

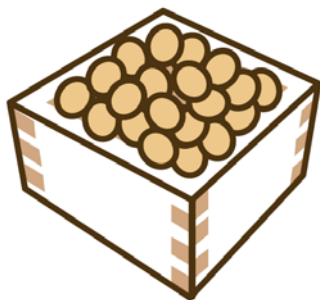
# 高タンパク質需要に適応した ダイズ品種と栽培

農研機構西日本農業研究センター  
技術支援センター長  
岡部 昭典

「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

## 本日の話題の内容

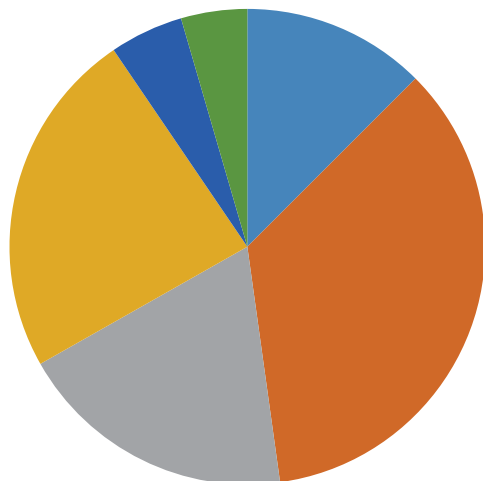
- 1) 高蛋白質大豆の需要について
- 2) 高蛋白質大豆品種について
- 3) 高蛋白質大豆の栽培環境条件について



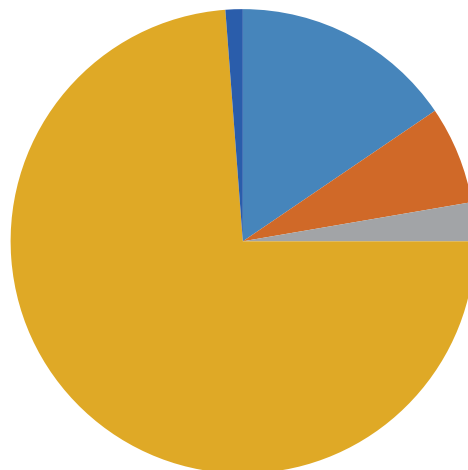
大豆(国産)



米(玄米)

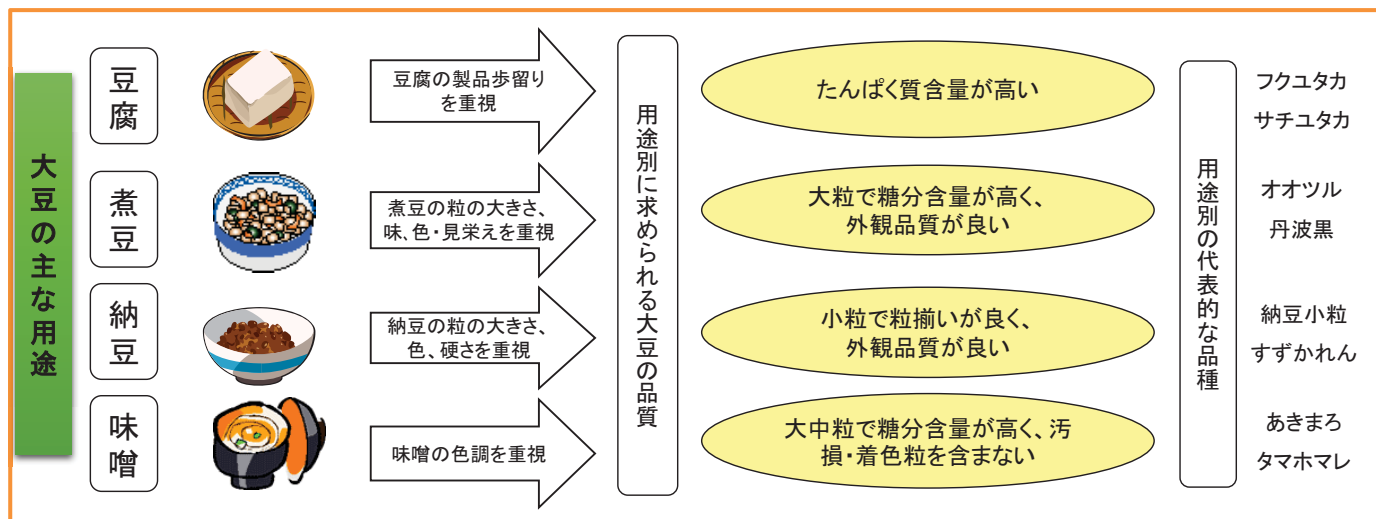


- 水分
- 蛋白質
- 脂質
- 炭水化物
- 灰分
- その他



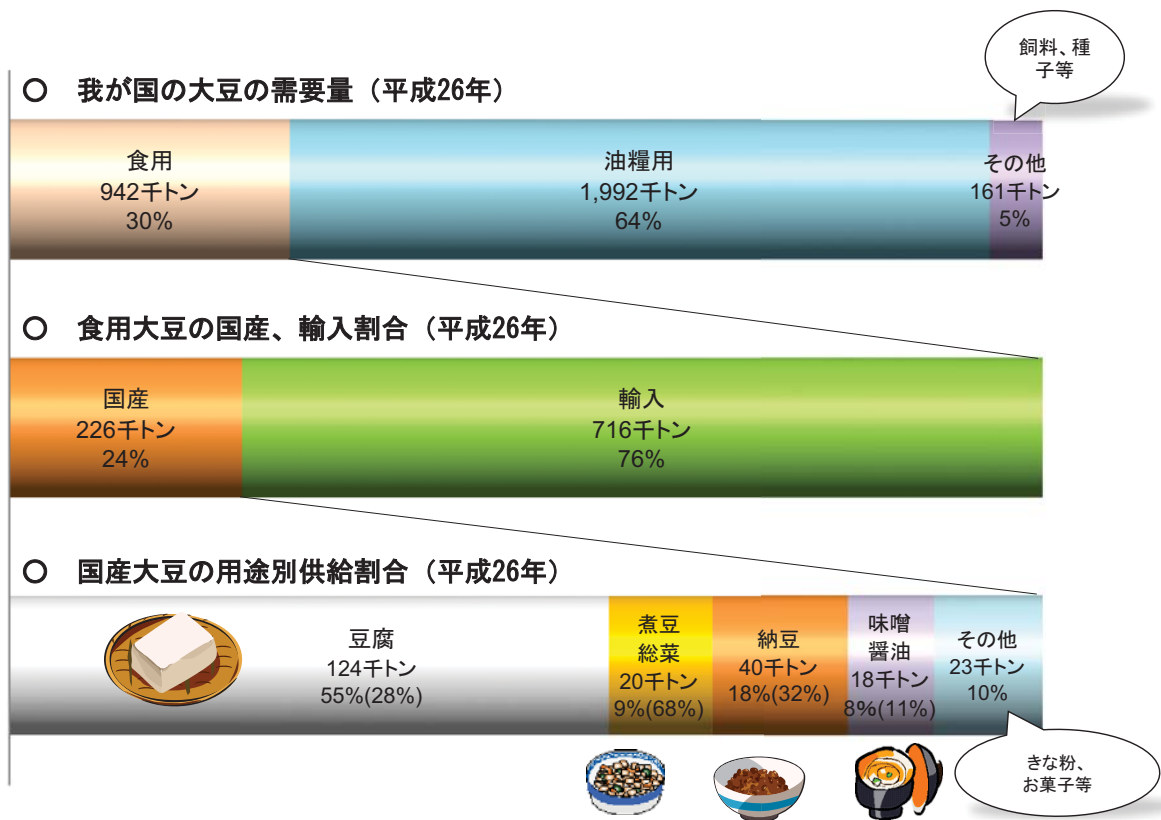
「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。  
(日本食品標準分析表2010より)

## 用途別に求められる品質



### ○ 国産大豆に対する実需者の評価

- 優れている点 ➡ 味、加工適性
- 劣っている点 ➡ 供給が不安定、ロット規模が小さい



注：国産大豆の（ ）内は各用途における国産シェアである。

農林水産省資料2016より

## 本日の話題の内容

- 1) 高蛋白質大豆の需要について
- 2) 高蛋白質大豆品種について
- 3) 高蛋白質大豆の栽培環境条件について

表1 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  
— 供試品種の育成年次による区分(「サチユタカ」まで) —

区分Ⅰ:1945年以前育成				区分Ⅱ:1946年～1970年育成				区分Ⅲ:1971年～2001年育成			
品 種 名	育成年	熟期	育成方法	品 種 名	育成年	熟期	育成方法	品 種 名	育成年	熟期	育成方法
玉錦	1915	晩生	純系分離	新4号	1949	早生	交雑	エンレイ	1971	早生	交雑
野起1号	1916	早生	純系分離	タマムスメ	1950	早生	交雑	アキシロメ	1979	中生	交雑
赤莢(滋賀)	1919	中生	純系分離	金成1号	1955	中生	純系分離	タマホマレ	1980	中生	交雑
旭60号	1922	早生	純系分離	朝白	1956	中生	純系分離	フクユタカ	1980	晩生	交雑
借金なし	1924	中生	純系分離	鳥取白大豆	1956	晩生	純系分離	トヨシロメ	1985	晩生	交雑
伊予大豆	1924	晩生	純系分離	久万大豆	1957	中生	純系分離	タチナガハ	1986	中生	交雑
出来過1号	1926	早生	純系分離	玉揃	1959	早生	純系分離	オオツル	1988	中生	交雑
赤莢(大阪)	1928	早生	純系分離	宇陀大豆	1959	中生	純系分離	ニシムスメ	1990	中生	交雑
中鉄砲	1936	中生	純系分離	早生朝白	1962	早生	純系分離	さやなみ	1997	中生	交雑
白大豆1号	1937	中生	純系分離	アキヨシ	1963	晩生	交雑	すずこがね	1998	中生	交雑
銀大豆	1937	晩生	純系分離	フジミジロ	1964	早生	交雑	タママサリ	1998	中生	交雑
八月大豆	1938	中生	純系分離	シロタエ	1965	中生	交雑	サチユタカ	2001	中生	交雑
花不知	1938	中生	在来種	ゴガク	1967	晩生	交雑				
阿蘇1号	1940	晩生	純系分離								
中生11号	1941	早生	純系分離								
新玉錦	1941	中生	純系分離								
雪転	1942	晩生	在来種								
秋大豆(白)	—	晩生	在来種								

注. 2003年及び2004年に近中四農研四国研究センターで栽培

第2表 供試品種の生育関連形質に関する育成年代別平均値と各形質に関する分散分析結果.

育成年代	開花迄日数 (日)	結実日数 (日)	生育日数 (日)	倒伏程度	青立ち程度
I	50±6.4	82±5.4	132±10.1	4.2±0.5	0.8±1.0
II	48±6.7	81±5.6	130±8.9	3.5±1.2	0.9±1.0
III	46±5.2	86±2.6	132±5.6	3.0±1.1	1.5±1.2
分散分析結果					
育成年代間(G)	***	**	n.s.	***	ns
試験年次間(Y)	n.s.	n.s.	n.s.	***	***
G×Y	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	ns

倒伏程度および青立ち程度は0～5(無～甚)の6段階で示す.

数値は平均値±標準偏差で表示.

\*\*\*, \*\*はそれぞれ0.1%, 1%水準で有意差があることを示し, n.s.は有意差がないことを示す.

第3表 供試品種の収量関連形質に関する育成年代別平均値と各形質に関する分散分析結果.

育成年代	主茎長 (cm)	主茎節数 (節)	分枝数 (本)	全重 (kg/a)	子実重 (kg/a)	百粒重 (g)
I	66.4±11.0	16.4±1.9	5.1±0.9	61.4±10.2	26.3±4.9	23.0±3.3
II	63.4±15.3	16.1±2.2	5.4±0.9	58.7±12.8	25.7±6.7	24.0±3.9
III	54.9±9.7	14.7±1.7	5.0±0.9	59.3±12.9	25.3±8.1	26.9±1.4
分散分析結果						
育成年代間(G)	***	**	n.s.	n.s.	n.s.	*
試験年次間(Y)	***	*	*	***	***	**
G×Y	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

数値は平均値±標準偏差で表示.

\*\*\*, \*\*, \*はそれぞれ0.1%, 1%, 5%水準で有意差があることを示し, n.s.は有意差がないことを示す.

# 新旧ダイズ品種比較 — 品質 —

第4表 供試品種の品質に関する育成年代別平均値及び各形質に関する分散分析結果.

育成年代	紫斑粒率 (%)	褐斑粒率 (%)	裂皮粒率 (%)	蛋白質含量 (%)	脂肪含量 (%)
I	1.3±1.1	2.1±3.9	16.3±18.6	41.9±1.8	20.4±0.9
II	1.4±1.4	1.5±1.7	21.2±20.4	42.8±2.4	20.2±1.2
III	2.2±1.9	0.8±0.8	5.7±4.6	43.1±2.4	20.2±0.9
分散分析結果					
育成年代間(G)	n.s.	n.s.	*	*	n.s.
試験年次間(Y)	**	n.s.	*	*	**
G×Y	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

数値は平均値±標準偏差で表示.

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

第5表 近年育成された近畿地域に適する大豆品種の蛋白質含量

品 種	育成年	育成地	蛋白質含量 (%)	特 徴
ことゆたか	2006	九州沖縄農研	43.5	耐倒伏性、密植適性
フクミノ	2010	九州沖縄農研	42.7	ハスモンヨトウ抵抗性
はつさやか	2011	近中四農研	44.6	難青立ち、豆腐加工適性
あきまろ	2011	近中四農研	42.9	晩播適性、味噌加工適性
サチユタカA1号	2012	作物研	45.3	難裂莢性
フクユタカA1号	2014	作物研	44.7	難裂莢性
こがねさやか	2014	近中四農研	45.1	リポ欠、醤油加工適性
たつまろ	2014	近中四農研	45.0	中小粒、醤油加工適性
はつながは	2014	九州沖縄農研	46.8	短茎で密植適性、長葉
フクハヤテ	2014	九州沖縄農研	44.6	早播適性、豆腐加工適性
蛋白質含量平均			44.5	

注. 農林水産省「国産大豆の品種特性」(2016.8)より抜粋

## 「はつさやか」の特性

1. 比較的早生で多収
2. 青立ちの発生が少ない
3. 外観品質が良好
4. 高蛋白で豆腐加工に適す
5. 味噌、煮豆、納豆の加工にも適す

(平成25年3月25日 品種登録)



はつさやか

サチユタカ

表. 「はっさやか」の主な品質特性等

調査地	近畿中国四国農業研究センター(育成地・善通寺市)					
調査年次	平成16年~22年					
栽培条件	転換畑6月播			転換畑7月播		
系統・品種名	はっさやか	サチユタカ	フクユタカ	はっさやか	サチユタカ	フクユタカ
成熟期(月.日)	10.24	10.28	11.06	11.05	11.07	11.11
百粒重(g)	29.2	30.9	31.4	30.1	31.3	30.6
外観品質	中上	中中	中上	上下	中上	中上
粒形	球	球	球	球	球	球
粗蛋白質含有率(%)	44.6	45.2	43.9	46.0	47.2	45.5
粗脂肪含有率(%)	20.1	19.5	20.3	18.2	18.0	19.2
全糖含有率(%)	20.6	21.0	21.0	21.6	21.6	21.3

## 「はっさやか」は豆腐加工適性が高い

「はっさやか」の豆腐加工適性(A社食品研究所)

品種・系統名	豆乳固形分 (%)	破断強度(g/cm <sup>2</sup> )		
		GDL(酸)	澄まし粉	にがり
はっさやか	10.1	80	107	71
サチユタカ	10.0	65	109	39
フクユタカ	9.9	86	109	64

豆腐歩留まりが高い

各凝固剤で硬い豆腐ができる

官能評価: しっかりとした食感で、甘味、コクが感じられた。





JA営農センター主催ふれあい祭り(2010.12)」

表. 「はつさやか」の豆腐試食アンケート結果  
実数(人)

年代	まずい	ややまずい	同じ	ややうまい	うまい	合計
71～	1	0	2	34	56	93
61～70	0	0	10	51	91	152
51～60	0	1	2	22	52	77
41～50	0	0	1	4	5	10
合計	1	1	15	111	204	332

割合 (%)

年代	まずい	ややまずい	同じ	ややうまい	うまい	合計
71～	1.1	0.0	2.2	36.6	60.2	100
61～70	0.0	0.0	6.6	33.6	59.9	100
51～60	0.0	1.3	2.6	28.6	67.5	100
41～50	0.0	0.0	10.0	40.0	50.0	100
合計	0.3	0.3	4.5	33.4	61.4	100

注. 普段食べている豆腐との比較

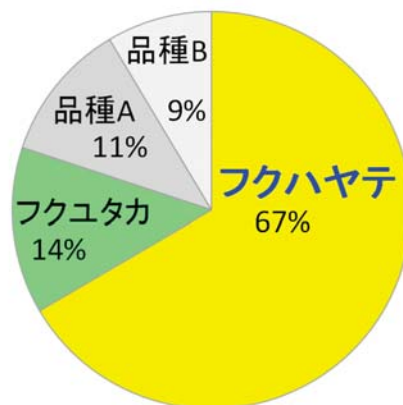
## 「フクハヤテ」

### ■おいしい豆腐ができる大豆「フクハヤテ」

- 豆腐だけでなく納豆、煮豆、味噌にも適します。
- 成熟期が「フクユタカ」より10～12日早く作業分散ができます。
- 播種適期が長く、6月に早播きしても収量は低下しません。



「フクユタカ」「フクハヤテ」「サチユタカ」



### どの品種の豆腐が一番おいしい？

4種類の大豆で作った豆腐を品種名を隠して77名が試食した結果、67%の人が「フクハヤテ」が一番を選びました(九州農政局主催の大豆生産拡大セミナーH26年3月開催の参加者を対象)



## ■狭畦密植栽培に適した大豆「はつながは」

- 短茎で耐倒伏性が高いため密植栽培に適します。
- 標準密度では「フクユタカ」より収量が低いが、密植条件では収量は上回ります。
- タンパク質含量が高く、豆腐加工適性は「サチユタカ」より大幅に優れます。
- 裂莢性、青立ちの発生程度は「サチユタカ」と同程度です。



「フクユタカ」「はつながは」「サチユタカ」

項目	はつながは	フクユタカ	サチユタカ
裂莢の難易	易	中	易
60°C-3h裂莢率(%)	94.1	90.2	94.6
タンパク質含量(%)	46.8	43.9	46.7
豆腐破断強度	72.6	69.7	49.2



「はつながは」の狭畦密植栽培

## 本日の話題の内容

- 1) 高蛋白質大豆の需要について
- 2) 高蛋白質大豆品種について
- 3) 高蛋白質大豆の栽培環境条件について

★栽培条件等

栽培地:長野県農業試験場

試験年次:1972~1974

供試材料:87品種・系統

1973年:少雨、干ばつ→小粒

1974年:適度な降水→大粒

★登熟中の積算平均気温と

脂質含量・炭水化物は正の相関

蛋白質含量・灰分は負の相関

(平 1981)

表 1 ダイズの成分と品種および栽培年次の影響<sup>(15)</sup>

成 分	寄与率 (%)	
	品種	栽培年次
タンパク質	88.5	2.3
脂 質	24.6	62.8
パルミチン酸	22.0	18.7
ステアリン酸	-18.1	16.5
オレイン酸	13.8	63.3
リノール酸	69.9	2.4
リノレン酸	12.6	77.4
炭水化物	59.4	35.7
灰 分	38.8	28.5
カリウム	31.1	19.5
リ ン	13.7	-2.4
マグネシウム	41.0	24.2
カルシウム	23.4	62.9
全カロテノイド	73.2	3.7
全 糖	32.4	50.0
遊離型全糖	30.0	42.4
スクロース	34.1	41.0
スタキオース	73.9	—
ラフィノース	70.7	—
ピニトール	82.6	—

★栽培条件等

栽培地:石岡(茨城県)

塩尻(長野県)

熊本

試験年次:1963年

供試材料:30品種

★成分含量の地域間差異

熊本産:蛋白質、灰分含量高く、

炭水化物含量低い

塩尻産:脂質含量低い

表 2 ダイズの成分と品種および栽培地の関係<sup>(15)</sup>

成 分	寄与率 (%)	
	品種	栽培地
タンパク質	55.4	18.3
11S	58.8	5.7
7S	35.9	1.4
グリシン	62.6	0.8
アラニン	35.6	-1.1
バリン	36.6	-0.5
イソロイシン	61.8	0.7
ロイシン	56.0	1.9
アスパラギン酸	77.0	0.6
グルタミン酸	61.6	3.0
リジン	56.5	4.6
アルギニン	36.9	16.5
ヒスチジン	35.1	1.1
フェニルアラニン	62.4	2.3
チロシン	31.1	7.2
プロリン	34.7	-0.6
トリプトファン	38.5	13.8
メチオニン	48.5	4.3
シスチン	50.2	17.0
セリン	48.0	0.5
スレオニン	39.2	4.6
脂 質	73.8	8.2
炭水化物	30.7	47.0
灰 分	19.6	66.5
カリウム	7.7	3.3
リ ン	9.0	72.0
マグネシウム	29.8	37.2
カルシウム	11.4	67.1
全 糖	0.5	94.4
遊離型全糖	7.0	75.2
スクロース	10.0	59.3
ピニトール	18.0	43.2

(平 1971)

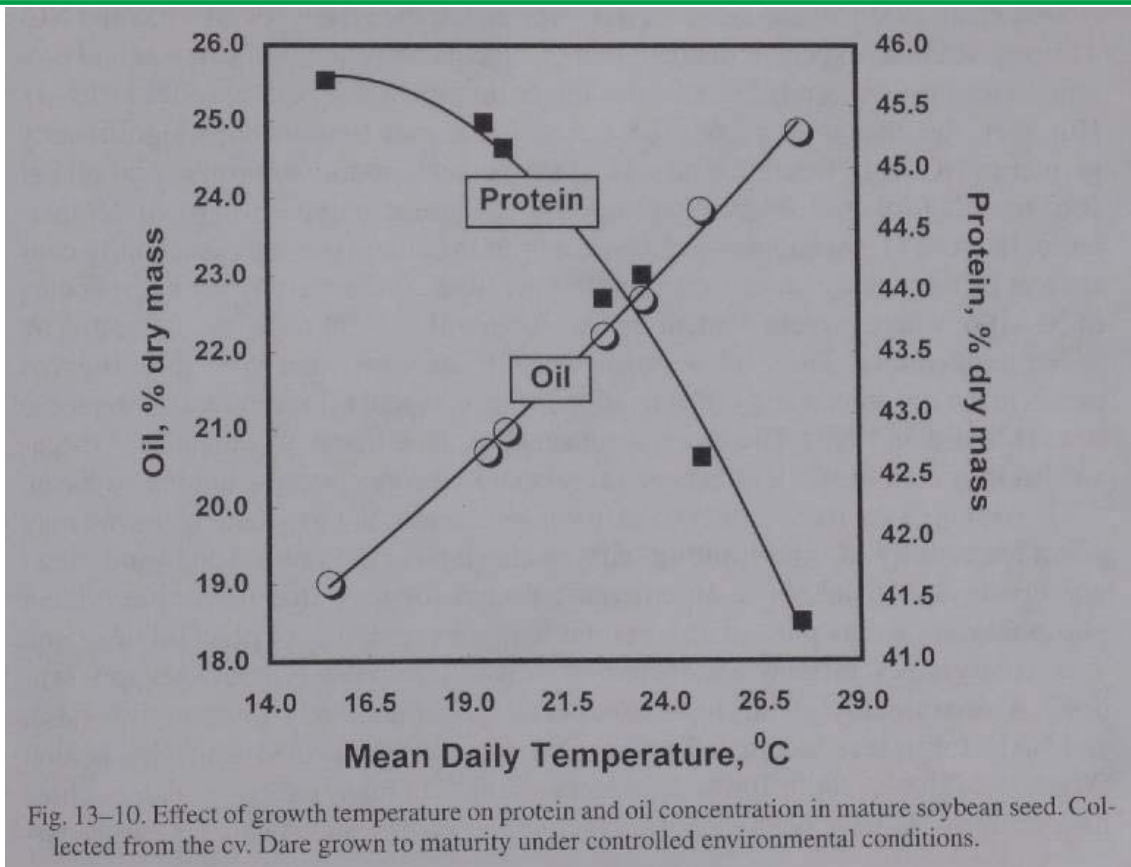
表 3 ダイズの成分・加工適性に影響を及ぼす品種・栽培条件の要因<sup>(15)</sup>

品 種		栽 培 条 件				
原料ダイズ関係		豆乳関係 (豆腐関係)	蒸煮ダイズ 関係(味噌・ 納豆・煮豆 関係)	原料ダイズ関係 (成 分)		
成 分	加工全般			栽培地	栽培年次	転換畑
タンパク質	百粒重	固形物抽出率	重量増加比	炭水化物	脂 質	水分
11S		pH	水分	全 糖	オレイン酸	ガラクトピニトール A
7S	浸漬ダイズ	色調 Y (%)	硬 さ	遊離型全糖	リノレン酸	マンガン
アミノ酸	重量増加比	x	健全粒	ピニトール	カルシウム	播種期
脂 質		y	皮うき	スクロース	全 糖	<u>タンパク質</u>
リノール酸	発芽率		色調 Y (%)	灰 分	遊離型全糖	脂 質
ラフィノース			x	リ ン	スクロース	カロテノイド
スタキオース	浸漬液中		y	カルシウム		
カロテノイド	溶出固形物					

施肥量, 栽植密度, 中耕培土, 追肥, 深溝などの成分への影響は小さい。

(平 1992)

大豆子実成分と気温の関係(米国)



(Soybeans: Improvement, Production, and Uses. Third edition 2004, ASA, CSSA, SSSA より)

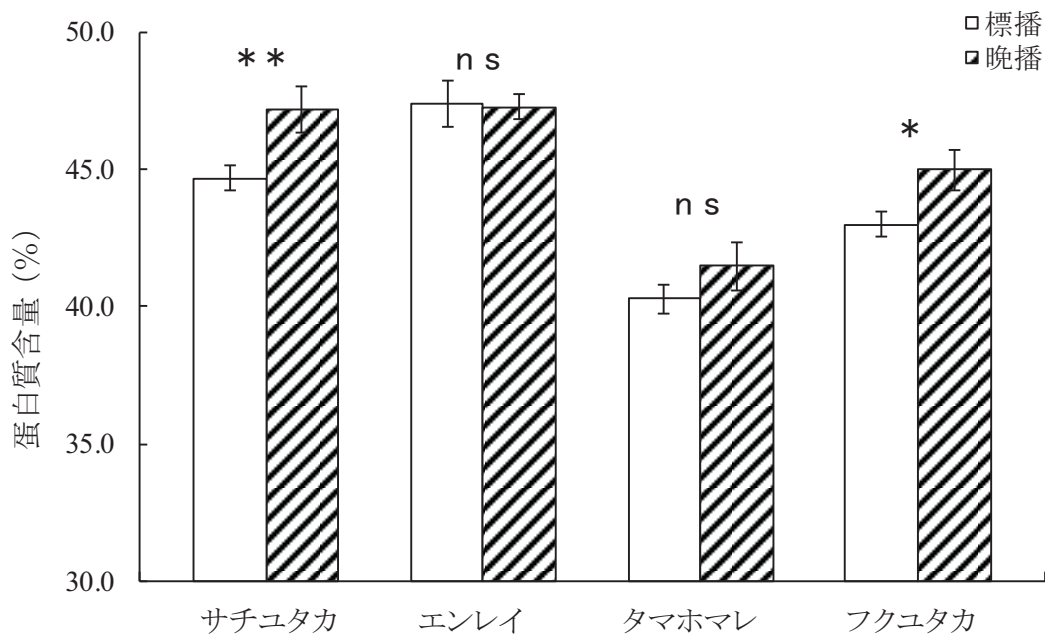


図1 播種期による蛋白質含量の変動 (2001年~2005年の5か年平均)

5か年平均の播種期は、標播が6月10日、晩播が7月14日。バーは標準誤差を示す。  
 \*\*, \*は播種期間に1%, 5%水準で有意差あり、nsは有意差なしを示す。

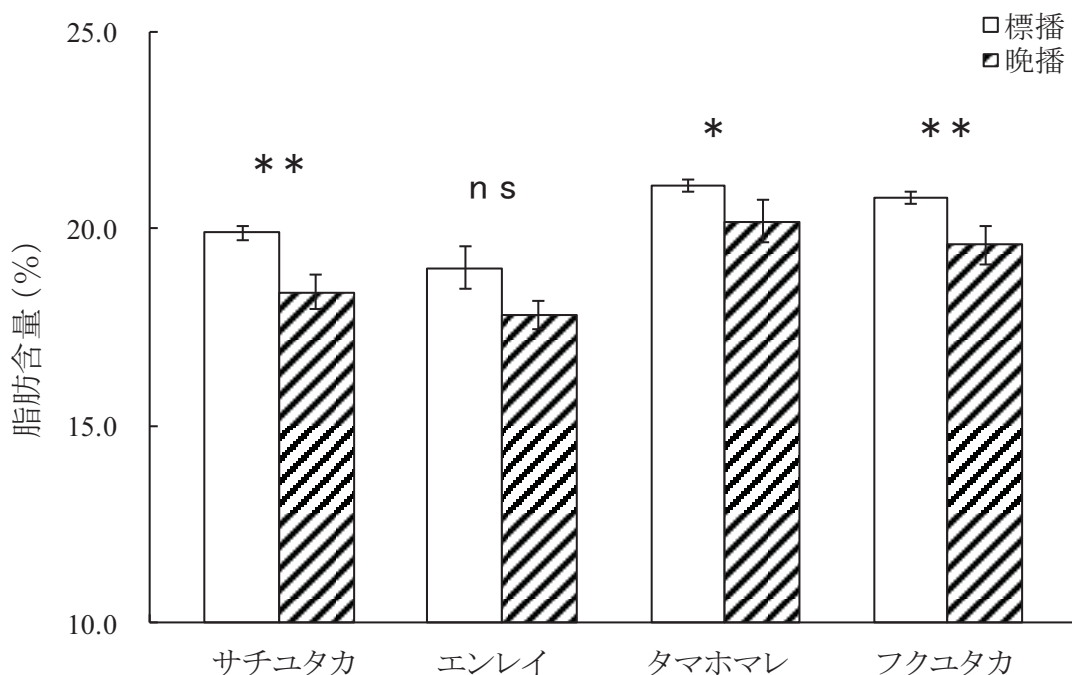


図2 播種期による脂質含量の変動 (2001年~2005年の5か年平均)

5か年平均の播種期は、標播が6月10日、晩播が7月14日。バーは標準誤差を示す。  
 \*\*, \*は播種期間に1%, 5%水準で有意差あり、nsは有意差なしを示す。

表 異なる場所・年次で栽培されたサチユタカの晩播による百粒重、蛋白質含量及び脂質含量の変動

年次	場所名	標 播			晩 播			差 (晩播-標播)				
		播種期 (月日)	百粒重 (g)	蛋白質含量 (%)	脂質含量 (%)	播種期 (月日)	百粒重 (g)	蛋白質含量 (%)	脂質含量 (%)	百粒重 (g)	蛋白質含量 (%)	脂質含量 (%)
2003	滋賀	6.19	32.2	45.3	19.1	7.09	32.9	46.2	18.5	0.7	1.0	-0.6
2001	兵庫北部	6.08	38.7	47.1	18.6	7.05	39.1	47.7	17.9	0.4	0.6	-0.8
2001	奈良	6.19	33.3	44.8	19.3	6.29	34.9	45.8	19.1	1.6	1.0	-0.2
2002	奈良	6.19	33.4	47.1	18.3	6.28	34.4	47.5	18.5	1.0	0.4	0.1
2003	島根	6.09	37.4	46.1	19.7	7.19	35.0	48.3	17.2	-2.5	2.1	-2.4
2001	広島	6.12	37.6	48.4	18.3	7.19	31.1	48.3	17.8	-6.5	-0.1	-0.5
2001	山口	6.12	37.8	45.8	19.2	7.04	35.6	45.8	19.0	-2.3	0.0	-0.2
2002	山口	6.13	33.7	45.0	19.6	7.03	35.7	45.1	19.3	2.0	0.1	-0.2
2003	山口	6.12	28.6	44.6	19.8	7.09	32.2	45.9	18.7	3.6	1.2	-1.1
2002	山口徳佐	5.27	33.1	48.3	18.1	6.28	32.5	47.0	18.5	-0.6	-1.2	0.4
2003	山口徳佐	5.29	36.9	45.4	19.7	6.23	33.2	45.6	18.6	-3.7	0.1	-1.1
2001	高知	6.25	32.6	49.4	17.5	7.27	31.0	49.6	16.6	-1.7	0.1	-0.9
2002	高知	6.14	39.4	46.9	19.7	7.26	34.1	47.9	17.8	-5.3	1.0	-1.9
2003	高知	6.23	31.3	47.5	18.6	7.16	33.1	48.0	17.4	1.8	0.5	-1.2
平均		6.12	34.7	46.6	19.0	7.09	33.9	47.0	18.2	-0.8	0.5	-0.8
有意差										ns	*	**

\*\*, \* は1%、5%水準で有意であり、nsは有意でないことを示す。

## 子実成分と気象条件の関係

表 サチユタカの蛋白質含量及び脂質含量と結実期間中の気象条件との相関

	蛋白質 含量	脂質 含量	平均 気温	平均日 照時間	平均 降水量	積算 気温	積算日 照時間	積算 降水量
蛋白質含量	—	-0.961***	-0.864**	-0.006ns	-0.296ns	-0.717*	-0.453ns	-0.366ns
脂質含量	-0.961***	—	0.878***	0.084ns	0.31ns	0.734*	0.517ns	0.386ns

\*\*\*, \*\*, \* は0.1%、1%、5%水準で有意であり、nsは有意でないことを示す。



- 通常の施肥法の範囲内では、基肥施肥量の差により蛋白質含量に差異を生じさせることは困難である(海妻ら1975)。
- 栽植密度と蛋白質含量には一定の傾向は認められず、化学肥料の施肥量と蛋白質含量との関係は明らかでなかったが、基肥に堆厩肥を多く用いた場合に蛋白質含量が増加する傾向があった(小島ら1985)。
- 蛋白質含量の変動要因を重回帰分析により検討し、開花後10日から成熟5日前までの日数(結実日数)及びこの期間内の平均気温と日照時間の3要因で変動を比較的良好く推定することができた(中村ら1990)。
- 播種期が遅いほど、また栽植密度が高いほど蛋白質含量は高い傾向があったが、播種期の影響がより大きかった。また、主茎着莢子実の蛋白質含量は分枝着莢子実に比べて高く、分枝数が少ないほど蛋白質含量は高くなる傾向がある。  
以上から実用的に子実蛋白質含量を高めるには、耐倒伏性の品種を減収しない範囲で晩播密植することが重要(内川ら2004)。

## まとめ

1. 国産大豆の用途は豆腐が過半を占め、蛋白質含量の高い原料大豆が求められている。
2. 近年育成された大豆新品種は蛋白質含量が高く、豆腐加工に適したものが多い。
3. 大豆の蛋白質含量は栽培条件よりも品種の影響が大きい。栽培条件の中では播種期に一定の影響が認められ、晩播で蛋白質含量が増加する傾向がある。