

健康食品素材として使用される既存添加物 (トマト色素, アントシアニン系色素, サイリウムシードガム) の品質実態

鈴木 公美*, 平田 恵子*, 植松 洋子*,
飯田 憲司*, 鎌田 国広*

Survey on Quality of Existing Food Additives Used as Ingredients of Health Food (Tomato Color, Anthocyanin Colors, Psyllium Seed Gum)

Kumi SUZUKI*, Keiko HIRATA*, Yoko UEMATSU*,
Kenji IIDA* and Kunihiro KAMATA*

Keywords: 既存添加物 existing food additives, トマト色素 tomato color, アントシアニン系色素 anthocyanin color, ムラサキヤマイモ色素 purple yam color, ムラサキトウモロコシ色素 purple corn color, ムラサキイモ色素 purple sweet potato color, サイリウムシードガム psyllium seed gum, 品質 quality

緒 言

健康食品には、動植物等の天然物が有する機能性成分の効果を期待して様々な素材が使われている。これらの健康食品素材のなかには、「既存添加物名簿」¹⁾に収載されている既存添加物(天然添加物)が数多く用いられている。

既存添加物の一部は、第7版食品添加物公定書(公定書)²⁾に収載され、その食品衛生上の規格が定められた。しかし、大部分の既存添加物に関しては未だに規格が定められていない。

既存添加物であり健康食品素材としても使われているトマト色素、アントシアニン系色素(ムラサキヤマイモ色素、ムラサキトウモロコシ色素、ムラサキイモ色素)及びサイリウムシードガムについても、公的な規格が定められておらず、その品質実態に関する報告は見当たらない。

そこで、今回これらについて、その製品の実態を明らか

にするため、理化学試験を行ったので報告する。

実 験 方 法

1. 試料 平成13年度に入手したトマト色素3製品, ムラサキヤマイモ色素1製品, ムラサキトウモロコシ色素2製品, ムラサキイモ色素5製品, サイリウムシードガム3製品の計5品目14製品を用いた。その内訳を表1に示した。
2. 装置 分光光度計: (株)島津製作所製UV-2200, 水分測定装置(カールフィッシャー): 京都電子工業(株)製MKS-210, ガスクロマトグラフ: Hewlett Packard 社製 HP6890 (FID), デジタルマイクロスコブ: (株)キーエンス製VH-6300, 全自動元素分析装置: エレメンタル社製 vario MAX。
3. 試験項目
 - (1) 着色料: 極大吸収, 色価, 水分, エタノール
 - (2) サイリウムシードガム: 乾燥減量, 灰分, 検鏡, たん

表1. 分析試料のリスト

No.	製品	形態	表示成分
1	トマト色素	液体	不明
2		液体	不明
3		液体	不明
4	ムラサキヤマイモ色素	液体	ムラサキヤマイモ色素90%, エチルアルコール10%
5	ムラサキトウモロコシ色素	液体	ムラサキトウモロコシ色素85%, エタノール15%
6		粉末	紫コーン色素34%, クエン酸(結晶)1%, デキストリン65%
7	ムラサキイモ色素	液体	ムラサキイモ色素78%, エチルアルコール20%, クエン酸(結晶)2%
8		液体	ムラサキイモ色素69%, 還元水飴15%, エチルアルコール15%, クエン酸(結晶)1%
9		液体	ムラサキイモ色素78%, エチルアルコール20%, クエン酸(結晶)2%
10		液体	ムラサキイモ色素49%, クエン酸(結晶)1%, エタノール10%, 還元水飴40%
11		粉末	ムラサキイモ色素43%, クエン酸(結晶)7%, デキストリン50%
12	サイリウムシードガム	粉末	不明
13		粉末	不明
14		粉末	不明

* 東京都立衛生研究所生活科学部食品添加物研究科 169-0073 東京都新宿区百人町3-24-1

* The Tokyo Metropolitan Research Laboratory of Public Health
3-24-1, Hyakunin-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 169-0073 Japan

ばく質

4. 試験方法

(1) 吸収スペクトル測定(極大吸収)²⁾:測定溶媒にトマト色素は*n*-ヘキサン,アントシアニン系色素はクエン酸緩衝液(pH 3.0)を用いてそれぞれ溶解し,分光光度計により吸収スペクトルを測定した。

(2) 色価測定²⁾:試験溶液の調製は日本食品添加物協会自主規格(自主規格)³⁾の色価の項に従った。トマト色素は,クロロホルム1 mLに溶解し,*n*-ヘキサンを加え,次いで*n*-ヘキサンで吸光度が0.3~0.7の範囲になるように適宜希釈して試験溶液を調製した後,公定法²⁾に従って色価を測定した。アントシアニン系色素はクエン酸緩衝液(pH 3.0)に溶解して試験溶液を調製し,トマト色素と同様に測定した。

なお,測定波長は自主規格³⁾を参考とし,トマト色素 465~475 nm,ムラサキヤマイモ色素 525~545 nm,ムラサキトウモロコシ色素 505~525 nm,ムラサキイモ色素 515~535 nmの極大吸収部で測定した。

(3) 水分:カールフィッシャー法(直接滴定)により測定した。

(4) エタノール:植松ら⁴⁾の方法に従い,GCで測定した。

(5) 乾燥減量:公定書一般試験法²⁾に従った。ただし,乾燥条件は105℃,6時間とした。

(6) 灰分:公定書一般試験法²⁾に従った。

(7) 検鏡:デジタルマイクロスコープで観察した。

(8) たんぱく質:試料0.3 gを採取し,全自動元素分析装置を用いて総窒素量を測定し,窒素・たんぱく質換算係数(窒素係数)6.25を乗じてたんぱく質量とした。

結果及び考察

今回試験対象とした着色料4品目11製品についての結果を表2に示した。

1. トマト色素 トマト色素¹⁾はトマトの果実から得られた,カロチノイド色素の一種であるリコピンを主成分とするものである。トマト色素は親油性物質であるが,近年,水への分散性の優れた製品が開発されている⁵⁾。そこで,

製品中の水分及びエタノールについて測定した。その結果,水分含量はNo. 1, 2がそれぞれ0.4, 0.7%であったのに対し, No. 3は87.6%と高かったことから水分散性製品であることが推察された。

次に吸収スペクトルを測定したところ,3製品とも444, 471及び503 nm付近に極大吸収を有し,リコピン標準品の吸収スペクトルと一致した。図1(A)にNo. 1の吸収スペクトルを示した。

色価では, No. 1, 2はそれぞれ2,450, 2,550と近似して高い値を示したが, No. 3は148と低い値であり, No. 1, 2の色価はNo. 3の約17倍であった。また, No. 3は水分含量が約88%であったことから,色素成分含量が低い製品であると考えられる。自主規格³⁾では,トマト色素の色価は300以上となっており, No. 3のような水分散性製品の規格を設定するにあたって,考慮する必要があると考える。また,水分散性製品の色価測定において,自主規格³⁾の方法では製品の溶解性が悪く,適切な溶媒についても検討する必要があると考える。

また,色価よりトマト色素の主成分であるリコピン含量について換算⁶⁾したところ, No. 1~3はそれぞれ7.1, 7.4, 0.4%であった。トマト果実のリコピン含量は完熟もので9 mg/100 g(0.009%)程度である⁷⁾。このことより, No. 1~3はそれぞれ約790, 820, 44倍に濃縮された製品であると考えられる。

2. アントシアニン系色素 ムラサキヤマイモ色素¹⁾は,ヤマノイモ科ヤマイモ(*Dioscorea alata* LINNE)の紫色の塊根から得られたシアニジンアシルグルコシド,ムラサキトウモロコシ色素^{1, 8, 9)}は,イネ科トウモロコシ(*Zea mays* LINNE)の紫色の種子から得られたシアニジン-3-グルコシド,ムラサキイモ色素^{1, 9)}はヒルガオ科サツマイモ(*Ipomoea batatas* POIR.)の紫色の塊根から得られたシアニジンアシルグルコシド及びペオニジンアシルグルコシドをそれぞれ主成分とする,いずれもアントシアニン系色素である。

ムラサキヤマイモ色素(No. 4),ムラサキトウモロコシ色素(No. 6),ムラサキイモ色素(No. 9)の吸収スペクトルをそれぞれ図1(B), (C), (D)に示した。

表2. 着色料の分析結果

No.	製品	極大吸収 (nm)	色価	水分 (%)	エタノール (%)
1	トマト色素	444, 470, 502	2,450	0.4	-
2		444, 471, 503	2,550	0.7	-
3		445, 471, 503	148	87.6	-
4	ムラサキヤマイモ色素	531	21	82.5	9
5	ムラサキトウモロコシ色素	514	30	66.9	17
6		513	93	4.7	-
7	ムラサキイモ色素	530	76	53.4	18
8		528	77	56.2	14
9		529	75	58.5	17
10		529	83	45.1	3
11		529	154	5.1	-

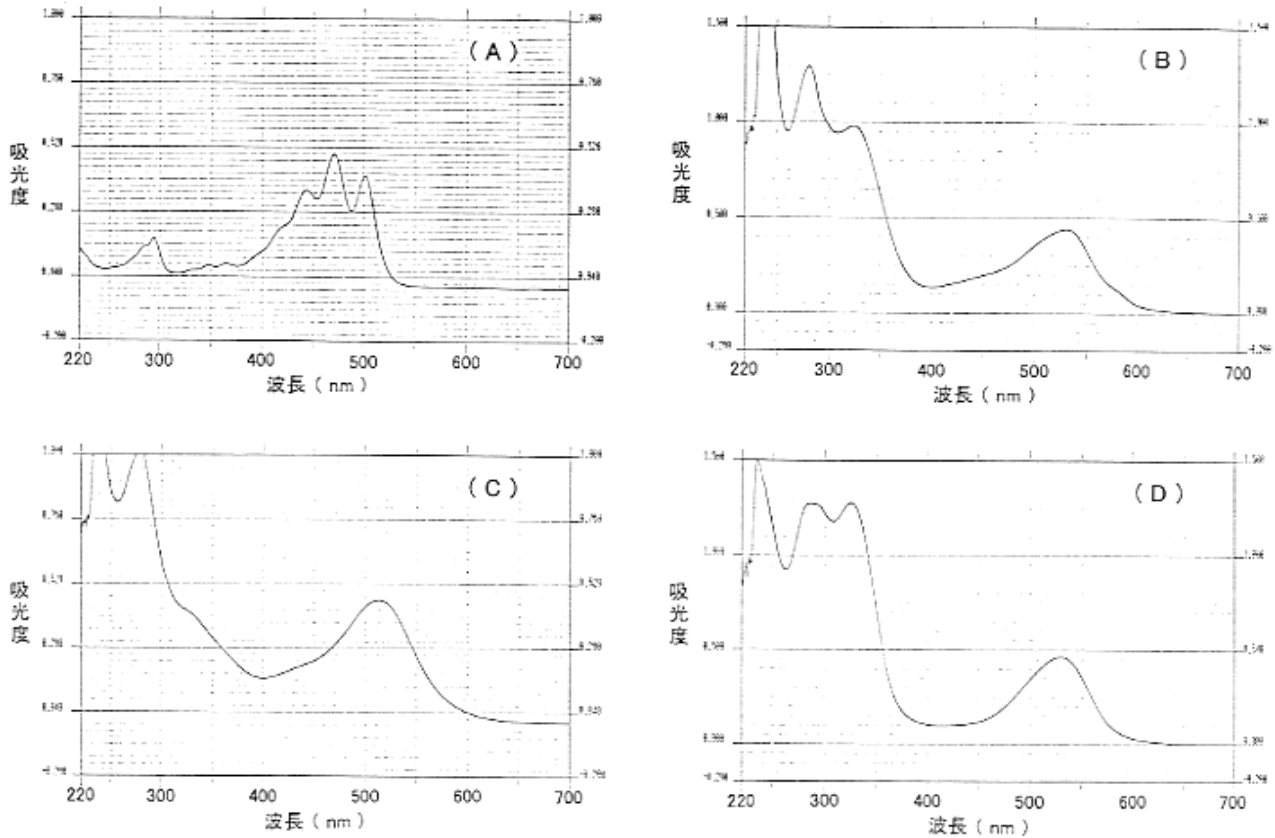


図1. 着色料の吸収スペクトル

(A): トマト色素 (No.1), (B): ムラサキヤマイモ色素 (No.4),
 (C): ムラサキトウモロコシ色素 (No.6), (D): ムラサキイモ色素 (No.9)
 () 内 No. は表1の製品番号を示す.

ムラサキヤマイモ色素の吸収スペクトルは531 nm, ムラサキトウモロコシ色素の2製品は514及び513 nm, ムラサキイモ色素の5製品はいずれも529 nm付近に極大吸収が認められた. アントシアニン系色素はpHにより, その色調や安定性が大きく変化の特徴を持っている⁹⁾. しかし, pH 3近辺では, 500~540 nmの範囲にほぼすべてのアントシアニン系色素の極大吸収波長が認められる¹⁰⁾ことが知られている. 今回, 測定溶媒としてクエン酸緩衝液 (pH 3.0) を用いて吸収スペクトルを測定した結果, すべての製品の極大吸収波長が510~530 nmの範囲にあり, アントシアニン系色素として一致した特徴を示した.

また, ムラサキヤマイモ色素, ムラサキトウモロコシ色素, ムラサキイモ色素で極大吸収波長に差が見られたことは, アントシアニン系色素のアシル基の違いによるものである^{9, 11)}と考える.

次に色価は, ムラサキヤマイモ色素では液体の製品No. 4は21であった. ムラサキトウモロコシ色素では, 液体の製品No. 5は30, 粉末の製品No. 6は93と粉末の製品が液体の製品に比べ高かった. ムラサキイモ色素では, 液体の製品No. 7~10は75~83, 粉末の製品No. 11は154と, ムラサキトウモロコシ色素同様, 粉末の製品が液体の製品に比べて高かった.

ムラサキトウモロコシ色素及びムラサキイモ色素におい

て, 製品に表示された色素成分含量(表1)は, 液体の製品が粉末の製品より高い値を示しているにもかかわらず, 色価は粉末の製品の方が高かった. 水分含量を測定した結果, 液体の製品では約45~67%であったことから, 製品に表示された色素成分含量は実際の色素量ではなく, 水分との合算量であると考えられる. このことから, 色素の表示量が高かったものでも, 色価が低い値を示したのではないかと推測された.

3. サイリウムシードガム サイリウムシードガム¹⁾はオオバコ科ブロードサイリウム (*Plantago ovata* FORSK.) の種皮から得られた, 多糖類を主成分とするものである. 従来は水産ねり製品の食感改良の目的で増粘安定剤として用いられていたが, 最近では, 食物繊維として整腸作用, 緩下作用を目的とする健康素材としても注目されている^{12, 13)}.

乾燥減量及び灰分は増粘安定剤の一般的な規格として設定されている試験項目であるため, 本製品についてもこれらの項目の調査を実施した. その結果を表3に示した. 乾燥減量は7.1~9.9%, 灰分は2.1~2.3%と, 製品間で大きな差は認められなかった.

サイリウムシードガムの確認試験として, デジタルマイクロスコープによる検鏡を行った. 自主規格³⁾では検鏡により「4~6面の細胞壁に囲まれた, 多角柱状細胞」が観察されると規定されている. この細胞は原材料のプロンドサ

表3. サイリウムシードガムの分析結果

No.	製品	乾燥減量 (%)	灰分 (%)	たんぱく質 (%)
12	サイリウムシードガム	9.7	2.3	0.8
13		7.1	2.2	0.7
14		9.9	2.1	0.2

イリウムの種子の外皮と考えられるが、今回の3製品いずれからもこのような細胞は観察されなかった。既存添加物名簿¹⁾では、サイリウムシードガムは「種子の外皮を粉砕して得られたもの又はこれを温時～熱時水で抽出して得られたもの」とされている。「種子の外皮を粉砕して得られたもの」であれば、自主規格³⁾で規定しているような4～6面の細胞壁に囲まれた、多角柱状細胞を観察できると考えられるが、「温時～熱時水で抽出して得られたもの」であれば外皮の細胞は観察できないと考えられる。今回調査した製品は細胞が観察されなかったことから、水抽出物により得られた製品であると推察された。

たんぱく質は食物アレルギーの原因となる可能性があることから、たんぱく質含有量を測定することとし、その結果を表3に示した。たんぱく質含有量は0.2～0.8%であった。

サイリウムに関しては、米国において、サイリウム種皮を含む食品を摂取したことにより、アナフィラキシーショックを起こしたという症例報告がある¹⁴⁾。ただし、高度に精製されたサイリウム製品ではアレルギー分画への抗体結合が実質的に検出されなかった¹⁵⁾という報告がなされているので、精製不良のサイリウム種子のおそらくたんぱく質部分にアレルギーがあるものと思われる¹³⁾。

今回入手した製品からたんぱく質が検出されており、アレルギーが十分に除去されているかは明らかでない。我が国における流通品は、精製度の高いものであるとの報告¹³⁾もあるが、たんぱく質についての厳しい規格を設定し、注意を喚起していく必要がある考える。

ま と め

健康食品素材としても使われている既存添加物（着色料及び増粘安定剤）5品目14製品について、極大吸収、色価、水分、エタノール、乾燥減量、灰分、検鏡、たんぱく質を調査し、市販品の品質実態を明らかにした。

1. トマト色素

今回の製品は444, 471及び503 nm付近の3波長に極大吸収が認められ、色価は148～2,550であった。色価が高い製品は親油性、低い製品は水分分散性であった。

2. アントシアニン系色素

ムラサキヤマイモ色素、ムラサキトウモロコシ色素及び

ムラサキイモ色素について試験を行った。すべての製品で510～530 nmの範囲に1波長の極大吸収が認められた。また、色価は21～154であり、ムラサキトウモロコシ色素及びムラサキイモ色素において、液体の製品に比べて粉末の製品の方が高い値を示した。

3. サイリウムシードガム

乾燥減量は7.1～9.9%、灰分は2.1～2.3%であった。検鏡により、今回の製品はいずれも、自主規格で規定されている「4～6面の細胞壁に囲まれた、多角柱状細胞」が観察されなかった。たんぱく質含有量は0.2～0.8%であった。

文 献

- 厚生省生活衛生局長通知，“既存添加物名簿収載品リスト”平成8年5月23日，衛食第56号(1996)。
- 日本食品添加物協会編：第7版食品添加物公定書，1999，日本食品添加物協会，東京。
- 日本食品添加物協会自主規格専門委員会編：第三版既存添加物自主規格(案)，2002，日本食品添加物協会，東京。
- 植松洋子，貞升友紀，平田恵子，他：食衛誌，38，452-459，1997。
- 「食品と開発」編集部：食品と開発，33 (8)，25-27，1998。
- 稲田徳彦，藤井和之，佐々木泰司：New food Industry，41 (5)，33-39，1999。
- 日本食品添加物協会技術委員会編：既存添加物名簿収載品目リスト注解書，380，1999，日本食品添加物協会，東京。
- 青木宏光，西山浩司：フードケミカル，(1)，65-72，2001。
- 藤井正美監修，清水孝重，中村幹雄：新版・食用天然色素，2001，光琳，東京。
- 食品添加物総覧2000，44，食品化学新聞社，2000。
- 佐藤恭子，合田幸広，米谷民雄：日食化誌，2，1-5，1995。
- 「食品と開発」編集部：食品と開発，35 (7)，36-41，2000。
- 「フードケミカル」編集部：フードケミカル，(2)，8，1998。
- Kaplan, M. J.: N. Engl. J. Med., 323 (15), 1072-1073, 1990.
- James, J. M., Cooke, S. K., Barnett, A., et al.: J. Allergy Clin. Immunol., 88 (3), 402-408, 1991.