

## 丹波黒大豆エダマメの収穫時期が品質に及ぼす影響

廣田智子\*・田畑広之進\*・福嶋 昭\*\*・井上喜正\*

### 要 約

丹波黒大豆エダマメの収穫時期の違いが品質および官能評価に及ぼす影響について調査し、丹波黒大豆のエダマメとしての収穫適期の判定基準に資するため検討した。

- 1 1999年度の丹波黒大豆(系統:兵系黒3号)のエダマメとしての収穫適期は、10月12日から10月25日(開花後61日~74日)ごろであった。色調を重視する製品には収穫期前半のものを、食味を重視する製品には収穫期後半のものをを用いるのが望ましい。
- 2 外観から収穫適期を判断する目安は、株の約半分の莢が莢の厚みが13~14mm、莢がわずかに黄化した程度(莢黄化度110~130)で、生の子実色は赤みがかかった状態である。
- 3 丹波黒大豆のエダマメとしての収穫適期を莢の厚さや莢および子実の色調で判定する方法は、生産現場で対応できる技術である。

### The Effect of Harvest Time on Quality and a Sensory Test in Immature Black Soybeans 'Tanbaguro' Served as a Vegetable

Tomoko HIROTA, Konoshin TAHATA, Akira FUKUSHIMA and Yoshinobu INOUE

### Summary

The effect of harvest time on quality and a sensory test in immature black soybeans (*Glycine max* L. cv. Tanbaguro) was examined to elucidate an evaluation of the proper harvest period for immature black soybeans.

- (1) The proper harvest period in 1999 of 'Tanbaguro', which served as a vegetable, was Oct. 12 to Oct. 25 (61~74 days after flowering). The immature black soybeans in the first half of the harvest period were suitable as material to which the importance of the green color of the pods and seeds was attached, whereas those in the latter half were suitable as material to which the importance of taste was attached.
- (2) A thicknesses of pods of 13~14 mm, etiolation value of pods of 110~130 and reddish color of seeds, defined the evaluative standard of the proper harvest period.
- (3) The evaluation of the proper harvest period for immature black soybeans 'Tanbaguro', which were evaluated by the thicknesses of pods and the color of pods and seeds, was used well on the farm.

キーワード: 丹波黒大豆, エダマメ, 収穫適期, 品質, 官能評価

### 緒 言

丹波黒大豆は、煮豆用大豆の最高級品として位置づけられている。また、丹波黒大豆は、収益性の高い転作物であること<sup>1)</sup>、高血圧、糖尿病での臨床効果と薬理効果が報告されたこと<sup>2)</sup>から、全国的にも栽培面積の増加がみられる。近年では、粒の大きさ、味や食感の良さから、丹波黒大豆のエダマメとしての需要が増加してお

り、兵庫県では篠山市をはじめ多くの生産地で主に枝付きの生鮮状態で販売され、新規販路として期待されている。本試験では、品質のそろった食味の良いエダマメ商品を出荷し、他府県の新興産地との差別化を行うために、丹波黒大豆エダマメの収穫時期の違いが品質および官能評価に及ぼす影響について調査し、生産現場に対応したエダマメとしての収穫適期の判定基準に資するため検討した。また、対照として黄大豆のエダマメを用い、丹波黒大豆エダマメの持つ品質特性についても調査を行った。

2002年8月30日受理

\* 農林水産技術総合センター部長(食品加工流通担当)

\*\* 農林水産技術総合センター北部農業技術センター

## 材料及び方法

## 1 供試材料

1999年に兵庫県立農林水産技術総合センター北部農業技術センターのは場で栽培した丹波黒大豆エダマメ(系統:兵系黒3号)を供試した(は種期:6月14日,開花期:8月12日).対照として同は場で栽培した黄大豆タマホマレをエダマメとして収穫適期の9月27日に収穫したものをを用いた(は種期:6月10日,開花期:7月28日).

丹波黒大豆エダマメは9月27日から11月2日まで1週間毎に計6回,各2株(もぎ莢約1000g)ずつ収穫した.収穫直後の2粒莢および子実の大きさ(長さ,幅,厚さ,重量)と色調,莢の呼吸速度について測定した後,もぎ莢を約25倍量の沸騰水中で5分間ブランチングを行った.水冷・水切り後,ブランチングしたサンプルの莢および子実の色調について測定し,その後,サンプルをポリエチレン袋に入れ,分析時まで2か月間-25°Cで保存した.糖含量の測定は凍結したサンプル(子実)を用いて行った.子実の硬さの測定および官能評価は,凍結サンプル(もぎ莢)を約25倍量の沸騰水中で5分間湯通しして解凍したものをを用いて行った.

## 2 測定・分析方法

莢および子実の色調は,測色色差計(日本電色工業製Z-1001DP型)を用いて測定した.測定は5回の反復を取った.莢の色調は,ハンター表色法のL値(明度),a値(緑色度(-)~赤色度(+)),b値(青色度(-)~黄色度(+)), $L \times b / |a|$ 値(黄化度)について測定した.黄化度は,値が低いほど緑色が濃く,値が高いほど黄化程度が強まることを示す.子実の色調は,ハンター表色法のL値(明度),a値(緑色度(-)~赤色度(+)),b値(青色度(-)~黄色度(+)), $\sqrt{a^2 + b^2}$ 値(彩度)について測定した.彩度は,値が高いほど鮮やかな緑色で,値が低いほど黒紫色が強まることを示す.

呼吸速度は,2粒莢を採取後,200mlの三角フラスコ内に4莢ずつ入れて密封し,室温下で1時間置いた後,2mlのガスサンプルを採取し,ガスクロマトグラフィー(日立製263-50形,カラム:WG-100,カラム温度:50°C,試料注入孔温度:70°C,検出器温度:70°C,検出器:熱伝導度形検出器(TCD))を用いてCO<sub>2</sub>含量を測定した.

ショ糖および麦芽糖含量の定量は以下の方法で行った.凍結子実(種皮を含む)を80%エタノール中で磨砕し,残さからは2回抽出した.抽出液をメンブレンフィルター(0.45 $\mu$ )に通してサンプル液とした.分離カラムに島津製Shim-Pack CLC-NH<sub>2</sub>(6 $\times$ 150mm)を用い,アセトニトリル:水:メタノール(75:15:10)を移動相

とした高速液体クロマトグラフ(島津製LC-9A型)で分離し,示差屈折計(島津RID-6A型)で定量した.測定は2回の反復を取った.

子実の硬さは,レオメーター(フドー製NRM-3002D型)を用いて測定した.子実(種皮を含む)は厚さを二分する面で半割にして試料ステージにのせ,ステージを2cm min<sup>-1</sup>の速度で上昇させ,固定された棒型プランジャー(直径3mm)が子実を3mm突き刺した状態の時の最大荷重を測定し,子実の硬さとした.測定は10回の反復を取った.

官能評価は,収穫時期別の莢および子実について対照区のタマホマレを基準5として,色沢,外観,食感,甘味,香り,総合評価について対照区より良ければ(強ければ)6~9の採点を,悪ければ(弱ければ)4~1の採点による相対評価を実施した.パネリストは当センター職員7名とした.

## 結 果

2粒莢および子実の大きさ(長さ,幅,厚さ,重量)は,調査開始時の9月27日から10月12日まで急激に増加した(表1).10月12日収穫では,莢の厚さ14.0mm,2粒莢重量6.6g,子実の厚さ9.8mm,子実重量1.6gになり,以後11月2日までゆるやかに増加した.10月25日収穫の丹波黒大豆エダマメはタマホマレのエダマメと比べて,莢の厚さで1.7倍(子実の厚さで1.5倍),2粒莢重量で2.4倍(子実重量で3.3倍)大きかった.

丹波黒大豆エダマメの2粒莢の厚さと重量との相関関係を図1に示した.両者の間には $R=0.9627$ , $R^2=0.9267$ の正の相関関係が得られたことから,莢の厚さを測定することにより,2粒莢重量を推定することができる.

収穫直後の莢の色調は,9月27日には黄化度93.1で鮮やかな緑色を示し,10月25日までの黄化度は大きく変化しないが,10月25日以降急激に莢の黄化が進んだ(表2).タマホマレのエダマメは,黄化度112.7で,10月25日以降収穫した丹波黒大豆エダマメと比べて莢の黄化程度は低かった.

ブランチング後の子実の色調は,9月27日には彩度20.1で鮮やかな緑色を示し,収穫時期が遅くなるにつれて緑色の退色と種皮の色づき(収穫直後は赤紫色,ブランチング後は黒紫色)がおこり,10月25日以降彩度は低下し,黒紫色の着色が著しくなった(表2).タマホマレのエダマメは,彩度が30.5と高く,丹波黒大豆エダマメと比べて子実の色調は鮮やかな緑色を示した.

子実中の水分含量は,9月27日には76.9%あったが,

10月25日まで収穫時期が遅くなるにつれて緩やかに低下した。10月25日以降急激に水分含量は低下し、11月2日には63.8%となった(図2)。

呼吸速度は、9月27日には603mg kg<sup>-1</sup> hr<sup>-1</sup>あり、10月5日以降は急激に低下し、11月2日まで300mg kg<sup>-1</sup> hr<sup>-1</sup>台でほぼ一定であった(図3)。タマホマレのエダマメの呼吸速度は365mg kg<sup>-1</sup> hr<sup>-1</sup>で、10月5日以降収穫の丹波黒大豆エダマメと同程度であった。

ブランチング後の子実中の糖含量は、9月27日収穫では子実100g当たりショ糖1.58g、麦芽糖1.52gあったが、収穫時期が遅くなるにつれてショ糖、麦芽糖ともに増加した(図4)。ショ糖は10月25日収穫で2.73gとなり、11月2日までほぼ一定であった。麦芽糖は10月18日収穫で2.61gとなり、11月2日まで緩やかに低下した。ブランチング後の丹波黒大豆エダマメの糖組成はショ糖と麦芽糖で大部分を占めた。タマホマレのエダマメは子実100g当たりショ糖1.72g、麦芽糖1.70g含まれており、10月25日収穫の丹波黒大豆エダマメ(ショ糖2.73g、麦芽糖2.39g)と比べて低かった。

ブランチング・冷凍・解凍後の子実の硬さは、9月27日には1.93Nあり、収穫時期が遅くなるにつれてわずかに硬くなる傾向がみられた(図5)。タマホマレのエダマメは子実の硬さが5.1Nで、丹波黒大豆エダマメ(平均2.4N)と比べて硬かった。

丹波黒大豆エダマメの収穫時期別の官能評価は、莢の色沢、外観、子実の色沢、外観、食感、甘味、香り、総合について、タマホマレを基準(5点)に相対評価でおこなった(表3)。莢の色沢評価は、9月27日ではタマホマレと同等の評価であったが、収穫時期が遅くなり莢の黄化が進むにつれて評価は低くなり、11月2日収穫の評価は著しく低下した。莢の外観評価は、9月27日から10月5日収穫まではタマホマレと同等の評価であったが、

10月12日から10月25日収穫までは子実の肥大により外観評価が高くなった。11月2日収穫では、莢の黒斑や褐色程度が目立つようになり外観評価が低下した。子実の色沢評価は、収穫時期が遅くなり種皮が黒紫色に着色するにつれて評価は低くなり、11月2日収穫の色沢評価は著しく低下した。子実の外観評価は、9月27日から11月2日の調査期間を通してタマホマレよりも評価が高く、特に子実の肥大が進んだ10月12日以降は評価が高くなった。子実の食感評価は、9月27日から10月5日までは低かったが、子実の厚さが増した10月12日から11月2日収穫の評価は高くなった。子実の甘味・香り評価は、9月27日から10月5日まではタマホマレと同等の評価であったが、10月12日から10月18日収穫にかけて甘味・香りが最も強いと評価された。子実の外観・食味を含めた総合評価は、9月27日から10月25日までの収穫期間を通してタマホマレよりも丹波黒大豆エダマメの評価が高く、特に、10月12日から10月18日収穫の評価が高かった。

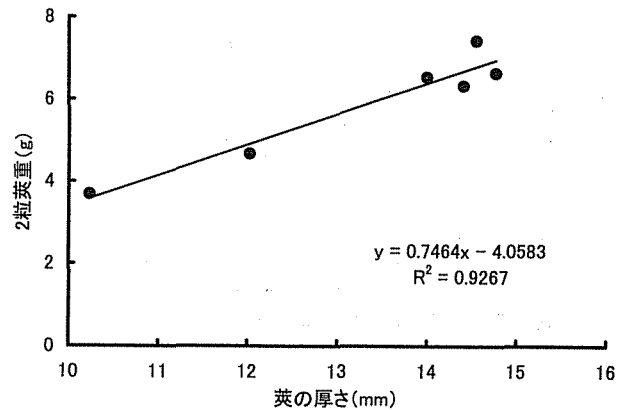


図1 2粒莢の厚さと重量の相関関係

表1 収穫時期が莢および子実の大きさに及ぼす影響

収穫日 (月/日)	2粒莢				子実			
	長さ (mm)	幅 (mm)	厚さ (mm)	重量 (g)	長さ (mm)	幅 (mm)	厚さ (mm)	重量 (g)
9/27	62.0 ± 1.3	16.3 ± 0.3	10.2 ± 0.4	3.7 ± 0.3	17.7 ± 0.5	11.8 ± 0.2	8.7 ± 0.3	1.2 ± 0.1
10/5	64.8 ± 1.0	16.2 ± 0.2	12.0 ± 0.2	4.7 ± 0.4	17.7 ± 0.9	12.0 ± 0.4	8.4 ± 0.3	1.1 ± 0.1
10/12	63.8 ± 1.5	17.0 ± 0.2	14.0 ± 0.2	6.6 ± 0.2	20.2 ± 0.2	12.5 ± 0.2	9.8 ± 0.2	1.6 ± 0.1
10/18	62.1 ± 1.0	16.7 ± 0.2	14.4 ± 0.4	6.3 ± 0.5	20.3 ± 0.3	13.1 ± 0.2	11.4 ± 0.1	1.8 ± 0.04
10/25	65.4 ± 2.1	17.8 ± 0.5	14.8 ± 0.3	6.7 ± 0.3	22.0 ± 0.3	13.2 ± 0.1	11.2 ± 0.2	2.0 ± 0.1
11/2	64.8 ± 2.5	17.0 ± 0.5	14.6 ± 0.3	7.4 ± 0.2	22.2 ± 0.3	13.8 ± 0.2	12.4 ± 0.3	2.2 ± 0.04
タマホマレ(9/27)	50.9 ± 1.3	12.1 ± 0.2	8.9 ± 0.2	2.8 ± 0.1	13.6 ± 0.2	9.0 ± 0.1	7.5 ± 0.2	0.6 ± 0.01

平均値 ± 標準誤差

表2 収穫時期が莢および子実の色調に及ぼす影響

収穫日 (月/日)	収穫直後(生)								ブランチング後							
	莢				子実				莢				子実			
	L	a	b	黄化度 <sup>z</sup>	L	a	b	彩度 <sup>y</sup>	L	a	b	黄化度 <sup>z</sup>	L	a	b	彩度 <sup>y</sup>
9/27	46.4	-11.3	22.7	93.1	70.4	-11.9	26.6	29.2	41.4	-8.9	18.3	84.7	46.2	-8.2	18.4	20.1
10/5	47.4	-10.2	22.5	104.1	67.2	-9.9	25.4	27.3	41.8	-10.2	19.0	78.0	47.2	-9.4	20.1	22.2
10/12	47.2	-8.6	20.5	112.1	64.0	-5.1	21.4	22.0	43.8	-8.5	18.9	96.8	45.7	-7.8	17.7	19.4
10/18	48.0	-9.0	20.3	107.9	65.3	-3.6	22.0	22.3	42.5	-7.7	17.4	96.3	43.2	-4.7	14.8	15.5
10/25	46.4	-7.2	20.1	130.1	55.7	5.5	14.7	15.7	42.5	-7.2	17.6	104.0	42.1	-4.0	12.9	13.6
11/2	48.8	-4.3	20.5	234.0	43.8	20.2	6.5	21.3	40.2	-3.9	13.8	143.7	36.4	-3.0	7.4	7.9
タマホマレ (9/27)	48.9	-9.9	22.8	112.7	66.9	-8.3	23.2	24.7	43.3	-9.5	19.8	90.4	57.4	-15.6	26.3	30.5

z : 莢黄化度 ( $L \times b / |a|$  値, 値が高いほど黄化程度が進む)

y : 子実彩度 ( $\sqrt{a^2 + b^2}$  値, 値が高いほど黒紫色に着色する)

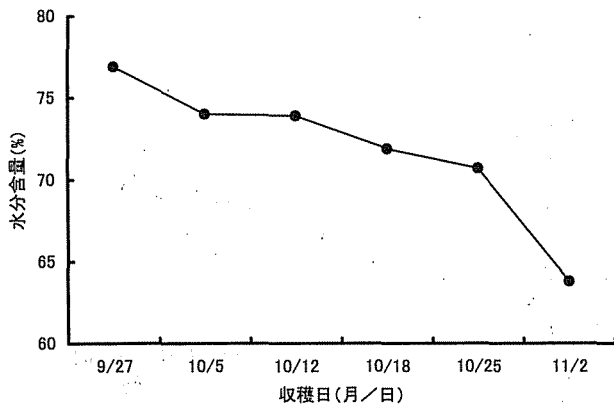


図2 収穫時期が子実中の水分含量に及ぼす影響

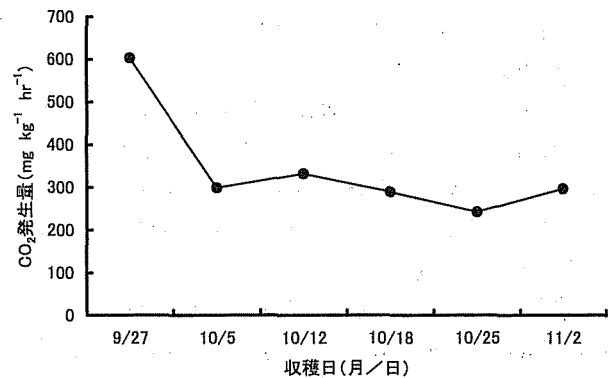


図3 収穫時期が呼吸速度に及ぼす影響

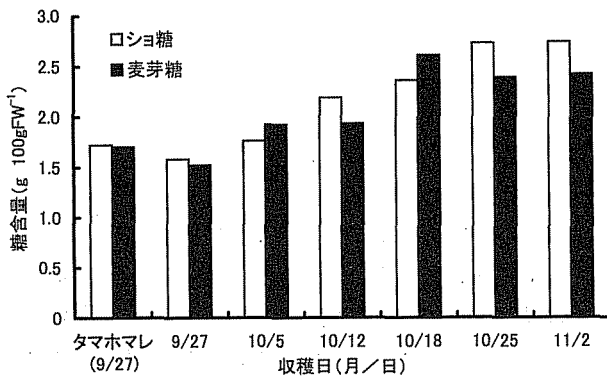


図4 収穫時期がショ糖および麦芽糖含量に及ぼす影響  
5分間ブランチングし、-25°Cで2か月間保存したサンプルを分析  
対照区のタマホマレ(9/27収穫)のデータを左端に示した

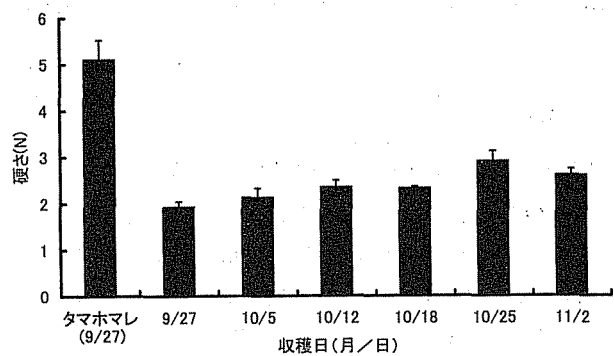


図5 収穫時期が子実の硬さに及ぼす影響  
5分間ブランチングして冷凍保存後、沸騰水中で5分間湯通し解凍した  
サンプルを測定に用いた

表3 収穫時期が莢および子実の官能評価に及ぼす影響

収穫日 (月/日)	莢		子実					
	色沢	外観	色沢	外観	食感	甘味	香り	総合
タマホマレ (9/27)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
9/27	5.0 ± 0.7	5.1 ± 0.8	4.1 ± 0.6	6.0 ± 0.5	4.3 ± 0.6	5.4 ± 0.8	4.9 ± 0.6	5.3 ± 0.7
10/5	4.1 ± 0.8	5.0 ± 0.8	4.0 ± 0.6	5.3 ± 0.7	4.7 ± 0.8	5.1 ± 0.7	5.0 ± 0.7	5.6 ± 0.7
10/12	3.9 ± 0.6	6.4 ± 0.9	3.6 ± 0.8	6.7 ± 0.6	6.3 ± 0.6	7.1 ± 0.3	6.1 ± 0.5	7.0 ± 0.4
10/18	3.1 ± 0.3	5.7 ± 0.9	3.0 ± 0.7	6.0 ± 0.9	6.3 ± 0.6	7.4 ± 0.4	7.4 ± 0.5	7.2 ± 0.3
10/25	3.1 ± 0.6	5.9 ± 1.1	2.9 ± 0.9	6.1 ± 1.1	5.7 ± 1.1	5.9 ± 1.2	5.3 ± 1.1	5.7 ± 1.1
11/2	1.3 ± 0.2	5.1 ± 1.3	1.7 ± 0.6	6.3 ± 0.9	6.3 ± 0.7	5.7 ± 1.0	5.3 ± 0.9	4.9 ± 0.7

平均値 ± 標準誤差

5分間ブランチングして冷凍保存後、沸騰水中で5分間湯通し解凍したサンプルを官能評価に用いた。色沢、外観、食感、甘味、香り、総合評価について、対照区のタマホマレを基準5として対照区より良ければ（強ければ）6から9までの採点を、悪ければ（弱ければ）4から1までの採点による相対評価でおこなった。

考 察

丹波黒大豆は、極晩生で生育期間が非常に長く、多くのエダマメの収穫期が夏場であるのに対して、丹波黒大豆エダマメの収穫期は10月中旬である<sup>1,4)</sup>。また、丹波黒大豆のエダマメは種皮が黒紫色に着色するなど、黄大豆のエダマメとは異なる特徴が多く認められる<sup>1)</sup>。丹波黒大豆エダマメは、黄大豆のタマホマレのエダマメと比較して、子実重量は3.3倍あり、食味の甘味と高い正の相関があるショ糖含量<sup>3,4,6)</sup>は1.6倍あった。また、ブランチング後の子実中の麦芽糖がタマホマレのエダマメと比べて多く含まれていた。官能評価において、莢および子実の色調については鮮やかな緑色の色調を有しているタマホマレのエダマメの方が評価は高かったが、外観や食味（食感、甘味、香り）については丹波黒大豆エダマメの方が高い評価を受けた。黄大豆エダマメが市場の主流である現状においては、鮮やかな緑色であるほど色調が高く評価される傾向にある<sup>6)</sup>。丹波黒大豆エダマメは黄大豆エダマメと比べて莢色はやや黄化しており、種皮もブランチング後は黒紫色に着色するため、本試験で行った色調の官能評価は低かった。丹波黒大豆エダマメは、現在、市場拡大に向けての取り組みが行われているところであり、莢色や子実色の特徴を丹波黒大豆エダマメの特徴として強調し、消費者に理解してもらうことが必要と思われる。

丹波黒大豆エダマメは、呼吸速度が収穫期間を通して約300mg kg<sup>-1</sup> hr<sup>-1</sup>と高かった。エダマメは代謝活性の高い未熟な子実の状態でも収穫するため、収穫後の呈味成分の減少はかなり速く、常温保存の場合、収穫後24時間で主要な糖であるショ糖は約半分になる<sup>1,3)</sup>。丹波黒大

豆エダマメの持つ食味の良さを活かすには、収穫後は速やかに品温を下げ、適切な包装などによって品質保持を図ることが重要である。

ダイズの開花時期は同一株内であっても花によって20日以上の開きがあり、莢の登熟時期も同じではなく、登熟の早い主茎中央部の莢が硬くなる直前、鮮緑色で黄色がのらない時期が、黄大豆のエダマメとしての収穫適期とされている。黄大豆エダマメの‘玉すだれ’においては、アラニン、グルタミン酸など呈味成分は収穫適期の数日後に低下し、収穫適期の幅は短く、収穫適期の2日～3日後には過熟となり、うま味が落ちるとされている<sup>3,4)</sup>。また、茶豆エダマメにおいては、最も高温の盛夏期の収穫期となるため、成熟の進み方が速いととも、食味が最もよいのが莢の厚さが8mmから10mmのときであるため、収穫適期幅は3日程度とされている<sup>5)</sup>。一方、本試験における丹波黒大豆エダマメ（系統：兵系黒3号）の場合、莢および子実の大きさが充実し、莢色の黄化や種皮の着色が進みすぎず、糖含量が高く、官能評価が高い時期を収穫適期とし、1999年産においては10月12日から10月25日（開花後61日～74日）ごろと判断された。外観から収穫適期を判断する目安は、株の約半分の莢が莢の厚さが13～14mm、莢の色調は莢黄化度が110～130でわずかに莢の黄化が進んだ程度で、このとき生の子実色はわずかに赤みがかかった状態である。収穫適期の中でも、色調を重視するエダマメには収穫期の前半のものを、また食味を重視するエダマメには収穫期の後半のものをを用いるのが望ましく、各収穫時期における特徴を活かした販売を行うことにより、収穫適期の幅をさらに長くすることが可能となる。莢の厚さや莢および子実の色調で収

穫適期を判断する方法は、生産現場において対応できる技術であり、これにより品質のそろった食味の良い商品を消費者に提供することが可能となる。収穫適期については、栽培環境、作型、年次変動によって変わることも考えられるので、今後はこれらを考慮した丹波黒大豆エダマメの収穫適期の判定基準を検討する必要がある。

#### 引用文献

- (1) 廣田智子・田畑広之進・福嶋昭・井上喜正(2000): 丹波黒ダイズのエダマメとしての収穫適期の判定と冷凍エダマメの品質に及ぼす収穫後の保存条件: 近畿中国農研 100, 33-37
- (2) 本多京子・野崎豊(2000): 黒豆健康ブック(ごま書房) 49-62
- (3) 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(11), 763-770
- (4) 増田亮一(1989): 野菜の冷凍(16) エダマメ: 冷凍 64(738), 359-376
- (5) 小野長昭(2000): 農業技術大系野菜編10(農山漁村文化協会) 基81-87
- (6) 笹原健夫(2000): 農業技術大系野菜編10(農山漁村文化協会) 基1-14
- (7) 島原作夫(1998): 丹波黒(兵庫県農林水産部) 1-7