

有用豆類の種実における可溶性糖質および遊離アミノ酸組成について

Soluble Sugars and Free Amino Acids Composition in the Seeds of Useful Peas and Beans

小林 ミヨ 林 美里

Miyo KOBAYASHI Misa HAYASHI

Summary

Twenty available samples belonging to 7 genera of peas and beans, some of which synthesize and accumulate starch, while others produce a large amount of fatty acids and proteins, were used for the analysis of soluble sugars and free amino acids, in order to distinguish the characteristics of the various peas and beans.

The soluble sugars, including Glucose, Fructose, Sucrose, Raffinose, Stachyose, Verbascose were detected. Sucrose, Stachyose, Verbascose were verified to be the major components. The contents of the soluble sugars and the composition of the major-component sugars varied depending on the type of peas and beans.

In *Phaseolus vulgaris* (Common bean) and *Vigna angularis* (Azuki bean), the composition of Stachyose was high, in *Glycine max* (Soy bean), Sucrose was high. In *Pisum sativum* (Pea) and *Vicia faba* (Broad bean), the composition of Verbascose was high. The compositions of the three types of sugars and the ratios to the overall contents seemed to be the characteristics of the peas and beans.

Phaseolus sp. (Kidney bean, Lima bean), *Vicia faba* and *Cicer arietinum* etc. generally contained a high content of total free amino acids, with the highest of 1000 mg% for Kintoki mame. Compared to this, *Vigna sp.* (Azuki bean, Green gram, Rice bean, Cowpea) contained the lowest content, with about one third the value of the Green peas.

Five types of amino acids found in high contents for each type of pea or bean include Asp, AspNH₂, Glu, Pro, Arg. Glu was found in 7 samples examined. *Vicia faba* has high Arg, *Phaseolus vulgaris* and *Phaseolus lunatus* have high Glu, *Glycine max* has high Pro, showing that the content of amino acids differed in different peas and beans.

For the total content of the 'taste-related' amino acids (Asp, Glu), *Phaseolus vulgaris* (Kintoki mame) showed the highest value, while *Glycine max* showed the lowest. As compared to the high contents of Glu and Cys of *Phaseolus vulgaris*, *Glycine max* showed a low content of Glu, but a high content of Pro. The amino acids composition of *Phaseolus vulgaris* and *Glycine max* differed largely from the other peas and beans. The total free amino acids contents and Pro of *Glycine max* and *Cicer arietinum* were high, and the sum of Pro and Arg of these two genera amounted to about 70% of the total free amino acids, exhibiting its characteristics from the other peas and beans.

Regarding the health-functional content of GABA, Turunoko and Tanbakuromame of *Glycine max* showed a high content.

Similar to the classification depending on the external botanical structures and colors, the contents of the peas and beans, especially with the composition of the soluble sugars and amino acids, there are very distinct similarities and differences between difference species. Especially with *Glycine max* and *Phaseolus vulgaris* the difference was distinct. It has been confirmed that Sucrose and the amino acids related to umami could be used as an 'indicator' to differentiate different species.

結 言

前報において著者らはソラマメの未熟豆の子葉中に存在する可溶性の糖質と遊離アミノ酸組成に関して分析をし、成熟過程におこる組成上の変貌について成果を得た。¹⁾ さらに品種の異なるソラマメ種実数種の子葉について可溶性の糖質と遊離アミノ酸含量の分析を行い品種によって組成上の特徴があることを認めた。²⁾

従来、豆類種実の子葉成分研究のほとんどが単一の豆または数種の豆類を対象にして行われており、多くの異種豆類間の成分比較に関する報文は少ない。^{3) 4) 5) 6) 7)} 今回著者らは異なる種類の豆類種実、特にデンプン合成を主とする有用な17試料(13種類)とデンプンを蓄積しないダイズも比較のため対照として加え20試料について分析を行った。試料豆の選択は国内産、輸入品を問わず食品加工の原材料として有用な種類を対象にした。各種豆類の子葉部分における可溶性糖質と遊離アミノ酸の含量および組成にはどのような種類間の共通点や特徴があるのかを明らかにすることを目的に研究を行った。

実験材料および方法

1. 実験材料

入手先 ソラマメ (JA いぶすき) 以外は、国内外産試料とも (株)エフ.アンド.エフ (埼玉県) 経路による。

2001年産 乾燥種実

豆類種実	リスト	和名	英名	品種および試料名	(産地)
学名 ^{10) 11) 12)}	属				
<i>Vigna angularis</i> (Willd.) Ohwi & Ohashi	ササゲ属 小豆亜属	小豆	Adzuki bean	大納言小豆	ダイナゴンアズキ (北海道)
<i>Vigna radiata</i> (L.) Wilczek	ササゲ属	緑豆	Green gram	緑豆	リョクトウ (中国)
<i>Vigna unbellata</i> (Thunb.) Ohwi & Ohashi	ササゲ属	竹小豆	Rice bean	赤竹小豆	アカタケシヨウズ(タイ Loei 県) 〃 〃 (中国雲南省)
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	インゲンマメ属	隠元豆	Common bean:	金時豆	キントキマメ (北海道)
				うずら豆	ウズラマメ (北海道)
				とら豆	トラマメ (北海道)
<i>Phaseolus coccineus</i> L.	インゲンマメ属	花豆 (紅花隠元)	Scarlet runner bean:	白花豆	シロハナマメ (北海道)
				高原花豆	コウゲンハナマメ (北海道)
<i>Phaseolus lunatus</i> L.	インゲンマメ属	葵豆	Lima bean		ベビーライマビーン (アメリカ, カリフォルニア)
<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp. ssp. <i>unguiculata</i>	ササゲ属	豇豆(大角豆)	Cawpea:	達磨ささげ	ダルマササゲ (岡山県)
				黒目豆	クロマメ (北海道)

Pisum sativum L.

エンドウ属

豌豆

Pea:

青エンドウ アオエンドウ (北海道)
赤エンドウ アカエンドウ (北海道)

Vicia faba (L.)

ソラマメ属

蚕豆

Broad bean

ソラマメ(陵西一寸) (鹿児島県)

Glycine max (L.) Merrill

ダイズ属

大豆

Soybean:

黄大豆 (鶴の子) ツルノコダイズ(北海道)
黒大豆 (丹波黒豆) タンバクロマメ
青大豆 (ひたし豆) ヒタシマメ (山形県)

Cicer arietinum L.

ヒヨコマメ属

雛豆

Garbanzo

ヒヨコマメ (アメリカ)

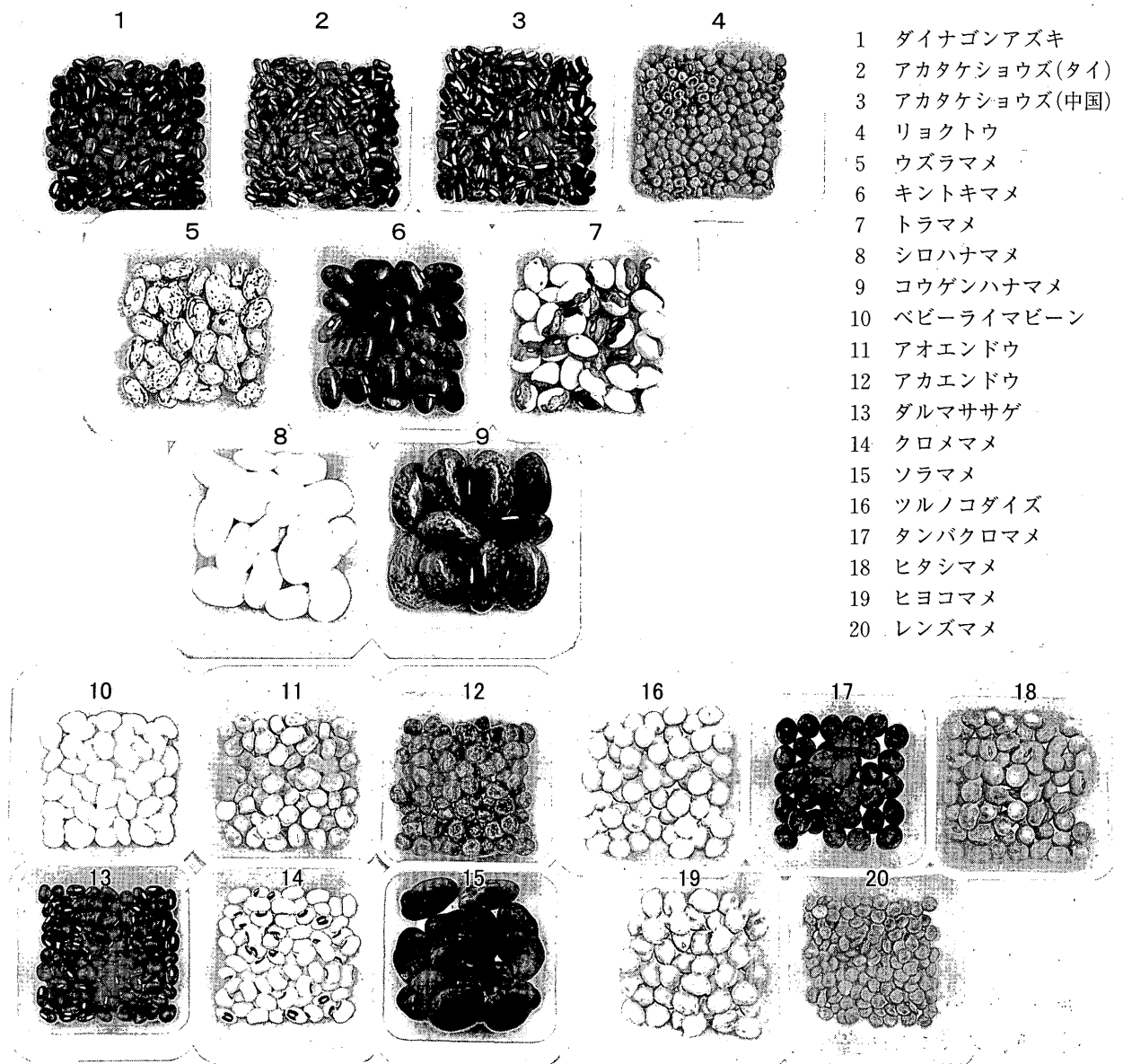
Lens culinaris Medik.

レンズ属

平豆

Lentil

レンズマメ (アメリカ)



2. 実験方法

種皮を除いた乾燥種実の子葉部分を粉砕機にかけ細粉化し粉末試料とする。この試料を一般分析用とした。糖質およびアミノ酸分析用試料液の調製は図1の常法による。^{1) 2)} 剥皮した種実の子葉粉末試料を1g秤量し80%熱アルコールで1時間加熱抽出し、遠心分離・濾過する。残渣を再度抽出し濾液を併せて蒸発乾固のあと蒸留水に溶解して糖質のHPLC分析およびアミノ酸分析試料に供した。各豆類試料の概要を知るために一般成分分析³⁾、デンプン定量を次記のように行なった^{1) 2)}。

水分は常圧加熱乾燥法、たんぱく質はケルダール法、脂質はソックスレー抽出法、灰分は直接灰化法、炭水化物は差し引き法により算出した。デンプンは過塩素酸抽出ーフェノール硫酸法で定量した⁹⁾。可溶性糖類はShodex製HPLCによって分析し、示差屈折率検出器を用い、KS801+KS802カラムを使用した。

遊離アミノ酸分析は日立の高速アミノ酸分析計L-8500A形を使用し可溶性糖の分析調製試料を用いた。アミノ酸含量の算出はアミノ酸分析データのチャート1に基づいておこなった。

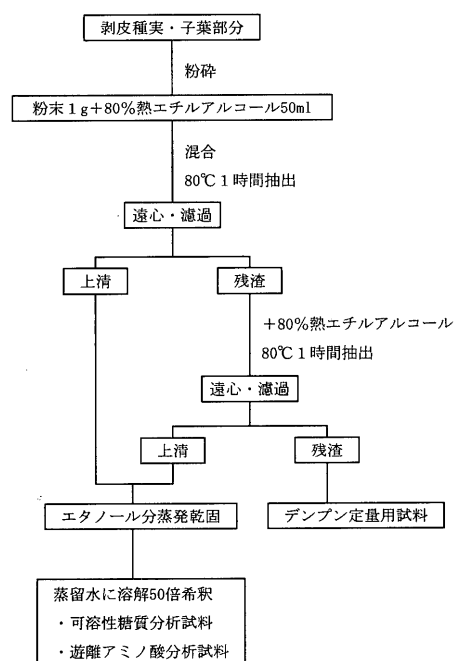


図1 試料溶液の調製法

結果および考察

国内外の入手可能な豆類2001年産の7属20試料を用い子葉部分の一般成分分析および抽出試料について可溶性糖類と遊離アミノ酸の分析を行った。豆類の一般成分は表1に示した。炭水化物値はデンプン合成・蓄積をするタイプの試料は殆どが50~63%と高い値を示した。中でもベビーライマビーンのみは66%と特に高い値を示した。タンパク質、脂質成分の多い大豆では30%以下であった。

1) 可溶性糖類の分析値

子葉部分の抽出試料をHPLCにより分析した結果

総可溶性糖類（以下全糖と略記）の含量では表2に示すように大豆属は他の豆類に比較し12~15%と特に高値であり、次いでクロメマメ、ヒヨコマメ、レンズマメ、ソラマメなどが8~10%と高く、アズキ、リョクトウなどのササゲ属の豆

は全般的に低値であった。

全試料から検出された可溶性糖類の種類はGlucose, Fructose, Sucrose, Raffinose, Stachyose, Verbascoseの六種類であった。（以下GLU, FRU, SUC, RAF, STA, VERと略記する）。川村ら³⁾はアズキ、リョクトウ、インゲンマメ、ササゲ、ナタマメのすべての子葉からペーパークロマト法によりSUC, RAF, STAを、さらにVERおよびAjugoseも検出しているが著者らの液クロマト法ではAjugoseの確認はできなかった。

還元糖、オリゴ糖および可溶性糖の総含量について豆の種類毎に比較検討した結果、表2に示したようにいずれの豆類も還元糖含量が極めて低くFRUは九試料にしか検出されなかった。

表1 豆類子葉の一般成分およびデンプン分析値

(%)

	水分	たんぱく質	脂質	炭水化物	灰分	デンプン
小豆						
ダイナゴンアズキ	15.5	22.4	0.6	58.3	3.1	46.8
竹小豆						
アカタケショウズ*1	11.1	22.5			3.8	37.9
アカタケショウズ*2	11.4	22.6			4.1	35.6
リョクトウ	11.2	23.8	0.7	61.6	2.6	39.0
隠元豆						
ウズラ	14.3	20.6	1.4	60.4	3.2	38.6
キントキ	13.8	23.3	2.2	57.3	3.4	
トラマメ	12.6	22.5	1.7	60.0	3.3	40.7
花豆						
シロハナマメ	14.6	20.4	2.0	59.0	4.0	36.9
コウゲンハナマメ	12.2	23.5	1.5	58.4	4.4	35.9
葵豆						
ベビーライマビーン	11.8	17.2	1.2	66.0	3.8	42.4
豌豆						
アオエンドウ	13.4	24.3	1.0	58.0	3.3	39.6
アカエンドウ	13.0	22.3			3.0	37.9
豇豆						
ダルマササゲ	11.2	24.6	1.6	59.2	3.4	39.1
クロメマメ	11.5	22.1	1.0	63.2	2.2	42.1
蚕豆						
ソラマメ	11.7	30.7	1.7	52.3	3.6	33.0
大豆						
ツルノコダイズ	9.2	37.8	20.8	27.2	5.0	
タンバクロマメ	8.9	41.5	18.5	26.2	4.9	
ヒタシマメ	10.9	38.1	18.3	28.2	4.5	
雑豆						
ヒヨコマメ	10.2	22.1	5.2	59.8	2.7	47.7
平豆						
レンズマメ	10.7	22.6	0.7	63.6	2.5	41.7

*1タイ *2中国

表2 子葉中の可溶性糖濃度

(%)

	GLU	FRU	SUC	RAF	STA	VER	可溶性全糖
ダイナゴンアズキ			0.90	0.27	2.42	0.26	4.75
アカタケショウズ*1	0.06	0.08	0.82	0.45	3.05	0.14	4.86
アカタケショウズ*2	0.08	0.12	0.87	0.54	2.69	0.29	5.19
リョクトウ	0.08		0.79	0.22	1.32	2.28	4.79
ウズラマメ	0.20		1.91	0.41	3.00	0.17	6.25
キントキマメ	0.06		1.62	0.33	2.78	0.15	5.63
トラマメ	0.21		1.75	0.40	2.62	0.17	5.38
シロハナマメ	0.55		3.08	0.76	3.89	0.08	8.60
コウゲンハナマメ	0.29		2.51	0.71	4.47	0.12	9.50
ベビーライマビーン	0.14	0.15	1.04	0.71	3.54	0.06	5.76
アオエンドウ	0.29		1.40	0.62	1.95	2.75	8.62
アカエンドウ	0.26		1.32	0.41	1.56	2.52	6.55
ダルマササゲ	0.15	0.10	0.64		1.19	0.40	4.10
クロメマメ	0.06		1.99	0.74	5.37	0.41	9.98
ソラマメ	0.25		1.97	0.29	1.22	3.43	8.48
ツルノコダイズ	0.68	0.27	4.66	1.26	3.99	0.10	12.84
タンバクロマメ	0.76	0.50	5.37	1.34	3.58	0.23	13.86
ヒタシマメ	0.98	0.35	6.52	1.28	4.29	0.17	14.85
ヒヨコマメ	0.38	0.26	2.32		2.22	2.29	8.79
レンズマメ	0.15	0.19	1.40	0.81	4.35	0.31	8.56

GLU : Glucose FRU : Fructose SUC : Sucrose RAF : Raffinose STA : Stachyose VER : Verbascose
*1タイ *2中国

SUCはダイズ系には最も高濃度に含まれ5~6%台であり、他のインゲン・ササゲ・エンドウにも含まれてはいるがアズキには1%以下と低値であった。RAFはダルマササゲとヒヨコマメ以外の総ての豆に少量含まれていた。オリゴ糖のうちRFO (Raffinose Family Oligosaccharides) のRAF, STA, VERの和はクロメマメに多い6.52%からダルマササゲの1.59%の範囲にあった。5%台はダイズ属三点、レンズマメ、コウゲンハナマメ、アオエンドウなどであった。殆んどの試料がRFO中の主な糖はSTAであった。

図2には各試料ごとに最も含量の多かったSUC, STA, VERの三種の各糖と全糖含量を示した。また全糖含量に対するSUC, STA, VERの比率を求め図3に示した。

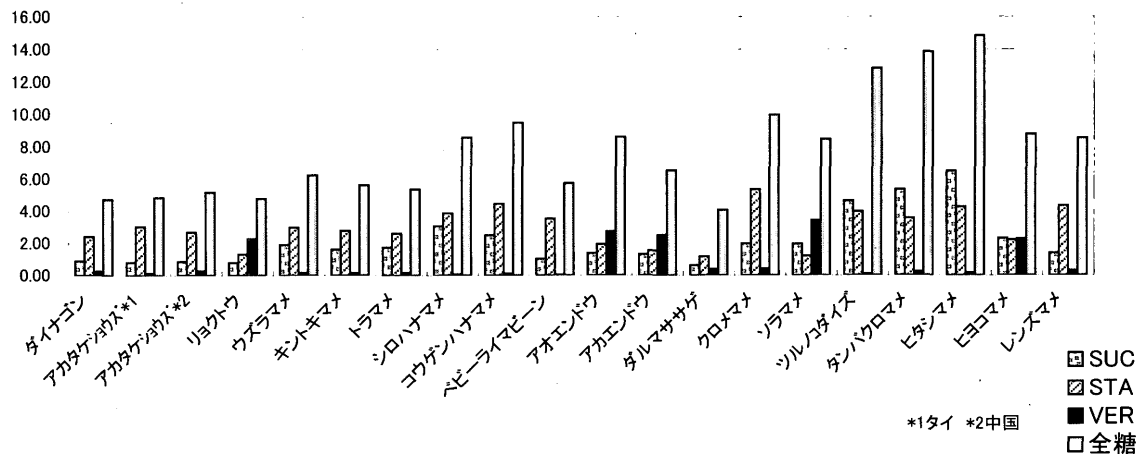


図2 主な各糖および全糖含量 (%)

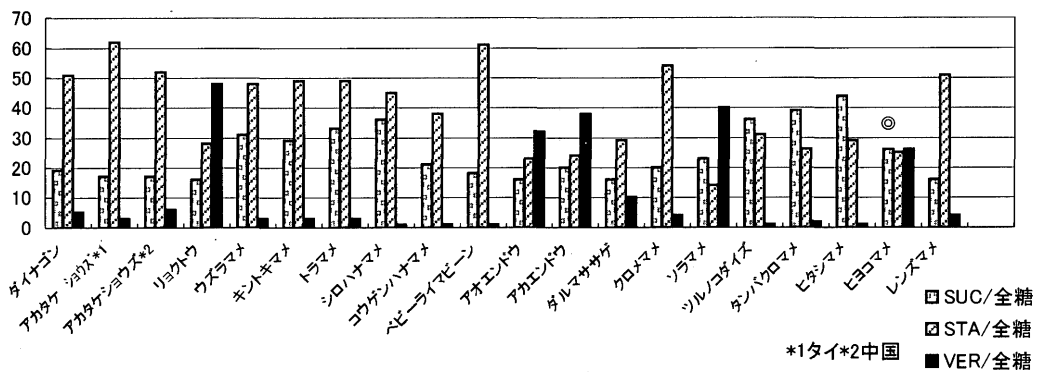


図3 全糖に対する主な各糖の比率 (%)

STAが全糖中の50~60%を占めたのはササゲ属アズキ系のダイナゴンアズキ、アカタケシヨウズ、クロメマメ、レンズ属レンズマメおよび例外としてインゲン属のベビーライマビーンの六試料であった。全糖の50%前後がSTAの豆にはウズラマメ、キントキマメ、トラマメ、シロハナマメなどすべてがインゲン属であり、さらにこれらの豆類は同時にSUCの比率も高い値であった。STAの割合が30%以下と低値の試料はダイズ属のタンバクロマメ、ヒタシマメ、エンドウ属のアオエンドウ、アカエンドウ、ヒヨコマメ属、およびササゲ属のダルマササゲとリョクトウで、最低値がソラマメ属であった。

SUC が40%前後と最も高い比率のダイズ属では STA の占める比率も30%前後でインゲン属とは逆の順位であった。ヒヨコマメでは SUC[○] と VER の比率が26%と同値で STA ともほとんど差がなかった。VER の比率が48%と特に高かったのはササゲ属リョクトウ、次いでソラマメ属は40%、エンドウ属は30%台であり、ヒヨコマメ属は20%台であった。この五試料以外では極めて低いことから VER を多く含む種類の豆は少ないことが判る。

全糖との比率が高い主な構成糖は以上のことから STA, SUC, VER の三種でありそれぞれの占める割合により豆類の特徴が表れているものと判断し、以下に どの糖が最多の糖であるかによって豆類をグループに分けた。

STA：ダイナゴンアズキ、アカタケショウズ（二試料）ウズラマメ、キントキマメ、トラマメ、シロハナマメ、コウゲンハナマメ、ベビーライマビーン、ダルマササゲ、クロマメ、レンズマメ

SUC：ツルノコダイズ、タンバクロマメ、ヒタシマメ、ヒヨコマメ[○]

VER：リョクトウ、アオエンドウマメ、アカエンドウマメ、ソラマメ

以上のことから *Phaseolus*（インゲン属）と *Vigna*（アズキ・ササゲ属）では STA を、*Glycine*（ダイズ属）では SUC を、*Pisum*（エンドウ属）と *Vicia*（ソラマメ属）は VER を主とするグループであることが判った。リョクトウのみは他の *Vigna* とは異なり STA ではなく VER を主とするグループに入る。

川村ら³⁾の報文ではダイズ種子中の糖質組成はペーパークロマトグラフィーによって定量した結果単糖類は検出されず SUC, RAF, STA が主な糖であり、VER は痕跡量であるとしており今回の結果と一致するが、松下ら^{4) 5)}の記述によれば豆類子葉の共通の主要糖は STA, SUC であり、VER は痕跡程度含まれるとしている点が、今回の見解とは異なる。即ち豆類に共通する主要糖は SUC と STA に限らず、前記のリョクトウ、エンドウおよびソラマメ²⁾のように明らかに VER が最多の構成糖と認められる種類の豆も存在することは明らかである。

前述の結果から各種豆類の多くは主要な可溶性糖組成は STA, SUC, VER の三種類であり、*Phaseolus*, *Vigna*, *Glycine*, *Vicia*, *Cicer*, *Lens* など各属ごとに主要な糖の組み合わせと含有割合はほぼ一定に保たれていることも判明した。ヒヨコマメのみは全糖と STA, SUC, VER の三種類の糖との比率はすべて差がなくいずれの豆とも異なる。

2) アミノ酸分析値

アミノ酸分析結果は表3に示すように総遊離アミノ酸（以下総アミノ酸と略記）含量はインゲン属、ソラマメ属、ヒヨコマメ属では全般的に高く中でもキントキマメは1000mg%以上に達したが、大部分のアズキ・ササゲ属は低値の傾向にあり、リョクトウは300mg%と最低値であった。

豆類種実の子葉に含まれる各試料中の最多のアミノ酸は表3によると Asp, Asp-NH₂, Glu, Pro, Arg の五項目に要約されるが中でも七試料中の最多アミノ酸は Glu であった。ダイナゴンアズキのみが Gly が最多アミノ酸で次いで Glu が多かった。個々の豆についての最多のアミノ酸はダイズ属の Pro 500mg%台およびソラマメの400mg%台が特に高値であった。アカタケショウズは Asp-NH₂ 含量が高く他の豆とは異なる。

表3 豆類子葉中の遊離アミノ酸分析値

	ダイナゴン	アカタケ ショウズ*1	アカタケ ショウズ*2	リョクトウ	ウズラマメ	キントキ マメ	トラマメ	シロハナ マメ	コウゲン ハナマメ	ベビーライ マピーン
Asp	37.7	72.7	61.7	107.9	219.9	272.1	118.5			135.4
Thr	1.3	4.8	4.0	2.5	1.7	3.7	2.5	1.1	4.5	4.0
Ser	4.0	5.2	4.5	5.9	4.1	11.1	5.4	2.0	2.0	5.7
AspNH ₂	30.9	122.4	106.3	20.7	46.4	74.4	91.2	27.1	45.8	39.6
Glu	108.5	65.2	69.5	50.7	176.9	191.2	175.6	256.1	241.2	77.8
Pro										
Gly	147	7.7	12.8	7.3	17.0	19.4	19.1	28.4	22.6	5.4
Ala	11.7	7.9	11.2	5.7	15.4	19.4	23.9	18.1	12.6	4.5
Val	5.9	8.2	6.3	6.5	8.2	10.1	7.6	6.5	10.2	7.0
Cys	21.2				136.3	128.7	167.5	134.6	168.7	89.7
Met					2.6	2.0	4.7			
Cysthi		1.3		1.3			3.6			
Ile	1.3	1.6	1.4	1.7	2.4	2.4	3.3	0.7	2.1	1.1
Leu	1.3	1.7	0.9	1.6	5.5	5.8	6.8	3.4	4.0	1.4
Tyr	4.1	3.1	3.5	2.1	3.6	4.5	5.4	7.3	4.8	1.2
Phe	19.5	30.4	27.9	20.3	13.9	13.4	10.9	17.0	15.7	16.8
g-ABA	1.9	1.1	1.8		2.7	2.7	4.5	2.1	1.6	1.5
Lys	2.4	1.4	4.1	1.3	11.1	14.3	8.0	3.3	3.5	3.7
His	3.9	3.9	4.3	8.7	13.0	30.4	14.6	10.6	10.2	4.0
Arg	36.9	25.6	34.8	58.8	106.3	218.5	162.9	102.5	173.7	28.4
Total	307.2	364.2	355.0	303.0	787.0	1024.1	836.0	620.8	723.2	427.2

*1 : タイ *2 : 中国

	アオ エンドウ	アカ エンドウ	ダルマサ サゲ	クロメマメ	ソラマメ	ツルノコ ダイズ	タンバク ロマメ	ヒタシマメ	ヒヨコマメ	レンズ マメ
Asp	48.7	22.8	56.9	52.7	77.2	42.5	66.2	50.4	22.7	67.7
Thr	5.9	6.3	6.7	4.3	2.2	5.2	5.9	1.4	3.8	5.1
Ser	10.2	6.6	5.3	1.3	15.7	6.8	14.5	4.1	5.4	
AspNH ₂	60.4	89.7	65.9	74.2	75.3	27.3	55.0	11.9	18.9	58.8
Glu	162.2	191.3	106.3	103.8	89.6	75.3	93.0	42.7	105.3	171.1
Pro	77.1	55.7	25.1	30.4	30.9	525.3	392.5	587.4	458.5	137.7
Gly	16.5	13.1	6.2	3.5	16.0	12.6	18.4	10.1	6.0	8.3
Ala	12.3	16.8	10.1	5.9	16.4	37.4	41.8	36.8	17.3	21.0
Val	7.8	6.9	8.4	4.3	7.8	9.6	8.2	6.1	4.5	11.6
Cys										
Met	11.9	2.1	2.6		11.9	8.9	4.4	3.3	2.5	
Cysthi			0.8		0.8	7.4				
Ile	3.8	2.1	1.8		2.3	9.1	4.2	2.6	1.2	1.6
Leu	4.3	4.1	2.1	1.1	3.6	12.3	5.5	3.2	1.7	0.4
Tyr	6.7	6.0	12.4	2.0	16.2	12.7	11.4	7.7	4.1	1.3
Phe	17.9	16.1	23.9	16.8	29.9	34.8	25.5	22.1	13.6	19.2
g-ABA	2.9	1.6	2.2		1.8	18.9	10.8	2.7		
Lys	9.3	12.7	1.6	1.0	16.6	7.5	10.2	3.8	9.2	3.4
His	3.5	4.7	18.0	20.5	18.2	8.6	12.9	2.5	2.0	8.7
Arg	234.1	117.2	61.8	61.2	452.1	108.0	209.8	59.1	162.6	100.2
Total	695.5	575.8	418.1	383	884.5	970.2	990.2	857.9	839.3	616.1

豆ごとに最も多い遊離アミノ酸含量の項目について100mg%以上を目安に豆類を区分すると下記
のようになる。

Asp : リョクトウ, ウズラマメ, キントキマメ, ベビーライマピーン

AspNH₂ : アカタケショウズ (タイ), (中国)

Glu : ダイナゴンアズキ, ウズラマメ, キントキマメ, トラマメ, シロハナマメ,
コウゲンハナマメ, アオエンドウ, アカエンドウ, ダルマササゲ, クロメマメ,

ヒヨコマメ, レンズマメ
 Pro : ツルノコダイズ, タンバクロマメ, ヒタシマメ, ヒヨコマメ
 Arg : ウズラマメ, キントキマメ, トラマメ, シロハナマメ, コウゲンハナマメ,
 アオエンドウ, アカエンドウ, ソラマメ, ツルノコダイズ, タンバクロマメ,
 ヒヨコマメ, レンズマメ

旨味関連のアミノ酸 (Asp, Glu) の合計含量は図4のようにインゲン属のキントキマメが最も多く463mg%, ダイズ属ヒタシマメが最少値で100mg%に達しなかった。

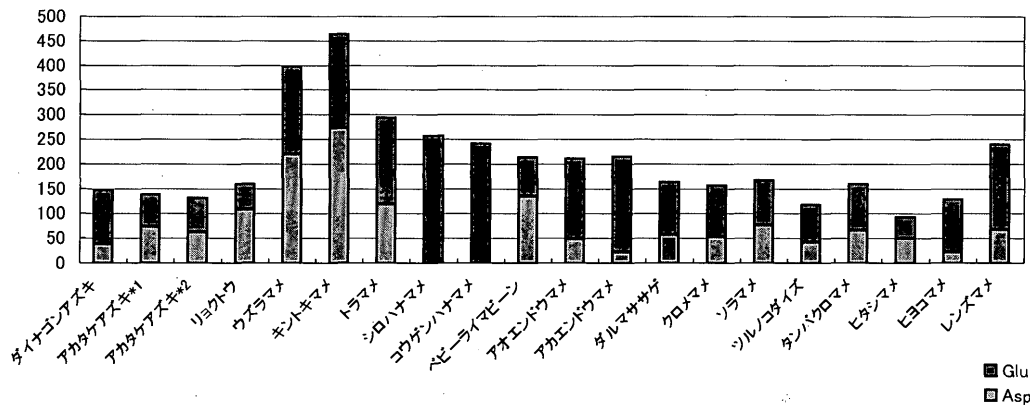


図4 旨みアミノ酸 (mg%)

Glu はシロハナマメ, コウゲンハナマメ, キントキマメ, ウズラマメ, トラマメなどインゲン属およびエンドウ属に多く中でもシロハナマメは最高値であった。しかし Glu の少ないのはササゲ属, ソラマメ属, ダイズ属の中でも特にヒタシマメは最低値を示した。

Pro は豆の種類によって含量に大差がありダイズ属とヒヨコマメは特別多い。その他の豆の Pro はアミノ酸分析データに記されたチャンネル2のチャートに僅かに検出された豆もあったが微量であり算定表示はしなかった。Arg 含量はソラマメ属には特に多く400mg%以上と際立っている。次いでインゲン属エンドウ属も Arg は高値であった。ササゲ属のアズキ, アカタケショウズとベビーライマビーンは最低値であった。和辻ら⁷⁾によるヒラマメ (レンズマメ) 研究報文によると未熟豆と市販豆におけるアミノ酸含量の比較値は, 著者らのソラマメの報文¹⁾に記した未熟豆から完熟種子への過程で特に Arg 含量が急増することを明かにしたデータと一致する。

アミノ酸組成上から見たインゲン属とダイズ属の相違点は, Glu と Cys が多く含まれているインゲン属に対してダイズ属は Pro が最多であるが Glu は少ない。同様にヒヨコ属でも Glu が少く Pro は特に多い。ダイズ属とヒヨコ属の共通点は 総アミノ酸含量および Pro 含有量が多いこと, さらにこの二つの属は Pro と Arg 値の和が600mg%以上にもなり, 総アミノ酸含量の60~75%を占めるなど他の豆類との差が顕著である。ダイズ属の中では品種の差異が目立ったのはタンバクロマメの Arg 含量は特別多いが, ヒタシ豆ではその四分の一と少なく同一属でも大差があった。豆類に含まれる遊離アミノ酸の内容に従って特徴をまとめると Arg はソラマメ属に, Glu はインゲン属に, Pro はダイズ属に多いことが明かとなった。

機能性成分の GABA は大豆属 (ツルノコやタンバクロマメ) に最も多く18mg%も残存している

が図5に示すように他の豆類ではインゲン属のトラマメ、キントキマメ、ウズラマメなど13種の試料からも極少量検出したがその差は大きい。前報のソラマメのデータでは未熟時のGABAが150mg%と特に高濃度含まれており¹⁾成熟に従い減少し続け種実では2mg%以下まで減少することが判っている²⁾。ダイズ種実のGABAが多いことから枝豆段階ではさらに高い値が期待される。他の豆類においても未熟段階では高いGABA量を含むことが考えられる。

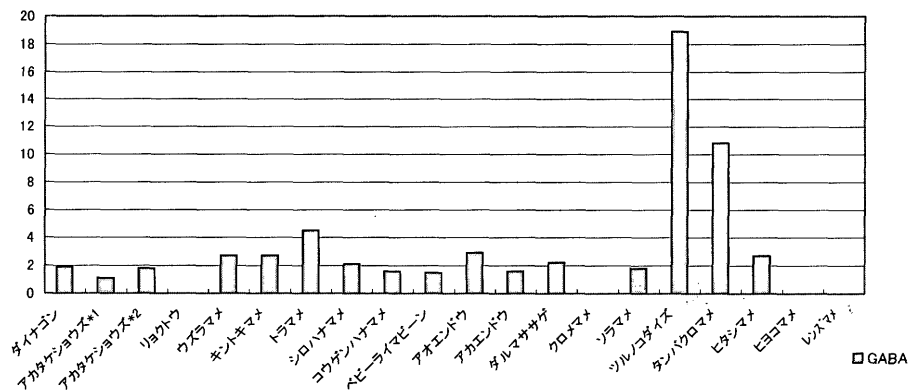


図5 GABA 含量 (mg%)

以上の結果からデンプンの合成・蓄積型のインゲン属・ササゲ属・アズキ属と脂質型のダイズ属の分析値においては、一般成分が大きく異なるばかりではなく可溶性糖質および遊離アミノ酸の組成においても対照的であった。可溶性糖質として主に STA 含量が多いほとんどの豆は、主なアミノ酸として Glu 含量の高い豆類と一致していることも明らかとなった。ヒヨコマメでは脂質以外の一般成分およびデンプンはアズキ属に類似しているがアミノ酸組成では極めてダイズ属に近く、今回試料とした他の豆類とは全く異なることが判った。産地の違うアカタケシヨウズ二試料間では粒の大きさにも大差があったが分析値ではほとんど差は認められなかった。

異種の豆類を対象として、同時に可溶性糖質およびアミノ酸分析を行い比較検討したことから豆類の属・種などの共通性や連続性を垣間見ることができた。品種や成育環境などの諸要因が組成におよぼす影響は極めて大きい。しかし種実段階での属や種の間には構成成分にも一定の比率が受け継がれており、それぞれ本来の豆の特徴を現していることが理解できた。入手試料の選択には限界があり一考の余地があったが、今回の研究により可溶性糖質および遊離アミノ酸の種類と含量など品質を左右する組成上の特徴や傾向から豆類一般の属や種類が見分けられることを確認した。

要 約

アズキ属、インゲン属などデンプンを合成蓄積するタイプの豆類および脂質やタンパク質の多いダイズ属など国内外の入手可能な7属20試料の豆を用い、可溶性糖と遊離アミノ酸の分析を行い、各豆類の特徴を明かにした。

可溶性糖としては Glucose, Fructose, Sucrose, Raffinose, Stachyose, Verbascose の六種類が検出されたが、含量の多い Sucrose, Stachyose, Verbascose が主な構成糖であった。

可溶性全糖および主な構成糖との割合は豆の種類毎に異なり、*Phaseolus* (インゲン属)、*Vigna* (アズキ属) は Stachyose の割合が高く、*Glycine max* (ダイズ属) は Sucrose が高く、*Pisum sativum* (エンドウマメ属) と *Vicia fava* (ソラマメ属) は Verbascose が高いことが判った。三種の糖質の含量および総量との比が各豆の種類の特徴になっている。

総遊離アミノ酸含量はインゲン属、ソラマメ属、ヒヨコマメ属など全般的に高い値を示し、キントキマメは1000mg%以上と最高値であった。これに比べて大部分のアズキ・ササゲ属は低値であり、リョクトウは三分の一と最少値であった。

豆の種類毎に含まれる最多のアミノ酸は Asp, Asp-NH₂, Glu, Pro, Arg の5項目に要約され、Glu の項目に七試料が含まれていた。ソラマメ属に多い Arg, インゲン属に多い Glu, ダイズ属に多く含まれている Pro のように豆の種類によって含まれるアミノ酸に違いがあった。

旨味関連のアミノ酸 (Asp Glu) の合計含量ではインゲン属のキントキマメが最も多く、ダイズ属が最少値であった。Glu と Cys が多く含まれているインゲン属に対し、ダイズ属の Glu は少量だが Pro は最多であり、インゲン属とダイズ属がアミノ酸組成上においても他種と著しい差があった。遊離アミノ酸総量および Pro 含量はダイズ属とヒヨコ属共に多く、さらにこの二つの属は Pro と Arg 値の和が遊離アミノ酸総量の70%程度にもなり他とは全く異なる特徴を有する豆であることも判った。機能性成分の GABA はダイズ属のツルノコやタンバクロマメに最も多く含まれていた。

試料全体の共通性は可溶性糖の組成上 STA を最も多く含むグループの豆類はアミノ酸組成では Glu の含量が最多のグループと一致する。

以上のように豆類の成分も植物学的な形態や色調など外観による分類と同様に可溶性糖およびアミノ酸の組成上にも種類ごとの共通点や顕著な違いがあることを認めた。特にダイズ系とインゲン系ではその差が明瞭であり、呈味に関わる糖質の Sucrose と旨みアミノ酸は個々の豆が、どんな特徴を有する豆類であるかを判断するインジケータと考えられる。

謝 辞

本研究の遂行にあたりアミノ酸分析にご配慮いただいた岡崎国立共同研究機構の教授西村幹雄先生、同機構の分析を担当された高見重美氏に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 小林ミヨ・小松由美子：鹿児島女子短期大学紀要, (36) 1-10 (2001).
- 2) 小林ミヨ・林 美里：鹿児島女子短期大学紀要 (39) 7-18 (2004).
- 3) 川村信一郎・多田 稔・梅崎丁市：栄養と食糧, 19, 268 (1966).
- 4) 松下アヤコ：農化, 41(12) 646-653 (1967).
- 5) 松下アヤコ：農化, 42(7) 383-387 (1968).
- 6) 平 春枝：日食工誌, 39, (1) 122-133 (1992).
- 7) 和辻敏子, 山中博之, 茶珍和雄：日食科工誌, 44(10) 711-715 8(1997).
- 8) 日本食品工業学会食品分析法編集委員会編：新食品分析法, p.6-9 p.30-39 p.46-48 p.99-103 p.528-530
- 9) 澱粉科学実験法：朝倉書店 p.5-8 (1979).

- 10) 渡辺篤二 監修：豆の事典，幸書房 p.36-37 p.49 (2000).
- 11) James A. Duke 著 星合和夫 訳：世界有用マメ科植物ハンドブック 財団法人 雑豆輸入基金協会 (1986).
- 12) 豆類百科：財団法人日本豆類基金協会， p.41-44 (2000).

(2004年12月 2 日 受理)