

第26回チョコレート・ココア国際栄養シンポジウム

講演要旨集

2021年9月17日(金)

経団連会館 国際会議場

主催 日本チョコレート・ココア協会

後援 農林水産省

第26回チョコレート・ココア国際栄養シンポジウム

実行委員長	大澤 俊彦
実行副委員長	間藤 卓
	芦田 均

日時	2021年9月
主催	日本チョコレート・ココア協会
後援	農林水産省

第26回チョコレート・ココア国際栄養シンポジウム

【実行委員長】

大澤 俊彦（名古屋大学名誉教授 愛知学院大学特任教授 人間総合科学大学特任教授）

1969年東京大学農学部農芸化学科卒業。1974年同博士課程修了。1989年より1年間、カリフォルニア大学デービス校環境毒性学部客員教授。名古屋大学農学部助教授を経て1995年同大学教授。2010年同大学名誉教授。2010年愛知学院大学心身科学部健康栄養学科教授。2011年同学部長。2017年同客員教授。2019年同特任教授、同年人間総合科学大学特任教授を兼任、現在至る。日本農芸化学奨励賞、日本農芸化学会賞、飯島食品科学賞、日本ベンチャー学会会長賞、日本食品科学工学会功労賞受賞。農学博士。

【実行副委員長】

間藤 卓（自治医科大学 医学部 救急医学教授/救命救急センター長）

1987年新潟大学医学部卒業、東京大学附属病院内科研修医。1989年東京大学医学部物療内科（現アレルギー・リウマチ内科）の臨床及び研究に従事。1996年埼玉医科大学総合医療センター高度救命救急センターにて救急/集中治療領域の臨床及び研究に従事。2016年自治医科大学救急医学教授・救命救急センター長、現在に至る。専門:救急/集中治療領域の基礎・臨床研究および医療機器開発。カカオ、カンピョウ、豆腐、脳内Mato細胞（間藤方雄が発見）の研究。医学博士、日本救急医学指導医、集中治療専門医、総務省救急業務のあり方に関する検討会委員他

芦田 均（神戸大学大学院農学研究科教授）

1983年神戸大学農学部農芸化学科卒業。1985年神戸大学大学院農学研究科農芸化学専攻修士課程修了。1988年神戸大学大学院自然科学研究科資源生物科学専攻博士課程修了。1988年神戸大学博士(学術博士)。1988年日本学術振興会特別研究員（～1990年3月31日）。1990年神戸大学助手（農学部）。1994年アメリカ合衆国カリフォルニア大学デービス校環境毒物学学科研究員（～1995年9月30日）。1999年神戸大学助教授（農学部）。2004年神戸大学教授（農学部）。2007年改組による変更：神戸大学大学院教授（農学研究科）～現在に至る。

2014年 第3回ネイチャー・インダストリー・アワード特別賞受賞

2015年 Fellow of Royal Society of Chemistry (UK)（～現在まで）

2016年 日本栄養・食糧学会賞受賞

2018年 兵庫県科学賞受賞

2018年 飯島藤十郎食品科学賞受賞

【講演者】（講演順）

佐々木 敬（公益財団法人佐々木研究所 理事長、東京慈恵会医科大学 客員教授）

1980年3月東京慈恵会医科大学（慈恵医大）医学部医学科卒業。1980年から2年間 慈恵医大附属病院にて初期臨床研修。1982年より慈恵医大第3内科学教室（主任 阿部正和教授）入局。1983年より2年間、東京大学医学部生化学第1講座（主任村松正実教授）研究生。1987年医学博士受領（慈恵医大）。1990年より2年間、ワシントン大学医学遺伝学部門（米国シアトル、主任 スタンリー ガートラー教授）シニアフェロー。2007年慈恵医大教授（糖尿病・代謝・内分泌内科学）。2014年同大学臨床医学研究所 副所長。2019年より同大学客員教授、（公財）佐々木研究所 理事長、2020年同財団附属研究所 所長（理事長と兼務）、現在に至る。糖尿病専門医、内分泌代謝科専門医。日本糖尿病学会学術評議員、日本内分泌学会功労評議員、日本病態栄養学会評議員、日本臨床栄養学会理事、（公財）日本国際医学協会評議員、（公財）MSD生命科学財団理事、日本グライセミックインデックス（GI）研究会代表幹事。

杉本 直俊（金沢大学医薬保健研究域医学系医学系 准教授）

1991年金沢大学医学部卒業。1995年金沢大学大学院医学研究科（博士課程）修了、金沢大学医学部助手。1996年-1997年米国オレゴン州ポートランド、LEGACY EMANUEL MEDICAL CENTER留学。2002年金沢大学医学部講師。2006年同助教授。2007年から現在に至る。

住吉 愛里（島根大学医学部 助教）

松崎 健太郎（島根大学医学部 講師）

紫藤 治（島根大学医学部 教授）

三谷 壘一（信州大学農学部生命機能科学コース 助教）

2008年大阪府立大学農学部卒業。同年4月大阪府立大学大学院生命環境科学研究科博士前期課程入学。2010年大阪府立大学大学院生命環境科学研究科博士前期課程修了。同年4月1日大阪府立大学大学院生命環境科学研究科博士後期課程入学。2011年～2013年大阪府立大学大学院生命環境科学研究科博士後期課程・日本学術振興会特別研究員DC2。2013年大阪府立大学大学院生命環境科学研究科博士後期課程修了。2013年自然科学系先端融合研究群・学術推進研究員。2014年神戸大学大学院農学研究科・日本学術振興会特別研究員PD。2015年信州大学先鋭領域融合研究群バイオメディカル研究所・助教。2019年信州大学農学部生命機能化学コース・助教。

第26回チョコレート・ココア国際栄養シンポジウム

14 : 00……委員長挨拶……大澤 俊彦 (名古屋大学名誉教授)

14 : 10……セッション I……座長 大澤 俊彦 間藤 卓 芦田 均

① 【高カカオチョコレートとグライセミック・インデックス (GI)
— 新時代の健康長寿を目指して —】

佐々木 敬 (公益財団法人佐々木研究所 理事長 日本 GI 研究会 代表幹事 東京慈恵会医科大学 客員教授)
座長 大澤 俊彦

② 【テオブロミンの認知機能向上への可能性】

- 杉本 直俊 (金沢大学医薬保健研究域医学系 准教授)
- 住吉 愛里 (島根大学医学部 助教)
- 松崎 健太郎 (島根大学医学部 講師)
- 紫藤 治 (島根大学医学部 教授)
- 座長 間藤 卓

③ 【カカオ苦味成分であるテオブロミンの脂肪細胞の褐色化誘導効果】

三谷 壘一 (信州大学農学部生命機能科学コース 助教)
座長 芦田 均

16 : 30……休憩……

16 : 45……セッション II……総括討議・質疑応答、提言 座長 大澤 俊彦

17 : 15……閉会挨拶……松田 克也 (日本チョコレート・ココア協会会長)

高カカオチョコレートとグライセミック・インデックス (GI) — 新時代の健康長寿を目指して —

佐々木 敬

(公益財団法人佐々木研究所 理事長 日本GI研究会 代表幹事 東京慈恵会医科大学 客員教授)

血糖値が適切にコントロールされていない糖尿病は、種々の合併症をもたらす。特に食後に急峻な血糖変化で高血糖がもたらされる患者では心臓血管系の疾患を引き起こしやすい。肥満や境界型の糖代謝異常を持つ人の中から糖尿病が高率に発症するため、肥満や食後高血糖の傾向を持つ人への生活習慣への介入が重要視されている。

エネルギー摂取量の管理と運動療法による生活習慣の介入が糖尿病予防に有用であることは、境界型の耐糖能異常 (impaired glucose tolerance ; IGT) を対象とした研究で実証されている。例えばフィンランドや米国で実施された糖尿病発症予防を目的とした臨床研究では、食事ならびに運動習慣の介入を行った群は対照群と比較し糖尿病発症の抑制効果が観られ、長期間 (約10年) 維持された。これらの研究では食事とともに運動にも介入しているが、別の研究によると運動への介入だけではこの様な効果はなかったことから、糖尿病の発症予防については食事に関する生活習慣の改善が極めて重要であると考えられる。コロナ禍でますますデスクワークの時間が多くなっている昨今、運動量の増加とともに食生活への配慮は欠かせないところである。低Glycemic Index^{*1} (低GI) ならびに低Glycemic Load^{*2} (低GL) の食事は肥満軽減、食後高血糖の防止には効果があるが、上の2つの研究ではGI、GLを指標に介入が行われたものではない。GI およびGLと糖尿病発症リスクとの関係を解析した欧米の論文によると、GI およびGLの低い食材をとる群では糖尿病の発症リスクが低減していたという。日本人においても、低GIならびに低GLの食品の摂取量が多いほど、糖尿病発症リスクが減少したとの報告がある。このように食後の高血糖や肥満防止、糖尿病発症予防の効果があることから、食生活に低GIの概念を取り入れることは有用であると考えられる。特に低GI食品である高カカオチョコレートは間食には良い候補となる。

ところで、わが国で増えている朝食の欠食、遅い時間帯での夕食摂取といった食習慣も肥満、高血糖を助長するものである。特に就寝前にとる夜食は肥満の助長を来すとされている。朝食を抜く食習慣のある人や摂取時間の不規則なシフトワーカーでは糖尿病の発症リスクが増すとされており、また、ある時点の横断的な調査では、朝食を欠食する群では動脈硬化のリスクも高いことも示されている。これらは、欠食した後の食事では急峻な血糖上昇を来しやすいことと密接に関係があると考えて良いであろう。若年でも糖尿病の状態にない人でも、欠食、就寝前の摂食、そして高GI食品の摂取をできる限り減らすという食行動の改善は望まれるところである。これはシフトワーカーの労働衛生環境を整備するうえでも、今後対処すべき重要な課題であると考えられる。

このような効果が期待できる一方で、さらに踏み込んで心筋梗塞など心血管疾患や死亡率との関係については検討例が少なく、心血管疾患の予防という目的で低GI食を積極的に取り入れるべきかどうかについては現時点では十分な根拠があるとは言えない。その中でチョコレートはこれまで健康維持の上で好ましい効果が示されているのであるから、「健康的な長寿」達成に役立つライフスタイルを見出すために、高カカオチョコレートを用いた今後の検討が必要だと思われる。

※1 : Glycemic Indexとは、食品ごとの血糖値の上昇度合いを間接的に表現する数値である。

※2 : Glycemic LoadとはGIに炭水化物の重量をかけた値で、炭水化物の量を考慮した血糖値を上昇させる程度をあらわす指標である。

テオブロミンの認知機能向上への可能性

- 杉本 直俊 (金沢大学医薬保健研究域医学系医学系 准教授)
住吉 愛里 (島根大学医学部 助教)
松崎 健太郎 (島根大学医学部 講師)
紫藤 治 (島根大学医学部 教授)

チョコレートの主原料はカカオ豆である。そのため、チョコレートにはカカオ由来のポリフェノール(カカオポリフェノール)が多く含まれる。ポリフェノールは抗酸化作用を有しており、ポリフェノールの摂取が、認知機能維持に有効であることが知られている。

*Theobroma cacao*はカカオの学術名であり、神様の食べ物を意味する。この*Theobroma cacao*から抽出されたアルカロイドがテオブロミン(Theobromine)であり、カフェインやテオフィリンと似た構造のメチルキサンチン誘導体である。しかし、カフェインやテオフィリンと異なり、薬理的生理学的機能に不明な点が多い。

私たちは、ヒト介入試験をはじめ、テオブロミン(Theobromine)の薬理的生理学的機能の解明のための研究を行っている。

健常人を無作為に、カカオ成分の多いダークチョコレート摂取群(24.0g/日)とカカオマスを含まないホワイトチョコレート摂取群(24.5g/日)の2群に分け、それぞれ30日間の摂取とした。カフェイン入り飲料は1日3杯までとし、支給したもの以外のチョコレートの摂取を禁止した。認知機能および血液検査は、連続30日間摂取の介入前、介入終了時、そして介入終了から3週間経過した時点の計3回、評価した。

介入前の認知機能と血中テオブロミン濃度、神経成長因子(NGF)濃度は両群同等だった。介入終了時、ダークチョコレート摂取群ではテオブロミン濃度、NGF濃度が有意に上昇し、かつ認知機能の亢進が確認された。一方、ホワイトチョコレート摂取群ではいずれも有意な変化はなかった。介入終了から3週間後、ダークチョコレート摂取群ではテオブロミン濃度、NGF濃度は介入前のレベルまで戻っていた。しかし、認知機能は引き続き高い状態に維持されていた。

私たちのヒト介入試験から、ダークチョコレートの継続的な摂取は、脳の活性化に關与する神経成長因子(NGF)を増加させ、認知機能も向上することが示唆された。さらに、チョコレート摂取を中止した後も認知機能の向上が維持されたことは興味深い。

カカオ苦味成分であるテオブロミンの 脂肪細胞の褐色化誘導効果

三谷 壘一

(信州大学農学部生命機能科学コース 助教)

欧米型の食生活や運動不足による肥満は、糖尿病や心血管系疾患などの発症要因となる。肥満は、脂肪細胞数の増加と過度な脂質蓄積によって引き起こされることから、これまで肥満の予防策として脂肪細胞数を減らすことに焦点が当てられてきた。しかし、脂肪細胞には性ホルモンや摂食ホルモンなど生命活動に必要な物質を生成する機能を持つことから、脂肪細胞数を減らすことはホルモンバランスの不調を来す問題がある。そこで、脂肪細胞の「数的変化」ではなく「質的变化」による肥満予防が注目されている。脂肪細胞には、エネルギーを中性脂肪として蓄積する「白色脂肪細胞」と中性脂肪を熱エネルギーとして散逸する「褐色脂肪細胞」が存在する。近年、寒冷暴露や一部の食品成分の摂取によって白色脂肪細胞が褐色様脂肪細胞に変化する現象（褐色化）が発見された。それを踏まえて食品成分による白色脂肪細胞の褐色化の誘導が肥満対策の1つと考えられるようになってきている。

カカオに含まれるポリフェノールには複数のヘルスベネフィット効果を持つことが報告されている。その一方で、カカオの苦味成分であるテオブロミン (TB) の効能については、未だ十分に解明されていない。そこで、TBの新たな効能を開発する目的で、TB摂取が白色脂肪組織の褐色化に及ぼす影響を検討した。7週齢のオスC57BL/6マウスにTBを0.1%混合した飼料を9週間自由摂取させた結果、対照群と比較してTB摂取群の鼠径部において熱エネルギーの散逸による表面温度の上昇が観察された。飼育終了後に各脂肪組織における褐色化の指標であるUncoupling protein 1 (UCP1) のタンパク質量を解析した。その結果、TB摂取群の皮下脂肪組織においてUCP1の発現量とUCP1が局在するミトコンドリア量の顕著な増加が示された。また、皮下脂肪組織を顕微鏡で観察したところ、TB摂取群で脂肪細胞の小型化が観察された。UCP1の発現誘導や細胞の小型化といった褐色化の特徴がTB摂取によって示されたので、TB摂取による遺伝子の発現変動をマイクロアレイで網羅的に解析した。その結果、TB摂取によってUCP1だけでなくELOVL3、COX7A1といった褐色化関連タンパク質をコードする一連の遺伝子群の発現量が増加していた。さらにTB摂取群で増加した遺伝子群を体系分類した結果、増加した遺伝子の upstream に核内受容体であるPPAR γ が存在し、TB摂取による褐色化の誘導にPPAR γ が関与することが示唆された。そこで、マウスの皮下脂肪組織から単離培養した初代脂肪細胞を用いてTBによる褐色化誘導の分子メカニズムを解析した。初代脂肪細胞にTB単独を処理しても誘導効果は得られなかったが、PPAR γ のリガンド存在下でTBは褐色化の誘導を亢進することが示された。さらに解析を進めた結果、TBはPPAR γ のリガンドとして機能しないが、PPAR γ の活性化に必要なリン酸化修飾を誘導することが示された。以上の結果から、テオブロミンは白色脂肪細胞の褐色化を促すことで肥満を抑制する食品成分になり得ることが明らかとなった。

◆カカオマスの成分*

	ガーナ産	エクアドル産		ガーナ産	エクアドル産
タンパク質	11.6g	12.2g	ナトリウム	0.4mg	1.0mg
脂質	54.5g	51.6g	塩素	8mg	9mg
水分	1.0g	1.2g	硫酸根	<0.05%	<0.06%
灰分	3.2g	3.6g	ビタミンA効力	20 IU	20 IU
デンプン	6.1g	6.0g	ビタミンB ₁	0.17mg	0.18mg
ショ糖	0.26g	0.97g	ビタミンB ₂	0.13mg	0.12mg
果糖	0.06g	0.12g	ビタミンB ₆	85 μg	70 μg
ブドウ糖	<0.05g	<0.05g	ビタミンC	<1mg	<1mg
総食物繊維**	16.9g	15.3g	ビタミンE	13.4mg	12.3mg
水溶性食物繊維	0.9g	0.9g	α-トコフェロール	0.8mg	0.7mg
不溶性食物繊維	16.0g	14.4g	β-トコフェロール	<0.1mg	<0.1mg
食物繊維***	17.2g	16.7g	γ-トコフェロール	12.3mg	11.3mg
水溶性難消化性多糖類	1.1g	1.0g	δ-トコフェロール	0.3mg	0.3mg
ヘミセルロース	4.0g	4.2g	ナイアシン	1.11mg	1.19mg
セルロース	2.7g	2.4g	シュウ酸	0.46g	0.48g
リグニン	9.4g	9.1g	クエン酸	0.61g	0.55g
リン脂質	371mg	400mg	リンゴ酸	0.03g	0.04g
β-シトステロール	86mg	74mg	コハク酸	0.03g	0.03g
トリグリセライド	54.6%	51.5%	乳酸	0.13g	0.11g
リン	407mg	549mg	酢酸	0.23g	0.27g
マグネシウム	315mg	348mg	タンニン	3.31g	3.98g
カルシウム	82.8mg	89.8mg	エピカテキン	140mg	360mg
鉄	7.09mg	5.62mg	カテキン	31mg	95mg
亜鉛	4.60mg	4.98mg	ケルセチン	1.3mg	1.1mg
銅	2.59mg	2.37mg	無水カフェイン	0.09g	0.25g
カリウム	925mg	1,040mg	テオブロミン	1.3g	1.3g

*カカオマス100g中の存在量；**Proskyらの方法による定量値；***Southgateらの方法による定量値

◆カカオマス中のアミノ酸分析*

	ガーナ産	エクアドル産		ガーナ産	エクアドル産
グルタミン酸	1.80	1.77	グリシン	0.47	0.48
アスパラギン酸	1.12	1.16	アラニン	0.47	0.47
アルギニン	0.73	0.75	スレオニン	0.45	0.46
ロイシン	0.68	0.71	イソロイシン	0.39	0.40
バリン	0.63	0.63	チロシン	0.38	0.40
セリン	0.55	0.56	メチオニン	0.26	0.26
フェニルアラニン	0.53	0.57	シスチン	0.24	0.24
リジン	0.53	0.56	ヒスチジン	0.19	0.21
プロリン	0.51	0.51	トリプトファン	0.16	0.17

*カカオマス100g中の存在量(g)。

日本食品分析センター調べ

日本チョコレート・ココア協会

Chocolate and Cocoa Association of Japan

JB Bldg., 9-5, 6-chome, Shimbashi, Minato-ku, Tokyo

〒105-0004 東京都港区新橋6-9-5 JBビル

Tel. 03 (5777) 2035 Fax. 03 (3432) 8852