

# 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

|       |                           |
|-------|---------------------------|
| 誌名    | 育種学研究 = Breeding research |
| ISSN  | 13447629                  |
| 著者名   | 阿部,利徳                     |
| 発行元   | 日本育種学会                    |
| 巻/号   | 13巻1号                     |
| 巻号補足  |                           |
| 掲載ページ | p. 1-10                   |
| 発行年月  | 2011年3月                   |

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## 原著論文

## 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

阿部利徳

山形大学農学部, 鶴岡市, 〒997-8555

## 摘 要

ダダチャマメ系の10品種の特性を2007年および2009年の両年にわたり解析した。ダダチャマメ系品種は夏ダイズ型に属し、ほとんどの品種は胚軸の色が緑で白花であったが、2品種は胚軸の色が紫を帯び紫花であった。成熟期のダダチャマメ系品種の種皮は褐色であり、粒形は扁楕円体で種皮に皺があるが、皺の程度には品種間差異が認められた。エダマメの調査は開花35日後(100粒重は成熟期の55日後)に行ったが、2007年と比較し2009年は開花が5~6日遅れ、また、収量に関係する形質は2009年の方が良好であり、さらに顕著な品種間差異が認められた。開花までの日数と収量に関係する形質、すなわち全重、莢付き重、1株莢数および1株莢重などの形質と高い有意な正の相関があった。また、主茎節数と全重や1株莢数などの形質との間にも有意な相関が認められた。中生の代表的な品種である白山ダダチャの1株莢重は140~185g程度であった。食味に関係する成分として、エダマメ中の遊離アミノ酸および糖を分析した結果、遊離アミノ酸として、 $\gamma$ -アミノ酪酸(GABA)、 $\alpha$ -アミノ酪酸(AABA)およびオルニチンを含めて23種の遊離アミノ酸が検出された。分析に用いたダダチャマメ系品種のエダマメにはいずれの年にも、全遊離アミノ酸が新鮮重100g当たり800mg以上含まれ、ダダチャマメ系以外の2品種より多かった。遊離アミノ酸に占めるグルタミン酸、アスパラギンおよびアラニンの3種のアミノ酸の割合は55%であった。またエダマメに含まれる糖には、スクロース、グルコース、フルクトースおよびイノシトールの4種が認められた。このうちスクロースは平均して全糖の85%を占めた。ダダチャマメ系品種は、両年ともに新鮮重100g当たり約4~5gを含有していたが、ダダチャマメ系品種以外のエダマメの2品種は、3g前後であり明らかな品種間差異が認められた。また、全遊離アミノ酸および全糖含量の間には高い正の相関が認められた。

## キーワード

エダマメ, ダダチャマメ, ダイズ, 特性, 食味, 遊離アミノ酸, 糖

## 緒 言

山形県庄内地方特産のダダチャマメは、鶴岡市において明治以前から栽培されてきたエダマメであり、現在、多くの品種が分化し、これまで10を越すダダチャマメ系統の品種が成立した。ダダチャマメは鶴岡市を中心に2007年には817haに栽培され約3800tが生産された。ダダチャマメは茶豆で、莢には細く短い茶毛が生じる特徴があり、独特の甘みやコク、香りがありブランド化されている。その名の由来として、古くから「お父さん」の

ことを「ダダチャ」ということから、「お父さんの豆(エダマメ)」に由来して「ダダチャマメ」と呼ばれるようになったと言われている。ダダチャマメ系統の類縁関係については、現在研究中であるが、栽培されている品種は、白山ダダチャ、甘露、小真木ダダチャおよび平田ダダチャに由来すると考えられている。甘露や小真木ダダチャからは早生甘露や庄内1号など比較的早生が、白山ダダチャからは早生白山が、平田ダダチャという品種は消失してしまったが、平田ダダチャからは庄内5号や尾浦など中生の晩の品種が選抜された。成分に関して、エダマメの研究の初期に糖について調べられ、エダマメに糖を多く含むことが明らかにされた(青葉1956)。笹原(2004)は在来エダマメ品種は、長期にわたる民間による選抜の結果、エダマメとしての収穫適期に特定の遊離アミノ酸

編集委員: 穴井豊昭

2010年10月27日受領 2010年11月9日受理

Correspondence: tabe@tds1.tn.yamagata-u.ac.jp

や糖を蓄積する特徴を有するようになったことを指摘している。また、エダマメの子実中には普通ダイズと比較して、糖および遊離アミノ酸を多く含むことが明らかになっている(増田ら 1988)。その後、エダマメ品種の成分として、遊離アミノ酸について詳細に分析され、特にエダマメ子実の遊離アミノ酸としてグルタミン酸、アスパラギンおよびアラニンを多く含むことが明らかにされ(Yanagisawa *et al.* 1997, 大海ら 2000, 阿部ら 2004)。結果的に、子実中にスクロースおよび遊離アミノ酸を多く含むことが良食味をもたらしていると考えられている。しかしながら、これらの成分含量は品種や栽培条件によっても変わってくる。一方、生育特性に関して、Akazawa *et al.* (1997) はエダマメ 10 品種および普通ダイズ 12 品種を用い生育特性を調べ、エダマメ品種では草丈がやや短く、1 株莢数などが少ないことなどを報告しているが、ダダチャマメ系品種内での差異については調べられていなかった。

以上のことから、本研究では現在栽培されている主なダダチャマメ系品種の生育特性や食味に関わる成分特性の品種間差異、およびその変動要因を明らかにし、良食味エダマメ生産のための基礎資料を得ることを目的とした。

## 材料および方法

### 1. エダマメの栽培と形態的特性および生育・収穫時の調査

ダダチャマメ系品種の生育や収量に関する特性を、早生甘露、庄内 1 号、黒埼茶豆、甘露、早生白山、白山ダダチャ、庄内 3 号、晩生甘露、尾浦および庄内 5 号の 10 品種を用いて解析した。これらのうち、黒埼茶豆以外は庄内地方で栽培されている通称ダダチャマメと呼ばれている品種である。黒埼茶豆は新潟県で改良された茶豆であるが、SSR マーカーを用いた系統解析の結果、ダダチャマメ系品種と近縁であるという結果(泉館・阿部 2006)から本研究の材料に加えて用いた。エダマメの栽培は山形大学農学部附属フィールド科学センター(鶴岡市高坂)の圃場において 2007 年および 2009 年の 2 カ年にわたり行った。両年とも 5 月 11 日に播種し、温室において育苗し、フィールド科学センターの圃場 4 a に 2007 年は 4 月 29 日、2009 年は 4 月 30 日に定植を行った。試験区の設置に当たっては、20 区画に 10 品種をランダムに配置した。栽培は、畝間が 90 cm、株間 30 cm、栽植密度は 10 a 当たり 3700 株とし、庄内地方の慣行により行った。施肥に関して、2007 年は元肥として牛糞と籾殻を主体とする完熟堆肥を 10 a 当たり 1 t、2009 年は 2 t (慣行栽培の 2 倍) 施用した。さらに化学肥料として、元肥と追肥合わせて、10 a 当たり、N を 6.0 kg、 $P_2O_5$  を 19.5 kg、 $K_2O$  を 10.5 kg 施用した。実際の施肥は、元肥として 10 a 当たり、炭酸カルシウム 80 kg、ヨウリン 30 kg、苦土重焼リン

20 kg、配合肥料(N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  を各 8%) 60 kg、を施用し、追肥として、本葉展開時に米ぬか油かす入り有機肥料(N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  が各 2.5, 5.5, 2.0%) を 30 kg、5 葉期に硫酸カリウムを 10 kg 施用した。形態的特性の調査は、2007 年および 2009 年の 2 カ年にわたり、開花期、成熟期、生態型、胚軸の色、花色、粒形、種皮色および 100 粒重などの項目について調査した。このうち、100 粒重については 2007 年および 2009 年の 2 カ年にわたり、開花 55 日後に収穫し 1 品種 5 株につき調査した。生育特性についての調査は、開花 35 日後に、1 品種につき 2 区画より 5 株を無作為に取り、主茎長、主茎節数、分枝数、全重、莢付き重、1 株莢数、1 莢内粒数比(%), 1 莢内粒数、1 株粒数、1 株粒重および着莢密度(1 株莢数/主茎長)について行った。このうち、全重は収穫期の茎葉や莢および根を含む重量であり、莢付き重は全重より葉(葉身および葉柄)を除いた重量である。データは統計解析ソフト(SAS9.1 Servis pack 4)を用いて統計処理を行った。

### 2. 遊離アミノ酸含量および糖含量の分析

子実中の成分に関しては、使用した品種は、ダダチャマメ系 9 品種(早生甘露、庄内 1 号、甘露、早生白山、白山ダダチャ、庄内 3 号、晩生甘露、尾浦および庄内 5 号)と比較のためダダチャマメ系以外の品種として、山形県で栽培されているサッポロミドリおよび秘伝の 2 品種を加え 11 品種とした。エダマメの莢は食用に最も適する収穫適期(ダダチャマメ系品種およびサッポロミドリは開花後 35 日、晩生の秘伝は開花後 50 日)にサンプリングし、 $-80^{\circ}C$  に保管後、分析に供試した。

遊離アミノ酸は、 $-80^{\circ}C$  で保存しておいたエダマメ莢を室温で約 10 分放置して解凍し、カミソリで種皮を除いた子葉部から 200 mg を乳鉢にとり、80% エタノール 1 ml を加えて乳鉢で摩砕後、1.5 ml エッペンドルフチューブに入れた。同じ乳鉢に再度 80% エタノール 0.5 ml を加えて摩砕し、前のエッペンドルフチューブに加えた。さらにチューブをミキサーにかけ、10 分間激しく振動させ攪拌した後、 $4^{\circ}C$ 、15000 rpm で 20 分間遠心分離し上清を得た。上清を別のエッペンドルフチューブに移した後、濃縮遠心機を用い  $40^{\circ}C$  条件下で乾固した。以上のように抽出した遊離アミノ酸は、前報(阿部ら 2005)と同様にフェニルイソチオシアネート(PITC)によって PITC アミノ酸に誘導体化し、逆相のアミノ酸分析用カラム(Waters Pico-Tag column)を接続した HPLC(Waters 600E)を用いてアミノ酸組成を分析した。

糖の抽出は、遊離アミノ酸の場合と同様であるが、0.2 g の子葉に 80% エタノールを加えて乳鉢で摩砕し、1.5 ml エッペンドルフチューブに入れた後、そのエッペンドルフチューブを  $90^{\circ}C$  で 5 分間インキュベーションし、ミキサーを用いて 30 分間環流後、 $4^{\circ}C$ 、12000 rpm で 5 分間遠心分離し、完全に抽出した。上清は濃縮遠心機を用い  $40^{\circ}C$  条件下で乾固した後、乾燥物に 600  $\mu$ l の超純水

を加え、ボルテックスにより良く溶解し、濾過後分析に用いた。糖の分析は糖分析用カラム (Shodex Sugar SP0810) を用い、HPLC (HITACHI LaChrom L-7200) にて分離し、示差屈折検出器 (HITACHI LaChrom L-7490 RI Deector) により検出した。

遊離アミノ酸および糖の分析に当たっては、全品種につき異なった株から1莢をとり、2莢につき2反復で測定した。データは生育特性の調査と同様に、統計解析ソフト SAS9.1 (Servis pack 4) を用いて統計処理を行った。

## 結果

### 1. ダダチャマメ系品種の形態的特性

ダダチャマメ系品種の形態的特性について、表1に示した。収穫日に関して、8月上旬に収穫できる早生として早生甘露が、8月上旬から中旬に収穫できるものとして、庄内1号、甘露および早生白山が、8月中旬以降に収穫される白山ダダチャや庄内3号が続き、8月下旬から9月上旬に収穫される中生の晩の品種として庄内5号および尾浦が続いた。

ダダチャマメ系品種の形態的特徴として、ほとんどの品種は胚軸の色は緑色で、花色は白色であるが、庄内5号および尾浦の胚軸は紫色を帯び、花色も紫色であった。また、全ての品種で莢表面の毛茸は淡褐色を呈した。白山ダダチャや甘露など典型的なダダチャマメ系品種では、子実と子実とのあいだに特有のくびれを生じる特徴があった(図1)。完熟子実の種皮色は収穫時期によって、濃さは異なるが褐色を呈した。多くのダダチャマメ系品種の完熟粒は黒埼茶豆を除き扁橢円形であり、皺があるので不規則な形状を呈するが、開花55日後の完熟期には粒に生じる皺の特徴に品種間で一定の傾向が認められた(図2)。白山ダダチャや甘露の子実ほとんどが皺粒であったが、皺のある品種でも庄内3号は種皮の皺が軽微であった。中生の晩の品種の庄内5号や尾浦の種皮の皺は極軽微であり、種皮がわずかに陥没しくぼみを有する粒が認

められた。黒埼茶豆の子実形状が扁球で、種皮に皺は生じなかった。完熟種子100粒重についてみると、品種間で差異が認められた。ほとんどの品種の100粒重は25～34gの範囲にあり、最も一般的に栽培されている白山ダダチャや庄内3号の種子は27～28gであった。また、中生の晩の庄内5号や尾浦は30g以上であり、尾浦の100粒重は34～35gと最も大粒であった。

### 2. ダダチャマメ系統の生育・収量に関する諸形質

2007年と2009年の2カ年にわたって調査した、ダダチャマメ系品種の生育・収量に関する特性を、表2および表3に示した。また各形質間の相関を表4および表5に、各形質についての分散分析の結果を表6に示した。播種期は両年とも同じであったが、ダダチャマメ系品種の生育は、2009年の方が遅れ、開花や収穫期が5～6日遅かった。主な形質の特徴は以下のようである。

#### 1) 主茎長

主茎長は、早生の早生甘露で短く40～50cm程度で、中生から中生の晩になるに従って長くなる傾向があった。2009年には、播種から開花までの日数との間で、また全重、1株莢数および1株莢重との間にも有意な相関が認められた。主茎長は、年次によっても大きく異なり、2007年では短く、2009年は平均して28%長かった。2009年の白山ダダチャ、尾浦および庄内5号では70cm以上になりやや蔓化する傾向にあった。

#### 2) 主茎節数

主茎節数は、早生甘露が12以下で少ないものの、他の品種では12～15であり、中生から中生の晩になるに従い多くなる傾向にあった。主茎節数は、両年ともに全重、1株莢数および1株莢重など収量に関係する形質と有意な相関が認められた。また、2007年に比較して2009年の主茎節数は平均して10%多くなった。

#### 3) 分枝数

分枝数は、品種間差異は少なく、むしろ年次間変動が大きかった。2007年は黒埼茶豆以外は6本以下であった

表1. ダダチャマメ系品種の形態的特性

| 系統・品種名 | 胚軸の色 | 小葉の形 | 花色 | 毛茸 |   |   | 伸<br>育<br>型 | 熟<br>莢<br>色 | 粒* |          |    |     |          | 種皮<br>色 |
|--------|------|------|----|----|---|---|-------------|-------------|----|----------|----|-----|----------|---------|
|        |      |      |    | 多少 | 形 | 色 |             |             | 大小 | 粒形       | 光沢 | 子葉色 | 100粒重(g) |         |
| 早生甘露   | 緑    | 円葉   | 白  | 中  | 直 | 褐 | 有限          | 褐           | 中  | 扁橢円体・皺あり | 中  | 黄   | 30.2     | 褐       |
| 庄内1号   | 緑    | 円葉   | 白  | 中  | 直 | 褐 | 有限          | 褐           | 中  | 扁橢円体・皺少  | 中  | 黄   | 30.5     | 褐       |
| 黒埼茶豆   | 緑    | 円葉   | 白  | 中  | 直 | 褐 | 有限          | 褐           | 中  | 扁球体・皺なし  | 中  | 黄   | 28.3     | 褐       |
| 甘露     | 緑    | 円葉   | 白  | 中  | 直 | 褐 | 有限          | 褐           | 中  | 扁橢円体・皺あり | 中  | 黄   | 30.4     | 褐       |
| 早生白山   | 緑    | 円葉   | 白  | 中  | 直 | 褐 | 有限          | 褐           | 中  | 扁橢円体・皺あり | 中  | 黄   | 27.5     | 褐       |
| 白山ダダチャ | 緑    | 円葉   | 白  | 中  | 直 | 褐 | 有限          | 褐           | 中  | 扁橢円体・皺あり | 中  | 黄   | 26.6     | 褐       |
| 庄内3号   | 緑    | 円葉   | 白  | 中  | 直 | 褐 | 有限          | 褐           | 中  | 扁橢円体・皺少  | 中  | 黄   | 28.0     | 褐       |
| 晩生甘露   | 緑    | 円葉   | 白  | 中  | 直 | 褐 | 有限          | 褐           | 中  | 扁橢円体・皺あり | 中  | 黄   | 28.1     | 褐       |
| 庄内5号   | 紫    | 円葉   | 紫  | 中  | 直 | 褐 | 有限          | 褐           | 中  | 扁橢円体・皺少  | 中  | 黄   | 34.8     | 褐       |
| 尾浦     | 紫    | 円葉   | 紫  | 中  | 直 | 褐 | 有限          | 褐           | 中  | 扁橢円体・皺少  | 中  | 黄   | 34.3     | 褐       |

\*: 100粒重(g)は2007年および2009年子実の平均値を示す

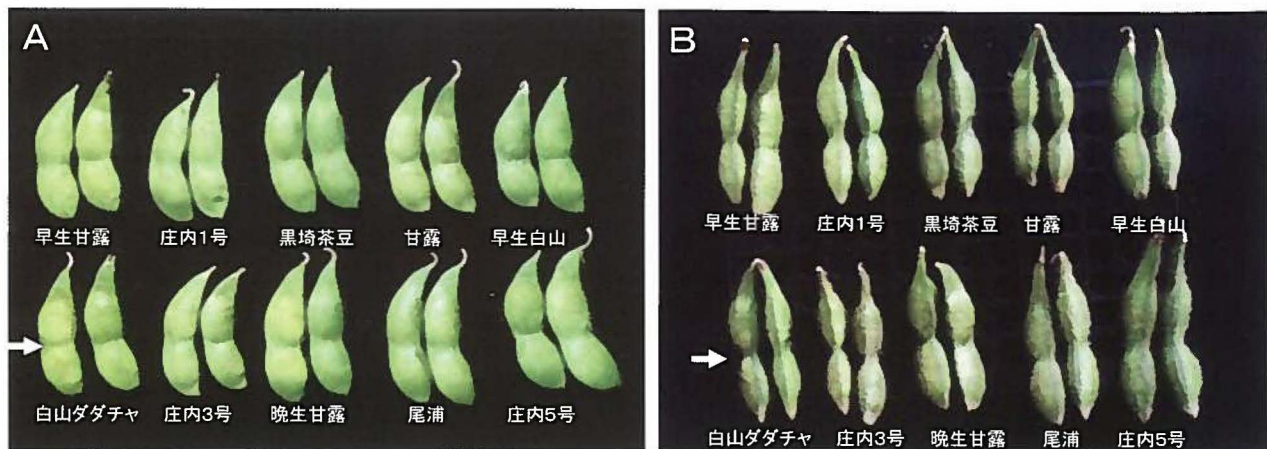


図1. ダダチャマメ系品種の莢の外観

A: 平面, B: 背面

図中の矢印は粒と粒との間の特徴的なくぼみを示す。



図2. ダダチャマメ系品種における完熟子実の形態

表2. 2007年におけるダダチャマメ系品種の生育特性

| 品種                  | 収穫日   | 主茎長<br>(cm) | 主茎<br>節数<br>(本) | 分枝数<br>(本) | 全重<br>(g) | 莢付き重<br>(g) | 1株<br>莢数<br>(個) | 1 莢内粒数比(%) |      |      | 1 莢内<br>粒数<br>(個) | 1 粒莢<br>(g) | 2 粒莢<br>(g) | 3 粒莢<br>(g) | 1 株莢重<br>(g) | 着莢<br>密度 | 100 粒<br>重 (g) |
|---------------------|-------|-------------|-----------------|------------|-----------|-------------|-----------------|------------|------|------|-------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|----------|----------------|
|                     |       |             |                 |            |           |             |                 | 1 粒        | 2 粒  | 3 粒  |                   |             |             |             |              |          |                |
| 早生甘露                | 8月7日  | 44.3 a      | 9.0 a           | 5.0 a      | 210.0 a   | 157.0 a     | 34.0 a          | 7.0        | 76.0 | 14.0 | 2.01              | 4.0         | 75.6        | 19.0        | 98.7 a       | 0.77 a   | 29.0           |
| 庄内1号                | 8月10日 | 49.1 ab     | 12.8 b          | 5.5 a      | 217.5 a   | 165.0 a     | 45.5 b          | 9.3        | 80.1 | 10.6 | 2.01              | 6.4         | 89.6        | 17.9        | 113.8 ab     | 0.93 b   | 30.4           |
| 黒埼茶豆                | 8月10日 | 43.5 a      | 13.8 b          | 7.5 b      | 255.0 b   | 180.0 ab    | 45.8 b          | 6.9        | 80.0 | 13.1 | 2.06              | 4.9         | 96.9        | 21.0        | 122.8 b      | 1.05 b   | 28.1           |
| 甘露                  | 8月12日 | 53.8 b      | 13.3 b          | 5.5 a      | 265.0 b   | 185.0 ab    | 52.0 b          | 10.7       | 79.7 | 9.6  | 1.99              | 5.8         | 84.1        | 13.8        | 103.6 ab     | 0.97 b   | 29.4           |
| 早生白山                | 8月15日 | 51.1 b      | 12.5 b          | 6.0 a      | 283.8 b   | 195.0 b     | 46.3 b          | 13.3       | 75.9 | 10.8 | 1.98              | 10.7        | 87.5        | 16.7        | 114.9 ab     | 0.90 ab  | 26.7           |
| 白山ダダチャ              | 8月19日 | 47.1 ab     | 12.8 b          | 5.8 a      | 266.3 b   | 198.8 b     | 68.0 d          | 17.3       | 70.0 | 12.8 | 1.96              | 16.2        | 102.0       | 23.4        | 141.5 bc     | 1.44 d   | 25.6           |
| 庄内3号                | 8月21日 | 56.0 bc     | 13.3 b          | 5.0 a      | 258.8 b   | 186.3 ab    | 58.3 bc         | 15.8       | 77.4 | 6.7  | 1.81              | 11.1        | 88.8        | 10.0        | 109.9 a      | 1.04 b   | 27.9           |
| 晩生甘露                | 8月24日 | 57.5 bc     | 13.7 b          | 6.0 a      | 325.0 c   | 251.7 c     | 69.3 d          | 14.1       | 80.3 | 5.6  | 1.92              | 13.6        | 122.4       | 12.0        | 147.9 c      | 1.21 c   | 27.5           |
| 尾浦                  | 8月25日 | 48.2 ab     | 13.2 b          | 5.2 a      | 303.0 c   | 235.0 c     | 59.0 c          | 6.0        | 78.9 | 15.1 | 2.09              | 5.4         | 125.9       | 32.0        | 163.3 c      | 1.22 c   | 34.0           |
| 庄内5号                | 8月25日 | 51.0 b      | 13.7 b          | 5.3 a      | 296.7 bc  | 213.3 bc    | 60.3 c          | 17.6       | 73.0 | 9.4  | 1.92              | 16.5        | 114.0       | 20.2        | 150.7 c      | 1.20 c   | 33.1           |
| LSD <sub>0.05</sub> |       | 6.0         | 1.4             | 1.2        | 42.7      | 29.3        | 8.4             |            |      |      |                   |             |             |             | 23.2         | 0.16     | 1.55           |

注) 数値の右の a-d など記号の違いは, 5% 水準で有意であることを示す。

のに対して, 2009 年は全体的に多く全品種の平均で 8.5 本であった。黒埼茶豆は主茎長が 50 cm 前後で短い方であるが, 分枝数が多いという特徴が認められた。また,

2009 年についてみると, 全重, 莢付き重, 1 株莢数および 1 株莢重など収量に関係する形質と有意な相関が認められた。

表 3. 2009 年におけるダダチャマメ系品種の生育特性

| 品種                  | 収穫日      | 主茎長<br>(cm) | 主茎節<br>数(節) | 分枝数<br>(本) | 全重 (g)   | 莢付き重<br>(g) | 1 株<br>莢数<br>(個) | 1 莢内粒数比 (%) |      |      | 1 莢内<br>粒数<br>(個) | 1 粒莢<br>(g) | 2 粒莢<br>(g) | 3 粒莢<br>(g) | 1 株莢重<br>(g) | 着莢密度    | 100 粒<br>重 (g) |
|---------------------|----------|-------------|-------------|------------|----------|-------------|------------------|-------------|------|------|-------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|---------|----------------|
|                     |          |             |             |            |          |             |                  | 1 粒         | 2 粒  | 3 粒  |                   |             |             |             |              |         |                |
| 早生甘露                | 8 月 12 日 | 51.7 a      | 12.1 a      | 7.0 a      | 282.1 a  | 173.6 a     | 50.0 a           | 18.3        | 59.2 | 22.4 | 2.04              | 11.4        | 61.9        | 37.6        | 110.9 a      | 0.97 a  | 31.4           |
| 庄内 1 号              | 8 月 15 日 | 45.3 a      | 12.0 a      | 7.5 a      | 243.3 a  | 164.2 a     | 52.0 a           | 22.3        | 69.2 | 8.5  | 1.86              | 15.4        | 81.7        | 14.6        | 111.8 a      | 1.16 a  | 30.5           |
| 黒埼茶豆                | 8 月 17 日 | 56.4 a      | 14.3 b      | 9.7 b      | 421.7 b  | 286.7 b     | 93.2 b           | 12.1        | 74.2 | 13.7 | 1.91              | 13.9        | 147.1       | 35.6        | 196.6 b      | 1.65 c  | 28.5           |
| 甘露                  | 8 月 17 日 | 68.9 b      | 15.0 bc     | 9.0 ab     | 450.0 bc | 274.0 b     | 83.7 b           | 14.9        | 69.6 | 15.5 | 2.01              | 11.1        | 109.0       | 33.4        | 153.5 ab     | 1.20 a  | 31.4           |
| 早生白山                | 8 月 19 日 | 67.9 b      | 14.3 b      | 7.8 a      | 460.8 bc | 290.0 bc    | 91.5 b           | 15.3        | 64.7 | 20.0 | 2.05              | 16.6        | 119.9       | 50.4        | 186.8 b      | 1.36 ab | 28.3           |
| 白山ダダチャ              | 8 月 24 日 | 71.2 b      | 14.7 bc     | 8.6 ab     | 435.0 bc | 295.7 bc    | 90.0 b           | 25.3        | 68.0 | 6.7  | 1.81              | 29.9        | 136.8       | 19.2        | 185.8 b      | 1.31 ab | 27.5           |
| 庄内 3 号              | 8 月 27 日 | 64.0 b      | 13.7 ab     | 7.8 a      | 387.5 b  | 255.8 b     | 82.2 b           | 27.1        | 68.1 | 4.8  | 1.78              | 27.0        | 122.7       | 13.0        | 162.6 b      | 1.28 ab | 28.0           |
| 晩生甘露                | 8 月 31 日 | 67.2 b      | 14.2 b      | 9.5 b      | 531.7 c  | 380.0 c     | 101.5 b          | 19.3        | 71.7 | 9.0  | 1.90              | 29.6        | 191.3       | 31.3        | 252.2 c      | 1.53 b  | 28.7           |
| 尾浦                  | 8 月 31 日 | 72.0 b      | 15.0 bc     | 9.3 b      | 496.7 c  | 356.7 c     | 91.0 b           | 24.4        | 67.2 | 8.4  | 1.84              | 33.6        | 168.3       | 28.5        | 230.4 c      | 1.26 ab | 35.6           |
| 庄内 5 号              | 9 月 1 日  | 78.1 bc     | 16.2 c      | 10.2 b     | 513.3 c  | 350.0 c     | 91.3 b           | 25.6        | 65.7 | 8.7  | 1.83              | 32.0        | 143.2       | 23.7        | 198.9 b      | 1.21 a  | 35.5           |
| LSD <sub>0.05</sub> |          | 10.6        | 1.9         | 1.8        | 105.4    | 71.2        | 20.8             |             |      |      |                   |             |             |             | 46.7         | 0.31    | 1.3            |

注) 数値の右の a-c など記号の違いは、5% 水準で有意であることを示す。

表 4. 2007 年におけるダダチャマメ系品種諸形質の相関

|        | 開花まで日数 | 主茎長   | 主茎節数  | 分枝数    | 全重      | 莢付き重    | 1 株莢数   | 1 株莢重   | 着莢密度    |
|--------|--------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 開花まで日数 | 1.000  | 0.478 | 0.440 | -0.306 | 0.803** | 0.849** | 0.805** | 0.815** | 0.67*   |
| 主茎長    |        | 1.000 | 0.452 | -0.308 | 0.534   | 0.490   | 0.549   | 0.074   | 0.119   |
| 主茎節数   |        |       | 1.000 | 0.392  | 0.637*  | 0.550   | 0.657*  | 0.505   | 0.558   |
| 分枝数    |        |       |       | 1.000  | 0.118   | 0.023   | -0.049  | 0.053   | 0.119   |
| 全重     |        |       |       |        | 1.000   | 0.954** | 0.759*  | 0.759*  | 0.599   |
| 莢付き重   |        |       |       |        |         | 1.000   | 0.796** | 0.848** | 0.660*  |
| 1 株莢数  |        |       |       |        |         |         | 1.000   | 0.729*  | 0.891** |
| 1 株莢重  |        |       |       |        |         |         |         | 1.000   | 0.798** |
| 着莢密度   |        |       |       |        |         |         |         |         | 1.000   |

\* : 5% 水準で有意, \*\* : 1% 水準で有意

表 5. 2009 年におけるダダチャマメ系品種諸形質の相関

|        | 開花まで日数 | 主茎長     | 主茎節数    | 分枝数     | 全重      | 莢付き重    | 1 株莢数   | 1 株莢重   | 着莢密度   |
|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| 開花まで日数 | 1.000  | 0.766** | 0.644*  | 0.626   | 0.753*  | 0.834** | 0.671*  | 0.785** | 0.260  |
| 主茎長    |        | 1.000   | 0.917** | 0.64*   | 0.868** | 0.821** | 0.752*  | 0.647*  | 0.141  |
| 主茎節数   |        |         | 1.000   | 0.831** | 0.885** | 0.830** | 0.819** | 0.665*  | 0.338  |
| 分枝数    |        |         |         | 1.000   | 0.803** | 0.832** | 0.769** | 0.764*  | 0.119  |
| 全重     |        |         |         |         | 1.000   | 0.975** | 0.938** | 0.890** | 0.520  |
| 莢付き重   |        |         |         |         |         | 1.000   | 0.923** | 0.956** | 0.558  |
| 1 株莢数  |        |         |         |         |         |         | 1.000   | 0.897** | 0.746* |
| 1 株莢重  |        |         |         |         |         |         |         | 1.000   | 0.694* |
| 着莢密度   |        |         |         |         |         |         |         |         | 1.000  |

\* : 5% 水準で有意, \*\* : 1% 水準で有意

表 6. ダダチャマメ系品種における諸形質の分散分析

| 要因    | 自由度 | 平均平方      |         |          |             |             |            |            |        |
|-------|-----|-----------|---------|----------|-------------|-------------|------------|------------|--------|
|       |     | 主茎長       | 主茎節数    | 分枝数      | 全重          | 莢付き重        | 1 株莢数      | 1 株莢重      | 着莢密度   |
| 全変動   | 99  |           |         |          |             |             |            |            |        |
| 年次    | 1   | 4984.13** | 41.03** | 172.81** | 544358.76** | 196457.41** | 18849.62** | 63456.39** | 0.97** |
| 品種    | 9   | 473.49**  | 13.67** | 6.77**   | 42975.84**  | 24059.38**  | 1331.67**  | 11477.68** | 0.15** |
| 年次×品種 | 9   | 190.58**  | 3.25    | 3.41     | 17920.7**   | 10543.01**  | 811.96**   | 3325.24**  | 0.14** |
| 誤差    | 80  | 59.00     | 2.02    | 1.75     | 5485.32     | 2508.85     | 217.67     | 1108.27    | 0.05   |

\*\* : 1% 水準で有意

#### 4) 全重および莢付き重

全重および莢付き重は全品種間で共通して一定の傾向があり、播種から開花までの日数との間で、有意な正の

相関が認められた。すなわち播種から開花までの日数が短い早生品種では軽く、日数の長い中生の晩の品種は重かった。ただし、年次によりかなり異なり、2009 年は 2007

年と比較して全重は平均で 55% 増加し、莢付き重は平均で 44% 増加した。全重および莢付き重は共に高い正の相関があり、また 1 株莢数や 1 株莢重とも高い正の相関が認められた。

#### 5) 1 莢内粒数

ダダチャマメ系品種における、1 莢内粒数の平均は 2007 年では 1.98 であり、2009 年は 1.90 で、両年とも 2 粒莢が多かった。一方、2 粒莢の割合は 2007 年では、品種により異なるが、70 ~ 80% の範囲であり、2009 年は約 60 ~ 72% の範囲で、2009 年のエダマメでは 2 粒莢の割合が低下した。反対に、2009 年のエダマメは 2007 年に比較して、いずれの品種でも 1 粒莢の割合が高まった。

#### 6) 1 株莢数

1 株莢数も播種から開花までの日数との間に有意な相関があり、早生の品種では少なく、中生から中生の晩になるに従い、増加する傾向にあった。また、1 株莢数は全重、莢付き重、および 1 株莢重とも高い正の相関が認められた。さらに、年次によっても大きく異なり、2007 年に比較して 2009 年は平均で約 50% 増加した。

#### 7) 1 株莢重

1 株莢重は収量にそのまま結びつく形質であるが、播種から開花までの日数との間に有意な正の相関があり、2007 年の場合、早生の早生甘露では 1 株莢重は 100 g 程度であるのに対し、中生から中生の晩になるに従って重くなり、中生の白山ダダチャでは約 140 g であった。一方、年次によっても異なり、2007 年に比較して 2009 年は平均すると約 40% 増加した。また、1 株莢重は主茎長、全重、莢付き重および 1 株莢数とも有意な正の相関が認められた。

### 3. エダマメ中の遊離アミノ酸および糖の組成・含量

#### 1) 遊離アミノ酸含量の差異

図 3 に、2007 年および 2009 年におけるエダマメ子実の遊離アミノ酸組成を示した。遊離アミノ酸として、GABA、AABA およびオルニチンを含めて 23 種の遊離アミノ酸が検出された。ダダチャマメ系 9 品種のエダマメにはいずれの年にも、遊離アミノ酸が新鮮重 100 g 当たり 800 mg 以上含まれていた。特に多いアミノ酸は、グルタミン酸、アスパラギン、アラニンの 3 種で、平均すると全遊離アミノ酸含量の 55% を占めた。ダダチャマメ系品種以外の品種と比較すると、サッポロミドリおよび秘伝の、全遊離アミノ酸含量は両年とも 800 mg 以下であり、ダダチャマメ系品種より少なかった。2007 年と 2009 年の全遊離アミノ酸含量を比較すると、全ての品種で 2009 年のエダマメ子実の方が多く、早生甘露、早生白山および白山ダダチャでは 1300 mg 以上含まれていた。特に、早生白山や白山ダダチャは安定して多かったが、中生の晩の品種である晩生甘露、庄内 5 号および尾浦はやや少ない傾向にあった。機能性のアミノ酸である、GABA は品種および年次によりやや異なるが、ダダチャマメ系

品種には新鮮重 100 g 当たり 20 ~ 60 mg 含まれていた。また、オルニチンもダダチャマメ系の品種に多く含まれ、品種や年次により異なるが新鮮重 100 g 当たり 10 ~ 50 mg 程度含まれていた。

#### 2) 糖含量の差異

図 4 に、2007 年および 2009 年における糖組成・含量を示した。エダマメ子実の子葉には糖として、スクロース、グルコース、フルクトースおよびイノシトールの 4 種が認められた。このうちスクロースは平均して全糖の 85% を占めた。早生甘露以外のダダチャマメ系品種は、両年ともに新鮮重 100 g 当たり 4 ~ 5 g 以上を含有していたが、ダダチャマメ系品種以外のサッポロミドリや秘伝は 3 g 前後であり明らかな差異が認められた。白山ダダチャなど中生の品種は両年ともに 5% 前後で安定して多い傾向にあった。2007 年および 2009 年におけるエダマメ子実中の糖含量を比較すると、年次間で異なり、11 品種中 7 品種は 2009 年の方が多かった。白山ダダチャおよび庄内 3 号の 2 品種は 2007 年の方が多く、残りの 2 品種は同水準であった。

全遊離アミノ酸および全糖含量に関する分散分析の結果を表 7 に示した。全遊離アミノ酸および全糖含量ともに品種間および年次間で差異が認められた。また、全遊離アミノ酸および全糖含量の相関係数は、 $r=0.738$  であり 1% 水準で有意な相関が認められた (図 5)。

## 考 察

#### 1. ダダチャマメ系品種の生育および収量に関する特性

本研究において、ダダチャマメ系 10 品種を用いて、生育および収量に関する形質を分析した結果、播種から開花・収穫までの日数と、各種農業形質との間に有意な相関が認められた。原田ら (2007) は、四国西部山地で収集した 54 のダイズ地方品種系統の生育と収量に関する諸形質を分析し、開花までの日数と草丈、主茎節数、莢数、粒数および粒重など生育・収量に関わる諸形質との間に有意な正の相関があることを報告している。また、岡部ら (2006) は同じく、四国西部山地で収集した 43 の地方品種系統の生育と収量に関する諸形質を分析し、生育日数と子実重間での有意な相関を見いだしている。本研究では、主にエダマメとして食する未熟なステージでの調査であるが、岡部ら (2006) および原田ら (2007) の結果と同様であった。このことから、早生では主茎長が短く主茎節数も少なく、莢付き重、1 株当たり莢数および莢重が劣るのに対して、中生から中生の晩の品種は、主茎長も長く、主茎節数も多く、また莢付き重、1 株当たり莢数および莢重が多くなる傾向にあるといえる。従って、収量を確保するためには、中生および中生の晩の品種が有利である。また、本研究から両年とも全重、莢付き重、1 株莢数および 1 株莢重などエダマメの収量に関する形質間、高い有意な正の相関が認められたが、

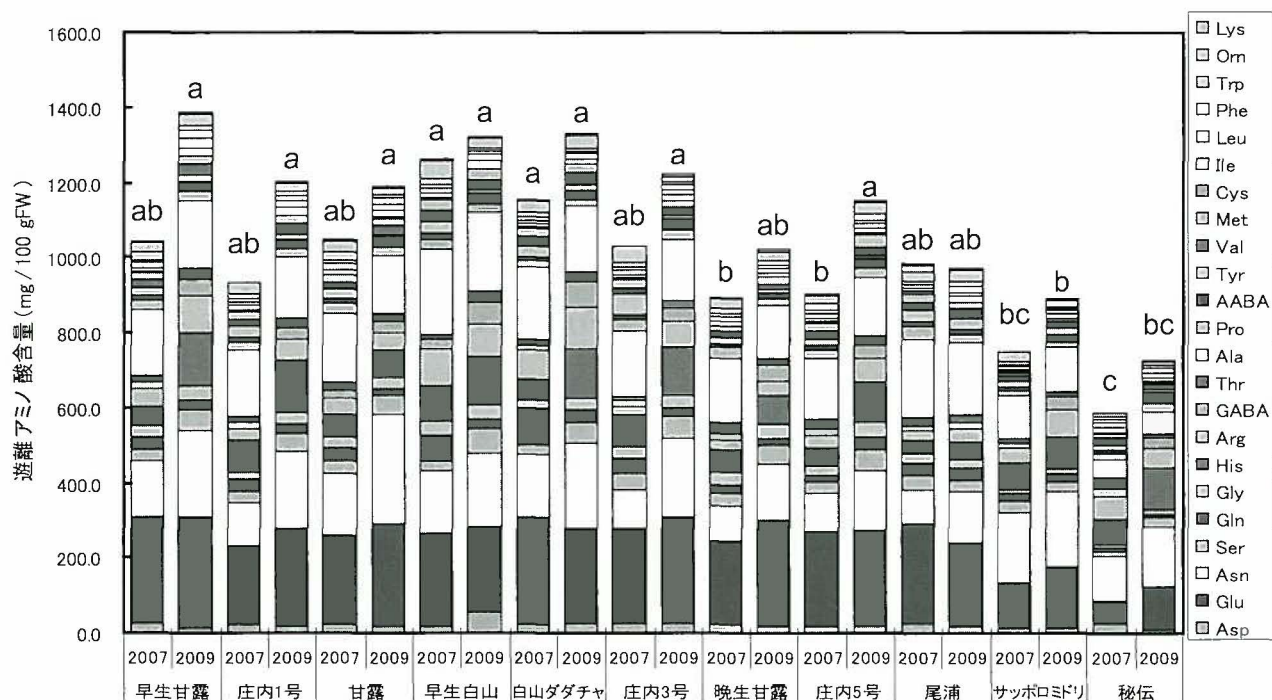


図3. 2007年および2009年におけるエダマメ子実の遊離アミノ酸組成・含量  
全遊離アミノ酸含量の  $LSD_{0.05}=244.2$  mg. 棒グラフ上の異なる英字間では  $LSD$  5% 水準の有意差を示す.

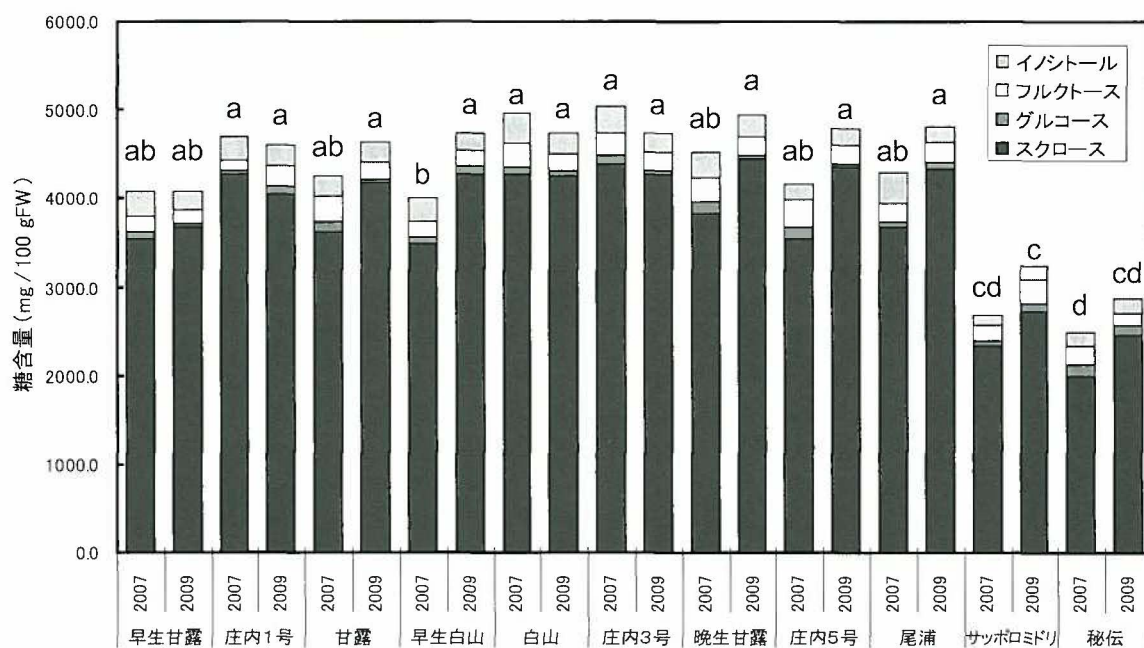


図4. 2007年および2009年におけるエダマメ子実の糖組成・含量  
全糖含量の  $LSD_{0.05}=622.0$  mg. 棒グラフ上の異なる英字間では  $LSD$  5% 水準の有意差を示す.

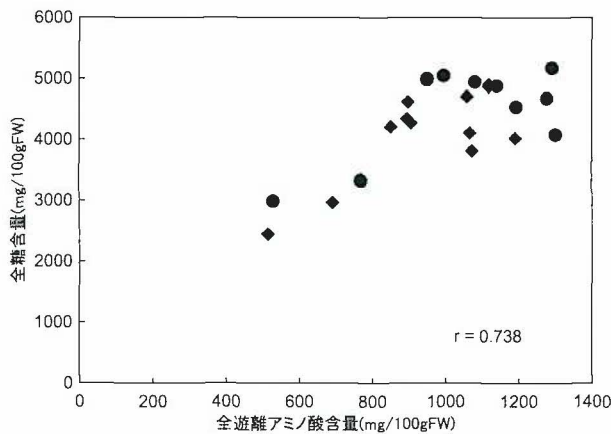
莢の収量を多くするためには葉や根も含めた全重を増加させる必要がある。西垣・植栗（1981）は、2品種を用いて、施肥などいくつかの栽培条件を変え、莢数や莢重との形質との関係を調べた結果、莢数や莢重は茎葉重と相関があり、また、莢数や莢重は主茎長との間にも相関があることを報告している。本研究では、2009年に関して、主茎長と莢数や莢重との間に有意な正の相関が認められたが、2007年では、主茎長と莢数や莢重との間に有

意な相関は認められなかった。一方、主茎節数と全重や莢数との間には両年ともに有意な相関が認められた。主茎長が伸びすぎると、蔓化し倒伏することがあるが、その場合は商品になる莢数や莢重は激減する。以上のことから、1株莢数や1株莢重を増加させるためには、主茎長をあまり伸ばさずに、節数を確保し、全重を重くすることが必要であると考えられる。ただし早生品種の場合は節数も多くなく、全重や莢数も劣るので、栽植密度

表 7. 全遊離アミノ酸および全糖含量の分散分析

| 要因    | 自由度 | 平均平方       |             |
|-------|-----|------------|-------------|
|       |     | 全遊離アミノ酸含量  | 全糖含量        |
| 全変動   | 43  |            |             |
| 年次    | 1   | 168516.6** | 2391513.2** |
| 品種    | 10  | 179656.3** | 2074903.1** |
| 年次×品種 | 10  | 10520.5    | 35924.2     |
| 誤差    | 22  | 13923.5    | 89766.8     |

\*\* : 1% 水準で有意

図 5. エダマメ子実における全遊離アミノ酸および全糖との相関  
◆ : 2007 年, ● : 2009 年

を高めて、単位面積当たりの莢数や莢重を高めることが必要である。1 莢内粒数比に関して、生育の旺盛であった 2009 年の方が 2 莢の割合が少なくなり、1 粒莢が増加したが、これは、莢の数に対して窒素や炭素同化産物の転流が追いつかなかったためと考えられる。

2007 年に比較して 2009 年ではダダチャマメの生育は良好であり、生育特性および成分特性の多くの形質で、2009 年の方が上回った。2007 年と 2009 年の最も生育の旺盛な時期である 7 月の気象を比較すると、2009 年は日照時間が約 102 時間と 2007 年より約 20% 少なく、日射量も約 1 平方 m 当たり約 380 MJ で約 10% 少なかった。日平均気温に関しては、2009 年は 23.3℃ と 2007 年より 1℃ 以上高かった。7 月以降については、全品種を通じて平均的な収穫期である 8 月中旬まで集計すると、日照時間および日射量は 7 月と同様、2009 年の方が少なかった。気温は平均気温、最高気温とも 2007 年が高く、2007 年の最高気温の平均は 31.8℃ と高かったが、2009 年は 28.6℃ と高温にならなかった。ダイズの生産では開花後成熟までの気温が高いほど、子実収量は減少するとされている。2009 年は夏の暑さを回避して、生育や成分に好影響を及ぼしている可能性が考えられる。しかしながら、気温のみで 2009 年のエダマメの生育が良く、1 株莢数が多く、1 株莢重が重かったことを説明することは困難であると考えられる。以上のような気温の影響があったとしても、土壌水分など肥効に関係する要因も考えられる。

また、庄内地方のエダマメの慣行栽培では、元肥として完熟堆肥を 10 a あたり 1 t 施すことになっているが、2009 年には 2 t 施したことにより生育が良くなり、収量に係する形質が良好になったものと考えられる。また、このことから 2007 年と 2009 年の形質の差異は、年次間変動というよりも、環境による変動、特に元肥の堆肥による変動と考えることが出来る。特に、収量に直接結びつく 1 株莢重などは堆肥の量など施肥条件の影響を大きく受けることを示唆している。

## 2. ダダチャマメ系品種の食味に関する成分について

これまでエダマメの食味に関する含有成分の研究では、遊離アミノ酸のグルタミン酸、糖では特にショ糖の含量が大きく影響していることが示唆されている（増田ら 1988）。本研究では、ダダチャマメ系統の 9 品種およびダダチャマメ系統以外のエダマメ大豆 2 品種を用いて糖および遊離アミノ酸を分析した。その結果、ダダチャマメ系統の品種は糖および遊離アミノ酸の両方共に多く含有し、両年とも新鮮重 100 g あたり全遊離アミノ酸は 800 mg 以上、全糖では 4 g 以上含有していた。著者らのこれまでの研究において、ダダチャマメ系の品種、白山ダダチャが他のエダマメ品種に比較して遊離アミノ酸や糖が多く含有していることを明らかにしている（阿部ら 2004）。本研究の結果から、早生や中生の晩の品種で、成分がやや低下することが観察されたが、中生のダダチャマメ系統の品種間で全糖および全遊離アミノ酸含量に大きな差がないことが明らかとなった。2 カ年の成分含量を比較すると、2009 年の方が糖および遊離アミノ酸のいずれも上回っている品種が多かった。このことはまた、2009 年のような収量が比較的良好な年でも、成分は低下しないことを意味している。ダダチャマメ系品種は、甘みの糖や旨みのグルタミン酸、アスパラギンおよびアラニンなど遊離アミノ酸のいずれも対照に用いた普通エダマメ大豆品種より上回っていた。さらに、ダダチャマメ系品種の子実には、機能性成分としてこれまで報告された GABA（阿部ら 2005）だけでなく、オルニチンが 10 ~ 50 mg 含まれていた。ダダチャマメ系品種の子実には、これほどのオルニチンが含まれていることは今まで知られておらず、今回、初めて明らかになったことである。オルニチンは体内の尿素回路においてアルギニンから代謝の中間体として合成されるが、アンモニアを解毒する作用を促進させる働きがあるとされている（小松 2005）。また、ダダチャマメ系品種の子実がなぜ他のエダマメ品種に比較して糖が多いかということに関して、著者らは他の成分の関与を考え、デンプンやタンパク質を分析している。その結果、完熟種子が穀のダダチャマメ系品種にはデンプンが少ない傾向があり（未発表）、これと糖含量が多いことと関係する可能性がある。

以上のように、ダダチャマメ系品種には、いずれにも遊離アミノ酸および糖が多く含まれ、二つの含量間には

有意な正の相関があることが明らかになったが、これは笹原（2004）が指摘しているように、ダダチャマメ系品種が民間によって育種される過程で、旨味がありかつ甘いエダマメ品種を選抜してきた結果と考えることができる。このような高い遊離アミノ酸や糖の成分特性は遺伝的なものと考えられるが、これから原因遺伝子の解明など遺伝的側面について研究していく必要がある。

## 謝 辞

本研究を遂行するにあたり、エダマメ品種、黒埼茶豆は新潟県園芸研究センター、小野長昭氏より、また他のダダチャマメ系品種はJA 鶴岡の福原英喜氏より分譲をいただきました。ここに、心から感謝の意を表します。また、特性調査や成分分析の実験補助をいただきました渡部涼子さん、糖の分析で実験補助をしていただきました小田信博さんに心から感謝の意を表します。

## 引用文献

- 阿部利徳・氏家隆光・笹原健夫（2004）生およびゆでエダマメの遊離アミノ酸および糖含量の品種間差異。日本食品科学工学会誌 51: 172–176.
- 阿部利徳・竹屋佳奈子（2005）エダマメ中の $\gamma$ -アミノ酪酸（GABA）含量の差異。日本食品科学工学会誌 52: 545–549.
- Akazawa T., Y. Yanagisawa and T. Sasahara (1997) Concentration of water-soluble nitrogen and amino acids as criteria for discriminating vegetable-type and grain-type soybean cultivars. *Breed. Sci.* 47: 39–44.
- 青葉 高（1956）庄内特産蔬菜（7）ダダチャ豆。山形農林学会報 10: 5–10.
- 原田 光・N.V. Huan・杉本秀樹（2007）四国山地西部に遺存するダイズ地方品種の生育・収量に係る諸形質および種子形態の変異。日作紀 76: 86–92.
- 泉館 聡・阿部利徳（2006）SSR マーカーによるエダマメ用大豆品種の判別。育種学研究 8（別 1）: 226.
- 小松美穂（2005）オルニチンの機能の研究。食品と開発 40: 62–64.
- 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: 763–770.
- 西垣誠二・植栗恭友（1981）エダマメの品種と栽培条件が生育・収量に及ぼす影響。大阪農技セ研報 18: 1–8.
- 岡部昭典・菊池彰夫・猿田正恭（2006）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。日作紀 75: 327–334.
- 大海さつき・藤井俊弘・小泉丈晴・本間素子・大沢良一（2000）エダマメ用早生系黒ダイズの食味成分と収穫適期。群馬園試研報 5: 39–52.
- 笹原健夫（2004）エダマメ—作物としての特性，“野菜園芸大百科—エンドウ・インゲン・エダマメ・その他”農山漁村文化協、東京。383–390.
- Yanagisawa, Y., T. Akazawa, T. Abe and T. Sasahara (1997) Changes in free amino acid and Kjeldahl N concentrations in seeds from vegetable-type and grain-type soybean cultivars during the cropping season. *Agri. Food Chem.* 45: 1720–1724.

---

## Characterization of plant growth and components in the cultivars of Dadacha bean lines in vegetable-type soybeans (*Glycin max* (L.) Merrill)

Toshinori Abe

Faculty of Agriculture, Yamagata University, Tsuruoka 997-8555, Japan

---

Ten cultivars of local vegetable-type soybean (Dadacha bean lines) were examined for physiological and ecological traits, and for morphological traits associated with growth and yield characteristics in 2007 and 2009. Most of the cultivars of Dadacha bean lines had green hypocotyls and white flowers, excluding two cultivars which had purple hypocotyls and purple flowers. The seed coats of the cultivars of Dadacha bean lines were brown and seeds were flat and elliptic, with wrinkles at various levels. Although immature pods were harvested as edamame 35 days after flowering from early to late August, the harvest delayed over 5–6 days in 2009. Characteristics associated with yield were better in 2009 and also showed clear variations among cultivars. There were significant positive correlations between days before flowering and yield-associated characteristics, i.e., total plant weight, weight of pod with stem, number of pods and weight of pods. Significant highly positive correlations were found among the characteristics of the number of pods, total plant weight, number of pods, and weight of pods. A medium-type cultivar, Shirayama-dadacha, showed slightly higher yield ability. The pods weighed around 140–185 g per plant.

In consideration of their influence on eating quality, free amino acids and sugars in immature cotyledons were analyzed. Twenty-three amino acids, including GABA, AABA, and ornithine, were detected. Immature cotyledons of all cultivars of Dadacha bean lines contained over 800 mg total free amino acids, higher than those of 2 normal vegetable-type soybean cultivars. Three amino acids, glutamic acid, asparagine and alanine, were abundant, comprising about 55%. Among sugar molecules, sucrose, glucose, fructose and inositol were detected in immature cotyledons of all vegetable-type cultivars. In both 2007 and 2009, immature cotyledons of the cultivars of Dadacha bean lines had total sugar of 4–5 g/100 g FW, while those of normal vegetable-type cultivars had relatively low sugar contents, about 3 g/100 g FW. Analysis of variance revealed that variations in the contents of total free amino acids and total sugars among cultivars were highly significant, and year to year variation of these contents was also significant. Significant positive correlations between the contents of total free amino acids and total sugar were found.

**Key Words:** Vegetable-type soybean, Dadacha bean line, *Glycine max* Merr, Character, Eating quality, Free amino acid, Sugar.

---