

野菜類の脂質成分に関する研究 (第28報)

—カリフラワーとブロッコリーの脂質について—

北村光雄

I. はじめに

カリフラワーおよびブロッコリーは食品学上、野菜の花菜類に属し、植物の花蕾を食用にするものである。花菜類にはこれらのほかに、料理ギク、ミョウガ、アーティチョークなどがある。カリフラワーおよびブロッコリーの原産地は両者とも地中海沿岸といわれ、わが国には明治の初め頃渡来し、現在、愛知、長野、埼玉などで、多く生産されている。これらはキャベツの一種で、花が柔らかい肉質に変形したもの（花蕾）である。ブロッコリーはカリフラワーにの原種といわれており、性状はカリフラワーによく似ている。ブロッコリーは花茎が長く、側枝が多く、主茎および側枝の先端に直径8~15cmの緑色または紫色の花蕾叢をつける。カリフラワーは花軸が肥厚し、花茎が多数分岐して短かく、花蕾は淡黄白色の塊状を呈する。

一般成分¹⁾は両者とも糖質とたんぱく質が主成分で、カリフラワーの糖質の約半量はヘミセルロースとペントザンからなり、残りの約半量はショ糖、ブドウ糖、果糖、マンニトなどからなる²⁾といわれる。両者ともビタミンC³⁾が多く含まれ、特にブロッコリーに多い。また、プロビタミンAも含まれる。脂質成分については、最近、ブロッコリーの脂質、カロチノイドおよびクロロフィルの含量について³⁾の報告がある。

著者は今回、花菜類の代表的な野菜であるカリフラワーとブロッコリーの脂質について調査したので報告する。

II. 実験方法

1. 試料

実験に用いたカリフラワーとブロッコリーは、神奈川県大和市福田2023, ひる川物産の八百屋から買い求めたもので、新潟産のカリフラワーと群馬産のブロッコリーである。

2. 脂質の抽出

脂質の抽出にさきだち、野菜細胞中の酸化酵素を破壊する目的で、前処理としてブランチングをおこなった。すなわち、熱湯中に半割りしたカリフラワーおよびブロッコリーをそれぞれ別に、4分間浸して酵素を破壊し、直ちに冷水中に冷却して盆ざる上で水切りをした。脂質の抽出は既報⁴⁾と同様にクロロホルム・メタノール混液(2:1 ν)でおこない、総脂質(TL)を得た。

3. 脂質の脂肪酸組成

脂肪酸組成の測定はガスクロマトグラフィー(GLC)によっておこなった。GLC分析の前処理として、脂質を三フッ化ホウ素メタノール法⁵⁾により脂肪酸のメチルエステルを調製し、さらに薄層クロマトグラフィー(TLC)により精製した。GLCの分析条件および定量は既報⁶⁾と同様におこなった。

4. 総脂質の分画

既報⁶⁾と同様、ケイ酸のカラムクロマトグラフィー(CC)をおこない、中性脂質(NL)区分、糖脂質(GL)区分およびリン脂質(PL)

区分に分画した。

5. 各脂質区分の同定と定量

各脂質の同定と定量は既報⁶⁾と同様にTLCとデンシトメータによっておこなった。炭化水素、高級アルコールおよびステロールなど同族体の詳細な同定は、脂質を加水分解または誘導体として同定をおこなった。糖脂質およびリン脂質はそれぞれTLCにより分離精製し、加水分解またはその誘導体として同定をおこなった。

III. 実験結果と考察

1. 脂質の含量

カリフラワーおよびブロッコリーからクロロホルム・メタノール混液(2:1%)で脂質を抽出し、表1に示す収量で総脂質を得た。

表1 脂質の含量

	カリフラワー	ブロッコリー
供試重量(g)	1420	1550
脂質重量(g)	5.7	11.6
脂質含量(%)	0.40	0.75

脂質の含量は、日本食品標準成分表では両者とも新鮮物中0.1%である。日高ら³⁾の抽出法(C-M-W; 1:2:0.8%)によれば、ブロッコリーで、0.88~0.98%であると報告している。

2. 総脂質の脂肪酸組成

TLの脂肪酸組成は表2に示すとおりである。おもな脂肪酸はリノレン酸、リノール酸およびパルミチン酸で、両者とも同様の含有傾向を示し、日高ら³⁾の脂肪酸組成とほぼ一致する。

3. 中性脂質と極性脂質の分画

TLをケイ酸のCCにより分画した結果は

表2 TLの脂肪酸組成(%)

炭素数	カリフラワー	ブロッコリー
14:0	1.3	1.4
16:0	16.7	12.4
16:1	1.7	1.9
18:0	1.5	1.1
18:1	8.9	6.1
18:2	11.6	14.6
18:3	57.3	61.0
その他	1.0	1.5

表3のとおりである。中性脂質、糖脂質およびリン脂質の含量は、両者ともよく似た傾向

表3 TL中のNL, GL, PLの含量(%)

区分	カリフラワー	ブロッコリー
NL	29.9	33.1
GL	16.2	17.9
PL	53.9	49.0

を示し、キャベツに対比してやや近い傾向がみられる。

4. NL, GL, PLの脂肪酸組成

各脂質の脂肪酸組成は表4に示すとおりである。おもな脂肪酸は、各区分ともリノレン

表4 各脂質の脂肪酸組成(%)

炭素数	カリフラワー			ブロッコリー		
	NL	GL	PL	NL	GL	PL
14:0	1.2	0	0.7	0.6	0	0
16:0	12.9	14.5	22.8	9.3	8.1	22.8
16:1	1.1	+	1.9	2.8	0.7	2.0
18:0	1.0	+	1.5	1.7	0.6	1.8
18:1	9.1	14.2	9.8	6.5	15.0	6.2
18:2	11.4	5.7	13.5	18.0	3.8	22.9
18:3	63.1	65.6	49.3	59.2	71.8	44.2
その他	0.2	0	0.5	1.9	0	0.1

酸、リノール酸、パルミチン酸およびオレイン酸である。

5. NL区分の脂質組成

NL区分の脂質組成は、TLCのデンストメータ測定により表5に示すとおりである。

表5 NL区分の脂質組成 (%)

区 分	カリフラワー	ブロッコリー
炭 化 水 素	19.7	22.2
トリアシルグリセリド	30.5	31.7
遊 離 脂 肪 酸	4.7	3.2
ジアシルグリセリド	11.3	12.7
高級アルコール	5.6	3.7
モノアシルグリセリド	7.0	8.5
遊離ステロール	16.4	12.7
そ の 他	4.8	5.3

トリアシルグリセリド、炭化水素、遊離ステロール、ジグリセリドの順に含量が多い。

6. 炭化水素

NL区分をケン化し、不ケン化物を分取して、これをシリカゲルのCCをおこない炭化

表6 炭化水素のGLC※ (%)

Rt	カリフラワー	ブロッコリー	相当炭素数
1.08	0.7	0.7	C ₂₁
1.19	1.0	1.1	
1.79	4.1	4.7	
2.40	0.8	1.5	
2.79	8.6	8.0	C ₂₅
3.29	0.8	2.0	
4.47	0.6	0.6	C ₂₇
5.37	5.4	4.7	
6.64	7.8	14.5	C ₂₉
8.79	69.5	61.8	
13.65	0.7	0.4	

※カラム：DEGS15%， 3×300mm

温 度：190℃

Rt : retention time

水素を分離した。GLCの分析により表6の結果を得た。この炭化水素区分を石油エーテルより再結して、白色の結晶を得た。カリフラワーより融点60~62℃の結晶、ブロッコリーより融点58~60℃の結晶である。この結晶のGLC分析から、それぞれC₂₉の飽和炭化水素と構造不明の炭化水素であった。

7. トリアシルグリセリド

NL区分から製造的TLCにより、トリアシルグリセリドを分離した。この区分の脂肪酸組成は表7のとおりである。両者ともリノ

表7 TGの脂肪酸組成 (%)

炭 素 数	カリフラワー	ブロッコリー
14：0	1.3	0.7
16：0	7.6	7.8
18：0	0.3	0.2
18：1	4.3	3.0
18：2	8.2	18.7
18：3	78.0	69.4
その他	0.3	0.2

レン酸が主成分である。

8. 高級アルコール

NL区分をケン化し、その不ケン化物をシリカゲルのCCにより分画して、高級アルコールを分離した。これを常法によりアセチル化し、GLC分析した結果は表8のとおりで

8 高級アルコールの組成 (%)

炭 素 数	カリフラワー	ブロッコリー
22：0	1.6	0.7
24：0	1.7	0.7
26：0	17.5	6.0
?	67.4	70.9
28：0	12.0	21.6

ある。C₂₂, C₂₄, C₂₆, C₂₈の高級アルコールを検出したが、ほかに約70%の未同定の高級アルコールを検出した。

9. ステロール

NL区分の不ケン化物から炭化水素、高級アルコールを除いた部分より、融点134~137と135~138℃の白色柱状の結晶を得た。この結晶はリーベルマン反応陽性で、ステロールである。常法により、この結晶をアセチル化し、GLCの分析の結果は表9に示すとおりである。文献⁷⁾によれば、野菜類のステ

表9 ステロールの組成 (%)

ステロール	カリフラワー	ブロッコリー
カンペステロール	0.6	0.8
スチグマステロール	14.7	13.3
スピナステロール	7.6	0
β-シトステロール	76.8	85.4
その他	0.3	0.5

ロールでは一般にβ-シトステロールの含量が多く、特にアブラナ科では前者のほかにカンペステロールが含まれるという。しかし、著者の場合は少な過ぎるようである。

10. 糖脂質区分の脂質組成

GL区分の脂質組成はデンシトメータにより測定し、表10に示すとおりである。この区

表10 GL区分の脂質組成 (%)

区 分	カリフラワー	ブロッコリー
MGD	22.0	32.1
SH	15.1	14.9
DGD	16.5	11.2
TGD	25.0	25.4
その他	21.4	16.4

分の糖脂質はモノガラクトシルジグリセリド (MGD), ジガラクトシルジグリセリド (DGD), トリガラクトシルジグリセリド (TGD), セラミドヘキソシド (SH) で、α-ナフトール試薬に陽性の物質は以上のほかに2種類検出したが、未同定である。

11. 糖脂質の脂肪酸組成

GLの脂肪酸組成は表11に示すとおりである。MGDとDGDはリノレン酸が主成分で、ついでパルミチン酸が多いが、TGDはパル

表11 GLの脂肪酸組成 (%)

炭素数	カリフラワー			ブロッコリー		
	MGD	DGD	TGD	MGD	DGD	TGD
16:0	5.8	17.6	41.8	3.3	15.6	49.8
18:0	0	0.3	0	0	0.9	1.4
18:1	21.2	5.1	9.5	22.4	4.7	5.7
18:2	2.8	6.9	7.7	1.1	4.9	5.4
18:3	70.2	69.7	36.5	73.2	73.7	36.3
その他	0	0.4	4.5	0	0.2	1.4

ミチン酸が主成分で、ついでリノレン酸が多く含まれる。

12. リン脂質区分の脂質組成

リン脂質区分の脂質組成はデンシトメータにより測定し、表12に示すとおりである。こ

表12 PL区分の脂質組成 (%)

区 分	カリフラワー	ブロッコリー
PE	15.7	25.3
PC	53.2	33.7
PS	14.8	14.4
LPC	6.0	9.1
その他	10.3	17.5

の区分の脂質はホスファチジルエタノールアミン (PE), ホスファチジルコリン (PC), ホスファチジルセリン (PS), リゾホスファチジ

ルコリン (LPC) および未同定の2種類のリン脂質からなる。

13. リン脂質の脂肪酸組成

PE, PC, PS および LPC の脂肪酸組成は表13に示すとおりである。両者ともリノ

表13 PLの脂肪酸組成 (%)

炭素数	カリフラワー			ブロッコリー		
	PE	PC	PS	PE	PC	PS
16:0	27.8	39.2	38.7	31.1	29.0	30.1
18:0	1.6	4.0	0.6	1.1	1.0	1.4
18:1	14.2	14.2	15.4	7.2	7.4	7.9
18:2	12.3	10.4	9.1	23.6	22.0	20.5
18:3	44.1	32.2	36.2	37.0	40.6	40.1

レン酸, パルミチン酸の含量が多い。このPLの脂肪酸組成は, 他のアブラナ科の野菜類と対比して含量に共通性はみられなかった。

IV. 要約

1. カリフラワーおよびブロッコリーは, それぞれ別にブランチングし, クロロホルム・メタノール混液 (2:1 ν) を加えてミキシングし, 脂質を抽出した。その総脂質の収量は0.4%と0.75%であった。

2. 総脂質の脂肪酸組成は, 両者ともリノレン酸, リノール酸およびパルミチン酸が主成

分であった。

3. 総脂質中の中性脂質は, それぞれ29.9%と33.1%で, 糖脂質は16.2%と17.9%, リン脂質は53.9%と49.0%であった。

4. 中性脂質区分には, 両者とも炭化水素, トリアシルグリセリド, ジアシルグリセリド, 高級アルコール, 遊離ステロールなどが含まれている。

5. 糖脂質区分には, 両者ともモノガラクトシルグリセリド, ジガラクトシルグリセリド, トリガラクトシルグリセリド, セラミドヘキサソシドなどが含まれている。

6. リン脂質区分は, 両者ともホスファチジルエタノールアミン, ホスファチジルコリン, ホスファチジルセリン, リゾホスファチジルコリンを同定し, ほかに2種類のリン脂質を検出した。

<引用文献>

- 1) 科学技術庁資源調査会編; 四訂日本食品標準成分表 (1981)
- 2) 岩田久敬; 食品化学各論, 養賢堂, 149 (1965)
- 3) 日高敏郎, 福田亘博, 谷口恵子; 日本食工誌39, 425 (1992)
- 4) 北村光雄; 本誌34集, 69 (1990)
- 5) 日本油化学会編; 基準油脂分析試験法, 2・4・20・2・77 (1971)
- 6) 北村光雄; 本誌30集, 57 (1986)
- 7) 岡 芳子ら; 栄養と食糧, 26, 121 (1973)