

## 根粒超着生ダイズ品種「作系4号」の育成

高橋 幹・有原文二・中山則和・国分牧衛<sup>\*1</sup>・島田信二<sup>\*2</sup>・高橋浩司・羽鹿牧太

### 抄 録

大豆「作系4号」(旧名「En-b0-1-2」)は、品種「エンレイ」と「エンレイ」を原品種とする根粒超着生系統「En6500」を人工交配し、その後代を選抜・固定した品種である。本品種は、根粒着生数が「エンレイ」より数倍以上多い根粒超着生系統であり、従来と同様の系統が生育・収量性とも通常の品種より劣ると報告されているのに対して、通常の品種と同等の生育・収量性を示す。また、個体当たりの窒素固定能が「エンレイ」より顕著に高く、土壌窒素を利用しにくい条件下で多収を得る能力を持つ。

キーワード：窒素固定、ダイズ、品種、根粒、根粒超着生、生育、収量、スーパーノジュレーション

### Abstract

A supernodulating cultivar, “Sakukei 4” (formerly “En-b0-1-2”) was selected from a cross of “Enrei” and “En6500”, a supernodulating mutant derived from “Enrei”. “Sakukei 4” is a supernodulating genotype with several times more nodules than “Enrei”, and a yield similar to “Enrei”, while other supernodulating lines reported thus far are inferior to normal cultivars in growth and yield. Per-plant potential nitrogen fixation in “Sakukei 4” is significantly higher than that of “Enrei” throughout the growing season and has the potential to produce higher yields in fields with low nitrogen fertility.

Key Words: Growth, Nitrogen fixation, Root nodule, Soybean (*Glycine max* L. Merr.), Supernodulation, Variety, Yield.

## 緒 言

子実中のタンパク質含量が高い作物である大豆で多収を得るには、多量の窒素を大豆に集積させることが必要である。その際、マメ科作物の特徴である共生根粒菌の窒素固定機能を活用することは、窒素肥料を多用することなく環境との調和を図りながら、大豆の生産性を向上させる有用な手段と考えられる。大豆における窒素固定の活用については、様々な側面から研究が行われているが、大豆側から窒素固定の活用を図る手段として注目されたのが、1980年代から各国で作出された根粒超着生系統（スーパーノジュレーション系統）の大豆である（Caroll *et al.* 1985、Gremaud and Harper 1989）。根粒超着生系統は、極めて多数の根粒を着生する特徴を持つ。根粒超着生系統には根粒着生制御機構解明のための実験材料としての役割とともに、高い窒素固定能力とそれを活かした高い収量性による農業への寄与が期待された。しかし、これまで各国で作出された根粒数が原品種の数倍以上ある根粒超着生系統は、生育や収量が原品種より劣った（Herridge *et al.* 1990、Herridge and Rose 2000、Hussain *et al.* 1992、Pracht *et al.* 1994、Song *et al.* 1995、Wu and Haper 1991、Zhao *et al.* 1998）。根粒数が原品種の1.5倍ないし2倍程度の中間的根粒超着生系統と呼ばれる系統の中には、生育・収量が原品種に匹敵するものがあるとされ、農業的利用に関する研究が続けられている状況であった。わが国では、関東・北陸から中国地方までの広い地域に適応する代表的な大豆品種「エンレイ」から、Akao and Kouchi (1992) によって、エチルメタンサルホン酸（EMS）を用いた人為突然変異を利用して根粒超着生系統「En6500」が作出され

た。しかし、この系統も生育量が顕著に小さく、栽培条件によっては子実が充実しないへこみ粒が多発する等の欠点を持っている。また、「En6500」は、根粒を着生させない無菌栽培でも「エンレイ」に比べて生育量が劣ることから（Francisco *et al.* 1992、Takahashi *et al.* 1995）根粒超着生と直接関係しない劣った遺伝的性質を持っている可能性が認められた。本品種は、根粒超着生系統「En6500」の根粒超着生形質を維持しながら、それ以外の不良形質を除去し、生育・収量等を改善することを目的として、農業研究センター（現作物研究所）豆類栽培生理研究室で育成が開始された。1996年より系統「En-b0-1-2」として、育成地及び現地圃場で生産力検定試験を行った結果、従来の根粒超着生系統が普通品種に比べて生育・収量とも顕著に劣るのに対し、普通品種と同等の収量の成績を得た。また、個体当たりの窒素固定能力が高く、不耕起狭畦密植栽培で普通品種より多収を示すなどの優れた特性が明らかとなった。このように、本品種は当初、栽培生理研究用の系統として育成が開始されたものであるが、根粒超着生の特性を有しながら、従来の類似系統にはない高い収量性など注目すべき新規性を有しているため、2002年に系統名を「作系4号」に変更するとともに、2002年4月に種苗法による品種登録を出願した。本稿では本品種の育成経過と特性の概要を報告する。

本品種の育成にあたり多大な協力・支援を頂いた茨城県新利根町における現地水田転換畑試験の関係者、中央農業総合研究センター業務第2科・第1科職員、並びに関係非常勤職員の皆様に深く感謝する。

## 育成経過

「作系4号」は、1992年に農業研究センター（現作物研究所）豆類栽培生理研究室において、根粒を多量に着生する大豆系統、すなわち根粒超着生系統の生育・収量等の改善を目標として、品種「エンレイ」を母、「エンレイ」を原品種とする根粒超着生突然変異系統「En6500」を父として人工交配した後代から、根粒超着生の特性を持ち、かつ生育・収量の優れる系統を選抜し、固定したものである。育成系譜を図1に、選抜経過を表1に示す。父親の「En6500」は、農業生物資源研究所室素固定研究室において、「エンレイ」種子をエチルメタンスルホン酸（EMS）で処理して突然変異を誘発させ、根粒が多量に着生する個体を選抜して作出されたものである。上記の交配時における世代はM<sub>5</sub>であった。

交配は1992年の春に農業研究センター（現作物研究所）において温室で行いF<sub>1</sub>種子25粒を得た。1994年に温室でF<sub>2</sub>世代244個体を栽培し、成熟期に根粒着生状況を判定した。その結果、

57個体が根粒超着生を示し、187個体が通常の根粒着生を示した。「En6500」など既存の根粒超着生系統では、根粒超着生性は劣性の単一遺伝子支配によるとされており（Kokubun and Akao 1994）、今回もこれと一致する分離比（超着生：通常 = 1 : 3.28、 $\chi^2 = 0.35$ 、 $P < .05$ ）が示された。F<sub>2</sub>で根粒超着生を示した個体の後代をF<sub>3</sub>以降、系統栽培した結果、F<sub>5</sub>世代において、他に比べて生育や着莢数が特に優れた個体を見出した。以後、この個体の後代の選抜・固定を図った。1996年に「En-b0-1-2」の系統名を付し、2002年に「作系4号」と名称を変更した。

固定度に関しては、2001年にF<sub>14</sub>世代での主要な形質について系統間及び個体間の変異を調査した。その結果「作系4号」の変異幅は比較品種の「エンレイ」とほぼ同程度で、実用的に支障ない程度に固定していると認められた（表2）

2002年3月をもって、「作系4号」の育成を完了し、同年4月に種苗法に基づく品種登録出願（出願番号14688）を行った。

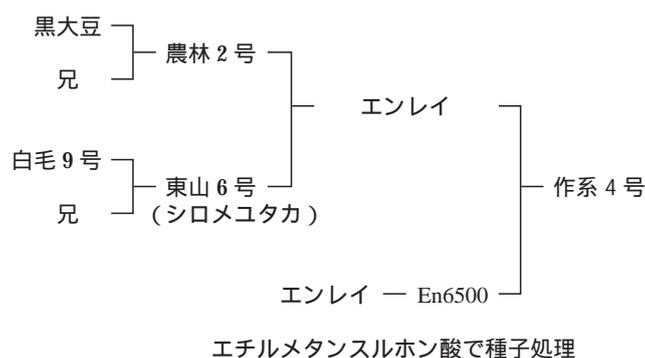


図1 「作系4号」の系譜

表1 選抜・育成経過

世代 年次	交配 1992 <sup>1)</sup> 2-5月	F <sub>1</sub> 1992	F <sub>2</sub> 1994 <sup>1)</sup> 3-6月	F <sub>3</sub> 1994	F <sub>4</sub> 1994 <sup>1)</sup> 10-1月	F <sub>5</sub> 1995	F <sub>6</sub> 1995 <sup>1)</sup> 10-12月	F <sub>7</sub> 1996 <sup>1)</sup> 1-4月	F <sub>8</sub> 1996	F <sub>9</sub> 1996 <sup>1)</sup> 11-3月	F <sub>10</sub> 1997	F <sub>11</sub> 1998	F <sub>12</sub> 1999	F <sub>13</sub> 2000	F <sub>14</sub> 2001
供試系統数				40	9	42	1	1	4	5	5	5	5	5	5
供試個体数		25	244	760	54	966	10	10	80	100	100	100	100	100	100
選抜系統数				1	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
選抜個体数	25粒	25	40	9	42	1	1	4	5	5	5	5	5	5	5

注1) 温室で栽培。

表2 固定度調査成績 (育成地)

品種名	個 体 数	開 花 期 (月日)	成 熟 期 (月日)	主茎長 (cm)			主茎節数 (節)			分枝数 (本)			百粒重 (g)			
				平均	標準 偏差	変異 係数 (%)	平均	標準 偏差	変異 係数 (%)	平均	標準 偏差	変異 係数 (%)	平均	標準 偏差	変異 係数 (%)	
作系4号	1	19	7.26	10.26	65.5	3.11	4.8	16.2	0.69	4.3	5.1	1.03	20.3	34.4	1.65	4.8
	2	19	7.26	10.26	66.1	3.66	5.5	16.3	0.75	4.6	5.4	1.01	18.8	34.7	1.69	4.9
	3	19	7.26	10.26	69.1	4.68	6.8	16.6	0.76	4.6	4.9	0.62	12.6	34.4	1.92	5.6
	4	19	7.26	10.28	65.8	2.44	3.7	16.6	0.69	4.2	4.8	1.18	24.7	36.1	1.71	4.7
	5	19	7.25	10.28	67.6	3.11	4.6	16.4	0.68	4.2	5.1	0.99	19.5	36.2	1.83	5.0
系統平均 変異係数 (%)		7.26	10.27	66.8			16.4			5.1			35.1			
					2.3			1.2			4.2			2.5		
エンレイ	1	19	7.24	10.14	58.0	3.37	5.8	13.7	0.45	3.3	5.0	1.00	20.0	34.4	2.03	5.9
	2	19	7.24	10.15	59.3	4.60	7.8	13.5	0.70	5.2	4.9	1.20	24.5	34.2	2.70	7.9
	3	19	7.24	10.14	58.4	4.78	8.2	13.7	0.67	4.9	5.3	0.95	17.8	35.4	2.46	6.9
	4	19	7.24	10.16	61.7	4.57	7.4	13.7	0.65	4.8	5.3	0.75	14.1	36.3	1.62	4.5
	5	19	7.24	10.15	57.2	3.70	6.5	13.5	0.51	3.8	4.9	0.71	14.3	34.4	2.61	7.6
系統平均 変異係数 (%)		7.24	10.15	58.9			13.6			5.1			34.9			
					3.0			0.8			4.0			2.6		

## 特性の概要

### 1 形態的特性

品種特性分類審査基準に従った「作系4号」の形態的特性を表3に示す。胚軸色及び花色は“紫”、毛茸色は“白”、毛茸の多少は“中”で、「エンレイ」、「En6500」と同じである。主茎長は「エンレイ」と同じ“中”である。小葉の形は「エンレイ」、「En6500」と同じ“円葉”であるが、やや長形である。主茎節数は「エンレイ」と同じく“中”であるが、「エンレイ」より約2節多い。分枝数は“中”、伸育型は“有限”、熟莢色は“褐”である。粒の大きさは「En6500」の“小の大”に対して、「エンレイ」と同じ“中の大”ないし“大の小”に属し、粒

形は“楕円体”、子葉色は“黄”、種皮色は“黄”、臍色は“黄”、臍の光沢は“中”である。

### 2 生態的特性

品種特性分類審査基準に従った「作系4号」の生態的特性を表4に示す。開花期は「エンレイ」、「En6500」の“中”に対して、これらより4~5日遅い“中の晩”である。成熟期は「エンレイ」、「En6500」の“中”に対して、“晩の早”である。生態型は“中間型”である。裂莢の難易は“中”、最下着莢節位高は“中”で、いずれも「エンレイ」と同程度である。子実収量は普通畑標準播において「エンレイ」並で、「En6500」より顕著に高い。

表3 形態的特性

系統名 または 品種名	胚 軸 の 色	小 葉 の 形	花 色	毛茸の			主 茎 長	主 茎 節 数	分 枝 数	伸 育 型	熟 莢 の 色	粒 の 大 小	子 葉 色	粒 形	粒 の 光 沢	種 皮 の 色	臍 の 色
				多 少	形	色											
作系4号	紫	円葉	紫	中	直	白	中	中	中	有限	褐	大の小	黄	楕円体	中	黄	黄
エンレイ	紫*	円葉*	紫*	中*	直*	白*	中*	中	中*	有限*	褐*	大の小*	黄*	楕円体*	強	黄*	黄*
En6500	紫	円葉	紫*	中	直	白	短	少	少	有限	褐	小の大	黄	- <sup>3)</sup>	中	黄	黄

注1) だいたい品種特性分類審査基準 (1995年3月) による。

2) \*印は当該特性について標準品種となっていることを示す。

3) 不充実粒が多発するため、判定困難。

表4 生態的特性

系統名 または 品種名	開花期	成熟期	生態型	裂莢の難易	倒伏抵抗性	病害虫抵抗性		
						ダイズ シスト センチュウ	ジャワ ネコブ センチュウ	ダイズ モザイク ウイルス
作系4号	中の晩	晩の早	中間型	中	強	-	-	-
エンレイ	中*	中*	中間型*	中	強*	弱*	-	中
En6500	中	中	中間型	中	強	-	-	-

1) だいず品種特性分類審査基準(1995年3月)による。

2) \*印は当該特性について標準品種となっていることを示す。

### 3 子実成分

育成地において1997、1998年産の子実成分を調査した結果、「作系4号」の粗蛋白質含有率は平均44.8% (窒素蛋白換算係数6.25) であった(表5)。品種特性分類審査基準に従った子実の粗蛋白質含有率は「エンレイ」並の“高”に分類される。

表5 子実の粗蛋白質含有率

品種名	試験年次	粗蛋白質 含有率 (%)	分類 <sup>3)</sup>
作系4号	1997	43.5	
	1998	46.1	
	平均	44.8	高
エンレイ	1997	44.7	
	1998	46.2	
	平均	45.5	高

注1) 燃焼法による無水物中の含有率。

2) 窒素蛋白質換算係数は6.25。

3) だいず品種特性分類審査基準(1995年3月)による。

## 育成地における生育・収量等の成績

育成地における1996年から3年間の生育、収量の調査結果を表6に示す。

「作系4号」の開花期の平均は8月4日で、「エンレイ」、「En6500」より4~5日遅かった。成熟期の平均は10月27日で、「エンレイ」、「En6500」より11~20日遅かった。

開花期における地上部乾物重は平均15.6kg/a

で「エンレイ」より4割程度小さく、初期生育が緩慢であることがわかった。しかし、成熟期における地上部乾物重は平均74.5kg/aで「エンレイ」と同程度であった。

成熟期における主茎長は平均63.3cmで「エンレイ」と同程度であった。主茎節数は平均16.2で「エンレイ」より2節多かった。分枝数は平

表6 育成地における標準栽培の生育、収穫物及び品質調査

系統名 または 品種名	試験 年次	開花期 (月日)	成熟期 (月日)	主茎長 (cm)	主茎 節数	分枝数	最下 着莢 節位高 (cm)	立枯れ	ウイ ルス 病	開花期 全重 (kg/a)	成熟期 全重 (kg/a)	子実重 (kg/a)	同左 対標準 品種比 (%)	百粒重 (g)	紫斑粒	褐斑粒	裂皮粒
作系4号	1996	8.6	10.29	-	-	-	-	無	無	-	68.2	37.3	141	33.7	微	無	無
	1997	8.4	10.23	59.7	16.6	4.5	14.8	無	無	14.9	82.8	46.3	98	33.7	微	無	中
	1998	8.2	10.28	66.9	15.8	4.6	11.6	無	無	16.3	72.5	38.8	91	33.0	微	無	中
	平均	8.4	10.27	63.3	16.2	4.6	13.2	無	無	15.6	74.5	40.8	110	33.5	微	無	中
エンレイ	1996	8.1	10.09	-	-	-	-	無	無	-	49.1	26.4	100	27.1	微	無	無
	1997	7.30	10.12	54.9	13.9	4.8	13.8	無	無	21.7	79.4	47.4	100	31.6	微	無	無
	1998	7.29	10.13	69.4	13.9	4.6	15.9	無	無	29.7	76.7	42.7	100	36.5	微	無	無
	平均	7.30	10.11	62.2	13.9	4.7	14.9	無	無	25.7	68.4	38.8	100	31.7	微	無	無
En6500	1996	8.2	10.12	-	-	-	-	無	無	-	24.2	9.6	36	15.9	微	-	-
	1997	7.31	10.12	33.3	12.5	3.2	7.9	無	無	7.9	41.1	18.0	33	17.0	微	-	-
	平均	8.1	10.12	33.3	12.5	3.2	7.9	無	無	7.9	32.7	13.8	35	16.5	微	-	-

播種日6.16~6.18、施肥量N0.3、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>1.0、K<sub>2</sub>O1.0、熔燐10.0、苦土石灰10.0(kg/a)、畦幅70cm株間10cm1株1本立、区制:2(1996)3(1997、1998)

均4.6で「エンレイ」と同程度であった。

子実収量は平均40.8kg/aで「エンレイ」と同程度であり、「En6500」より3倍程度高かった。百粒重の平均は33.5gで「エンレイ」よりやや大きく、不充実粒が多発する「En6500」より2

倍程度大きかった。

紫斑粒の発生は「エンレイ」と同程度であった。褐斑粒は見られなかった。裂皮粒の発生は「エンレイ」より多かった。

## 根粒及び窒素固定に関する特性

育成地において1997年及び1998年にポットで栽培試験を行い、「作系4号」の際立った特徴である根粒及び窒素固定に関する特性を調査した。根粒に関する結果を表7に、窒素固定に関する結果を図2に、これらの特性の一覧表を表8に示す。

### 1 根粒着生数及び根粒重

個体当たりの根粒の着生数は「エンレイ」の平均470個に対し、「作系4号」ではその8.4倍の3948個であり、“多”と判定された(表7)。個体当たりの根粒乾物重は「エンレイ」の平均1.18gに対し、「作系4号」ではその2.4倍の2.89gで、“大”と判定された。また、1997年に「En6500」と比較した結果、「作系4号」は個体当たりの根粒数、根粒乾物重とも「En6500」の約3倍であった。

### 2 窒素固定能(アセチレン還元能)

1997年の試験の結果、「作系4号」の個体当たり窒素固定能(アセチレン還元能)は調査期間を通じて「エンレイ」及び「En6500」より明らかに優った(図2)。これに対し、「En6500」の窒素固定能は調査初期にのみ「エンレイ」より優るものの、その後は劣った。1998年の結果も前年と同様であり、「作系4号」の個体当たり窒素固定能(アセチレン還元能)は調査期間を通じて「エンレイ」より顕著に優った。

表8 根粒及び窒素固定に関する特性

系統名 または 品種名	根粒 着生数	根粒重 (個体当たり)	窒素固定能 (個体当たり)
作系4号	多	大	高
エンレイ	中	中	中
En6500	多	中	低~中

表7 根粒着生数および根粒重

系統名 または 品種名	試験 年次	根粒数 (個/個体)	同左対標準 品種比 (%)	根粒重 (g/個体)	同左対標準 品種比 (%)
作系4号	1997	3242	833	2.36	234
	1998	4653	844	3.41	254
	平均	3948	839	2.89	244
エンレイ	1997	389	100	1.01	100
	1998	551	100	1.35	100
	平均	470	100	1.18	100
En6500	1997	1118	287	0.85	84

注) 個体当たりの窒素固定能が最大となる莖伸長期の測定値。  
1997年は播種65日後、1998年は播種68日後に調査。  
面積 1/5000a、容量 7Lの深型ワグネルポットに黒ボク土を充填して使用。  
施肥量：N 0.6、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>2.0、K<sub>2</sub>O2.0、熔燐15.0、苦土石灰7.0(g/pot)。網室内の台車上で栽培し、降雨時にはガラス室内に移動。  
1997年は1ポット2本立、反復数3、1998年は1ポット1本立、反復数4。

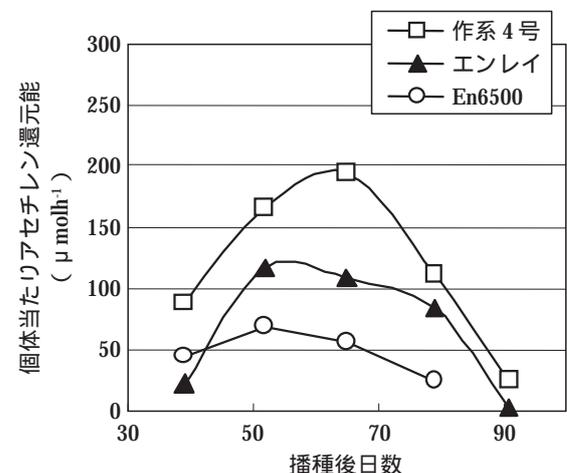


図2 個体当たり窒素固定能(アセチレン還元能)の推移

## 現地水田転換畑圃場における試験成績

### 1 標準栽培法による試験成績

現地水田転換畑圃場（茨城県稲敷郡新利根町太田新田）における1997年から2年間の生育、収量の調査結果を表9に示す。

「作系4号」の開花期の平均は8月3日で「エンレイ」より2日遅く、成熟期の平均は10月23日で「エンレイ」より10日遅かった。

成熟期における主茎長は平均51.8cmで「エンレイ」より約10cm短かった。主茎節数は16.0で「エンレイ」より1.4節多かった。分枝数は平均3.7で「エンレイ」と同程度であった。

子実収量は平均39.0kg/aで「エンレイ」と同程度であった。百粒重の平均は29.6gで「エン

レイ」よりやや小さかった。

紫斑粒の発生は「エンレイ」よりやや少なかった。褐斑粒はいずれの品種でも見られなかった。

### 2 不耕起狭畦密植栽培法による試験成績

現地水田転換畑圃場（新利根町太田新田）において、2000年から2年間、省力的栽培法である不耕起狭畦密植栽培による生育・収量等を、標準栽培法（耕起・標準畦幅・標準栽植密度）と比較した。その調査結果を表10に示す。

「作系4号」の開花期は「エンレイ」より2日遅く、成熟期は「エンレイ」より9日遅かつ

表9 現地転換畑圃場（茨城県新利根町）における標準栽培の生育及び収量調査

品種名	試験年次	開花期 (月日)	成熟期 (月日)	主茎長 (cm)	主茎節数	分枝数	最下着莢節位高 (cm)	全重 (kg/a)	子実重 (kg/a)	同左対標準品種比 (%)	百粒重 (g)
作系4号	1997	7.31	10.23	60.4	16.0	3.5	13.9	83.2	47.5	93	31.2
	1998	8.6	10.22	43.2	-	3.9	-	54.3	30.5	104	27.9
	平均	8.3	10.23	51.8	16.0	3.7	13.9	68.8	39.0	98	29.6
エンレイ	1997	7.28	10.14	69.8	14.6	4.2	15.1	88.0	51.1	100	35.6
	1998	8.4	10.11	59.4	-	4.1	-	56.6	29.4	100	31.1
	平均	8.1	10.13	64.6	14.6	4.2	15.1	72.3	40.3	100	33.4

1997年：播種日6.15、施肥量N 0.3、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>1.2、K<sub>2</sub>O1.2 (kg/a)、畦幅60cm株間10cm 1株1本立、区制3。

1998年：播種日6.24、施肥量1997年と同一、畦幅30cm株間20cm 1株1本立、区制4。

表10 現地転換畑圃場（茨城県新利根町）における不耕起狭畦密植栽培の生育及び収量調査

品種名	栽培法	試験年次	開花期 (月日)	成熟期 (月日)	倒伏	全重 (kg/a)	子実重 (kg/a)	同左対標準品種比 <sup>1)</sup> (%)	百粒重 (g)
作系4号	標準	2000	7.28	10.25	無	61.9	33.9	97	30.2
		2001	8.7	10.30	微	55.1	29.1	98	34.2
		平均	8.2	10.28	微	58.5	31.5	98	32.2
	不耕起 - 狭畦 - 密植	2000	7.28	10.25	少	84.4	45.5	123	30.0
		2001	8.6	10.29	中	65.1	30.4	105	32.3
		平均	8.2	10.27	中	74.8	38.0	114	31.2
エンレイ	標準	2000	7.25	10.15	微	65.2	34.8	100	33.5
		2001	8.4	10.22	少	54.4	29.6	100	32.9
		平均	7.30	10.19	少	59.8	32.2	100	33.2
	不耕起 - 狭畦 - 密植	2000	7.25	10.14	中	69.7	37.1	100	32.3
		2001	8.3	10.22	多	55.9	29.0	100	31.9
		平均	7.30	10.18	多	62.8	33.1	100	32.1

<sup>1)</sup> 標準栽培と不耕起・狭畦・密植栽培それぞれのエンレイの値を標準とした。

標準栽培：畦幅60cm、栽植密度（本/m<sup>2</sup>）22（2000年）18（2001年）

不耕起・狭畦・密植栽培：畦幅30cm、栽植密度（本/m<sup>2</sup>）37（2000年）25（2001年）

両栽培法共通：施肥量（kg/a）N 0.3、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>1.2、K<sub>2</sub>O1.2、播種日6.8（2000年）6.26-27（2001年）区制3。

た。百粒重は不耕起狭畦密植栽培法で31.2g、標準栽培法で32.2gを示し、「エンレイ」よりやや小さかった。

子実収量の平均は、標準栽培法では31.5kg/aで「エンレイ」と同程度であったが、不耕起狭畦密植栽培法では38.0kg/aで「エンレイ」より14%多かった。また、「作系4号」の子実収量は不耕起狭畦密植栽培法の方が標準栽培法より19%多かった。これらの結果から、「作系4号」は、この栽培法に対する適応性があると判断された。

新利根町圃場における1999年の試験結果では、窒素固定を行わない根粒非着生大豆系統の葉のクロロフィル含量は、不耕起区では耕起区に比べて明らかに低下した(図3)。このことから、不耕起栽培では根系発達の制限や窒素の無機化の抑制などのために、土壌窒素が大豆に利用されにくいと推察される。「作系4号」は、このような土壌窒素を利用しにくい条件下でも、狭

畦密植栽培などの適した栽培法を採ることによって多収を得る能力を持つと考えられる。

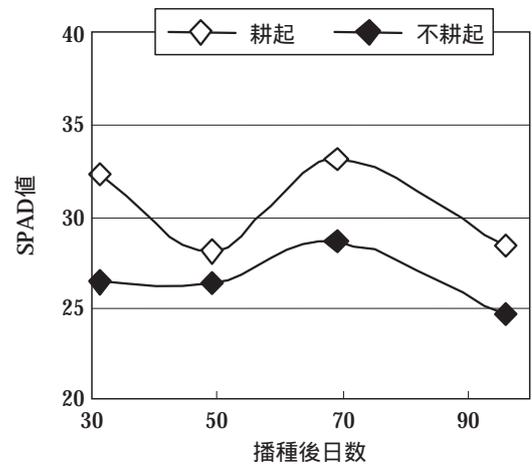


図3 耕起法が根粒非着生大豆系統「En1282」の葉のクロロフィル含量に及ぼす影響

注) 各時期の主茎最上位完全展開葉から2節下の葉の中央小葉をミノルタ葉緑素計SPAD502で測定。  
供試系統「En1282」は、農業生物資源研究所が「エンレイ」から作出した根粒非着生系統。

## 品種登録を出願した理由

大豆は多量の窒素を必要とする作物であるが、大豆と共生する根粒菌が窒素固定を行い、その窒素を大豆に供給する。このため、根粒菌からの窒素供給量を高めることにより、土壌窒素の少ない土地でも安定的に収量を確保することができると考えられている。近年、突然変異育種法を用いて、根粒が通常の数倍以上着生する系統、すなわち根粒超着生系統がいくつか作出されたが、これらはいずれも通常の品種に比べて生育量が劣り、収量も少ないことが報告されている。

「作系4号」は根粒超着生の特性を持ちながら、普通品種と同等の生育・収量性を示す。また、根粒菌による窒素固定能が生育期間を通じ

て高いことから、土壌窒素を利用しにくい条件下で多収を得る能力を持つと考えられる。例えば、不耕起狭畦密植栽培は省力的栽培法として注目されている一方で、不耕起であるために土壌窒素が利用されにくい、こうした条件下で「作系4号」は「エンレイ」に比べ14%多収を示した。

このように、本品種は根粒超着生の特性を有しながら、従来の超着生系統に比べて生育収量が優り、窒素固定能力が高く、不耕起狭畦密植栽培で通常の品種より多収を示すなど、注目すべき新規性を有しているため、種苗法に基づく品種登録を出願した。

## 栽培上の留意点

- 1 初期生育量が小さいので、基肥窒素の増量施用などによる初期生育促進が有効と考えられる。特に、根系の発達が遅い傾向にあるので、生育前期に干ばつに遭遇するとその影響を受けやすい。干ばつ傾向の場合には、過度の中耕による断根と土壤水分の損失を避け、可能ならば灌漑を行う。
- 2 ウイルス病抵抗性、シストセンチュウ抵抗性等の病害虫抵抗性は未検定なので、既存品種と同様に適正な病害虫防除を励行する。また、黒根腐病に対して「エンレイ」より弱い傾向にあるので、多発圃場での栽培は避ける。

## 育成従事者

育成従事者は豆類栽培生理研究室に在籍した（表11）、5名及び豆類育種研究室の2名の計7名である

表11 育成従事者

年次 世代 育成者	1992		1994			1995		1996			1997	1998	1999	2000	2001	現在の所属
	交配	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	F <sub>5</sub>	F <sub>6</sub>	F <sub>7</sub>	F <sub>8</sub>	F <sub>9</sub>	F <sub>10</sub>	F <sub>11</sub>	F <sub>12</sub>	F <sub>13</sub>	F <sub>14</sub>	
有原 丈二																作物研究所
高橋 幹																作物研究所
中山 則和																作物研究所
国分 牧衛																東北大学
島田 信二																東北農業研究センター
高橋 浩司																作物研究所
羽鹿 牧太																作物研究所

## 摘 要

- 1 . 根粒超着生ダイズ品種「作系4号」(旧名「En-b0-1-2」)は農業技術研究機構作物研究所で育成され、平成14年に品種登録を出願した。「作系4号」は品種「エンレイ」と「エンレイ」を原品種とする根粒超着生系統「En6500」を人工交配した後代を選抜・固定した品種である。
- 2 . 「作系4号」は根粒が通常の数倍以上着生する根粒超着生系統であり、従来の根粒超着生系統は生育・収量性とも通常の品種より劣ったが、「作系4号」は通常品種と同等の生育・収量性を示す。
- 3 . 「作系4号」は個体当たりの窒素固定能(アセチレン還元能)が生育期間を通じて「エンレイ」より顕著に高い。このため、不耕起栽培など土壤窒素を利用しにくい条件下で多収を得る能力を持つ。
- 4 . 「作系4号」の成熟期は「エンレイ」より11~20日遅く、“晩の早”である。その他の生態的及び形態的一般特性は「エンレイ」に類似する。

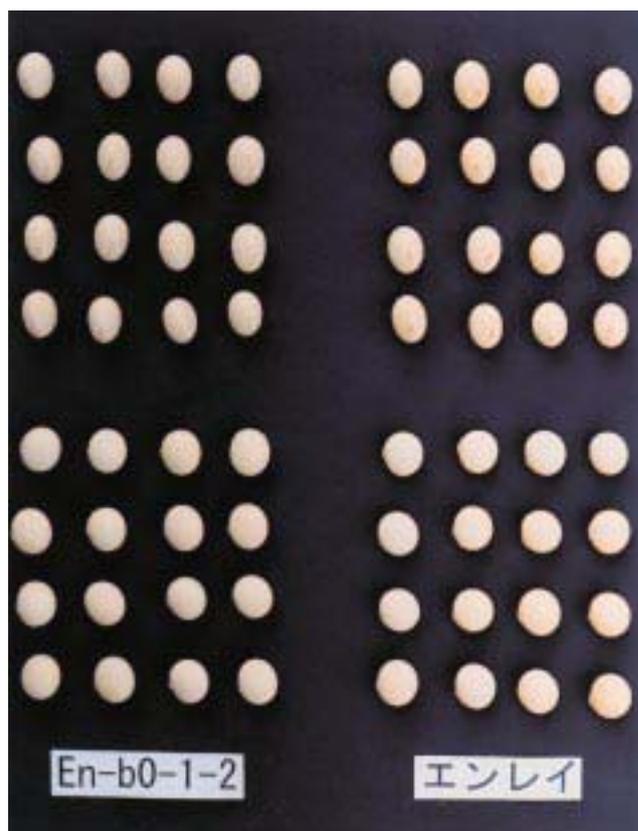
## 引用文献

- Akao, S. and H. Kouchi (1992) A supernodulating mutant isolated from soybean cultivar Enrei. *Soil Sci. Plant Nutr.* 38, 183-187.
- Carroll, B.J., D.L. McNeil and P.M. Gresshoff (1985) Isolation and properties of soybean mutants that nodulate in the presence of high nitrate concentrations. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 82, 4162-4166.
- Francisco, P.B.Jr., S. Akao and M. Kokubun (1992) Irradiance and nitrate effects on growth and symbiotic parameters of the supernodulating and nitrate-tolerant soybean mutant En6500 and its parent cultivar Enrei. *J. Plant Physiol.* 140, 453-459.
- Gremaud, M.F. and J.E. Harper (1989) Selection and initial characterization of partially nitrate tolerant nodulation mutants of soybean. *Plant Physiol.* 89, 169-173.
- Herridge, D., F.J. Bergersen and M.B. Peoples (1990) Measurement of nitrogen fixation by soybean in the field using the ureide and natural  $^{15}\text{N}$  abundance methods. *Plant Physiol.* 93, 708-716.
- Herridge, D. and I. Rose (2000) Breeding for enhanced nitrogen fixation in crop legumes. *Field Crops Res.* 65, 229-248.
- Hussain, A.K.M.A., T. Yamakawa, M. Ikeda and J. Ishizuka (1992) Effects of nitrogen application on growth and yield of nitrate-tolerant mutants of soybean. *J. Fac. Agr., Kyushu Univ.* 37, 133-138.
- Kokubun, M. and S. Akao (1994) Inheritance of supernodulation in soybean mutant En6500. *Soil Sci. Plant Nutr.* 40, 715-718.
- Pracht, J.E., C.D. Nickell, J.E. Harper and D.G. Bullock (1994) Agronomic evaluation of non-nodulating and hypernodulating mutants of soybean. *Crop Sci.* 34, 738-740.
- Song, L., B.J. Carroll, P.M. Gresshoff and D.F. Herridge (1995) Field assessment of supernodulating genotypes of soybean for yield,  $\text{N}_2$  fixation and benefit to subsequent crops. *Soil Biol. Biochem.* 27, 563-569.
- Takahashi, M., M. Kokubun and S. Akao (1995) Characterization of nitrogen assimilation in a supernodulating soybean mutant En6500. *Soil Sci. Plant Nutr.* 41, 567-575.
- Wu, S. and J.E. Harper (1991) Dinitrogen fixation potential and yield of hypernodulating soybean mutants: A field evaluation. *Crop Sci.* 31, 1233-1240.
- Zhao, L., L. Song, F.P.C. Blamey, S. Fukai and B.J. Carroll (1998) Yield and  $\text{N}_2$  fixation of backcrossed supernodulating soybean mutants. *Proceeding of the Ninth Australian Agronomy Conference, Wagga Wagga*, 375-378.



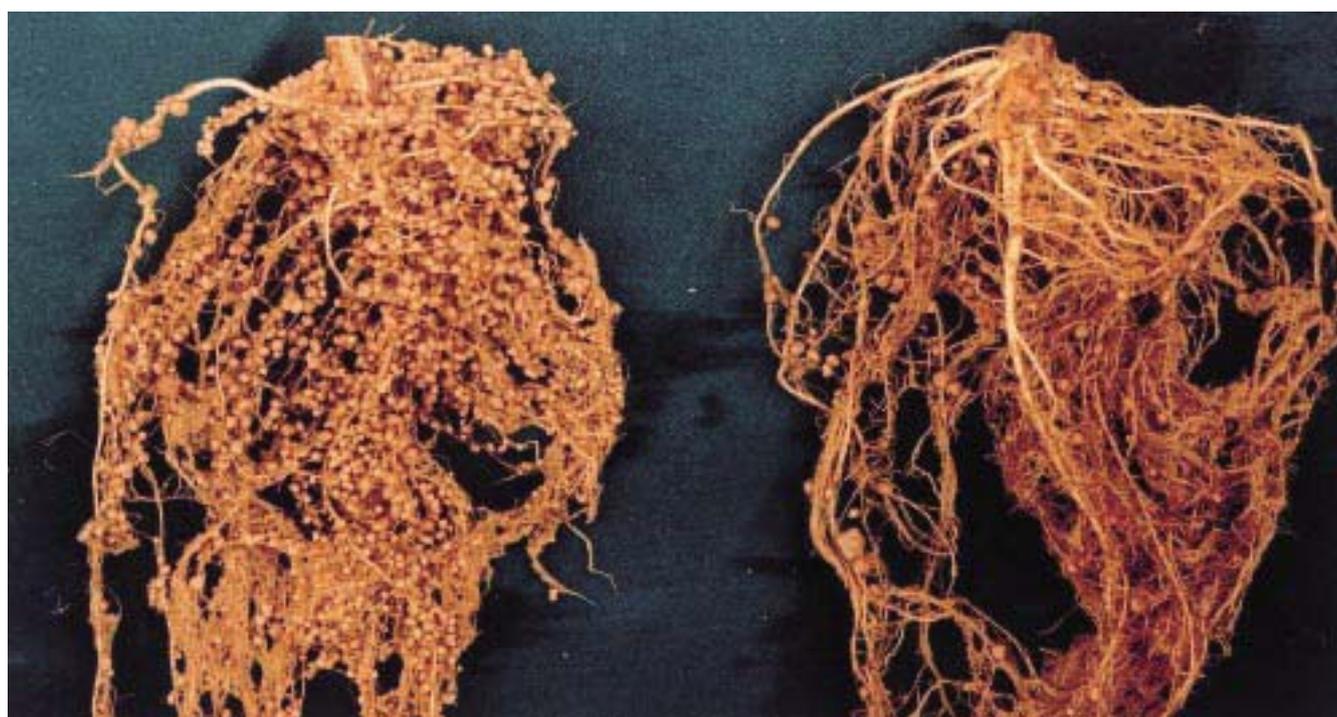
「作系4号」 「エンレイ」

写真1 草姿



「作系4号」 「エンレイ」

写真2 子実



「作系4号」 「エンレイ」

写真3 根粒と根

## Breeding of Supernodulating Soybean Cultivar “Sakukei 4”

Motoki TAKAHASHI, Joji ARIHARA, Norikazu NAKAYAMA, Makie KOKUBUN<sup>\*1</sup>,  
Shinji SHIMADA<sup>\*2</sup> Koji TAKAHASHI and Makita HAJIKA

### Summary

- 1 A supernodulating soybean variety, “Sakukei 4” (formerly “En-b0-1-2”), was developed by the National Institute of Crop Science, Tsukuba, Ibaraki, Japan, in 2002, selected from progeny induced by crossing “Enrei” and “En6500”, a supernodulating mutant derived from “Enrei” by the National Institute of Agrobiological Resources of Japan.
- 2 “Sakukei 4” forms several times more nodules than “Enrei”, with a yielding similar to “Enrei”, while other supernodulating lines reported thus far are inferior to normal cultivars in growth and seed yield.
- 3 The nitrogen fixation potential (acetylene reduction activity per plant) of “Sakukei 4” is significantly higher than that of “Enrei” throughout the growing season. “Sakukei 4” has the potentiality to produce higher yields even in fields with low nitrogen fertility.
- 4 “Sakukei 4” is classified to group V in maturity, and matures 11 - 20 days later than “Enrei”. “Sakukei 4” is generally similar ecologically and morphologically to “Enrei”.

---

Received 15 January, 2003

<sup>\*1</sup> Graduate School of Agricultural Science, Tohoku University

<sup>\*2</sup> National Agricultural Research Center for Tohoku Region