内，台風被害の大きかった2004年のデータを除く13年間の平均値である。  
\*，\*\*はそれぞれ5%水準，1%水準で有意な関係があることを，nsは有意な関係がないことを示す。



第2-1図 山口県農林総合技術センター（山口県山口市）において、6月中旬ならびに7月上旬に播種したダイズ品種「サチユタカ」の結実日数が百粒重ならびに収量に及ぼす影響。

●6月中旬播種, ○7月上旬播種

図中の数字は相関係数を示し, \*, \*\*はそれぞれ5%水準, 1%水準で有意な関係があり, nsは有意な関係がないことを示す. 図中のプロットは台風被害の大きかった2004年のデータを除く, 1999年~2012年までの13年間の値を示す.



第2-5表 山口県農林総合技術センター（山口県山口市）において、6月中旬に播種したダイズ品種「サチユタカ」、「ニシムスメ」、「タマホマレ」および「オオツル」の収量および収量構成要素、全重、収穫指数、総節数、倒伏程度、外観品質、裂皮程度。

品 種	収量 (g m <sup>-2</sup> )	同左 比率 (%)	変動 係数 (%)	稔実 莢数 (莢 m <sup>-2</sup> )	1莢 粒数 (粒/莢)	百粒 重 (g)	全重 (g m <sup>-2</sup> )	収穫 指数 (%)	総節数 (節 m <sup>-2</sup> )	倒伏 程度	外観 品質	裂皮 程度
サチユタカ	420	100	26.1	765 a	1.66	34.0 b	767	56.7	649 ab	0.3	2.6	1.7
ニシムスメ	351	84	33.5	744 a	1.40	31.4 bc	640	52.3	544 b	0.2	2.6	0.9
タマホマレ	370	88	40.8	796 a	1.52	29.4 c	700	52.9	660 a	0.2	2.8	0.6
オオツル	369	88	26.8	621 b	1.50	39.1 a	689	53.6	657 a	0.7	2.8	1.8
分散分析	ns	-	-	**	ns	**	ns	ns	*	ns	ns	ns

表中の値は1999年～2001年の3年間の平均値を示す。分散分析は年次を反復とする乱塊法で行い、\*、\*\*はそれぞれ5%水準、1%水準で有意差があることを、nsは有意差がないことを示す。また、異なる英文字間にはTukeyの多重比較法により5%水準で有意差があることを示す。

変動係数は収量について示した。

倒伏程度は0（無）～5（甚）の6段階で、成熟期に達観で調査した。

外観品質は1（1等の上）～7（規格外）で、1～3までが概ね検査等級の1等、4が2等に相当する。

裂皮程度は0（無）～5（甚）の6段階で調査した。

第2-6表 山口県農林総合技術センター（山口県山口市）において、7月上旬に播種した  
ダイズ品種「サチユタカ」と「フクユタカ」の収量および収量構成要素，全重，  
収穫指数，総節数，倒伏程度，子実タンパク含有率，外観品質，裂皮程度。

品 種	収量 (g m <sup>-2</sup> )	同左 比率 (%)	稔実 莢数 (莢 m <sup>-2</sup> )	1莢 粒数 (粒/莢)	百粒 重 (g)	全重 (g m <sup>-2</sup> )	収穫 指数 (%)	総節数 (節 m <sup>-2</sup> )	倒伏 程度	子実タンパク 含有率 (%)	外観 品質	裂皮 程度
サチユタカ	375	100	697	1.57	34.1	648	57.7	463	0.3	45.6	3.2	0.9
フクユタカ	348	93	809	1.42	30.5	670	51.9	619	1.7	43.6	3.3	0.9
t 検定	ns	-	**	**	**	ns	**	**	**	**	ns	ns

表中の値は1999年，2003年および2005年から2012年までの10年間の平均値 (N=10)。

\*, \*\*はそれぞれ5%水準，1%水準で有意差があることを，nsは有意差がないことを示す。

倒伏程度は0（無）～5（甚）の6段階で，成熟期に達観で調査した。

外観品質は1（1等の上）～7（規格外）で，1～3までが概ね検査等級の1等，4が2等に相当する。

裂皮程度は0（無）～5（甚）の6段階で調査した。

第2節 平坦地において「サチユタカ」は6月上旬から7月上旬播種までが播種適期である

### 材料と方法

試験は2000～2001年の2年間にわたり山口県農林総合技術センター農業技術部内の水田転換畑圃場で、品種「サチユタカ」を用いて行った。播種期は5月下旬（2000年が5月19日，2001年が5月21日），6月上旬（同6月5日，同6月4日），6月中旬（同6月16日，同6月18日），7月上旬（同7月4日，同7月4日），7月中旬（同7月19日，同7月19日）の5水準，栽植密度は条間75 cmとし，10（株間13.3 cm），15（株間8.9 cm），20（株間6.7 cm）本  $m^{-2}$  の3水準を設けた。試験区は21.6～24.0  $m^2$  の2反復とした。播種は1株2～3粒で行い，1～2葉期に間引いて1本立てとした。炭酸苦土石灰100  $g m^{-2}$ ，窒素2  $g m^{-2}$ ，リン酸8  $g m^{-2}$  とカリ8  $g m^{-2}$  をPK化成で耕起前に散布し，全層に混和した。中耕培土は7月下旬から8月上旬にかけて1～2回実施し，病虫害防除および畦間灌漑は慣行に準じて行った。

生育に関する調査は大豆調査基準（大豆調査基準検討委員会，1974）に準じて行い，生育期には開花期，成熟期を調査した。また，成熟期には6.0  $m^2$  の株を抜き取り，地上部を子葉節から切り取り風乾させた。採取株のうち生育が中庸な20株について総節数，稔実莢数を調査し，さらに，抜き取り株全体から収量を求めるとともに，全重，百粒重，1莢粒数，収穫指数を調査した。子実水分は15%として収量および百粒重を求めた。

## 結 果

第 2-7 表には平坦部における「サチユタカ」の播種期、栽植密度が収量と収量構成要素、倒伏程度、子実タンパク含有率、外観品質および裂皮程度に及ぼす影響を示した。収量は 6 月上旬播種から 7 月上旬播種で有意に多く、5 月下旬および 7 月中旬播種で少なかった。栽植密度 15 本  $m^{-2}$  および 20 本  $m^{-2}$  が、10 本  $m^{-2}$  より多かった。播種期と栽植密度との間には有意な交互作用はみられなかった。稔実莢数は 6 月上旬および 6 月中旬播種で有意に多く、次に 7 月上旬播種、5 月下旬播種、7 月中旬播種の順に少なかった。栽植密度 15 本  $m^{-2}$  および 20 本  $m^{-2}$  が 10 本  $m^{-2}$  より多かった。播種期と栽植密度との間には有意な交互作用はみられなかった。1 莢粒数は 7 月上旬および 7 月中旬播種で有意に多く、6 月上旬播種、6 月中旬播種、5 月下旬播種の順に少なかった。栽植密度間に有意差はなく、交互作用もみられなかった。百粒重は播種期にも栽植密度にも有意差はなく、交互作用もみられなかった。

全重は 5 月下旬から 6 月中旬播種で有意に重く、7 月上旬、7 月中旬の順に軽かった。栽植密度 15 本  $m^{-2}$  および 20 本  $m^{-2}$  が、10 本  $m^{-2}$  より重く、交互作用はみられなかった。収穫指数は播種期が遅いほど高かった。栽植密度による有意差はなく、交互作用もみられなかった。

総節数は 5 月下旬から 6 月中旬播種で有意に多く、7 月上旬播種、7 月中旬播種の順に少なかった。栽植密度 20 本  $m^{-2}$  で有意に多く、10 本  $m^{-2}$  で有意に少なかった。交互作用はみられなかった。倒伏程度はいずれの播種期、栽植密度とも 0 であった。子実タンパク含有率は 6 月上旬播種で有意に低かった。栽植密度に有意差はなく、交互作用もみられなかつ

た。外観品質は7月上旬播種で優れ、5月下旬播種で劣った。栽植密度に有意差はなく、交互作用もみられなかった。裂皮程度は5月下旬播種が有意に高かった。栽植密度に有意差はなく、交互作用もみられなかった。

## 考 察

「サチユタカ」の収量は、5月下旬に播種すると栄養成長量が増大したものの、収穫指数が43%と著しく低くなり、稔実莢数および1莢粒数も少なく低下した。さらに、裂皮粒も多く発生した(第2-7表)。一方、6月上旬播種は稔実莢数および1莢粒数が多く、6月中旬播種、7月上旬播種と同等の収量で、裂皮粒の発生も少なかった。

第2章第1節において、「サチユタカ」の収量は7月上旬に播種しても6月中旬播種と同等であることを明らかにした。本節でも同様に7月上旬に播種すると、6月中旬と収量が同等であった(第2-7表)。なお、7月上旬に播種すると第2章第1節では、稔実莢数が少なく、百粒重が重かったが、本節では稔実莢数は少なかったものの、百粒重は重くならず、1莢粒数が増加した。百粒重と1莢粒数との間には負の相関関係がある(齊藤ら1998)ことが知られており、一般に1莢粒数が増加すれば百粒重は軽くなる。

ダイズの収量は栽植密度や灌水方法の違いよりも播種期の違いにより大きく影響され、遅れて播種することで収量が低下することが知られている。しかしながら、「サチユタカ」を用いた本試験では、7月上旬までは遅れて播種しても収量が低下しなかった。

品種「タマホマレ」は山口県の平坦部において、6月上中旬播種では10~15本  $m^{-2}$ 、6月下旬では15~20本  $m^{-2}$ 、7月上旬播種では20~25本  $m^{-2}$ で収量が多いとされている(松永ら1984)。また、「ニシムスメ」ではこれと同じかやや少なめの栽植密度で収量が多い

とされている (中司・角屋 1992). 本試験の結果, 「サチユタカ」では, 栽植密度と播種期との間に交互作用が認められず, いずれの播種期においても栽植密度を 10 本  $\text{m}^{-2}$  よりも 15 本~20 本  $\text{m}^{-2}$  に高めることで収量が多かった. 齋藤ら (1998) は栽植密度を高めると, 総節数が増加して稔実莢数が増加することで収量が多くなることを報告している. 松永らは (1984), 「タマホマレ」は倒伏の危険性が大きいため, 6 月 20 日までの栽植密度を 10 ~15 本  $\text{m}^{-2}$  にとどめるのが望ましいとしている. 「サチユタカ」は本試験の結果, 6 月上旬播種でも 15~20 本  $\text{m}^{-2}$  と栽植密度を高めても, 倒伏がなかった. 松永ら (1984) は, 「タマホマレ」は 7 月上旬に播種すると, 百粒重が減少して収量が低下するとしている. 「サチユタカ」は, 本試験の結果, 7 月中旬に播種しても百粒重は低下しなかった.

第2-7表 山口県平坦部(山口県山口市大内)における「サチユタカ」の播種期, 栽植密度が収量および収量構成要素, 全重, 収穫指数, 総節数, 倒伏程度, 子実タンパク含有率, 外観品質および裂皮程度に及ぼす影響.

播種期	栽植密度 (本 m <sup>-2</sup> )	収量 (g m <sup>-2</sup> )	同左 比 (%)	稔実 莢数 (莢 m <sup>-2</sup> )	1莢 粒数 (粒/莢)	百粒 重 (g)	全重 (g m <sup>-2</sup> )	収穫 指数 (%)	総節数 (節 m <sup>-2</sup> )	倒伏 程度	子実 タンパク 含有率 (%)	外観 品質	裂皮 程度
5月下旬	10.0	350	84	670	1.48	35.3	79.8	43.7	672	0	41.2	5.4	7.3
	15.0	369	89	710	1.47	35.3	85.4	43.1	751	0	41.2	5.5	6.4
	20.0	370	89	789	1.33	35.3	88.4	41.7	832	0	40.8	5.5	5.3
6月上旬	10.0	415	100	775	1.60	33.4	79.9	51.6	657	0	39.8	4.6	0.5
	15.0	444	107	802	1.64	33.8	85.2	51.9	760	0	40.8	4.6	0.9
	20.0	454	109	835	1.60	34.0	89.6	50.5	854	0	38.1	4.6	0.9
6月中旬	10.0	442	107	727	1.68	36.3	79.3	55.7	615	0	40.5	4.0	0.1
	15.0	458	110	834	1.51	36.4	85.3	53.7	747	0	41.1	4.1	0.6
	20.0	454	109	805	1.53	36.8	85.5	52.8	789	0	41.7	4.5	0.5
7月上旬	10.0	423	102	681	1.74	35.7	69.4	61.1	427	0	41.0	3.5	0.6
	15.0	460	111	791	1.62	35.9	77.2	59.4	561	0	40.8	3.8	0.3
	20.0	446	107	718	1.75	35.6	75.6	58.9	568	0	42.3	3.8	0.7
7月中旬	10.0	306	74	537	1.65	34.6	49.3	62.0	316	0	41.5	4.6	0.2
	15.0	383	92	630	1.73	35.2	62.3	61.5	410	0	41.9	4.8	1.0
	20.0	389	94	653	1.71	34.8	61.3	60.9	454	0	42.2	4.4	0.3
播種期	5月下旬	363 b	-	723 b	1.43 c	35.3 a	845 a	42.9 a	752 a	0	41.1 a	5.5 c	6.3 a
	6月上旬	437 a	-	804 a	1.61 ab	33.7 a	849 a	51.3 b	757 a	0	39.5 b	4.6 b	0.8 b
	6月中旬	451 a	-	788 ab	1.57 b	36.5 a	834 a	54.0 c	717 a	0	41.1 a	4.2 b	0.4 b
	7月上旬	443 a	-	730 b	1.70 a	35.7 a	740 b	59.8 d	518 b	0	41.4 a	3.7 a	0.5 b
	7月中旬	359 b	-	606 c	1.70 ab	34.8 a	576 c	61.4 d	393 c	0	41.9 a	4.6 b	0.5 b
栽植密度	10.0	387 b	100	678 b	1.63 a	35.0 a	715 b	54.8 a	537 c	0	40.8 a	4.4 a	1.7 a
	15.0	423 a	109	753 a	1.59 a	35.3 a	791 a	53.9 a	646 b	0	41.2 a	4.6 a	1.8 a
	20.0	422 a	109	760 a	1.58 a	35.3 a	801 a	53.0 a	699 a	0	41.0 a	4.6 a	1.5 a
分散分析	播種期(A)	**	-	**	**	ns	**	**	**	-	**	**	**
	栽植密度(B)	*	-	**	ns	ns	**	ns	**	-	ns	ns	ns
	(A)×(B)	ns	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns	ns

データは2000～2001年の2年間の平均値.

収量および百粒重は6.7mmの篩で選別後, 著しい変質粒を除き水分15%に換算した.

倒伏程度は0(無)～5(甚)の6段階で, 成熟期に達観で調査した.

外観品質は1(1等の上)～7(規格外)で, 1～3までが概ね検査等級の1等, 4が2等に相当する.

裂皮程度は程度の軽微なものも含めた粒重割合で示した.

分散分析は年次と各年次の反復(N=4)で行い, \*, \*\*はそれぞれ5%水準, 1%水準で有意差があることを示す. 播種期および栽植密度の異なる英文字間にはTukeyの多重比較法により5%水準で有意差があることを示す.

### 第3節 ダイズ品種「サチユタカ」は山間地で栽培しても平坦地と同等の収量が得られる

#### 材料と方法

試験は1999年から2003年および2005年から2006年の7年間に、平坦部の山口県農林総合技術センター農業技術部内圃場（山口市大内御堀，標高33m）と山間部の徳佐寒冷地分場（山口市阿東徳佐，標高310m）の水田転換畑圃場で、品種は「サチユタカ」を用いて行った（第2-8表）。試験設計は1区面積を16~18 m<sup>2</sup>，2~3反復とし，平坦部では栽植様式は条間60 cm，株間14 cmの栽植密度11.9株 m<sup>-2</sup>，山間部では条間60 cm，株間16.7 cmの栽植密度10株 m<sup>-2</sup>で行った。播種は1株2~3粒で行い，1~2葉期に間引いて1本立てとした。施肥量は平坦部では，牛糞堆肥1500 g m<sup>-2</sup>，炭酸苦土石灰100 g m<sup>-2</sup>とリン酸5 g m<sup>-2</sup>，カリ5 g m<sup>-2</sup>をPK化成で，山間部では牛糞堆肥1000 g m<sup>-2</sup>，炭酸苦土石灰100 g m<sup>-2</sup>とリン酸10 g m<sup>-2</sup>，カリ10 g m<sup>-2</sup>をそれぞれ重焼燐，塩化加里で耕起前に散布し，全層に混和した。中耕培土は1~2回実施し，病虫害防除は慣行に準じて行った。なお，山間部では畦間灌漑は行わなかった。

生育に関する調査は大豆調査基準（大豆調査基準検討委員会，1974）に準じて行い，生育期には開花期，成熟期を調査した。また，成熟期には平坦部では80株，山間部では60株を抜き取り，地上部を子葉節から切り取り風乾させた。採取株のうち生育が中庸な20株について総節数，稔実莢数を調査し，さらに，抜き取り株全体から収量を求めるとともに，全重，百粒重，1莢粒数，収穫指数を調査した。子実水分は15%として収量および百粒重を求めた。



## 結 果

第 2-9 表には平坦部と山間部において、7 年間適期に播種した「サチユタカ」の収量および収量構成要素、全重、収穫指数、総節数、倒伏程度、子実タンパク含有率、外観品質および裂皮程度を示した。収量は平坦部と山間部の間に有意差はなかった。収量構成要素にも平坦部と山間部の間に有意差はなかったものの、山間部は平坦部に比べて稔実莢数が少なく、百粒重が重い傾向があった。また、全重および収穫指数も平坦部と山間部の間に有意差はなかった。総節数も平坦部と山間部の間に有意差はなかったものの、山間部が平坦部に比べて少ない傾向があった。倒伏程度は平坦部と山間部の間には有意差はなかった。子実タンパク含有率も平坦部と山間部の間にも有意差はなかったものの、山間部が平坦部に比べて高い傾向があった。外観品質および裂皮程度は平坦部と山間部の間に有意差はなかった。

第 2-10 表には平坦部と山間部において、適期に播種したダイズ品種「サチユタカ」の収量と収量構成要素との単相関係数を示した。平坦部では 1 莢粒数、百粒重および全重は収量と正の相関関係が認められた。有意ではないものの、平坦部では稔実莢数が多いと収量が多くなる傾向があった。一方、山間部では全重は収量と正の相関関係が認められた。有意ではないものの、百粒重が重いと収量が多くなる傾向があった。

第 2-11 表には平坦部と山間部において、適期に播種したダイズ品種「サチユタカ」の開花期、成熟期、結実期間、結実期間中の平均気温、積算降水量および積算日照時間、結実期間中の気象要素と収量との単相関係数を示した。山間部は平坦部に比べて、播種期が 13 日、開花期が 4 日、成熟期が 1 日早かった。結実期間は山間部が平坦部に比べて 3 日長

かった。結実期間中の平均気温は平坦部に比べて山間部で2.5℃低く、積算降水量は同44mm多く、積算日照時間は同76時間短かった。平坦部、山間部ともに結実期間中の平均気温、積算降水量および積算日照時間とは有意な関係は認められなかったものの、平坦部では積算日照時間が長いと収量が多い傾向があった。

第2-2図には平坦部と山間部において、適期に播種したダイズ品種「サチユタカ」の結実日数が百粒重ならびに収量に及ぼす影響を示した。平坦部では結実日数は1%水準で百粒重および収量と有意な正の相関関係が認められた。一方、山間部では結実日数と百粒重および収量との間に有意な関係は認められなかった。

## 考 察

本試験の結果、「サチユタカ」は適期に播種すれば、山間部でも平坦部と収量が同等となることが明らかとなった。収量構成要素にも山間部と平坦部との間に、有意差はなかったが、山間部では稔実莢数が少なく、百粒重は重い傾向があった(第2-9表)。平坦部では収量と1莢粒数および百粒重とはそれぞれに有意な正の相関関係が、また、稔実莢数とは有意ではないものの、正の相関関係が認められた。一方、山間部では、百粒重と有意ではないものの、正の相関関係が認められた(第2-10表)。このように、平坦部では各収量構成要素が収量に大きく影響しており、山間部ではとくに百粒重の増減が各年次間の収量の違いに大きく影響していた。

山間部は平坦部に比べて、平均気温が低く、降水量が多く、日照時間は少なかった(表2-11表)。収量は積算日照時間との間に平坦部では正の相関関係が認められたものの、山

間部では相関関係は認められなかった。山間部では百粒重が、積算日照時間との間に負の ( $r = -0.521$ )、積算降水量とは正の ( $r = 0.424$ )、平均気温とは負の ( $r = -0.586$ ) 相関関係が認められた。山間部では畦間灌漑を実施しなかったため、降水量が少ない年には粒肥大が抑えられたと考えられた。積算日照時間と積算降水量の間には、有意な負の相関関係 ( $r = -0.798^*$ ) が認められた。

ダイズの百粒重は結実期間中の気温が高いほど、減少することが明らかにされている (池主・星野 1986, 望月ら 2005, 大江ら 2007, 松田ら 2011, 松波ら 2013)。本試験の結果、結実期間中の気温は山間部では平坦部に比べて  $2.5^{\circ}\text{C}$  低く、百粒重の間にも相関係数が平坦部では  $r = -0.492$ 、山間部では  $r = -0.586$  と、いずれも有意ではないものの負の相関関係が確認された。

平坦部では結実日数は 1%水準で百粒重および収量と有意な正の相関関係が認められた。一方、山間部では結実日数と百粒重および収量との間に有意な関係は認められなかった (第 2-2 図)。しかし、山間部において夏期に降水量が少なかった 2000 年および台風により葉の損傷が大きかった 2006 年の 2 年間のデータを除くと両者には  $r = 0.901^*$  ( $N=5$ ) の高い正の相関関係が認められた。また、山間部における収量についても 2000 年および 2006 年に加えて、8 月の日照時間が少なく莢数が少なかった 1999 年の 3 年間のデータを除くと結実日数と収量との間には  $r = 0.992^{**}$  ( $N=4$ ) の非常に高い有意な正の相関関係が認められた。

タンパク含有率は山間部が平坦部に比べて、有意ではないものの高い傾向を示した (第 2-9 表)。タンパク含有率は結実期間中の気温と負の相関関係が認められることで知られて

おり（小島ら 1985, 内川ら 2004, 緒方ら 2015）, 本試験では結実期間中の平均気温が山間部では平坦部に比べて 2.5℃低いことが, 原因していると考えられた.

第2-8表 ダイズ品種「サチユタカ」の平坦部（山口県山口市大内）  
と山間部（山口県山口市阿東徳）における試験年次および播種期.

地帯	播種期	試験年次	播種期
平坦部	6月中旬	1999～2003, 2005～2006	6月13日±1.4
山間部	5月下旬	1999～2003, 2005～2006	5月31日±4.3

播種期は播種期±標準偏差を示す.

第2-9表 山口県平坦部（山口県山口市大内）と山間部（山口県山口市阿東徳佐）において、適期に播種したダイズ品種「サチユタカ」の収量および収量構成要素、全重、収穫指数、総節数、倒伏程度、子実タンパク含有率、外観品質および裂皮程度。

地帯	播種期		収量	稔実	1莢	百粒	全重	収穫	総節数	倒伏	子実タンパク	外観	裂皮
			(g m <sup>-2</sup> )	莢数	粒数	重		指数					
			(g m <sup>-2</sup> )	(莢 m <sup>-2</sup> )	(粒/莢)	(g)	(g m <sup>-2</sup> )	(%)	(節 m <sup>-2</sup> )		(%)		
平坦部	6月中旬	6月13日	387	753	1.60	32.2	720	53.3	622	0.7	43.9	3.2	1.2
山間部	5月下旬	5月31日	373	715	1.54	33.9	719	51.8	570	0.7	45.2	3.4	1.1
平坦部/山間部			104	105	104	95	100	103	109	100	97	92	103
t検定			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

表中の値は1999年から2006年までの8年間の内、台風被害の大きかった2004年を除く7年間の平均値(N=7)。ただし、子実タンパク含有率は1999年、2001年、2002年および2003年の4年間の平均値。

倒伏程度は0(無)～5(甚)の6段階で、成熟期に達観で調査した。

外観品質は1(1等の上)～7(規格外)で、1～3までが概ね検査等級の1等、4が2等に相当する。

裂皮程度は0(無)～5(甚)の6段階で調査した。

t検定のnsは有意差がないことを示す。

第2-10表 山口県平坦部（山口県山口市大内）と山間部（山口県山口市阿東徳佐）  
 において、適期に播種したダイズ品種「サチユタカ」の収量構成要素に  
 おける収量との単相関係数.

地帯	播種期		稔実莢数	1莢粒数	百粒重	全重	総節数
平坦部	6月中旬	6月13日	0.741 ns	0.861 *	0.955 **	0.965 **	0.474 ns
山間部	5月下旬	5月31日	0.306 ns	0.485 ns	0.724 ns	0.768 *	-0.515 ns

表中の値は1999年から2006年までの8年間の内、台風被害の大きかった2004年を除く7年間の平均値（N=7）.

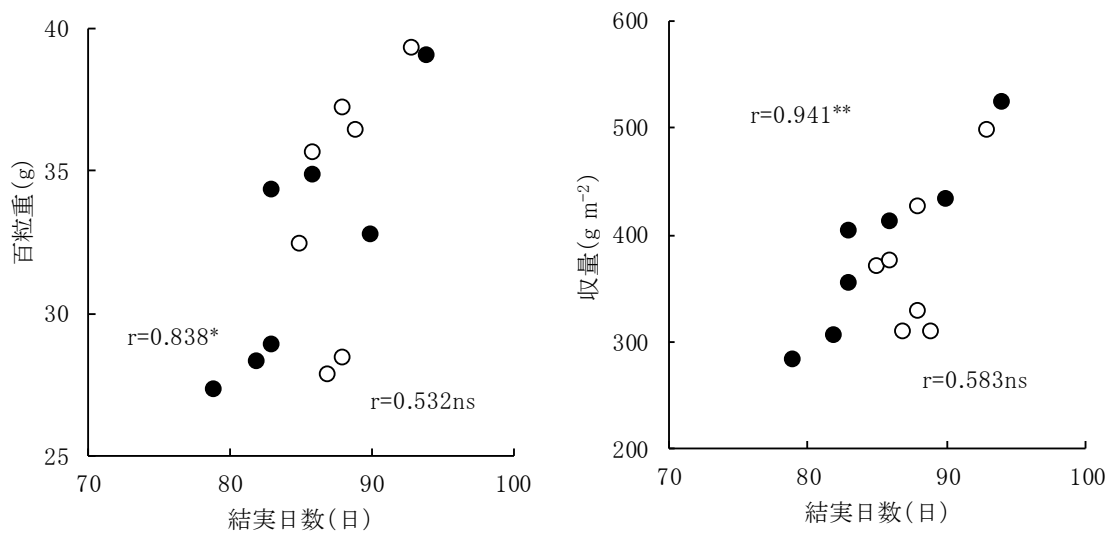
\*, \*\*はそれぞれ5%水準, 1%水準で有意な関係があることを, nsは有意な関係がないことを示す.

第2-11表 山口県平坦部（山口市大内）と山間部（山口市阿東徳佐）において、適期に播種したダイズ品種「サチユタカ」の開花期、成熟期、結実期間、結実期間中の平均気温、積算降水量および積算日照時間、結実期間中の気象要素と収量との単相関係数。

地帯	播種期	開花期 (月/日)	成熟期 (月/日)	結実 期間 (日)	平均 気温 (℃)	積算 降水量 (mm)	積算 日照時間 (h)	結実期間中の気象要素と 収量との単相関係数		
								平均気温	積算降水量	積算日照時間
平坦部	6月中旬 6月13日	7/30	10/23	85	23.8	397	500	-0.492ns	-0.368ns	0.662ns
山間部	5月下旬 5月31日	7/26	10/22	88	21.3	441	424	-0.246ns	0.206ns	0.052ns

表中の値は1999年から2006年までの8年間の内、台風被害の大きかった2004年を除く7年間の平均値(N=7)。  
単相関係数のnsは、有意な関係がないことを示す。





第2-2図 山口県平坦部(山口市大内)と山間部(山口市阿東徳佐)において、適期に播種したダイズ品種「サチユタカ」の結実日数が百粒重ならびに収量に及ぼす影響。

●平坦部, ○山間部

図中の数字は相関係数を示し, \*, \*\*はそれぞれ5%水準, 1%水準で有意な関係があり, nsは有意な関係がないことを示す. 図中のプロットは1999年から2006年までの8年間の内, 台風被害の大きかった2004年を除く7年間の平均値(N=7).

第4節 山間地において「サチユタカ」は5月下旬播種から6月下旬播種までが播種適期である

#### 材料と方法

試験は2000～2003年の4年間にわたり山口県農林総合技術センター徳佐寒冷地分場内の水田転換畑圃場で行った。品種は「サチユタカ」を用いた。播種期は2000年と2001年では5月下旬（2000年5月19日）、6月上旬（2000年6月5日、2001年6月4日）、6月中旬（同6月20日、同6月18日）、7月上旬（同7月5日、同7月5日）、7月中下旬（同7月20日、同7月23日）の5水準、2002年と2003年では5月下旬（2002年5月27日）、6月上旬（2002年6月10日、2003年6月6日）、6月下旬（同6月28日、同6月23日）、7月中下旬（同7月25日、同7月17日）の4水準とした。なお、5月下旬播種は2000年と2002年の2年間のみ実施した。栽植密度は2000年と2001年では条間を60 cmとし、10（株間16.7 cm）、14（株間11.9 cm）の2水準、2002年と2003年では条間75 cmとし、10（株間13.3 cm）、15（株間8.9 cm）、20（株間6.7 cm）本  $m^{-2}$  の3水準を設けた。試験区は10.8～15.8  $m^2$  の2反復とした。播種は1株2～3粒で行い、1～2葉期に間引いて1本立てとした。炭酸苦土石灰100  $g m^{-2}$  とリン酸10  $g m^{-2}$ 、カリ10  $g m^{-2}$  を重焼燐、塩化加里で耕起前に散布し、全層に混和した。中耕培土は1～2回実施し、病虫害防除は慣行に準じて行った。

生育に関する調査は大豆調査基準（大豆調査基準検討委員会、1974）に準じて行い、生育期には開花期、成熟期を調査した。また、成熟期には株を抜き取り、地上部を子葉節から切り取り風乾させた。採取株のうち生育が中庸な20株について総節数、稔実莢数を調査

し、さらに、抜き取り株全体から収量を求めるとともに、全重、百粒重、1 莢粒数、収穫指数を調査した。子実水分は 15%として収量および百粒重を求めた。

## 結 果

第 2-12 表には山間部における「サチユタカ」の播種期、栽植密度が収量および収量構成要素、総節数、倒伏程度、外観品質および裂皮程度に及ぼす影響を示した。収量は 2000～2001 年では、7 月上旬および 7 月中下旬播種が少なく、2002～2003 年では 7 月中下旬播種が少ない傾向を示した。栽植密度は両年次とも、14 本  $m^{-2}$ 、15 本  $m^{-2}$  および 20 本  $m^{-2}$  と高い方が多かった。稔実莢数および総節数も収量と同様の傾向を示した。一方、1 莢粒数および百粒重は播種期による違いはみられず、栽植密度による違いもみられなかった。倒伏程度も年次、播種期による違いはみられなかった。外観品質は 2001 年および 2002 年では播種期による違いはみられなかったが、2002 年および 2003 年では 7 月下旬播種で劣る傾向を示した。

## 考 察

本章第 2 節では、平坦部では 5 月下旬に播種すると、収穫指数が低く、稔実莢数および 1 莢粒数が減少することで、収量が低下することを明らかにした。一方、本試験の結果、山間部では 5 月下旬に播種すると 2 年間ともに、他の播種期に比べて稔実莢数が多く収量も多かった。収量は稔実莢数、百粒重および総節数と有意な正の相関関係が認められた(第 2-13 表)。また、総節数と稔実莢数の間にも有意な正の相関関係が認められた。ダイズの

収量は節数が増加することにより、莢数が増加することで増加するが（齊藤ら 1998）、本試験でも同様であった。

2000年と2001年に行った6月上旬と6月中旬播種では、収量構成要素に差がなく、収量に差は認められなかった。2002年および2003年に行った6月中旬と6月下旬播種では、6月下旬播種で稔実莢数は減少するものの、百粒重が重く収量には差はなかった。平坦部では7月中旬から遅れて播種することで収量が低下したが（第2章2節）、山間部ではすでに7月上旬から遅れて播種することにより、収量が10%低下した。

収量はある栽植密度で最も高く、それ以下、あるいはそれ以上でも低下することが指摘されている（中野ら 2001）が、本試験の結果では、収量は密植となる栽植密度 14, 15~20 本  $m^{-2}$  で多く、10 本  $m^{-2}$  と疎植にすることで低下した。収量は、総節数、稔実莢数および百粒重とそれぞれの間で高い正の相関関係が認められたが（第 2-13 表）、百粒重は栽植密度による差はなかった。このため、収量は密植することで、総節数が増加して稔実莢数が増加することで増加したと考えられた。一方、稔実莢数と1莢粒数の間には、有意な負の相関関係が認められた（第 2-13 表）ことから、栽植密度を 20 本  $m^{-2}$  まで高めることで稔実莢数は増加するものの、1莢粒数が減少して収量は増加しなかった。

第2-12表 山口県山間部(山口市阿東徳佐)における「サチユタカ」の播種期, 栽植密度が収量および収量構成要素, 総節数, 倒伏程度, 外観品質および裂皮程度に及ぼす影響.

試験年次	播種期	栽植密度 (本 m <sup>-2</sup> )	収量 (g m <sup>-2</sup> )	同左比 (%)	稔実 莢数 (莢 m <sup>-2</sup> )	1莢 粒数 (粒/莢)	百粒 重 (g)	総節数 (節 m <sup>-2</sup> )	倒伏 程度	外観 品質	裂皮 程度	
2000 ～ 2001	5月下旬	10.0	359	-	847	1.43	29.7	651	0.8	3.9	1.3	
		14.0	348	-	860	1.41	28.7	790	1.8	4.1	1.5	
	6月上旬	10.0	339	100	722	1.46	32.2	562	0.1	3.6	1.0	
		14.0	355	105	850	1.31	32.0	695	0.2	3.5	0.6	
	6月中旬	10.0	343	101	734	1.41	33.1	535	0.4	4.1	1.3	
		14.0	395	117	848	1.41	33.2	684	0.4	4.3	1.3	
	7月上旬	10.0	299	88	602	1.55	31.9	396	0.1	4.2	1.2	
		14.0	310	91	684	1.40	32.3	498	0.2	4.1	1.2	
	7月中下旬	10.0	209	62	468	1.41	31.6	295	0	4.4	1.1	
		14.0	249	73	536	1.52	30.7	365	0	4.5	1.3	
	2002 ～ 2003	5月下旬	10.0	373	-	744	1.56	32.2	624	0	2.6	0.5
			15.0	395	-	879	1.36	33.1	753	0.3	2.7	0.5
20.0			387	-	890	1.38	31.5	789	0.4	2.5	0.5	
6月中旬		10.0	344	100	658	1.68	31.2	496	0.1	3.4	0.9	
		15.0	348	101	812	1.38	31.0	661	0.1	3.4	0.9	
		20.0	370	108	822	1.45	31.0	727	0.2	3.4	1.0	
6月下旬		10.0	324	94	586	1.67	33.0	423	0.2	3.3	0.8	
		15.0	347	101	687	1.56	32.4	563	0.3	3.4	0.7	
		20.0	348	101	771	1.41	32.0	687	0.3	3.4	0.9	
7月中下旬		10.0	248	72	494	1.60	31.3	326	0	4.2	0.8	
		15.0	268	78	570	1.52	30.9	430	0	4.1	0.6	
		20.0	281	82	658	1.39	30.8	533	0.1	4.1	0.8	

2000～2001年の5月下旬播種は2000年のみの値. 2002～2003年の5月下旬播種は2002年のみの値.

収量および百粒重は6.7mmの篩で選別後, 著しい変質粒を除き水分15%に換算した.

倒伏程度は0(無)～5(甚)の6段階で, 成熟期に達観で調査した.

外観品質は1(1等の上)～7(規格外)で, 1～3までが概ね検査等級の1等, 4が2等に相当する.

裂皮程度は0(無)～5(甚)の6段階で調査した.

第2-13表 山口県山間部（山口市阿東徳佐）における  
収量と収量構成要素との単相関係数.

	収量	稔実莢数	1莢粒数	百粒重	総節数
稔実莢数	0.692 **	-	-	-	-
1莢粒数	0.135 ns	-0.466 **	-	-	-
百粒重	0.594 **	-0.048 ns	0.289 ns	-	-
総節数	0.758 **	0.943 **	-0.373 *	0.102 ns	-

年次，播種期，栽植密度を込みで算出（n=39）.

\*, \*\*はそれぞれ5%水準，1%水準で有意な関係があることを，nsは有意な関係がないことを示す.

### 第3章 不耕起栽培による梅雨の影響の回避

「サチユタカ」の収量は、第2章第2節で示したように山口県平坦部においては、6月上旬から7月上旬に播種することで多かった。しかしながら、この時期は梅雨期と重なるため、播種前に耕起した後、耕耘畦立同時播種を行う慣行体系では、予定どおりに播種作業が進まないことが多い。こうした中、不耕起栽培が播種前の耕起・整地作業を省略し、降雨後でも早期に播種作業を行うことができる栽培体系として、県内南部（瀬戸内沿岸部）の大規模な営農を行う法人等において導入されつつある。

本章では、2007～2009年の3年間にわたり不耕起栽培について試験を行い、第1節では不耕起栽培した「サチユタカ」の収量性を耕起栽培したものと比較した。第2節では不耕起栽培における「サチユタカ」の安定多収を図るための適正な播種期と栽植密度について検討した。なお、不耕起栽培の雑草防除は第4章第2節に示した。不耕起栽培の播種方式には、農研センター式汎用型不耕起播種機（浜口2004）や近中四農研式不耕起密条播種機等（窪田ら2002）、様々なものがあるが、本試験ではM社製の不耕起部分耕播種機 MJSE18-6を使用した。

#### 第1節 不耕起栽培は「サチユタカ」では慣行耕起栽培と同等の収量が得られる

#### 材料と方法

試験は2007年に山口県農林総合技術センター内圃場（山口市大内御堀、砂壤土）において、ダイズ品種「サチユタカ」を供試して実施した。6月28日と7月12日に、条間30cm、

1株1粒播，平畦とし，M社製MJSE18-6を使用し不耕起栽培した．対照として事前に耕起した後，畦幅150cm，条間75cmで耕起畦立同時播種し，生育期中耕培土を実施する慣行区を設けた．栽植密度は不耕起栽培が両播種期ともに $19.4\text{本m}^{-2}$ ，慣行栽培が6月28日播種で $19.7\text{本m}^{-2}$ ，7月12日播種で $18.6\text{本m}^{-2}$ であった．両区ともに炭酸苦土石灰 $100\text{g m}^{-2}$ とリン酸 $8\text{g m}^{-2}$ ，カリ $8\text{g m}^{-2}$ をPK化成で播種前に散布した．病虫害防除および畦間灌漑は慣行に準じて行った．試験区の面積は，1区 $126\sim 151\text{m}^2$ ，1区制とした．

生育に関する調査は，原則として大豆調査基準（大豆調査基準検討委員会1974）に基づき行い，生育期には倒伏の多少，成熟期には不耕起区では $8.6\text{m}^2$ ，慣行区では $7.2\text{m}^2$ について各区2カ所の株を抜き取り，うち生育が中庸な20個体について主茎長，主茎節数，分枝数，総節数，稔実莢数を調査した．さらに，抜き取り全株から収量と百粒重を調査した．

## 結 果

第3-1表には6月28日播種と7月12日播種において，不耕起栽培と慣行耕起栽培とが「サチユタカ」の収量および収量構成要素，倒伏程度に及ぼす影響を示した．収量は両栽培法とも，6月28日播種が7月12日播種に比べて有意に多かった．不耕起栽培は，6月28日播種および7月12日播種ともに，慣行栽培との間に有意差はなかった．稔実莢数は，両栽培法とも6月28日播種が7月12日播種に比べて有意に多く，不耕起栽培は6月28日播種および7月12日播種ともに，慣行栽培との間に有意差はなかった．1莢粒数および百粒重は6月28日播種と7月12日播種との間に有意差はなく，不耕起栽培も慣行栽培との間に有意差はなかった．



全重は6月28日播種が7月12日播種に比べて、有意に重かった。不耕起栽培は慣行栽培に比べて有意に重く、とくに6月28日播種で重かったことから有意な交互作用が認められた。収穫指数は6月28日播種と7月12日播種では有意差はなく、両播種期ともに不耕起栽培が慣行栽培に比べて有意差はないものの、低い傾向を示した。総節数は6月28日播種が7月12日播種に比べて多かった。不耕起栽培は両播種期とも慣行栽培よりも有意に多く、特に6月28日播種で多かったことから有意な交互作用が認められた。

## 考 察

不耕起栽培の収量は、栽植密度が近い条件では耕起播種と同等以上であることが報告されている（浜口 1998, 長野間 2004, 村田ら 2012）。本試験でも不耕起栽培は6月28日播種、7月12日播種ともに、慣行栽培と収量に差がなく、稔実莢数、1莢粒数および百粒重にも差はなかった（第3-1表）。また、6月28日播種は不耕起栽培および慣行栽培ともに7月12日播種に比べて、稔実莢数が多く、収量が多かった。

全重および総節数は、とくに6月28日播種において、不耕起栽培が慣行栽培に比べて多かった。本試験の栽植様式は、不耕起栽培では条間30 cm、株間17 cm程度（1株1粒）であるのに対して、慣行栽培では条間75 cm、株間14~15 cm程度（1株2粒）であり、不耕起栽培は慣行栽培に比べて条間が狭く、株間が広い。そのため、6月28日播種では7月12日播種に比べて個体あたりの生育量が多く、株間の狭い慣行栽培では株間競合が大きくなり、全重および総節数が不耕起栽培に比べて抑制されたと考えられた。一方、7月12日播種では個体あたりの生育量が少なく、慣行栽培でも株間競合が小さかったと推察された。

収量は条間を狭くして株間を広げることで多くなることが報告されている (Duncan1986, 池田 2000, 中野ら 2001, 齊藤ら 2007). とくに, 早く播種すると, 個体の生育量が大きく, 株間競合が大きくなるため, 条間の狭い不耕起栽培が収量を確保する上で有利であると考えられた.

第3-1表 山口県農林総合技術センター(山口県山口市大内)において、栽培法がダイズ「サチユタカ」の収量, 稔実莢数, 1莢粒数, 百粒重, 全重, 収穫指数, 総節数および倒伏程度に及ぼす影響.

播種期	栽培法	栽植 密度 (本 $m^{-2}$ )	条間× 株間 (cm)	収量 ( $g m^{-2}$ )	稔実 莢数 (莢 $m^{-2}$ )	1莢 粒数 (粒/莢)	百粒 重 (g)	全重 ( $g m^{-2}$ )	収穫 指数 (%)	総節数 (節 $m^{-2}$ )	倒伏 程度
6月28日	不耕起	19.4	30×17.2	443	910	1.35	36.1	863	51.3	831	0.3
	慣行	19.7	75×13.5	441	830	1.50	35.3	783	56.2	651	0
7月12日	不耕起	19.4	30×17.2	341	709	1.35	35.5	668	51.0	671	1.5
	慣行	18.3	75×14.6	363	770	1.34	35.1	669	54.2	641	0
分散分析		播種期(A)		**	*	ns	ns	**	ns	**	-
		播種法(B)		ns	ns	ns	ns	**	ns	**	-
		(A)×(B)		ns	ns	ns	ns	**	ns	*	-

2007年のデータ(N=2, 2か所調査).

播種粒数は不耕起が1粒, 慣行が2粒である.

倒伏程度は0(無)~5(甚)の6段階で, 成熟期に達観で調査した.

収量および百粒重は7.3mmで篩選し, 変質粒を除いたものとし, 水分15%換算した.

分散分析の\*, \*\*はそれぞれ5%, 1%水準で有意差があることを, nsは有意差がないことを示す.

第2節 不耕起栽培は6月上旬播種から7月中旬播種までで「サチユタカ」で400g<sup>m</sup><sup>-2</sup>以上の収量が得られる

### 材料と方法

試験は2007～2009年の3年間、山口県農林総合技術センター内圃場（山口市大内御堀）において、ダイズ「サチユタカ」を供試して実施した。条間30cm、1株1粒播、平畦とし、M社製MJSE18-6を使用し不耕起栽培した。炭酸苦土石灰100g<sup>m</sup><sup>-2</sup>とリン酸8g<sup>m</sup><sup>-2</sup>、カリ8g<sup>m</sup><sup>-2</sup>をPK化成で播種前に圃場全面に散布した。病虫害防除および畦間灌漑は慣行に準じて行った。第3-2表に示すように播種期は5月下旬～7月下旬、栽植密度は9.7本<sup>m</sup><sup>-2</sup>～30.5本<sup>m</sup><sup>-2</sup>の処理区を設けた。試験区の面積は1区25～32<sup>m</sup><sup>2</sup>で、2007および2008年は反復なし、2009年は2反復とした。

生育調査は第1節に準じて行った。成熟期には2007年では5.8<sup>m</sup><sup>2</sup>、2008年では8.6～10.8<sup>m</sup><sup>2</sup>、2009年では5.4～7.2<sup>m</sup><sup>2</sup>の株を抜き取り、地上部を子葉節から切り取り風乾させた。採取株のうち生育が中庸な20株について総節数、稔実莢数を調査し、さらに、抜き取り株全体から収量を求めるとともに、全重、百粒重、1莢粒数を調査した。子実水分は15%として収量および百粒重を求めた。なお、2007年は1区2カ所について収量調査を行った。

### 結果

第3-3表には2007年～2009年に行った不耕起栽培における播種期、栽植密度が収量に及ぼす影響を示した。収量は2009年6月8日播種における栽植密度10.7本<sup>m</sup><sup>-2</sup>の532g<sup>m</sup><sup>-2</sup>で最も多く、2007年5月30日播種における栽植密度23.9本<sup>m</sup><sup>-2</sup>の295g<sup>m</sup><sup>-2</sup>で最も少な

かった。6月8日播種から7月12日播種では概ね400 g m<sup>-2</sup>以上であったが、5月30日播種、6月5日播種および7月23日播種ではいずれも400 g m<sup>-2</sup>以下であった。栽植密度は6月8日播種では10.7本 m<sup>-2</sup>が多く、6月18日播種から7月12日播種の間であれば15～17本 m<sup>-2</sup>の範囲で多く、20本 m<sup>-2</sup>以上に高めても、増加しなかった。なお、2008年の6月5日播種では立枯性病害が小程度発生した。

第3-1図には不耕起栽培した「サチユタカ」の収量と稔実莢数、1莢粒数および百粒重との関係を示した。収量は稔実莢数および1莢粒数との間には、それぞれ正の相関関係が認められたが、百粒重との間には、有意な相関関係は認められなかった。2009年7月23日は他の播種期に比べて百粒重が軽かった。2007年5月30日播種、2008年6月5日播種および2009年7月23日播種は他の播種期に比べて、稔実莢数が少なかった。また、2007年5月30日播種および2008年6月5日播種は他の播種期に比べて、1莢粒数が少なかった。

第3-2図には不耕起栽培した「サチユタカ」の全重、収穫指数と収量との関係を示した。収量は全重および収穫指数との間に、それぞれ正の相関関係が認められた。2009年7月23日播種は他の播種期に比べて、全重が軽かった。また、2007年5月30日播種および2008年6月5日播種は他の播種期に比べて、収穫指数が低かった。

## 考 察

本試験の結果、収量は早播の5月30日播種および6月5日播種、遅播きの7月23日播種が、6月8日播種から7月12日播種に比べて低かった（第3-3表）。また、5月30日播

種では生育量が多く、7月中旬頃には倒伏し、成熟期における倒伏程度は多であった。一方、6月上旬（6月8日）から7月中旬（7月11、12日）までの播種期では、他の播種期に比べて稔実莢数および1莢粒数が多く、全重が重く、収穫指数が高く、収量は安定して高かった（第3-3表、第3-1図、第3-2図）。収量と稔実莢数、1莢粒数、全重および収穫指数との間に有意な正の関係が認められた（第3-1図、第3-2図）ことから、早播きした5月30日播種および6月5日播種では、1莢粒数が少なく、収穫指数が低かったため、収量が低下し、遅播きした7月23日播種では稔実莢数が少なく、全重および百粒重が軽かったために収量が低下した。第2章第2節では、6月上旬播種で収量は多かったが、本試験の6月5日播種では立ち枯れ症状が発生したことが、要因となって収量が低かったと考えられる。

第2章第2節において、耕起栽培の6月上旬から7月上旬播種の収量は、栽植密度15～20本 $m^{-2}$ が、10本 $m^{-2}$ よりも稔実莢数が多いために多かった。一方、ダイズの不耕起栽培マニュアルでは苗立本数20本 $m^{-2}$ が目標とされている（浜口ら2004）。本試験では不耕起栽培で6月上旬（6月8日）播種において栽植密度10.7本 $m^{-2}$ が、15.0本 $m^{-2}$ および17.8本 $m^{-2}$ に比べて多く、17.8本 $m^{-2}$ ではさらに低下する傾向があった。ダイズは、群落の受光条件がよいと、1莢粒数（中野ら2004）や百粒重（池田・佐藤1990）が増大することが示されている。不耕起栽培では条間が30cmと狭く、株間競合が少ないことから、10本 $m^{-2}$ と疎植とすることで、かえって群落の受光条件が改善され収量が多かったと考えられた。中野ら（2000）は正方形植で稔実莢数および1莢粒数、収量が増加すると報告している。

不耕起栽培は無中耕無培土栽培であることから倒伏が問題になるが、試験を行った2007

年～2009年の3年間は、台風等の強風の影響も小さく、倒伏は比較的軽かった。

第3-2表 山口県農林総合技術センター(山口県山口市)において、2007年～2009年に行った不耕起栽培ダイズ「サチユタカ」の播種期および栽植密度

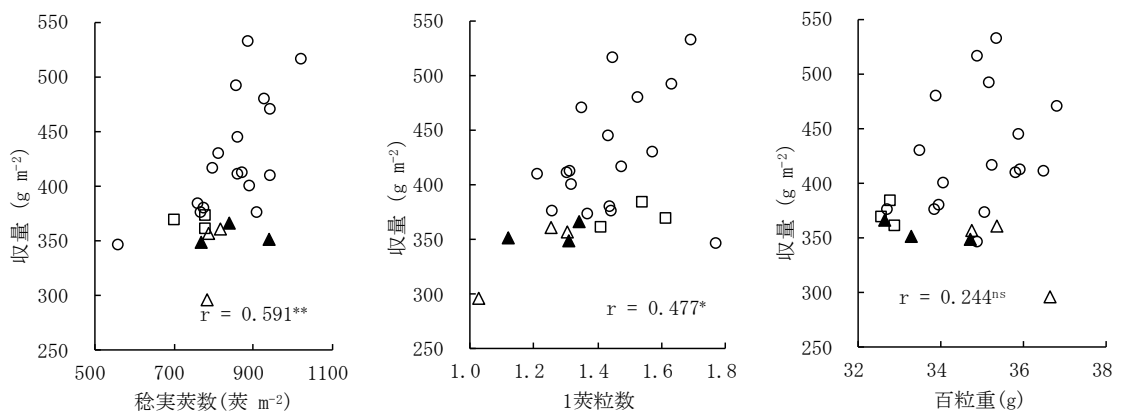
月 旬	2007年		2008年		2009年	
	播種期	栽植密度 (本 $m^{-2}$ )	播種期	栽植密度 (本 $m^{-2}$ )	播種期	栽植密度 (本 $m^{-2}$ )
5月下旬	5月30日	15.6				
		19.9				
		23.9				
6月上旬			6月5日	14.3	6月8日	10.7
				17.1		15.0
				20.3		17.8
6月中旬	6月18日	16.5				
		21.6				
		23.9				
7月上旬			7月1日	9.7	7月3日	18.3
				14.8		
				17.3		
7月中旬	7月12日	14.9	7月11日	16.5		
		20.1		18.6		
		27.1		24.5		
				30.5		
7月下旬					7月23日	13.6
						18.4
						22.6



第3-3表 山口県農林総合技術センター(山口県山口市)において、不耕起栽培したダイズ「サチユタカ」の播種期、栽植密度が収量に及ぼす影響.

播種期 (月旬)	2007年			2008年			2009年		
	栽植 密度 (本 m <sup>-2</sup> )	株間 (cm)	収量 (g m <sup>-2</sup> )	栽植 密度 (本 m <sup>-2</sup> )	株間 (cm)	収量 (g m <sup>-2</sup> )	栽植 密度 (本 m <sup>-2</sup> )	株間 (cm)	収量 (g m <sup>-2</sup> )
5月下旬	15.6	21.4	357						
	19.9	16.8	361						
	23.9	13.9	295						
6月上旬				14.3	23.3	348	10.7	31.3	<u>532</u>
				17.1	19.5	366	15.0	22.3	<u>516</u>
				20.3	16.4	351	17.8	18.8	<u>479</u>
6月中旬	16.5	20.2	<u>470</u>						
	21.6	15.4	<u>410</u>						
	23.9	13.9	<u>409</u>						
7月上旬				9.7	34.4	375	18.3	18.2	<u>491</u>
				14.8	22.5	<u>400</u>			
				17.3	19.3	375			
7月中旬	14.9	22.4	<u>444</u>	16.5	20.2	<u>429</u>			
	20.1	16.6	<u>416</u>	18.6	17.9	379			
	27.1	12.3	373	24.5	13.6	<u>412</u>			
7月下旬				30.5	10.9	345			
							13.6	24.5	384
							18.4	18.1	368
						22.6	14.7	361	

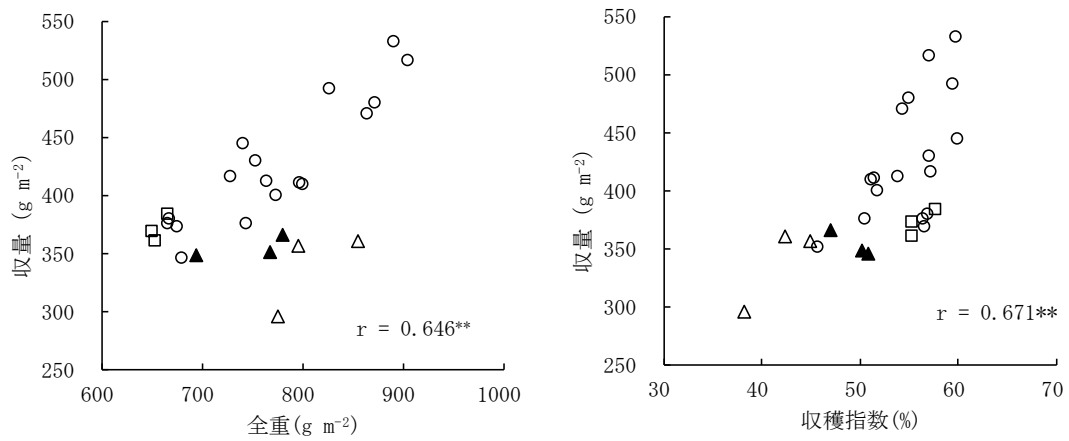
下線を付けたデータは、収量400 g m<sup>-2</sup>以上であることを示す。



第3-1図 山口県農林総合技術センター（山口県山口市）において、不耕起栽培したダイズ「サチユタカ」の稔実莢数、1荚粒数および百粒重と収量との関係。

図中の数字は相関係数を示し、\*、\*\*はそれぞれ5%、1%水準で有意な関係があることを、nsはないことを示す。

図中のプロットは2007年～2009年の播種期、栽植密度を込みにしたデータで、 $n=26$ 。  $\Delta$ は2007年5月30日播種、 $\blacktriangle$ は2008年6月5日播種、 $\square$ は2009年7月23日播種、 $\circ$ はその他の播種期を示す。



第3-2図 山口県農林総合技術センター（山口県山口市）において、不耕起栽培したダイズ「サチユタカ」の全重、収穫指数と収量との関係。

図中の数字は相関係数を示し、\*、\*\*はそれぞれ5%、1%水準で有意な関係があることを、nsはないことを示す。

図中のプロットは2007年～2009年の播種期、栽植密度を込みにしたデータで、 $n=26$ 。 $\Delta$ は2007年5月30日播種、 $\blacktriangle$ は2008年6月5日播種、 $\square$ は2009年7月23日播種、 $\circ$ はその他の播種期を示す。

## 第4章 梅雨の影響回避に欠かせない雑草防除

第3章では「サチユタカ」の不耕起栽培の収量性と慣行耕起栽培と比較し、適する播種期、栽植密度を収量性から検討した。中耕培土は雑草防除に効果がある（大賀ら1988）が、不耕起栽培では無中耕無培土栽培となるため雑草の発生が問題となる。

そこで本章では第1節において、ダイズ圃場における問題雑草を把握するため、残草実態について山口県での現地調査を行った。第2章では、不耕起栽培での雑草の発生状況を調査するとともに、茎葉処理剤を散布する雑草防除対策の効果を検証するとともにダイズへの薬害発生についても調査した。

### 第1節 ダイズ圃場における残草はイヌビエ、イヌタデ、タカサブロウ類などの従来からある雑草が多い

#### 材料および方法

雑草の残草実態調査を2012年と2013年に、山口県内のダイズ圃場において行った。調査地域は、山口県全域のダイズ圃場で実施し、第4-1図に示すように岩国、柳井、周南、山口（北部、南部）、美祿、下関、長門および萩の8普及管区分ごとに集計した。調査圃場数は第4-1表に示すように、2012年では各地域1～11経営体（農家・法人）を対象に計47経営体、1経営体につき1～36圃場の計320圃場、2013年では各地域3～11経営体を対象に計43経営体、1経営体につき1～25圃場の計236圃場について、残草した雑草の種類

と量を調査した。なお、2か年の調査は同一経営体を含む地域もあるが、いずれも別圃場について行った。なお、調査圃場の面積は最大1ha、最小20a、平均約30aである。

雑草残草量は須藤ら（1998）の方法にしたがい、無、極微（1本/100m<sup>2</sup>以下、被度0.01%）、微（1本/5m<sup>2</sup>以下、同1%以下）、少（1本m<sup>-2</sup>以下、同5%以下）、中（10本m<sup>-2</sup>以下、同10%以下）、多（50本m<sup>-2</sup>以下、同20%以下）、極多（50本m<sup>-2</sup>以上、同20%以上）の7段階で、圃場畦畔とともに圃場内を歩き圃場内の雑草を達観により推定した。畦畔のみに生育している草種は別途記録した。

調査期間は2012年が8月下旬～9月下旬、2013年が9月上旬～下旬であり、中耕培土や生育期の除草剤散布などの除草管理が終了し、手取り除草前に設定した。調査後には、残草が認められた圃場数を調査圃場数で除して残草圃場率を求めた。2012年のみ土壌処理剤、中耕培土などの雑草管理履歴の調査も行った（柳井および萩管区を除く）。なお、本調査では、タカサブロウ（*Eclipta thermalis* Bunge）およびアメリカタカサブロウ（*E. alba* (L.) Hassk.）はタカサブロウ類、エノコログサ（*Setaria viridis* (L.) Beauv.）、アキノエノコログサ（*S. faberi* Herrm.）およびキンエノコロ（*S. glauca* (L.) Bess.）はエノコログサ類、カヤツリグサ（*Cyperus microiria* Steud.）およびコゴメガヤツリ（*C. iria* L.）はカヤツリグサ類、イヌホオズキ（*Solanum nigrum* L.）およびオオイヌホオズキ（*S. nigrescens* Mart. Et Gal.）はイヌホオズキ類、コセンダングサ（*Bidens pilosa* L. var. *pilosa*）およびコノシロコセンダングサ（*B. pilosa* var. *minor* (Blume) Sherff）はコセンダングサ類として、同属近縁種を区別せずに行った。

## 結 果

### 1 ダイズ成熟期の帰化アサガオ類を除く雑草の残草実態

山口県のダイズ圃場における帰化アサガオ類を除く草種別の残草圃場率について、2012年と2013年の調査結果をそれぞれ第4-2表、第4-3表に示した。山口県全体において最も残草圃場率が高かった草種は両年ともにイヌビエ (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. var. *crus-galli*) で、2012年は54%、2013年は70%の圃場で残草が認められた。また、イヌタデ (*Persicaria longiseta* (De Bruyn) Kitag.) とタカサブロウ類の残草圃場率は両年ともに50%以上であった。次いで、残草圃場率の高い順にメヒシバ (*Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler) で41~51%、アメリカセンダングサ (*Bidens frondosa* L.) で32%、エノキグサ (*Acalypha australis* L.) で27~29%、クサネム (*Aeschynomene indica* L.) で18~39%、アゼガヤ (*Leptochloa chinensis* (L.) Nees) で13~23%であった。ダイズ成熟期に残草した個体の草高が1.5m以上になるホソアオゲイトウ (*Amaranthus hybridus* L.) とシロザ (*Chenopodium album* L.) の残草圃場率はやや低く、それぞれ7~17%、15~17%であった。一方、一般に飼料畑を中心に発生しているホオズキ類 (ヒロハフウリンホオズキ (*Physalis angulata* L. var. *angulata*), ヒメセンナリホオズキ (*P. pubescens* L.)), イヌホオズキ類, イチビ (*Abutilon theophrasti* Medik.), オオクサキビ (*Panicum dichotomiforum* Michx.) およびワルナスビ (*Solanum carolinense* L.) の残草圃場率は5%以下で低かった。

次に地域別に残草草種をみると、山口県全体における残草圃場率が30%以上のイヌビエ、イヌタデ、タカサブロウ類、メヒシバおよびアメリカセンダングサは、地域に関係なく残

草圃場率は高かった。イヌビエに限ってみると、2012年のダイズ生育期間中にイネ科雑草に対して高い防除効果を示すキザロホップエチル水和剤が散布された山口管区北部ではイヌビエ残草圃場率は低かったものの、その他の地域では概ね40%以上であった。また、ホソアオゲイトウとシロザは調査年度によって分布のばらつきはあるものの、概ね山口県下全域で残草が認められた。アゼガヤについては2年間ともに萩では残草が認められなかったが、その他の地域では残草が認められた。ホオズキ類は柳井、下関および長門管区、イヌホオズキ類およびイチビは下関および長門管区、オオクサキビは岩国および柳井管区で残草圃場率が高く、地域により偏った残草を示した。ワルナスビは、山口管区南部の畦畔際と柳井管区の畦畔のみでの残草であった。

残草が目立つ程度である残草程度少（1本 $m^{-2}$ ）以上と雑草害が懸念される「中」（10本 $m^{-2}$ ）以上の草種について、2012年と2013年の調査結果を第4-4表に示した。残草程度「少」以上の草種は2012年では16種、2013年では14種で、残草圃場率はイヌタデの9~12%で最も高く、次いでイヌビエが6~9%、タカサブロウ類が7%、メヒシバが1~5%であった。アメリカセンダングサ、エノキグサ、クサネム、ホソアオゲイトウおよびシロザの残草圃場率は4%以下であった。ヒロハフウリンホオズキは2012年に1.6%の圃場で「少」程度以上の残草が確認されたが、2013年およびイヌホオズキ類とワルナスビは両年ともに0%であった。また、残草程度「中」以上に限ると2012年では14種、2013年では8種で、残草圃場率の上位3種はイヌタデ、イヌビエ、タカサブロウ類であった。

## 2 ダイズ成熟期の帰化アサガオ類の残草実態

山口県のダイズ圃場における帰化アサガオ類の残草圃場率について、2012年と2013年の調査結果を第4-5表に示した。帰化アサガオ類全体の残草圃場率は、2012年では15.3%、2013年では14.8%であった。種類別ではマメアサガオ (*Ipomoea lacunosa* L.) が5.9~6.6%、マルバルコウ (*I.coccinea* L.) が5.9~6.4%と2種の残草が多かった。ホシアサガオ (*I.triloba* L.) は0.8~2.8%、アメリカアサガオ (*I.hederacea* Jacq.var.*hederacea*) とマルバアメリカアサガオ (*I.hederacea* var.*integriuscula* A.Gray) は2012年には残草は確認されなかったが、2013年にはそれぞれ1.3%、2.1%であった。

地域別の帰化アサガオ類の残草は、2012年は岩国管区と山口管区北部を除く7地域、2013年は全調査地域で残草が確認された。また、2012年の調査で帰化アサガオ類の残草がなかった岩国管区でも、2013年では残草が認められた。

残草が目立つ程度である残草程度少（被度5%）以上と雑草害が懸念される「中」（同10%）以上の帰化アサガオ類の種類について、2012年と2013年の調査結果を第4-6表に示した。残草程度「少」以上の残草圃場率は、帰化アサガオ類全体では3.4~7.2%、草種別ではマメアサガオが1.3~3.8%、マルバルコウが1.7~1.9%で、その他の草種に比べて高かった。残草程度「中」以上に限ると、帰化アサガオ類全体の残草圃場率は2.8~3.0%、草種別ではマメアサガオが0.9~1.3%、マルバルコウが0.8~1.6%で、残草程度「少」と同様にその他の種類に比べて高かった。

## 考 察

今回の残草実態調査から、山口県のダイズ圃場で残草する雑草はイヌビエ、イヌタデ、タカサブロウ類、メヒシバおよびアメリカセンダングサなどの従来からある草種が主要で、



県内全域で残草が多いことが明らかになった（第4-2表，第4-3表）。イヌビエ，タカサブロウ類，アメリカセンダングサは比較的土壌水分の高い立地に多いとされる（草薙1994）。山口県内の多くの法人では水稲2年ダイズ1年あるいは水稲1年ダイズ1年の輪作体系を行っており，ダイズ圃場の95%が水田転換畑であることが，これらの草種の残草の多かったことと関係していると考えられる。タデ類およびメヒシバについては，山口県の畑雑草についての2013年の報告（農林水産省生産局2013）と同様に残草が多かった。

今回の調査ではクサネムは18～39%，アゼガヤは13～23%の圃場で残草が確認されたが，隣接地域の九州ではクサネムは59%，アゼガヤは91%のダイズ圃場で発生し，アゼガヤでは40%近くが多発圃場である（住吉2008）。これらの草種は水田と畑に共通して発生するが（川名ら2005），本県では水稲圃場でも直播栽培を中心として残草が多い。

難防除雑草であるヒユ類，ホオズキ類・イヌホオズキ類については，農研機構中央農業総合研究センター（2009）および農林水産省生産局（2013）の調査では無発生であり，問題雑草として認識されていない。今回の調査では，ホソアオゲイトウなどヒユ類の残草圃場率は13～26%で，地域に偏りなく県内全域で残草が認められ，雑草害が著しい圃場も確認された（第4-2表，第4-3表）。一方，ホオズキ類・イヌホオズキ類およびイチビなどの外来雑草の残草圃場率は全県では5%以下で，残草地域も柳井，下関および長門管区で地域に偏りがあり，山口県内ではこれらの草種は侵入の初期段階であると考えられる。

ダイズ圃場で残草が目立つ残草程度「少」以上の残草圃場率は高い草種で10%程度であったが，雑草害が懸念される残草程度「中」以上に限ると5%以下で少なかった（第4-4表）。草種別に残草圃場率をみると，イヌタデ，イヌビエおよびタカサブロウ類で残草圃場

率が高く、これは第 4-2 表および第 4-3 表で示した残草圃場率の上位草種と同様の結果であった。残草圃場率の高かった圃場は、中耕培土が未実施あるいは、中耕培土後の畦肩部分に多くの残草が観察された。山口県のダイズ圃場における雑草防除体系は、播種後の土壌処理剤と中耕除草、中耕培土を基本としている（山口県農林水産部 2011）。

山口県における帰化アサガオ類については、2009 年の報告（農研機構中央農業総合研究センター 2009）では発生地域は岩国と美祢管区のみであった。また、2013 年の報告（農林水産省生産局 2013）では、山口県全体では「少」程度の発生が記録されている。今回の 2 年間の調査結果では、約 15%の圃場で残草し、ほぼ山口県全域に分布していることが明らかになった（第 4-5 表）。山口県に隣接する北部九州の 2006 年の調査ではホシアサガオとアメリカアサガオの発生が多い（保田・住吉 2010）が、山口県ではマルバルコウとマメアサガオが多かった。一方、雑草害が懸念される残草程度「中」以上の圃場は、山口県内全域でみると 3%程度（第 4-6 表）で、地域も柳井、長門および萩管区に限られ、北部九州（保田・住吉 2010）と同様に帰化アサガオ類の被害は局地的であると判断された。

今回の残草実態調査により、過去のアンケート調査では山口県のダイズ圃場において、報告がなかった難防除雑草のホオズキ類・イヌホオズキ類、ホソアオゲイトウなどのヒユ類および帰化アサガオ類の初発の地域が確認できたとともに、侵入、発生分布が拡大していることが明らかになった。



第4-1図 山口県における農林事務所管区区分.

第4-1表 地域別の調査経営体数と調査圃場数.

調査年度	調査地域	岩国	柳井	周南	山口		美祢	下関	長門	萩	県全体
					南部	北部					
2012年	調査経営体数	4	8	4	4	1	6	11	5	4	47
	調査圃場数	8	22	39	95	37	25	30	21	43	320
2013年	調査経営体数	3	7	7	4	-	3	11	4	4	43
	調査圃場数	13	23	22	67	-	15	47	16	33	236

第4-2表 山口県のダイズ圃場において、2012年の調査で残草が確認された  
 帰化アサガオ類を除く草種別残草圃場率.

草種 <sup>1)</sup>	調査地域									
	岩国	柳井	周南	山口		美祢	下関	長門	萩	県全体
				南部	北部					
イヌビエ	50.0	63.6	56.4	62.1	18.9	96.0	40.0	66.7	41.9	54.4
イヌタデ	25.0	36.4	84.6	36.8	59.5	40.0	46.7	52.4	72.1	51.9
タカサブロウ類	62.5	50.0	43.6	34.7	75.7	88.0	50.0	42.9	60.5	51.9
メヒシバ	50.0	50.0	48.7	38.9	29.7	48.0	20.0	28.6	60.5	41.3
アメリカセンダングサ	37.5	50.0	25.6	6.3	43.2	40.0	53.3	42.9	46.5	31.6
エノキグサ	25.0	31.8	7.7	9.5	70.3	16.0	10.0	9.5	67.4	26.6
クサネム	25.0	68.2	12.8	20.0	2.7	12.0	3.3	23.8	18.6	18.4
ホソアオゲイトウ	25.0	36.4	12.8	10.5	32.4	8.0	3.3	28.6	18.6	16.9
シロザ	12.5	27.3	20.5	2.1	0	8.0	10.0	38.1	53.5	16.6
エノコログサ類	12.5	18.2	33.3	2.1	13.5	28.0	16.7	28.6	11.6	15.0
ヒメムカシヨモギ	25.0	0	38.5	0	59.5	0	3.3	0	2.3	12.8
アゼガヤ	37.5	31.8	7.7	21.1	0	0	0	33.3	0	12.5
カヤツリグサ類	12.5	4.5	0	17.9	0	4.0	6.7	14.3	30.2	11.9
オオイヌタデ	0	4.5	15.4	9.5	0	12.0	3.3	33.3	2.3	8.8
ホナガイヌビユ	0	9.1	2.6	22.1	2.7	0	0	0	0	7.8
ヌカキビ	12.5	22.7	23.1	0	0	12.0	13.3	0	7.0	7.8
イヌホオズキ類	0	4.5	0	1.1	8.1	12.0	6.7	28.6	0	5.0
ヒロハフウリンホオズキ	0	0	5.1	1.1	2.7	4.0	16.7	19.0	0	4.4
チョウジタデ	12.5	9.1	0	1.1	0	20.0	3.3	0	0	3.1
コセンダングサ類	0	4.5	20.5	0	0	4.0	0	0	0	3.1
スベリヒユ	0	0	0	7.4	0	4.0	0	9.5	0	3.1
オオクサキビ	37.5	9.1	5.1	0	0	0	0	0	0	2.2
イチビ	0	0	0	0	2.7	0	0	9.5	4.7	1.6
イヌビユ	0	4.5	0	2.1	0	4.0	0	0	0	1.3
オオオナモミ	12.5	0	0	0	0	4.0	3.3	0	2.3	1.3
エビスグサ	0	0	0	3.2	0	0	0	0	0	0.9

1) タカサブロウ類はタカサブロウおよびアメリカタカサブロウ、エノコログサ類はエノコログサ、アキノエノコログサ、キンエノコロ、カヤツリグサ類はカヤツリグサ、コメガヤツリ、イヌホオズキ類はイヌホオズキ、オオイヌホオズキ等、コセンダングサ類はコセンダングサ、コシロノセンダングサを識別せず調査した。

第4-3表 山口県のダイズ圃場において、2013年の調査で残草が確認された  
 帰化アサガオ類を除く草種別残草圃場率.

草 種 <sup>1)</sup>	調査地域								
	岩国	柳井	周南	山口	美祢	下関	長門	萩	県全体
イヌビエ	92.3	65.2	77.3	77.6	80.0	38.3	87.5	78.8	70.3
タカサブロウ類	84.6	43.5	63.6	38.8	93.3	53.2	43.8	45.5	51.7
メシバ	76.9	43.5	54.5	64.2	60.0	53.2	37.5	18.2	51.3
イヌタデ	76.9	39.1	77.3	52.2	60.0	42.6	50.0	33.3	50.4
クサネム	69.2	65.2	36.4	49.3	46.7	12.8	37.5	21.2	38.6
アメリカセンダングサ	46.2	17.4	40.9	20.9	46.7	44.7	31.3	30.3	32.2
エノキグサ	46.2	30.4	54.5	11.9	60.0	29.8	31.3	24.2	29.2
アゼガヤ	38.5	52.2	4.5	38.8	6.7	6.4	37.5	0	22.9
カヤツリグサ類	46.2	26.1	27.3	17.9	40.0	4.3	0	9.1	17.4
エノログサ類	30.8	8.7	27.3	7.5	20.0	23.4	0	12.1	14.8
シロザ	15.4	30.4	31.8	7.5	6.7	8.5	6.3	24.2	14.8
ヌカキビ	30.8	8.7	31.8	0	0	4.3	0	12.1	8.1
ホソアオゲイトウ	0	34.8	9.1	0	0	10.6	6.3	3.0	7.2
スベリヒユ	15.4	8.7	18.2	0	6.7	6.4	12.5	3.0	6.4
チョウジタデ	38.5	13.0	13.6	4.5	0	0	0	3.0	6.4
ホナガイヌビユ	0	0	0	16.4	6.7	0	12.5	0	5.9
ツユクサ類	15.4	4.3	0	0.0	6.7	2.1	6.3	6.1	3.4
イヌホオズキ類	0	0	0	1.5	0	8.5	12.5	0	3.0
トキンソウ	7.7	0	0	0	0	6.4	12.5	3.0	3.0
オオクサキビ	23.1	17.4	0	0	0	0	0	0	3.0
ヒロハフウリンホオズキ	0	17.4	0	0	0	0	12.5	0	2.5
イボクサ	15.4	4.3	9.1	0	0	0	0	0	2.1
イチビ	0	0	0	0	0	2.1	6.3	0	0.8
エビスグサ	0	4.3	0	0	0	0	0	0	0.4
センナリホオズキ	0	0	0	0	0	0	6.3	0	0.4

1) 草種名詳細は第4-2表に同じ.

第4-4表 山口県のダイズ圃場において、2012年および2013年の調査で残草が確認された帰化アサガオ類を除く草種における残草程度  
少以上および中以上の残草圃場率(県全体).

草 種	2012年調査		2013年調査	
	残草程度		残草程度	
	少以上	中以上	少以上	中以上
イヌタデ	11.6	5.0	8.5	3.4
イヌビエ	9.4	2.8	5.9	3.0
タカサブロウ類	6.9	1.6	6.8	3.0
メシバ	5.0	0.9	0.8	0
エノキグサ	4.4	0.3	1.7	0.8
シロザ	4.4	1.3	0.8	0
カヤツリグサ類	3.0	0.9	0	0
アメリカセンダングサ	2.5	1.3	2.1	0.8
ホソアオゲイトウ	2.5	0.3	0.8	0
クサネム	1.9	0.6	0.4	0
エノコログサ類	1.6	0.6	1.3	1.3
ヒロハフウリンホオズキ	1.6	0	0	0
ヌカキビ	1.3	0.6	0.4	0
オオイヌタデ	0.9	0.6	0	0
アゼガヤ	0.6	0.6	0.4	0
ホナガイヌビユ	0.3	0	0.4	0.4
イヌホオズキ類	0	0	0	0
スベリヒユ	0	0	1.3	0.4

第4-5表 山口県のダイズ圃場において、2012年および2013年の調査で残草が確認された  
 帰化アサガオ類の地域別残草圃場率。

調査 年度	草 種	調査地域									県全体
		岩国	柳井	周南	山口		美祢	下関	長門	萩	
					南部	北部					
2012年	マメアサガオ	0	4.5	23.1	4.2	0	0	0	19.0	7.0	6.6
	マルバルコウ	0	13.6	0	5.3	0	4.0	0	4.8	20.9	5.9
	ホシアサガオ	0	4.5	0	3.2	0	0	16.7	0	0	2.8
	アサガオ類全体	0	22.7	23.1	12.6	0	4.0	16.7	23.8	27.9	15.3
2013年	マルバルコウ	7.7	8.7	18.2	4.5	—	20.0	0	0	6.1	6.4
	マメアサガオ	0	8.7	9.1	0	—	0	21.3	0	0	5.9
	マルバアメリカアサガオ	0	0	0	0	—	0	0	12.5	9.1	2.1
	アメリカアサガオ	0	0	4.5	1.5	—	0	0	6.3	0	1.3
	ホシアサガオ	0	8.7	0	0	—	0	0	0	0	0.8
	アサガオ類全体	7.7	26.1	22.7	4.5	—	20.0	21.3	18.8	12.1	14.8



第4-6表 山口県のダイズ圃場において、2012年および2013年の調査で残草が確認された帰化アサガオ類における残草程度少以上および中以上の残草圃場率(県全体).

草 種	2012年調査		2013年調査	
	残草程度		残草程度	
	少以上	中以上	少以上	中以上
マルバルコウ	1.9	1.6	1.7	0.8
マメアサガオ	1.3	0.9	3.8	1.3
マルバアメリカアサガオ	0	0	1.3	0.4
アメリカアサガオ	0	0	0.8	0.4
ホシアサガオ	0.3	0.3	0.4	0.4
アサガオ類全体	3.4	2.8	7.2	3.0

## 第2節 不耕起栽培では除草剤散布のみでも雑草を抑制できる

### 材料と方法

試験は供試圃場、品種、播種期等の耕種概要は第3章第1節と同様にして、不耕起区と慣行区を設けた。除草剤は播種前にグリホサートアンモニウム塩を  $0.25 \text{ mL m}^{-2}$ 、播種後にジメテナミド乳剤を  $0.15 \text{ mL m}^{-2}$  散布した。ダイズの生育期間中に、MINOLTA 社製の照度計 (LX-1332) を用いて条間中央部の地表面の照度と草冠上の照度を測定した。

不耕起区では生育期茎葉処理除草剤の除草効果と薬害を調査するため、第4-7表に示す処理区を設け、ベンタゾン液剤とキザロホップエチル水和剤を充電式加圧噴霧器で散布し、1区面積  $44 \text{ m}^2$ 、2区制とした。処理後に薬害を調査するとともに、残草調査として6月28日播種では8月15日、7月12日播種では8月29日に、不耕起区では  $0.9 \text{ m}^2$ 、慣行区では  $1.5 \text{ m}^2$  の雑草を抜き取り、草種別に乾物重を測定した。6月28日播種では、成熟期にベンタゾン液剤  $0.15 \text{ mL m}^{-2}$  区と  $0 \text{ mL m}^{-2}$  区について、 $7.2 \text{ m}^2$  の株を抜き取り、収量と収量構成要素を調査した。

### 結 果

第4-8表には不耕起播種したダイズ品種「サチユタカ」におけるベンタゾン液剤の処理量が薬害症状および初期生育に及ぼす影響を示した。6月28日播種ではベンタゾン液剤処理区で処理時に展開していた葉に色抜け、縮葉の薬害症状と生育抑制が認められた。そのため、処理後7日および14日の主茎長および草高は無処理区に比べて、10%程度短かつ

た。7月12日ではベンタゾン液剤処理区で色抜けおよび縮葉の薬害症状は認められたものの、生育抑制はみられず主茎長および草高の抑制はなかった。

第4-9表には生育抑制が認められた6月28日に不耕起播種したダイズ「サチユタカ」におけるベンタゾン液剤処理の有無が成熟期の生育、収量および収量構成要素に及ぼす影響を示した。収量はベンタゾン液剤の有無により大きな差はなかった。稔実莢数はベンタゾン液剤処理区で少ない傾向を示したものの、1莢粒数が多く、百粒重には差はなかった。ベンタゾン液剤処理区は全重が軽く、収穫指数が高い傾向を示した。総節数および分枝数はベンタゾン液剤処理区で少ない傾向を示した。主茎長および最下着莢高はベンタゾン液剤処理区で短く、低い傾向を示した。

ダイズ品種「サチユタカ」の不耕起栽培と耕起栽培における播種期別相対照度の推移を第4-2図に示した。相対照度は不耕起区が慣行区に比べて早く低下し、6月28日播種では播種後35日頃、7月12日播種では同40日頃に10%以下となり、慣行区に比べても5～10日程度早く低下した。

第4-3図にはダイズ「サチユタカ」の不耕起栽培における除草剤処理が雑草の乾物重に及ぼす影響を示した。雑草乾物重は、6月28日および7月12日播種ともにベンタゾン液剤処理薬量0 mL m<sup>-2</sup>でそれぞれ5.3g m<sup>-2</sup>、10.8g m<sup>-2</sup>と高かった。6月28日播種のベンタゾン液剤処理薬量0.15 mL m<sup>-2</sup>は0.2g m<sup>-2</sup>と慣行区の1.9g m<sup>-2</sup>に比べて低く、7月12日播種のベンタゾン処理薬量0.15 mL m<sup>-2</sup>+キザロホップエチル処理薬量0.30 mL m<sup>-2</sup>も0.1g m<sup>-2</sup>と低かった。

## 考 察

ダイズの雑草防除は、耕起栽培では一般に、播種直後に土壌処理剤を散布し中耕培土することにより行う。しかし、不耕起栽培では、条間が 30 cm しかなく中耕培土することができず、土壌処理剤を散布することのみに頼らざるを得ない。土壌処理剤の効果は、とくに梅雨期に播種する場合、降雨により変動しやすく、後次発生の雑草が問題となる。

ダイズは一度茎葉が繁茂して草冠を覆いつくせば、雑草の生育を抑制できる。とくに条間を狭めることにより草冠は早期に覆われ、雑草抑制効果が高まる（中谷・野口 1991, 大段ら 2005）。本試験でも、不耕起栽培は密条であるため、慣行栽培に比べて相対照度が 5 ～10 日程度早く 10%以下に低下し、除草必要期間を短くできた（第 4-2 図）。残草は 6 月 28 日播種ではアメリカセンダングサのみであり、土壌処理剤のみでも雑草の生育を抑制できた。

キザロホップエチル水和剤は、イネ科雑草対象薬剤であるが、ダイズに対する薬害がなく除草効果も高く、実用性が高いことが認められた（第 4-3 図）。この除草剤の処理適期幅は、イネ科雑草の 10 葉期までで適期幅が広く、従来のイネ科対象剤に比べると使用しやすい（J A 全農肥料農薬部技術対策課 2016）。

一方、ベンタゾン液剤については、2005 年に「だいず」（除草剤の登録はひらがなで「だいず」）に対して登録拡大され、感受性の品種間差があることが示されている（渋谷ら 2006, 岡部ら 2006）。「サチユタカ」のベンタゾン液剤に対する感受性は、中間的で問題となるような薬害は発生しない。本試験でもベンタゾン液剤は、ダイズの収量に影響しなかったが、6 月 28 日播種では主茎長を短くした。ベンタゾンは雑草の光合成を阻害する薬剤であり（嶺・松中 1973）、高日射、高温といった光合成が高まる条件でダイズにも

葉害を及ぼす。6月28日播種では処理時刻が午前11時30分で、日射量が多く、しかも気温が高い条件であり（第4-7表）、葉害が強く発生したようである。また、渋谷ら（2006）は、感受性の高い「タチユタカ」を用いて、薬量が2倍量で初期葉害が増加した事例を報告している。

不耕起栽培での除草体系は、薬剤に頼るしかないため、ダイズ播種前に茎葉処理剤を使用し、播種後出芽前に土壌処理剤を使用して初期防除に努めるとともに、生育期間中に茎葉処理剤を複数組み合わせ使用したものを提案したい（第4-4図）。

第4-7表 山口県農林総合技術センター(山口県山口市)において、ダイズ「サチユタカ」を用いて行った雑草防除試験における除草剤処理と処理時の状況.

播種期	播種法	苗立 本数 (本 $m^{-2}$ )	中耕 培土 (月/日)	除草剤処理			処理時の状況				天気 時刻
				処理日 (月/日)	ベンタンゾン 液剤 薬量 (ml $m^{-2}$ )	キザロホップ エチル水和剤 薬量 (ml $m^{-2}$ )	ダイズ (葉期)	主要雑草(草高cm)			
								イヌビ エ	アメリカ センダン グサ	タカサ ブロウ 類	
6月28日	不耕起	21.6	—	7/24	0, 0.15	—	5	—	10	5	晴
	慣行	19.5	7/25	無	—	—					11時30分
7月12日	不耕起	18.4	—	8/15	0, 0.15	0, 0.30	8~9	20	10~15	10	晴
	慣行	18.3	8/8, 8/16	無	—	—					16時

対象草種はベンタンゾン液剤がカヤツリグサおよび広葉雑草, キザロホップエチル水和剤がイネ科雑草である.

第4-8表 山口県農林総合技術センター(山口県山口市)において, ベンタゾン液剤の処理量が不耕起栽培したダイズ「サチユタカ」の薬害症状, 主茎長および草高に及ぼす影響.

播種期 (月/日)	ベンタゾン 処理薬量 (ml m <sup>-2</sup> )	薬害症状	主茎長(cm)		草高(cm)	
			+7	+14	+7	+14
6/28	0.15	色抜け, 縮葉, 生育抑制	28(91)	39(88)	41(88)	56(87)
	0	無	31	44	47	64
7/12	0.15	色抜け, 縮葉	—	—	—	—
	0	無	—	—	—	—

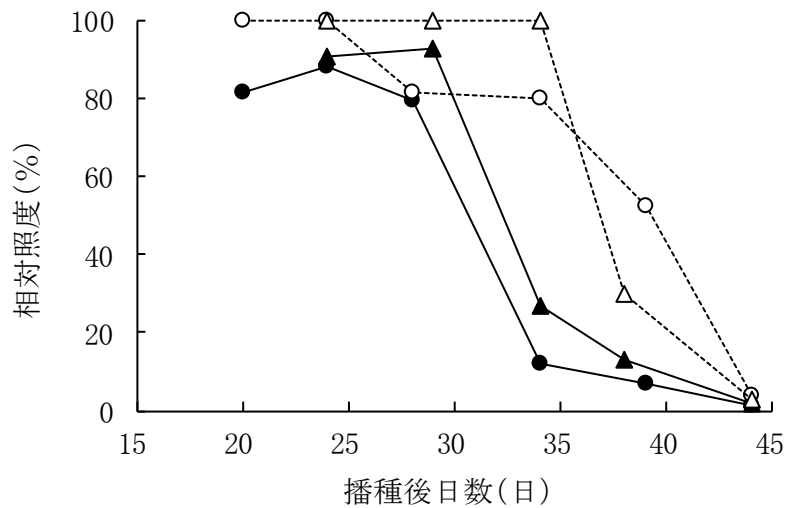
+7, +14はそれぞれ処理後7日, 14日を示す. 括弧内の数字は薬量0ml区対比.

第4-9表 山口県農林総合技術センター(山口県山口市)において、ベンタゾン液剤の処理量が  
6月28日に不耕起播種したダイズ「サチユタカ」の収量および収量構成要素, 全重,  
収穫指数, 総節数, 主茎長, 最下着莢高, 主茎節数および分枝数に及ぼす影響.

ベンタゾン液剤 処理量 (ml m <sup>-2</sup> )	収量 (ml m <sup>-2</sup> )	稔実 莢数 (莢 m <sup>-2</sup> )	1莢 粒数 (粒/莢)	百粒 重 (g)	全重 (g m <sup>-2</sup> )	収穫 指数 (%)	総節数 (節 m <sup>-2</sup> )	主茎 長 (cm)	最下着 莢高 (cm)	主茎 節数 (節)	分枝 数 (本m <sup>-2</sup> )
0.15	431	787	1.50	36.5	795	54.2	673	39.4	11.8	12.8	76
0	443	910	1.35	36.1	863	51.3	831	44.5	13.4	13.1	88
対比(%)	97	86	111	101	92	106	81	89	88	98	86

対比(%)はベンタゾン液剤処理薬量0.15ml m<sup>-2</sup>を0ml m<sup>-2</sup>で除した値.

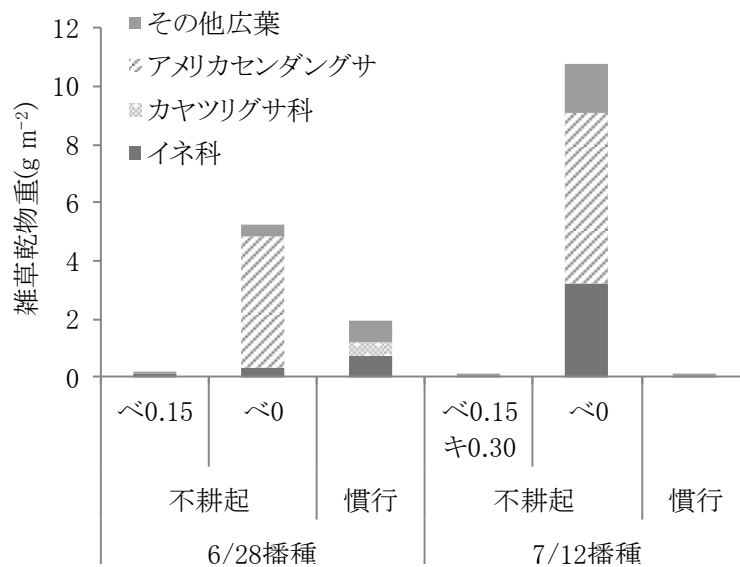




第4-2図 山口県農林総合技術センター(山口県山口市)において栽培したダイズ「サチユタカ」の播種期, 栽培法と相対照度の推移.

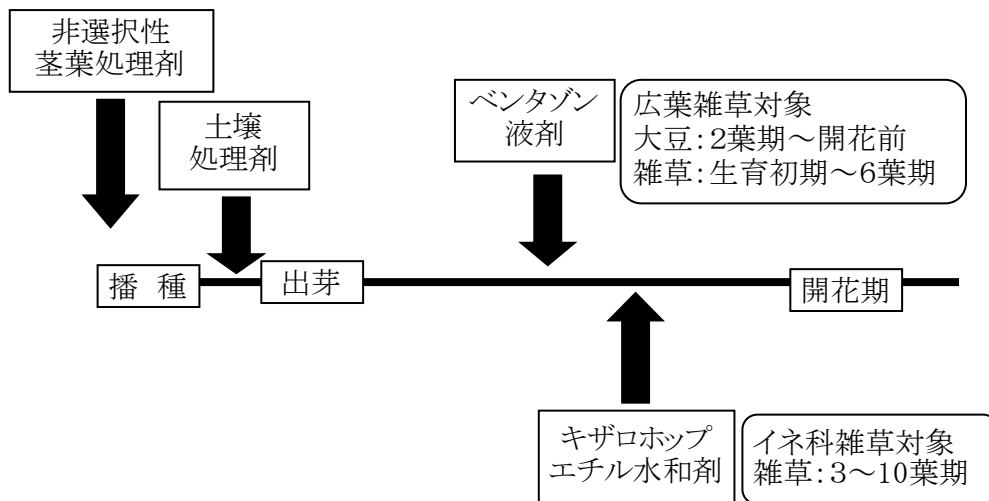
- 6/28播種-不耕起, ○ 6/28播種-慣行
- ▲ 7/12播種-不耕起, △ 7/12播種-慣行

相対照度は条間中央部の地表面の照度を測定し, 草冠上の照度を100とした比率で求めた.



第4-3図 山口県農林総合技術センター(山口県山口市)において、不耕起栽培および耕起栽培したダイズ「サチユタカ」の播種期、除草剤処理が雑草乾物重に及ぼす影響。

不耕起は中耕培土未実施。不耕起のべはベンタゾン、キはキザロホップエチル水和剤を、数字は薬量(ml m<sup>-2</sup>)を示す。慣行は中耕培土を実施。



第4-4図 不耕起栽培の除草体系(模式図).

## 第5章 極晩播となっても密条栽培でコンバインの刈り残し軽減が図れる

第2章では「サチユタカ」の収量は、山口県の平坦部において6月上旬播種から7月上旬播種では差はないが、7月中旬以降の播種では低下することを明らかにした。しかしながら、6月上旬から7月上旬は梅雨期にあたるため、雨が多く、計画どおりに播種できないことが多い。また、法人化等によりダイズの作付け規模が拡大しており、圃場の排水対策が十分に行えていないことも相まって、播種作業が7月中旬から梅雨明け後の7月下旬（極晩播）になることも多い。「サチユタカ」の極晩播栽培では、条間を狭くする密条栽培により、莢数が増え子実収量も増加する傾向を認めている（古畑ら2008, 内川ら2009）。

そこで本章では、極晩播栽培における栽植様式と栽植密度の違いが収量に及ぼす影響を明らかにした。密条栽培は無中耕無培土栽培であることから、倒伏と雑草についても検討した。

### 材料および方法

試験は2007年と2008年の2年間、ダイズ品種「サチユタカ」を用い、山口県農林総合技術センター（山口市大内御堀）の水田転換畑で実施した。供試圃場の土質（土性）は灰色低地土（砂壤土）、前作にはコムギを作付けし、麦稈は全量鋤込みとした。播種期は7月中旬（2007年7月19日、2008年7月16日）、7月下旬（2007年7月27日、2008年7月28日）の2水準とし、事前耕起後、耕耘同時畦立方式により機械で播種した。栽植様式は、畦幅150cmで1畦2条の慣行（条間75cm）、1畦4条の密条（畦上の条間25cm）の

2 様式とし、第 5-1 表に示すとおり栽植密度を慣行区では 1 水準、密条区では 3~4 水準設  
け、1 株 2 粒播き設定の目皿を使用した。施肥は全量基肥とし、炭酸苦土石灰  $100 \text{ g m}^{-2}$   
とリン酸  $8 \text{ g m}^{-2}$ 、カリ  $8 \text{ g m}^{-2}$  を PK 化成で耕起前に散布し、全層に混和した。除草剤は播  
種前にグリホサートアンモニウム塩液剤を  $0.25 \text{ mL m}^{-2}$ 、播種後にジメテナミド乳剤を同じ  
く  $0.15 \text{ mL m}^{-2}$  散布した。ただし、2007 年 7 月中旬播種のみ、播種後の除草剤としてプロ  
メトリン・ベンチオカーブ乳剤  $0.60 \text{ mL m}^{-2}$  を散布した。慣行区においては 7 月中旬播種  
では 8 月中旬、7 月下旬播種では 8 月下旬に中耕培土を実施し、病虫害防除はいずれも山  
口県のダイズ栽培技術指針に準じて行った。なお、中耕培土を行わない密条の倒伏軽減対  
策は、中耕培土と同日に乗用管理機のカルチにより溝部分の土を畦上に飛ばし、子葉節程  
度まで土入れを行った（第 5-1 図）。

生育期には開花期、成熟期、倒伏の程度を調査するとともに、播種後 18 日からほぼ 5  
日毎に、条間中央部の地際部において照度を MINOLTA 社製照度計（LX-1332）によって測定  
し、同時に測定した草冠上の照度との相対値で示した。9 月上旬には慣行では畦幅 150 cm  
×畦長 100 cm、密条では 1 畦を畦中央部と溝・畦肩部に分け、それぞれ幅 75 cm×畦長 100  
cm の雑草を抜き取り、地上部乾物重（ $80^{\circ}\text{C}$  で 48 時間通風乾燥）を調査した。10 月中旬に  
は 1 区 10 個体を抜き取り、花器痕跡数（着花数）と稔実莢数を測定し、結莢率を求めた。  
成熟期には  $7.2 \text{ m}^2$  の株を抜き取り、地上部を子葉節から切り取り風乾させた。採取株のう  
ち生育が中庸な 20 株について総節数、稔実莢数を調査し、さらに、抜き取り株全体から収  
量を求めるとともに、全重、百粒重、1 莢粒数、収穫指数を調査した。子実水分は 15% と  
して収量および百粒重を求めた。

## 結 果

### 1 栽植様式，栽植密度が収量および収量構成要素に及ぼす影響

第5-2表には7月中旬および7月下旬に播種したダイズ品種「サチユタカ」の栽植様式，栽植密度が収量および収量構成要素，全重，収穫指数，総節数，分枝数，着花数，結莢率，総節数および外観品質に及ぼす影響を示した。

収量は7月中旬播種，7月下旬播種とも密条のいずれの栽植密度も慣行との間に有意差がなかった。稔実莢数は7月下旬播種の密条29.5本 $m^{-2}$ と36.6本 $m^{-2}$ が慣行，密条19.2本 $m^{-2}$ より多く，1莢粒数は7月下旬播種の密条36.6本 $m^{-2}$ が，慣行，密条19.2本 $m^{-2}$ ，密条23.0本 $m^{-2}$ より少なかった。百粒重は7月下旬播種の密条23.0本 $m^{-2}$ ，29.5本 $m^{-2}$ ，36.6本 $m^{-2}$ が慣行ならびに密条19.2本 $m^{-2}$ より重かった。

全重は7月中旬播種では栽植様式，栽植密度による差はなく，7月下旬播種では密条36.6本 $m^{-2}$ が慣行に比べて重かった。収穫指数は7月中旬播種の密条26.0本 $m^{-2}$ ，7月下旬播種の密条36.6本 $m^{-2}$ がいずれも慣行より低かった。総節数は7月中旬播種では慣行が少なく，7月下旬では慣行が密条の29.5本 $m^{-2}$ ，36.6本 $m^{-2}$ より少なかった。分枝数は7月中旬播種では密条26.0本 $m^{-2}$ が，密条17.4本 $m^{-2}$ ，22.0本 $m^{-2}$ より少なく，7月下旬播種では密条36.6本 $m^{-2}$ が少なかった。着花数は7月中旬播種では密条26.0本 $m^{-2}$ が，7月下旬播種では密条29.5本 $m^{-2}$ ，36.6本 $m^{-2}$ が多かった。結莢率は7月中旬播種では密条26.0本 $m^{-2}$ ，7月下旬播種では密条36.6本 $m^{-2}$ が低かった。

### 2 栽植様式，栽植密度が生育および着莢位置に及ぼす影響

第 5-3 表には 7 月中旬および 7 月下旬に播種したダイズ品種「サチユタカ」の栽植様式、栽植密度が開花期、成熟期、主茎長、主茎節数および茎径に及ぼす影響を示した。開花期は 7 月中旬播種、7 月下旬播種とも栽植様式、栽植密度による差はなかった。成熟期は 7 月中旬播種、7 月下旬播種とも慣行に比べて密条で 1~2 日遅く、栽植密度が高いほど遅れる傾向があった。主茎長、主茎節数、茎径、最下着莢高およびコンバインの刈残しが懸念される子葉節から 15 cm までに着生する下位稔実莢割合は、栽植様式による差はなかった。主茎節数は、密条のいずれの栽植密度でも差はなかったものの、主茎長は栽植密度が高いほど長く、茎径は細かった。最下着莢高は栽植密度が高いほど高い傾向があったものの、下位稔実莢割合は栽植密度による差はなかった。

第 5-2 図には 7 月中旬および 7 月下旬に播種したダイズ「サチユタカ」の栽植密度をほぼ同じにする慣行と密条における最下着莢高と下位収量割合を示した。ダイズはコンバインで収穫されることから、地際から 15 cm までの収量は実際には収量に含まれない。最下着莢高は慣行に比べて密条で高かった。その結果、下位収量割合は慣行に比べて密条で低く、慣行対比 7 月中旬播種では 21%、7 月下旬播種では 25%であった。

### 3 栽植様式、栽植密度、土入れの有無が倒伏程度に及ぼす影響

第 5-3 図には 7 月中旬および 7 月下旬に播種したダイズ「サチユタカ」の栽植密度と土入れの有無が倒伏程度に及ぼす影響を示した。倒伏程度は 7 月中旬および 7 月下旬播種とも、慣行に比べて密条で大きかった。また、密条の倒伏程度は両播種期とも、栽植密度が高いほど大きかった。倒伏程度には有意差はなかったものの、土入れ無区に比べて土入れ有区で程度は小さかった。

#### 4 栽植様式，栽植密度が相対照度の推移と雑草の発生に及ぼす影響

第5-4 および5-5 図にはそれぞれ2008年7月中旬，7月下旬に播種した「サチユタカ」の栽植様式および栽植密度が相対照度の推移に及ぼす影響を示した。相対照度は7月中旬播種において，慣行に比べて密条中央，また，17.4本 $m^{-2}$ に比べて26.0本 $m^{-2}$ が早く低下した。慣行では播種後37日頃，密条17.4本 $m^{-2}$ 中央では同30日頃，密条26.0本 $m^{-2}$ 中央では同27日頃に10%以下になった。密条17.4本 $m^{-2}$ の溝・畦肩では，慣行とほぼ同様に推移した。

相対照度は7月下旬播種においても7月中旬播種と同様に，慣行に比べて密条中央で，栽植密度が高いほど早く低下した。慣行では播種後40日頃，密条19.2本 $m^{-2}$ 中央では同32日頃，密条26.0本 $m^{-2}$ 中央では同27日頃に10%以下になった。密条19.2本 $m^{-2}$ の溝・畦肩は，慣行に比べて低下が遅れた。

第5-6 図には7月中旬ならびに7月下旬に播種した「サチユタカ」の栽植様式および栽植密度が雑草乾物重に及ぼす影響を示した。雑草の乾物重は，7月中旬播種に比べて7月下旬播種で多く，優占草種はイネ科，スベリヒユ，ザクロソウであった。密条の中央と慣行に差はなかったが，密条の溝・畦肩は慣行に比べて重く，栽植密度が低いほど重かった。

#### 考 察

「サチユタカ」の極晩播栽培では，条間を狭くする密条栽培により，莢数が増え子実収量も増加する傾向があることが示されている（古畑ら2008，内川ら2009）。本試験でも密条にすることで，増収することを期待したが，中野（1989），松永ら（2003）の報告と同様



に、収量の増加は認められなかった。一方、収量は本試験の栽植密度の範囲内では、7月中旬播種および7月下旬播種とも増減は認められなかった（第5-2表）。総節数、着花数は、栽植密度が高いほど多かったものの、結莢率が低く、1莢粒数は少なかった。中野ら（2004）は密植において、光条件が悪くなることで、結莢率が低く、1莢粒数が少なくなることを明らかにしている。本試験でも第5-4図、第5-5図に示した相対照度は、密植区で低下が早く、光環境は劣った。

極晩播栽培では短茎化するため、コンバインの刈残しが多くなることが懸念されるが、刈残しを軽減するには栽植密度を高めるのが有効である（西入1976）。本試験の結果、最下着莢高は栽植密度が高いほど高まったものの、下位稔実莢割合に差はなく、密植の効果は認められなかった（第5-3表）。一方、子葉節からの最下着莢高および下位稔実莢割合は栽植様式による差はなかったものの、地際部から測定した最下着莢高は、慣行に比べて密条が高く、下位収量割合が低かった（第5-2図）。このことから、極晩播の「サチユタカ」は、コンバインの刈残しが軽減できるため、無中耕無培土の密条が適した栽培法である。

密条は中耕培土しないことから、倒伏（齊藤ら2007、内川ら2009）と雑草の発生（齊藤ら2007）が問題であることが指摘されている。台風の接近は、試験をおこなった2年間ともになく、中耕培土を行った慣行栽培では倒伏の発生は認められなかった。一方、密条は7月中旬播種および7月下旬播種とも、倒伏が発生し、栽植密度が高いほど程度は大きかった。倒伏程度は地上部自重モーメント/押倒し抵抗モーメントと正の相関が高く、地上部自重モーメントは主茎長×主茎第一節間の太さで算出される（島田ら2002）。本試験の結果では、主茎長は密植ほど長く、茎径は細かったため、地上部自重モーメントは大きく、倒

伏が大きかった. 一方, 密条は子葉節まで土入れを行うことで有意差はなかったものの, 密植ほど倒伏程度は軽減された (第 5-3 図) ことから, 密条栽培の倒伏軽減対策として土入れの有効性が示された.

密条は畦中央部分において, 除草必要期間は短く (第 5-4 図, 第 5-5 図), 雑草の乾物重は  $1 \text{ g m}^{-2}$  以下で, 中耕培土を行った慣行並みに少なかった (第 5-6 図) ことから, 土壌処理剤との組み合わせで, 高い除草効果が得られると考えられる. 一方, 溝肩部分の条間は慣行と同じ 75 cm であるため, 相対照度の低下は慣行と差はなく, 雑草乾物重は重く, 雑草の繁茂が懸念された. これに対して, 倒伏軽減対策として行った土入れは, 畦肩部分の土を削ることから, 雑草防除の面でも有効であった.

第5-1表 山口県農林総合技術センター(山口県山口市)において、  
2007年および2008年に播種したダイズ「サチユタカ」の播種期、栽植様式、栽植密度。

試験年度	2007年								2008年									
播種期 (月/日)	7月中旬 7/19				7月下旬 7/27				7月中旬 7/16				7月下旬 7/28					
栽植 様式	慣行		密条		慣行		密条		慣行		密条		慣行		密条			
栽植密度 (本 <sup>m<sup>-2</sup></sup> )	16.5	17.2	21.5	25.1	18.3	20.5	23.5	30.1	35.4	18.0	17.7	22.6	26.9	18.3	18.0	22.5	29.0	37.8

播種作業はサイドリッジ+目皿式播種機体系で耕起後畦立て同時で行った。慣行は1畦2条、条間75cm、密条は1畦4条、畦上条間25cm。  
慣行区の中耕培土、密条区の土入れは、7月中旬播種では8月中旬、7月下旬播種では8月下旬に実施した。密条の土入れは、乗用管理  
機による逆転カルチ耕で溝・肩部分の土を畦上に飛ばして子葉節までかかる程度に行った。

1区45～66m<sup>2</sup>、1区制とし、収量調査は1区につき2カ所(7.2m<sup>2</sup>)調査した。



第5-1図 山口県農林総合技術センター(山口県山口市)において、2007年および2008年に播種したダイズ「サチユタカ」の密条栽培で行ったカルチに土入れ作業の状況。

カルチのカバーを上げて、逆転耕で畦の上に土を飛ばした。

第5-2表 山口県平坦部(山口県山口市大内)において、2007年および2008年に播種した「サチユタカ」の播種期、栽植様式および栽植密度が収量および収量構成要素、全重、収穫指数、総節数、分枝数、着花数、結莢率および外観品質に及ぼす影響。

播種期	栽植様式	栽植密度 (本 m <sup>-2</sup> )	収量 (g m <sup>-2</sup> )	稔実 莢数 (莢 m <sup>-2</sup> )	1莢 粒数 (粒/莢)	百粒 重 (g)	全重 (g m <sup>-2</sup> )	収穫 指数 (%)	総節数 (節 m <sup>-2</sup> )	分枝数 (本 m <sup>-2</sup> )	着花数 (個 m <sup>-2</sup> )	結莢率 (%)	外観 品質
7月中旬	慣行	17.2	353 a	663 a	1.56 a	34.2 a	631 a	55.8 a	432 c	37.9 bc	1376 b	51.7 a	3.3 a
	密条	17.4	361 a	677 a	1.54 a	34.6 a	654 a	55.2 a	490 b	49.6 a	1464 b	50.7 a	4.0 a
		22.0	359 a	704 a	1.44 a	35.3 a	669 a	53.5 ab	516 ab	46.7 ab	1652 b	45.3 ab	3.5 a
		26.0	348 a	705 a	1.43 a	34.6 a	677 a	51.2 b	544 a	35.6 c	1786 a	42.5 b	3.5 a
7月下旬	慣行	18.3	306 a	603 b	1.54 a	33.2 b	527 b	58.1 a	415 c	44.6 a	1090 b	53.7 a	4.3 a
	密条	19.2	315 a	590 b	1.63 a	33.0 b	552 ab	57.0 ab	430 c	44.3 a	1257 b	51.8 a	4.0 a
		23.0	323 a	619 ab	1.54 a	33.9 a	565 ab	57.1 ab	473 bc	44.8 a	1384 b	48.5 a	4.0 a
		29.5	319 a	683 a	1.39 ab	33.9 a	583 ab	55.1 abc	552 ab	46.1 a	1551 a	46.0 a	4.0 a
		36.6	321 a	758 a	1.23 b	34.3 a	612 a	52.4 c	618 a	36.3 b	1676 a	38.2 b	3.8 a

データは2007年および2008年の2年間の平均値。

収量および百粒重は7.3mmの篩で選別後、著しい変質粒を除き水分15%に換算した。

外観品質は1(1等の上)~7(規格外)で、1~3までが概ね検査等級の1等、4が2等に相当する。

同一播種期の異なる英文字間には、Tukey法により5%水準で有意差があることを示す。Tukey法は年次と各年次の反復(N=4)で行った。ただし、7月下旬播種では、全重、収穫指数、花数および結莢率は2007年では欠測値があるため、2007年の平均値と2008年の反復の(N=3)で行った。

第5-3表 山口県農林総合技術センター（山口県山口市）において，2007年および2008年に播種したダイズ「サチユタカ」の播種期，栽植様式および栽植密度が開花期，成熟期，主茎長，主茎節数，茎径，最下着莢高および下位稔実莢割合に及ぼす影響。

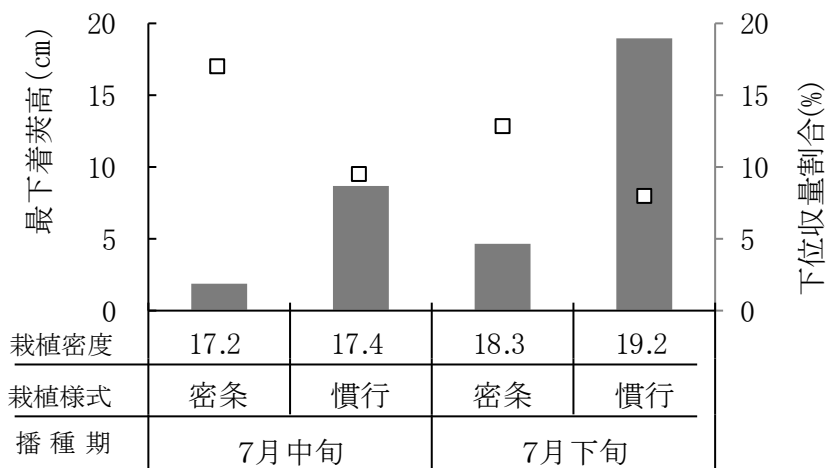
播種期	栽植様式	栽植密度 (本 m <sup>-2</sup> )	開花期 (月/日)	成熟期 (月/日)	主茎長 (cm)	主茎節数 (節)	茎径 (mm)	最下着莢高 (cm)	下位稔実莢割合 (%)
7月中旬	慣行	17.2	8/20	11/3	48.1 b	13.2 a	7.57 a	13.3 a	6.7 a
		22.0	8/20	11/5	52.4 ab	13.5 a	6.96 b	13.6 a	5.6 a
	密条	17.4	8/20	11/5	50.0 ab	13.5 a	7.52 a	12.8 a	5.6 a
		26.0	8/20	11/6	57.6 a	13.6 a	6.63 b	13.9 a	6.0 a
7月下旬	慣行	18.3	8/29	11/8	42.9 b	12.5 a	6.38 a	11.5 b	9.6 a
		29.5	8/29	11/10	51.0 a	12.6 a	5.94 b	13.8 a	7.9 a
	密条	19.2	8/29	11/9	43.3 b	12.5 a	6.29 a	11.9 b	9.3 a
		23.0	8/29	11/9	46.7 ab	12.5 a	6.17 ab	12.6 ab	9.2 a
		36.6	8/29	11/10	54.0 a	12.5 a	5.53 c	13.5 a	8.1 a

データは2007年と2008年の2年間の平均値。

最下着莢高は子葉節から測定した。

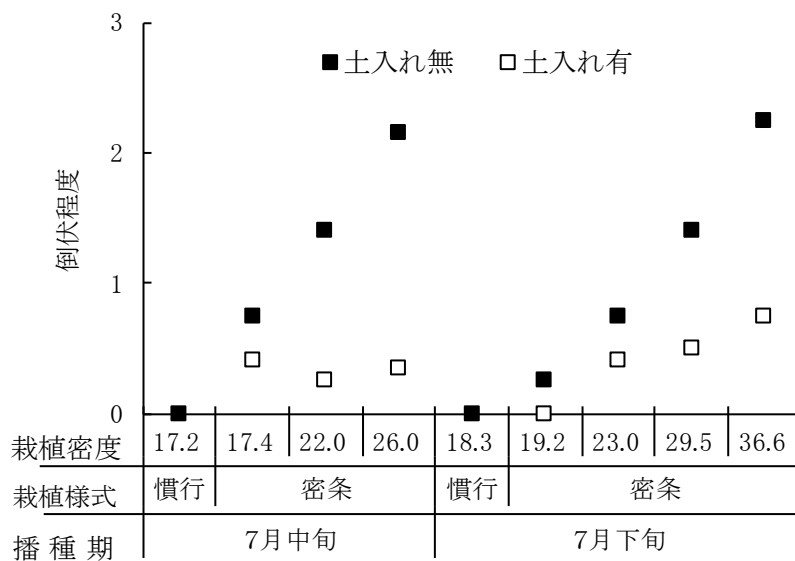
下位稔実莢割合は，全稔実莢数に対するコンバインの刈り残しが発生しやすい子葉節から15cmまでの稔実莢の割合を示す。

同一播種期の異なる英文字間には，Tukey法により5%水準で有意差があることを示す。Tukey法は年次と各年次の反復(N=4)で行った。



第5-2図 山口県農林総合技術センター（山口県山口市）において、2008年に播種したダイズ「サチユタカ」の播種期および栽培様式が最低着莢高と下位収量割合に及ぼす影響。

最低着莢高は圃場において地際から測定した。□は最低着莢高を、棒グラフは下位収量割合を示す。下位収量割合は、コンバインの刈り残しが発生しやすい地際から15cmまでの収量割合を示す。

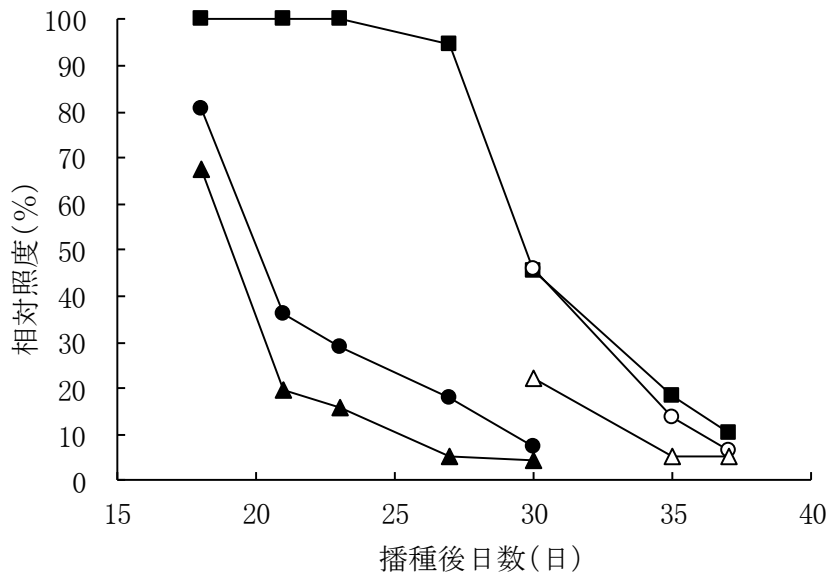


第5-3図 山口県農林総合技術センター（山口県山口市）において、2007年および2008年に播種したダイズ「サチユタカ」の播種期、栽植様式および栽植密度と土入れの有無が倒伏程度に及ぼす影響。

データは2007年と2008年の2年間の平均値。

倒伏程度は0(無)～5(甚)で示した。土入れの有無間に、t検定で5%水準で有意差はなし(N=2)。

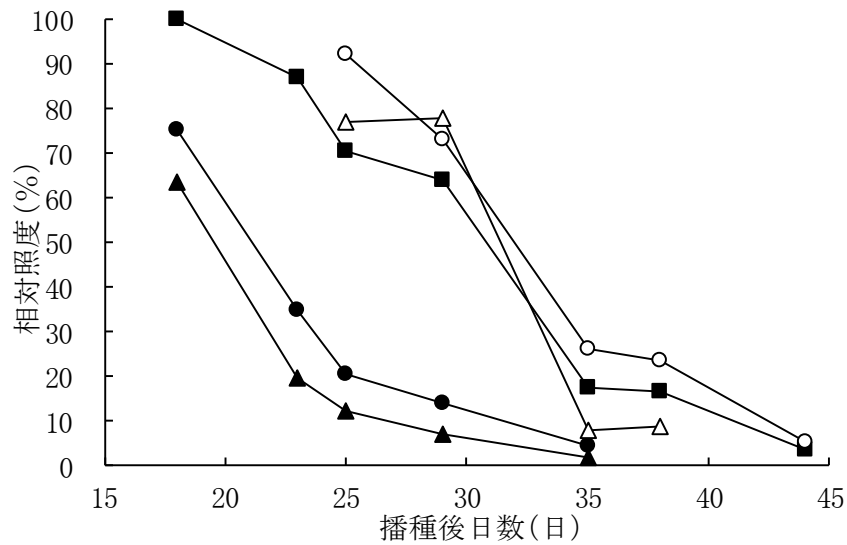




第5-4図 山口県農林総合技術センター（山口県山口市）において、2008年7月16日に播種したダイズ「サチユタカ」の栽植様式および栽植密度が相対照度の推移に及ぼす影響。

■ 慣行17.2本 $m^{-2}$ , ● 密条17.4本 $m^{-2}$ 中央, ▲ 密条26.0本 $m^{-2}$ 中央, ○ 密条17.4本 $m^{-2}$ 溝・畦肩, △ 密条26.0本 $m^{-2}$ 溝・畦肩

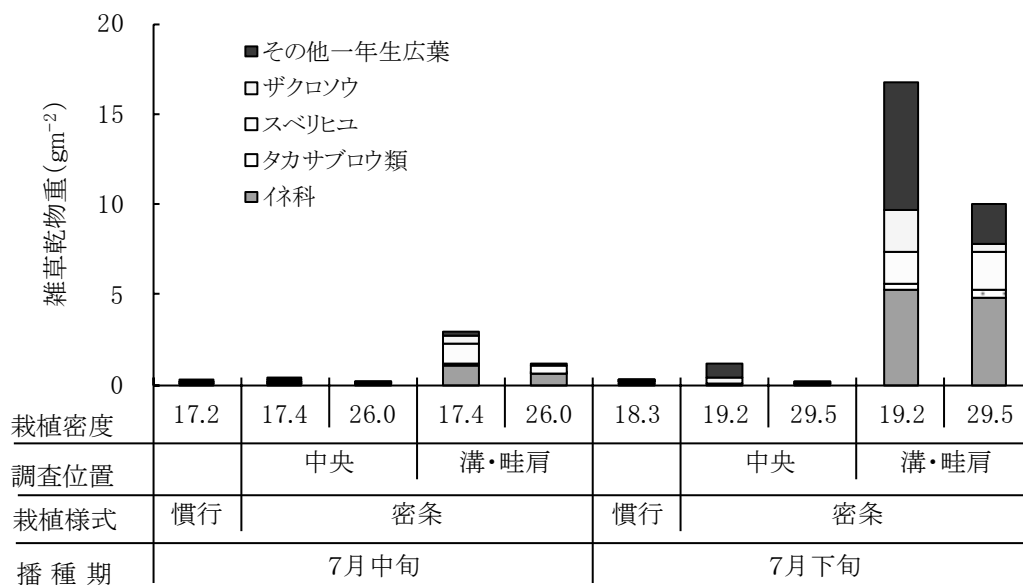
相対照度は草冠上の照度を100としたときの地際部の照度の相対値。



第5-5図 山口県農林総合技術センター（山口県山口市）において、2008年7月28日に播種したダイズ「サチユタカ」の栽植様式および栽植密度が相対照度の推移に及ぼす影響。

■ 慣行18.3本m<sup>-2</sup>, ● 密条19.2本m<sup>-2</sup>中央, ▲ 密条29.5本m<sup>-2</sup>中央, ○ 密条19.2m<sup>-2</sup>溝・畦肩, △ 密条29.5本m<sup>-2</sup>溝・畦肩

相対照度は草冠上の照度を100としたときの地際部の照度の相対値。



第5-6図 山口県農林総合技術センター（山口県山口市）において、2007年および2008年に播種したダイズ「サチユタカ」の播種期、栽植密度、栽植様式および調査位置と雑草乾物重.

データは2007年と2008年の2年間の平均値. 調査位置の中央は畦中央部、溝・畦肩は畦の肩から溝部分.

## 第6章 総合考察

ダイズの播種適期は、近畿中国地域では6月中下旬とされているが、この時期は梅雨の最中にあるため、播種作業が計画的に行えない場合が多い。播種が遅れるとダイズの生育量が減少し、収量は低下する。本研究は、このような梅雨の影響を回避するために、(1) 播種が遅れても収量が低下しない品種、(2) 降雨後でもすぐに播種ができる技術、(3) 播種が遅れても収量が低下しない技術を明らかにすることを目的とした。第6-1図には、本研究においてその特性を明らかにしたダイズ品種「サチユタカ」による梅雨の影響を回避する栽培法を示した。なお、本研究で用いた「サチユタカ」は山口県の奨励品種であり、近畿中国地域でも広く奨励品種として栽培されている。

本研究では、まず最初に「サチユタカ」が播種が遅れても収量が低下しない品種であることを明らかにした。従来のⅢc型の奨励品種「タマホマレ」、「ニシムスメ」、「オオツル」は、山口県平坦部において7月上旬播種では収量が低下することが明らかにされている(松永ら1984, 中司・角屋1992)。本研究の結果、「サチユタカ」は、6月中旬播種でも従来の奨励品種「タマホマレ」、「ニシムスメ」および「オオツル」よりも多収で、7月上旬播種においても収量が低下しないことが明らかになった(第2-5, 2-7表)。また、平坦部の播種が遅い地域でも多収となることで知られているⅣc型の品種「フクユタカ」に比べても同等の収量が得られることが明らかになった(第2-6表)。これらのことから、「サチユタカ」は、平坦部では従来のⅢc型およびⅣc型品種に比べて、播種適期が広く、梅雨期間に播種が遅れても多収となる品種であるといえる。梅雨時期前の5月下旬播種は、平坦部では稔実莢数が少なく、収量が低下したが(第2-7表)、山間部では最も多収とな

った（第 2-12 表）．梅雨入りの平年値は 6 月上旬であることから，山間部では梅雨入り前の播種が可能である．

次に，降雨後すぐに播種ができる不耕起栽培を導入できることを明らかにした．不耕起栽培は作業速度が速く（池尻・中司 2011），地耐力が高く降雨後もすぐに播種ができるという利点がある．さらに，不耕起栽培は，栽植密度に近い条件であれば，耕起播種と同等以上の収量が得られることも明らかにされている（浜口 1998, 長野間 2004, 村田ら 2012）．

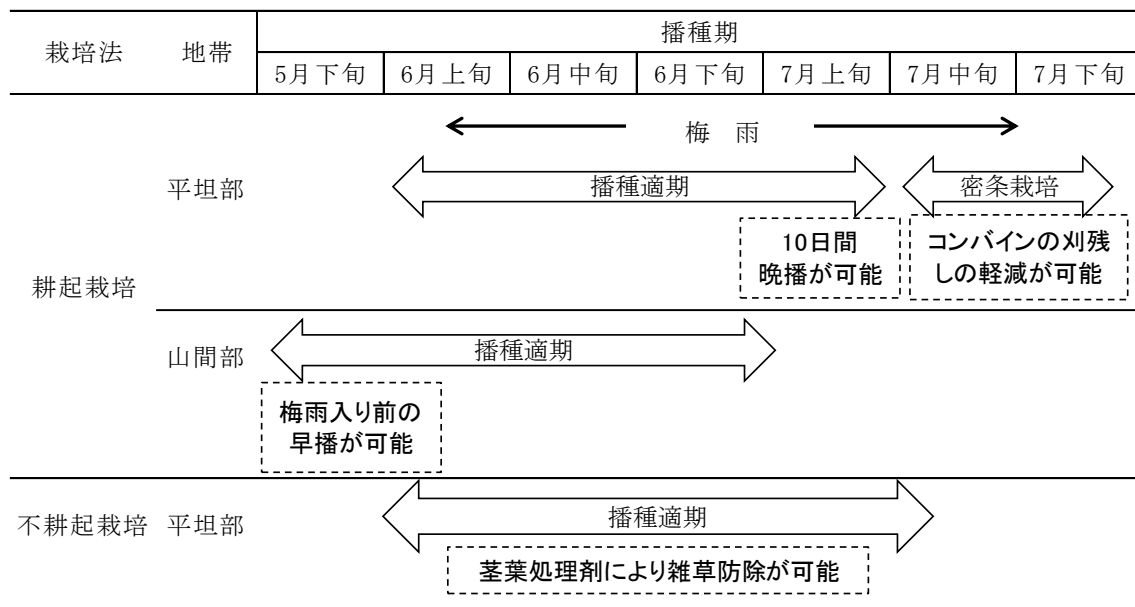
本研究でも同様に不耕起栽培は，慣行の耕起栽培と同等の収量を示した（第 3-1 表）．不耕起栽培は耕起栽培と同様に 6 月上旬から播種することができ，耕起栽培では 7 月中旬以降では収量が低下したものの，7 月中旬頃（7 月 11, 12 日）でも収量が低下せず，遅まきにも適していた．栽植密度は，耕起栽培では 15～20 本  $m^2$  が多収を確保するのに必要であったが，不耕起栽培では 6 月上旬播種であれば 10～15 本  $m^2$  で十分であり，6 月中旬から 7 月中旬でも 14～17 本  $m^2$  が適した（第 3-2 表）．ダイズ栽培では，正方形植で稔実莢数および 1 莢粒数，収量が増加するとされるが（中野ら 2004），不耕起栽培は条間 30 cm の狭畦のため，14～17 本  $m^2$  の栽植密度で正方形植に近い栽植様式となった．

不耕起栽培では雑草害が問題となる．本研究では，山口県のダイズ圃場で残草する雑草を調査した．その結果，イヌビエ，イヌタデ，タカサブロウ類，メヒシバおよびアメリカセンダングサなどの従来からある草種が主要であったものの（第 4-2 表, 第 4-3 表），今後，ヒユ類やホオズキ類（第 4-2 表, 第 4-3 表），帰化アサガオ類（第 4-5 表, 第 4-6 表）などの難防除雑草が蔓延することが懸念された．不耕起栽培は狭畦のため，慣行栽培に比べて除草必要期間が短かった（第 4-2 図）．また，草種に応じた生育期の茎葉処理除草剤を散布

することで、中耕培土した慣行栽培並に雑草の発生を抑えることが可能（第 4-3 図）であり、適期防除をすることで雑草は問題にならなかった。

最後に、密条栽培が、播種が遅れても収量が低下しない栽培法であることを明らかにした。ダイズの収量に対する耕種技術の寄与程度は、栽植密度、灌水および播種期でみると、播種期が最も大きく（大久保 1980）、収量を確保するには適期に播種することが重要である。播種遅れにともなう、収量の低下を抑えるには栽植密度を高める有効性が示されている（長谷川ら 1981、森下・猪坂 1982、渡辺・高橋 1983、岡部ら 1985、佐藤 1986）。また、「サチュタカ」の極晩播栽培では、条間を狭くする密条栽培により莢数が増え収量も増加する傾向があることが示されている（古畑ら 2008、内川ら 2009）。しかしながら、本試験では密植にしても収量は増加せず、17~23 本  $m^{-2}$  程度の栽植密度を確保すればよかった。また、密条にしても慣行に比べて、収量は増加せず、予想とは異なる結果であった。ただし、播種が遅れると最下着莢高が低くなり、コンバインの刈り残しが多くなるが、無中耕無培土の密条は地際部からの最下着莢高が高く、刈り残しが少なく、極晩播栽培に適した。

以上のことから、ダイズ「サチュタカ」は従来の品種に比べて播種適期が 10 日広く、耕起栽培および不耕起栽培の播種適期ならびに最適栽植密度が明らかになった。また、不耕起栽培で問題となる雑草の発生実態とその防除対策、播種遅れに適した栽植様式が明らかになったことで、梅雨の影響を回避できる栽培法が確立できた。



第6-1図 本研究で明らかにしたダイズ「サチュタカ」の栽培法，地帯別の播種適期と梅雨の影響を回避する栽培法。

## 要 旨

梅雨の影響を回避するダイズ栽培技術

～山口県で品種「サチユタカ」を栽培する場合～

ダイズは、近畿中国地域では一般に6月中下旬に適期として播種されるが、この時期は梅雨の最中にあるため、圃場を耕起することができず播種が遅れることが多い。播種が遅れることで、生育量が低下するとともに、収量も低下する。このような梅雨の影響は、(1) 播種が遅れても収量が低下しない品種、(2) 降雨後でもすぐに播種できる技術、(3) 播種が遅れても収量が低下しない技術を利用することで回避することができる。そこで本研究では、まず、山口県の奨励品種でもある「サチユタカ」が遅れて播種しても収量が低下しない、梅雨の影響を回避できる特性をもつか否かを明らかにした。次に「サチユタカ」を用いて平坦部と山間部において収量が大きく減少しない播種期と栽植密度を調査・検討した。不耕起栽培は、降雨後でもすぐに播種できる栽培方法である。本研究では、不耕起栽培が「サチユタカ」の生育、収量に及ぼす影響を慣行の栽培法と比較して明らかにした。不耕起栽培では、雑草の発生も問題となる。本研究では、山口県内のダイズ圃場における雑草の残草実態を明らかにするとともに、無中耕無培土の不耕起栽培での茎葉処理除草剤の効果を検証した。播種のできない状態が続くと、極晩播栽培せざるを得なくなる。極晩播では有効な栽植様式として、密条栽培が収量ならびに雑草発生に及ぼす影響についても明らかにした。

1 ダイズ品種「サチユタカ」を山口県で栽培した場合の収量性



「サチユタカ」の収量は、7月上旬に播種しても6月中旬に播種したものに比べて少なくなることはなかった。7月上旬に播種したものは、6月中旬に播種したものに比べて稔実莢数が少なく、全重が軽かったものの、百粒重が重く、収穫指数が高かった。6月中旬に播種したものは、従来の奨励品種「タマホマレ」、「ニシムスメ」、「オオツル」よりも多収になる傾向を、7月上旬に播種したのも、従来の品種「フクユタカ」よりも多収になる傾向を示した。「サチユタカ」の収量は、6月上旬から7月上旬播種までで5月下旬播種および7月中旬播種に比べて多く、栽植密度を10本  $m^2$  から15~20本  $m^2$  に高めることで多くなった。

「サチユタカ」の収量は、山間部で栽培しても平坦部と同等であり、子実のタンパク含有率はむしろ山間部が平坦部よりも高かった。山間部での収量は5月下旬播種、6月上旬播種、6月中旬播種および6月下旬播種が、7月上旬播種および7月中下旬播種に比べて多く、栽植密度10本  $m^2$  から14~20本  $m^2$  に高めることで多くなった。

## 2 不耕起栽培による梅雨の影響の回避

不耕起栽培は、平畦無中耕無培土であったが、条間が30 cmのために条間75 cmの慣行耕起栽培よりも株間競争が少なく、「サチユタカ」で収量が慣行耕起栽培と同等であった。不耕起栽培の収量は、6月上旬播種から7月中旬播種までで400  $g m^2$  以上と多かったものの、5月下旬播種では収穫指数が低く、倒伏程度が大きいためになかった。7月下旬播種では、稔実莢数が少なく、百粒重が軽かった。栽植密度は、6月上旬播種では10.7本  $m^2$  が、15.0本  $m^2$  および17.8本  $m^2$  に比べて多かったものの、6月中旬から7月中旬播種では、15~17本  $m^2$  が最も多かった。

### 3 梅雨の影響回避に欠かせない雑草防除

ダイズ圃場の雑草は、山口県では、イヌビエ、イヌタデ、タカサブロウ類、メヒシバおよびアメリカセンダングサが残草圃場率 30%以上と高かった。ヒユ類は 13～26%で、県内全域で認められた。帰化アサガオ類は約 15%であり、ほぼ県全域で確認された。

不耕起栽培は慣行栽培に比べて条間が狭いことから、条間の相対照度の低下が速く、除草必要期間は短かった。無中耕無培土であったが、イネ科雑草はキザロホップブチル乳剤を散布することで、広葉雑草はベンタゾン液剤を散布することで、効果的に発生を抑えることができた。

### 4 極晩播となっても密条栽培でコンバインの刈り残し軽減が図れる

「サチユタカ」の収量は、7 月中旬から下旬までと遅れて播種した場合、密条で栽植することで慣行の栽植様式と同等であった。密条では地際部から 15 cmでの割合が慣行の栽植様式と比べて低く、コンバインの刈り残しが軽減できることが期待された。

## Abstract

In generally soybeans were sown at late June, known as the optimum period in the Kinki and Chugoku region. However, we cannot always sow the seeds in the period because it is in the midst of the rainy season. We cannot plow the seed-bed, then have to delay the sowing. Delaying the sowing reduces the growth and the yield of soybean. We have to avoid the effect of the rainy season on the growth and the yield. It is thought that there are three solutions as follows: (1) to use a cultivar which do not reduce the seed yield even if the sowing is delayed, (2) to use a technique by which we can sow the seeds just after rain, and (3) to use a technique with which the seed yield does not decrease as the sowing is delayed.

At first we found out the seed yield and its component of soybean cultivar “Sachiyutaka” recommended by Yamaguchi Prefecture, when it was sowed at early July so as to avoid the sowing during rainy season. Next, we compared the seed yield of “Sachiyutaka” in the high-land region with that in low-land region.

No-tillage cultivation is the technique under which we can sow the soybean seeds even just after rainfall. We compared the seed yield under the no-tillage cultivation with that under the conventional tillage cultivation. A lot of weed usually appear under no-tillage cultivation. We investigated varieties of weed and their amounts in the farmer’ s fields in Yamaguchi. Those weed must be eliminated only by herbicides

under no-tillage cultivation without intertillage or molding. We found out the effect of the herbicide on the survival of weed.

Delaying the sowing finally gets up to very late sowing, after mid July. We study the seed yield of “Sachiyutaka” and the survival of weed under high-dense planting with narrow row cultivation at very late sowing.

#### 1. Seed yield of soybean cultivar “Sachiyutaka” in Yamaguchi

The seed yield of “Sachiyutaka” was not lower sown at early July than sown at mid June. The pod number was fewer, the total dry weight was lighter, the hundred seed weight was heavier and the harvest index was higher sown at early July than sown at mid June. “Sachiyutaka” showed higher seed yield than conventional cultivars “Tamahomare”, “Nishimusume” and “Ohtsuru” sown at mid June, and also did than “Fukuyutaka” sown at early July. It was higher sown from early June to early July than sown at late May or sown at mid July. It was higher at 15 - 20 plants  $m^{-2}$  than at 10 plants  $m^{-2}$ .

“Sachiyutaka” showed the same seed yield grown in high-land region as grown in low-land region. It showed higher protein content even grown in high-land than grown in low-land. It showed higher seed yield sown at late May, at early June, and at mid June than that sown at early July or at mid-late July. It also showed higher seed yield sown at 14 - 20 plants  $m^{-2}$  than sown at 10 plants  $m^{-2}$ .

#### 2. Avoiding the effect of the rainy season with no-tillage cultivation

“Sachiyutaka” grown under no-tillage cultivation showed the same seed yield as grown under conventional tillage cultivation, because its 30cm of row distance did not have its plants compete each other. The 60 cm under conventional tillage make them compete each other. The seed yield of “Sachiyutaka” under no-tillage cultivation was more than 400 gm<sup>-2</sup> sown from early June to mid July, while it was lower sown at late May because of lower harvest index and heavier lodging and lower sown at late July because of fewer pod number and lighter hundred seed weight. It was higher at 10.7 plants m<sup>-2</sup> than 15.0 or 17.8 plants m<sup>-2</sup> sown at early June, and was the highest at 15 - 17 plants m<sup>-2</sup> than at other densities sown from mid June to mid July.

### 3. Weed control that are essential to Avoid the effect of the rainy season

More than 30% of the residual weeds in Yamaguchi Prefecture consisted of barnyardgrass, tufted knotweed, false daisy, southern crabgrass, and devil's beggarticks. *Amaranthus* spp. such as smooth pigweed was observed in the fields at 13-26%, occurred observed in without prefecture throughout bias in the region. For no-till cultivation is narrow row as compared to plowing cultivation, reduction of the relative light intensity in the row is fast, the period for weed free-maintenance was short. The occurrence of weeds in no-tillage cultivation is many, quizalofop-ethyl emulsion is to gramineous weed, the broad-leaved weed by spraying bentazone solutions, the occurrence of weeds can be reduced.

4. Even if delaying the sowing gets up to very late sowing, reduction of unharvest loss of combine loss is possible by narrow row cultivation method

If the equivalent of planting density, there is no difference in yield components by planting pattern of common row and narrow row, there was no difference in seed yield. Because of narrow row had fewer yield of 15cm from the ground than common row, it was expected that unharvest loss of the combine can be reduced.

## 謝 辞

本論文を学位論文として提出するにあたり、終始、温かい励ましとご助言、ご校閲を頂いた山口大学農学部教授 高橋肇博士に心から感謝申し上げます。また、本論文（山口県のダイズ圃場における成熟期の残草実態）のご校閲の労を頂いた東北農業研究センター浅井元朗博士にも深く感謝いたします。さらに、本研究の取りまとめのきっかけを与えていただいた元山口県農林総合技術センター土地利用作物研究室長 三吉博之氏に感謝申し上げます。

ダイズ「サチユタカ」の調査を実施した奨励品種決定調査試験ならびに栽培試験の歴代の担当者の小林行高氏、村山英樹氏、中司祐典氏、金子和彦氏、吉永巧氏、岡本賢一氏、森岡徹文氏、中山暁子氏、岩本哲弥氏、穠吉和枝氏ならびに杉田麻衣子氏に感謝申し上げます。

現地圃場の雑草調査においては、片山正之氏、井上浩一郎氏、杉田麻衣子氏、岩国農林事務所吉永巧主査、柳井農林事務所水津祐一技師、村田資治技師、周南農林事務所福田浩久主査、松本三恵主任、岩本淳子主任技師、山口農林事務所木村晃司主任、村田悠介主任、美祢農林事務所芦沢宏之主査、和田修主任、下関農林事務所前岡庸介主査、山榮午朗主査、長門農林事務所高津修治主査、穠吉和枝主任、萩農林事務所橋本明彦主査、岩本哲弥主任に（所属は調査当時）ご協力頂いた。

また、ダイズ試験の遂行にあたり、山口県農林総合技術センター農業技術部土地利用作物研究室（山口県農業試験場栽培技術部）元部長中川一氏、元室長小林行高、元室長和田清孝氏、桑原恵利氏、中司祐典氏、鳥居俊夫氏、前岡庸介氏、穠吉和枝氏、木村晃司氏、

内山亜希氏，小池信宏氏，有吉崇氏，山田文恵氏，原田なおみ氏，山口真司氏ならびに三吉智恵子氏には，圃場作業，管理，調査，分析をはじめ，多くのご支援，ご協力を頂きました。

最後に，私を支えてくれた家族に感謝を申し上げます。



## 引用文献

浅井元朗 2013. 特集 私たちの生活と生物多様性 農耕地への外来雑草の侵入・拡散. 雑草研究 58:78-84.

馬場彰子・鄭紹輝・松永亮一・井上眞理・古屋忠彦・福山正隆 2003. 西南暖地向けダイズ新品種サチユタカの乾物生産特性. 日作紀 72:384-389.

大豆調査基準検討委員会 1974. 大豆調査基準. 農業技術研究所生理遺伝生理第2科, 畑作第2研究室. 1-15.

Duncan, W.G. 1986. Planting patterns and soybean yield. Crop Sci. 26 :584-588.

古畑昌巳・森田弘彦・山下浩 2008. 暖地での狭畦密植栽培におけるダイズ品種サチユタカの乾物と子実生産の特徴. 日作紀 77: 409-417.

浜口秀生 1998. 水稻・麦・大豆の多収・省力生産をねらいとした水田輪作技術の体系化. 農研センター資料 37: 163-166.

浜口秀生・中山壮一・梅本雅 2004. 汎用型不耕起播種機による大豆不耕起狭畦栽培マニュアル. 中央農研研究資料 5: 1-21.

原田皓二・今林惣一郎・真鍋尚義・大隅光善・古城斉一 1987. 転換畑大豆の不耕起播栽培.

福岡農総試研報 A-6 :53-58.

長谷川英世・渡辺耕造・金田悟・小川信太郎 1981. 麦あと（晩播）大豆の栽培法に関する

研究. 埼玉農試研報 37 : 1-14.

平岩確・林元樹・濱田千裕 2009. 愛知県の田畑輪換水田ほ場における帰化アサガオ類

(*Ipomoea* spp.) の発生実態. 雑草研究 54 : 26-30.

池田武・佐藤庚 1990. ダイズ栽培における栽植密度と収量構成要素との関係. 日作紀

59 : 219-224.

池田武 2000. ダイズ個体群の純生産に関わる要因. 日作紀 69 :12-19.

池尻明彦・中司祐典 2011. 大豆品種「サチユタカ」における不耕起栽培技術. 山口農技セ

ンター研報 2 :23-36.

泉省吾・船場貢・三好祐二 1995. 麦跡大豆不耕起栽培の播種技術. 九州農業研究 57 :24.

J A全農肥料農薬部技術対策課 2016. ポルトフロアブル. クミアイ農薬総覧 2016, 全国農村教育協会, 東京, pp. 1855-1856.

小島久恵・松本重男・島野至 1985. ダイズ品種フクユタカの子実たんぱく質に及ぼす栽培条件の影響. 日作九支報 52 :55-58.

窪田潤・石田茂樹・亀井雅浩・吉田智一・竹田博之・土屋史紀 2002. 中耕ロータリを利用した大豆のトリプルカット不耕起播種機. 近畿中国四国農業研究成果情報.

草薙得一 1994. 雑草の種類と分類. 草薙得一・近内誠登・芝山秀次郎編著「雑草管理ハンドブック」, 朝倉書店, 東京, pp. 7-14.

松田裕之・柴田康志・森静香・藤井弘志 2011. 山形県庄内地域における登熟期間の気温がダイズの百粒重に及ぼす影響. 日作紀 80 :43-48.

松本重男・梅崎輝尚 1987. 粒数, 粒大からみたダイズ品種の類別と生育特性. 日作紀 56 :177-183.

松永亮一・高橋将一・小松邦彦 2003. 耐倒伏性に優れるダイズ新品種「サチユタカ」の密植・無中耕無培土栽培. 日作九支報 69 :53-55.

松永武之・内田敏夫・井上浩一郎 1984. 大豆品種「タマホマレ」の栽培における播種期と栽植密度について. 山口農試研報 36 :21-26.

松波寿典・井上一博・工藤忠之・伊藤信二・長沢和弘・柴田康志・神崎正明・千田洋・ニ瓶直澄・荒井義光・小林浩幸・山下伸夫 2013. 2010年の夏季異常高温が東北地域におけるダイズの生育, 収量, 品質に及ぼした影響. 日作紀 82 :389-396.

嶺昭彦・松中昭一 1973. 新除草剤ベンタゾンの作用機構と選択性機構. 雑草研究 12 :82-84.

望月篤・白岩立彦・中川博視・堀江武 2005. 生殖成長期間の温度条件がダイズの生殖器官の発達と莢先熟の発生に及ぼす影響. 日作紀 74 :339-343.

森下正彦・猪坂律次 1982. 播種期と栽植密度が大豆の生育と収量に及ぼす影響. 和歌山県農試研報 9 :1-6.

村田資治・井上博茂・稲村達也 2012. 水田転換畑における不耕起ダイズの生育に及ぼす降水の影響. 日作紀 81 :397-403.

長野間宏 2004. 転換水田の土壌管理とイネ・ムギ・ダイズ不耕起栽培技術の開発. 土肥誌  
75 :561-564.

中村大四郎・横尾浩明 1987. 転換畑大豆収量の年次変動と生育および気象との関係. 日作  
九支報 54 :75-79.

中野寛 1989. 大豆の収量に対する狭畦の効果. 日作紀 58 :133-134.

中野尚夫・河本恭一・石田喜久男 2001. ダイズにおける栽植様式が節位別分枝の発生と生  
育に及ぼす影響. 日作紀 70 :40-46.

中野尚夫・平田清則・大西政夫 2004. ダイズの栽植密度による光受容の変化と生育・収量.  
日作紀 73 :175-180.

中谷敬子・野口勝可 1991. 転換畑の大豆不耕起栽培における栽植様式の差異が雑草の抑制  
効果に及ぼす影響. 雑草研究 30 :170-171.

中司祐典・角屋正治 1992. 大豆品種「オオツル」及び「ニシムスメ」の栽培条件と生育特  
性. 山口農試研報 44 :1-10.

中山暁子・小林行高・吉永巧・岩本哲弥・村山英樹 2002. 大豆の新奨励品種「サチユタカ」の特性. 山口農試研報 53 :21-29.

西入恵二 1976. 寒冷地における機械化栽培ダイズの生産力解析に関する研究. 東北農試研報 54: 91-186.

農研機構中央農業総合研究センター 2009. 大豆作およびその周辺におけるアサガオ類等帰化雑草の発生実態に関する調査報告書. 農研機構中央農業総合研究センター, 1-30.

農研機構中央農業総合研究センター 2012. 大豆畑における帰化アサガオ類の防除技術 ver. 1. 1-10.

農林水産省生産局 2013. 麦及び大豆生産における雑草の発生・被害の実態調査について. [www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/info/pdf/zassou-tyousa.pdf](http://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/info/pdf/zassou-tyousa.pdf) (2015年3月25日アクセス確認)

尾形武文・佐藤大和・内村要介・陣内暢明・岩渕哲也・川村富輝・松江勇次 2004. 福岡県における新しいダイズ奨励品種「サチユタカ」の品種特性. 福岡農総試研報 23 :32-36.

緒方大輔・内川修・平田朋也・森田茂樹・浦広幸 2015. 大豆の早播が豆腐の加工適性に及ぼす影響. 日作九支報 81 :29-30.

岡部昭典・嘉多山茂・佐々木紘一・異儀田和典 1985. 大豆品種の晩播きにおける密植反応. 東北農業研究 37 :101-102.

岡部昭典・菊池彰夫・猿田正恭 2006. 近畿, 中国, 四国地域で奨励品種として栽培された新旧ダイズ品種の特性比較. 日作紀 75 :327-334.

岡部昭典・菊池彰夫・猿田正恭 2006. 温暖地におけるダイズのベンタゾン薬害に関する品種間差異. 日作四国支報 43 :44-45.

岡部昭典 2011. 作物栽培大系 5 豆類の栽培と利用. 国分牧衛編. 朝倉書店, 東京. 76-81.

小野正則・金丸隆・大賀康之・藤井秀明. 1990. 大豆の平畦・無培土栽培における生育及び汎用コンバイン収穫適性. 日作九支報 57 : 37-39.

大段秀記・住吉正・小荒井晃 2005. ダイズ「サチユタカ」の狭畦密植栽培と除草剤による無中耕・無培土での安定雑草防除. 日作九支報 71 : 30-32.

大江和泉・上郷玲子・城さやか・倉橋崇之・齊藤邦行・黒田俊郎 2007. 気温上昇がダイズの開花結実, 乾物生産と子実収量に及ぼす影響. 日作紀 76 :433-444.

大賀康之・三善重信・平野幸二 1985. 大豆の早播栽培について (第3報) 生育および収量. 日作九支報 52 : 59-62.

大賀康之・平野幸二・三善重信 1988. 転換畑大豆圃の雑草防除—特に中耕・培土による除草効果について—. 福岡農総試研報 A-7 : 57-60.

大久保隆弘・番場宏治・山田盾 1978. 関東平坦地帯におけるダイズの晩播栽培法に関する研究. 農事試研報 27 :157-185.

齊藤邦行・磯部祥子・黒田俊郎 1998. 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. 日作紀 67 :70-78.

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.

佐藤重信 1986. コムギあとダイズの播種期が生育に及ぼす影響. 福井園試報 5 :45-54.



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.

島田尚典・河野雄飛・高田吉丈・境哲文・島田信二 2002. 押倒し抵抗と地上部自重モーメ  
ントによるダイズ品種の耐倒伏性評価. 育種学研究 4: 185-191.

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・岩井正志・小西池明・來田康男 1998. 兵庫県における水田雑草発生状況. 兵庫  
農技研報(農業) 46 : 5-16.

住吉正・保田謙太郎 2011. 帰化アサガオ類に対する各種除草剤の防除効果. 日作九支報  
77 :47-50.

高橋英一・畠山順三・鈴木光喜・宮川英雄 1981. 晩播きに伴う大豆の生産力推移について.  
東北農業研究 29 :117-118.

高橋将一・松永亮一・小松邦彦・中澤芳則・羽鹿牧太・酒井真次・異儀田和典 2004. ダイ  
ズ新品種「サチユタカ」の育成とその特性. 九州沖縄農研報告 45 : 15-39.

田中茂夫・森義雄・砂田喜与志・後藤寛治 1978. ダイズにおける収量構造の解析. 第2報 収量構成要素の年次間変異. 北大農邦文紀要 11 :174-181.

池主俊昭・星野四郎 1986. 大豆の生育・収量に及ぼす粒肥大期間の気温の影響. 北陸作報 21 :19-20.

内川修・福島福助・松江勇次 2004. 水田転換畑作ダイズの主茎と分枝に着莢した子実タンパク質含有率と播種期, 栽植密度との関係. 日作紀 73 :287-292.

内川修・福島祐助・佐藤大和・田中浩平・松江勇次 2006. ダイズ「サチユタカ」における裂皮粒の発生と播種時期, 栽植密度との関係. 日作紀 75 : 23-27.

内川修・田中浩平・宮崎真行・松江勇次 2009. 北九州における晩播狭畦栽培ダイズの生育収量および窒素固定能について. 日作紀 78: 163-169.

渡辺源六・高橋昌明 1983. 小麦・大豆を基幹とする作付体系の確立 第1報 晩播大豆栽培の品種と播種期並びに施肥量について. 東北農業研究 33 :77-78.

山口県農林水産部 2011. 山口県大豆栽培技術指針. P11

[http://www.nrs.pref.yamaguchi.lg.jp/hp\\_open/a173000/00000008/daizusaibaigijyutusiryoushi.pdf](http://www.nrs.pref.yamaguchi.lg.jp/hp_open/a173000/00000008/daizusaibaigijyutusiryoushi.pdf) (2015年7月5日アクセス確認)

山口県農林水産部 2014. 平成25年度米・大豆・麦生産流通改善対策資料. P35

[http://www.nrs.pref.yamaguchi.lg.jp/hp\\_open/a173000/00000015/H25seisan.pdf](http://www.nrs.pref.yamaguchi.lg.jp/hp_open/a173000/00000015/H25seisan.pdf) (2015年3月25日アクセス確認)

山口県農業試験場 1955. 山口県における大豆品種の分布実態調査 .1-125.

保田謙太郎・住吉正 2010. 北部九州の大豆畑への帰化アサガオ類 (*Ipomoea* spp.) の侵入状況. 雑草研究 55 :183-186.

保田謙太郎 2012. 石川県から青森県までの日本海沿岸地域における帰化アサガオ類 (*Ipomoea* spp.) の分布. 雑草研究 57: 123-126.

## 学会誌公表論文のリスト

### 第2章第1節

題目：ダイズ品種「サチユタカ」は7月上旬に播種しても6月中旬に播種したものに比べて百粒重が重く収穫指数が高くなることで減収しない

著者名：池尻明彦，高橋肇

学術雑誌名 巻・号・項：日本作物学会紀事，第85巻・第1号・10-15項

### 第4章第1節

題目：山口県のダイズ圃場における成熟期の残草実態

著者名：池尻明彦，片山正之，杉田麻衣子，井上浩一郎

学術雑誌名 巻・号・項：雑草研究，第60巻・第4号・137-143項