

日本に肥満者が少ないのは加糖飲料の摂取量が少ないためか？

御堂 直樹^{*§}

Naoki Midoh

はじめに

近年、日本では食生活の欧米化に伴い肥満者が増加してきたと言われている。しかし、増加しているのは男性のみであり、既にその増加も頭打ちになりつつある¹⁾。また、肥満者が増加したとはいえ、生活レベルが同程度の先進国と日本を比較すると、肥満者（本報告では日本の基準 BMI (body mass index) ≥ 25 を肥満と定義）の割合は日本が最低であり（図 1）²⁾、平均寿命が女性で 1 位、男性で 2 位と長寿なことからも³⁾、国際的に見れば日本における肥満はそれほど大きな問題ではないと考えられる。むしろ、日本に肥満者が少ない要因を解析すれば肥満を克服するためのヒントが見出せる可能性がある。

ILSI Japan（日本国際生命科学機構）では、上記のように日本に肥満者が少ないことに着目し、「日本の食生活と肥満」研究部会を立ち上げ、2006 年から 3 ヶ年計画で、日本人に特有の食生活・食習慣と肥満の関連を調査することになった。研究部会は、①発酵食品、②脂質、③食事の摂取パターン・量のそれぞれと肥満との関連を調査するサ

ブグループからなり、本報告は、③食事の摂取パターン・量サブグループの調査結果に関するものである。

調査対象及び方法

肥満に関連すると考えられる食事の摂取パターン・量としては、食事全体の重量、総摂取エネルギー、PFC（タンパク質/脂質/炭水化物）バランス、脂質の摂取量、エネルギー密度、特定の食材（肉、魚、野菜、砂糖等）の摂取量、ソフトドリンクの摂取量及びポーションサイズが考えられた。そこで、これらの項目について、日本と諸外国を同じ基準で比較できる既存のデータを収集するため、文献調査や識者からの情報収集を行った。その結果、エネルギー密度やポーションサイズは、各国で食べられている食品の種類が異なり、調査が極めて困難であると判明したため、対象から除外した。また、同じ基準で比較可能な栄養調査のデータは、4 ヶ国のみ比較できる INTERMAP 研究⁴⁾以外に存在しないことが判明したため、その代替として FAO（国際連合食糧農業機関）の消費量データ⁵⁾及び全国清涼飲料工業会のソフトドリンクの消費量データ⁶⁾を利用した。なお、発展途上国と先進国では肥満の原因が異なると考えられることから⁷⁾、IMF（国際通貨基金）の定義する先進国⁸⁾に限定して解析した。データは必要に応じ WHO の人口のデータ⁹⁾により補正し、相関解析では、エネルギー量、及び運動量の代替指標として自動車保有率¹⁰⁾による調整を行った。解析は、SPSS Ver. 13.0 J（SPSS Japan, Japan）を用いて実施した。最終的に目的とする結果は、エネルギー量や自動車保有率で調整しても肥満者の割合と相関が高く、日本で摂取量が少ない、又は多い項目である。なお、一部の国で欠損しているデータがあり、項目によりデータの総数にはばらつきが生じた。

食事の摂取パターン・量と肥満の関連

先進国における肥満者の割合とマクロ栄養素消費量の相関解析を実施した（表 1）。エネルギー量だけでなく、タンパク質、脂質及び炭水化物の消費量、並びにそれらの割合のいずれも肥満者の割合と有意な相関を示さなかった。体脂肪の蓄積に影響するのは、摂取エネルギーと消費エネルギーのバランスである。本調査においてエネルギー量と肥満との間に有意な相関が認められなかったのは、先進国では摂取エネルギー以上に消費エネルギーが肥満に影響することを示すのかもしれない。また、自動車保有率による

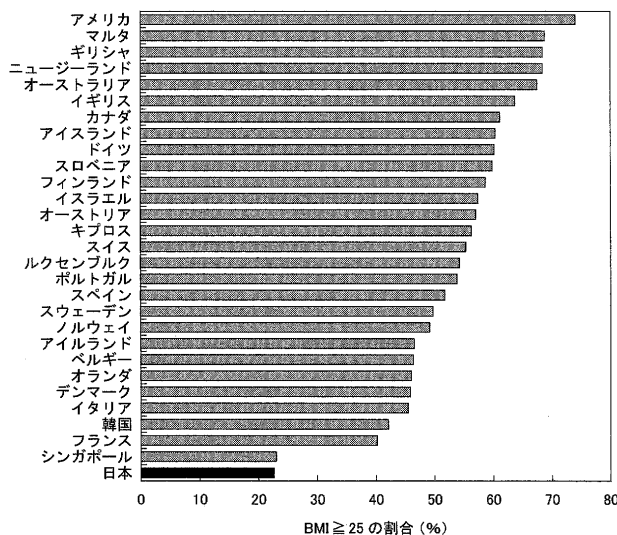


図 1. 先進国の BMI ≥ 25 の割合
WHO Global InfoBase (2005 年)²⁾ を元に作図

* クノール食品株式会社
(Knorr Foods Co., Ltd.)

§ 連絡先 味の素(株)食品研究棟内
クノール食品株式会社開発工業化センター
〒210-8681 神奈川県川崎市川崎区鈴木町 1-1
TEL 044(223)4146 FAX 044(246)7584
E-mail: naoki_midoh@knorr.co.jp

表 1. 先進国における BMI $\geq$ 25 の割合とマクロ栄養素消費量の相関

項 目	相関係数	偏相関係数			日本の順位 (28ヶ国中)
		エネルギー量 調整	自動車保有率 調整	エネルギー量・ 自動車保有率 調整	
食事エネルギー量 (kcal/人/日)	0.278	—	0.254	—	28
量 (g/人/日)					
タンパク質	0.295	-0.148	0.247	-0.058	25
脂質	0.224	0.183	0.227	0.031	27
炭水化物	0.123	-0.143	0.122	-0.017	22
割合 (%)					
タンパク質	0.063	—	0.021	—	7
脂質	0.191	—	0.216	—	27
炭水化物	-0.206	—	-0.219	—	2

有意確率は全て $p \geq 0.05$

2002 年のデータを用いて解析

表 2. 先進国における BMI $\geq$ 25 の割合と食材及び飲料の相関

項 目	相関係数	偏相関係数		日本の順位
		エネルギー量 調整	エネルギー量・ 自動車保有率 調整	
FAO 消費量データ (g/人/日)				(26又は 27ヶ国中)
食材総重量	0.244	-0.018	0.146	26
穀類	-0.027	-0.385	-0.238	14
いも類	0.210	0.124	0.142	26
肉類	0.461*	0.394	0.273	27
魚介類	-0.325	-0.507*	-0.484*	2
卵類	-0.481*	-0.477*	-0.574**	1
豆類	0.294	0.249	0.264	12
野菜類	0.021	-0.027	0.132	14
果実類	0.345	0.141	0.231	27
砂糖	0.297	0.363	0.345	25
乳類	0.282	0.186	0.180	25
清涼飲料関係統計資料 (ml/人/日)				(23ヶ国中)
ソフトドリンク	0.274	0.126	-0.263	18
炭酸飲料	0.625**	0.590**	0.492*	23

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

2002 年のデータを用いて解析

調整によっても有意な相関が認められなかったもので、自動車保有率は消費エネルギーを十分に反映していない可能性がある。

次に、先進国における肥満者の割合と個別の食品や飲料の消費量の相関解析を実施した(表2)。エネルギー量や自動車保有率で調整しても相関が認められたのは、炭酸飲料、卵類及び魚介類の消費量であった。また、炭酸飲料及び卵類は、ステップワイズ法による重回帰分析でも変数として選択され、より重要と考えられた($\text{BMI} \geq 25(\%) = 0.071 \times \text{炭酸飲料} - 0.507 \times \text{卵} + 52.1$ ($p = 1.4 \times 10^{-4}$))。炭酸飲料の消費量は肥満者の割合と正の相関を示し、日本の消費量が極端に少ないこと(図2)、また、これらの点は一般的な知見ではないと考えられることから、ここでは炭

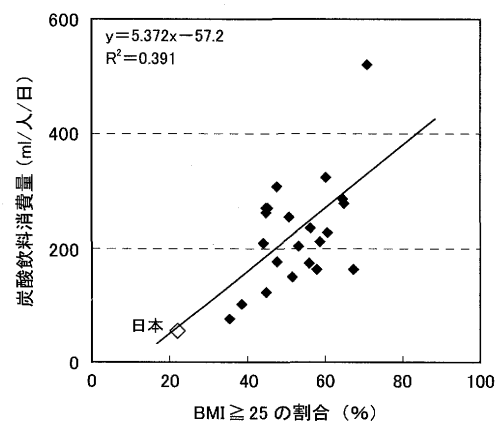


図 2. 先進国における炭酸飲料消費量と BMI $\geq$ 25 の割合の関係
WHO Global InfoBase²⁾ 及び清涼飲料関係統計資料⁶⁾ を元に作図

日本に肥満者が少ないのは加糖飲料の摂取量が少ないためか？

酸飲料に興味を持ち、さらに情報収集を進めることにした。一方、卵類の消費量は、肥満者の割合と負の相関を示したが、むしろ肥満との関連が示唆されるコレステロールを上昇させる要因と考えられているため、新たな知見として非常に興味深い。しかし、その消費量はタンパク質の主要な摂取源である肉及び魚介類ほど多くないため、他の要因が介在している可能性があることや、肥満を防ぐという科学的な知見が見出せなかったことから、ここでは取上げなかった。

なお、本解析から得られた結果は、供給量をベースとした値から得られたものであり、実際に摂取した食品の量から得られた結果ではないことに注意すべきである。また、肥満に特に影響の大きい運動量が正確に把握できず、これによる結果の調整ができないことにも注意する必要がある。

炭酸飲料と肥満の関連

肥満者の割合は炭酸飲料の消費量と相関した。しかし、我々も日常生活の中で実感するように、炭酸飲料の炭酸自体は満腹感を高め、飲用後の食事由来のエネルギー摂取量を減少させることが報告されている¹¹⁾。また、炭酸が体脂肪の蓄積を促進するとは考え難い。従って、炭酸飲料で認められた相関は、エネルギーを有する糖の摂取が影響する、つまり炭酸飲料ではなく加糖飲料が肥満をもたらす真の原因と推察された。

炭酸飲料のエネルギー量を 46 kcal/100 g¹²⁾、炭酸飲料の約 30% がノンカロリーのダイエット飲料¹³⁾と仮定すると、肥満大国のアメリカと日本の消費量の差は約 460 ml/日であり、これをエネルギー量に換算すると約 150 kcal/日となる。仮にこれが全て体脂肪に変わるとすれば、実に年間で約 7.6 kg の体脂肪が増加する計算となる。全てが体脂肪に変わるわけではないが、その一部が体脂肪に変わるだけでも、アメリカに肥満者が多い理由を説明できそうである。

加糖飲料と肥満に関する知見

それでは加糖飲料は本当に肥満をもたらすのであろうか？ この疑問に答えるため、肥満と加糖飲料の関連について研究した文献を調査した。PubMed の検索（2009 年 2 月 13 日実施）に加え、Malik ら¹⁴⁾ 並びに Drewnowski ら¹⁵⁾ の総説の参考文献から、成人を対象とした介入研究であり、肥満又はエネルギー摂取量と加糖飲料の関連について研究した文献を 10 報選定した。これらの研究は全て加糖飲料の摂取により体重が増加又はエネルギー摂取量が増加すると結論付けていた。ここでは、それらの中で代表的な研究を紹介する。

Tordoff ら¹⁶⁾ は加糖飲料と肥満との関連を明らかにするため、成人男女 30 名に 1,135 g/日の低カロリー甘味料による無糖（3 kcal）又は加糖（530 kcal）の炭酸飲料を 3 週間摂取させた。加糖飲料摂取群では、食事と合計した総エネルギー摂取量が増加し体重も増加したが、無糖飲料摂取群では総エネルギー摂取量が減少し、男性では体重も減少した（図 3）。

また、DiMeglio ら¹⁷⁾ は、飲料と固形食のどちらがより肥満と関連するか明らかにするため、成人男女 15 名に 450 kcal/日の加糖炭酸飲料又はゼリービーンズを 4 週間摂取させた。ゼリービーンズ摂取群では、余分に食べたゼリービーンズにより食事由来のエネルギー摂取量が減少したが、加糖飲料摂取群では食事由来のエネルギー摂取量が減少しなかったため、食事と合計した総エネルギー摂取量が増加し体重も増加した。

以上の結果を総合すると、加糖飲料の摂取により 1 日の総エネルギー摂取量が増加し、少なくともこれが 1 つの原因となり、肥満をもたらすと考えられた。すなわち、成人にとって加糖飲料の過剰摂取は肥満の重要な要因であり、日本に肥満者が少ない理由の 1 つは、加糖飲料の摂取量が少ないことであると推察された。

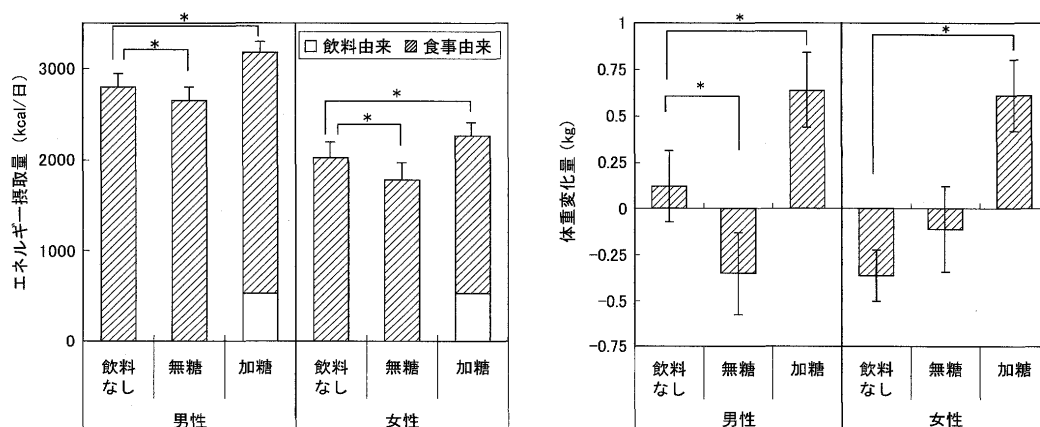


図 3. 無糖及び加糖飲料がエネルギー摂取量及び体重に及ぼす影響
Tordoff らの報告¹⁶⁾ を元に作図（平均値±SE, *P<0.05）

一方、未成年を対象とした研究では、加糖飲料の摂取と肥満との関連がないという報告が複数あり、Forshee らのメタアナリシスにおいても関連しないと結論付けている¹⁸⁾。未成年は成長のために余分なエネルギーが必要であり、運動量も個人差が大きいと考えられることから、成人とは影響が異なる可能性がある。

成人では、加糖飲料の過剰摂取が肥満につながると推察されたものの、運動時や疲労時等、エネルギー摂取量を増やしたい場合は、逆に加糖飲料はその供給源として役立つものと考えられ、このような場面で利用すれば肥満を気にすることなく、効率的なエネルギー補給源として利用できると考えられる。また、既に飲料メーカーはその販売を低カロリーのダイエット飲料にシフトしているが、成人の肥満に対しては、これがメーカーの対応できる1つの答えであろう。

なぜ加糖飲料が肥満をもたらすのか？

加糖飲料が肥満をもたらす原因の1つとして、他の食品よりも満腹感が低いため、本来必要なエネルギーよりも多くのエネルギーを摂取することが挙げられる。それでは、なぜ満腹感が低いのであろうか？

脳の視床下部には摂食中枢や満腹中枢と呼ばれる部位があり、食事を摂取した時の様々なシグナルがこの部位を刺激し、抑制又は促進することにより食事の開始又は終了といった行動がもたらされる。食事の終了を促進する因子としては、①消化により生じた栄養成分、②食物による胃壁の伸展、③食物による胃粘膜や腸管の機械的な刺激、④咀嚼運動、が知られている。これらの刺激は、消化管や脳内のリセプターを介して迷走神経やペプチド系ホルモンにより摂食中枢や満腹中枢に伝えられる^{19,20)}。

これらの因子の中には通常の固形食には存在するが、加糖飲料には存在しない、又は影響の小さい因子がある。加糖飲料は液体であるが故に、咀嚼する必要がなく、胃から腸への移行が早いいため胃壁を伸展させる効果が弱く、胃粘膜や腸管への機械的な刺激も弱い。また、通常炭水化物のみからなるため、一部のペプチド系ホルモンを分泌させる作用が弱いものと考えられる。従って、そのエネルギー量と比較して満腹感が低くなり、結果として1日の総摂取エネルギー量が増加するのであろう。

一方、炭酸飲料の消費量と肥満者の割合の間に認められた相関は、エネルギー量で調整しても認められたことから、エネルギー摂取量の増加以外の要因も肥満に関与している可能性がある(表2)。その1つの候補が加糖飲料中の果糖である。加糖飲料には、多くの場合、果糖ぶどう糖液糖が使用されているが、その固形分の半分以上は果糖で構成される。果糖はグルコースと異なり、血中のグルコース濃度を高めないため、食事摂取量を減少させるインシュリンやレプチンの血中濃度も高めない。また、グルコース代謝

において律速となるホスホフルクトキナーゼを介さないため、速やかにアセチル CoA に代謝され、結果として血中の中性脂肪を上昇させる²¹⁾。この中性脂肪が脂肪の合成に利用され体脂肪の蓄積が進むと考えられる。更に、果糖は食事摂取量を増加させることにも関与している可能性がある。果糖には、食欲抑制のシグナルとして働くマロニル CoA の脳内濃度が低くなることや²²⁾、グルコースよりも胃からの排出が早いことが報告されているのである²³⁾。

なぜ日本は加糖飲料の消費量が少ないか？

日本では、他の先進国ほど炭酸飲料に代表される加糖飲料が飲用されておらず、近年消費量が伸張しているのは、茶系飲料やボトルドウォーターであり^{6,24)}、今後も加糖飲料の消費量が増加するとは考え難い(図4)。一般に、欧米の食卓には炭酸飲料のような加糖飲料が登場し、食事と一緒に飲まれることが多いと言われているが、まず日本ではそのような光景を見ることはない。日本では間食として飲まれるのが一般的である。おそらくこれが、日本で加糖飲料の消費量が欧米諸国に比べ少ない理由であろう。それではなぜ日本では食事の際、欧米諸国ほど加糖飲料を飲まないのでしょうか？ おそらくこれは食文化に起因するものと考えられる。

一般に食文化はその土地の気候により決まると考えられている。これは気候によりその土地に自生する動物種や植物種が変わるからである。日本を含むユーラシア大陸東南部は、温暖多湿の環境である。このような環境では、水田稲作、漁業が発展し、単に加熱するだけでおいしく食べられるごはんや魚介類が主に食べられるようになった。また、調味料もこれらを原料とした魚醤や穀醤(醤油等)が用いられるようになった。さらに、温暖多湿の環境に適した茶が栽培され、良質な水と相まってお茶が飲料の中心になった。日本では、これらに加え、国土の70%が山地で周りは海という環境や西暦675年の肉食禁止令の影響から、通常であれば稲作と共に行われる豚の飼育が行われず、他国

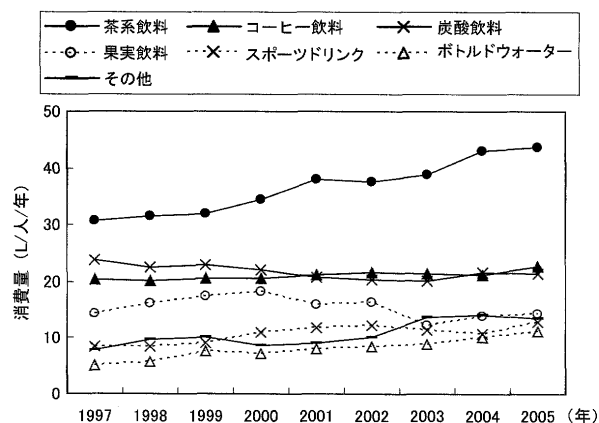


図4. 日本における飲料消費量の推移
清涼飲料関係統計資料⁶⁾及び酒類食品統計年報²⁴⁾を元に作図

日本に肥満者が少ないのは加糖飲料の摂取量が少ないためか？

以上に魚介類が食事に占める割合が高くなった。また、伝統的な1汁1菜及び1汁3菜の食事様式から汁物を飲む習慣が根付くことになった²⁵⁻²⁷⁾。

このような食文化の中で加糖飲料の摂取が増えなかった要因として考えられるのは、ごはん、汁物及び茶の存在である。日本人のごはんの摂取量は欧米諸国におけるパンの摂取量よりも多いと考えられる。ごはんが加糖飲料の摂取に結びつかない理由としては、①ごはんは甘味よりも塩味との相性がよいこと、②炭水化物の摂取量が多いと体内で糖化されるため食後に体が糖分を求めないこと、③ごはんはパンよりも水分含量が高いため、水分摂取量を抑えられることが考えられた。また、日本で汁物を摂取する頻度が高いことも他の飲料からの水分摂取を抑えることのできる要因であり、茶を摂取する習慣があることも、食卓に加糖飲料が登場しない理由の1つであろう。

一方、欧米諸国で加糖飲料が多く摂取されるようになったのは、焼いたパンは若干焦げの苦味があり、甘味との相性がよいことや、元々甘味のある牛乳、ワイン、ビール、コーヒー、紅茶等を飲む習慣があり、炭酸飲料に代表される加糖飲料に置き換わりやすかったためと考えられた²⁸⁾。

ま と め

日本は先進国の中では極端に肥満者が少ないが、その理由の1つは、加糖飲料の摂取量が少ないためであるという仮説を立てた。文献調査の結果は、少なくとも成人では加糖飲料の過剰摂取は肥満をもたらすことを示唆しており、この仮説を裏付けるものと考えられた。日本で欧米ほど加糖飲料を摂取する習慣が根付かなかったのは、特に、米、汁物及び茶を摂取する文化を持つためと考えられ、肥満予防のためにも、これらの日本の食文化を維持することは重要と考えられた。

本調査にあたり、ご助言いただきました人間総合科学大学 小林修平博士、和洋女子大学 坂本元子博士、青森県立保健大学 吉池信男博士、独立行政法人国立健康・栄養研究所 由田克士博士、財団法人結核予防会 岡山明博士、元(財)味の素の文化センター 河野和世博士、味の素株式会社 山口隆司博士、増澤陽子氏に深く感謝いたします。

本報告は、2009年2月17日に実施された第4回ILSI Japan ライフサイエンス・シンポジウム「日本の食生活と肥満研究部会報告会」で発表した内容を元にまとめたものである。

文 献

- 1) 厚生労働省：国民健康・栄養調査 (2005, 2006 年). Available at <[http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/old/k-](http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/old/k-eisei.html)

[eisei.html](http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/old/k-eisei.html)>

- 2) World Health Organization (WHO): WHO Global Info-Base, BMI/overweight/obesity (2002, 2005). Available at <<http://apps.who.int/infobase/comparestart.aspx>>
- 3) 厚生労働省：日本人の平均余命 (平成 19 年簡易生命表). Available at <<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/life/life07/index.html>>
- 4) Stamler, J., Elliott, P., Dennis, B., Dyer, A. R., Kesteloot, H., Liu, K., Ueshima, H. and Zhou, B. F. (2003), INTERMAP: background, aims, design, methods, and descriptive statistics (nondietary). *J. Hum. Hypertens.*, **17**, 591-608
- 5) Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): FAO Statistical Yearbook 2005-2006, Consumption (2001-2003). Available at <http://www.fao.org/statistics/yearbook/vol_1_1/index.asp>
- 6) 社団法人全国清涼飲料工業会 (2006), 「清涼飲料関係統計資料 2006 年 5 月版」, 社団法人全国清涼飲料工業会, 東京, pp.2-5, pp.114-119
- 7) Sobal, J. (1991), Obesity and socioeconomic status: a framework for examining relationships between physical and social variables. *Med. Anthropol.*, **13**, 231-247
- 8) International Monetary Fund (IMF): World Economic Outlook Databases, Advanced Economies. Available at <<http://www.imf.org/external/ns/cs.aspx?id=28>>
- 9) World Health Organization (WHO): WHO Statistical Information System (WHOSIS). Available at <<http://www.who.int/whosis/en/index.html>>
- 10) 総務省：統計局・政策統括官・統計研修所, 統計データ, 世界の統計, 自動車保有台数 (出典: IRF, World Road Statistics 2006). Available at <<http://www.stat.go.jp/data/sekai/index.htm>>
- 11) Moorhead, S. A., Livingstone, M. B., Dunne, A. and Welch, R. W. (2008), The level of carbonation of a sugar-sweetened beverage preload affects satiety and short-term energy and food intakes. *Br. J. Nutr.*, **99**, 1362-1369
- 12) 香川芳子 (2001), 「五訂食品成分表 2001」, 女子栄養大出版部, 東京, pp.234-235
- 13) 編集部 (2007), 飲料製品別の市場比率, 食品と科学, **9**, 48
- 14) Malik, V. S., Schulze, M. B. and Hu, F. B. (2006), Intake of sugar-sweetened beverages and weight gain: a systematic review. *Am. J. Clin. Nutr.*, **84**, 274-288
- 15) Drewnowski, A. and Bellisle, F. (2007), Liquid calories, sugar, and body weight. *Am. J. Clin. Nutr.*, **85**, 651-661
- 16) Tordoff, M. G. and Alleva, A. M. (1990) Effect of drinking soda sweetened with aspartame or high-fructose corn syrup on food intake and body weight. *Am. J. Clin. Nutr.*, **51**, 963-969
- 17) DiMeglio, D. P. and Mattes, R. D. (2000), Liquid versus solid carbohydrate: effects on food intake and body weight. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.*, **24**, 794-800
- 18) Forshee, R. A., Anderson, P. A. and Storey, M. L. (2008), Sugar-sweetened beverages and body mass index in children and adolescents: a meta-analysis. *Am. J. Clin. Nutr.*, **87**, 1662-1671
- 19) Powley, T. L. and Phillips, R. J. (2004), Gastric satiation is volumetric, intestinal satiation is nutritive. *Physiol. Behav.*, **82**, 69-74
- 20) Sakata, T., Yoshimatsu, H., Masaki, T. and Tsuda, K. (2003), Anti-obesity actions of mastication driven by hista-

- mine neurons in rats. *Exp. Biol. Med. (Maywood)*, **228**, 1106-1110
- 21) Havel, P. J. (2005) Dietary fructose: implications for dysregulation of energy homeostasis and lipid/carbohydrate metabolism. *Nutr. Rev.* **63**, 133-157
- 22) Cha, S. H., Wolfgang, M., Tokutake, Y., Chohnan, S. and Lane, M. D. (2008), Differential effects of central fructose and glucose on hypothalamic malonyl-CoA and food intake. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.*, **105**, 16871-16875
- 23) Moran, T. H. (2009), Fructose and satiety. *J. Nutr.*, **139**, 1253 S-1256 S
- 24) 株式会社日刊経済通信社調査出版部 (2002), 清涼飲料の年次別・品種別生産実績, 「酒類食品統計年報平成 14 年版」, 株式会社日刊経済通信社, 東京, pp. 254-255
- 25) 永山久夫 (2003), 「日本人は何を食べてきたのか?」, 株式会社青春出版社, 東京, pp. 25-68, pp. 85-109, pp. 161-184
- 26) 原田信夫 (2004), 「日本の食文化」, 財団法人放送大学教育振興会, 東京, pp. 11-20, pp. 32-51
- 27) 熊倉功夫 (2007), 「日本料理の歴史」, 株式会社吉川弘文館, 東京, pp. 27-42
- 28) 増渕宗一 (1999), 「東西喫茶文化論」, 株式会社淡交社, 京都, pp. 7-22, pp. 57-76