

Aloe vera (L.) Burm. f. のゲル中の有用な有機化合物の検索

山口功*, 白石ゆり江**, 加藤真紀*

(平成8年10月7日受理)

The Detections of Bioactive Components of the Gel of *Aloe vera* (L.) Brum. f.

Isao YAMAGUCHI, Yurie SHIRAIISHI and Maki KATO

(Received October 7, 1996)

緒言

アロエベラはユリ科の多年生植物であり、火傷や皮膚創傷の治療、放射能による白血病の予防、抗腫瘍作用、抗バクテリアや抗カビ作用、炎症防止作用、プロスタグランジン合成阻害作用¹⁾、近年ではAIDSウイルス防止²⁾などの観点から、現在でも生薬として利用されているが、その薬効成分の解明はあまり進んでいない。そしてゲル中に含まれている成分化合物もあまり明らかにされていない。したがって、筆者らはアロエベラの葉肉部分を凍結乾燥させ、種々の有機溶媒および含水有機溶媒で含有成分の抽出を行い、その各種濃縮液をGC-MS法によって検出される成分のマスペクトラムをコンピューターソフトを用いて自動検索し、再度、その相同性を確認した後、各種抽出液に含まれている化合物を同定している。今回はn-ヘキサンおよびクロロホルム抽出濃縮液の含有成分として以下の結果を得たので報告する。

実験方法と結果

凍結乾燥したアロエベラ葉肉ゲル85gを試料として、n-ヘキサン、ベンゼン、クロロホルム、アセトン、エタノールおよび80%エタノールの各7ℓの有機溶媒で、朝比奈式改良抽出装置を用いて、順次成分抽出を20日間行った(図1)。抽出液は濾過後、ロータリーエバポレーターで減圧濃縮し、n-ヘキサンの場合には、得られた油状物質(8.30g)をカラムクロマトグラフィで成分分離を試

凍結乾燥アロエベラゲル(85g)

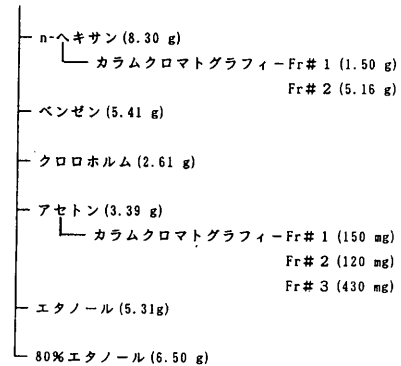


図1 アロエベラゲル成分抽出法

みた。完全分離には至らず、再度、各溶出フラクションを二分画になるように加え合わせ、それぞれを濃縮してフラクション#1(1.50g)とフラクション#2(5.16g)とした。フラクション#1に関しては、すでにアセトン成分分析と共に学会誌³⁾に報告済である。したがって、フラクション#2の油状物質0.1gを5mlのn-ヘキサンに溶かし、その1μgを注入部温度200°C、インレット温度200°C、オープン温度150°Cから1°C/min昇温、ヘリウムキャリアーガス流量2.1ml/min、スプリット比30:1で30m×0.25mm(i.d.), FFS-ULBON HR-1カラム(信和化工社製)装着のDX30GC-MS装置(日本電子社製)注入し、EI法(70eV)で測定した。クロロホルムの場合には、ベンゼン抽出の後にクロロホルム7ℓを用いて抽出を行い、濾過後、減圧濃縮し、褐色の油状物質2.61gを得た。それを20mlのクロロホルムとエタノール(1:1)に溶解し、その1μgを上記の

* 栄養学科・栄養科 生化学第一研究室

** 結城第二高等学校

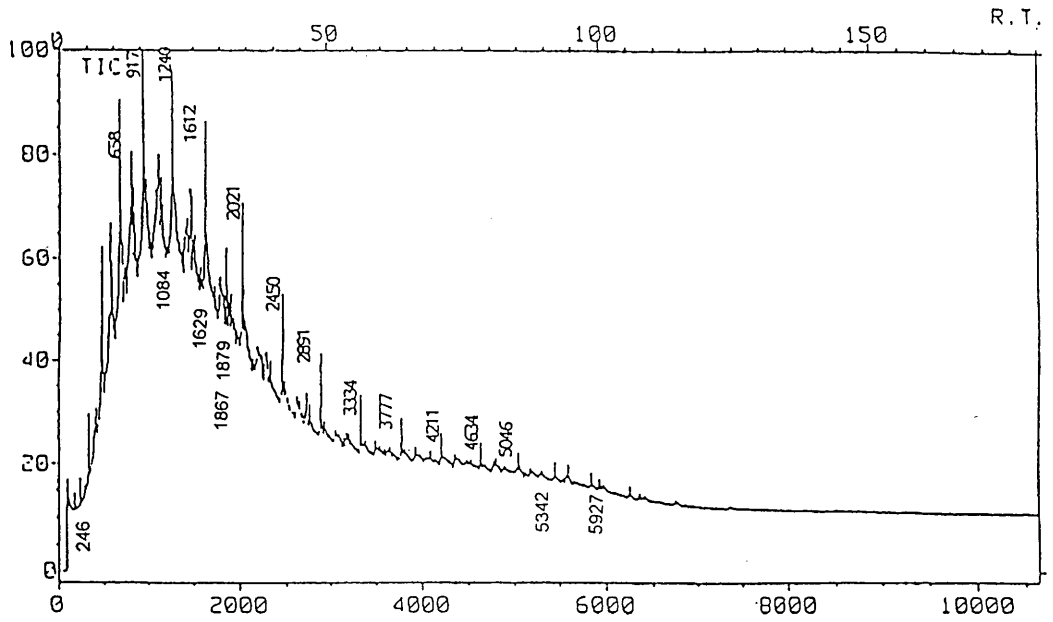


図2 n-ヘキサン抽出液のTIC

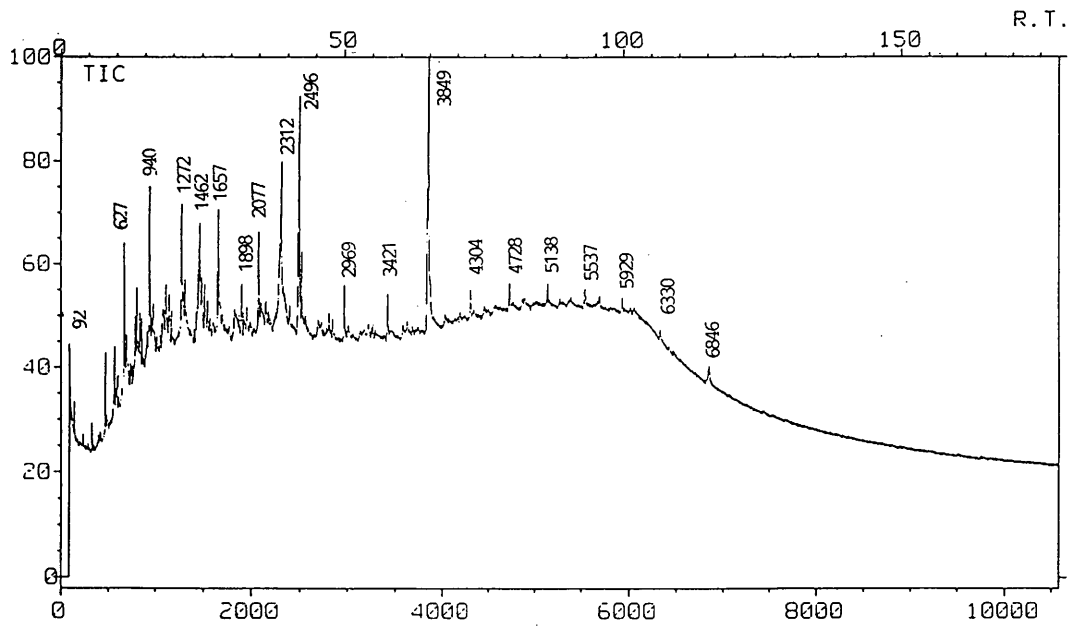


図3 クロロホルム抽出液のTIC

Aloe vera (L.) Burm. f. のゲル中の有用な有機化合物の検索

GC-MS装置に同様の条件下で注入した。得られたトータルイオンクロマトグラム (TIC) を図2および図3に示す。図2において、鋭く高いピークはすべてn-アルカン類で、その成分はC₁₃~C₃₁から成り、ついで、その間に挟まれて位置する比較的鋭いピークはイソアルカン類であった。その他、それらのピークの横に位置するアルケン類が2種、シクロヘキシルアルカン類が10種、アルキルベンゼン類が20種、アルキルナフタレン類が3種、アルキルフェナンスレン類が1種、テルペン類が5種およびステロイド類が1種を同定することができた。

表2. n-ヘキサン抽出液中のイソアルカン類

279	212	C ₁₆ H ₃₂	5-methyltetradecane
290	226	C ₁₆ H ₃₄	5-ethyl-5-propylundecane
408	226	C ₁₆ H ₃₄	2-methylpentadecane
418	226	C ₁₆ H ₃₄	3-methylpentadecane
579	240	C ₁₇ H ₃₆	4-methylpentadecane
594	240	C ₁₇ H ₃₆	3-methylhexadecane
833	254	C ₁₈ H ₃₈	3-methylheptadecane
959	268	C ₁₉ H ₄₀	2,6,10,14-tetramethylpentadecane
1116	268	C ₁₉ H ₄₀	2-methyloctadecane
1138	268	C ₁₉ H ₄₀	3-methyloctadecane
1386	282	C ₂₀ H ₄₂	9-methylnonadecane
1397	282	C ₂₀ H ₄₂	2,6,10,14-tetramethylhexadecane
1499	282	C ₂₀ H ₄₂	3-methylnonadecane
1649	296	C ₂₁ H ₄₄	2,6,10,14-tetramethylheptadecane
1867	296	C ₂₁ H ₄₄	3-methyleicosane
1898	296	C ₂₁ H ₄₄	2-methyleicosane
2290	310	C ₂₂ H ₄₆	4-methylheneicosane
2326	310	C ₂₂ H ₄₆	3-methylheneicosane
2614	324	C ₂₃ H ₄₈	2,6,10,14-tetramethylnonadecane
2702	324	C ₂₃ H ₄₈	4-methyldocosane
3171	338	C ₂₄ H ₅₀	2,21-dimethyldocosane
5067	394	C ₂₈ H ₅₈	2-methylnonacosane

表1. n-ヘキサン抽出液中のアルカン類

Scan No	Mol. Wt.	Mol. Formula	Name of Compound
175	184	C ₁₃ H ₂₈	tridecane
235	198	C ₁₄ H ₃₀	tetradecane
327	212	C ₁₅ H ₃₂	pentadecane
463	226	C ₁₆ H ₃₄	hexadecane
658	240	C ₁₇ H ₃₆	heptadecane
917	254	C ₁₈ H ₃₈	octadecane
1240	268	C ₁₉ H ₄₀	nonadecane
1612	282	C ₂₀ H ₄₂	eicosane
2021	296	C ₂₁ H ₄₄	heneicosane
2450	310	C ₂₂ H ₄₆	docosane
2891	324	C ₂₃ H ₄₈	tricosane
3334	338	C ₂₄ H ₅₀	tetracosane
3777	352	C ₂₅ H ₅₂	pentacosane
4211	366	C ₂₆ H ₅₄	hexacosane
4634	380	C ₂₇ H ₅₆	heptacosane
5046	394	C ₂₈ H ₅₈	octacosane
5448	408	C ₂₉ H ₆₀	nonacosane
5839	422	C ₃₀ H ₆₂	triacontane
6246	436	C ₃₁ H ₆₄	hentriacontane

表3. n-ヘキサン抽出液中のアルケン類

1629	280	C ₂₀ H ₄₀	1-eicosene
1630	280	C ₂₀ H ₄₀	9-eicosene

表4. n-ヘキサン抽出液中のアルキルシクロヘキサン類

390	210	C ₁₈ H ₃₀	cyclohexylnonane
555	224	C ₁₈ H ₃₂	cyclohexyldecane
758	238	C ₁₇ H ₃₄	2-cyclohexylundecane
1084	252	C ₁₈ H ₃₆	cyclohexyldodecane
1442	266	C ₁₉ H ₃₈	2-cyclohexyltridecane
1844	280	C ₂₀ H ₄₀	2-cyclohexyltetradecane
2046	294	C ₂₁ H ₄₂	cyclohexylheneicosane
2279	294	C ₂₁ H ₄₂	2-cyclohexylpentadecane
2730	308	C ₂₂ H ₄₄	2-cyclohexylhexadecane
3180	322	C ₂₃ H ₄₆	2-cyclohexylheptadecane

表5. n-ヘキサン抽出液中のアルキルベンゼン類

98	120	C ₉ H ₁₂	1,3,5-trimethylbenzene
102	120	C ₉ H ₁₂	1,2,3-trimethylbenzene
106	134	C ₁₀ H ₁₄	1,3-dimethylbenzene
111	134	C ₁₀ H ₁₄	1-ethyl-3,5-dimethylbenzene
118	134	C ₁₀ H ₁₄	1,2,3,5-tetramethylbenzene
805	232	C ₁₇ H ₃₆	undecylbenzene
1107	274	C ₁₈ H ₃₈	dodecylbenzene
1470	260	C ₁₈ H ₃₈	tridecylbenzene
1481	260	C ₁₈ H ₃₈	1-methyldodecylbenzene
1571	274	C ₁₈ H ₃₈	1-methyltridecylbenzene
1879	274	C ₂₀ H ₄₂	tetradecylbenzene
1912	222	C ₂₂ H ₄₂ N ₂ O ₂	2-isopropyl-4,5,6-trimethyl-3-nitroaniline
2314	288	C ₂₁ H ₄₂	pentadecylbenzene
2785	302	C ₂₂ H ₄₂	hexadecylbenzene
3224	316	C ₂₃ H ₄₄	heptadecylbenzene
3240	316	C ₂₃ H ₄₄	hexadecylmethylbenzene
3699	330	C ₂₄ H ₄₆	1-methylheptadecylbenzene
4151	344	C ₂₆ H ₅₄	1-methyloctadecylbenzene
4589	358	C ₂₈ H ₅₈	1-methylnonadecylbenzene
5017	372	C ₂₇ H ₅₆	1-methyleicosylbenzene

表6. n-ヘキサン抽出液中のフナタレン類

246	156	C ₁₇ H ₁₄	1,7-dimethylnaphthalene
255	156	C ₁₇ H ₁₄	2,6-dimethylnaphthalene
364	170	C ₁₉ H ₁₄	2,3,6-trimethylnaphthalene

表7. n-ヘキサン抽出液中のフェナンスレン類

2172	234	C ₁₈ H ₁₈	1-methyl-7-isopropylphenanthrene
------	-----	---------------------------------	----------------------------------

表8. n-ヘキサン抽出液中のテルペン類

255	204	C ₁₉ H ₃₄	isolongifolene
5032	370	C ₂₇ H ₄₆	22,29,30-trisnor-17βH-hopane
5600	398	C ₂₉ H ₅₀	28-nor-17βH-hopane
5927	412	C ₃₀ H ₅₂	17αH,21βH-hopane
6348	426	C ₃₁ H ₅₄	2β-methyl-17βH-hopane

表9. n-ヘキサン抽出液中のステロイド類

5540	400	C ₂₉ H ₅₂	stigmastane
------	-----	---------------------------------	-------------

図3においては、最も高く鋭いピークはフタル酸ジエステルで、この系統の化合物は他に1種(scan #1308)が検出された。ついで鋭く高い1本のピークはジフェニル誘導体であり、一連の中位のピークは14種類のn-アルカン類でC₁₃~C₃₁と2種類の脂肪酸から成る。その間にはさまれて位置する比較的鋭いピークはシクロヘキシルアルカン類が6種、その他1種類ずつのフェノール、ベンゾチアゾールおよびベンゾチアゾロン、アルキルベンゼン、ナフタレンおよびテトラヒドロナフタレン誘導体などで、最後のピーク(scan #6846)にステロイドを同定することができた。

表10. クロロホルム抽出液中のアルカン類

Scan No	Mol. Wt.	Mol. Formula	Name of Compound
174	184	C ₁₃ H ₂₈	tridecane
235	198	C ₁₄ H ₃₀	tetradecane
330	212	C ₁₆ H ₃₂	pentadecane
471	226	C ₁₇ H ₃₄	hexadecane
672	240	C ₁₇ H ₃₆	heptadecane
940	254	C ₁₈ H ₃₈	octadecane
1272	268	C ₁₉ H ₄₀	nonadecane
1656	282	C ₂₀ H ₄₂	eicosane
2522	310	C ₂₂ H ₄₆	docosane
2969	324	C ₂₃ H ₄₈	tricosane
3421	338	C ₂₄ H ₅₀	tetracosane
3869	352	C ₂₆ H ₅₂	pentacosane
4304	366	C ₂₆ H ₅₄	hexacosane
4728	380	C ₂₇ H ₅₆	heptacosane
5138	394	C ₂₈ H ₅₈	octacosane
5537	408	C ₂₉ H ₆₀	nonacosane
5929	422	C ₃₀ H ₆₂	triacontane
6330	436	C ₃₁ H ₆₄	hentriacontane

表11. クロロホルム抽出液中のイソアルカン類

293	226	C ₁₆ H ₃₄	4,11-dimethyltetradecane
407	226	C ₁₆ H ₃₄	4-methylpentadecane
415	226	C ₁₆ H ₃₄	2-methylpentadecane
426	226	C ₁₆ H ₃₄	3-methylpentadecane
561	254	C ₁₇ H ₃₆	6-methylheptadecane
593	240	C ₁₇ H ₃₆	2-methylhexadecane
609	240	C ₁₇ H ₃₆	3-methylhexadecane
695	268	C ₁₈ H ₄₀	2,6,10,14-tetramethylpentadecane
793	254	C ₁₈ H ₃₈	6-methylheptadecane
820	254	C ₁₈ H ₃₈	4-methylheptadecane
837	254	C ₁₈ H ₃₈	2-methylheptadecane
856	254	C ₁₈ H ₃₈	3-methylheptadecane
976	282	C ₂₀ H ₄₂	8-methylnonadecane
979	282	C ₂₀ H ₄₂	7-methylnonadecane
1080	268	C ₁₉ H ₄₀	2,6,10-trimethylhexadecane
1126	268	C ₁₉ H ₄₀	4-methyloctadecane
1146	268	C ₁₉ H ₄₀	2-methyloctadecane
1171	268	C ₁₉ H ₄₀	3-methyloctadecane
1294	282	C ₂₀ H ₄₂	6-methylnonadecane
1352	282	C ₂₀ H ₄₂	2,6,10,14-tetramethylhexadecane

Aloe vera (L.) Burm. f. のゲル中の有用な有機化合物の検索

表12. クロロホルム抽出液中のアルケン類

620	266	C ₁₉ H ₃₈	cis-2-nonadecene
639	252	C ₁₈ H ₃₆	9-octadecene
643	252	C ₁₈ H ₃₆	5-octadecene
654	252	C ₁₈ H ₃₆	3-octadecene
656	252	C ₁₈ H ₃₆	1-octadecene
664	238	C ₁₇ H ₃₄	8-heptadecene
687	252	C ₁₈ H ₃₆	2-octadecene
702	252	C ₁₈ H ₃₆	1-octadecene
724	308	C ₂₂ H ₄₄	1-docosene
848	252	C ₁₈ H ₃₆	1-octadecene
876	266	C ₁₉ H ₃₈	E-2-nonadecene
1283	266	C ₁₉ H ₃₈	1-nonadecene

表17. クロロホルム抽出液中のチオフェン類

495	224	C ₁₄ H ₂₄ S	2-n-decylthiophene
704	252	C ₁₆ H ₂₈ S	2-dodecylthiophene
1379	212	C ₁₄ H ₂₄ S	3,4-dimethyldibenzothiophene

表18. クロロホルム抽出液中のフェナンスレン

749	178	C ₁₄ H ₁₀	phenanthrene
-----	-----	---------------------------------	--------------

表19. クロロホルム抽出液中のフタル酸エステル

1308	278	C ₁₈ H ₂₂ O ₂	bis(2-methylpropyl)phthalate
1320	278	C ₁₈ H ₂₂ O ₂	dibutylphthalate
3849	390	C ₂₂ H ₃₀ O ₄	diethylphthalate

表20. クロロホルム抽出液中の脂肪酸類

961	282	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	9-octadecenoic acid (oleic acid)
1164	282	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	9-octadecanoic acid (z)
1462	256	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	hexadecanoic acid (palmitic acid)
2312	284	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	octadecanoic acid (stearic acid)

表13. クロロホルム抽出液中のアルキルシクロヘキサン類

396	210	C ₁₉ H ₃₈	nonylcyclohexane
499	224	C ₁₈ H ₃₆	2-cyclohexyldecane
568	224	C ₁₈ H ₃₆	decylcyclohexane
805	238	C ₁₇ H ₃₄	undecylcyclohexane
965	266	C ₁₉ H ₃₈	1-dodecyl-4-methylcyclohexane
897	252	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	t-butyl-2-[2-methylene-4-ethoxycyclohex-3-enyl]acetate
1010	266	C ₁₉ H ₃₈	1-methyl-4-(1-methylundecyl)cyclohexane
1053	280	C ₂₀ H ₄₀	1-methyl-4-(1-methyldodecyl)cyclohexane
1113	252	C ₁₈ H ₃₆	2-cyclohexyldodecane
1290	266	C ₁₉ H ₃₈	tridecylcyclohexane
1898	280	C ₂₀ H ₄₀	2-cyclohexyltetradecane

表14. クロロホルム抽出液中のアルキルベンゼンおよびベンゼン誘導体

92	94	C ₆ H ₆ O	phenol
583	218	C ₁₁ H ₁₄	n-decylbenzene
731	232	C ₈ H ₉ I	2-iodo-p-xylene
827	232	C ₁₁ H ₁₄	undecylbenzene
1363	260	C ₁₄ H ₂₀	1-decyl-2,6-dimethylbenzene
1366	274	C ₁₅ H ₂₂	1-undecyl-2,6-dimethylbenzene
2496	296	C ₂₀ H ₂₄ O ₂	1,1-bis(2-hydroxy-3,5-dimethylphenyl)-2-methylpropane

表15. クロロホルム抽出液中のナフタレン類

263	156	C ₁₂ H ₁₂	2,7-dimethylnaphthalene
351	202	C ₁₅ H ₂₂	1,2,3,4-tetrahydro-1,5-dimethyl-4-isopropyl-naphthalene
514	218	C ₁₈ H ₂₂ O	(1, 2, 4, 4a, 5, 6, 8a, 8b)-octahydro-1,4,8a-trimethyl-9-methylene-1,6-methanonaphthalen-7 (1H)-one

表16. クロロホルム抽出液中のベンゾチアゾール類

143	135	C ₇ H ₅ NS	1,2-benzisothiazole
489	151	C ₇ H ₅ NOS	2(3H)-benzothiazolone

表21. クロロホルム抽出液中のステロイド

6846	414	C ₂₈ H ₅₀ O	24[Z]-methyl-25-homocholesterol
------	-----	-----------------------------------	---------------------------------

表22. クロロホルム抽出液中のその他の化合物

286	246	C ₁₅ H ₂₂ O ₂	2,6-di(t-butyl)-4-hydroxy-4-methyl-2,5-cyclohexadien-1-one
409	166	C ₉ H ₁₀ O ₃	veratraldehyde
411	222	C ₁₀ H ₁₁ N ₂ O	1,3-diethyl-3,9-dihydro-9-methyl-1H-purine-2,6-dione
661	236	C ₁₈ H ₃₄ O	(1S,15S)-bicyclo[13,1,0]hexadecan-2-one
760	216	C ₁₅ H ₂₂	1,1-dimethyl-5-butylindane
785	232	C ₁₈ H ₂₄ O	2-methylene-3-methyl-3-(4-hydroxymethyl-3-pentenyl)-bicyclo[2,2,2]oct-5-ene
910	222	C ₁₈ H ₁₆ O ₂	phenindione
1012	264	C ₁₈ H ₂₀ O ₄	(+)-carpsiolin
1223	244	C ₁₅ H ₁₆ O ₃	2-methoxycarbonyl-5,6,7,8-tetrahydrobenzo[f]indan-1-one
1333	256	S ₈	octa-sulfur
1343	208	C ₁₈ H ₁₆	1,2,3,6,7,8-hexahydropyrene
1345	208	C ₁₈ H ₁₆	1,2,3,3A,4,5-hexahydropyrene

考 察

アロエベラ葉肉中のゲルには圧倒的にn-アルカン類が多く含まれており、どの抽出液にも多量に含まれており、これを摂取すると肌が滑らかになると共に、流動パラフィンを与えたラットやウサギが低血糖症 (hypoglycemia) を示した⁴⁾ことから、ヒトにもこのような効果が期待できる。n-ヘキササン抽出では、アルキルベンゼン類が比較的多種類抽出され、この化合物は繊毛を持った原生動物の細胞膜を溶解させる作用を有している⁵⁾が、ベンゼン核がスルホン化されれば界面活性剤となることは明らかである。テルペン類のイソロンジフォレンとバクテリア由来のカロゲンとして知られている4種類のホパン類、植物性ステロイドのスティグマスタンが同定された。

クロロホルム抽出では、n-ヘキササン抽出成分中に含まれていたのと同様のn-アルカン類やアルキルシクロヘキササン類が多く検出されたが、後者の生理活性はn-ヘキササン類と同様のものであろうと推察している。その他、同定できた化合物の中でベンゾチアゾロンはドパミンアゴニストとして作用する⁶⁾がベンゾチアゾールの作用はマウスに対する毒性以外はよく解っていない。

また1996年に米国テキサス州の応用研究センターとメディカルセンター病院でアロエベラ葉肉ゲルジュースを200人に投与した結果、過剰体脂肪の顕著な減少、筋肉組織の維持と増強、LDLコレステロールの顕著な減少および過食欲求のコントロールなどに効果があったことが報告⁷⁾されているが、このようなヒトの健康に対する補助食品としての効果には注目すべきものがある。

クロロホルム抽出成分中の化合物の細部にわたる同定および他の溶媒による抽出成分の同定は現在も引き続き行っており、今後、上記の効果をもたらす新たな化合物の同定が期待される。

要 約

凍結乾燥したアロエベラ葉肉ゲル中に含まれている成分をn-ヘキササンおよびクロロホルムで抽出し、ガス・質量分析装置で分析した結果、どちらの抽出でもアルカン

類、イソアルカン類、アルケン類、アルキルシクロヘキササン類、アルキルベンゼン類、ナフタレン類、フェナンスレン類およびステロイド類が検出された。その他n-ヘキササン抽出ではテルペン類、クロロホルム抽出ではベンゾチアゾール類、チオフェン類、フタル酸エステル類およびその他の化合物が同定された。我々の健康にどの化合物がどのように役立っているかは今後の検討課題である。

上記のn-ヘキササン抽出成分に関する研究は平成8年6月第48回日本家政学会で発表されたものに基づいている。また本研究は平成5年度東京家政大学特別研究費によって行われた。ここに関係者各位に深謝いたします。

参 考 文 献

- 1) D. Grindlay and T. Reynolds, *J. Ethnopharmacol.*, **16**, 117-151 (1986)
- 2) J.B. Kahlon, M.C. Kemp, R.H. Carpenter, B.H. McAnalley, H.R. McDaniel and W.M. Shannon, *Mol. Biother.*, **3**, 127-135 (1991)
- 3) I. Yamaguchi, N. Mega and H. Sanada, *Biosci. Biotech. Biochem.*, **57** (8), 1350-1352 (1993)
- 4) V.I. Bubnova, G.K. Netreba and G.P. Khokhlovich, Deposited Doc., *VINITI* 714-83, 1982; *CA100* (25):204625a
- 5) V.A. Medvedev, *Biol. Nauki*, **5**, 102-106 (1982)
- 6) J. Weinstock, D.E. Ggaitanopoulos, O.D. Stringer, R.G. Franz, J.P. Hiebel, L.B. Kinter, W.A. Mann, K.E. Flaim and G. Gessner, *J. Med. Chem.*, **30**, 1166-1176 (1987)
- 7) G.R. Kaats et al., Mannatech Optimal Health Plan, 1996, www.phytochemical.com/reviews.html