

食品およびサプリメント中の膵リパーゼ活性阻害物質

Inhibitory Effects of Various Foods and Supplements on the Pancreatic Lipase Activity

榮 昭博, 関崎 悦子

要 約

食品およびサプリメントの抗肥満効果を検討するため、豚膵リパーゼを用いて各食品およびサプリメントの抽出物のリパーゼ活性に及ぼす影響を調べた。その結果、次のことがわかった。

1. ショウガの水抽出物はリパーゼ活性を阻害した ($p < 0.05$) が、ニンニク、トウガラシ、ネギの水抽出物はリパーゼ活性に影響を及ぼさなかった。
2. ニンニクおよびショウガの油抽出物はリパーゼ活性を阻害した ($p < 0.001$, $P < 0.01$) が、トウガラシ、ネギの油抽出物はリパーゼ活性に影響を及ぼさなかった。
3. サプリメントA (イチヨウ葉含有製品)、サプリメントF (ギムネマ含有製品) および黒烏龍茶はリパーゼ活性を阻害した ($p < 0.05$)。
4. サプリメントB (マンネンタケ)、C (カルニチン)、D (コンドロイチン)、E (キトサン)、および桑の葉水抽出物はリパーゼ活性に影響を及ぼさなかった。
5. グレープフルーツ・ルビー、グレープフルーツ・ホワイトの生ジュースおよび皮の水抽出物、スイカ、キウイフルーツの生ジュースはリパーゼ活性に影響を及ぼさなかった。

キーワード：リパーゼ, 阻害, サプリメント, ショウガ, 抗肥満

はじめに

生活習慣病である糖尿病, 高血圧, 高脂血症は発症頻度の高い疾患であるが, これらは偶然重なって発症するのではなく, その根底にはこれらに共通する因子として, 内蔵脂肪肥満を特徴とする「メタボリックシンドローム」と呼ばれている病態がある¹⁾。肥満の発症予防は摂取エネルギーの過剰を抑えることと, 適切に運動をすることである。摂取エネルギーの制限には, 今まで, 食欲の制御が重要で, 肥満はその自己コントロールの欠如が主な原因と考えられていた。しかしながら, 最近の研究によると肥満はその人自身の自己コントロールの欠如が原因ではなく, むしろ, レプチン, グレリン, インスリン等の食欲調節ホルモン^{2, 3, 4)}やアディポサイトカイン^{5, 6)}等の生化学的・遺伝的因子による代謝調節機構が複雑に絡み合った病態であることがわかってきた。食欲のコントロールに依存しないダイエット法では, 消化管内での脂肪等の栄養素の消化吸収を阻害し,

体内への取り込みを抑制することが効果的な方法のひとつであることが提唱されている。最近の研究^{7, 8)}では食品中の特定成分, 例えば蟹甲羅などのキチン・キトサンや鮭の頭部から調製したコンドロイチン硫酸等が膵リパーゼ活性を阻害して肥満予防に有効であろうことが示されている。また, 茶のサポニン⁹⁾やウーロン茶中のポリフェノール¹⁰⁾が脂肪の乳化や消化を阻害することも示唆されている。著者らは種々の茶, 特に緑茶成分が膵リパーゼ活性を阻害すること¹¹⁾, 食品では, アントシアニン系色素を含む食品の水抽出物に膵リパーゼ活性を阻害することを見つけ, これらの食品の摂取は抗肥満に一定の効果があることを報告した¹²⁾。

近年, 柑橘類に含まれるシトラスアウランチウム(シネフリン)に体脂肪の分解を促進に関与する $\beta 3$ アドレナリン受容体を活性化すること¹³⁾が報告され, 柑橘類の抗肥満効果も期待されているが, 消化段階でのリパーゼ活性等の検討はほとんどされていないようである。また, 痩身を目的とした様々なサプ

メントが注目され、市場を賑わしているが、その効果は不明瞭で、効果の科学的根拠も明確でないものも少なくない。

本研究では、抗肥満に関する物質、特に脂肪の消化を抑制する物質を検索することを目的とし、日常的に良く食くされている香味成分を含む野菜と、肥満防止やダイエットが期待できるとされる「健康食品」、さらには、痩身効果が期待できるとされる果物について、リパーゼ活性阻害の有無を調べた。

材料および方法

I. 実験条件の設定

1. 酵素液の調製

ブタ膵臓リパーゼ (Lipase from porcine pancreas, Type II, sigma) 1gに1/15Mリン酸緩衝液 (pH7.7) 24mlを加えてよく攪拌した。

2. 酵素濃度の決定

本実験で使用する酵素濃度を決定するため、80mg/mlから倍々希釈した酵素液について、37℃1時間インキュベートした後、リパーゼ活性を測定した。

3. インキュベーション時間の決定

酵素濃度40mg/mlの酵素液を用いて、37℃下に置き、120分後までの一定時間ごとにリパーゼ活性を測定した。

II. リパーゼ活性阻害物質の検索

実験1. 香味成分を含む野菜の水抽出物がリパーゼ活性に及ぼす影響

1. 試料 ニンニク (中国産)、トウガラシ (中国雲南省産)、長ネギ (群馬県産)、ショウガ (中国産広東省産) の各試料を群馬県内小売店より平成18年8月に購入し、直ちに実験に供した。

2. 試料の調製 各試料を0.5mm程度の切片とし、各試料の乾燥重量1g相当量に石英砂を加えた乳鉢中で粉砕し、水を加えて15mlとし、遠心分離 (1000×g, 10分間) した上澄液を抽出液とした。

3. 試薬

(1) 基質：30%オリーブ油乳濁液 (オリーブ油30g + Tween60 10g + リン酸緩衝液60ml)

(2) エタノール (原液)

(3) リン酸緩衝液 (pH7.7) : 1/15Mリン酸第2ナトリウム水溶液および1/15Mリン酸第1カリウム水溶液を混合し、pH7.7とした。

(4) 1%フェノールフタレイン/エタノール

(5) 1/20N 水酸化ナトリウム水溶液

4. 実験操作

三角フラスコ (A, A', B, B') に水3mlとり、これに酵素液1mlを加え、A', B'について100℃の水浴上で5分間加熱し、リパーゼ活性を不活性化させた。A, A'には純水2ml, B, B'には抽出液2ml加え、すべての三角フラスコにそれぞれ基質 (30%オリーブ油) 2mlを加え良く混和し、37℃で60分間インキュベートした。インキュベート後、直ちに、氷冷と同時にエタノール5mlと1%フェノールフタレイン/エタノールを2滴加えた。これらについて1/20N 水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定し、AおよびA'の滴定量の差をリパーゼ活性とした。また、BとB'の滴定量の差を抽出物添加のリパーゼ活性とした。

単位：1/20N 水酸化ナトリウム水溶液消費量 (ml) を1単位とした。

実験2. 香味成分を含む野菜の油による抽出物がリパーゼ活性に及ぼす影響

1. 試料 実験1と同じ物を使用した。

2. 試料の調製 乾燥重量1g相当分のニンニク、トウガラシ、長ネギ、ショウガ小片にそれぞれオリーブ油加えて総重量30gとした。これを90℃で2時間置き、冷却後、遠心分離 (1000×g, 10分間) した油を基質の調製に用いた。試料無添加のオリーブ油を同条件下に置き、これをコントロールとした。

3. 試薬

(1) 基質：30%オリーブ油乳濁液 上記2のオリーブ油30gについてTween60 10gを加え混合した後、リン酸緩衝液 (pH7.7) 60mlを加え攪拌して乳化液を得た。

(2) 基質以外については実験1と同じ試薬を使用した。

4. 実験操作

三角フラスコ (A, A', B, B') に水5mlとり、これに酵素液1mlを加え、A', B'について100℃の水浴上で5分間加熱し、リパーゼ活性を不活性化させた。A, A'には基質 (コントロール) 2ml, B, B'には抽出物を含む基質2ml加えて良く混和し、37℃で60分間インキュベートした。インキュベート後、直ちに、氷冷と同時にエタノール5mlと1%フェノールフタレイン/エタノールを2滴加えた。これらについて1/20N 水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定し、AおよびA'の滴定量の差をリパーゼ活性とした。また、BとB'の滴定量の差を抽出物添加のリパーゼ活性とした。

実験3 サプリメント水抽出液によるリパーゼ活性の阻害

1. 試料

サプリメントA (イチョウ葉エキス等含有)、サプリメントB (マンネンタケ (霊芝) 等含有)、サプリ

Table1. Composition of Samples (Supplements).

	Supplement A	Supplement B	Supplement C	Supplement D	Supplement E	Supplement F	Black oolong tea
Indicatory trade name	Ginkgo leaf	Karsten	Carnitine	Chondroitin	Chitosan	Deit supplement	Oolong tea polymerized polphenols
Main component	Ginkgo leaf extract(168mg/ml)	Karsten# extract(294mg/g)	Carnitine-tartrate(100mg/ml)	Chondroitin sulfate(28mg/g)	Chitosan (53.2mg/g)	Gymnema sylvestre extract(240mg/g)	Gymnema sylvestre extract(240mg/g)
Other components	Lactose	Lactose	Lactose	Collagen	Lactose	Mulberry leaf extract	
	Cellulose	Cellulose	Cellulose	MSM	Cellulose	Oolong tea extract	
	Sucrose-ester	Sucrose-ester	Sucrose-ester	Glucosamine	Chitosan-oligosaccharide	Chitosan	
	Vitamin B ₆	Vitamin B ₁	Vitamin C	Devil's claw	Sucrose-ester	Red pepper	
	Theanine		Vitamin B ₆				
	Vitamin B ₁₂		Vitamin B ₂				
	Vitamin B ₁		Vitamin B ₁				
	Folic acid		Vitamin B ₁₂				

Karsten:
Ganoderma lucidum

メントC (カルニチン等含有), サプリメントD (コンドロイチン), サプリメントE(キトサン等含有), サプリメントF (ギムネマシルベスタ等含有) および黒烏龍茶を平成18年8月に群馬県内小売店で購入した。各サプリメントに標示されていた主な成分を表1に示した。また, サプリメントFには, 桑の葉成分が副成分として含まれていたため, 本成分の影響を検討するため, 桑の葉を群馬県みどり市笠懸町にて採取し実験に供した。

2. 試料の調製

サプリメントAからF (錠剤) 1gを乳鉢で粉碎し水29mlを加えよく混和しその懸濁液を添加試料とした。黒烏龍茶はそのまま添加試料とした。桑は, その葉を0.5mm程度の切片とし, 各試料の乾燥重量1g相当量に石英砂を加えた乳鉢中で粉碎混和し, 水を加えて30mlとして, 遠心分離 (1000×g, 10分間) した上澄液を抽出液とした。

3. 試薬および実験操作

実験1と同様に行った。

実験4. 果物の水抽出物がリパーゼ活性に及ぼす影響

1. 試料

グレープフルーツ・ホワイト (アメリカ産), グレープフルーツ・ルビー (アメリカ産), スイカ (群馬県産), キウイフルーツ (ニュージーランド産) の各試料を群馬県内小売店より平成18年8月に購入し, 直ちに実験に使用した。

2. 試料の調製

グレープフルーツ (果肉部), スイカ (果肉部), キウイフルーツ (果肉部) を乳鉢で磨りつぶし, 遠心分離 (1000×g, 10分間) して, その上澄液を抽出

液とした。グレープフルーツの皮を0.5mm程度の切片5gに石英砂を加えて乳鉢中で粉碎混和し, 水を加えて30mlとして, 遠心分離 (1000×g, 10分間) した上澄液を抽出液とした。

3. 試薬および実験操作

実験1と同様に行った。

統計処理

t-検定を用いた。

結 果

図1には各酵素濃度におけるリパーゼ活性を示した。リパーゼ活性は酵素濃度2.5mg/mlから40mg/mlまでほぼ直線的に増加し, 40から80mg/mlまでほぼ一定の値を示した。

図2にはリパーゼ濃度40mg/mlの酵素液で, 120分後までインキュベートしたリパーゼ活性を測定した。リパーゼ活性はインキュベート開始から徐々に増加し60分以降120分までほぼ一定の値が示された。

表2には香味成分を含む各野菜について, 水あるいは油で抽出した物質を添加した場合のリパーゼ活性を示した。水抽出の場合, コントロールと比較してショウガのリパーゼ活性が有意に低い値を示した ($p<0.05$) が, ニンニク, トウガラシおよびネギではコントロールとの差異は見られなかった。ニンニク, ショウガを油で加熱抽出した場合, リパーゼ活性はコントロールと比較して有意に減少した ($p<0.001$ または $p<0.01$)。一方, トウガラシおよびネギではコントロールとの差異は見られなかった。

表3には各サプリメントを懸濁させた液を添加した場合と, 桑の葉および黒烏龍茶を添加した場合のそ

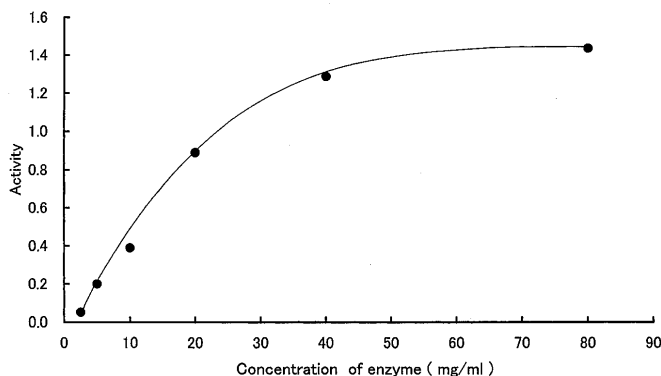


Fig.1 Effect of enzyme concentration on lipase activity.

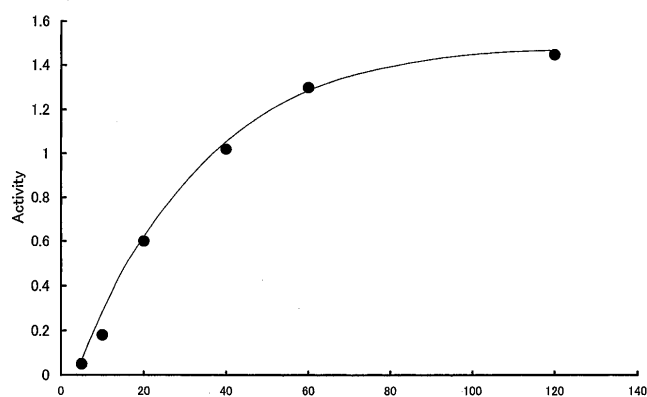


Fig.2 The change of the porcine pancreas-lipase activity by the incubation time (min).

Table2. Effect of various food extracts on the lipase activity.

Extract	Lipase activity	
	Aqueous extract	Oily extract
Control	1.32 ± 0.03	1.00 ± 0.01
Garlic	1.34 ± 0.03	0.90 ± 0.00 ***
Red pepper	1.35 ± 0.03	1.03 ± 0.03
Green onion	1.32 ± 0.03	1.01 ± 0.02
Ginger	1.12 ± 0.02 *	0.93 ± 0.01 **

Values are means ± standard error.

*Significantly different from control(p<0.05).

**Significantly different from control(p<0.01).

***Significantly different from control(p<0.001).

Table3. Effect of various extracts on the lipase activity.

Supplements	Extracts	Lipase activity	
-	Control	1.25	± 0.06
A	Ginkgo leaf	0.97	± 0.02 *
B	Karsten#	1.22	± 0.01
C	Carnitine	1.14	± 0.02
D	Chondroitin	1.40	± 0.05
E	Chitosan	1.43	± 0.09
F	Gymnema sylvestre	1.00	± 0.01 *
-	Black oolong tea	1.02	± 0.02 *
-	Mulberry leaf	1.31	± 0.05

Values are means ± standard error.

*Significantly different from control(p<0.05).

Karsten: *Ganoderma lucidum*

れぞれのリパーゼ活性を示した。コントロールと比較して、イチョウ葉エキスを含むサプリメントAと

Table4. Effect of various fruit extracts on the lipase activity.

Extracts	Lipase activity	
Control	1.08	± 0.03
Ruby grapefruit juice	1.20	± 0.06
White grapefruit juice	0.99	± 0.44
Peel of ruby grapefruit	1.03	± 0.06
Peel of white grapefruit	0.92	± 0.11
Watermelon	1.48	± 0.73
Kiwifruit	1.27	± 0.12

Values are means ± standard error.

ギムネマシルベスタエキスを含むサプリメントFおよび黒烏龍茶を添加した場合、リパーゼ活性は有意に低下した (p<0.05)。サプリメントC (カルニチン), B (マンネンタケ), D (コンドロイチン), E (キトサン) および桑の葉では有意な増減は示めされなかった。

表4には、各果物の水抽出物を添加した場合の隣リパーゼ活性を示した。コントロールと比較して、グレープフルーツ・ホワイトのジュース、グレープフルーツ・ルビーとホワイトの皮において低い値が示されたものの、いずれの試料においても有意な差は示されなかった。

考 察

ヒトにおける脂肪の消化は、主に膵臓のリパーゼにより行われる。リパーゼが作用するためには胆嚢より分泌された胆汁酸等による食事性脂肪の乳化を必要としている。もし、小腸内に消化酵素の阻害物質や乳化を妨げる物質が存在した場合、脂肪の消化・吸収は抑制される可能性があり、この場合摂取した脂肪は糞中へ排泄される。著者らは前報^{11, 12)}で緑茶やいくつかの食品の抽出液がリパーゼ活性を数%から数十%阻害することを見だし、それらの食品の適正な摂取は肥満防止に一定の効果が期待できることを報告した。同様の結果は野田ら¹⁴⁾により報告されている。

本実験では、香味野菜、ダイエットを目的とした「健康食品」として市販されているサプリメントおよびいくつかの果物のリパーゼ阻害作用を検討するため、前報¹²⁾の実験条件を一部改良してリパーゼ阻害作用を調べた。前報では、鶏の膵臓および十二指腸からリパーゼを分離して実験に供試したが、今回は哺乳動物 (豚) 由来のリパーゼを用いた。そのため、

先ず、豚膵臓由来の酵素における反応条件を確かめた。その結果（図1, 2）、本実験では酵素濃度を40mg/ml、インキュベート時間を60分間とした。

表2に示したように、ショウガは水および油によるいずれの抽出でも一定のリパーゼ阻害作用があり、また、ニンニクにも油抽出において阻害作用が認められた。トウガラシ、ネギは水抽出、油抽出いずれにおいても、リパーゼ活性に影響を及ぼさなかった。ニンニクを比較的低温（100℃以下）で油にて抽出すると油液中にアリルスルフィド類やビニルジチン、アホエンなどの成分が出現し、これらの成分には血中脂質の低下作用を示すものもある¹⁵⁾。また、ニンニクには脂溶性のステロイドサポニンの存在が報告されていて¹⁵⁾、サポニンの中には膵リパーゼの阻害作用のあるものも知られている¹⁶⁾。本実験におけるニンニクの油抽出で認められたリパーゼ活性阻害（表2）は、ニンニクのどの成分が関与したかは不明であるが、本実験ではニンニクを低温加熱（90℃で2時間）して抽出したことから、アリルスルフィド類やビニルジチン、アホエンなどの脂溶性成分あるいは脂溶性サポニンが関与した可能性も考えられる。ショウガのリパーゼ活性阻害は前報¹²⁾の鶏膵臓由来のリパーゼにおいても認められていた。ショウガは、哺乳動物（豚）膵臓由来のリパーゼを用いても、また、水抽出や油抽出のように抽出法を変えても、添加した量が生理的な範囲（日常摂取している量）であってもリパーゼ活性阻害作用を示した。従って、ショウガは特殊な抽出や特定成分の濃縮をすることなしに、日常の調理方法で摂取した場合においても、脂肪消化抑制効果が期待できると考える。トウガラシには辛味成分としてカプサイシンとジヒドロカプサイシンが知られており、体熱産生、脂質代謝亢進作用、食欲増進作用、抗酸化作用、抗菌作用、鎮痛作用、発汗作用等多くの生理作用が報告されている¹⁷⁾。Srinivasanら¹⁸⁾はラットに高コレステロール食を給餌した場合、カプサイシンの摂取が血清コレステロールレベルを低下させることを報告し、カプサイシンによる胆汁酸や脂肪吸収阻害の可能性を示唆している。しかしながら、本実験では、トウガラシによる膵リパーゼ活性の阻害は観られなかった。従って、Srinivasanら¹⁸⁾が示したトウガラシのもつ脂質代謝改善効果は消化過程ではなく、別の作用機序によるものかもしれない。

市販されている健康食品のダイエットを期待する製品には、脂肪吸着や脂肪の消化吸收阻害を提示し

たものが少なくない。本実験に供したサプリメントにも上記の効果を期待したもの（サプリメントF・かに由来キトサン含有）があったが、本実験の条件下、すなわちオレイン酸主体のオリーブ油をTween60で乳化させた条件ではリパーゼ活性の阻害は観られなかった（表3）。奥田⁸⁾は、キトサンはレシチンで乳化させた脂肪では阻害効果を示すが、アラビアゴムやTritonX-100などの非生理的界面活性剤で脂肪を乳化させた場合、阻害しないことを示している。一方、サケ鼻軟骨から調製したコンドロイチン硫酸は、レシチンだけでなく、アラビアゴムやTritonX-100などの非生理的界面活性剤で乳化させた場合でも、リパーゼ阻害効果を有することが報告されている⁸⁾。本実験で使用したコンドロイチン含有製品については、膵リパーゼに対して明確な阻害効果が観られなかった。これらの相違は本実験で使用したコンドロイチン製品がサメ由来であったこと、その含有量も1粒250mg当たり7mgと含有量が少なかったこと等が影響しているのかもしれない。

ギムネマシルベスタはインド中南部のガガイモ科の植物で、その葉は甘味抑制剤として知られている。有効成分であるギムネマ酸は小腸上皮細胞の糖輸送担体を阻害し、血糖値の上昇を抑制することが報告されている¹⁹⁾。本実験で使用したギムネマシルベスタ含有製品には、膵リパーゼ活性阻害が見られたが、これがギムネマシルベスタそのもの効果か、あるいは、この製品に含まれる他の成分（表1）によるものかは不明であった。そこで、その副成分のひとつである桑の葉について、実験3と同条件下でリパーゼ活性を調べた。その結果、桑の葉はリパーゼ活性に影響をほとんど及ぼさなかった。また、このギムネマシルベスタ含有製品にはウーロン茶エキスが含まれていたことから、このウーロン茶の成分がリパーゼ活性を阻害した^{9, 10, 11)}可能性もある。

イチョウ葉成分のフラボノイド類には抗酸化作用や血小板凝集阻害作用^{20, 21)}、脳梗塞や動脈硬化症の予防²²⁾ 痴呆症の改善²³⁾等の作用が知られているが、脂肪吸収抑制などは報告されていないようである。本実験の結果（表3）では、イチョウ葉含有製品に膵リパーゼ活性阻害作用が観られた。このことから、イチョウ葉については抗肥満作用が期待できるので、今後さらに検討したい。黒烏龍茶は特定保健用食品の指定を受けた製品であり、本実験の条件下においてもリパーゼ阻害効果を認めた。

最近、柑橘類などの果物がもつ脂質代謝改善のあ

る成分が報告^{24, 25)}された。特にグレープフルーツの精油の匂いがラットの交感神経を刺激し、体脂肪の分解促進、食欲低下、体重減少を誘導すること²⁶⁾、柑橘類の未熟果実に含まれるアルカロイドであるシトラスアウランチュウム（シネフリン）と呼ばれる成分が、アドレナリンの $\beta 3$ -レセプターを刺激し体脂肪分解を促進することが報告¹³⁾され、これらの結果を根拠に、グレープフルーツのもつ成分が、ヒトの瘦身効果につながることを期待したサプリメント市販されてきている。本実験では、グレープフルーツの抽出物が、脂肪の消化吸収に影響を及ぼすかを明らかにしようとして、グレープフルーツ2種（ルビーとホワイト）についてリパーゼ活性への阻害作用について調べた。また、同時にキウイフルーツ、スイカについても同様な検討を加えた。その結果、グレープフルーツ（ルビーとホワイト）の皮でリパーゼ活性を阻害する傾向を示したものの、明確な阻害効果は認められず、また、スイカ、キウイフルーツいずれの果実についても顕著な阻害作用は観られなかった（表4）。Kuboら²⁷⁾は柑橘類に含まれるシネフリンの瘦身効果が小さいにもかかわらず、これを含む健康食品が流通していることを懸念している。シネフリンの過剰摂取は、ラットの血圧を上昇させ²⁸⁾、ヒトへの経口投与では心拍数と血流を増加させ²⁹⁾、繰り返しの投与でラットの心臓毒性を出現させる³⁰⁾など、むしろ害作用を誘導することも報告されている。このようにグレープフルーツの瘦身効果は消化段階でもその効果は明確でなく（表4）、シネフリンの過剰摂取での副作用を考慮すれば、安易なサプリメントなどによる摂取をさけるべきで、グレープフルーツ等は生食など通常の食しかたを心がけるべきと考える。

引用文献

- 1) 舟橋徹：肥満とメタボリックシンドローム—アディポサイトカインから—。第124回日本医学会シンポジウム記録集肥満の科学。日本医学会（東京），17-26，2004。
- 2) 加隅哲也，坂田利家：レプチンによる脂肪代謝と脂肪蓄積の抑制。日薬理誌，118（5）：334-339，2001。
- 3) 小川佳宏：～生活習慣病シリーズ～肥満と食欲調節の分子機構—レプチンを中心に—。日本栄養・食糧学会誌，56（1）：47-51，2003。
- 4) Masuzaki H., Ogawa Y. et al.: Glucose metabolism and insulin sensitivity in transgenic mice over expressing leptin with lethal yellow agouti mutation. *Diabetes*, 48: 1615-1622, 1999.
- 5) Okamoto Y., Kihara S. et al.: Adiponectin reduces atherosclerosis in apolipoprotein E-deficient mice. *Circulation*, 106 (22) : 2767-2770, 2002.
- 6) Maeda N., Takahashi M., et al.: PPAR-gamma ligands increase expression and plasma concentration of adiponectin, an adipose-derived protein. *Diabetes*, 50 (9) : 2094-2099, 2001.
- 7) 奥田拓道：食品に含まれる機能物質と肥満に関する研究。日本栄養・食糧学会誌，54（1）：35-40，2000。
- 8) 奥田拓道：生活習慣病と食品の機能性。臨床栄養，97（7）：818-823，2000。
- 9) 奥田拓道：健康茶の抗肥満作用（第1報）各健康茶素材のラット脂肪細胞における脂肪分解及び膵臓リパーゼ活性に及ぼす影響。日本体質学雑誌，63：60-65，2001。
- 10) Han L.K., Takaku T.: Anti-obesity action of oolong tea, *Int. J. Obesity*, 23: 98-105. 1999.
- 11) 榮昭博，関崎悦子：茶およびにがりが膵リパーゼ活性に及ぼす影響。桐生短期大学紀要，16：13-17，2005。
- 12) 榮昭博，井桁千恵子ら：食品から得られた水抽出物が膵リパーゼ活性に及ぼす影響。桐生短期大学紀要，15：77-81，2004。
- 13) Carpenne C., Bousquet-Melou A., et al: Lipolytic effects of beta 1-, beta 2-, and beta 3-adrenergic agonists in white adipose tissue of mammals. *Ann N.Y. Acad Sci*, 839: 186-189, 1998.
- 14) 野田淑子，三浦理代，五明紀春：食品中のリパーゼ活性に及ぼす影響。日本臨床栄養学会誌，22（3）：28-38，2000。
- 15) 齋藤洋ら：ニンニクの科学。朝倉書店（東京），2000。
- 16) 奥田拓道：肥満と食品中の機能物質。臨床栄養，97（3）：253-256，2000。
- 17) 岩井和夫，渡辺達夫：トウガラシ：辛味の科学。幸書房（東京），148-228，2000。
- 18) Srinivasan K and Sambaiiah K: The effect of spices on cholesterol 7 α -hydroxylase activity and on serum and hepatic cholesterol levels in the rat. *Internat L Vit Nutr Res*, 61 : 364-369, 1991.
- 19) 吉岡伸一ら：ラット小腸におけるギムネマ酸お

- よびナツメ葉抽出物のブドウ糖吸収抑制効果.
米子医誌, 37: 142-154, 1986.
- 20) Akiba S., Kawauchi T., et al: Inhibitory effect of the leaf extract of Ginkgo biloba L. on oxidative stress-induced platelet aggregation. *Biochem. Mol. Biol. Int.*, 46: 1243-1248, 1998.
- 21) Oyama Y., Fuchs PA., et al: Myricetin and quercetin, the flavonoid constituents of Ginkgo biloba extract, greatly reduce oxidative metabolism in both resting and Ca⁺⁺ loaded brain neurons. *Brain Res.*, 635: 125-129, 1994.
- 22) Yan LJ., Droy-Lefaix MT. et al.: Ginkgo biloba extract (EGb761) protects human low density lipoprotein against oxidative modification mediated by copper. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 212: 360-366, 1995.
- 23) Wettstein A.: Cholinesterase inhibitors and Ginkgo extracts are they comparable in the treatment of dementia? Comparison of published placebo controlled efficacy studies of at least six months' duration. *Phytomedicine*, 6: 393-401, 2000.
- 24) Kim H.K. et al.: Lipid-lowering efficacy of hesperetin metabolites in high cholesterol fed rats. *Clin. Chim. Acta.* 327: 129-137, 2003.
- 25) Lee C.H. et al.: Anti-atherogenic effect of citrus flavonoids, naringin and naringenin, associated with hepatic SACAT and aortic VCAM-1 and MCP-1 in high cholesterol-fed rabbits. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 284: 681-688, 2001.
- 26) 永井克也：匂い刺激のエネルギー代謝に対する影響とその機構－グレープフルーツとラベンダーの芳香の効果－. *肥満研究*, 11: 206-208, 2005.
- 27) Kubo K., Kiyose C. et al.: Suppressive effect of citrus aurantium against body fat accumulation and its safety.: *J. Clin. Biochem. Nutr.* 36: 11-17, 2005.
- 28) Hung Y.H., Wang G.F.: Fructus aurantii reduced portal pressure in portal hypertensive rats. *Life Sci.*, 57: 2011-2020, 1995.
- 29) Thomas S.H., Clark K.L. et al: A comparison of the cardiovascular effects of phenylpropanolamine and phenylephrine containing proprietary cold remedies. *Br. J. Clin. Pharmacol.* 32: 705-711, 1991.
- 30) Wheaton T.A. and Stewart I.: The distribution of tyramine, N-methyltyramine, hordenine, octopamine, and synephrine in higher plants. *Lloydia* 33: 244-254, 1970.

Inhibitory Effects of Various Foods and Supplements on the Pancreatic Lipase Activity

Akihiro Sakae, Etsuko Sekizaki

Abstract

To clarify the presence of anti-obesity effects of various foods and supplements, the lipase activity were examined using the lipase from porcine pancreas. The findings were as follows,

1. Aqueous extracts of ginger inhibited the lipase activity ($p<0.01$), in contrast aqueous extracts of garlic, red pepper, green onion did not cause the effect to lipase activity.
2. Oily extracts of ginger and garlic inhibited the lipase activity ($p<0.001$ and $P<0.01$), however oily extracts of red pepper, green onion did not cause the effect to lipase activity.
3. Supplement A (ginkgo leaf) and F (gymnema sylvestre) and oolong tea-black inhibited the lipase activity ($p<0.05$).
4. Supplement B (karsten), C (carnitine), D (chondroitin), E (chitosan) and low-mulberry leaf did not effect it for the lipase activity.
5. White and ruby grapefruit juice, extracts of peel of white and ruby grapefruit, watermelon and kiwi did not effect it for the lipase activity.

Keywords: Lipase, Inhibition, Supplement, Ginger, Anti-obesity