

極晩生エダマメ「安房在来15A2」における莢色と食味関連要素及び食味官能評価との関係

安藤利夫・雲内浩平^{*1}・種谷光泰・雨宮昭彦・津金胤昭^{*2}・家壽多正樹・日坂弘行

キーワード：エダマメ，極晩生，莢，黄化度，食味

I 緒 言

エダマメは、全国的には周年で生産されているものの、市場流通でみると5～8月に全体の7割が出荷されており、夏場の代表的な野菜としての地位を築いている（東京中央卸売市場，2011）。この時期に栽培される品種は、夏大豆型品種を素材に改良されたエダマメ専用品種で、収量性及び莢の大きさや色を重視したものがほとんどである。一方、近年食味を重視したエダマメ生産を行う産地が増加しており、中でも山形県の「だだちゃ豆」や兵庫県の「丹波黒」等の在来種、良食味の在来種を素材に育成した秋田県の「あきた香り五葉」（檜森ら，2008）が、市場関係者のみならず消費者からも注目されている。

千葉県においても、君津地域で生産される「小糸在来」は、県内の大豆在来種の中ではショ糖含量が高い系統で（鈴木，2006）、端境期となる10月にエダマメとして出荷され、食味の良さが評価されて高値で取引されている（日本農業新聞，2012）。隣接する鴨川市では、卸売市場からの要望を受けて、在来種集団から選抜された極晩生系統「安房在来15A2」を活用して「小糸在来」より遅い10月下旬～11月中旬収穫を目指したエダマメ生産を開始した。在来種による10月下旬～11月中旬のエダマメ生産は全国的にも事例がなく、この時期における良食味エダマメの安定生産技術の確立は、有利販売に向けた第一歩と言える。そこで、在来種を活用し、露地栽培で10月下旬～11月中旬に収穫する全国でも例のないエダマメの良食味生産技術確立に向けて、「安房在来15A2」の莢色と食味関連要素及び官能評価との関係を明らかにし、収穫適期判定のための基礎データを得たのでここに報告する。

本研究の実施にあたり、安房農業協同組合、安房農業事務所の方々には多大なご協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表する。

受理日2012年8月8日

^{*1}農林水産部生産販売振興課

^{*2}現農林水産部担い手支援課

本報の一部は園芸学会（2012年3月，大阪市）において発表した。

II 材料及び方法

1. 供試系統

2007～2008年に安房地域の農家から収集した25集団について、2008～2010年の3年間に、千葉県鴨川市現地圃場及び千葉県農林総合研究センター育種研究所畑作物育種研究室圃場（千葉県長生郡長生村）で栽培し、開花日及び子実の肥大が最も遅く10月下旬～11月中旬にエダマメとして収穫できる極晩生系統「安房在来15A2」を選抜し、供試系統とした。

2. エダマメの栽培及び熟度の測定

エダマメの栽培は、千葉県農林総合研究センター育種研究所畑作物育種研究室圃場で行い、エダマメの熟度に差をつける目的で2010年7月8日及び7月22日に播種した。栽植密度は株間40cm，畦間120cmの1条まき（2,083株/10a）とし、前作が落花生であることを考慮し、基肥及び追肥ともに無施用とした。

エダマメの熟度を調査するため、2粒莢における莢の先端側子実肥大部について、厚さ（以下莢の厚さとする）をノギスで、色調を分光測色計CM-2002（コニカミノルタセンシング株式会社製）を用いて測定した。色調の測定は、光源：補助イルミネラントC，視野角：10°，測定方式：SCI方式とし、 $L^*a^*b^*$ 表色系の L^* 値（明度）， a^* 値（緑色(-)～赤色(+))， b^* 値（黄色(-)～青色(+))から黄化度を示す $L^*|b^*/a^*|$ を算出した。調査は、3株から中庸な10莢を選びこれを1反復とし、3反復で実施した。

3. 食味関連要素の測定

11月上旬以降に収穫する「安房在来15A2」の食味特性を明らかにするため、ゆで豆の食味関連要素を測定した。呈味成分として、遊離糖及びアミノ酸を定量し、食感に係る要素として、水分含量と子実の貫入応力値を測定した。測定は、11月1日，5日，8日，12日，15日の5回とし、1区3株を供試し3反復で実施した。

(1) サンプリング及び莢の加熱方法

収穫は午前9時に行い、収穫後速やかに莢をもぎ取り水洗いした。0.5%食塩水10Lをアルマイト製の鍋に入れ沸騰させた後、水洗いしたエダマメ900gを投入した。ゆで時

間は再沸騰後3分間とし、加熱終了後速やかにアルミ製バットに広げ、常温まで冷ました。

(2) 呈味成分の分析

ゆで豆の中から2粒莢を選び、子実を取り出し種皮を除去した後子葉部分を包丁で2~3mm角に細断した。

遊離糖は、シヨ糖、ブドウ糖、果糖及び麦芽糖の4種を定量した。細断試料10gを約100mLの85%エタノールを加えて1時間加熱した後、ホモジナイザーで摩砕し200mLに定容した。さらに、No.1ろ紙を用いて固形分を除去した溶液50mLを分取し、エバポレーターでエタノールを除去後純水で25mLに定容した。25mLに定容した水溶液とアセトニトリルを1:1(v/v)に混合し、十分に攪拌した溶液を糖含量測定用抽出液とした。遊離糖を示差屈折計(ERC-7510, ERMA OPTICAL WORK社製)が備えられた高速液体クロマトグラフィーで測定した。測定条件は、分離カラムにShodex NH2P-50(昭和電気(株)社製、直径4.6mm、長さ250mm)を用い、カラム温度30℃、移動相はアセトニトリル:水(75/25)(v/v)、流速1.2mL/分とした。糖含量測定用抽出液は、体積比で50%のアセトニトリルが混合されているが、同一体積の水とアセトニトリルの混合により体積は0.97(20℃)に減少することから、高速液体クロマトグラフィーで計測された各糖のピーク面積値に0.97を乗じた後、各糖含量を算出した。さらに、人が感じる甘味は遊離糖成分によって異なることが知られており(精糖工業会, 1990)、各遊離糖含量に甘味の程度を表す甘味比を乗じた和を甘味度として次式で定義した。

$$\text{甘味度} = \text{シヨ糖含量} \times 1.0 + \text{ブドウ糖含量} \times 0.65 + \text{果糖含量} \times 1.25 + \text{麦芽糖含量} \times 0.35 \quad (\text{糖含量: g/100gFW})$$

アミノ酸は、測定装置で分析可能な20種類を定量した。遊離糖分析時に得られた水溶液を25mLに定容し、0.05Mホウ酸緩衝液(pH8.0)で8倍に希釈後、0.45μmのフィルター

でろ過した抽出液を蛍光検出器(Gilson121 Fluorometer, Gilson社製)が備えられた高速液体クロマトグラフで測定した。測定条件は、抽出液をNBD-F法によりアミノ酸を誘導体化し、分離カラムはYMC-pack ODS-A(YMC社製、直径4.6mm、長さ250mm)、カラム温度は30℃、移動相A液は0.15Mリン酸溶液、B液はリン酸カリウム緩衝液(0.1M KH₂PO₄+0.1M KH₂PO₄)/メタノール/アセトニトリル(40/39/21)(v/v/v)とし、直線濃度勾配でA液:100%(0分)→100%(20分)→20%(25分)→20%(40分)→0%(41分)→0%(50分)、移動相の流速は1.2mL/分とした。

(3) 食感に関する要素

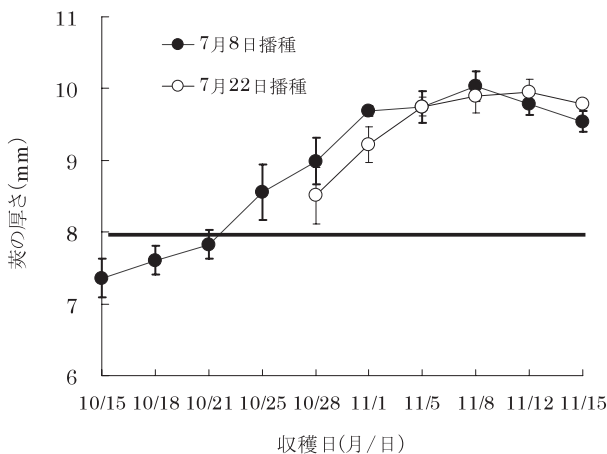
水分含量は、ゆで豆の細断試料約5gをアルミ製容器に入れ、常圧加熱乾燥法(105℃・5時間)で求めた。

子実の貫入応力値は、2粒莢の先端側の子実をインストロン材料試験機(4301型, インストロン社製)により測定した。莢から取り出した子実の種皮を除去後、直径3mmの円柱状プランジャーを使用し、分速20mmで子葉中央部を垂直に突き刺した時の最大荷重を子実の貫入応力値とした。

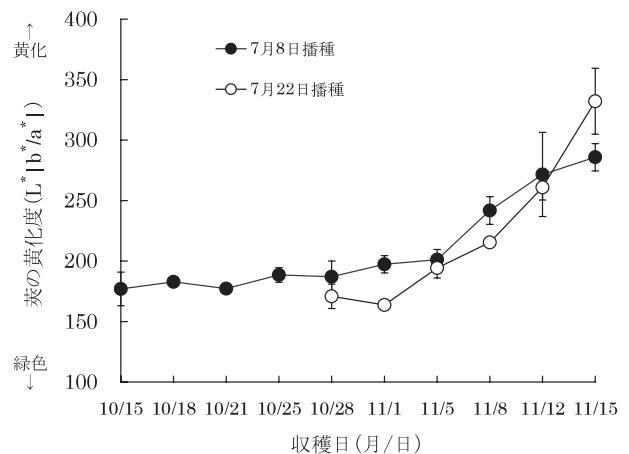
4. 食味官能評価

食味関連要素の測定と併せて、食味官能評価試験を実施した。播種日及び収穫日が異なるエダマメを比較するため、凍結させたゆで豆を食味官能評価試験の前に解凍し供試した。具体的には、食味関連要素の測定用に加熱したゆで豆の一部を、チャック付きポリ袋に入れ、-70℃のディープフリーザー内に莢が重ならないように置き、急速凍結させた。凍結させたエダマメを食味官能評価試験24時間前にディープフリーザーから取り出し、通風冷蔵庫内で解凍させたのち、試験3時間前に冷蔵庫から取り出し、常温に放置したサンプルを評価に供した。

食味官能評価試験は、“莢の外観”、“甘味”、“食感”及



第1図 極晩生エダマメ「安房在来15A2」における莢の厚さの推移
注1) 図中の横線(莢の厚さ8mm)は、出荷可能最低ライン。
注2) エラーバーは標準偏差を示す (n=3)。



第2図 極晩生エダマメ「安房在来15A2」における莢の黄化度の推移
注) エラーバーは標準偏差を示す (n=3)。

び“総合”について、7月8日播種・10月28日収穫を標準的なエダマメの目安とし、1（悪い、弱い）～5（良い、強い）の5段階の評点法で採点した。パネルは、17名の農林総合研究センター職員（男性10名、女性7名）とした。

Ⅲ 結 果

1. 開花日と莢の厚さ及び黄化度との関係

「安房在来15A2」の開花日及び開花から収穫までの日数を第1表に、莢の厚さの推移を第1図に、莢の黄化度（ $L^*|b^*/a^*|$ ）の推移を第2図に示した。開花日は、7月8日播種が8月28日、7月22日播種が9月8日であり、播種日の差は14日間であったが開花日の差は11日に縮まった。開花

第1表 極晩生エダマメ「安房在来15A2」の開花日及び開花から収穫までの日数

播種日	収穫日	開花日	開花から収穫までの日数
		11月1日	65
		11月5日	69
7月8日	11月8日	8月28日	72
		11月12日	76
		11月15日	79
		11月1日	54
		11月5日	58
7月22日	11月8日	9月8日	61
		11月12日	65
		11月15日	68

第2表 極晩生エダマメ「安房在来15A2」のゆで豆における遊離糖含量、甘味度、収穫前3日間の積算日照時間

播種日	収穫日	遊離糖含量			甘味度	収穫前3日間の積算日照時間 (h)
		ショ糖 (g/100gFW)	麦芽糖 (g/100gFW)	全糖 (g/100gFW)		
7月8日	11月1日	1.92 a	2.14 ab	4.20 ab	2.84 ab	0.8
	11月5日	2.35 abc	2.21 b	4.76 bc	3.37 cd	18.0
	11月8日	2.27 abc	2.29 b	4.74 bc	3.30 bcd	18.0
	11月12日	2.19 abc	1.96 ab	4.30 abc	3.06 abcd	24.6
	11月15日	2.07 abc	1.64 a	3.84 a	2.81 a	6.3
7月22日	11月1日	2.02 ab	2.15 ab	4.31 abc	2.95 abc	0.8
	11月5日	2.47 c	2.06 ab	4.72 bc	3.43 d	18.0
	11月8日	2.39 bc	2.30 b	4.87 c	3.42 d	18.0
	11月12日	2.09 abc	2.16 ab	4.43 abc	3.07 abcd	24.6
	11月15日	2.17 abc	1.93 ab	4.26 abc	3.05 abcd	6.3
分散分析		**	*	**	**	

注1) 遊離糖含量の全糖は、ショ糖、ブドウ糖、果糖、麦芽糖の合計値。

注2) 収穫前3日間の積算日照時間は、茂原アメダスの気象データを基に作成した。

注3) 分散分析において、**は1%水準で、*は5%水準で有意差あり (n=3)。

注4) 同一列の異なる英文字間には5%水準で有意差あり (Tukey-Kramerの多重検定)。

第3表 極晩生エダマメ「安房在来15A2」のゆで豆におけるアミノ酸含量

播種日	収穫日	アミノ酸含量		
		グルタミン酸 (mg/100gFW)	アラニン (mg/100gFW)	アスパラギン酸 (mg/100gFW)
7月8日	11月1日	108.6 cd	14.7 ab	29.7 ab
	11月5日	90.5 bc	9.7 a	34.4 ab
	11月8日	95.1 bc	11.6 a	33.4 ab
	11月12日	59.6 ab	9.5 a	34.4 ab
	11月15日	44.6 a	7.1 a	40.4 b
7月22日	11月1日	144.4 d	27.3 b	22.9 a
	11月5日	116.8 cd	10.8 a	43.6 b
	11月8日	110.4 cd	15.6 ab	34.5 ab
	11月12日	64.4 ab	6.7 a	34.3 ab
	11月15日	38.3 a	6.1 a	40.8 b
分散分析		**	**	*

注1) 分散分析において、**は1%水準で、*は5%水準で有意差あり (n=3)。

注2) 同一列の異なる英文字間には5%水準で有意差あり (Tukey-Kramerの多重検定)。

日から収穫までの日数は、7月8日播種が65~79日であったのに対し、7月22日播種が54~68日であった。莢の厚さは、7月8日播種において10月25日に出荷可能最低ラインである8mmを超え、その後徐々に肥大し、11月8日にピークとなる10.0mmに達した。一方、7月22日播種では、10月28日収穫の莢の厚さは8.5mmであり、7月8日播種における10月25日収穫と同程度であった。

莢の黄化度は、11月5日収穫までは両播種日ともに概ね200以下で推移し大きな変化はなかったが、11月8日以降は急激に黄化が進んだ。播種日による違いをみると、11月8日収穫までは7月22日播種が7月8日播種に比べやや低めで推移した。

2. 「安房在来15A2」の食味関連要素及び食味官能評価

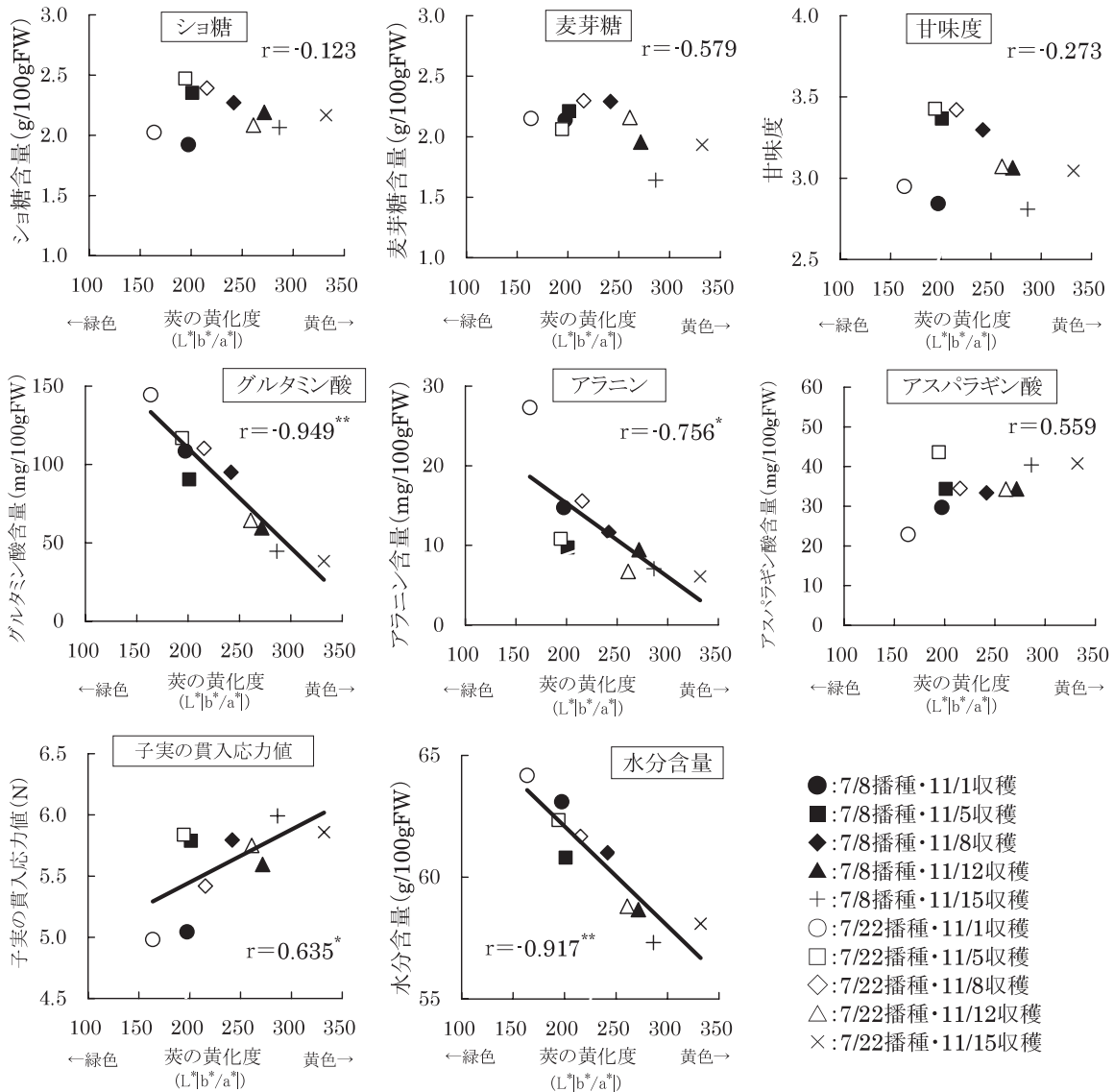
「安房在来15A2」の遊離糖含量と収穫前3日間の積算日照時間を第2表に、アミノ酸含量を第3表に、水分含量及び子実の貫入応力値を第4表に示した。ショ糖含量は、収穫前3

第4表 極晩生エダマメ「安房在来15A2」のゆで豆における水分含量、子実の貫入応力値

播種日	収穫日	水分含量 (g/100gFW)	子実の 貫入応力値 (N)
7月8日	11月1日	63.1 de	5.04
	11月5日	60.8 bcd	5.79
	11月8日	61.0 cd	5.79
	11月12日	58.7 abc	5.60
	11月15日	57.3 a	5.99
7月22日	11月1日	64.2 e	4.98
	11月5日	62.3 de	5.84
	11月8日	61.7 de	5.42
	11月12日	58.8 abc	5.75
	11月15日	58.1 ab	5.86
分散分析		**	n.s.

注1) 分散分析において、**は1%水準で有意差あり、n.s.は有意差なし(n=3).

2) 同一列の異なる英文字間には5%水準で有意差あり(Tukey-Kramerの多重検定).



第3図 極晩生エダマメ「安房在来15A2」における莢の黄化度と食味関連要素との関係

注) **は1%水準、*は5%水準で有意 (n=10).

第5表 極晩生エダマメ「安房在来15A2」におけるゆで豆の食味官能評価

播種日	収穫日	莢の外観	甘味	食感	総合
	11月1日	3.4 b	2.8 ab	3.2 cd	3.2 cd
	11月5日	3.4 b	3.6 b	3.1 bcd	3.4 cd
7月8日	11月8日	2.7 ab	3.3 ab	2.9 abcd	3.0 bcd
	11月12日	2.1 a	2.9 ab	2.2 abc	2.3 abc
	11月15日	1.7 a	2.5 a	2.1 ab	2.1 ab
	11月1日	2.8 ab	3.4 ab	3.2 cd	3.2 cd
	11月5日	3.5 b	3.5 b	3.3 d	3.5 d
7月22日	11月8日	2.9 ab	3.4 ab	3.1 cd	3.0 bcd
	11月12日	2.2 a	2.8 ab	2.7 abcd	2.4 abcd
	11月15日	1.6 a	2.9 ab	1.9 a	1.8 a
分散分析		**	**	**	**

注1) **は1%水準で有意差あり (n=17).

2) 同一列の異なる英文字間には5%水準で有意差あり (Tukey-Kramerの多重検定).

日間の積算日照時間が0.8時間と短かった11月1日収穫がいずれの播種日とも2.0g/100gFW前後と少なかったが、その後天候に恵まれ11月5日には2割程度増加し、11月5日以降は漸減した。麦芽糖含量は、いずれの播種日ともに11月8日まで微増しその後減少したが、11月8日以降の減少幅は、7月22日種に比べ7月8日播種が大きかった。アミノ酸含量は、供試系統に多く含まれ、エダマメの旨味や甘みに関与することが報告されているグルタミン酸、アラニン、アスパラギン酸の3種 (増田, 2004;阿部, 2011;古谷ら, 2012) を比較した。グルタミン酸含量は、3種類のアミノ酸の中で最も多く、収穫日が遅くなるほど減少する傾向がみられた。アラニン含量は、グルタミン酸含量の1~2割程度で推移し、7月22日播種・11月1日収穫が最も多かったものの、これ以外の播種日及び収穫日で有意差は認められなかった。アスパラギン酸含量は、播種日及び収穫日による一定の傾向が認められなかった。水分含量は播種日に関係なく収穫日が遅いほど少なくなったが、子実の貫入応力値は有意差が認められなかった。

食味官能評価結果を第5表に示した。すべての調査項目は、11月5日以降の収穫で、播種日に関係なく、収穫日が遅いほど評価は低い傾向がみられ、その傾向は“莢の外観”、“食感”、“総合”の3項目で特に顕著であった。

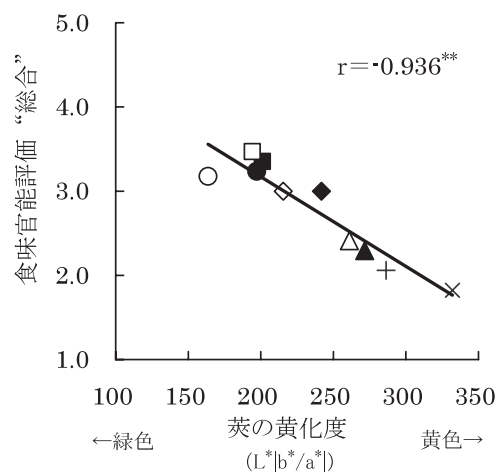
3. 莢の黄化度と食味関連要素との関係

莢の黄化度と食味関連要素との関係を第3図に示した。莢の黄化度とシヨ糖、麦芽糖及び甘味度との相関係数は、それぞれ-0.123、-0.579及び-0.273であり、有意な相関関係は認められなかった。一方、莢の黄化度とアミノ酸含量との相関係数はグルタミン酸が-0.949、アラニンが-0.756で、それぞれ1%水準、5%水準で有意な相関関係が認められたが、アスパラギン酸では認められなかった。

食感に關係する要素との相関係数は、水分含量が-0.917、子実の貫入応力値は-0.635でそれぞれ1%水準、5%水準で有意な相関関係が認められた。

4. 食味関連要素と食味官能評価の関係

食味関連要素の分析値と食味官能評価との相関係数を第6表に示した。呈味成分と“甘味”との関係では、シヨ糖、麦芽糖、グルタミン酸は5%水準で有意、甘味度とは1%水準で有意な相関が認められた。食感に關係する要素である水分含量及び子実の貫入応力値と“食感”との関係では、水分含量とは0.910と高い相関関係が認められたが、子実



● : 7/8播種・11/1収穫 ○ : 7/22播種・11/1収穫
 ■ : 7/8播種・11/5収穫 □ : 7/22播種・11/5収穫
 ◆ : 7/8播種・11/8収穫 ◇ : 7/22播種・11/8収穫
 ▲ : 7/8播種・11/12収穫 △ : 7/22播種・11/12収穫
 + : 7/8播種・11/15収穫 × : 7/22播種・11/15収穫

第4図 極晩生エダマメ「安房在来15A2」における莢の黄化度と食味官能評価“総合”との関係

注) **は1%水準で有意 (n=10).

第6表 極晩生エダマメ「安房在来15A2」における食味関連要素分析値と食味官能評価との相関係数

官能評価値	分析値	莢の黄化度	ショ糖	麦芽糖	甘味度	グルタミン酸	アラニン	アスパラギン酸	水分	貫入応力値
莢の外観		-0.886 **	—	—	—	—	—	—	—	—
甘味		-0.674 *	0.682 *	0.701 *	0.799 **	0.710 *	0.452	-0.186	—	—
食感		-0.948 **	—	—	—	—	—	—	0.910 **	-0.557
総合		-0.936 **	0.339	0.671 *	0.505	0.887 **	0.554	-0.351	0.875 **	-0.440

注) *及び**は、それぞれ5%及び1%水準で有意(n=10).

の貫入応力値とは強い相関関係は認められなかった。莢の黄化度と食味官能評価値との関係をみると、“莢の外観”、“食感”及び“総合”との相関係数はそれぞれ-0.886, -0.948, -0.936で1%水準で有意であり、“甘味”とは-0.674と5%水準で有意であった。

莢の黄化度と“総合”との関係を第4図に示した。食味官能評価の“総合”が評点3.0以上を維持できる莢の黄化度は220以下であった。

IV 考 察

大豆は全国に在来種が存在するが、これらの在来種は、各地域の農家が良食味なものを選抜し自家採種することで、維持されているものが多く、主に自家消費用として栽培され、エダマメとして食される他、味噌等の加工用原料に使用されている。近年では、これらの良食味大豆在来種を地域資源ととらえ、各地でエダマメの産地化と一般消費へ向けた流通の試みが進んでいる(岩見田, 2003)。大豆在来種を活用した産地におけるエダマメの出荷時期は、9月～10月がほとんどで11月以降に出荷する産地は見あたらない。本研究では、農家が保有する大豆在来種の中から選抜した極晩生系統「安房在来15A2」を対象に、千葉県安房地域の温暖な気候を活かして、全国的にみても例がない10月下旬～11月中旬に収穫できる良食味エダマメの商品化を目指し、食味に関する詳細な調査を行った。

晩生エダマメは、収穫期の気温が低下する秋に収穫するため、夏に収穫される早生または中生エダマメに比べ熟度の進み方は遅い。このため収穫適期は長くなるが、一方で、収穫期後半の限界判定が曖昧になりやすく、生産者間で出荷品の品質差が生じやすい。したがって、肉眼で判定できる指標である莢色を基準に収穫期の限界を設定することは、産地としてエダマメの品質維持に不可欠であり、このためには莢色と食味関連要素及び食味官能評価との関係を明らかにする必要がある。

播種日とエダマメの熟度との関係について、莢の厚さの推移から7月8日播種と7月22日播種のエダマメの収穫開始日の差は約3日と判断された。一方、莢の黄化度は11月8日

収穫までは、7月22日播種が7月8日播種に比べ低く推移したが、遊離糖含量、アミノ酸含量及び水分含量ともに同一収穫日間で有意差は認められなかった。このことから、「安房在来15A2」は11月上旬以降に収穫する場合、播種日の差が2週間あっても熟度に明らかな差が現れないことが判明した。

莢の黄化度と食味関連要素との関係について、莢の黄化度とショ糖含量及び麦芽糖含量、遊離糖含量から算出された甘味度とは高い相関関係が認められなかったものの、グルタミン酸及び水分含量とは極めて高い相関が認められた。莢の黄化度とショ糖含量及び甘味度とは強い相関が認められなかったのは、収穫前3日間の積算日照時間が極端に短かった11月1日収穫のショ糖含量が少なかったためと考えられる。ショ糖含量は、収穫前数日間の日照不足等の天候不良下で低下する傾向があることが報告されているが(本庄ら, 2007)、本試験でもこの報告と一致する結果が得られ、収穫前の天候に左右される不安定な成分であることが明らかとなった。一方、子実の熟度が進むとアミノ酸及び水分含量は低下し、タンパク質が増加することが知られている(増田, 2003)。本試験において、グルタミン酸はゆで豆子実中に含まれるアミノ酸の中で含量が最も多く、収穫前3日間の積算日照時間に関係なく、収穫日が遅いほど顕著に減少したため、増田(2003)の報告と一致した。結果として、莢の黄化度とグルタミン酸含量との間に高い相関関係が認められたものと考えられた。

食味関連要素と食味官能評価との関係では、食味官能評価の“甘味”は、ショ糖及び麦芽糖と5%水準で、各糖含量から算出された甘味度と1%水準で、さらにグルタミン酸とも5%水準で有意な相関が認められたものの、アラニン及びアスパラギン酸とは強い相関が認められなかった。増田ら(1988)は、エダマメ早生品種について、呈味成分と食味官能評価との関係を考察したところ、ショ糖含量及びグルタミン酸含量は食味官能評価の“甘味”及び“旨味”と高い相関が認められたことを報告しており、本試験ではこれらの知見と概ね一致する結果が得られた。一方、増田(2004)は、晩生エダマメの代表品種である「丹波黒」を供試した試験で、加熱調理時に多く生成される麦芽糖は、

“甘味”補強の意義が大きいことを示唆している。本試験においても、麦芽糖含量が2.0g/100gFW前後で全糖含量の約50%を占めている。このことから、麦芽糖の甘味比がショ糖の0.35であることを考慮しても、ショ糖と併せてエダマメの甘味成分として重要な役割を果たしていると考えられた。

アミノ酸については、グルタミン酸が主に旨味や甘味、アラニンが甘味、アスパラギン酸が旨味であると言われており、その閾値は、グルタミン酸（グルタミン酸ナトリウム塩）が30mg/dL、アラニンが60 mg/dL、アスパラギン酸（アスパラギン酸ナトリウム）が100mg/dLであることが報告されている（味の素(株), 2003）。本試験では、グルタミン酸含量は38.3~144.4mg/100gFWで閾値を超えていたものの、アラニン及びアスパラギン酸含量は閾値以下であった。一方、増田（2003）は、エダマメの呈味成分の中で食味に対する影響はショ糖が最も大きく、次いでグルタミン酸であることを報告しており、本試験においてグルタミン酸は、呈味成分としてエダマメの食味に対して補助的に影響を及ぼしたと考えられた。

食味官能評価の“食感”については、熟度の指標となる水分含量と高い負の相関関係が認められた。廣田ら（2003）は、9月下旬~11月上旬に収穫した「丹波黒大豆エダマメ」において、水分含量は熟度が進み莢の黄化に伴って減少するが、食味官能評価の“食感”の評価は高くなることを報告しており、本試験結果とは反対の結果であった。「丹波黒大豆エダマメ」は晩生エダマメの中では子実が大きく軟らかいことが知られており、熟度がある程度進むことで高評価が得られるやや硬めの“食感”へと変化する。「安房在来15A2」は、「丹波黒大豆エダマメ」と異なり、水分含量の低下に伴って煮豆のような食感となり“食感”の評価が低下するため、収穫期の限界を設定する上で、水分含量は重要な要素と考えられた。

上記の考察を踏まえ、莢の黄化度と食味官能評価値との関係を見ると、“莢の外観”、“食感”及び“総合”との相関係数はそれぞれ-0.886, -0.948, -0.936で1%水準で有意であり、“甘味”とは-0.674で5%水準で有意であった。莢の黄化度は甘味度とは強い相関関係が認められなかったにもかかわらず、“甘味”とは5%水準で有意であった。これは、ショ糖及び麦芽糖に加えて、グルタミン酸が呈味成分として貢献したためと考えられる。また、“総合”は、莢の黄化度220以上では評点3.0以下であったことから、食味からみた出荷限界とすべき莢の黄化度は220と考えられた。以上から、11月上~中旬に収穫される「安房在来15A2」について、莢の黄化度と食味関連要素との関係が解明され、さらに食味官能評価と高い相関関係が認められたことで、莢の黄化度から食味を予測することが可能と考え

られる。

廣田ら（2004）は、「丹波黒大豆エダマメ」の収穫時期と品質との関係を調査することで、莢の厚さと莢色のカラーチャートを組み合わせた収穫適期判定スケールを開発し、莢色重視から食味重視まで消費者ニーズに対応して区分できるよう工夫している。2009年から鴨川市の農家グループは、「安房在来15A2」を含む大豆在来種を活用し、「鴨川七里[®]」という名称でエダマメを卸売市場や直売所に出荷し、さらにオーナー制による収穫体験イベントを実施している。このように、「鴨川七里[®]」には様々な消費場面が存在することから、今後の消費拡大を考えると、視覚的に生育ステージを判定できるカラーチャートを活用して食味特性を説明することは、嗜好性が異なる消費者ニーズに応える意味でも重要である。したがって、今後カラーチャート等を導入した収穫適期判定スケールの開発に向けた研究が必要と思われる。

V 摘 要

千葉県鴨川市の農家で自家採種されていた大豆在来種の集団から選抜した極晩生系統「安房在来15A2」について、11月1日~15日に収穫したエダマメを対象に、莢色と食味関連要素及び食味官能評価との関係を明らかにすることで、収穫適期判定の基礎データを得ることを目的に試験を実施した。

1. 「安房在来15A2」における莢の黄化度と食味関連要素との関係について、莢の黄化度と糖含量から算出された甘味度とは相関関係が認められなかったものの、グルタミン酸及び水分含量とは極めて高い負の相関関係が認められた。
2. 食味関連要素と食味官能評価との関係について、呈味成分と“甘味”との関係は、ショ糖、麦芽糖、グルタミン酸は5%水準で、甘味度は1%水準で“甘味”と有意な相関が認められた。食感に関する要素と“食感”との関係は、水分含量は1%水準で“食感”と有意な相関が認められたものの、子実の貫入応力値とは強い相関が認められなかった。
3. 莢の黄化度は、食味官能評価の“莢の外観”、“食感”及び“総合”と1%水準で、“甘味”と5%水準で有意な相関が認められ、食味からみた出荷限界と判断される莢の黄化度 ($L*|b^*/a^*|$) は220であった。

以上から、11月上旬~中旬収穫の「安房在来15A2」について、莢の黄化度からゆで豆の食味を予測することが可能と考えられた。

Ⅵ 引用文献

- 阿部利徳 (2011) エダマメにおけるダダチャマメ系品種の生育および成分特性. 育学研13:1-10.
- 味の素株式会社 (2003) アミノ酸ハンドブック. pp.47-48. 工業調査会. 東京.
- 岩見田慎二 (2003) エダマメの品種改良. エダマメ研究1: 22-24.
- 古谷規行・野村知未・大谷貴美子・松井元子 (2012) 丹波黒大豆エダマメにおける食味評価法の開発. 園学研11(3):309-314.
- 檜森靖則・椿 信一・佐藤孝夫・佐藤雄幸・佐々木和則・加賀屋博之・飯塚文男・吉川朝美・岡田晃治 (2008) エダマメ品種「あきた香り五葉」の育成. 秋田農水技七農試特報48:65-78.
- 廣田智子・田畑広之進・福嶋 昭・井上喜正 (2003) 丹波黒大豆エダマメの収穫時期が品質に及ぼす影響. 兵庫農技総七研報 (農業) 51:19-24.
- 廣田智子・田畑広之進・福嶋 昭・井上喜正 (2004) 丹波黒大豆エダマメの収穫適期判定スケールの開発とその利用方法. 兵庫農技総七研報 (農業) 52:23-28.
- 本庄 求・篠田光江・武田 悟・田口多喜子 (2007) エダマメ新品種「あきた香り五葉」の作期による内部品質と食味官能の違い. 東北農業研究60:189-190.
- 精糖工業会 (1990) 甘味料の総覧. pp.18. 精糖工業会. 東京.
- 増田亮一・橋詰和宗・金子勝芳 (1988) 冷凍枝豆の食味に及ぼす収穫後の貯蔵時間の影響. 日食工誌35:763-763.
- 増田亮一 (2003) エダマメの品質-おいしさに寄与する成分. エダマメ研究1:4-9.
- 増田亮一 (2004) エダマメの食味向上に関わるマルトースの生成反応の解明. 農及園79:1085-1093.
- 日本農業新聞 (2012) 日本農業のトップランナーたち 第40回日本農業賞に輝いた人々. pp.32-35. 全国農業協同組合中央会. 東京.
- 鈴木一男 (2006) 千葉県内における大豆在来種の特性評価. 千葉農総研研報5:55-63.
- 東京中央卸売市場 (2011) 市場統計情報 (月報・年報). <<http://www.shijou-tokei.metro.tokyo.jp/index.html>>.

Relationships among pod color, components contributing to eating quality, and taste sensory evaluation in the very-late-maturing edamame cultivar Awa-zairai 15A2

Toshio ANDO, Kohei UNNAI, Mitsuyasu TANEYA, Akihiko AMEMIYA, Taneaki TSUGANE, Masaki YASUDA and Hiroyuki HISAKA

Key words : eating quality, edamame, etiolation value, very late maturing, pods

Summary

We selected very-late-maturing strains of the edamame cultivar Awa-zairai 15A2 from a population of native soybean species kept on a seed farm at Kamogawa, in Chiba Prefecture, Japan. The beans were harvested between 1 and 15 November 2010. Our aim was to obtain basic data on optimum harvest stage, eating quality, and related elements by elucidating the relationships among pod color, components contributing to eating quality, and taste sensory evaluation.

1. In the assessment of the relationship between eating quality and pod color, no correlation was observed between the etiolation value (the degree of change from green to yellow) of pods of Awa-zairai 15A2 and the degree of sweetness as calculated from the sugar content, but there was an extremely high negative correlation between etiolation value and both water content and glutamic acid content."
2. In the assessment of the relationship between taste sensory evaluation and the components contributing to eating quality, "sweetness to the taste" was significantly correlated at the 5% level with sucrose, maltose, and glutamic acid contents and at the 1% level with the degree of sweetness as calculated by sugar content. There was a significant correlation between "texture" and moisture content at the 1% level, but no strong relationship was observed with bean hardness.
3. The etiolation value of pods was significantly correlated with "sweetness to the taste" at the 5% level and with pod "appearance" and "texture" and "comprehensive evaluation results" at the 1% level. The degree ($L^*|b^* / a^*|$) of the etiolation value, as measured with a spectral colorimeter of the limit shipping seen from taste, was 220.

These results indicate that, in Awa-zairai 15A2 harvested from early to mid November, it is possible to predict the eating quality of the boiled beans from the etiolation value of the pods.