

# ゴボウの部位別理化学成分の比較

乙黒 親男

## Comparison of Physical and Chemical Compositions in Different Parts of Edible Burdock (*Arctium Lappa* L.)

Chikao OTOGURO

### 要 約

ゴボウの各部位別の理化学成分を分析した。

1. 灰分含量は皮層部が内部より常に多く、また基部>中央部>先端部の順であった。一方、遊離アミノ態窒素、滴定酸度および硬度は内部が皮層部より高い値を示したが、各部位の含量分布の様相は異なった。
2. 全遊離糖は皮層部 (546~618mg/100g) が内部 (373~544mg/100g) より常に多く、両部位とも先端部が高く、その主成分はシュクロースで全遊離糖の75~82%を占めた。一方、イヌリンは先端部 (皮層部>内部) >中央部 (皮層部>内部) >基部 (皮層部>内部) の順であった。
3. 有機酸はリンゴ酸、クエン酸を多く含み、皮層部にはクエン酸、内部にはリンゴ酸が多い傾向が認められた。また、含量は少ないがコハク酸、ガラクトツロン酸、ピログルタミン酸、乳酸および酢酸は皮層部が内部より多かった。
4. 全遊離アミノ酸は内部 (184~289mg/100g) が皮層部 (96~137mg/100g) より多く、両部位とも先端部>中央部>基部の順であった。その組成比ではプロリン、アスパラギン、グルタミン酸およびアスパラギン酸が多く、皮層部にはグルタミン酸、内部にはアスパラギンが多い傾向が認められた。
5. 無機成分はカリウムが最も多く、次いでマグネシウム、ナトリウム、カルシウム、鉄、銅、亜鉛、マンガン順だった。皮層部にはカリウム、カルシウム、鉄およびマンガン、内部にはマグネシウム、ナトリウムが多い傾向が認められた。
6. ペクチンは基部>中央部>先端部の順で、皮層部と内部の差は比較的少なかった。組成では塩酸可溶性ペクチンが最も多く、内部で基部ほどその組成比が高く、水溶性ペクチンが低い傾向が認められた。

### 1. 緒 言

前報<sup>1)</sup>でゴボウの生育段階および品種別の理化学成分変化を明らかにした。ゴボウは食物繊維やポリフェノールを多く含む根菜類で、その加工や調理に際し特有な芳香と歯ごたえが好まれている。

近年、食生活の高級化、多様化が進むなか品質評価の基準も外觀品質だけでなく内容成分について考慮する必要があると考えられる。

さらに、前報<sup>1)</sup>で明らかにしたように生育段階や品種によりその特性は異なり、その利用も生育途中の肉質が柔らかく、アクも少なく、芳香に富む葉ゴボウ等の野菜のミニ化と共に消費形態が変化して来ている。

しかし、ゴボウの硬度やポリフェノール含量は

部位により差異が著しく大きい事を明らかにしたが、呈味成分についてこのような観点から検討した例はない。

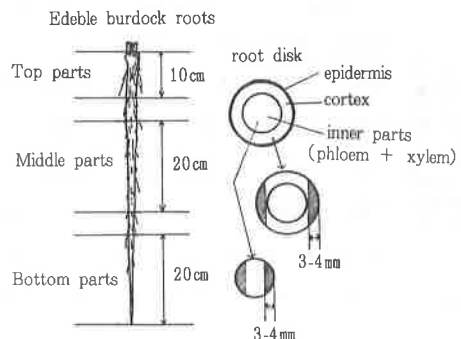


Fig. 1 Preparation of six parts of Edible burdock roots used in this experiment

そこで、本報ではゴボウの部位別理化学成分を調査し、若干の知見を得たので報告する。

## 2. 実験方法

### 2-1 試料

1990年6月19日から10月18日にかけて山梨県総合農業試験場（山梨県北巨摩郡長坂町）で栽培した白肌中早生ゴボウを使用した。なお、部位別試料の調製はFig. 1に示したように6部位に分け分析試料とした。すなわち、根の葉もとから10cm、中心部20cm、先端から20cmの3部位に分け、その各部位を皮層部（表皮と皮層）と内部（木部と篩部）に分割し、計6部位とした。なお、ゴボウの内部は木部が大部分を占め、篩部は薄く木部肥大型である。

### 2-2 分析方法

一般成分、硬度、糖、有機酸、遊離アミノ酸、無機成分、ペクチンの分析はいずれも前報<sup>1)</sup>による。

## 3. 実験結果および考察

### 3-1 一般成分

結果をTable 1に示した。皮層部と内部の重量比率は3部位ともほぼ3:2であった。灰分は皮層部で基部ほど、逆に遊離アミノ態窒素は内部で先端部ほど含量が多い傾向であった。一方、滴定酸度は皮層部ではほとんど差異が認められなかったが、内部は基部ほど多かった。次に、硬度は基部と中央部の差異はほとんど認められないが、先端部は低く、内部が皮層部より高く硬い事が認められ、ゴボウは外側が柔らかく、芯に近いほど硬いと言われていることを裏付けた。

Table 1 General analyses of Edible burdock roots divided into six parts

	Top		Middle		Bottom	
	cortex	inner	cortex	inner	cortex	inner
Rate of weight(%)	62.04	37.96	61.51	38.49	63.33	36.67
Ash (%)	1.162	1.128	1.036	0.929	1.037	0.845
Free amino nitrogen(%)	0.029	0.037	0.038	0.043	0.031	0.045
Titrateable acidity(%)	0.150	0.220	0.155	0.204	0.158	0.179
Hardness(e)	1728±281	1888±336	1696±260	1889±286	1389±189	1467±350
Yield of AIS(%)	16.22	15.93	18.23	17.37	16.47	15.82

### 3-2 糖

結果をTable 2に示した。遊離糖はシュクロー

Table 2 Sugars contents in Edible burdock roots divided into six parts

Sugars	(mg/100 g in fw)					
	Top		Middle		Bottom	
	cortex	inner	cortex	inner	cortex	inner
Sucrose	445	383	422	291	484	414
Glucose	46	41	75	37	61	73
Fructose	55	44	67	45	73	57
Total	546	468	564	373	618	544
Inulin	4343	4064	5321	5255	6930	6870

スが最も多く、次いでグルコースとフラクトースで、全遊離糖は皮層部(546~618mg/100g)が内部(373~544mg/100g)より多く、両部位とも先端部が高かった。このことについて、水野ら<sup>2)</sup>はメロン果実の部位別糖含量について、果実の外側より内側ほど、また果梗部より果頂部ほど糖含量が高い傾向にある事を報告しており、著者ら<sup>3)</sup>が報告したキュウリにおいても同様な傾向が認められた。

一方、キク科、キキョウ科、ユリ科等のいくつかの植物に含まれ、特に地下部に多いイヌリンが4064~6930mg/100g存在した。イヌリンは皮層部と内部の差が比較的少ないが、両部位とも先端部が6870~6930mg/100gと最も多く、次いで中央部(5255~5321mg/100g)、基部(4064~4343mg/100g)の順であった。太田ら<sup>4)</sup>はゴボウのイヌリン含量を季節的に追跡した結果、4月播種の場合、5月頃に最高値(約50%)を示し、その後急減し、9月頃は約5%となることから、イヌリンを貯蔵糖と説明している。また、斎藤<sup>5)</sup>もゴボウの可食部中に3.6%のフラクトオリゴ糖の存在を報告している。

一方、金ら<sup>6)</sup>もアスパラガスの貯蔵根に存在するフルクタンを貯蔵糖とし、一般にそのフルクタンを貯蔵糖とする植物はシュクロースを転流糖とする事を報告している。さらに、貯蔵根の先端と基部の間に認められたシュクロースの濃度勾配はシュクロースが貯蔵根の先端から若茎へ転流することを有利にすると推測している。

これらの報告からゴボウ貯蔵根の糖の転流やイヌリンの分解に及ぼす経路あるいはそれらの影響による生育中のゴボウ糖組成と濃度の変化は加工工程で重要な影響を与えると考えられ今後検討が必要とされる。

Table 3 Organic acid contents in Edible burdock roots divided into six parts

Organic acids	(mg/100 g in fw)					
	Top		Middle		Bottom	
	cortex	inner	cortex	inner	cortex	inner
Malic acid (M)	46.8	154.7	59.1	240.3	116.6	240.1
Citric acid (C)	43.9	97.7	130.7	184.6	201.2	161.5
Succinic acid	8.5	6.5	10.6	7.6	16.0	8.8
$\alpha$ -D-GA	5.6	4.5	7.4	5.0	9.9	6.2
Pyroglutamic acid	5.2	5.8	8.4	8.5	13.0	13.3
Lactic acid	2.9	2.0	5.8	2.0	4.2	2.8
Acetic acid	4.7	6.0	9.3	4.4	8.8	5.4
Total	117.6	277.2	231.3	452.4	369.7	438.1
M/C ratio	1.067	1.583	0.452	1.302	0.580	1.487

$\alpha$ -D-GA :  $\alpha$ -D-galacturonic acid

### 3-3 有機酸

結果をTable 3に示した。有機酸含量は内部(277~452mg/100g)が皮層部(118~369mg/100g)より顕著に多く、内部は中央部と先端部が、皮層部は先端部が高かった。また主要な有機酸はリンゴ酸とクエン酸ですべての部位において多く、両者の和は皮層部で総有機酸の77~86%を、内部で91~94%を占めた。さらに、リンゴ酸とクエン酸の分布状況は対称的で、前者は内部の総有機酸の53~56%を、後者は皮層部の37~57%を占めた。したがって、リンゴ酸/クエン酸比は皮層部が0.45~1.07、内部が1.30~1.58と明らかな差異が認められた。

前報<sup>1)</sup>でゴボウの生育の進行に伴いリンゴ酸が減少し、クエン酸が増加することを明らかにしたが、根部の肥大の進行とともにクエン酸が増加する因子として(1)皮層部の割合の増加、(2)組織の生育度合が考えられるが、今回の皮層部と内部に分けた基部から先端部の生育度合が異なる部位で、それぞれの有機酸組成がほぼ同じであることからクエン酸比率の高い割合の増加と考えられるが、詳細については今後検討する予定である。

また、部位別有機酸含量の差異について崎山ら<sup>2)</sup>はトマト果実をゼラチン状組織と果皮部に分けると、前者の遊離酸含量は後者より著しく多いことを報告しており、著者ら<sup>3)</sup>が報告したキュウリにおいても同様な傾向が認められた。

一方、含量は少ないがコハク酸、ガラクトン酸、ピログルタミン酸、乳酸および酢酸が存在し、皮層部が内部より含量および組成比が高く、特に基部の皮層部が23%と高かった。

### 3-4 遊離アミノ酸

結果をTable 4に示した。遊離アミノ酸は有機酸と同様に、内部(184~289mg/100g)が皮層部(96~137mg/100g)より約2倍多く、両者とも先端部ほど多かった。遊離アミノ酸として20種類が認められ、主要な遊離アミノ酸はプロリン、アスパラギン、グルタミン酸およびアスパラギン酸で、総遊離アミノ酸の75~83%を占め、中でもプロリンはすべての部位で著しく多く、総遊離アミノ酸の28~42%を占め、野菜の中でも特異的であった。一方、アスパラギンとグルタミン酸は部位における分布状態が異なり、前者は内部で先端部ほど含量および組成比が、逆にグルタミン酸は皮層部で基部ほど組成比が高かった。したがって、アミノ酸組成でアスパラギンが低い皮層部はグルタミン酸が高く、逆にアスパラギンが高い内部はグルタミン酸が低く両者の組成比の和は皮層部と内部でほとんど差がないことから、皮層部と内部のアミノ酸代謝経路が異なるものと考えられる。

Table 4 Free amino acids contents in Edible burdock roots divided into six parts

Amino acids	(mg/100 g in fw)					
	Top		Middle		Bottom	
	cortex	inner	cortex	inner	cortex	inner
Asp	5.2	8.7	9.1	12.4	9.4	14.0
Thr	1.6	3.1	1.9	4.2	2.0	3.5
Ser	2.6	3.3	2.9	3.6	2.3	3.3
Asn	13.6	42.7	22.7	80.0	42.8	113.1
Glu	16.4	16.5	13.9	13.1	11.1	11.2
Gln	4.3	4.8	4.8	5.0	4.4	7.9
Pro	36.7	70.8	54.1	92.8	38.5	100.6
Gly	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3
Ala	4.4	5.2	4.7	5.8	2.8	5.0
Val	1.4	3.0	1.6	4.6	0.7	0.8
Cys	3.8	2.2	5.0	2.6	10.1	9.7
Met	0.1	0.1	0.2	0.2	0.8	0.2
Ile	1.1	3.7	1.6	4.9	2.7	4.3
Leu	0.7	2.1	0.7	2.5	1.8	2.1
Tyr	0.2	0.8	0.2	0.8	0.4	0.5
Phe	0.4	1.9	0.5	2.1	2.5	2.1
$\gamma$ -ABA	0.6	2.3	0.9	2.8	0.7	2.8
Lys	tr	1.3	tr	1.2	tr	0.6
His	0.7	3.3	1.2	3.2	0.5	2.0
Arg	2.0	7.7	3.3	7.4	2.8	5.2
Total	96.0	183.7	129.5	249.5	136.5	289.1

Table 5 Mineral contents in Edible burdock roots divided into six parts

Minerals	(mg/100 g in fw)					
	Top		Middle		Bottom	
	cortex	inner	cortex	inner	cortex	inner
Na	226	284	244	260	273	319
K	4259	3458	3669	3397	3596	2768
Ca	369	212	210	183	147	164
Mg	220	908	278	711	304	546
Fe	71	14	65	11	81	11
Cu	4	10	3	4	2	3
Mn	4	1	4	1	4	1
Zn	2	6	2	4	3	3
Total	5155	4893	4475	4571	4410	3815

### 3-5 無機成分

結果をTable 5に示した。前報<sup>1)</sup>と同様にカリウムが最も多く、次いでマグネシウム、ナトリウム、カルシウム、鉄の順であった。総含量は皮層部(4410~5155mg/kg)が内部(3815~4893mg/kg)より多く、両者とも基部ほど多かった。各無機成分はそれぞれ特徴的な分布を示し、皮層部に含量が多く存在するものとしてカリウム、カルシウム、鉄およびマンガンが、逆に内部に多く存在するものとしてナトリウム、マグネシウム、銅、亜鉛が認められ、特にマグネシウムと鉄が顕著であった。

既報<sup>6)</sup>で報告したように皮層部には鉄とともに、ポリフェノール含量が著しく多く、ポリフェノールオキシダーゼ活性も高いことが認められている。

一般に、ゴボウの褐変は含有されるクロロゲン酸などがポリフェノールオキシダーゼによって酸化されるためであるが、第2鉄イオンはポリフェノール類とキレートを形成し、変色を起こすことが中林<sup>9)</sup>によって報告されており、これらの含量が多い皮層部が褐変し易い原因と考えられる。

Table 6 Pectin contents in Edible burdock roots divided into six parts

Pectin	(mg/100 g in fw)					
	Top		Middle		Bottom	
	cortex	inner	cortex	inner	cortex	inner
WSP	367	219	354	330	275	322
PSP	453	327	289	276	216	234
HSP	724	766	523	594	437	473
SSP	66	81	58	79	54	58
Total	1610	1393	1224	1279	982	1087

WSP:water soluble pectin, PSP:0.4%hexametaphosphate soluble pectin, HSP:0.05N hydrochloric acid soluble pectin, SSP:0.05N sodium hydroxide soluble pectin

### 3-6 ペクチン

結果をTable 6に示した。ペクチン含量は皮層部、内部とも基部ほどその含量が多かった。各ペクチン画分では塩酸可溶性ペクチンが最も多く、次いで水溶性ペクチンとヘキサメタリン酸可溶性ペクチンで、水酸化ナトリウム可溶性ペクチンが最も少なく、野菜に共通した結果<sup>10)</sup>が得られた。

また、部位別では基部と中央部の皮層部および先端部で水溶性ペクチンが多く、塩酸可溶性ペクチンが少ない傾向が認められた。

一般に、野菜や果実の硬度は、組織を構成するセルロース、ヘミセルロース、ペクチン質などの細胞多糖類の変化によるところが大きく、特にペクチンがその主役と考えられている。このペクチンは細胞間の中葉組織と第一次細胞壁に分布し、これらペクチンとCaが複合体を作り細胞間を固め、その構造を保持している<sup>11)</sup>。野菜や果実の軟化は中葉組織を構成している塩酸可溶性ペクチン(プロトペクチン)の分解、ペクチンの低分子化と関係が深く、今回の実験においても、硬度の低い部位でプロトペクチンの減少と水溶性ペクチンの増加が認められた。

### 文 献

- 1) 乙黒親男・樋川芳仁・松野 篤:山梨県工業技術センター研究報告, 5, 74~82 (1991)
- 2) 水野 卓・加藤宏治・原田政子・富島由恵・鈴木英次郎:日食工誌, 18 (7), 319~325 (1971)
- 3) 乙黒親男・吉田雅彦・小野健一・犬飼道子:日本食品工業学会第38回大会講演要旨集, p112 (1991)
- 4) 太田長世・三野芳紀:生薬学雑誌, 34 (3), 245~249 (1980)
- 5) 斎藤安弘:New Food Industry, 31 (6), 1~8 (1989)
- 6) 金 永植・崎山亮三:園学雑, 58 (2), 383~390 (1989)
- 7) 崎山亮三:園学雑, 35 (1), 36~42 (1966)
- 8) 樋川芳仁・小野健一・乙黒親男:山梨県工業技術センター研究報告, 5, 87~92 (1991)
- 9) 中林敏郎:日食工誌, 17 (6), 231~236 (1970)
- 10) 川端晶子・澤山 茂:栄養学雑誌, 31 (1), 32~36 (1973)
- 11) G.M.W.Cook and R.W.Stoddart:細胞表層の糖質と機能, 学会出版センター, p170~187(1978)