

カキとその生理機能

井上 良計 ・ 鹿山 光

Oyster and its Function

Yoshikazu INOUE *

Mitsu KAYAMA **

ABSTRACT

From ancient times an oyster has been known that it is extremely excellent nutritious food. In this paper first the oyster is explained about its historical relation with a human being and its biological and nutritional meanings. Secondly it is described that the nutritious substances such as digestible glycogen, protein, amino acid and Zinc are effective for human health. Glycogen in oyster increases from late winter to early spring. Recently, it is reported that glycogen prevents cancer. Taurine is a kind of sulfur containing amino acid and is used as the medical treatment medicine. Furthermore it has been evaluated in the action that taurine increases HDL cholesterol and reduces LDL cholesterol in blood. It is also reported that taurine reduces a thick head after alcohol drinking. Zinc is contained in the oyster in a extremely large amount among inorganic substances. If zinc is insufficient, impediment in a sense of taste and skin disease are apt to be brought out. Since it seems that sesamin contained in sesame and oyster extract are thought to decrease alcohol disease, we investigated their effects on alcohol drinking. Sugar coating tablet containing sesamin (5.5mg) and oyster extract (230mg) was given to 10 persons. They have 18 tablets every day for a week. Temperature of their face before and after taking tablets are measured by thermography after drinking whisky in the room controlled at 25 °C. The effect of those tablet containing sesamin and oyster extract are recognized by difference (0.4 °C) at maximum of elevated face temperature after drinking.

KEY WORD: TAURIN GLYCOGEN ZINC ALCOHOL DECOMPOSITION SESAMIN OYSTER EXTRACT
 タウリン グリコーゲン 亜鉛 アルコール分解 セサミン カキエキス

1. 緒言

カキは古来より滋養強壮効果があるといわれ食品として食べられてきた。その有効性については直接的な研究はほとんど文献に見られないがエキス成分中に含まれる各成分の有効性特にタウリンの生理作用については詳細に検討されているものもある。また最近では他の食品に比べ亜鉛が多く含まれていることが明らかになっているが、亜鉛の生理作用についても様々な研究がされるようになった。またカキの栄養成分としてグリコーゲンの含有量の研究も進められており、カキの有効性についての研究は科学的な手法により進められるものと考えられる。

・古代人とカキ

古来よりカキは他の貝類と共に古代人により食べら

* 備前化成株式会社 研究開発部

** 食品工学科

れてきた。その根拠となるのが各地で発見されている貝塚の中に残されているカキ殻が挙げられる。

カキは海岸の干潟で容易に採取され味も良いことから古代人に好まれて食べられていたと判断される。特にアイルランドとオーストラリアの海岸では数メートルの層を成し、何百メートルにもわたって貝塚が見られると言うことです。日本でも広島周辺の縄文、弥生時代の貝塚でカキとハマグリで大半が占められていました。

・カキの歴史

有史以降もカキについての様々のエピソードが残されている。古代ギリシャにおいて貝殻追放に使われたのはカキの殻であり相当量のカキが食べられていたと言う証拠にもなります。古代ローマ帝国では魚醤の一種であるガロムと呼ばれるサバの漬け汁で味付けをして食べていたと言うことです。ジュリアス シーザー

がドーバー海峡を渡りイギリスに攻め込んだのもテムズ河口のカキに有ったと言われているくらいです。

近世ではフランスの皇帝ルイ11世はソルボンヌ大学の学者とカキの旬にカキのパーティを催したと言われています。ナポレオン1世は戦地での3度の食事にカキを選んだと言われ、その為か天然のカキはほとんど取り尽くされ、ナポレオン3世に時代にはカキの養殖が奨励されるようになったと言うことです。

カキを好んで食べたことのエピソードとして文豪バルザックは一度に12ダースものカキを食べたと、鉄血宰相ビスマルクはあるパーティの席上で175のカキを食べたと言うほどのカキ好きの健啖家だと言うことです。

我が国では江戸時代の儒学者頼山陽がカキを好んで食べ広島比治山下の草庵で門下生と天上天下牡蠣独尊とカキを讃えたとのことです。

・カキの養殖

日本におけるカキの養殖については元和元年に広島藩主浅野長晟公が和歌山から移封した際、和歌の浦のカキを広島へ移植したのが始まりといわれている。

また、寛永年間に広島淵崎の吉和屋平四郎が石莖養殖を始めたとも言われている。あるいは、寛永4年矢野村の和泉源蔵が洪建養殖を始めたとも、寛文2年に小林五郎左衛門が始めたとも言われている。いずれにせよ江戸時代初期に広島沿岸においてカキの養殖が始められたものと見なされる。

今日一般的に用いられている筏垂下式の養殖法は大正末期に妹尾、堀らの研究により始められ普及した。

世界におけるカキの生産量はアメリカ、日本、韓国、フランスの順で多く、日本国内では広島、宮城、岡山、岩手、石川県と続いている。

・カキの種類

カキは南極、北極をのぞく熱帯から寒帯に至る潮間帯から水深数十メートルの幅広い海域に分布し、その種類は200種とも言われている。我が国における食用ガキ類別の分布ではもっとも一般的なマガキは全国的に分布し、イタボガキは瀬戸内に多く、イワガキは外洋の沿岸の深いところに住み、スミノエガキ、シカメガキは有明に多く分布している。外国産ではフランスガキといわれるヨーロッパヒラガキ、アメリカ太平洋沿岸のオリンピアガキと大西洋沿岸のバージニアガキやポルトガルガキやオーストラリアガキなどが挙げられる。

・カキの生活

カキはほぼ1年で親になり産卵するようになる。種によって卵生型と幼生型があり、卵生型にはマガキ、スミノエガキ、イワガキ、ケガキ、アメリカガキ、ポルトガルガキがあり、幼生型にはイタリアガキ、フラ

ンスガキ、オリンピアガキなどが挙げられる。

卵生型は一腹から四万〜一億粒の卵が放出され水中で受精し成熟するまで親の世話にならない。幼生型は親の鰓の中で受精しそのまま殻ができて自力で泳げるようになるまで育てられ、一腹から二百万〜四百万粒くらいが放卵されると言われている。

古代中国ではカキはモノセクシャルと考えられていましたが、実際は雌雄同体で栄養状態により性が変換します。

カキの産卵は水温が20℃を越える6月頃に始まり、24〜25℃になる7月頃が最盛期になり9月に終了する。放卵した卵は海中で受精し水温が23℃くらいになると約2週間で変態をとげ付着生活に入ります。この時期に養殖業者は貝殻をつるし種苗を採取し筏で養殖します。

2. カキの有効成分と生理作用

カキの有用性についてはこれまでに様々の記述がなされているが、大半は民間での治験例であり十分な根拠を持った報告は少ない。筆者らの手元に集まった報告事例よりカキの有効性について三点に絞って整理し、検討を加えてみた。

2. a グリコーゲン

グリコーゲンはグルコース残基が α -1,4結合しグルカン鎖に α -1,4鎖が α -1,6結合した枝分かれ構造を持つ糖類であり平均鎖長約12、内部鎖長5、外部鎖長5〜6である。哺乳動物の筋肉型とほぼ同じある。分子量は10⁷にもなり巨大分子を形成する。哺乳動物の肝臓の粒子は大きく α 型(60〜250nm)であり、筋肉の粒子は小さく β 型(20〜50nm)で貝類のグリコーゲンは外見は α 型、構造的には型を示している(1)。

カキのグリコーゲンの年間の変動は大きく、山村・渡辺(1965)の研究結果が示すように産卵前の2月から5月にかけて最も多く蓄積され、産卵後の8月9月が最も低くほとんどグリコーゲンを含まない状態になる(図1参照)(2)。

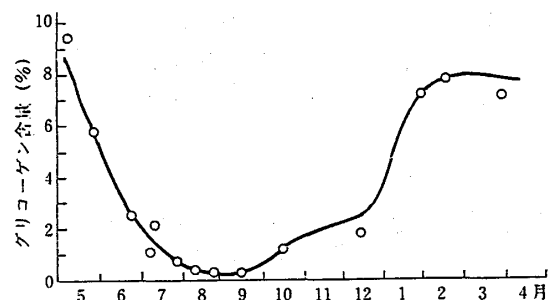


図1 カキ軟体部のグリコーゲン量の季節的变化(2)

グリコーゲンの生理作用についてはほとんど研究されておらず、代謝そのものについての研究はどの糖質と同様に多くなされている。

*最近ホタテ貝に含まれるグリコーゲンが抗腫瘍作用を示すことが報告されており(3)、魚介類のタンパク質、ペプチド、アミノ酸の生理作用と同様に今後の研究課題として詳細に検討される必要があると考えられる。

2. b タウリン・グルタチオン

カキに含有されるエキス中の成分の内、遊離アミノ酸について他の貝類と共に詳細に検討されている。最近では魚介類に含まれるペプチドの内でもオリゴマーの部分で血圧降下作用を示すなどの報告や、ベタインの1種であるカルニチンが体内脂質の代謝を促進することが明らかになり利用されている。

遊離アミノ酸の内、含硫アミノ酸であるタウリンは10年に渡って研究会がもたれ、その薬理作用の研究が進められた。研究の幅は広く様々の薬理作用が対象となり研究されているが、ここでは後で報告するアルコールの代謝に関する研究に絞って述べることにする。

1978年に高橋はタウリンを毎食後1,000mgずつ2日間服用させた後100~120mlのウイスキーを飲ませ、その後の血中のアルコール濃度と心拍数を測定している。アルコール濃度については明確な差は認めていないが、心拍数は飲酒後30分でピークを示した後タウリンを摂取した群は大幅な心拍数の減少を認めている(4)。

中島らはタウリンを摂取することによるアルコール中毒の低減効果やアルコール飲用時の中枢神経機能の低下阻止などエタノールによる急性及び慢性投与の影響の抑制は、タウリンが肝機能に直接働きかけアルコール代謝を促進することによるものではないことを報告している(5)。

さらにタウリンについては、川田らがアルコール中毒マウスに対する効果を検討し、withdrawal convulsion(接触によって引き起こされる痙攣)に対して著しい効果を認めているが、血中アルコールについては有意な減少は認められないことを報告している(6)。

池田らは慢性アルコール中毒患者に対しタウリンを投与し、アルコール禁断症状が軽減することを報告している。タウリンの飲酒時の効果については血中アルコールの減少をさせるものでなく神経系に作用し心拍数の減少や中毒症状の軽減をするものであると判断される(7)。

ケネス・チュウはカキ肉エキスのガン予防効果について述べる中でカキ肉エキスに含有するものとタウリンが相乗的に効果を現し、ヒトの白血球細胞(HL-60)

中のグルタチオンが通常の約2倍に増加することを報告している。他の方法でグルタチオンを摂取させようとすると酸化してしまい、十分な量のグルタチオンが供給できないとしている。また *in vivo* の細胞内への取り込みが期待できないので、直接的なグルタチオンの供給は細胞内への取り込みが難しいのではないかとこの結論を暗に示している(8)。

グルタチオンと抗ガン作用についてはこのレポートでは明確にされずあくまでグルタチオンの増加が期待でき、グルタチオンが体内抗酸化に効果が期待されることよりガン予防に期待できるとしている。

2. c 亜鉛

微量金属の重要性について最近特に注目を集めており、従来の鉄やカルシウム以外にセレンやゲルマニウム、マグネシウム、などが注目されている。一方重金属に近いクロムや亜鉛の生理作用上の重要性が認識され研究されるようになってきている。

亜鉛の欠乏は味覚機能の低下と生殖作用に対する影響のため比較的早くから研究が進んでいる。カキ中には一般の食品の中では最も多くの亜鉛が含まれており亜鉛の欠乏を抑える上で最適の食品といえる。

亜鉛の欠乏が続くと皮膚障害、生殖器の機能不全、骨髄の異常、食欲不振、味覚障害、さらには成長障害が起こると言われている。また亜鉛の欠乏は免疫の不全につながり、軽度の欠乏でもTリンパ球やマクロファージからのインターロイキンの低下による免疫機能の衰退が検出される。これは亜鉛の投与により正常値に回復する(9)。

亜鉛の欠乏は細胞膜、生体膜の脂質の酸化が進む。亜鉛は金属酵素の成分であり、酵素と結びついている。亜鉛はストレスで特に損失し尿に排泄される。アルコールの解毒酵素も亜鉛含有酵素であり、飲酒により欠乏が促進される。亜鉛を投与すると傷の治癒が早められると言われている(10)。

ストレスによる亜鉛の欠乏は活性酸素による各種疾患の病変をさらに増加させる。亜鉛含有のSODは最初に発生する活性酸素を分解抑制し、活性酸素による障害を防止、低減する働きがある(11)。

以上、亜鉛の欠乏による影響をまとめると①動脈硬化症の進行が早くなる。②免疫力の低下による風邪などの感染症やガンなどに対する抵抗力の低下。③ストレスによる亜鉛の排泄の進行。④アルコールの常飲による欠乏とそれによる脂肪肝、肝硬変の発症。⑤細胞膜、生体膜の不安定化による影響、皮膚障害の発生などが主な影響と見なされる。

3. カキエキスとゴマ抽出物の併用効果(12)

筆者らはカキエキスに含まれるタウリンのアルコー

ルに対する強肝効果などとゴマ種子中に含まれるセサミンを組み合わせることにより相乗効果が期待できないか検討を加えてみた。

カキエキス中に多く含有されているタウリンのアルコール摂取時の効果については記述した。ゴマ種子中のセサミンについては最近生理作用の研究が進んでいる。

ヒトに対する直接的な効果は向精神性作用特にアルコール中毒の軽減効果のあることがUSAで特許として出願されている(13)。日本では秋元、清水らにより研究がなされており、 $\Delta 5$ 不飽和化酵素の阻害作用によりリノール酸からアラキドン酸への変換が中断され、ジホモ- γ -リノレン酸が高濃度で蓄積されることを報告している。またコレステロールの吸収抑制と肝臓での合成阻害による血清コレステロールの降下作用、アルコール代謝の促進及び解毒作用のあることを報告している(14)。

化学発ガン剤に対するラット乳ガン発症抑制効果や生体内抗酸化活性についても研究報告がなされている。村上らは高血圧ラットの虚血性脳障害に対するセサミンの効果について研究し、SHRSPでは脳卒中の病変が認められず、対照群に対し効果が認められている(15)。

カキエキス中に多く含まれるタウリンがアルコールによる傷害を軽減することは記述したとおりであるが、カキエキスとセサミンを併用することによりどのような効果が得られるかについて検討した結果を以下にまとめてみた。セサミンとカキエキスの併用により飲酒時の顔面温度の上昇がどのように抑制されるかについて検討を加えた。以下内容を詳述する(12)。

3-a 治験方法

① 試料

・カキエキス：治験に供したカキエキスは広島産のカキより備前化成(株)にて工業的に抽出したカキエキスであり、表1に成分表を示す。

表1 1粒中の成分含有量

カキ成分表		セサミン成分表	
項目	含有%	項目	含有%
水分	3.6	セサミン	44.3
タンパク	29.6	エビセサミン	53.3
灰分	13.7		
グリコーゲン	32.7		
タウリン	6.1		

・セサミン：治験に供したセサミンはゴマ油精製時に発生する脱臭スクムを蒸留後アルコール再結晶し、備前化成(株)にて工業的に製造したものである。セサミンの成分を表1に、HPLC分析の結果を図2に示す。

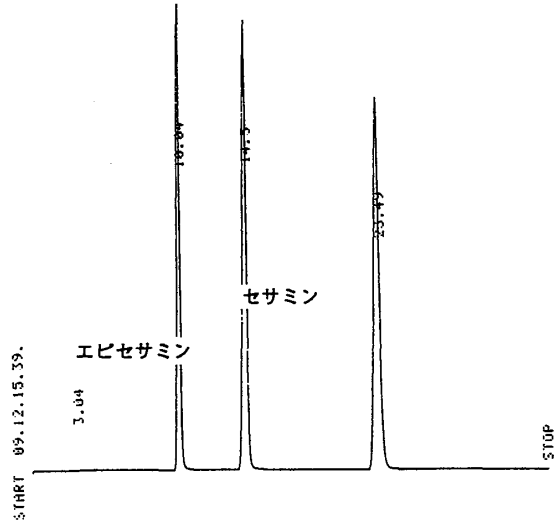


図2 セサミンのHPLC

・糖衣錠：治験に供した糖衣はカキエキス230mg、セサミン5.5mgを配合して打錠後、糖衣掛けしたものを用いた。

② 治験方法

上記カキエキス-セサミン配合物の糖衣を治験者10名に毎食後6粒、7日間与え、摂取前後における飲酒時の顔面温度の測定で評価した。飲酒の30分前より25℃、60%湿度の恒温恒湿の部屋に入り、ウイスキーを各人の酔いが起こる程度の量を飲ませた後、顔面の温度を経時的に測定した。温度測定はサーモグラフィと熱伝対を用い両者間での差異を確認した。

温度測定の際測部位及びサーモグラフィの仕様を図3に示す。熱伝対は各人左の頬に張り付けて測定した。各治験者の年齢、飲酒量、糖衣の摂取回数を表2にまとめる。

③ 結果

評価結果を図4~8に示す。結果をまとめると下記のとおりであった。

・被験者10名の平均値では、糖衣の摂取後の顔面温度上昇が摂取前に比べ最大値で0.44℃抑制された。(図8参照)これは中村らのセサミンだけの摂取による研究における0.2℃の抑制に比べ顕著な効果が出ていると判断され、セサミンとカキエキスの併用効果が出ているのではないかと推測された。

熱伝対では糖衣錠を摂取することにより1.5℃の低下が認められた。(図8参照)



A～E:前頭部
F～J:鼻部を含む顔面中央部
K～O:唇部を含む顔面中央下部
P～T:顎部から首にかけての領域

サーモグラフィー仕様

日本電子(株)製	JTG-5200
検出器	水銀カドミウムテルル
測定波長域	8～13 μm
温度測定範囲	-40～160℃
温度分解能	0.01℃

図3 計測部位

この結果はカキエキス・セサミン配合物がアルコールの酔いの指標である顔面紅潮を抑制する効果有するものであることを示すものである。

・さらに35歳までの若年層6名に限ると最高顔面温度の差が0.64℃とより顕著な効果を示している。また、最高温度に達する時間が短くなり、酔いが早く醒める傾向が認められた。本研究では例数が少なく結論としては確かではないが、年齢が高くなるほど効果は低下する傾向が認められた。(図7参照)

本研究において用いられたサーモグラフィーと熱伝対との相関については5, 10, 15, 30, 45, 60分の測定値をプロットすると相関係数0.932で明らかな相関が認められた。

筆者らの研究と中村らの研究の間では若干の測定条件の差は認められるが、セサミン単独よりカキエキスを併用することにより、より顕著な顔面温度抑制効果を示したものと判断される。悪酔いの抑制についてセサミンとカキエキスは相乗的に働いていると見なされる。ただ併用系については血中のアルコール濃度やアルデヒドの残存量などは測定しておらず、今後の研究が必要である。

表2 治験条件

治験者名	年齢	飲酒量	糖衣摂取回数
T. K	24	120 ml	19
N. H	26	20 ml	20
K. I	28	60 ml	19
O. N	30	80 ml	16
K. A	34	40 ml	20
K. T	35	20 ml	21
K. O	39	40 ml	20
Y. I	49	60 ml	20
M. K	53	20 ml	20
M. S	57	40 ml	21

4. その他の生理作用

カキエキス自体の効果としてその他多くの効果をおこなっているが、実際に動物実験なり、正確な治験研究は少ない。以下研究例を筆者の手元にある資料を基に整理してみる。

1) 実験的肝障害に対する予防効果

ウイスターラットにガラクトサミンを与え、肝障害を起こす事により評価を加えている。ガラクトサミンを注入する2時間前にカキエキスを経口投与することにより肝障害の指標であるGOT、GPTの増加が抑えられている。高度不飽和酸含有のリン脂質でも同様の効果があり、タウリン、ペプチドオリゴマーなども同様の効果が期待できる。有効成分についての言及がないのでさらなる研究に期待したい(16)。

2) 血小板凝集能抑制効果

カキエキスの低分子分画物について *in vitro* で血小板凝集能の抑制効果を検討し、良好な結果を得ている。また *in vivo* でも効果を認めている。正確な表現が少ないので推定でしかないがカキエキス中のオリゴペプチドなどの水溶性成分が効果をもたらしているものと推定される。各種のオリゴペプチドについて研究が進んでおり体脂肪の燃焼促進やアンジオテンシン変換酵素に関連する血圧抑制効果なども多く報告されるようになっている。

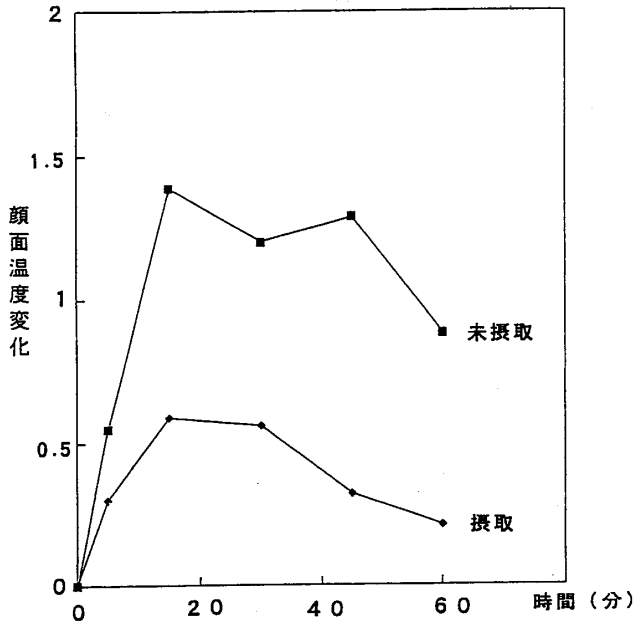


図4 顔面温度変化 N. H. 26歳

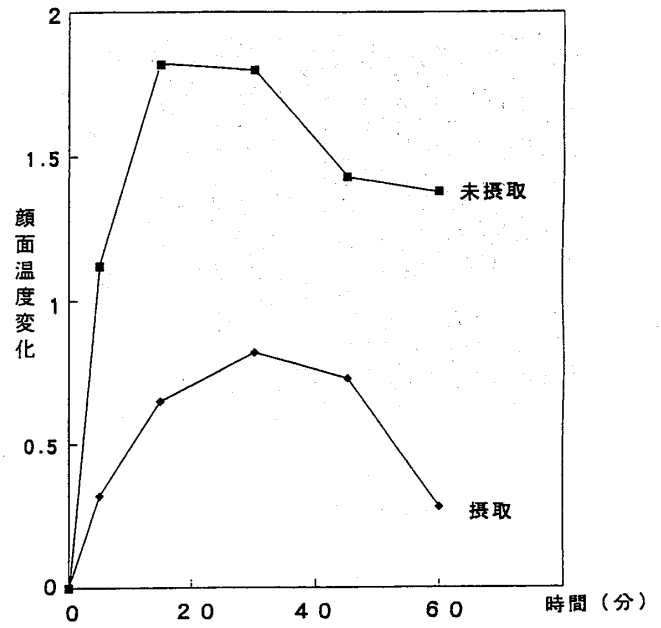


図5 顔面温度変化 K. A. 33歳

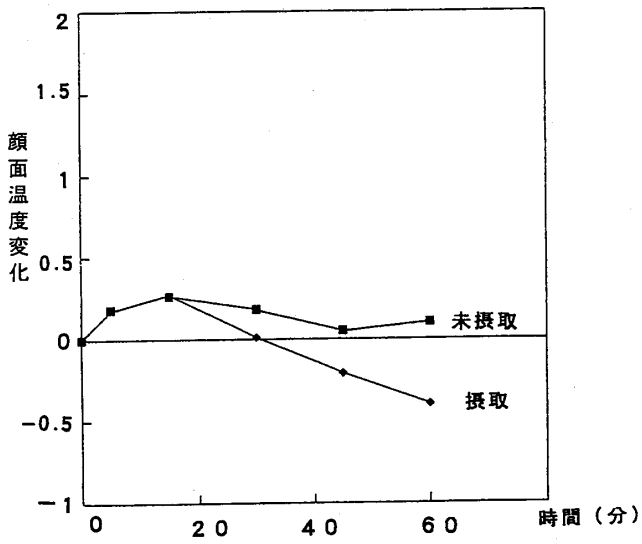


図6 顔面温度変化 K. T. 35歳

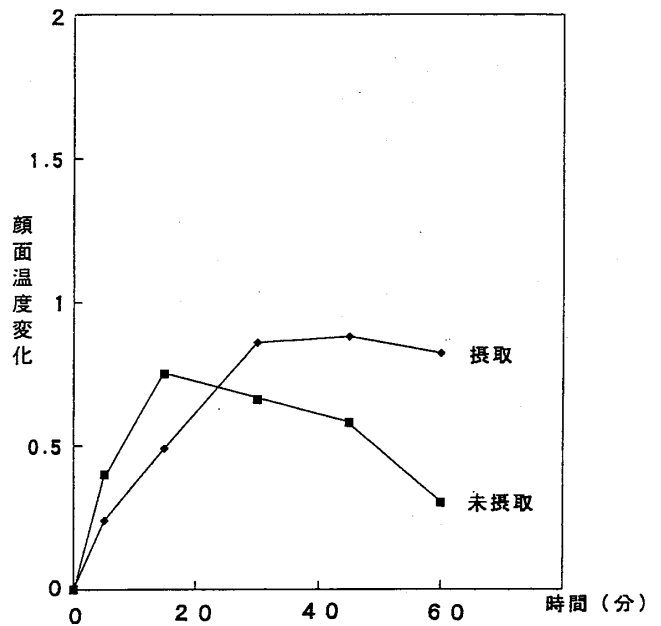


図7 顔面温度変化 M. S. 57歳

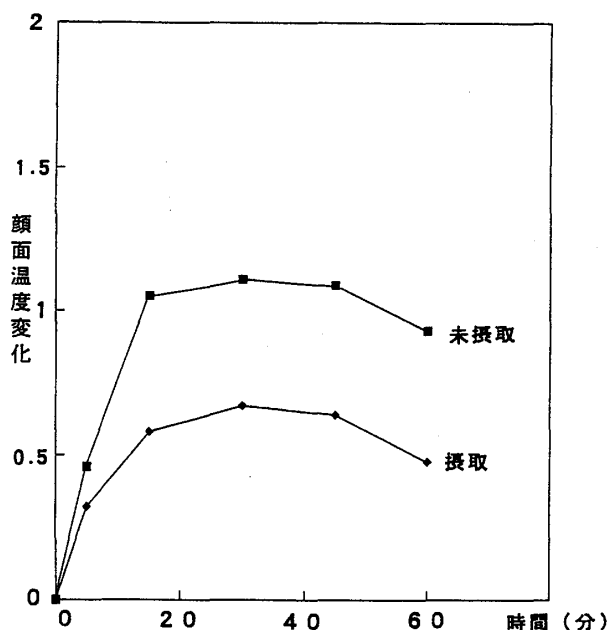


図8 顔面温度変化の平均値

3) その他

その他アロキサン誘導の糖尿病ラットにたいしカキエキス低分子分画物を投与すると糖負荷試験で血糖値の低下が早く糖尿に対する改善効果が認められた(17)。また木村らは過酸化油をラットに摂食させ発生する血中の中性脂肪、脂肪酸の増加がカキエキスにより抑えられることを記述している(18)。

5. カキの栄養成分と安全性

カキエキスの安全性については自然の食品であり何ら問題がないと考えられるが、急性毒性、変異原性、慢性毒性について調べられ、全く問題の無いことが確認されている。急性毒性、変異原性については日本食品分析センターでのデータ、慢性毒性については久保による研究報告で投与量500mg/kgでも臓器等への影響はないことが認められている(19)。

文献

- 1) K. Hata, *et al.*: J. Jpn. Soc. Starch Sci., 31, 146-155 (1984)
- 2) 山村、渡辺: 日水会東北支部会報, 16, 22-26 (1964)
- 3) 青森県工業試験場報告: (private communication)
- 4) 高橋: 含硫アミノ酸, 1, 81 (1978)
- 5) 中島ら: *ibid.*, 1, 89 (1978)
- 6) 川田ら: *ibid.*, 1, 97 (1978)

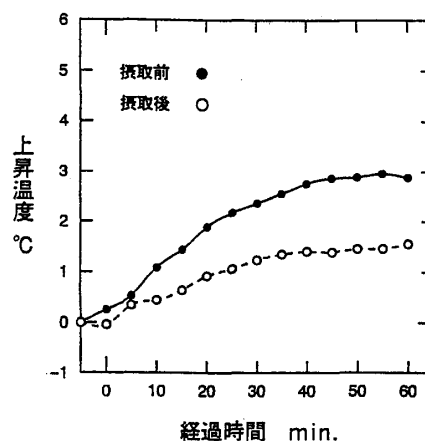


図9 平均温度上昇(熱電対)

7) 池田ら: *ibid.*, 1, 107 (1987)

8) ケネス・チュウ: 食品と開発, 31 (8), 47 (1996)

9) K. Kanpiaw: Prasad 国際微量元素医学会(1989)

10) R. K. Chandra: Ravan Press, ISBN 0-88167-117-7 (1985)

11) J. B. Burke *et al.*: Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 110 (1986)

12) 井上ら: 平成8年度日本水産学会春季年会要旨集 (1996)

13) Benecke *et al.*: U S P 4,427,694 (1984)

14) 秋元、清水: 醸協, 89(10), 788 (1994)

15) 村上ら: 栄養誌, 48, 189 (1995)

16) 久保ら: 基礎と臨床, 14(6), 69-74 (1980)

17) 太田ら: 微量栄養素研究, 第2集, 175-180 (1985)

18) 木村ら: 基礎と臨床, 17(10), 143 (1983)

19) 久保ら: KAKI-EXTの薬理学的研究報告 (1984)

なお緒言についてはかなりの部分を下記文献より引用した。

荒川、山崎: 牡蠣—その知識と調理の実際 柴田書店 (1977)