

## 播種期と栽植密度の違いがダイズ品種、津久井在来の子実生産に及ぼす影響

磯部勝孝・二川航・河邊祥子・加賀美作京・肥後昌男・鳥越洋一

(日本大学生物資源科学部)

**要旨：**高品質なダイズ品種、津久井在来をより多く生産するため、播種期と栽植密度の違いが津久井在来の生育と子実収量に及ぼす影響について2012年から2014年の3年間に5月から7月に播種して検討した。試験区は栽植密度(疎植区、密植区、超密植区)と播種期(5月、6月、7月)を組み合わせ、各年4試験区設けた。栽植密度は疎植区が畝間60 cm、株間15 cmの11.1個体 $\text{m}^{-2}$ 、密植区は畝間60 cm、株間7.5 cmの22.2個体 $\text{m}^{-2}$ 、超密植区は畝間30 cm、株間7.5 cmの44.4個体 $\text{m}^{-2}$ とし、いずれも一本立てとした。カメムシの発生が多い条件下で津久井在来を5月上旬に播種するとカメムシによる吸汁害の割合が高くなり、低収となる可能性があった。また、7月下旬播種では畝間30 cmで株間7.5 cm(44.4個体 $\text{m}^{-2}$ )にすると主茎長が大きくなり、茎径が細くなることから倒伏が著しく発生することが懸念された。このようなことから津久井在来は5月下旬から7月下旬に栽植密度が11.1個体 $\text{m}^{-2}$ ～22.2個体 $\text{m}^{-2}$ となるように栽培するとよいと考えられた。また、津久井在来の子実のタンパク質含有率は播種期や栽植密度によって大きな差はなかったが、エンレイやタチナガハより低く、今後の課題はタンパク質含有率の高い子実を生産することと考えられた。

**キーワード：**栽植密度、ダイズ、津久井在来、播種期。

我が国には味噌や豆腐、納豆等ダイズを材料にした様々な伝統食品が数多くあるが、その原料であるダイズの平成25年度の自給率は6%程度と極めて低い。しかし、これを食品として使われているダイズに限ってみるとおよそ20%となりダイズ全体の自給率に比べ高くなる(農林水産省2015a)。ダイズ全体の自給率に比べ、食品用ダイズの自給率が高い要因のひとつはダイズ加工食品の原料が品質、特に外観品質を重視するためであり、海外からの安価なダイズは我が国の伝統的なダイズ食品の原料には向かないものが多い。このようなことから、今後我が国のダイズ自給率を高める方策のひとつに食品の原料となるダイズを国内で賄うことが考えられる。近年、地産地消の考えに基づき地域の伝統食品にそれぞれの地域で生産されている農産物を利用することが増え、この傾向はダイズ食品においてもみられる現象である。その結果、それぞれの地域で生産されているダイズ在来品種の栽培法や成分特性に関する研究が近年見受けられるようになってきた(鈴木2006、花形・上野2007、箕田・齋藤2009、長菅ら2011、野瀬ら2013)。

このような中、神奈川県においては県北部の津久井地域(現、相模原市)を中心に古くから津久井在来と言われるダイズが栽培されてきた。しかし、津久井在来の作付面積は国内におけるダイズの作付面積が減少してきたこととエンレイやタチナガハ、フクユタカなど育成品種の普及が拡大してきたことによって著しく低下してきた。平成26年度の神奈川県におけるダイズの作付面積は39 haで、他の多くの道府県に比べて極めて少ないが、その多くの面積で津久井在来が栽培されている(農林水産省2015b)。津久井在来を含め全国各地から採取した22品種のダイズで製造

した味噌の官能調査を行った結果、津久井在来は色調や総合評価が高く味噌用として優れたダイズ品種のひとつと考えられている(藤波ら1981)。このようなことから今後神奈川県内においては津久井在来の加工利用とそれに伴う作付面積の増加が予想される。実際、神奈川県内では津久井在来でダイズ食品を製造・販売する業者も出てきている(蓮見2007)。しかし、津久井在来について病害虫や莢先熟による被害がなく、タンパク質含有量の高い高品質な子実を面積あたりでより多く生産する栽培法については不明なところが多い。そこで本研究では、より高品質な津久井在来をより多く生産するために播種期と栽植密度の違いが津久井在来の生育と子実収量に及ぼす影響について検討した。

### 材料と方法

#### 1. 栽培概要

実験は神奈川県藤沢市の日本大学生物資源科学部の実験圃場にて2012年から2014年に行った。実験圃場の土壌は黒ボク土である。津久井在来にはいくつかの系統が存在しているが(久保ら2010, 2011)、実験に用いた津久井在来の種子は神奈川県農政部から入手したもので、最も標準的な特性を示す相模原系を使用した。試験区は播種期と栽植密度を組み合わせ各年4試験区設けた。すなわち、2012年は5月下旬疎植区、6月下旬疎植区、6月下旬密植区および7月下旬密植区である。2013年は5月上旬疎植区、6月中旬疎植区、7月下旬疎植区および7月下旬密植区である。2014年は6月上旬疎植区、7月下旬疎植区、7月下旬密植区および7月下旬超密植区である。今回の試験で設定した

第1表 各年度のそれぞれの生育ステージ間の気象データの平均値.

年	試験区	播種から成熟期			播種から開花盛期			開花盛期から成熟期		
		気温 (°C)	降水量 (mm)	日照時間 (h)	気温 (°C)	降水量 (mm)	日照時間 (h)	気温 (°C)	降水量 (mm)	日照時間 (h)
2012	5月下・疎	23.6	4.2	6.3	22.9	4.4	5.1	24.2	4.2	7.2
	6月下・疎	24.4	3.5	6.9	25.3	1.6	6.3	23.8	4.6	7.2
	6月下・密	24.4	3.5	6.9	25.4	1.7	6.3	23.7	4.7	7.3
	7月下・密	24.5	3.8	7.4	27.4	1.8	8.8	22.8	5.6	6.7
2013	5月上・疎	21.5	4.1	6.0	19.5	3.7	6.3	23.5	4.3	6.0
	6月中・疎	23.9	5.0	5.7	24.6	3.7	5.3	23.3	6.3	6.1
	7月下・疎	21.9	4.9	5.9	24.0	3.7	6.3	19.9	6.1	5.7
	7月下・密	21.9	4.9	5.9	24.0	3.7	6.3	19.9	6.1	5.7
2014	6月上・疎	23.6	4.9	7.5	24.5	3.2	6.2	23.1	6.4	8.3
	7月下・疎	22.4	5.2	8.5	22.1	1.0	7.0	22.7	9.9	9.4
	7月下・密	22.9	5.5	8.5	23.1	1.0	7.0	22.7	9.9	9.4
	7月下・超	22.9	5.5	8.5	23.1	1.0	7.0	22.7	9.9	9.4

栽植密度や施肥量、播種日は神奈川県農業技術センターで津久井在来を用いた試験（久保ら 2011）を参考にした。すなわち、各年の播種日は2012年が5月29日、6月27日、7月23日、2013年は5月7日、6月18日、7月22日、2014年は6月10日、7月21日とした。また、いずれの年も栽植密度は疎植区が畝間60 cm、株間15 cmの11.1個体 $m^{-2}$ 、密植区は畝間60 cm、株間7.5 cmの22.2個体 $m^{-2}$ 、超密植区は畝間30 cm、株間7.5 cmの44.4個体 $m^{-2}$ とし、いずれも一本立てとした。反復は5とし、各反復の栽培面積は疎植区では1.95 m × 3.0 m、密植区と超密植区は0.975 m × 3.0 mとした。施肥量はいずれの試験区とも窒素：リン酸：カリ = 3：10：10 (g  $m^{-2}$ ) となるように全量基肥として播種前日に施用した。また、培土は適宜行い、初生葉節まで土を寄せた。実験を実施した圃場は例年マメシクイガやカメムシ類の発生が多く、本実験では開花期以降収穫期直前までマラソン乳剤やスミチオン乳剤を月に2回程のペースで散布した。

## 2. 刈り取り調査

刈り取り調査は、開花盛期と子実肥大始期（2013年と2014年）または子実肥大盛期（2012年）に行った。調査個体は各反復6個体とし、子葉節で地上部を刈り取った。調査項目は主茎長、茎径（子葉節と初生葉節の中間の最大径）、1次分枝数、総節数、地上部乾物重、およびLAIである。地上部乾物重は80℃に設定した通風乾燥機で48時間以上刈り取った地上部を乾燥後、その重さを電子天秤で測定した。LAIは完全展開した葉身の面積を卓上型葉面積計（LICOR社製 LI-3100C）で測定した。これらをもとに開花盛期から子実肥大始期または子実肥大盛期までの個体群生長速度（CGR）、純同化率（NAR）、平均LAIを算出した。

## 3. 収量調査

収量調査は成熟期に行った。調査個体数は、各反復12

個体とした。調査項目は、主茎長、茎径、1次分枝数、総節数、茎乾物重、収量構成要素、子実収量、成熟整合性程度、吸汁害粒、しわ粒、皮切れ粒の割合で、2013年と2014年はさらに倒伏程度も調査した。成熟整合性程度の判定は古屋・梅崎（1993）の基準に従い、5段階評価で行った。この基準では5段階のうち、1に近いほど莢先熟が著しく、5に近いほど成熟が正常であることを示す。子実の被害粒調査は農林水産省農産園芸局畑作振興課（2000）の検査規格を参考に行った。倒伏程度の調査は齋藤ら（2012）に倣い、0から4の5段階評価で行った。この判定では0を無倒伏（0°）、4を完全倒伏（90°）とし、1を0° < x ≤ 30°、2を30° < x ≤ 60°、3を60° < x < 90°とした。

## 4. 子実のタンパク質含有率

各区の子実を80℃に設定した通風乾燥機で48時間乾燥後、CNコーダー（ヤナコ分析工業株式会社 MT-700）で全窒素を定量し、その値にタンパク係数の5.71を掛けて子実のタンパク質含有率を算出した。調査は各反復1回行った。また、比較対照として、同様に栽培したエンレイとタチナガハ（2012年は7月下旬密植区、2013年は5月上旬疎植区を除く）のタンパク質含有率も調査した。

## 5. 生育期間の気象データ

生育期間の気象データとして研究を実施した圃場から最も近い（直線距離で約5 km）気象庁の辻堂観測所のデータをもとに各年度の播種から成熟期、播種から開花盛期および開花盛期から成熟期までの平均気温、平均降水量および平均日照時間を求めた。

## 結 果

### 1. 生育期間の気象状況

第1表に各年度の播種から成熟期、播種から開花盛期、開花盛期から成熟期の気象データの平均値を示した。播種

第2表 生育ステージの推移.

年	試験区	播種	開花始期	開花盛期	子実肥大始期	子実肥大盛期	成熟期
2012	5月下・疎	5/29*	7/31	8/ 1	—	9/19	10/29
	6月下・疎	6/27	8/11	8/12	—	9/21	10/29
	6月下・密	6/27	8/12	8/14	—	9/19	10/29
	7月下・密	7/23	8/26	8/27	—	9/29	10/29
2013	5月上・疎	5/ 7	7/ 9	7/13	8/17	—	11/30
	6月中・疎	6/18	8/ 3	8/ 7	9/ 2	—	11/ 9
	7月下・疎	7/22	8/26	8/28	9/17	—	11/30
	7月下・密	7/22	8/25	8/28	9/17	—	11/30
2014	6月上・疎	6/10	7/30	8/ 1	9/ 6	—	10/25
	7月下・疎	7/21	8/27	9/ 2	9/27	—	11/12
	7月下・密	7/21	8/27	9/ 7	9/27	—	11/12
	7月下・超	7/21	8/27	9/ 2	9/27	—	11/12

\* : 月 / 日を示す. —は調査を行っていないことを示す.

第3表 開花盛期における生育状況.

年	試験区	主茎長 (cm)	茎径 (mm)	1次分枝数 (m <sup>-2</sup> )	総節数 (m <sup>-2</sup> )	地上部乾物重 (g m <sup>-2</sup> )	LAI (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )
2012	5月下・疎	56.3 <sup>a</sup>	10.8 <sup>a</sup>	58 <sup>ab</sup>	594 <sup>ab</sup>	409 <sup>a</sup>	7.1 <sup>a</sup>
	6月下・疎	45.8 <sup>b</sup>	10.2 <sup>a</sup>	51 <sup>b</sup>	468 <sup>bc</sup>	290 <sup>b</sup>	5.5 <sup>a</sup>
	6月下・密	49.3 <sup>b</sup>	9.2 <sup>b</sup>	72 <sup>a</sup>	704 <sup>a</sup>	394 <sup>ab</sup>	7.3 <sup>a</sup>
	7月下・密	31.4 <sup>c</sup>	6.0 <sup>c</sup>	55 <sup>ab</sup>	433 <sup>c</sup>	150 <sup>c</sup>	3.2 <sup>b</sup>
2013	5月上・疎	46.2 <sup>b</sup>	9.9 <sup>a</sup>	61 <sup>ab</sup>	539 <sup>a</sup>	366 <sup>a</sup>	5.5 <sup>a</sup>
	6月中・疎	68.2 <sup>a</sup>	9.2 <sup>b</sup>	47 <sup>b</sup>	516 <sup>a</sup>	364 <sup>a</sup>	6.3 <sup>a</sup>
	7月下・疎	40.0 <sup>b</sup>	6.4 <sup>c</sup>	62 <sup>ab</sup>	366 <sup>b</sup>	146 <sup>b</sup>	3.0 <sup>b</sup>
	7月下・密	43.3 <sup>b</sup>	5.5 <sup>d</sup>	75 <sup>a</sup>	536 <sup>a</sup>	199 <sup>b</sup>	4.0 <sup>b</sup>
2014	6月上・疎	46.0 <sup>ab</sup>	8.9 <sup>a</sup>	38 <sup>a</sup>	321 <sup>b</sup>	291 <sup>ab</sup>	3.5 <sup>b</sup>
	7月下・疎	40.0 <sup>b</sup>	7.3 <sup>b</sup>	54 <sup>a</sup>	381 <sup>b</sup>	166 <sup>c</sup>	3.8 <sup>b</sup>
	7月下・密	52.2 <sup>a</sup>	6.1 <sup>bc</sup>	47 <sup>a</sup>	451 <sup>b</sup>	222 <sup>bc</sup>	4.9 <sup>b</sup>
	7月下・超	54.9 <sup>a</sup>	5.5 <sup>c</sup>	65 <sup>a</sup>	767 <sup>a</sup>	383 <sup>a</sup>	7.5 <sup>a</sup>

同一アルファベット間には各項目の各年で試験区間に Tukey 法 (5% レベル) で有意差がないことを示す.

から成熟期の平均気温は2013年が他の年に比べいずれの区も2℃程度低かった. 一日当たりの平均降水量はいずれの年も4 mm程度で大きな違いはなかった. 平均日照時間は2014年が7時間から8時間でいずれの試験区も長く, 2013年は最も長くても6時間で, 実験を行った3年間の中では最も日照時間が短かった.

播種から開花盛期の平均気温は2012年と2013年では播種期が5月から7月にかけて遅くなるほど高くなった. 2014年は一定の傾向はなかった. 平均降水量は1.0 mmから4.4 mmの範囲であり, 2012年と2014年は遅播きになると平均降水量が低下した. 平均日照時間は5時間から7時間であったが, 2012年と2014年は播種期が遅くなるほど日照時間が長くなった.

開花盛期から成熟期の平均気温は2013年では7月下旬に播種した区で20℃以下となったが, 他の年のすべての区と2013年の他の区では22℃から24℃の範囲であった. 平均降水量は2012年が他の年に比べ, いずれの区も少なかった. 2014年は一日当たりの平均降水量が多く, 日照

時間も他の年に比べて長かった.

## 2. 播種期および栽植密度が生育ステージの推移に及ぼす影響

第2表に各区の生育ステージの推移を示した. 2012年では5月29日に播種すると開花始期を7月31日, 子実肥大盛期を9月19日, 成熟期を10月29日に迎えた. 6月27日に播種すると開花始期を8月11日または12日, 子実肥大盛期を9月19日または21日, 成熟期を10月29日に迎えた. 7月23日に播種すると開花始期を8月26日, 子実肥大盛期を9月29日, 成熟期を10月29日に迎えた. 2013年は6月18日に播種すると開花始期を8月3日, 子実肥大始期を9月2日, 成熟期を11月9日に迎えた. また, これ以外の区は成熟期を11月30日に迎えた. 2014年は6月10日に播種すると開花始期を7月30日, 子実肥大始期を9月6日, 成熟期を10月25日に迎えた. 7月21日に播種すると成熟期を11月12日に迎え, 6月10日に播種した時と20日程度違いがあった.



第4表 子実肥大初期（2013、2014）または子実肥大盛期（2012）における生育状況。

年	試験区	主茎長 (cm)	茎径 (mm)	1次分枝数 (m <sup>-2</sup> )	総節数 (m <sup>-2</sup> )	地上部乾物重 (g m <sup>-2</sup> )	LAI (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )
2012	5月下・疎	67.6 <sup>a</sup>	12.7 <sup>a</sup>	75 <sup>b</sup>	900 <sup>a</sup>	1271 <sup>a</sup>	7.1 <sup>a</sup>
	6月下・疎	57.4 <sup>b</sup>	10.5 <sup>b</sup>	65 <sup>b</sup>	609 <sup>b</sup>	910 <sup>b</sup>	5.1 <sup>b</sup>
	6月下・密	58.3 <sup>b</sup>	9.5 <sup>c</sup>	101 <sup>a</sup>	926 <sup>a</sup>	1318 <sup>a</sup>	8.2 <sup>a</sup>
	7月下・密	40.2 <sup>c</sup>	6.7 <sup>d</sup>	79 <sup>b</sup>	628 <sup>b</sup>	758 <sup>b</sup>	5.6 <sup>b</sup>
2013	5月上・疎	52.3 <sup>bc</sup>	12.4 <sup>a</sup>	101 <sup>a</sup>	945 <sup>a</sup>	882 <sup>a</sup>	7.6 <sup>a</sup>
	6月中・疎	78.8 <sup>a</sup>	11.8 <sup>a</sup>	101 <sup>a</sup>	920 <sup>a</sup>	791 <sup>a</sup>	7.1 <sup>a</sup>
	7月下・疎	46.2 <sup>c</sup>	7.9 <sup>b</sup>	64 <sup>b</sup>	442 <sup>c</sup>	421 <sup>b</sup>	4.2 <sup>b</sup>
	7月下・密	54.8 <sup>ab</sup>	6.5 <sup>c</sup>	83 <sup>ab</sup>	625 <sup>b</sup>	498 <sup>b</sup>	4.7 <sup>b</sup>
2014	6月上・疎	57.1 <sup>ab</sup>	10.4 <sup>a</sup>	59 <sup>a</sup>	462 <sup>b</sup>	631 <sup>a</sup>	5.5 <sup>a</sup>
	7月下・疎	43.5 <sup>b</sup>	8.5 <sup>ab</sup>	59 <sup>a</sup>	420 <sup>b</sup>	559 <sup>a</sup>	4.7 <sup>a</sup>
	7月下・密	55.0 <sup>ab</sup>	6.8 <sup>bc</sup>	56 <sup>a</sup>	463 <sup>b</sup>	539 <sup>a</sup>	4.5 <sup>a</sup>
	7月下・超	64.7 <sup>a</sup>	5.9 <sup>c</sup>	70 <sup>a</sup>	762 <sup>a</sup>	778 <sup>a</sup>	7.0 <sup>a</sup>

同一アルファベット間には各項目の各年で試験区間に Tukey 法（5%レベル）で有意差がないことを示す。

### 3. 播種期および栽植密度が開花盛期の生育に及ぼす影響

第3表に開花盛期における各区の生育状況を示した。主茎長は年度によって傾向が異なり、2012年は遅播きにするほど小さくなり、5月下旬疎植区、6月下旬疎植区・6月下旬密植区および7月下旬密植区間にはそれぞれ有意差が認められた。2013年は6月中旬疎植区が最も大きくなり、他の区間との間に有意差が認められた。2014年は6月上旬疎植区と7月下旬疎植区の間には差がなく、7月下旬播種では密植区と超密植区は疎植区より大きくなり、この区間では有意差が認められた。

茎径は全ての年でほぼ同様の傾向を示し、概ね遅播きにするほど細くなった。また、同じ播種期では密植にするほど細くなった。

単位面積当たりの1次分枝数は2012年では6月下旬密植区が最も多くなり、6月下旬疎植区との間に有意差が認められた。2013年は7月下旬密植区が最も多くなり、6月中旬疎植区との間に有意差が認められた。2014年は区間には有意差がなかった。

単位面積当たりの総節数は2012年では1次分枝数とほぼ同様の傾向を示し、6月下旬密植区が最も多くなり、6月下旬疎植区や7月下旬密植区との間に有意差が認められた。2013年では7月下旬疎植区は他の区より総節数が少なく有意差が認められた。2014年は7月下旬超密植区が最も多く、他の区との間に有意差が認められた。

単位面積当たりの地上部乾物重は2012年では5月下旬疎植区が最も大きくなり、6月下旬疎植区、7月下旬密植区との間に有意差が認められた。2013年は5月上旬疎植区と6月中旬疎植区が大きく、7月下旬疎植区や7月下旬密植区との間に有意差が認められた。2014年は7月下旬超密植区が最も大きくなり7月下旬疎植区、7月下旬密植区との間に有意差が認められた。

LAIは2012年では7月下旬密植区が他の区に比べ小さく、他の区との間に有意差が認められた。2013年は5月上旬疎

植区、6月中旬疎植区が大きく、これらの区と7月下旬疎植区、7月下旬密植区との間に有意差が認められた。2014年は7月下旬超密植区が最も大きくなり、他の区との間に有意差が認められた。

### 4. 播種期および栽植密度が子実肥大期の地上部の生育に及ぼす影響

第4表に子実肥大初期または子実肥大盛期における各区の生育状況を示した。主茎長は遅播きにするほど小さくなり、2012年では5月下旬疎植区と6月下旬疎植区・6月下旬密植区および7月下旬密植区の間には有意差が認められた。しかし、同じ播種期の6月下旬疎植区と6月下旬密植区の間には差がなかった。2013年は6月中旬疎植区が最も大きくなり、この区と5月上旬疎植区、7月下旬疎植区の間には有意差が認められた。7月下旬播種では密植区のほうが大きくなり疎植区との間に有意差が認められた。2014年は7月下旬播種では密植になるほど主茎長が大きくなり7月下旬疎植区と7月下旬超密植区の間には有意差が認められた。

茎径は開花盛期とほぼ同様の傾向を示し、遅播きにするほど細くなる傾向にあった。また、同じ播種期では密植にするほど細くなった。

単位面積当たりの1次分枝数は2012年では6月下旬密植区が最も多くなり、他の区との間に有意差が認められた。2013年は5月上旬疎植区と6月中旬疎植区が多くなり、7月下旬疎植区との間に有意差が認められた。2014年は区間には有意差が認められなかった。

単位面積当たりの総節数は2012年では6月下旬密植区が最も多くなり、6月下旬疎植区や7月下旬密植区との間に有意差が認められた。2013年は5月上旬疎植区、6月中旬疎植区が多くなり、同じ疎植区では遅播きになるほど総節数が減少する傾向にあった。7月下旬播種の疎植区と密植区では密植区のほうが総節数は多くなり、両区の間には

有意差が認められた。2014 年は7月下旬超密植区が最も多く、他の区との間に有意差が認められた。

単位面積当たりの地上部乾物重は2012 年では6月下旬密植区が最も大きくなり、6月下旬疎植区、7月下旬密植区との間に有意差が認められた。2013 年は5月上旬疎植区、6月中旬疎植区が大きく7月下旬疎植区や7月下旬密植区との間に有意差が認められた。2014 年は全ての区間で有意差は認められなかった。

LAI は2012 年では6月下旬密植区、5月下旬疎植区が大きくなり、6月下旬疎植区、7月下旬密植区との間に有意差が認められた。2013 年は5月上旬疎植区、6月中旬疎植区が大きくなり、7月下旬疎植区、7月下旬密植区との間に有意差が認められた。2014 年は全ての区間で有意差が認められなかった。

第5表 開花盛期から子実肥大始期または子実肥大盛期の CGR, 平均 LAI および NAR.

年	試験区	CGR ( $\text{g m}^{-2} \text{day}^{-1}$ )	平均 LAI ( $\text{m}^2 \text{m}^{-2}$ )	NAR ( $\text{g m}^{-2} \text{day}^{-1}$ )
2012	5月下・疎	17.6 <sup>b</sup>	7.1 <sup>a</sup>	2.5 <sup>b</sup>
	6月下・疎	15.5 <sup>b</sup>	5.3 <sup>b</sup>	3.1 <sup>b</sup>
	6月下・密	25.7 <sup>a</sup>	7.7 <sup>a</sup>	3.3 <sup>ab</sup>
	7月下・密	18.4 <sup>b</sup>	4.4 <sup>b</sup>	4.2 <sup>a</sup>
2013	5月上・疎	18.0 <sup>a</sup>	6.6 <sup>a</sup>	2.7 <sup>b</sup>
	6月中・疎	16.4 <sup>a</sup>	6.7 <sup>a</sup>	2.5 <sup>b</sup>
	7月下・疎	13.8 <sup>a</sup>	3.6 <sup>b</sup>	3.8 <sup>a</sup>
	7月下・密	15.0 <sup>a</sup>	4.4 <sup>b</sup>	3.4 <sup>ab</sup>
2014	6月上・疎	9.4 <sup>a</sup>	4.6 <sup>b</sup>	2.0 <sup>a</sup>
	7月下・疎	15.7 <sup>a</sup>	4.2 <sup>b</sup>	3.7 <sup>a</sup>
	7月下・密	12.7 <sup>a</sup>	4.7 <sup>b</sup>	2.8 <sup>a</sup>
	7月下・超	15.8 <sup>a</sup>	7.3 <sup>a</sup>	2.2 <sup>a</sup>

同一アルファベット間には各項目の各年で試験区間に Tukey 法 (5% レベル) で有意差がないことを示す。

## 5. 播種期および栽植密度が開花盛期から子実肥大期の乾物生産能に及ぼす影響

開花盛期から子実肥大始期または子実肥大盛期間の CGR, 平均 LAI 及び NAR を第5表に示した。CGR は2013 年と2014 年は区間に有意差が認められなかったが、2012 年は6月下旬密植区が最も大きくなり、他の区との間に有意差が認められた。

平均 LAI は2012 年では同じ栽植密度では5月から6月、6月から7月と遅播きになるほど低下した。6月下旬播種では疎植区と密植区間では密植区のほうが大きく、区間に有意差が認められた。2013 年では5月上旬疎植区、6月中旬疎植区が大きく、これらの区と7月下旬疎植区、7月下旬密植区との間に有意差が認められた。2014 年では7月下旬超密植区が最も大きく他の区との間に有意差が認められた。

NAR は2012 年では7月下旬密植区が最も大きくなり、5月下旬疎植区、6月下旬疎植区との間に有意差が認められた。2013 年では7月下旬疎植区が最も大きくなり、5月上旬疎植区、6月中旬疎植区との間に有意差が認められた。2014 年では区間に有意差は認められなかった。

## 6. 播種期および栽植密度が成熟期の地上部の生育に及ぼす影響

成熟期における地上部の生育状況、成熟整合性程度および2013 年と2014 年に調査した倒伏程度を第6表に示した。主茎長は2012 年では5月から7月へ遅播きにするほど小さくなったが、同じ播種日の6月下旬播種の疎植区と密植区では差がなかった。2013 年は6月中旬疎植区が最も大きくなり、この区と他の区との間には有意差が認められた。2014 年は7月下旬播種では密植になるほど主茎長が大きくなり、7月下旬疎植区と他の7月下旬区の間には有意差が認められた。疎植区どうしでは6月中旬播種が7月下旬播種より大きくなり、両区間には有意差が認められた。

茎径はいずれの年も遅播きにするほど細くなる傾向に

第6表 成熟期における地上部の生育状況、成熟整合性程度、倒伏程度。

年	試験区	主茎長 (cm)	茎径 (mm)	1次分枝数 ( $\text{m}^{-2}$ )	総節数 ( $\text{m}^{-2}$ )	茎乾物重 ( $\text{g m}^{-2}$ )	成熟整合性程度	倒伏程度
2012	5月下・疎	66.3 <sup>a</sup>	11.3 <sup>a</sup>	65 <sup>ab</sup>	801 <sup>ab</sup>	253 <sup>a</sup>	4.5 <sup>a</sup>	—
	6月下・疎	57.8 <sup>b</sup>	9.6 <sup>ab</sup>	60 <sup>b</sup>	596 <sup>b</sup>	130 <sup>b</sup>	4.9 <sup>a</sup>	—
	6月下・密	56.8 <sup>b</sup>	8.1 <sup>b</sup>	92 <sup>a</sup>	884 <sup>a</sup>	218 <sup>a</sup>	4.4 <sup>a</sup>	—
	7月下・密	40.7 <sup>c</sup>	6.0 <sup>c</sup>	78 <sup>ab</sup>	605 <sup>b</sup>	88 <sup>b</sup>	4.7 <sup>a</sup>	—
2013	5月上・疎	56.5 <sup>b</sup>	12.2 <sup>a</sup>	106 <sup>a</sup>	1027 <sup>a</sup>	285 <sup>a</sup>	3.7 <sup>b</sup>	1.2 <sup>b</sup>
	6月中・疎	77.0 <sup>a</sup>	10.4 <sup>b</sup>	83 <sup>b</sup>	741 <sup>b</sup>	207 <sup>b</sup>	5.0 <sup>a</sup>	1.8 <sup>a</sup>
	7月下・疎	47.3 <sup>c</sup>	7.3 <sup>c</sup>	63 <sup>c</sup>	434 <sup>d</sup>	84 <sup>c</sup>	4.7 <sup>a</sup>	0.9 <sup>b</sup>
	7月下・密	53.0 <sup>bc</sup>	6.0 <sup>d</sup>	80 <sup>b</sup>	640 <sup>c</sup>	107 <sup>c</sup>	4.8 <sup>a</sup>	1.0 <sup>b</sup>
2014	6月上・疎	61.1 <sup>a</sup>	10.5 <sup>a</sup>	56 <sup>a</sup>	494 <sup>b</sup>	310 <sup>a</sup>	3.5 <sup>a</sup>	0.4 <sup>b</sup>
	7月下・疎	42.5 <sup>b</sup>	7.8 <sup>a</sup>	58 <sup>a</sup>	387 <sup>b</sup>	183 <sup>c</sup>	3.5 <sup>a</sup>	0.5 <sup>b</sup>
	7月下・密	55.2 <sup>a</sup>	6.4 <sup>a</sup>	61 <sup>a</sup>	487 <sup>b</sup>	231 <sup>bc</sup>	4.2 <sup>a</sup>	0.6 <sup>b</sup>
	7月下・超	60.3 <sup>a</sup>	5.1 <sup>a</sup>	63 <sup>a</sup>	781 <sup>a</sup>	261 <sup>ab</sup>	4.3 <sup>a</sup>	1.4 <sup>a</sup>

同一アルファベット間には各項目の各年で試験区間に Tukey 法 (5% レベル) で有意差がないことを示す。

第7表 各区の子実収量および収量構成要素.

年	試験区	莢数 (m <sup>-2</sup> )	1 莢粒数	百粒重 (g)	子実収量 (g m <sup>-2</sup> )
2012	5 月下・疎	927 <sup>ab</sup>	1.90 <sup>ab</sup>	31.3 <sup>a</sup>	551 <sup>ab</sup>
	6 月下・疎	708 <sup>b</sup>	2.00 <sup>a</sup>	29.3 <sup>a</sup>	415 <sup>b</sup>
	6 月下・密	1222 <sup>a</sup>	1.89 <sup>ab</sup>	29.1 <sup>a</sup>	676 <sup>a</sup>
	7 月下・密	904 <sup>ab</sup>	1.70 <sup>b</sup>	31.9 <sup>a</sup>	490 <sup>ab</sup>
2013	5 月上・疎	437 <sup>b</sup>	1.50 <sup>c</sup>	33.8 <sup>a</sup>	222 <sup>b</sup>
	6 月中・疎	637 <sup>a</sup>	1.60 <sup>b</sup>	26.2 <sup>c</sup>	267 <sup>ab</sup>
	7 月下・疎	569 <sup>ab</sup>	1.69 <sup>ab</sup>	30.2 <sup>b</sup>	292 <sup>ab</sup>
	7 月下・密	693 <sup>a</sup>	1.79 <sup>a</sup>	27.3 <sup>c</sup>	341 <sup>a</sup>
2014	6 月上・疎	628 <sup>a</sup>	1.54 <sup>a</sup>	39.7 <sup>a</sup>	399 <sup>a</sup>
	7 月下・疎	606 <sup>a</sup>	1.65 <sup>a</sup>	34.1 <sup>b</sup>	331 <sup>a</sup>
	7 月下・密	639 <sup>a</sup>	1.55 <sup>a</sup>	31.6 <sup>b</sup>	271 <sup>a</sup>
	7 月下・超	699 <sup>a</sup>	1.59 <sup>a</sup>	30.9 <sup>b</sup>	344 <sup>a</sup>

同一アルファベット間には各項目の各年で試験区間に Tukey 法 (5% レベル) で有意差がないことを示す.

あった. また, 同じ播種期では密植にするほど細くなり, このうち 2013 年の 7 月下旬疎植区と 7 月下旬密植区の間には有意差が認められた.

単位面積当たりの 1 次分枝数は 2012 年では 6 月下旬密植区が最も多くなり, 6 月下旬疎植区との間に有意差が認められた. 2013 年は 5 月上旬疎植区が最も多くなり, 他の区との間に有意差が認められ, 7 月下旬疎植区と 7 月下旬密植区間では密植区のほうが多くなった. 2014 年は区間に有意差がなかった.

単位面積当たりの総節数は 2012 年では 6 月下旬密植区が最も多くなり, 5 月下旬疎植区や 7 月下旬密植区との間に有意差が認められた. 2013 年は 5 月上旬疎植区が最も多くなり, 疎植区では遅播きになるほど総節数が減少し, 有意差が認められた. 7 月下旬播種の疎植区と密植区では密植区のほうが多くなり, 両区の間には有意差が認められた. 2014 年は 7 月下旬超密植区が最も多く, 他の区との間に有意差が認められた.

単位面積当たりの茎乾物重は 2012 年では 5 月下旬疎植区, 6 月下旬密植区が大きくなり, 次に 6 月下旬密植区でこれらの区では 6 月下旬疎植区や 7 月下旬密植区との間に有意差が認められた. 2013 年は 5 月上旬疎植区が最も大きく他の区との間に有意差が認められた. 2014 年は 6 月上旬疎植区が最も大きくなり, 7 月下旬疎植区 7 月下旬密植区との間に有意差が認められた.

莢先熟発生の指標となる成熟整合性程度はいずれの年も全ての区で 3.5 から 5.0 の間の値を示した. このうち, 2012 年と 2014 年では区間に有意差は認められなかった. 2013 年は 5 月上旬疎植区が他の区に比べ低く有意差が認められた.

倒伏程度は 2013 年では 6 月中旬疎植区が最も高い値を示し, 他の区との間に有意差が認められた. 2014 年は 7 月下旬超密植区が最も高い値を示し, 他の区との間に有意差

が認められた.

## 7. 播種期および栽植密度が子実収量および収量構成要素に及ぼす影響

第 7 表に子実収量及び収量構成要素を示した. 単位面積当たりの莢数は 2012 年では 6 月下旬密植区が最も多くなり, 6 月下旬疎植区との間に有意差が認められた. 2013 年では 6 月中旬疎植区, 7 月下旬密植区が多く, 5 月上旬疎植区との間に有意差が認められた. 2014 年では区間に有意差は認められなかった.

1 莢粒数は 2012 年では 6 月下旬疎植区が最も多くなり, 7 月下旬密植区との間に有意差が認められた. 2013 年では 7 月下旬密植区が最も多くなり, 5 月上旬疎植区や 6 月中旬疎植区との間に有意差が認められた. 2014 年は区間に有意差が認められなかった.

百粒重は 2012 年では区間に有意差は認められなかった. 2013 年は 5 月上旬疎植区が最も大きくなり, 他の区との間に有意差が認められた. 2014 年では 6 月上旬疎植区が最も大きくなり, 他の区との間に有意差が認められた.

子実収量は 2012 年では 6 月下旬密植区が最も高くなり 6 月下旬疎植区との間に有意差が認められた. 2013 年では 7 月下旬密植区が最も高くなり, 5 月上旬疎植区との間に有意差が認められた. 2014 年は全ての区間に有意差は認められなかった.

## 8. 播種期および栽植密度が被害粒の発生に及ぼす影響

第 8 表に各区の被害粒の割合を示した. 吸汁害粒は 2012 年と 2014 年は区間に有意差は認められなかったが, 2013 年は 5 月上旬疎植区が他の区に比べ著しく高く, 他の区との間に有意差が認められた. しわ粒はいずれの年も区間に有意差は認められなかった. 皮切れ粒は 2012 年と 2014 年は区間に有意差は認められなかった. しかし, 2013 年は 5



第8表 各区の被害粒の割合.

年	試験区	吸汁害粒 (%)	しわ粒 (%)	皮切れ粒 (%)
2012	5月下・疎	4.4 <sup>a</sup>	1.3 <sup>a</sup>	0.4 <sup>a</sup>
	6月下・疎	4.2 <sup>a</sup>	1.6 <sup>a</sup>	1.2 <sup>a</sup>
	6月下・密	5.9 <sup>a</sup>	0.5 <sup>a</sup>	0.2 <sup>a</sup>
	7月下・密	7.2 <sup>a</sup>	2.2 <sup>a</sup>	0.5 <sup>a</sup>
	7月下・超	0.5 <sup>a</sup>	0.2 <sup>a</sup>	0.2 <sup>a</sup>
2013	5月上・疎	23.5 <sup>a</sup>	1.7 <sup>a</sup>	4.9 <sup>a</sup>
	6月中・疎	6.4 <sup>b</sup>	0.6 <sup>a</sup>	0.3 <sup>b</sup>
	7月下・疎	8.5 <sup>b</sup>	1.2 <sup>a</sup>	0.1 <sup>b</sup>
	7月下・密	5.9 <sup>b</sup>	0.9 <sup>a</sup>	0.2 <sup>b</sup>
	7月下・超	0.5 <sup>a</sup>	0.2 <sup>a</sup>	0.2 <sup>a</sup>
2014	6月上・疎	3.1 <sup>a</sup>	0.0 <sup>a</sup>	0.1 <sup>a</sup>
	7月下・疎	0.9 <sup>a</sup>	0.1 <sup>a</sup>	0.1 <sup>a</sup>
	7月下・密	0.5 <sup>a</sup>	0.1 <sup>a</sup>	0.0 <sup>a</sup>
	7月下・超	0.5 <sup>a</sup>	0.2 <sup>a</sup>	0.2 <sup>a</sup>
	7月下・超	0.5 <sup>a</sup>	0.2 <sup>a</sup>	0.2 <sup>a</sup>

同一アルファベット間には各項目の各年で試験区間に Tukey 法 (5% レベル) で有意差がないことを示す.

月上旬疎植区が 4.9% と他の区に比べ高い値を示し, 有意差が認められた.

## 9. 播種期および栽植密度が子実中のタンパク質含有率に及ぼす影響

第9表に子実中のタンパク質含有率を示した. 津久井在来のタンパク質含有率は 36% から 41% の間を示したが, いずれの年も区間に有意差は認められなかった. また, 津久井在来のタンパク質含有率は同様に栽培したエンレイやタチナガハよりやや低い値を示し, エンレイとは全ての区間で有意差が認められ, タチナガハとも 2012 年の 6 月下旬疎植区, 2014 年の 7 月下旬超密植区では有意差が認められた. 各品種の 3 ヶ年全ての試験区のタンパク質含有率は津久井在来が 38.9% で, エンレイが 42.7%, タチナガハが 40.3% で津久井在来は最もタンパク質含有率が低かった.

## 考 察

### 1. 津久井在来の生育と子実収量の特性およびその年次変動について

ダイズの子実収量は播種期によって大きく変化し, 一般的には早播きするほど多くなることが報告されている (浅沼・奥村 1991, 磯部ら 2011). ただし, 早播きによる子実収量の増加程度は品種によって異なり, 早播きによって子実収量が増加しやすい品種は生育が旺盛で分枝や葉面積の発達著しい特性を有すると考えられている (岡部ら 2013, 磯部ら 2014). 今回の実験で津久井在来の葉面積指数は開花盛期では最低でも 3.0 で, 高い場合は 7.0 以上を示した (第3表). また, 子実肥大期では最低でも 4.2 で, 最も高い場合は 8.2 となった (第4表). さらに成熟期における単位面積当たりの 1 次分枝数は最低でも 56 本で, 最高 106 本となった. また, 総節数は最低でも 387 節で, 最高 1027 節であった (第6表). 栽培年等が異なり単純な

第9表 子実中のタンパク質含有率.

年	試験区	津久井在来	エンレイ	タチナガハ
2012	5月下・疎	37.1 <sup>b</sup> A	44.1 <sup>a</sup>	40.6 <sup>ab</sup>
	6月下・疎	36.4 <sup>b</sup> A	40.9 <sup>a</sup>	41.3 <sup>a</sup>
	6月下・密	37.7 <sup>b</sup> A	43.8 <sup>a</sup>	41.4 <sup>ab</sup>
	7月下・密	40.5 <sup>a</sup> A	—	—
	7月下・超	37.9 <sup>b</sup> A	39.0 <sup>a</sup>	39.7 <sup>a</sup>
2013	5月上・疎	41.7 <sup>a</sup> A	—	—
	6月中・疎	38.4 <sup>b</sup> A	42.5 <sup>a</sup>	41.4 <sup>ab</sup>
	7月下・疎	37.8 <sup>b</sup> A	43.4 <sup>a</sup>	41.5 <sup>ab</sup>
	7月下・密	37.9 <sup>b</sup> A	44.3 <sup>a</sup>	39.8 <sup>b</sup>
	7月下・超	37.9 <sup>b</sup> A	39.0 <sup>a</sup>	39.7 <sup>a</sup>
2014	6月上・疎	40.9 <sup>b</sup> A	42.3 <sup>a</sup>	40.3 <sup>b</sup>
	7月下・疎	39.2 <sup>b</sup> A	44.3 <sup>a</sup>	40.1 <sup>b</sup>
	7月下・密	40.8 <sup>b</sup> A	42.3 <sup>a</sup>	37.3 <sup>c</sup>
	7月下・超	37.9 <sup>b</sup> A	39.0 <sup>a</sup>	39.7 <sup>a</sup>
	7月下・超	37.9 <sup>b</sup> A	39.0 <sup>a</sup>	39.7 <sup>a</sup>
全平均		38.9 ± 0.50	42.7 ± 0.54	40.3 ± 0.40

同一の大文字アルファベット間には津久井在来における各年の試験区間に (Tukey 法 5% レベル) 有意差がないことを示す.

同一小文字アルファベット間には各区の品種間 (Tukey 法 5% レベル) で有意差がないことを示す.

— は試験区の設定がないことを示す.

全平均値の±後の数値は標準誤差を示す.

比較は難しいが, これらの数値は 2011 年と 2012 年に同じ実験圃場で栽培したエンレイやタチナガハの 1 次分枝数が 52.2 本から 80.1 本の範囲で, 総節数が 386 節から 484 節であったことと比較すると著しく高い (磯部ら 2014). 従って, 津久井在来は栄養生長が旺盛な品種のひとつであると考えられ, 早播き時に子実収量の増大が著しくなる特性を有する品種と考えられる. しかし, 本実験の 5 月播種の結果をみると, 2012 年は同じ栽植密度でも 6 月下旬播種と 5 月下旬播種では子実収量に有意差はない. また, 2013 年は 5 月上旬播種では 6 月中旬播種や 7 月下旬播種に比べ, 高い子実収量を得ていない (第7表). 2013 年の実験は 5 月上旬播種では成熟整合性程度が低く他の区に比べ, 莢先熟が発生した個体が多かった. さらに, この区では吸汁害粒や皮切れ粒の割合が著しく高く (第8表), 多くの子実が様々な被害を受けていることが明らかで, このことが 2013 年の 5 月上旬播種で子実収量が高くならなかった原因のひとつと考える. 以上のことから, 津久井在来は 5 月上旬に播種しても子実収量が 6 月播種や 7 月下旬播種に比べ著しく多くなるとは考えにくい.

我が国のダイズ播種期の多くは梅雨の時期と重なることが多く, このことが土壌水分の過剰による出芽不良や初期生育の停滞を招いている (濱田ら 2007). このため, 梅雨明けに播種することは出芽不良や初期生育の停滞を回避するのに有効な手段であると考えられるが, ダイズは播種期が遅くなると生育期間の短縮に伴う生育量の低下で子実収量が著しく低下する (Fatichin ら 2013). これを解決する方法として密植栽培は有効な手段のひとつと考えられる. 今回の実験では 3 年間とも 7 月下旬に播種した際に 6 月に播種した時よりも栽植密度を高めた試験区を設けた. その結

果、いずれの年も6月上旬または中旬疎植区と7月下旬密植区または7月下旬超密植区の子実収量に有意差は認められなかった(第7表)。Fatichinら(2013)は遅播きした際に子実収量が低下しにくい品種の特性として子実肥大期間が長く、莢数や子実数が多くなることを挙げている。今回の実験では7月下旬に播種した各区の莢数は最も少ない2013年の疎植区でも1m<sup>2</sup>当たり569莢で、最も多い2012年の密植区では904莢である(第7表)。この莢数は同じ実験圃場で5月に播種した時のエンレイやタチナガハの莢数と同等以上の莢数である(磯部ら2014)。このことから津久井在来は7月下旬に播種しても比較的多くの莢を確保することができ、遅播きによる子実収量の低下が小さい品種と考える。

今回の実験では生育や子実収量は実験を実施した年によって大きく変動し、2012年と2013年は開花盛期や子実肥大期の生育状況はほぼ同様であるが、莢数や子実収量は2013年に比べ2012年の方が著しく多くなり、ほぼ同じ時期に播種しても2014年は開花盛期や子実肥大期の生育状況が2012年や2013年に比べて劣った(第3,4表)。各年のダイズの生育期間の気象条件を比較すると2013年は2012年に比べ平均気温や平均日照時間が短い。そしてこの傾向は開花盛期から成熟期において顕著である(第1表)。ダイズの子実収量を高めるには生育後期の環境条件が特に重要で(Shiraiwaら2004)、登熟期間の平均気温が27℃から31℃の範囲では高くなるほど莢数の増加に伴い子実収量が高くなることも報告されている(大江ら2007)。すなわち、2012年が2013年に比べて莢数や子実収量が多くなった原因のひとつは開花盛期以降の平均気温が高かったことにより莢数が確保され、さらに平均日照時間が長かったことで生育後期の光合成速度が高く維持されたためと推察される。一般的に作物の生育ステージの進行は低温や日照不足で遅延し、特に生育後期での低温や日照不足はイネやダイズで登熟期の遅延や収量の低下を招くことが報告されている(福井・鎗水1952, 福井・後藤1959, 住田ら2003)。このことから2013年の開花盛期から成熟期で平均気温が低かったり平均日照時間が短かったりしたことは成熟期の遅延(第2表)を招いた一因になったと考える。また、2014年の子実肥大期までの生育状況は他の年に比べて劣ったが(第4表)、気象データをみる限り2012年や2013年に比べ平均気温が低かったり、日照時間が短かったりするなど現象は認められない(第1表)。ただし、2014年は各区の開花盛期から子実肥大始期のCGRやNARが2012年や2013年に比べ低く、このことが2014年の子実肥大期での生育状況が他の年に比べて劣った一因と考える(第5表)。さらに、主茎長は早播きや密植によって大きくなるが、今回の実験結果でも概ねそのような傾向を示した(第3表, 第4表, 第6表)。しかし、2013年では6月中旬疎植区の主茎長は5月上旬疎植区よりすべての生育ステージにおいて大きい。大江ら(2007)は温度勾配チャンバーを用いて気

温の上昇がダイズの生育・収量に及ぼす影響を3年間調査しているが、それによると主茎長は生育期間の平均気温が27.6℃から27.9℃や27.2℃から27.6℃に上昇すると高くなるが、30.1℃~31.7℃の範囲では気温が上昇しても高くないことが示唆されている。今回の実験では2012年、2013年とも播種期が5月下旬や5月上旬から6月下旬や6月中旬になることで播種から成熟期や播種から開花盛期間の平均気温が上昇した(第1表)。しかし、2012年は6月下旬播種では5月下旬播種に比べ主茎長は小さく、2013年は6月中旬播種で5月上旬播種より大きく、年次間で傾向が異なった。従って、5月播種と6月播種での平均気温の違いが2013年の6月中旬疎植区で主茎長を伸長させた原因になっているとは考えにくい。また、ダイズは日照不足に遭うと節間伸長が助長され著しい場合は蔓化を呈するが、気象データから推測しても2013年の6月中旬疎植区で著しい日照不足を呈していたとは考えにくい(第1表)。以上のことから、本実験では2013年の6月中旬疎植区が5月上旬疎植区に比べ主茎長が高かった原因を明らかにすることはできず、この点についても今後調査をする必要がある。

## 2. 成熟期の地上部の生育状況について

ダイズ栽培において成熟期の倒伏は、収量や品質の著しい低下を招く(内川ら2009, 齋藤ら2012)。ただし、倒伏抵抗性は品種によって異なり、転び型倒伏では地上部モーメントや茎の太さが倒伏の発生に大きく関与していることが明らかにされている(齋藤・城間2008)。地上部モーメントは主茎長と主茎の太さと関連があり(島田ら2002)、主茎長が短く、茎が太い品種ほど転び型の倒伏は起きにくいと考えられる。2013年は子実肥大期から成熟期に台風が2回通過し(2013年9月16日の台風18号, 10月16日の台風26号)、2014年は6月上旬播種区の栄養生長期と子実肥大期から成熟期に台風が通過した(2014年7月9日から10日かけて関東地方を通過した台風8号, 10月13日の台風19号)。これらの台風のうち、生育後期に通過した台風は成熟期の倒伏発生に影響を与えたと考えられる。しかし、今回の実験では全般的に倒伏程度は低く、著しい倒伏は生じなかった(第6表)。ただし、2013年の実験では6月中旬疎植区で他の区より倒伏程度が高く、有意差も認められた。同様に2014年の調査では7月下旬超密植区で倒伏程度が高く、他の区との間に有意差が認められた。両年の成熟期における地上部の主茎長と茎径をみると2013年で最も倒伏程度の高かった6月中旬疎植区の主茎長は77.0cmと最も高く、他の区との間に有意差も認められた(第6表)。また、6月中旬疎植区の茎径は10.4mmと5月上旬疎植区よりは細いが7月下旬に播種した区よりは太かった。従って、2013年の6月中旬疎植区で倒伏程度が最も大きくなった原因は主茎長の増大によるところが大きいと考える。一方、2014年は倒伏程度の高かった7月下旬超



密植区の成熟期の主茎長は60.3 cmと、必ずしも最も高いとは言えない。しかし、茎径は5.1 mmと有意差はなかったが区間で最も細かった(第6表)。このことから2014年において7月下旬超密植区で倒伏程度が高くなったのは細い茎径によるものと考え、以上のことから津久井在来において成熟期の倒伏を防ぐには主茎長の増大や茎径の縮小を防ぐことが重要と考える。

莢先熟はコンバイン収穫の際に汚損粒の発生を招くことから、近年我が国のダイズ栽培では大きな問題になりつつある(松本ら1986, 古屋ら1988)。そして、莢先熟の発生は栽培方法や生育後期の環境条件の違いによって発生程度が大きく変化する(竹田ら2002, 井上2005, 磯部ら2011, 磯部ら2014)。今回の実験ではいずれの年も全ての区で成熟整合性程度は3以上を示し、莢先熟の発生は少なかった。このようなことから津久井在来は神奈川県内で5月から7月の間に播種すれば莢先熟の発生はさほど問題にならないと考える。ただし、2013年の実験では5月上旬に播種した際に成熟整合性程度が低く、6月中旬以降に播種した区との間に有意差が認められた。一般的に莢先熟は同じ品種でも早播きするほど発生しやすくなることが明らかにされている(磯部ら2011, Isobeら2015)。さらに神奈川県内では早播きをするとカメムシによる吸汁害の割合が増加することが報告されており(阿久津1987)、同様の結果は本実験でも2013年に得ている(第8表)。カメムシ等による被害粒の増大は莢先熟の発生を助長する要因となることも報告されていることから(山崎・井上1993)、津久井在来も莢先熟の発生を抑えるために5月上旬などの著しい早播きは避けたほうがよいと考える。

### 3. 子実品質について

今回の実験で吸汁害粒の発生は2012年と2014年は区間差がなく、2013年は5月上旬疎植区が他の区に比べ有意に高かった(第8表)。2013年の5月上旬疎植区は5月7日に播種し、同じ5月播種でも2012年の29日より約20日早く、それに伴って開花盛期が7月13日、子実肥大始期が8月17日と他の年より早く生育ステージが進行した(第2表)。このようなことから2013年の5月上旬疎植区は他の区に比べ最も暑い時期に子実の肥大と成熟が進行していたと考えられる。阿久津(1987)は神奈川県内においてダイズを6月はじめから7月中旬に播種してカメムシ類による吸汁害の調査を行っているが、それによると播種が早くなるほど子実肥大期が暖かい時期に推移しカメムシによる吸汁害が多くなることを明らかにしている。つまり、今回の実験でも2013年の5月上旬疎植区で吸汁害粒の割合が著しく高くなった原因は子実肥大期が最も暑い時期に推移したことによると考えられる。従って、神奈川県内において津久井在来を播種する場合、吸汁害を抑制するには5月下旬以降に播種する必要があると考える。

さらに今回の実験ではしわ粒の発生はいずれの年も区間

差はなかったが、皮切れ粒の発生は2013年のみ区間に差が認められ、吸汁害粒同様に5月上旬疎植区で有意に高かった(第8表)。皮切れや裂皮粒の発生程度は品種によって異なり(安江・木野村1984)、一般的に大粒品種で発生しやすいと考えられている(田岡・池田1980)。また、皮切れの発生と開花期から成熟期までの日数の間には正の相関関係が認められ、登熟期が遅延または登熟期間が長くなると発生率が増加することも明らかにされている(平井2003)。本実験の2013年の各区の成熟期は6月中旬疎植区以外ではすべて11月30日と他の年より著しく遅く(第2表)、登熟期の遅延が認められる。この傾向は子実肥大期を8月17日に迎えた5月上旬疎植区で顕著で、そのことが皮切れ粒の発生を助長させたと考え、ただし、この区を除いてはいずれの年も皮切れの発生は最大で1.2%であった(第8表)。平井ら(2011)はサチユタカを用いて開花期以降の生育環境の違いが裂皮粒の発生に及ぼす影響を調査し、本研究の皮切れとはほぼ同様の線形裂皮粒の発生が9%から24%の割合で発生することを明らかにしている。また、安江・木野村(1984)は線形裂皮粒の発生しやすい品種として中鉄砲や新4号を挙げているが、これらの品種は53%から97%の割合で線形裂皮粒が発生することを述べている。これらの結果と比較すると、津久井在来は大粒ではあるが皮切れが発生しにくい品種と考えられる。

我が国のダイズ品種の子実タンパク質含有率は概ね35%から45%の範囲で(平ら1978, 渡辺・長沢1990a, 渡辺・長沢1990b)、その違いは豆腐や味噌の加工に影響する(平1982, 1983)。このうち、豆腐用には一般的に凝固性に優れる高タンパク質の子実が求められる(渡辺・長沢1990b, 蓮見2007)。今回調査した津久井在来の子実タンパク質含有率は36.4%(2012年6月下旬疎植区)から41.7%(2013年5月上旬疎植区)の範囲にあり、この値は同様に栽培したエンレイやタチナガハより低かった。このうち、エンレイとは全ての年で全ての区で5%レベルの有意差が認められた(第9表)。このことから津久井在来も今後さらにタンパク質含有率の高い子実を生産することが豆腐の原料として重要になると考える。例えば、ダイズ子実のタンパク質含有率はシグモイド型被覆肥料を追肥することで高まることが報告されていることから(谷ら2002)、津久井在来においても追肥等によってタンパク質含有率が高まるか検討することが今後の課題になる。その一方で、子実のタンパク質含有率は脂質や炭水化物含有率と負の相関関係にあることが明らかにされており(渡辺・長沢1990b)、このことは津久井在来の脂質や炭水化物の含有率がエンレイやタチナガハより高いことを予想させる。炭水化物含有率の高いダイズ子実は煮豆や味噌用の原料として優れることが明らかにされていることから(望月1979, 海老根1985)、津久井在来は煮豆や味噌の原料として優れている可能性がある。

## ま と め

以上のことから津久井在来を神奈川県内で栽培する際、5月上旬に播種すると子実肥大期がカメムシの発生時期と重なる危険性が高く、吸汁害粒の割合が高くなり(第8表)、さらに莢先熟が発生する個体が多くなる可能性がある(第6表)。また、7月下旬に播種する際は畝間を30cmで株間を7.5cmにすると主茎長が大きくなり、茎径が細くなることから倒伏が著しくなる可能性がある(第6表)。このようなことから津久井在来は5月下旬から7月下旬に播種して栽植密度が11.1個体 $m^{-2}$ ~22.2個体 $m^{-2}$ となるように栽培するとよいと考えられる。今後の課題としては、東日本でのダイズの主力品種であるエンレイやタチナガハに比べ子実のタンパク質含有量が低いことから(第9表)、追肥などの手段によってタンパク質含有量の高い子実を生産する栽培法を確立ことが挙げられる。

## 引用文献

- 阿久津四良 1987. 神奈川県平坦地の晩播大豆におけるダイズサヤマバエおよびカメムシ類の発生と防除に関する研究. 神奈川農総研報. 129: 38-49.
- 浅沼興一郎・奥村美智夫 1991. 大豆の乾物生産に及ぼす播種期の影響. 日作紀 60: 484-489.
- 海老根英雄 1985. 醸造用大豆の加工適性. 大豆月報 1985-3: 4-9.
- Fatichin, Zheng, S.-H., Narasaki, K. and Arima, S. 2013. Genotypic adaptation of soybean to late sowing in southwestern Japan. Plant Prod. Sci. 16: 123-130.
- 福井重郎・後藤虎男 1959. 日長及び温度が大豆子実の発達に及ぼす影響の品種間差異. 育雑. 9: 219-226.
- 福井重郎・鎗水寿 1952. 大豆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.
- 古屋忠彦・松本重男・嶋正寛・村木清 1988. ダイズの成熟異常個体の地上部諸器官の成熟経過について. 日作紀 57: 1-7.
- 古屋忠彦・梅崎輝尚 1993. ダイズ個体における成熟整合性の簡易判定法. 日作紀 62: 126-127.
- 藤波博子・小林裕子・今崎真司・掛沢雅章・望月務 1981. 味噌用原料としての国内産大豆の適性試験. 味噌の科学と技術 323: 19-28.
- 濱田千祐・釋一郎・澤田恭彦・小島元 2007. ダイズ不耕起播種栽培の出芽期における冠水害の発生要因. 日作紀 76: 212-218.
- 花形敏男・上野直也 2007. 南巨摩地域で栽培されている「曙大豆」の特性. 山梨総農セ研報. 1: 47-49.
- 蓮見哲夫 2007. 津久井在来は「味のある」大豆. 月刊 現代農業 2007年2月号: 260-265.
- 平井幸 2003. 岡山県における大豆サチユタカの品質変動要因 1 成熟異常と裂皮粒の発生について. 日作紀 72(別 1): 186-187.
- 平井儀彦・津島洋・津田誠 2011. 開花期の追肥と登熟期の環境条件が異なる形状のダイズ裂皮粒発生に及ぼす影響. 日作紀 80: 183-189.
- 井上健一 2005. 福井県におけるダイズ青立ち現象の発生実態と発生要因. 日作紀 74(別 1): 374-375.
- 磯部勝孝・関野崇子・名倉遼平・松浦里香・井上裕子・橋本千恵・高島徹・野々川香織・前川富也・石井龍一 2011. 関東南部における播種期の違いがダイズの収量と莢先熟発生に及ぼす影響. 日作紀 80: 408-419.
- 磯部勝孝・黒瀬知子・佐々木佑起・染谷友輝・寺澤章好・肥後昌男・鳥越洋一 2014. 関東南部におけるダイズ早播き栽培での収量と莢先熟発生品種間差. 日作紀 83: 195-202.
- Isobe, K., Ozaki, K., Saito, K., Hatoya, D., Higo, M. and Torigoe, Y. 2015. Varietal difference in the occurrence of delayed stem senescence and cytokinin level in the xylem exudate in soybeans. Plant Prod. Sci. 18: 356-364.
- 久保深雪・三好理・野村研 2010. 大豆「津久井在来」と主要大豆品種のSSR マーカーによる判別. 日作関東支報 25: 52-53.
- 久保深雪・三好理・野村研 2011. 大豆津久井在来における標準系統の特性及びSSR マーカー多型. 日作関東支報 26: 40-41.
- 箕田豊尚・齋藤孝一郎 2008. 大豆在来種「行田在来」の特性と栽培法. 埼玉農総研報 8: 84-85.
- 松本重男・古屋正彦・松永亮一 1986. ダイズにおける成熟異常個体の発生実態ならびにその識別基準について. 日作紀 55: 333-338.
- 望月務 1979. 国産大豆の利用と味噌の動向. 大豆月報 1979-6: 4-9.
- 長菅輝義・内田俊介・加地秀行・早川勇気・野瀬寿代・梅崎輝尚 2011. ダイズ品種「美里在来」の子実生産, 乾物生産および受光態勢. 日作紀 80: 326-332.
- 農林水産省 2015a. 大豆のまめ知識. [http://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/daizu/d\\_tisiki/#Q5](http://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/daizu/d_tisiki/#Q5) (2015/6/20閲覧).
- 農林水産省 2015b. 大豆関連データ集. [http://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/daizu/d\\_data/](http://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/daizu/d_data/) (2015/8/5閲覧).
- 農林水産省農産園芸局畑作振興課 2000. IV-2 大豆の検査等級格付状況. 大豆に関する資料: 129-132.
- 野瀬寿代・長屋祐一・長菅輝義・梅崎輝尚 2013. ダイズ在来品種「美里在来」からの純系分離系統の選抜経過について. 東海作物研究 143: 1-3.
- 大江和泉・上郷玲子・城さやか・倉橋崇之・齋藤邦行・黒田俊郎 2007. 気温上昇がダイズの開花結莢, 乾物生産と子実収量によぼす影響. 日作紀 76: 433-444.
- 岡部昭典・竹田博之・渡邊修一 2013. 温暖地における早播栽培がダイズ品種の生育量に及ぼす影響. 日作紀 82(別 1): 100-101.
- 齋藤邦行・城間優佳 ダイズの耐倒伏性に関する地上部形質の品種間差. 2008. 日作紀 77(別 1): 76-77.
- 齋藤邦行・西村公仁子・北原利修 2012. ダイズの倒伏が子実収量に及ぼす影響—倒伏防止処理と人為的倒伏処理—. 日作紀 81: 27-32.
- 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.
- Shiraiwa, T., Ueno, N., Shimada, S. and Horie, T. 2004. Correlation between yielding ability and dry matter productivity during initial seed filling stage in various soybean genotypes. Plant Prod. Sci. 7: 138-142.
- 住田弘一・加藤直人・西田瑞彦 2003. 平成14年の長雨日照不足が水稻及び大豆の生育・収量に与えた影響. 東北農業研究 56: 65-66.
- 鈴木一男 2006. 千葉県内における大豆在来種の特性評価. 千葉農総研報. 5: 55-63.
- 平春枝・平宏和・海妻矩彦・福井重郎 1978. ダイズ属植物種子の一般成分および無機成分組成. 日作紀 47: 365-374.
- 平春枝 1982. 国産大豆の品質 第1報 物理的性状・化学成分組成および加工適性. 食総研報. 40: 35-54.
- 平春枝 1983. 国産大豆の品質 第3報 物理的性状・化学成分組成および

- び加工適性の相互関係, 食総研報. 42: 27-39.
- 竹田博之・太平陽一・高梨純一 2002. ダイズ6品種における莢先熟発生と, 摘莢または灌水抑制の影響, 日作紀 71 (別 1): 248-249.
- 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.
- 田岡昭敏・池田鐘一 1980. 大豆種皮の裂皮に関する研究 第1報 種皮の裂皮発生について, 日作四国支報 16: 51-56.
- 内川修・宮崎真行・田中浩平 2009. 大豆における倒伏時期および台風襲来と減収率との関係, 日作九支報 75: 26-27.
- 山崎昌三郎・井上健一 1993. カメムシ類の加害による大豆青立ち症状の発生, 北陸病虫研報 41: 89-93.
- 安江多輔・木野村直行 1984. ダイズ種子の裂皮発生機構とその防止に関する研究 第1報 裂皮粒歩合の産地及び品種間差異, 日作紀 53: 87-93.
- 渡辺巖・長沢次男 1990a. 我が国が所有するダイズ遺伝資源の外観的特性と化学成分含有率 第1報 粒大, 種皮色, 臍色及び化学成分含有率の頻度分布と取り寄せ地域別にみた特色, 日作紀 59: 649-660.
- 渡辺巖・長沢次男 1990b. 我が国が所有するダイズ遺伝資源の外観的特性と化学成分含有率 第2報 タンパク質・脂肪・炭水化物含有率間の相関, 日作紀 59: 661-666.

**Effects of Sowing Time and Planting Density on the Seed Yield of Soybean Cultivar, Tsukuizairai** : Katsunori ISOBE, Wataru FUTAGAWA, Syoko KAWABE, Sakyo KAGAMI, Masao HIGO and Yoichi TORIGOE (*College of Bioresource Sciences, Nihon University, Fujisawa Kanagawa 252-0880, Japan*)

**Abstract** : The objective of this study was to evaluate the optimum sowing time and planting density of soybean cultivar, Tsukuizairai. Field experiments were carried out in the experimental field at Nihon University from 2012 to 2014. When Tsukuizairai were sown in May, the rate of damaged seed by stink bugs and delayed stem senescence increased. In the case of 30 cm row width and 7.5 cm intrarow spacing, marked lodging occurred in the July sowing plots due to the longer stem length and thinner stem diameter. Thus, the optimum sowing time is from June to July, and the optimum planting density is from 11.1 to 22.2 plants per m<sup>2</sup> for soybean cultivar, Tsukuizairai. The protein content of seeds was not affected by sowing time and planting density. However, that of Tsukuizairai was lower than that of Enrei and Tachinagaha. Thus, the subject of the Tsukuizairai cultivation is the production of high protein content seeds in the future.

**Key words** : Planting density, Sowing time, Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.), Tsukuizairai.