

アカザカズラの糖および脂質吸収抑制成分

芳野恭士 *1・加賀美 丞 *2・杉山聡一 *1・杉崎海織 *1・
藤井彩乃 *1・佐藤 赳 *1・笹本大志 *1

Suppressive Components in *Anredera cordifolia* on Sugar and Lipid Absorption

YOSHINO Kyoji *1, KAGAMI Tasuku *2, SUGIYAMA Soichi *1, SUGIZAKI Miori *1,
FUJII Ayano *1, SATO Takeru *1, SASAMOTO Taishi *1

Abstract: *Anredera cordifolia* (Bacillariaceae) is a vine of the genus Madeira native to South America. It is known that the leaf extract has the effect of preventing obesity. In this study, we clarified that the extract could inhibit the sugar- and lipid-digestive enzyme activities for one of the mechanisms for preventing obesity. Polyphenols and saponins were expected to be the active ingredients, and it was found that the leaves contained 1.85% (w/w leaves) of polyphenols and 2.65% (w/w leaves) of saponins, respectively. Vitexin, which is a flavonol, a kind of polyphenol, was found to be one of the active ingredients because its inhibitory effect on the activities of sugar- and lipid-digesting enzymes were equivalent to 65.7% and 19.0% of the abilities exhibited by the leaf extract. In contrast, these effects of oleanolic acid, a saponin, were much weaker than those of vitexin.

Key Words: *Anredera cordifolia*, Leaf, Metabolic syndrome, Polyphenol, Saponin

1. はじめに

アカザカズラ (*Anredera cordifolia*) は熱帯アメリカ原産のツルムラサキ科のつる性多年性草本であり、南アフリカや中国、日本などの世界の熱帯、亜熱帯、温帯地域に帰化している。原産地の一つであるブラジルをはじめ、中国や韓国、台湾、ベトナム、インドネシアなどで、民間薬として糖尿病、炎症あるいは肝臓病等の予防や治療に用いられている[1]。

近年、メタボリック症候群が、生活習慣病の一つである循環器系疾患の発症リスクを高めることで問題となっているが、その原因として糖や脂質の過剰摂取による肥満が挙げられる[2]。我々は、アカザカズラの葉の抽出エキスを飲料水として高脂肪高果糖飼料で飼育したマウスに摂取させる実験において、体重増加量や睾丸周囲の脂肪量、さらには脂肪肝の形成が、高脂肪高果糖飼料と水道水のみを摂取させた場合に比較して抑制され、肥満が防止されたこ

とを報告している[3,4]。これに関連して、葉のメタノールエキスやエタノールエキスに、糖尿病モデルマウスやラットでの血糖値低下作用[5,6]および高脂肪・コレステロール食飼育ラットでの血中脂質レベル低下作用[7]があることが報告されている。我々の実験でも、同様の効果が認められた[3,8]。

本研究では、アカザカズラの葉の水抽出エキスについて、これらの保健作用に関わるメカニズムとその有効成分について検討した。

2. 材料および方法

2. 1 アカザカズラの葉水抽出エキスおよび溶媒抽出画分の調製

榊三協ホールディングスより供与された静岡県富士市で栽培されたアカザカズラの乾燥葉粉末 10 g に、水を 1 L 加えて 100°C で 5 分間加熱抽出した。ろ過後、凍結乾燥してアカザカズラの葉エキスを得た。

葉エキスとは別に、アカザカズラの乾燥葉粉末 5g に熱水 50 mL を加えて 10 分間抽出し、これをろ過したものについて、20 mL、10 mL、10 mL のクロロホルム、20 mL、10 mL、10 mL の酢酸エチル、40 mL、40 mL、40 mL の n-ブタノールで順次抽出し、残渣の水溶液を含め 4 つの

*1 物質工学科

Department of Chemistry & Biochemistry

*2 専攻科総合システム工学専攻

Advanced Course, Multidisciplinary Engineering
Course

画分を得た。それぞれの画分は、溶媒の減圧留去と凍結乾燥の後、水に溶解して以後の実験に用いた。

2. 2 含有成分の定性分析

アカザカズラ葉エキスおよび溶媒抽出画分について、ポリフェノール、サポニンおよびそれらの配糖体の有無を定性分析で確認した。

ポリフェノールの確認は、塩化第二鉄によるキレート発色法で行った[9]。サポニンの確認は、Salkowski 試験によるテルペノイドの呈色法、Liebermann-Burchard 試験によるステロイドの呈色法、エマルジョン生成試験、泡立て試験の 4 種の方法で行った[10,11]。また、それらの配糖体の確認は、フェーリング反応を用いて行った[10,11]。陽性対照の標準物質は、ポリフェノールとして和光純薬工業社製ルチンを、サポニンとして Alfa Aesar 社製キラヤサポニンを、また、配糖体のグリコンとして和光純薬工業社製グルコースをそれぞれ用いた。それぞれの確認は、1~4 回行った。

さらに、葉エキスについて 250~400 nm の吸光スペクトルを測定し、ルチンやシグマーアルドリッチ社製ケルセチン、および和光純薬工業社製没食子酸エチル、キラヤサポニン、和光純薬工業社製デンプンのそれと比較した。

2. 3 含有成分の定量分析

アカザカズラ葉エキス中の総ポリフェノール量をフォーリン-チオカルト法[12]で、また、総サポニン量を抽出-重量法[10]で、それぞれ測定した。測定値は、2 回の実験の平均値±標準偏差で表した。

アカザカズラ葉エキス中のポリフェノールの一種であるフラボノールのビテキシン（アピゲニン-8-*C*-グルコシド）の量を、高速液体クロマトグラフィー（HPLC）法により測定した。カラムは和光純薬工業社製 Wakosil 5C18（5 μ m, ϕ 4.6 x 150 mm）、溶出溶媒は 20%アセトニトリルを用い、室温下、流速 1.0 mL/分で分析を行った。検出には、340 nm における吸光度を用いた。測定値は、3 回の実験の平均値±標準偏差で表した。ビテキシンの標準品は、Toronto Research Chemicals 社製のものをを用いた。

また、同様の方法で、各溶媒抽出画分についても総ポリフェノール量とビテキシン量を測定した。

アカザカズラ葉エキス中のサポゲニンの一種であるオレアノール酸の量を、HPLC 法により測定した。アカザカズラ葉エキスは、0.084 M HCl で 40°C、2 時間加水分解した後中和して HPLC の分析に用いた。カラムは資生堂社製 CAPCELL PAK C18（5 μ m, ϕ 4.6 x 150 mm）、溶出溶媒はアセトニトリル:0.1%リン酸=95:5 を用い、室温下、

流速 1.0 mL/分で分析を行った。検出には、210 nm における吸光度を用いた。測定値は、3 回の実験の平均値±標準偏差で表した。オレアノール酸の標準品は、東京化成工業社製のものをを用いた。

2. 4 マルターゼ活性阻害作用の測定

アカザカズラ葉エキスのラット小腸マルターゼ活性に対する阻害作用を、*in vitro* の反応系[13]を用いて測定した。得られた濃度-作用曲線より、その 50%阻害濃度（IC₅₀ 値）を算出した。値は、3 回の実験の平均値±標準偏差で表した。

2. 5 リパーゼ活性阻害作用の測定

アカザカズラ葉エキスのブタ膵臓リパーゼ活性に対する阻害作用を、*in vitro* の反応系[14]を用いて測定した。得られた濃度-作用曲線より、IC₅₀ 値を算出した。値は、3 回の実験の平均値±標準偏差で表した。

3. 結果および考察

3. 1 アカザカズラ葉エキスと溶媒抽出画分の収量

アカザカズラの葉からの水抽出エキスの収量は 31.4%(w/w 葉)であった。また、溶媒抽出画分として得られたクロロホルム画分、酢酸エチル画分、*n*-ブタノール画分、水溶性残渣の葉からの収量は、それぞれ 0.7、21.1、9.2、23.0%(w/w 葉)であり、酢酸エチル画分と水溶性残渣の量が多かった。溶媒抽出画分の総収量は 54.0%(w/w 葉)と水抽出エキスよりも多かったが、これはそれぞれの水による抽出方法の違いに起因するものと思われる。

3. 2 アカザカズラ葉エキスおよび溶媒抽出画分中の含有成分

体内の糖や脂質を低下させるメカニズムの一つとして、糖や脂質の消化酵素の活性を阻害してその吸収を穏やかにする作用が考えられる。これまでに、アカザカズラの葉のエタノールエキスや酢酸エチルエキスに、糖の消化酵素である α -グルコシダーゼ活性に対する阻害作用があることが報告されている[15,16]。このような効果を示すアカザカズラの成分としては、ポリフェノール類とサポニン類がある。アカザカズラの葉に含まれるポリフェノールの量は、0.0256~0.0544%(w/w 葉) [17]あるいは 1.4%(w/w 葉) [18]、フラボノイドとしては 0.166%(w/w 葉) [19]、フラボノールとしては 0.000206%(w/w 葉) [20]という報告があり、その値には抽出方法等の違いによるバラツキが見られる。一方、サポニンの量は 2.81%(w/w 葉) [21]という報告がある。

葉のフラボノール成分としては、ビテキシンが 0.127%(w/w 葉) [19]、配糖体のアグリコンとしてケルセチンが 0.0006%(w/w 未乾燥新芽)[22]含まれていたという報告がある。新芽には、ケンフェロール、イソラムネチン、ルテオリン、アピゲニンは検出されていない。ビテキシンやそのアグリコンであるアピゲニンには、 α -グルコシダーゼ活性阻害作用があることが報告されており[16,23,24]、ケルセチンにも同様の効果がある[23,25]。また、ビテキシンとケルセチンには、脂質の消化酵素であるブタ臍臓リパーゼの活性を阻害する作用も報告されている[26,27]。ただし、アカザカズラの葉の同作用におけるこれらポリフェノール成分の寄与の程度を示す報告はない。

葉のサポニン成分としては、ブッシンゴシド A₁, A₂, B, C, D₁およびモモルジン Ic, ラレアゲニン A などのトリテルペノイドサポニンが同定されている[28,29]。我々も、リアルタイム直接分析 (DART) - 飛行時間型質量分析 (TOF-MS) 法により、ブッシンゴシド A₁ のアグリコン部分の存在を推定している[4]。ブッシンゴシド D₁ とモモルジン Ic のアグリコンはオレアノール酸として知られるサポゲニンであり、他にウルソール酸の存在も推定されている[30]。ブッシンゴシド A₁ には、糖尿病ラットでの血糖値の低下作用が認められており[28]、ウルソール酸にも α -グルコシダーゼ活性を阻害する効果がある[31]。サポニン類に関しては、個々の成分の含量についての報告は見られない。ビテキシン、ケルセチン、ブッシンゴシド A₁、オレアノール酸およびウルソール酸の化学構造を図 1 に示す。

以上の過去の報告を踏まえ、本実験で用いたアカザカズラの葉エキスおよび溶媒抽出画分について、まずポリフェノール成分とサポニン成分に関する定性分析を行った結果を表 1 に示す。ポリフェノールの定性反応については、標準物質のルチンで陽性であった他、アカザカズラの葉エキス、クロロホルム画分、酢酸エチル画分、*n*-ブタノール画分で陽性となった。サポニンの定性反応については、方法により若干の違いは見られたが、標準物質のキラヤサポニンで陽性であった他、葉エキス、*n*-ブタノール画分ではほぼ陽性、水溶性残渣で擬陽性となった。配糖体については、標準物質のルチンとキラヤサポニン、グリコンのモデルとしたグルコースで陽性であった他、水溶性残渣では陽性であったが、他の画分と葉エキスでは擬陽性となった。

次に、アカザカズラの葉エキスについて、250-400 nm の吸光スペクトルを測定したものを、ポリフェノールやサポニンと比較した。図 2 に示すように、アカザカズラの葉エキスでは 265 nm 付近に大きな吸収ピークが、また、315 nm 付近に小さな吸収ピークが見られた。ポリフェノールの一種であるフラボノールのルチンでは 255 nm 付近と

表 1 アカザカズラの葉エキスおよび各溶媒抽出画分に含まれる成分の定性分析結果

試料	試験 1	試験 2	試験 3	試験 4	試験 5	試験 6
エキス	+	+	+	+	+	不明瞭
画分 A	-	-	-	-	-	不明瞭
画分 B	+	-	-	-	-	不明瞭
画分 C	+	+	+	+	-	不明瞭
画分 D	+	+	-	-	-	+
Ru	+	-	-	-	-	+
Q-Sap	-	+	+	+	+	+
Glu						+

画分 A: クロロホルム画分, 画分 B: 酢酸エチル画分, 画分 C: *n*-ブタノール画分, 画分 D: 水溶性残渣.

Ru: ルチン, Q-Sap: キラヤサポニン, Glu: グルコース.

試験 1: ポリフェノールの塩化第二鉄反応,

試験 2: サポニン(テルペノイド)の Salkowski 試験,

試験 3: サポニン(ステロイド)の Liebermann-Burchard 試験,

試験 4: サポニンのエマルジョン生成試験,

試験 5: サポニンの泡立て試験,

試験 6: 配糖体のフェーリング反応.

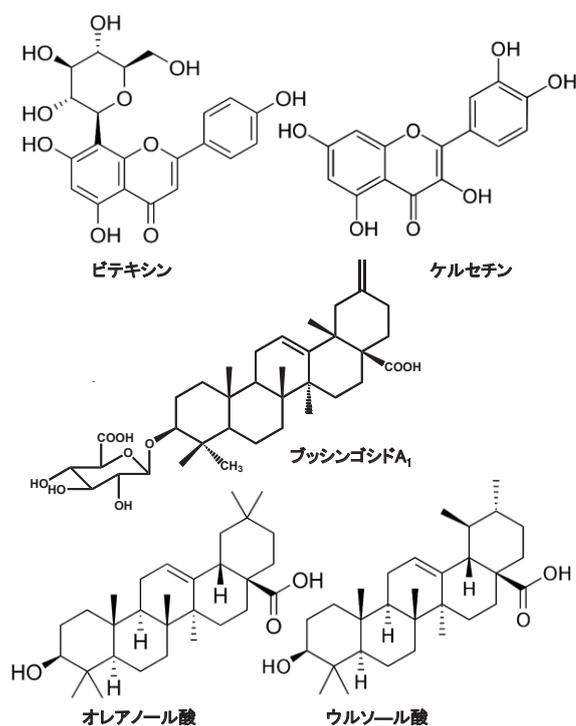


図 1 アカザカズラの葉に含まれる既知成分の化学構造

355 nm 付近に大きな吸収ピークが見られ、そのアグリコンであるケルセチンでは 255 nm 付近と 375 nm 付近に大きな吸収ピークが見られた。より単純なポリフェノール構造を持つ没食子酸エチルでは、280 nm 付近にのみ大きな吸収ピークが見られた。一方、キラヤサポニンでは 280 nm

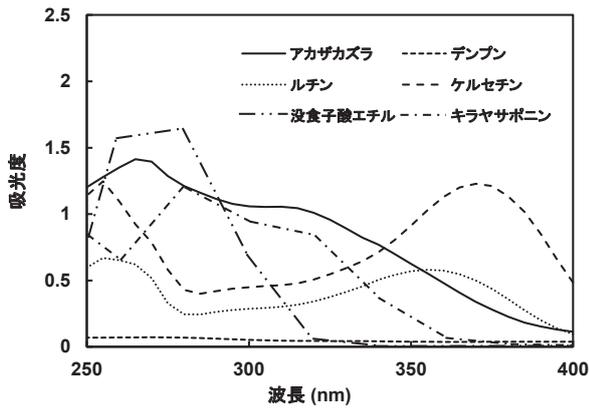


図 2 アカザカズラの葉エキスの吸光スペクトル

付近に大きな吸収ピークが、また、320 nm 付近に小さな吸収ピークが見られた。アカザカズラにはデンプン[32]が多く含まれていることが知られているため、デンプンについても吸光スペクトルを測定したが、この範囲で明確な吸収ピークは見られなかった。アカザカズラの葉エキスに見られた 265 nm 付近の吸収ピークは、フラボノールのフェノール構造やサポニンの構造に由来する吸収と考えられ、315 nm 付近の吸収ピークはサポニンの多環性構造に由来する吸収と考えられる。

以上の結果から、従来の報告にあるように、アカザカズラの葉エキスにはポリフェノールとサポニンが含まれており、溶媒分画では、酢酸エチル画分と n-ブタノール画分にこれらの成分が多く含まれているものと推測された。

そこで次に、これらの成分の含有量について検討したところ、アカザカズラの葉エキスの総ポリフェノール量は、没食子酸エチル相当量で $5.88 \pm 0.67\%$ (w/w エキス) であった。これは、 $1.85 \pm 0.21\%$ (w/w 葉) に相当した。個々の成

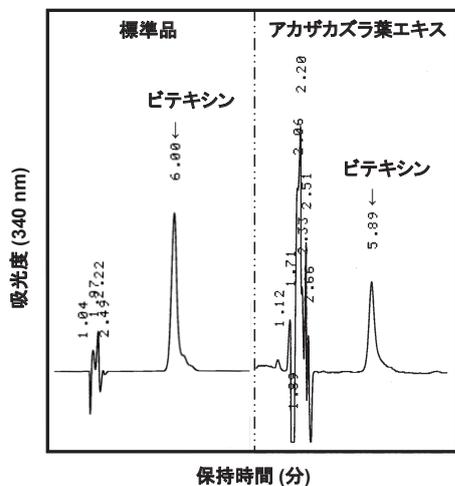


図 3 アカザカズラの葉エキス中のビテキシンの HPLC クロマトグラム

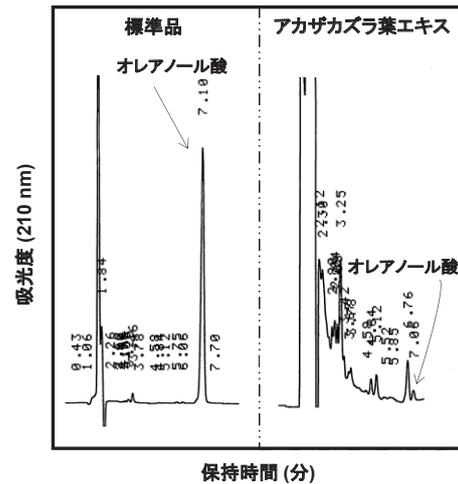


図 4 アカザカズラの葉エキス中のオレオノール酸の HPLC クロマトグラム

分として、アカザカズラの葉エキス中のビテキシン含量を HPLC 法で測定した際のクロマトグラムを図 3 に示す。今回用いた HPLC の分析条件では、ビテキシンの保持時間は約 6 分となった。アカザカズラの葉エキス中のビテキシンの含量は、 $0.115 \pm 0.002\%$ (w/w エキス) であった。これは、 $0.036 \pm 0.001\%$ (w/w 葉) に相当した。ビテキシンの総ポリフェノール量に占める割合は 1.95% に相当した。これらの値は、過去の報告と必ずしも一致しないが、植物中の成分は、亜種の違いや産地、摘採の時期等により変化するものと考えられる。溶媒抽出画分中の総ポリフェノール量とビテキシン量について測定した結果を表 2 に示す。葉に含まれるポリフェノールは、酢酸エチル画分と水溶性残渣に多く存在し、クロロホルム画分では少なかった。この結果は、表 1 に示した定性分析の結果と一致していた。一方、葉に含まれるビテキシンの多くは酢酸エチル画分に含まれ、次に n-ブタノール画分で多かった。ポリフェノールに占めるビテキシンの割合は、n-ブタノール画分で高く次に酢酸エチル画分で高かった。

一方、アカザカズラの葉エキス中の総サポニン量は、 $2.65 \pm 0.03\%$ (w/w 葉) であった。個々の成分として、アカザカズラの葉エキス中のオレオノール酸含量を HPLC 法で測定した際のクロマトグラムを図 4 に示す。今回用いた HPLC の分析条件では、オレオノール酸の保持時間は約 7 分となった。アカザカズラの葉水抽出エキス中のオレオノール酸の含量は、 $0.109 \pm 0.022\%$ (w/w エキス) であった。これは、 $0.034 \pm 0.007\%$ (w/w 葉) に相当した。オレオノール酸の総サポニン量に占める割合は 1.28% に相当した。アカザカズラの葉に含まれるオレオノール酸の含量については、これまでに報告は見られていない。

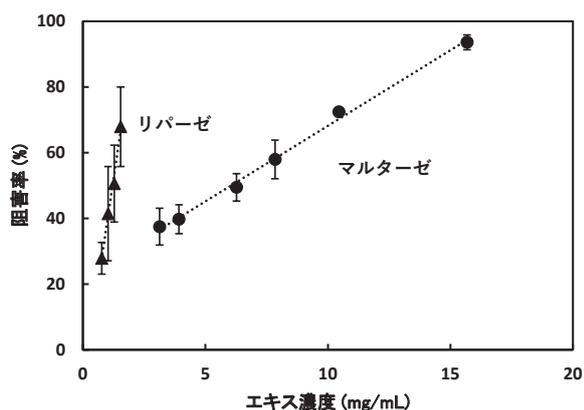


図5 アカザカズラの葉エキスのマルターゼ活性阻害作用およびリパーゼ活性阻害作用における濃度-作用曲線

3. 3 アカザカズラ葉エキスの消化酵素活性に対する阻害作用

アカザカズラの葉エキスの糖消化酵素活性に対する阻害作用について、 α -グルコシダーゼとしてラット小腸マルターゼを用いて確認した。葉エキスはマルターゼ活性阻害作用を示し、その IC_{50} 値は、 6.05 ± 0.29 mg/mLであった。また、葉エキスは脂質の消化酵素であるブタ膵臓リパーゼに対しても活性阻害作用を示し、その IC_{50} 値は 1.23 ± 0.11 mg/mLであった。図5にそれぞれの作用における葉エキスの濃度-作用曲線を示す。

次に、アカザカズラの葉エキスのマルターゼ活性阻害作用における IC_{50} 値に含まれるものと考えられる 6.93 μ g/mLのビテキシン溶液を用いてマルターゼ活性阻害作用を測定した。本濃度でのビテキシンのマルターゼ活性阻害率は $32.8 \pm 3.9\%$ であり、これは葉エキスの示す阻害作用の 65.7% に相当した。このことから、ビテキシンはアカザカズラ葉エキス中の主要なマルターゼ活性阻害成分の一つであるものと推測された。一方、アカザカズラの葉エキスのリパーゼ活性阻害作用における IC_{50} 値に含まれるものと考えられる 1.41 μ g/mLのビテキシン溶液を用いて

リパーゼ活性阻害作用を測定したところ、その阻害率は $9.5 \pm 1.4\%$ であり、これは葉エキスの示す阻害作用の 19.0% に相当する。そのため、マルターゼの場合とは異なり、アカザカズラ葉エキス中のビテキシンのリパーゼ活性阻害作用への寄与率は高くはないことがわかった。

同様に、アカザカズラの葉エキスのマルターゼ活性阻害作用における IC_{50} 値に含まれるものと考えられる 6.59 μ g/mLのオレアノール酸溶液を用いてマルターゼ活性阻害作用を測定した。本濃度でのオレアノール酸のマルターゼ活性阻害率は $3.8 \pm 1.6\%$ であり、これは葉エキスの示す阻害作用の 7.6% に相当する。また、アカザカズラの葉エキスのリパーゼ活性阻害作用における IC_{50} 値に含まれるものと考えられる 1.34 μ g/mLのオレアノール酸溶液を用いてリパーゼ活性阻害作用を測定したところ、その阻害率は $3.6 \pm 0.9\%$ であり、これは葉エキスの示す阻害作用の 7.2% に相当する。これらの結果から、ビテキシンとは異なり、アカザカズラ葉エキス中のオレアノール酸のマルターゼ活性阻害作用およびリパーゼ活性阻害作用への寄与率は低いことがわかった。そのため、特にリパーゼ活性阻害作用に関しては、ビテキシンおよびオレアノール酸以外の有効成分が存在するものと考えられる。

4. まとめ

アカザカズラの葉エキスには、糖や脂質の消化酵素活性を阻害する作用があり、代謝症候群の原因の一つである肥満を予防する効果が期待できることがわかった。その有効成分としては、ポリフェノール類とサポニン類が予想され、それぞれ葉に 1.85% (w/w 葉)または 2.65% (w/w 葉)含まれることがわかった。このうち、ポリフェノールの一種であるフラボノールのビテキシンについては、その糖または脂質消化酵素活性阻害作用が葉エキスの同作用の 65.7% および 19.0% に相当する効果が認められ、有効成分の一つと考えられた。一方で、サポゲニンのオレアノール酸につい

表2 アカザカズラの各溶媒抽出画分中の総ポリフェノール量とビテキシン量

成分	クロロホルム画分	酢酸エチル画分	n-ブタノール画分	水溶性残渣
総ポリフェノール量(%o, w/w)	11.84 ± 8.08	11.96 ± 0.29	7.74 ± 0.64	5.69 ± 0.25
総ポリフェノール量(%o, w/w 葉)	0.08 ± 0.05	2.53 ± 0.01	0.71 ± 0.01	3.76 ± 0.05
ビテキシン量(%o, w/w)	ND	3.36 ± 0.09	3.31 ± 0.09	0.15 ± 0.02
ビテキシン量(%o, w/w 葉)	ND	0.71 ± 0.02	0.31 ± 0.01	0.04 ± 0.01
ビテキシン/総ポリフェノール(%)	ND	28.1	41.9	0.1

平均値 \pm 標準偏差。総ポリフェノールは没食子酸エチル相当量で表記。ND: 検出されず。

ては、これらの酵素活性に対する強い阻害作用は認められなかった。今後、特に脂質代謝酵素阻害作用については、アカザカズラの葉エキス中の有効成分を明らかにする必要がある。また、近年、肥満と炎症との関係が注目されており[33]、アカザカズラには酸化ストレス抑制作用も認められることから[34]、その抗炎症作用についての検討も期待される。

参考文献

- [1] 芳野恭士 (2022): *New Food Indust.*, **64**, 760-778.
- [2] Sato, K., Arai, H., *et al.* (2008): *J. Med. Invest.*, **55**, 183-195.
- [3] 丸山浩司, 芳野恭士, 他 (2016): *応用薬理*, **90**, 25-30.
- [4] 芳野恭士, 嘉島康二, 他 (2018): 沼津高専研究報告, **52**, 33-38.
- [5] Sukandar, E. Y., Qowiyah, A., *et al.* (2011): *Medika Planta J.*, **1**, 1-10.
- [6] Latuhihin, Y. G., Watuguly, T., *et al.* (2020): *J. Biosci. Med.*, **8**, 37-49.
- [7] Lestari, D., Sukandar, E. Y., *et al.* (2015): *Int. J. Pharm. Clin. Res.*, **7**, 435-439.
- [8] 丸山浩司, 新井康介, 他 (2014): *応用薬理*, **87**, 21-24.
- [9] Nakamura, Y., Harada, S., *et al.* (1991): *Proc. ISTS*, pp.205-209.
- [10] Edeoga, H. O., Okwu, D. E., *et al.* (2005): *Afr. J. Biotechnol.*, **4**, 685-688.
- [11] Kolawole, O. M., Oguntoye, S. O., *et al.* (2006): *Ethnobotanical Leaflets*, **10**, 228-238.
- [12] R. Julkunen-Tiitto (1985): *J. Agric. Food Chem.*, **33**, 213-217.
- [13] Yoshino, K., Miyauchi, Y., *et al.* (2009): *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **73**, 1096-1104.
- [14] 芳野恭士, 後藤健太, 他 (2022): 沼津工業高等専門学校研究報告, **56**, 25-28.
- [15] Elya, B., Handayani, R., *et al.* (2015): *Pak. J. Biol. Sci.*, **18**, 279-284.
- [16] Djamil, R., Winarti, W., *et al.* (2017): *J. Pharm. Nat. Prod.*, **3**, 2-5.
- [17] Alba, T. M., Tessaro, E., *et al.* (2024): *Braz. J. Biol.*, **84**, ID e254174.
- [18] Krisanti, E. A., Wahyunisa, M. P., *et al.* (2019): *AIP Conf. Proc.*, **2193**, ID 030001.
- [19] Dwitiyanti, Harahap, Y., *et al.* (2019): *Pharm. J.* **11**, 1463-1470.
- [20] Selawa, W., Runtuwene, M. R. J., *et al.* (2013): *Pharmacon, J. Ilm. Farm. - UNSRAT*, **2**, 18-23.
- [21] Astuti, S. M., Sakinah, A. M. M., *et al.* (2011): *J. Agric. Sci.*, **3**, 224-232.
- [22] Yang, R.-Y., Lin, S., *et al.* (2008): *Asia Pac. J. Clin. Nutr.*, **17**, 275-279.
- [23] Park, M. J., Kang, Y.-H. (2020): *Molecules*, **25**, ID 2572.
- [24] Dao, T.-B.-N., Nguyen, T.-M.-T., *et al.*, (2021): *Molecules*, **26**, ID 2531.
- [25] Barber, E., Houghton, M. J., *et al.*, (2021): *Foods*, **10**, ID 1939.
- [26] Afifi, F. U., Kasabri, V., *et al.* (2017): *Pharmacogn. Mag.*, **13**, 275-280.
- [27] Martinez-Gonzalez, A. I., lvarez-Parrilla, E., *et al.* (2017): *Food Technol. Biotechnol.*, **55**, 519-530.
- [28] Espada, A., Rodriguez, J., *et al.* (1990): *Can. J. Chem.*, **68**, 2039-2044.
- [29] Espada, A., Rodriguez, J., *et al.* (1991): *Liebigs Ann. Chem.*, **1991**, 291-293.
- [30] Leliqia, N. P. E., Sukandar, E. Y., *et al.* (2017): *Asian J. Pharm. Clin. Res.*, **10**, 175-178.
- [31] Wu, P.-P., Zhang, K., *et al.* (2014): *Eur. J. Med. Chem.*, **80**, 502-508.
- [32] 藤本滋生, 山中 修, 他 (1990): 鹿児島大学農学部学術報告, **40**, 49-54.
- [33] 蜂屋瑠見, 菅波孝祥, 他 (2011): *糖尿病*, **54**, 480-482.
- [34] 丸山浩司, 山田瑞恵, 他 (2015): *応用薬理*, **88**, 47-51.