
研究ノート

健康食品ワイルドヤム中のジオスゲニン およびジオスシン含有量

川添 禎浩¹, 橋口 真侑¹, 田中 理紗¹, 奥村 明日香¹, 寺林 敏²

Contents of Diosgenin and Dioscin in Wild Yam Supplements

Sadahiro Kawazoe, Mayu Hashiguchi, Risa Tanaka,
Asuka Okumura, and Satoshi Terabayashi

Summary

We investigated the contents of major active ingredient diosgenin and toxic ingredient dioscin in 6 products of Wild Yam supplements by HPLC. The diosgenin was at the level of ND (not detected)~90.2 mg/g, and the dioscin was at the level of ND~13.3 mg/g. The intake of diosgenin and dioscin for one day were 0.43~45.1 mg/day and 1.4~15.9 mg/day, respectively. Toxicological studies have shown that dioscin causes hemolysis and vomiting in humans. Therefore, the possibility of excessive intake of dioscin from Wild Yam supplements should be considered.

(Received 6 October 2017. Accepted 30 October 2017)

I. 緒 言

ヤマノイモ (*Dioscorea* spp.) はヤマノイモ科ヤマノイモ属のツル性多年生草本である^{1,2)}。ヤマノイモは栽培作物となったヤマノイモ科ヤマノイモ属の植物の総称で、それに属する植物は全世界で約600種あり、多くが熱帯や亜熱帯地方に分布している²⁾。わが国で食用にされるヤマノイモ属の栽培種の *Dioscorea batatas* はナガイモ (長芋) などと呼ばれ、野生種の *Dioscorea japonica* はヤマノイモ (山芋), ショヨ (薯蕷), ジネンジョ (自然薯) と呼ばれる^{1,2)}。ヤマノイモの主成分はでん粉およびグロブリン様の蛋白質にマンナンが結合した粘質物である²⁾。なお、イモとは植物の根や根茎などが肥大し養分を蓄えた器官またはイモをもつ植物のことである¹⁾。

ヤマノイモは生薬としても使われサンヤク (山薬) という^{1,3)}。サンヤクはヤマノイモ *Dioscorea japonica*

またはナガイモ *Dioscorea batatas* の周皮を除いた根茎 (そのままあるいは蒸してから乾燥する) であり、主な薬効として滋養強壮作用があげられている¹⁾。また、サンヤクは糖尿病, 排尿障害, 男性不妊, 更年期障害などに効果を示す漢方薬の八味地黄丸などの処方に配合されている³⁾。サンヤクの成分としては、血糖降下作用を示す多糖類の dioscoran A ~ F や粘性物質の dioscorea-mucilage B, 抗炎症作用を示し Y-N と称される多糖類などが単離されており、この他 β -シトステロール (β -sitosterol) やジオスゲニン (diosgenin) (図1), アラントイン (allantoin) などを含むとされている^{1,3)}。なお、サンヤクは、食品と医薬品の区分が示された食薬区分, すなわち厚生労働省通知「医薬品の範囲に関する基準」において、「医薬品の効能効果を標ぼうしない限り医薬品と判断しない成分本質 (原材料) リスト」に入っている⁴⁾。

ヤマノイモは、上述のように食用, 医薬品として用いられる以外に健康食品としても利用され, インターネットの通信販売ではワイルドヤムとよばれる

¹京都女子大学家政学部食物栄養学科衛生学第一研究室

²京都府立大学大学院生命環境科学研究科

サプリメントとして流通している。ワイルドヤムは、メキシコヤマノイモ *Dioscorea villosa*、ヤマノイモ、ナガイモなど、ヤマノイモ属植物の根や抽出エキスをを用いたものである^{5,6)}。ワイルドヤムはエストロゲン、プロゲステロンなどの前駆体として機能があるとの仮定に基づき、古くから月経痛、更年期のよる顔面紅潮、頭痛の治療に用いられてきたが、科学的な根拠は弱い^{5,6)}。例えば閉経期の女性に対してワイルドヤムを用いたランダム化比較対照試験では更年期症状に関して統計的に有意のない改善が見られる程度である⁶⁾。また、ワイルドヤムの安全性については、健康な成人の経口摂取やクリーム形状での局所的な使用においては安全と思われている⁵⁻⁷⁾。しかし、大量摂取では嘔吐を引き起こす可能性があり、さらに妊婦や授乳婦に対しては使用の安全性のデータが不十分であることから使用しないようにといわれている^{5,6)}。

ワイルドヤムの主要な活性成分としてジオスゲニンが考えられている^{5,6)}。ジオスゲニンはエストロゲン、プロゲステロンの生合成の前駆体になるという仮説から更年期症状の改善の根拠にされているが、上記のように決定的なデータはなく関連性は弱い。一方で、ジオスゲニンは動物実験ではあるが、腸におけるコレステロールの吸収を阻害し、血中コレステロールを減少させることが明らかになっており、ヒトにおける同効果の確認が期待されている^{5,6)}。

ワイルドヤムにはジオスゲニンの配糖体であるジオスシン (dioscin) (図1) も含まれている⁶⁾が、ジオスシンは有毒成分であるといわれている。すなわち、ジオスシンは有害作用として溶血作用をもつこと知られ^{8,9)}、また、大量に摂取すると嘔吐を引き起こすことが指摘されている⁹⁾。動物実験におけるジオスシンの無毒性量 (ラット) は300 mg/kg/day

である¹⁰⁾。これに関連して、サプリメントではないが、わが国において、ジネンジョと間違ってヤマノイモ科ヤマノイモ属のカエデドコロ *Dioscorea quinqueloba* の根茎を喫食して嘔吐、下痢症状を呈した誤食による食中毒の事例 (2009年10月、和歌山県) があり、ジオスシンが検出されている^{9,11)}。

このように、ワイルドヤムに関しては、ヒトに対する有効性及び安全性および成分のジオスゲニンとジオスシンの効果や有害性の情報が存在する。しかし、市場に流通しているワイルドヤムの製品についての情報は無い。特にワイルドヤムは成分を抽出し濃縮しているカプセルや錠剤形状のサプリメントであり、容易に摂取することができるが、実際の製品中のジオスゲニンとジオスシンの含有量はどの程度か、関連して摂取量はどの程度か、有効性及び安全性はどのようなかなど不明である。そこで本研究では、情報の起点となる市場のワイルドヤムの製品中のジオスゲニンとジオスシンの含有量を調査し、若干の知見を得たので報告する。なお、比較のために、上記で説明した生薬サンヤク、ヤマノイモ属の栽培品と食物中のジオスゲニンとジオスシン含有量も調査したのであわせて報告する。

II. 方法

1. 試料

ワイルドヤム (錠剤、カプセル) 6製品はインターネットを介した通信販売によって購入した。比較のための日本薬局方の生薬のサンヤク 1製品は、京都市内の漢方薬局で購入した。ヤマノイモ属の栽培品ムカゴ (*Dioscorea bulbifera*: カシュウイモ) は、京都府立大学生命環境学部附属農場で栽培されたものである。栽培方法は、慣行の施肥量に従い、リンカーン (N:P:K=15:15:15) を167 g/m²の比率で施肥した。蔓は1 mないし2 mの高さまで誘引し、そ

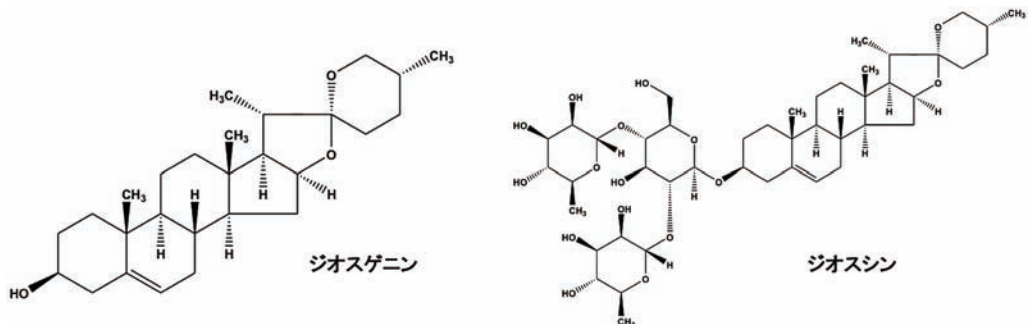


図1 ジオスゲニンとジオスシン

のあとは放任とした。収穫は葉の黄化がすすんだ11月に行い、重量200 g程度のものである。ヤマノイモ属の栽培品食物のナガイモは、滋賀県守山市内のスーパーマーケットで購入した。試料の入手期間は、2014年9月～2016年9月で、入手直後あるいは室温で保存し実験に供した。

2. 試薬

ジオスゲニン標準品は東京化成工業(株)製、ジオスシン標準品はアドークバイオサイエンス製を用いた。メタノール、アセトニトリル、その他は和光純薬工業(株)製を用いた。

3. HPLCの試験溶液の調製

錠剤または乾燥物はミキサーで粉状に粉碎した。カプセルは開封して中身を用いた。ムカゴ、ナガイモは細切した。

試料からの試験溶液の調製は、久野らの方法⁹⁾を参考にした。試料1 gにメタノール30 mLを加え、超音波で15分間抽出した後、ろ紙5Aでろ過した。ろ液を遠心分離(3,000 rpm, 5分間)し、上澄み液を分取した。それを0.45 μ mのメンブランフィルターでろ過し、試験溶液とした。

4. HPLC測定条件

HPLCの装置は、(株)日本分光製の送液ポンプ880-PU、(株)島津製作所製の検出器SPD-6Aを用いた。データ処理は(株)日立製作所製のクロマトデータ処理装置D-2500を用いた。

測定条件は、GLサイエンス(株)のLCテクニカル

ノート¹²⁾を参考に、以下のように設定した。カラム：COSMOSIL 5C₁₈-MS-II(4.6 mm i.d×150 mm, 5 μ m)、カラム温度：室温、移動相：アセトニトリル/水(75:25)、流速：1.0 mL/min、試料注入量：10 μ L、検出波長：203 nm。

5. HPLCによるジオスゲニン、ジオスシンの定量

ジオスゲニンは標準品を40 mg精秤し、メタノールに溶解し50 mLにして標準原液をつくったものを、段階的に希釈し、100～800 μ g/mLの標準溶液を調製した。ジオスシンは標準品を5 mg精秤し、メタノールに溶解し25 mLにして標準原液をつくったものを、段階的に希釈し、20～200 μ g/mLの標準溶液を調製した。上記のHPLC測定条件で、標準溶液10 μ Lを注入し、ピーク面積を測定した。標準溶液の濃度とピーク面積から検量線ジオスゲニン($y=3559.743x$, $r=0.995$)およびジオスシン($y=1906.708x$, $r=0.999$)を作成した。試料中のジオスゲニンおよびジオスシン含有量は、試料のHPLC試験溶液の注入によって得られたピーク面積を検量線へ適用し、さらに希釈濃度を考慮し算出した。1試料につき3回繰り返して(3つのHPLC試験溶液を調製)定量分析を行い、含有量の平均値を求めた($n=3$)。

Ⅲ. 結果

1. 試料の成分・原材料名、形状、原産国、抽出物量、一日摂取目安量

表1に、ワイルドヤム6製品(S-01～S-06)に表示されている主な成分・原材料名、形状、原産国、

表1 ワイルドヤムの製品に表示されている主な成分・原材料名、形状、原産国、抽出物量、一日摂取目安量、ジオスゲニン含有量およびジオスシン含有量、一日摂取目安量あたりのジオスゲニン量およびジオスシン量

試料No.	主な成分・原材料名	形状	原産国	抽出物量	一日摂取目安量	ジオスゲニン含有量(mg/g) n=3	ジオスシン含有量(mg/g) n=3	一日摂取目安量あたりのジオスゲニン量(mg)	一日摂取目安量あたりのジオスシン量(mg)
健康食品									
S-01	ワイルドヤム	カプセル	記載なし	記載なし	12 g (3カプセル)	0.36	13.3	0.43	15.9
S-02	ヤムイモ根	カプセル	米国	ヤムイモ抽出物100 mg (1カプセル)	0.43 g (1カプセル)	12.2	ND	5.2	—
S-03	ワイルドヤムエキス、メリッサ葉エキス	錠剤	記載なし	ワイルドヤム乾燥エキス400 mg、メリッサ葉乾燥エキス200 mg (3錠)	0.9 g (3錠)	16.3	ND	14.6	—
S-04	ワイルドヤムエキス末、ノコギリヤシ末、プエラリアミリフィカ末	カプセル	記載なし	ワイルドヤムエキス末330 mg、ノコギリヤシ末17 mg、プエラリアミリフィカ末9 mg (2カプセル)	0.306 g (1.2カプセル)	ND	4.6	—	1.4-2.8
S-05	ワイルドヤム(根)	カプセル	米国	ワイルドヤム(根)850 mg (2カプセル)	0.85 g (2カプセル)	ND	3.4	—	2.9
S-06	ワイルドヤム(<i>Dioscorea villosa</i>)根抽出物、ワイルドヤム(<i>Dioscorea villosa</i>)根および根茎	カプセル	米国	ワイルドヤム根抽出物200 mg、ワイルドヤム根および根茎20 mg (1カプセル)	0.5 g (1カプセル)	90.2	ND	45.1	—
生薬									
D-01	日本薬局方のサンヤク	乾燥物(刻)	中国			ND	ND		
栽培品、食物									
P-01	ムカゴ	珠芽	日本			ND	ND		
P-02	ナガイモ	根芽	日本			ND	ND		

一日摂取目安量あたりのジオスゲニン量およびジオスシン量は、試料のジオスゲニン含有量およびジオスシン含有量の結果をもとに算出した。ND: not detected

抽出物量、表示から推定される一日摂取目安量を示した。また、ワイルドヤムと比較するために用いた生薬のサンヤク (D-01)、栽培品のムカゴ (P-01)、食物のナガイモ (P-02) の形状、原産国もあわせて示した。

主な成分・原材料に関して、ワイルドヤム以外の原材料が含まれるものがあり試料のS-03にはメリッサ (レモンバーム、セイヨウヤマハッカ) 葉エキス、S-04にはノコギリヤシ末、プエラリアミリフィカ末を含むと表示されていた。また、ワイルドヤムは *Dioscorea villosa* (メキシコヤマイモ) などを原材料としたものであるが、S-06のみ *Dioscorea villosa* 根抽出物、*Dioscorea villosa* 根および根茎という表示があった。形状は、5 製品がカプセル、1 製品が錠剤であった。原産国は、3 製品が米国、3 製品が記載なしであった。抽出物量は、S-05のワイルドヤム (根) 850 mg (2カプセル) が最も高く、S-02のヤムイモ抽出物 100 mg (1カプセル) が最も低かった。S-01には記載がなかった。一日摂取目安量は、S-01の 1.2 g (3カプセル) が最も高く、S-04の 0.3 g (1カプセル) が最も低かった。なお、サンヤクは日本薬局方の生薬サンヤクであり、中国産の乾燥物である。生薬であることから、有効成分含有量と一日摂取目安量は表示されていない。ムカゴは珠芽、ナガイモは根茎で日本産である。

2. ワイルドヤム中のジオスゲニン含有量およびジオスシン含有量

ワイルドヤム 4 製品 (S-01, S-02, S-03, S-06) に明らかにジオスゲニンが含まれていた。一例として、S-06から調製された試験溶液のHPLCクロマトグラムを図2に示した。ジオスシンは3製品 (S-01, S-04, S-05) に含まれていた。一例として、S-01から調製された試験溶液のHPLCクロマトグラムを図3に示した。

ワイルドヤム 6 製品 (S-01～S-06) 中のジオスゲニン含有量およびジオスシン含有量を前述の表1に

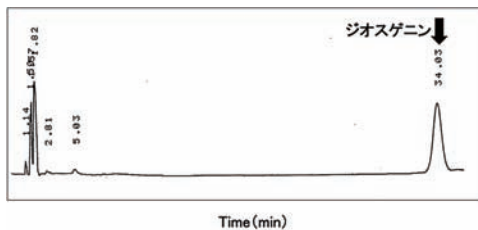


図2 ワイルドヤム (S-06) から調製された試験溶液のHPLCクロマトグラム

示した。ジオスゲニン含有量はND～90.2 mg/gであり、製品間でかなり幅があった。ジオスシン含有量はND～13.3 mg/gであった。生薬のサンヤク (D-01)、栽培品のムカゴ (P-01)、食物のナガイモ (P-02) に関する分析結果も前述の表1に示した。サンヤク、ムカゴ、ナガイモからはジオスゲニンとジオスシンは検出されなかった。

3. 一日摂取目安あたりのジオスゲニン量およびジオスシン量

製品の表示から推定される一日摂取目安量にジオスゲニン含有量およびジオスシン含有量をそれぞれ乗じて、一日摂取目安あたりのジオスゲニン量およびジオスシン量を算出した結果を、前述の表1にあわせて示した。

ワイルドヤム 4 製品 (S-01, S-02, S-03, S-06) の一日摂取目安あたりのジオスゲニン量は0.43～45.1 mgであり、約100倍の幅となった。3製品 (S-01, S-04, S-05) のジオスシン量は1.4～15.9 mgであり、約10倍の幅となった。

IV. 考 察

有効成分といわれるジオスゲニンの含有量はワイルドヤム製品間で幅が大きかったことがわかった。製品中で、S-06はジオスゲニン含有量が90.2 mg/gと最も高かった。ヤムイモ属の植物に関しては、わが国において、有効性や利用方法が模索され、機能性食品の素材として利用しようとする試みもある^{13,14)}。飛田らは、栽培して得られたトゲドコロ *Dioscorea esculenta* のジオスゲニン含有量 (70%エタノールで

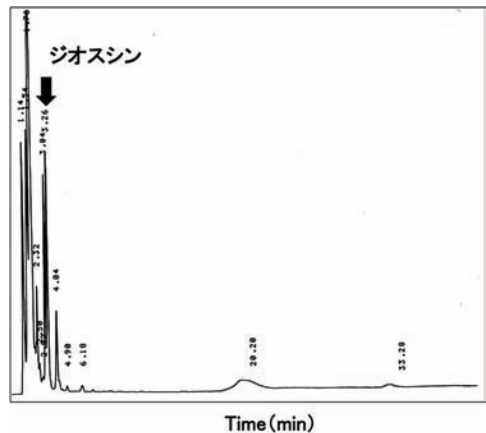


図3 ワイルドヤム (S-01) から調製された試験溶液のHPLCクロマトグラム

抽出後、酸加水分解して糖を除去し、ジオスゲニンとして定量）を調べ、27.9 mg/100 g 生イモであったことから、有望な食品であると考えている¹⁴⁾。S-06はこの値よりジオスゲニン含有量が高く、有害成分のジオスシンが含まれていないため、有用な製品と考えられる。一日摂取目安量あたりのジオスゲニン量に注目しても、S-06は45.1 mgと高く、効果が期待される。

ワイルドヤムS-01, S-04, S-05は、有害成分であるジオスシンがそれぞれ13.3 mg/g, 4.6 mg/g, 3.4 mg/g含まれており、安全性に懸念がもたれる。これに関連して、ジネンジョと間違えてヤマノイモ属のカエデドコロを摂取して嘔吐、下痢症状を呈した食中毒の事例があることを緒言で述べた。これはカエデドコロの根茎をすり下ろして喫食したことによるもので、事件の残品のイモ（4ヶ月保存）の成分を調べたところ、ジオスシン1,500 ppm（1.5 mg/g）およびジオスゲニン450 ppm（0.45 mg/g）が検出されている¹¹⁾。また、久野らは、この事件に関連して、有症事例のカエデドコロの近隣で採取したもののジオスシン含有量を調べたところ、高いもので1,500 ppmであったこと、また、和歌山県内に自生しているヤマノイモ属の植物のジオスシン含有量は690～20,000 ppm（0.69～20 mg/g）であったことも報告している⁹⁾。なお、カエデドコロなどは、以前は救荒用の食物として、また、おめでたい時にアク抜きして食されていたとのことである。S-01, S-04, S-05のジオスシン含有量は、有症事例のカエデドコロの1.5 mg/gよりも高かった。中でも、S-01はジオスシン含有量が13.3 mg/gと一番高かった。一日摂取目安量あたりのジオスシン量もS-01は15.9 mgであった。製品はサプリメントであり、形状はカプセルのため過剰摂取、長期摂取が可能であることを考えると、摂取には注意を要すると考えられる。

栽培品のムカゴP-01、食物のナガイモP-02からはジオスゲニンとジオスシンは検出されなかった。飛田らは、市販されているナガイモ、ジネンジョ、ダイジョ *Dioscorea alata*、には、ジオスゲニンはほとんど含まれていなかった（<0.14 mg/100 g 生イモ）と報告している¹⁴⁾。久野らは、和歌山県内に自生のヤマノイモと地上部にムカゴを作ることが知られているニガカシユウ *Dioscorea bulbifera* についてもジオスシンの含有量を調べており、含まれていないことを確認している⁹⁾。今回の結果はこれらの報告と一致する。よって、ムカゴおよびナガイモにつ

いては、ジオスゲニンの効果はほとんど期待できず、ジオスシンに関する安全性も問題ないと思われる。

ところで、ヤマノイモ属植物の *Dioscorea hirsuta*, *Dioscorea hispida*, *Dioscorea bulbifera* は有毒なアルカロイドのジオスコリン（dioscorine）も含むことが知られている^{13, 15-18)}。今回は、*Dioscorea bulbifera* の球芽であるムカゴ中のジオスコリンについては調査していない。ジオスコリンは神経毒性を示し、ヒトにおいて、めまい、吐き気、嘔吐、眠気を起こす^{15, 18)}ため、今後ジオスコリンの含有量を知ることは安全性の観点から重要である。

生薬のサンヤクは、有効成分の一つとしてジオスゲニンが含まれるといわれている¹⁾が、今回の生薬のサンヤクD-01には含まれていなかった。サンヤクはヤマノイモまたはナガイモの根茎を乾燥したものであり、それらにジオスゲニンがほとんど含まれていないという報告^{9, 14)}を踏まえると、個々の生薬によっては含まれていないものもあると考えられる。なお、サンヤクの品質評価としては、ジオスゲニンなどの成分は対象とされておらず、アミノ酸やアラントインを調査した報告があるのみである¹⁹⁾。

一方で、生薬サンヤクはβ-シトステロールを含むことも知られている^{1, 3)}。そこで、今回の研究とは別に、我々がサンヤクD-01中のβ-シトステロールを分析したデータがある。分析はXuらの方法²⁰⁾を参考にHPLCを用いて行った。試料1gにメタノール50 mLを加え、64℃、90分間還流抽出後、ろ紙5Aでろ過した。ろ液を遠心分離（3,500 rpm, 5分間）し、上澄み液を濃縮乾固後、メタノールに再溶解した。それを0.45 μmのメンブランフィルターでろ過し試験溶液とした。HPLCの測定条件は、カラム：COSMOSIL 5C₁₈-MS-II（4.6 mm i.d × 150 mm, 5 μm）、カラム温度：室温、移動相：アセトニトリル/メタノール（50：50）、流速：1.0 mL/min、試料注入量：10 μL、検出波長：206 nmである。その結果、β-シトステロールが検出され、含有量は0.29 mg/gと少量ではあるが含まれていることがわかった。加えて、ワイルドヤム6製品（S-01～S-06）についても、β-シトステロールを分析したが検出されなかった。

以上のことからワイルドヤムのサプリメントについてまとめると、試料数も少なく限定された調査であったが、機能的食品の素材として有望と考えられているヤマノイモ属の植物より有効成分のジオスゲニン含有量が高いものがあり、効果が期待できるものがあつた。しかし、有害成分のジオスシンが含まれ、含有量が食中毒をおこしたヤマノイモ属の植物

より高いものもあった。サプリメントは過剰摂取、長期摂取しやすいことから、ジオスシン含有量が高いものの摂取には注意が必要と考えられる。ワイルドヤムについての研究は少なく、更に試料を増やし詳しい調査を行っていくことが必要である。

V. 要約

健康食品ワイルドヤムはヤマノイモ科ヤマノイモ属植物の根と球根から抽出したエキスをを用いたサプリメントである。ワイルドヤムは更年期症状、月経困難症などに用いられるが、ヒトに対する有効性や安全性について信頼できる科学的データはない。そこで今回はワイルドヤムの成分に着目し、有効成分といわれるジオスゲニン、有害成分で溶血作用をもち大量摂取では嘔吐を引き起こすといわれるジオスシンについて、ワイルドヤム (*Dioscorea villosa*: メキシコヤマノイモなどを含む) のサプリメント(錠剤、カプセル) 6 製品中の含有量を調査した。また、比較のためにヤマノイモ属の生薬のサンヤク、栽培品のムカゴ (*Dioscorea bulbifera*: カシウイモ)、食物のナガイモ中の含有量も調査した。

試料からメタノール抽出を行い、ジオスゲニンとジオスシンをHPLCによって分離定量したところ、ワイルドヤム 4 製品に明らかにジオスゲニンが含まれ、含有量が高いもので約90 mg/gあり、製品間でかなり幅があった。ジオスシンは3製品に含まれ、含有量が高いもので約13 mg/gあった。この値は、わが国で有症事例(嘔吐、下痢)のあるヤマノイモ属のカエデドコロ (*Dioscorea quinqueloba*) のジオスシン含有量(1.5 mg/g) よりも高く、製品の一日摂取目安量あたりのジオスシンも約16 mg/日となるため、注意を要すると考えられる。一方で、サンヤク、ムカゴ、ナガイモからはジオスゲニンとジオスシンは検出されなかった。

参考文献

- 1) 伊藤美千穂, 北山 隆監修, 原島広至著:「改訂第2版生薬単」, (株)エヌ・ティー・エス, 2012年, p.104-105
- 2) 杉田浩一, 平 宏和, 田島 眞, 安井明美編:「新版日本食品大辞典」, 医歯薬出版(株), 2017年, p.802-805
- 3) 鳥居塚和生編著:「モノグラフ 生薬の薬効・薬理」, 医歯薬出版(株), 2003年, p.185-193
- 4) 厚生労働省:「医薬品の範囲に関する基準」(平成

27年4月1日)(別添3)

<http://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11130500-Shokuhinanzendu/0000086063.pdf>,
アクセス2017年9月19日

- 5) 田中平三, 門脇 孝, 久代登志男, 篠塚和正, 山田和彦, 松本吉郎, 尾崎治夫, 渡邊和久監訳:「健康食品・サプリメント [成分] のすべて 2017 ナチュラルメディシン・データベース」, 一般社団法人日本健康食品・サプリメント情報センター, 発売元(株)同文書院, 2017年, p.1040-1041
- 6) キャサリン・E・ウルブリヒト, イーサン・M・バッシュ主編集, 渡邊 昌監修, 藪 盛子, 川島由紀子, 藤井洋子翻訳:「ハーブ&サプリメント」, Natural Standardによる有効性評価」, 発行元 産調出版(株), 2007年, p.893-898
- 7) No authors: Final report of the amended safety assessment of *Dioscorea Villosa* (Wild Yam) root extract, Int. J. Toxicol., **23** (Suppl. 2), 49-54 (2004)
- 8) Lin F, Wang R.: Hemolytic mechanism of dioscin proposed by molecular dynamics simulations, J. Mol. Model., **16**, 107-118 (2010)
- 9) 久野恵子, 高井靖智, 上田幸右, 橋爪 崇, 山東英幸, カエデドコロの有害成分について—ジオスシン—, 和環衛研年報, No. **59**, 52-58 (2013)
- 10) Xu T., Zhang S., Zheng L., Yin L., Xu L., Peng J.: A 90-day subchronic toxicological assessment of dioscin, a natural steroid saponin, in Sprague-Dawley rats, Food Chem. Toxicol. **50**, 1279-1287 (2012)
- 11) 国立保健医療科学院, 健康危機管理支援ライブラリー:「No.1533 カエデドコロ(ヤマノイモ科ヤマノイモ属)による食中毒」, 国立保健医療科学院 <http://h-crisis.niph.go.jp>, アクセス2017年9月19日
- 12) ジーエルサイエンス株式会社: LC Technical Note 69, 食品中のジオスゲニンの分析, https://www.gls.co.jp/technique/app/detail.php?data_number=LT069, アクセス2017年9月19日
- 13) 志和地弘信: キャッサバとヤムイモにおける生産性向上の技術と利用の新展開, 熱帯農業研究, **1**, 42-48 (2008)
- 14) 飛田志保, 酒井 武, 岩元宏毅, 浜岡 陽, 遠城道雄, 加藤郁之進: ジオスゲニン含有率の高いヤムイモ, トゲドコロ (*Dioscorea esculenta*), 第60回日本栄養・食糧学会大会講演要旨集, 384 (2006)

- 15) Broadbent J.L., Shenieden H. : A comparison of some pharmacological properties of dioscorine and dios-cine, *Br. J. Pharmacol.*, **13**, 213-215 (1958)
- 16) Webster J., Beck W., Ternai B. : Toxicity and bitterness in Australian *Dioscorea bulbifera* L. and *Dioscorea hispida* Dennst. from Thailand, *J. Agric. Food Chem.*, **32**, 1087-1090 (1984)
- 17) Adeleye A., Ikotun T. : Antifungal activity of dihydrodioscorine extracted from a wild variety of *Dioscorea bulbifera* L., *J. Basic Microbiol.*, **29**, 265-267 (1989)
- 18) Sasiwatpaisit N., Thitikornpong W., Palanuvej C., Ruangrunsi N : Dioscorine content in *Dioscorea hispida* dried tubers in Thailand by TLC-densitometry and TLC image analysis, *J. Chem. Pharm. Res.*, **6**, 803-806 (2014)
- 19) 石崎恵賜, 清水袈裟光, 人見信之 : 市場品山薬の品質評価, 第23回生薬分析シンポジウム講演要旨, 44-52 (1994)
- 20) Xu F., Wu H., Wang X., Yang Y., Wang Y., Qian H., Zhang Y. : RP-HPLC characterization of lupenone and β -sitosterol in rhizoma musae and evaluation of the anti-diabetic activity of lupenone in diabetic sprague-dawley rats, *Molecules*, **19**, 14114-14127 (2014)