

# 異なる栽植密度で栽培したダイズ ‘サチユタカ A1 号’ および ‘サチユタカ’ の収量構成要素, 収量およびタンパク質含有率

杉山高世・森下星子

## Yield Components, Yield and Seed Protein Content of Soybean Cultivar 'Sachiyutaka A1 Gou' and 'Sachiyutaka' under Different Planting Densities

SUGIYAMA Takatsugu and MORISHITA Seiko

### Summary

**Key Words:** soybean, yield components, yield, seed protein content, planting density, Sachiyutaka A1 gou

ダイズ ‘サチユタカ A1 号’ は、近畿中国の主力品種 ‘サチユタカ’ への難裂莢性付与を目的として、農研機構作物研究所畑作物研究部豆類育種研究室（現畑作物研究領域大豆育種研究分野）において、‘サチユタカ’ を母とし、難裂莢性を備えた ‘ハヤヒカリ’ を父として遺伝子マーカーと戻し交雑法を用いて育成された品種である。育成地では、裂莢性以外の成熟期、耐倒伏性、百粒重などの主要な形質は ‘サチユタカ’ とほぼ同等であると評価されており（羽鹿ら、2016）、奈良県においても、‘サチユタカ’ と比べ、百粒重がやや大きく、子実成分の粗蛋白質含有率はやや低いが、収量や主莖長、主莖節数、分枝数、莖の太さ、最下着莢高および倒伏や青立ちの程度は同程度で、裂莢性は改善されていることから、2019 年 3 月に県奨励品種に指定された（杉山ら、2020）。

収量については、子実重や百粒重に関する品種比較は報告されているが、収量の成立過程を解析するために重要な情報である面積当たり莢数、1 莢内粒数および百粒重からなる収量構成要素を比較した報告はない。

そこで、2017 年と 2018 年に ‘サチユタカ’ と ‘サチユタカ A1 号’ を異なる栽植密度下で栽培し、2 品種間の収量構成要素について比較するとともに、栽植密度が ‘サチユタカ A1 号’ の収量やタンパク質含有率に及ぼす影響を調査した。

### 材料および方法

試験は、2017 年と 2018 年に水田転換畑である農業研究開発センター（桜井市池之内）14 号田において

‘サチユタカ A1 号’ および ‘サチユタカ’ を供試し、実施した。各年次における播種日および栽植密度を第 1 表に示した。播種方法は手播きで、1 株 1 本仕立てとした。土壌改良資材として苦土石灰を 10a 当たり 70~100kg 施用した。基肥として 10a 当たり分量で、N、P および K それぞれ、3.0kg、7.2kg および 6.0kg 施用し、追肥は施用しなかった。また、中耕培土は播種約 1 カ月後に 1 回行った。種子消毒、雑草防除および生育期間中の病害虫防除は適宜行った。試験区は 1 区面積を 14~18 m<sup>2</sup> とし、3 反復設けた。

第 1 表. 収量調査結果 (播種日および栽植密度)  
Table 1. Sowing day and planting density

試験年	播種日 (月・日)	栽植密度 (本/m <sup>2</sup> )	条間 (cm)	株間 (cm)
2017	7. 3	7.1	70	20
		14.3		10
2018	6.27	6.3	80	20
		8.3		15
		12.5		10

成熟期頃に 1 区当たり 2017 年は 30 株、2018 年は 10 株を収穫し、雨よけハウス内で風乾後、主莖と分枝に分けて、莢数、粒数、子実重、百粒重、および子実水分を調査した。莢数は外見から 1 粒莢、2 粒莢および 3 粒莢（わずかの 4 粒莢を含む）に分けて調査し、粒数は脱穀後選別を行わずに調査した。子実重は直径 7.3mm の規格検査用丸目ふるいにかけて、落ちたものや被害の程度が著しい虫害粒や腐敗粒等の屑粒を除いた精子実重を測定した。百粒重は精子実重を測定した後、子実 200 粒をとり、重量を測定し、100 粒当たりの重量を算出した。精子実重と百粒重は子実水分 15% に換算した。

子実成分であるタンパク質含有率は、近赤外分光

分析法による分析を西日本農業研究センター畑作物育種グループに依頼し、窒素・タンパク質換算係数を6.25として、乾物当たりの含有率を算出した。

## 結果および考察

分散分析の結果、2017年、2018年とも品種と栽植密度に有意な交互作用は認められなかった(第2表、第3表)。そのため、栽植密度に関わらず‘サチユタカ A1号’と‘サチユタカ’の収量構成要素、収量およびタンパク質含有率を比較した。その結果、2017年、2018年のいずれの年も、‘サチユタカ A1号’は‘サチユタカ’と比べ、主茎および分枝とも、百粒重は有意な差が認められたが、 $m^2$ 当たり莢数と $m^2$ 当たり粒数に有意な差は認められず、精子実重にも有意な差は認められなかった。2017年の主茎や全体の1莢内粒数において、‘サチユタカ A1号’の方が有意に少なくなったが、その差は小さく、 $m^2$ 当たり子実数や精子実重に影響を及ぼさない程度であった。また、莢数全体に占める割合は少ないが、‘サチユタカ A1号’は‘サチユタカ’と比べ3粒莢数が少なかった。これらから、‘サチユタカ A1号’は‘サチユタカ’と比べ、百粒重は約2g重い、その他の収量構成要素は‘サチユタカ’と同様の特性を示すと考えられた。タンパク質含有率は、2カ年とも、主茎と分枝に関わらず、‘サチユタカ A1号’の方が低かった。

分散分析の結果、2017年、2018年とも品種と栽植密度に有意な交互作用は認められなかった(第2表、第3表)。そのため、品種に関わらず栽植密度の違いにより収量構成要素、収量およびタンパク質含有率を比較した。

分散分析の結果、2017年、2018年とも品種と栽植密度に有意な交互作用は認められなかったため、栽植密度が両品種の収量構成要素、収量およびタンパク質含有率に及ぼす影響は同様の傾向を示すと考えられた。

株間が小さく栽植密度が高い方が、 $m^2$ 当たり莢数は、主茎由来の莢数が有意に多くなり全体としても有意に多くなった。1莢内粒数は、2017年の分枝で栽植密度が高い方が有意に少なくなったが、その程度は小さく、 $m^2$ 当たり粒数は、莢数と同様に主茎由来の粒数が有意に多くなることにより、全体として多くなった。百粒重は2017年で主茎、分枝とも栽植密度を高めることにより、有意な差は認められないもの

の軽くなる傾向が見られたが、精子実重は、両年とも $m^2$ 当たり莢数や $m^2$ 当たり粒数と同様に栽植密度が高い方が主茎由来の精子実重が増加し、全体として増加した。池田ら(1990)によると‘収量は主に $m^2$ 当たり莢数と粒数に強く支配されている’が、今回の結果も、栽植密度を高めることにより、収量構成要素のうち $m^2$ 当たり莢数と粒数が増加し、増収となった。

2017年と2018年の2カ年について、栽植密度と主茎、分枝および全体の子実重との関係を第1図に示した。‘サチユタカ A1号’と‘サチユタカ’とも、栽植密度と、主茎および全体の精子実重との間には正の強い相関があり、また、栽植密度と分枝の精子実重との間には正の相関があり、栽植密度の増加とともに主茎、分枝および全体の精子実重は増加した。ただし、増加の程度から、全体の精子実重の増加は、主に主茎における増加によると考えられた。

今回の試験では、栽植密度を $m^2$ 当たり6本から14本の間で試験を実施し、密度が高い方が増収となった。しかし、村田ら(2019)は、奈良県桜井市の農家圃場で‘サチユタカ’を供試して行った試験から、栽植密度を $m^2$ 当たり30本以上に密植しても、開花期以降の受光量および日射利用効率が向上せず、乾物生産量が向上しないために増収しないとしている。‘サチユタカ A1号’は‘サチユタカ’と同様に耐倒伏性に優れるが(高橋ら、2004年;羽鹿ら、2016年)、栽植密度を高めることは必要な種子量が増加することから、現地における最適な栽植密度については経営的な評価と合わせて今後も検討が必要である。

タンパク質含有率について、2017年と2018年とも、主茎、分枝および全体において栽植密度による差は認められなかった(第2表、第3表)。次に、2017年と2018年の2カ年について、主茎、分枝および全体の $m^2$ 当たり精子実重(乾物換算)と、それぞれに子実のタンパク質含有率を乗じた $m^2$ 当たり子実タンパク質保有量(精子実重 $\times 0.85 \times$ 子実タンパク質含有率)との関係を第2図に示した。‘サチユタカ A1号’と‘サチユタカ’とも精子実重と子実タンパク質保有量との間には極めて強い正の相関がみられ、精子実重に対する子実タンパク質保有量の回帰は原点近くを通る直線回帰であった。このことから、両品種とも、栽植密度を高めることより主茎、分枝、およびその合計である全体の $m^2$ 当たりの精子実重は増加するが、 $m^2$ 当たりの精子実重が増加すると $m^2$ 当たりの子実タンパク質保有量も増加し、その程度は主茎、分枝、および全体で同じであった。回帰直線の傾きは、概ね、

子実タンパク質保有量(g/m<sup>2</sup>)を精子実重(g/m<sup>2</sup>)で除した値であり，その百分率は子実タンパク質含有率を表すことから，‘サチユタカ A1 号’と‘サチユタカ’のそれぞれにおいて，主茎，分枝および全体のタンパク質含有率は同程度と考えられた。

栽植密度と子実タンパク質含有率に関して，内川ら（2004）は，‘フクユタカ’と‘サチユタカ’を用いた試験で，栽植密度が高くなるにしたがい主茎と分枝着莢別の子実タンパク質含有率も高くなる傾

第2表. 収量構成要素，収量およびタンパク質含有率(2017年)  
Table 2. yield components, yield and seed protein content (2017)

品種	栽植密度 (本/m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup> 当たり莢数(莢/m <sup>2</sup> )												1莢内粒数(粒)			m <sup>2</sup> 当たり粒数(粒/m <sup>2</sup> )		
		1粒莢			2粒莢			3粒莢			全体			主茎	分枝	全体	主茎	分枝	計
		主茎	分枝	計	主茎	分枝	計	主茎	分枝	計	主茎	分枝	計						
サチユタカA1号	7.1	21	31	53	202	327	529	25	29	54	248	387	635	1.63	1.65	1.64	405	639	1044
	14.3	30	32	62	320	372	692	37	28	65	387	432	819	1.68	1.57	1.62	652	677	1329
サチユタカ	7.1	16	28	44	188	305	493	36	40	76	240	373	613	1.75	1.74	1.74	421	648	1069
	14.3	24	31	55	324	357	681	45	37	82	393	425	818	1.70	1.63	1.67	670	692	1362
品種		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.
栽植密度		*	n.s.	n.s.	**	*	**	**	n.s.	*	**	n.s.	**	n.s.	*	n.s.	**	n.s.	*
品種×栽植密度		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

品種	栽植密度 (本/m <sup>2</sup> )	百粒重(g)		m <sup>2</sup> 当たり精子実重(g/m <sup>2</sup> )			子実タンパク質含有率(%)		
		主茎	分枝	主茎	分枝	計	主茎	分枝	全体
サチユタカA1号	7.1	41.9	41.1	162.3	248.3	410.6	45.2 ± 0.4	45.0 ± 0.1	45.1 ± 0.2
	14.3	41.5	40.4	248.5	257.3	505.8	45.3 ± 0.6	45.0 ± 0.4	45.0 ± 0.4
サチユタカ	7.1	39.8	39.5	161.4	245.9	407.3	47.1 ± 0.4	46.8 ± 0.6	46.7 ± 0.5
	14.3	39.1	39.1	247.4	261.7	509.1	48.0 ± 0.5	47.9 ± 0.2	47.9 ± 0.2
品種		**	**	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**
栽植密度		n.s.	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.
品種×栽植密度		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

注)表中の\*\*分散分析において1%水準で有意な差があることを，また，n.s.は有意な差が無いことを表す。

子実タンパク質含有率の数値は，平均±標準誤差を示す。

第3表. 収量構成要素，収量およびタンパク質含有率(2018年)  
Table 3. yield components, yield and seed protein content (2018)

品種	栽植密度 (本/m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup> 当たり莢数(莢/m <sup>2</sup> )												1莢内粒数(粒)			m <sup>2</sup> 当たり粒数(粒/m <sup>2</sup> )		
		1粒莢			2粒莢			3粒莢			全体			主茎	分枝	全体	主茎	分枝	計
		主茎	分枝	計	主茎	分枝	計	主茎	分枝	計	主茎	分枝	計						
サチユタカA1号	6.3	14	40	54	142	325	468	26	45	71	182	410	592	1.69	1.68	1.68	307	689	996
	8.3	21	37	58	176	342	518	30	50	80	227	429	656	1.67	1.64	1.65	378	708	1087
	12.5	25	52	76	228	410	638	43	58	102	296	520	816	1.76	1.64	1.69	517	850	1367
サチユタカ	6.3	22	34	56	150	311	460	33	70	103	204	414	619	1.62	1.70	1.67	332	706	1038
	8.3	18	43	61	183	344	527	40	67	107	241	454	695	1.74	1.75	1.74	419	794	1212
	12.5	21	40	62	228	394	622	42	76	118	291	510	801	1.65	1.65	1.65	480	842	1323
品種		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
栽植密度		n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	*	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	*
品種×栽植密度		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

品種	栽植密度 (本/m <sup>2</sup> )	百粒重(g)		m <sup>2</sup> 当たり精子実重(g/m <sup>2</sup> )			子実タンパク質含有率(%)		
		主茎	分枝	主茎	分枝	計	主茎	分枝	全体
サチユタカA1号	6.3	39.9	39.8	117.7	260.0	377.7	43.8 ± 0.2	43.5 ± 0.3	43.6 ± 0.6
	8.3	38.2	37.0	139.4	251.7	391.1	44.0 ± 0.2	43.7 ± 0.2	44.1 ± 0.3
	12.5	38.8	38.0	194.2	312.1	506.3	44.0 ± 0.3	44.1 ± 0.1	44.0 ± 0.6
サチユタカ	6.3	36.3	35.8	115.2	241.7	356.9	45.7 ± 0.6	45.5 ± 0.4	45.6 ± 0.6
	8.3	36.4	36.7	144.2	273.3	417.5	46.0 ± 0.3	46.2 ± 0.1	46.1 ± 0.5
	12.5	36.3	35.5	166.7	286.7	453.3	46.1 ± 0.3	46.3 ± 0.5	46.3 ± 0.5
品種		**	**	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**
栽植密度		n.s.	n.s.	**	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.
品種×栽植密度		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

注)表中の\*\*，\*は分散分析においてそれぞれ1%，5%水準で有意な差があることを，また，n.s.は有意な差が無いことを表す。

子実タンパク質含有率の数値は，平均±標準誤差を示す。

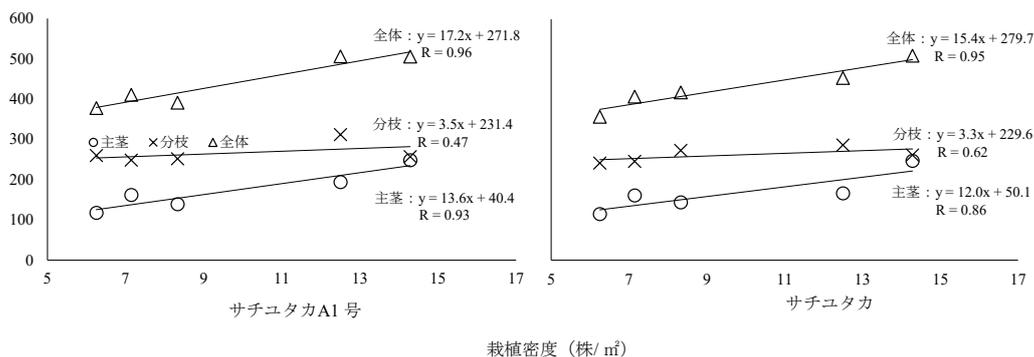


図1. 栽植密度と主茎、分枝および全体の種子実重との関係  
 Fig.1. Relationship between planting density and seed yield on branch, main stem and both branch and main stem.

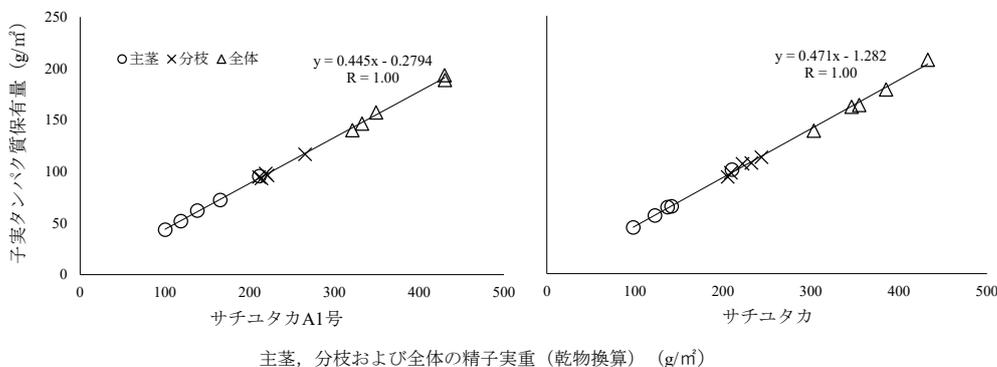


図2. 主茎、分枝および全体の㎡当たりの種子実重と子実タンパク質保有量との関係  
 Fig.2. Relationship between seed yield and seed protein content on branch, main stem and both branch and main stem.

向が見られたことや、主茎着莢の子実タンパク質含有率は、分枝着莢子実に比べ有意に高かったことを報告している。また、足立ら(2015)は、面積当たりの個体数の増加にともなう枝条構造の変化により、収量の大部分を占める主茎・分枝の子実タンパク質含有率が増加し、全子実の子実タンパク質含有率が增加することが示唆された、と報告しており、今回の結果と異なる報告もみられる。子実タンパク質含有率はダイズの子実成分の中で最も重要な項目の一つであり、加工用途に応じた均質なものが実需者から求められている。奈良県産ダイズの評価を高めるために、栽植密度をはじめ栽培条件によるその変動や制御について今後も検討が必要である。

### 謝辞

本研究において、子実品質の評価にご協力いただいた西日本農業研究センター畑作物育種グループに厚くお礼申し上げます。

また、本研究はJSPS 科研費 JP17H03758 の助成を受けたものです。

### 引用文献

足立統一, 日田早織, 濱勇希, 稲村達也. 枝条構造がダイズ子実の収量とタンパク質含有率に及ぼす影響. 日本作物学会講演会要旨集. 2015, 239(0), 41.

羽鹿牧太，船附秀行，山田哲也，高橋浩司，菱沼亜衣，平田香里，大木信彦，山田直弘，小巻克巳，松永亮一．難裂莢性を導入した大豆新品種「サチユタカ A 1 号」の育成．作物研報．2016，16，1-34.

池田武，佐藤庚．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．1990，59（2），219-224.

村田資治，山下紘輝，稲村達也．奈良県と山口県においてダイズ品種「サチユタカ」を密植しても増収しない要因の解明．日作紀．2019，88（4），237-245.

杉山高世，森下星子，福田和明，辻章宏．難裂莢性ダ

イズ‘サチユタカ A1 号’の奈良県における生育，収量および品質特性．奈良農研セ研究報告．2020，51，1-7.

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．ダイズ新品種「サチユタカ」の育成とその特性．九州沖縄農業研究センター報告．2004，5，15-39.

内川修，福島裕助，松江勇次．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時期，栽植密度との関係．日作紀．2004，73（3），287-292.