

表2 対象者の体型の自己意識

() 内: %

	関西	関東	計
やせすぎ	1 (0.3)	4 (0.8)	5 (0.6)
やややせている	19 (5.4)	41 (8.4)	60 (7.1)
ちょうどいい	139 (39.5)	160 (32.7)	299 (35.6)
やや太っている	167 (47.4)	221 (45.2)	388 (46.1)
太りすぎ	26 (7.4)	63 (12.9)	89 (10.6)
計	352 (100.0)	489 (100.0)	841 (100.0)

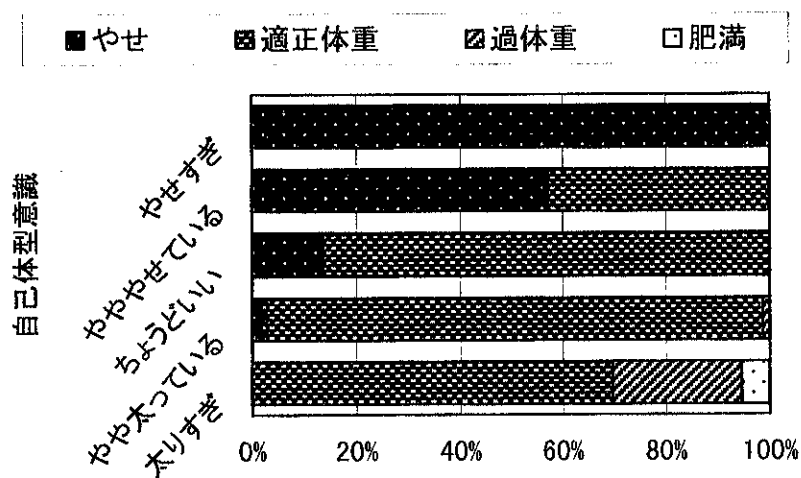


図1 自己体型意識とBMI判定

表3 食事状況について

		() 内: %		
		関西	関東	計
朝・昼・夕の 3食を摂る	いつも	294 (82.4)	354 (73.0)	648 (77.0)
	ときどき	45 (12.6)	104 (21.4)	149 (17.7)
	いいえ	18 (5.0)	27 (5.6)	45 (5.3)
	計	357 (100.0)	485 (100.0)	842 (100.0)
朝食習慣	ほとんど毎日	298 (83.2)	364 (74.4)	662 (78.2)
	週4~5日	18 (5.0)	65 (13.3)	83 (9.8)
	週2~3日	16 (4.5)	27 (5.5)	43 (5.1)
	ほとんど摂らない	26 (7.3)	33 (6.8)	59 (7.0)
	計	358 (100.0)	489 (100.0)	847 (100.0)
栄養素摂取 状況	十分である	178 (49.7)	227 (46.5)	405 (47.9)
	十分でない	58 (16.2)	144 (29.5)	202 (23.9)
	わからない	122 (34.1)	117 (24.0)	239 (28.3)
	計	358 (100.0)	488 (100.0)	846 (100.0)

表4 栄養補助食品・健康食品に対するイメージ(%)

イメージ	回 答		
	はい	いいえ	わからない
強壯・体力の向上につながる	54.4	24.2	21.4
栄養のバランスをとるのに有効	77.1	11.5	11.4
病気の予防には効果がない	29.8	38.8	31.4
医薬品より簡便	67.4	13.5	19.1
健康増進に効果的	52.1	21.7	26.2
安全性に不安がある	55.4	24.3	20.2
美容・ダイエットに効果的	34.5	36.7	28.8
値段が高い	69.5	10.9	19.6
流行っている	64.6	15.0	20.4
天然物なので安心	7.1	51.1	41.8
医薬品に比べ副作用がない	34.0	22.7	43.3
食品添加物が入っている	49.8	6.4	43.9
病気の治療に効果的	12.8	51.7	35.6

表5 栄養補助食品・健康食品の摂取状況

		() 内: %		
		関西	関東	計
摂取しない		231 (65.1)	280 (58.0)	511 (61.0)
摂取している		124 (34.9)	203 (42.0)	327 (39.0)
	計	355 (100.0)	483 (100.0)	838 (100.0)

表6 健康意識と栄養補助食品・健康食品の摂取者率(%)

		摂取者率
健康の意識	非常に健康	34.7
	ある程度健康	38.9
	あまり健康ではない	46.1
	健康ではない	61.5
体力の意識	自信がある	45.2
	ある程度自信がある	39.3
	あまり自信がない	36.5
	全く自信がない	48.8
健康維持のための適度な運動	必要	38.9
	必要でない	25.0
	わからない	55.6
適度な運動の実施状況	行っていない	36.7
	月1回程度	45.8
	週1回以上	41.8
ストレス感	常にストレスを感じる	46.2
	頻繁にストレスを感じる	48.8
	時々ストレスを感じる	37.3
	ストレスは感じない	21.4

表7 食事状況別の栄養補助食品・健康食品摂取者率(%)

		摂取者率
朝・昼・夕の 3食を摂る	いつも	39.2
	ときどき	36.5
	いいえ	43.2
朝食習慣	ほとんど毎日	39.9
	週4～5日	38.8
	週2～3日	34.9
	ほとんど摂らない	31.0
栄養素摂取 状況	十分である	39.6
	十分でない	43.6
	わからない	34.6

表8 栄養補助食品・健康食品の摂取理由（複数回答：摂取者である327名を対象）

理 由	人数 (%)
肥満解消（ダイエット）のため	42 (12.8)
コレステロールを下げるあるいはコレステロール上昇防止	0 (0.0)
血圧を下げる、あるいは血圧の上昇防止	1 (0.3)
血糖を下げる、あるいは血糖の上昇防止	1 (0.3)
疲労回復、精力増強	135 (41.3)
やせすぎているから	2 (0.6)
病気を予防したいから	32 (9.8)
食事のバランスを補うため、あるいは栄養素補給	115 (35.2)
若さを保ちたい	12 (3.7)
美容のため（便秘防止を含む）	140 (42.8)
家族のすすめ	80 (24.5)
知人のすすめ	14 (4.3)
専門家のすすめ	9 (2.8)
老化を防ぎたい	7 (2.1)
はやりのものだから	17 (5.2)
健康増進のため	56 (17.1)
体質改善のため	37 (11.3)
病気（持病）があるから	8 (2.4)
その他	44 (13.5)

表9 情報源（複数回答：327人）

情報源	人数 (%)
新聞	41 (12.5)
雑誌	94 (28.7)
折り込み広告(チラシ)	38 (11.6)
テレビ・ラジオ	149 (45.6)
ダイレクトメール	8 (2.4)
薬局・薬店、スーパーなどの店頭	168 (51.4)
インターネット	0 (0.0)
人づて	98 (30.0)
その他	26 (8.0)

表10 購入場所（複数回答：327人）

購入場所	人数 (%)
薬局・薬店	231 (70.6)
スーパーマーケット	73 (22.3)
コンビニエンスストア	75 (22.9)
百貨店	6 (1.8)
通信販売	36 (11.0)
インターネットショッピング	1 (0.3)
専門店	13 (4.0)
訪問販売	7 (2.1)
その他	29 (8.9)

附録

栄養補助食品・健康食品摂取状況調査票

氏名		性別	1. 男 2. 女
生年月日	年 月 日	年齢	満 歳
記入年月日	平成 年 月 日		

1. あなたのお仕事は何ですか。

1. 専業主婦 2. 学生 3. 事務職
4. その他（具体的に：例）自動車運転

2. あなたのお住まいは？

都・道・府・県

3. あなたは結婚されていますか？

1. 既婚 2. 未婚（家族と同居・独居）

4. あなたの身長： _____ cm

5. あなたの体重： _____ kg

6. あなたは自分を健康だと思えますか？

1. 非常に健康 2. ある程度健康
3. あまり健康ではない 4. 健康ではない

7. あなたは体力があると思えますか？

1. 自信がある 2. ある程度自信がある
3. あまり自信がない 4. 全く自信がない

8. 健康維持のために適度な運動は必要だと思えますか？

1. 必要である 2. 必要ではない 3. わからない

9. あなたは適度な運動をしていますか？

1. 行っていない 2. 月1回程度 3. 週1回以上

10. あなたは日々の生活でストレスを感じますか？

1. 常にストレスを感じる 2. 頻繁にストレスを感じる
3. 時々ストレスを感じる 4. ストレスは感じない

- 1 1. あなたは自分の体型をどう思いますか。
1. やせすぎ 2. やややせている 3. ちょうどいい
4. やや太っている 5. 太りすぎ

- 1 2. 過去5年間に、医者から次の病気があると言われたり、次の手術を受けましたか。あてはまるすべてを○で囲んで下さい。

病気

- | | | | | |
|----------|----------|-------|--------|-----|
| 高血圧 | 高脂血症 | 糖尿病 | 痛風 | 白内障 |
| 胃かいよう | 十二指腸かいよう | 胃ポリープ | 大腸ポリープ | |
| 脳卒中 | 心筋梗塞 | 狭心症 | 胆石 | |
| 尿管結石・腎結石 | | がん | | |
| その他 (| | | |) |

手術

- | | | | |
|----|----|----|-------|
| 胃 | 大腸 | 胆石 | |
| 子宮 | 卵巣 | 乳腺 | その他 (|
| | | |) |

- 1 3. 現在、医者から処方されて定期的に飲んでいる薬がありますか？

ある ない

↓
「ある」場合、あてはまるものすべてを○で囲んで下さい。

1. 高血圧の薬 2. コレステロールを下げる薬
3. 糖尿病の薬 4. 痛風の薬
5. その他 (具体的に:)

- 1 4. あなたは1日に3回食事(朝・昼・夕)を摂っていますか。

1. いつも 2. ときどき 3. いいえ

- 1 5. あなたはふだん朝食を摂っていますか。

1. ほとんど毎日 2. 週4～5日 3. 週2～3日
4. ほとんど摂らない

- 1 6. あなたは食事から、自分に必要なエネルギーや栄養素を十分に摂っていますか。

1. はい 2. いいえ 3. わからない

- 1 7. あなたは健康に関する情報を何から得ていますか。あてはまるものすべてを○で囲んで下さい。

1. テレビ・ラジオ 2. 新聞 3. 雑誌
4. 専門書 5. 医師 6. 友人・知人
7. 栄養士 8. その他 ()

ここからは、栄養補助食品・健康食品についてお聞きいたします。

ここでの栄養補助食品・健康食品とは、下記のような錠剤、カプセル、顆粒、粉末、液体などの形で食事以外に摂取するものを意味します。

《栄養補助食品・健康食品の例》

ビタミン・・・総合ビタミン（アリナミンA等）、
 ビタミンB（チョコラBB等）、
 ビタミンC（ハイシー等）、
 ビタミンE（ユベラックス等）など
 ミネラル・・・カルシウム、鉄、亜鉛、マグネシウムなど
 ドリンク・・・リポビタミンD、ファイブミニ、C1000タケダ、養命酒など

食品からの抽出物

小麦はいが油、大麦はいが油、米はいが油、はと麦はいが油、
 ビタミンE含有植物油、ビタミンC含有食品、クロレラ食品、
 スピルリナ食品、酵母食品、
 EPA含有精製魚油加工食品及びDHA含有精製魚油加工食品、
 食物繊維加工食品、オタネニンジン根加工食品、大豆レシチン含有食品、
 シイタケ加工食品、鯉加工食品、牡蠣加工食品、しじみ加工食品、たん白食品、
 オリゴ糖類加工食品、乳酸菌（生菌）利用食品、月見草油、緑イ貝加工食品、
 植物エキス発酵飲料、植物発酵食品、カルシウム含有食品、
 麦類若葉加工食品、まこも加工食品、アルファルファ加工食品、
 エソウコギ加工食品、ガンマーリノレン酸含有食品、スッポン（乾燥粉末）加工食品、
 マンネンタケ（靈芝）加工食品、ベータカロチン含有食品、梅エキス食品、
 ブルーンエキス加工食品、ムコ多糖・たん白含有食品、スッポンオイル食品、
 はい芽食品、大豆サポニン加工食品、花粉食品、たん白質酵素分解物食品、
 プロポリス食品、キトサン加工食品、キダチアロエ加工食品、アロエベラ加工食品、
 緑茶エキス加工食品、ギムネマシルベスタ加工食品、深海サメエキス、コンドロイチン、
 ローヤルゼリー、ブルーベリーエキス、アガリスク、イチョウ葉、ウコン、
 エキナシア、柿の葉カリウム、ガルシニア・カンボジア、
 クレアチン、コラーゲン、茶関係、ニンニク（ガーリック）、
 ノコギリヤシ、ハーブ（西洋漢方薬類）、プロテイン、プロポリス、
 メラトニン など

18. 栄養補助食品・健康食品に対する各イメージについて、あなたにあてはまる方どちらかに○を付けて下さい。

- | | | | | | | |
|-------------------|---|---|---|-----|---|-------|
| 1. 強壮、体力の向上につながる | は | い | ・ | いいえ | ・ | わからない |
| 2. 栄養のバランスをとるのに有効 | は | い | ・ | いいえ | ・ | わからない |
| 3. 病気の予防には効果がない | は | い | ・ | いいえ | ・ | わからない |
| 4. 医薬品より簡便 | は | い | ・ | いいえ | ・ | わからない |
| 5. 健康増進に効果的 | は | い | ・ | いいえ | ・ | わからない |
| 6. 安全性に不安がある | は | い | ・ | いいえ | ・ | わからない |
| 7. 美容・ダイエットに効果的 | は | い | ・ | いいえ | ・ | わからない |
| 8. 値段が高い | は | い | ・ | いいえ | ・ | わからない |
| 9. 流行っている | は | い | ・ | いいえ | ・ | わからない |
| 10. 天然物なので安心 | は | い | ・ | いいえ | ・ | わからない |
| 11. 医薬品に比べ副作用がない | は | い | ・ | いいえ | ・ | わからない |
| 12. 食品添加物が入っている | は | い | ・ | いいえ | ・ | わからない |
| 13. 病気の治療に効果的 | は | い | ・ | いいえ | ・ | わからない |

19. あなたは栄養補助食品・健康食品を過去に摂っていたことがある、あるいは現在摂っていますか？

1. いいえ 2. はい

↓
これで質問は
終わりです

栄養補助食品・健康食品を過去に摂っていたことがある、あるいは現在摂っていると回答した方へ

20. 摂っていた（いる）栄養補助食品・健康食品ごとに、商品名または種類（できればメーカー名も）、頻度、期間を例にならって記入して下さい。

（例）もしもあなたが「カタセ」を毎日1回ずつ、8年間、「リポビタミンD」を週に1～2回、2年間飲み続けていた（いる）のなら、あてはまる箇所を以下のようにチェックして下さい。

番号	商品名または種類 (メーカー名)	頻 度						期 間					
		月3回未満	週に1～2回	週に3～4回	週に5～6回	毎日1回	毎日2～3回	毎日4回以上	1～2年	3～4年	5～9年	10～19年	20年以上
例	カタセ（全薬工業）					○					○		
例	リポビタミンD（大正製薬）		○						○				
例	ファイブミニ（大塚製薬）				○					○			
例	クロレラ（サンテ）					○			○				
例	プロポリス（ファンケル）	○							○				
①													
②													
③													
④													
⑤													
⑥													
⑦													
⑧													
⑨													

2 1. 栄養補助食品・健康食品を摂るようになった理由は何ですか。あてはまるものすべての番号を○で囲んで下さい。

1. 肥満解消（ダイエット）のため
2. コレステロールを下げるあるいはコレステロール上昇防止
3. 血圧を下げる、あるいは血圧の上昇防止
4. 血糖を下げる、あるいは血糖の上昇防止
5. 疲労回復、精力増強
6. やせすぎているから
7. 病気を予防したいから
8. 食事のバランスを補うため、あるいは栄養素補給
9. 若さを保ちたい
10. 美容のため（便秘防止を含む）
11. 家族のすすめ
12. 知人のすすめ
13. 専門家のすすめ
14. 老化を防ぎたい
15. はやりのものだから
16. 健康増進のため
17. 体質改善のため
18. 病気（持病）があるから
19. その他（具体的に： _____)

2 2. 摂っている（いた）栄養補助食品・健康食品に関する毒性や発ガン性の有無に関する情報を事前に得ていましたか。

1. 説明書を見て確認した
2. 購入したところで説明を受けた
3. そんなことは当然ないと思っていた
4. 全く考えてもみなかった
5. その他（ _____)

2 3. 栄養補助食品・健康食品のことを何で知りましたか？あてはまるものすべての番号を○で囲んで下さい。

1. 新聞
2. 雑誌
3. 新聞の折り込み広告（チラシ）
4. テレビ・ラジオ
5. ダイレクトメール
6. 薬局・薬店、スーパーなどの店頭で
7. インターネット
8. 人づてに
9. その他（ _____)

2 4. あなたは栄養補助食品・健康食品をどこで購入していますか。あてはまるものすべての番号を○で囲んで下さい。

1. 薬局・薬店
2. スーパー・マーケット
3. コンビニエンス・ストア
4. 百貨店
5. 通信販売
6. インターネットショッピング
7. 栄養補助食品・健康食品専門店
8. 訪問販売
9. その他（ _____)

25. あなたが栄養補助食品・健康食品に費やす額はトータルで月平均いくら位ですか？

1. 3000 円未満 2. 3000 ～ 10000 円 3. 10000 ～ 30000 円
4. 30000 ～ 50000 円 5. 50000 円以上

26. あなたが1回あたりに摂る栄養補助食品・健康食品の量は、その箱などに記されている表示に従っていますか。

1. はい 2. 表示より多目に摂る 3. 表示より少な目に摂る
4. 表示はみない

27. 栄養補助食品・健康食品を摂ってみて、どんな効果がありましたか？

1. 効能通りの効果が大いに得られた
(具体的に: _____)
2. 効能通りの効果がやや得られた
(具体的に: _____)
3. 別に変わりはない
4. 調子がやや悪くなった
(具体的に: _____)
5. 調子が大いに悪くなった
(具体的に: _____)

28. 摂っていた栄養補助食品・健康食品をやめたものがありますか。(※)

1. はい 2. いいえ

29. 栄養補助食品・健康食品をやめた方にお尋ねします。
あなたがそれらをやめた理由は何ですか？あてはまるものすべての番号を○で囲んで下さい。

1. 経済的に負担が大きい
2. 効果が全くない
3. かえって身体の調子が悪くなった
4. その他(具体的に: _____)

30. 栄養補助食品・健康食品に対して、その他のご意見・ご要望がありましたら、下記にご記入下さい。

以上で質問は終わりです。記入もれがないか確かめて下さい。
ありがとうございました。

※ 女子大生の調査票には質問28はない。

低カロリー-脂肪食品素材の消化管に及ぼす影響

山田和彦 : 国立健康・栄養研究所、食品科学部

【研究目的】

食生活の多様化、エネルギーの摂取過剰などに基づく肥満が増加し、同時に肥満に誘発される糖尿病、高脂血症、脳血管障害等の生活習慣病が増えている。世界的にみれば低脂肪食を摂取している我が国でも、脂肪摂取量が推奨量である25%より2割以上多く摂取する人が30%以上にも及んでいる。国民のカロリー摂取に対する意識も年々高まってきている。特に砂糖、脂肪に対しては健康への害を意識している人が多く、砂糖の過剰摂取を肥満、虫歯、糖尿病などの要因と考えている。砂糖、脂肪の代替となる低カロリー甘味料の開発・利用がわが国においては先行している。

本研究で取り上げた一つD-タガトースは、チーズ製造時の副産物であるホエーに含まれている乳糖から作られたケトヘキソースで、天然由来、非う蝕性、低カロリーのバルク甘味料である。砂糖の2分の1以下のカロリーで甘味度は砂糖の92%という(1)。血液中のタガトースはエネルギー源として速やかには使われにくいため、糖尿病にとって有用な糖であることが明らかになり、糖質栄養において新たな展開がされようとしている。タガトースの代謝はまだ明らかになっていない部分もあるが、フルクトースと同じくスクロースに比べ、褐変しにくく、グリケーション能力はグルコースの二分の一であり、糖尿病の症状軽減など生体にとって有用である。タガトースを開発したBiospherics社及びMD Food社によれば、タガトースの炭素原子は最終的には呼気中にCO₂として排出されるので、この糖は吸収され幾分かは代謝される可能性を持つ(2)。

もう一つのソルベステリンは、オレストラに似た糖脂肪酸エステルであり、ソルビトールにオレイン酸を主とした脂肪酸をエステル結合させてできたものである。脂肪酸エステルは膵臓リパーゼによってほとんど消化されず大部分が排泄されるために、エネルギー効率は1kcal/g以下といわれている(3-11)。現在においてはまだ実用はされていないが、今後脂質からの過剰なカロリー摂取を避けるための有効な手段の候補素材になると考えられる。そのため、低カロリー食品素材として広く利用される可能性を持つこれらについて生体影響の安全性の観点から調査研究することは重要である。

そこで、本研究ではラットを用いて、D-タガトースについてはその摂取による小腸の二糖類水解酵素、アルカリホスファターゼ活性への影響や、盲腸内容物中の短鎖脂肪酸の測定を行い、大腸での発酵特性についての影響を検討した。その他、血漿脂質の濃度の測定や、飼育中の体重変化や摂食量、排泄糞便量の観察を行い、生体への利用効率についても検討した。一方、ソルベステリンについては、昨年度の研究を参考に実験的にビタミンA欠乏動物を作成して脂溶性であるビタミンA利用への低レベルでのソルベステリン摂取の影響について調べた。

【研究方法】

実験 1 : タガトースの消化管機能に及ぼす影響

1) 実験動物及び飼育方法

ラットは日本クレアより購入した 5 週齢の SD 系・雌を用いた。人工照明のもとに、室温 (23±2) で、12 時間明 (7:00~19:00) / 12 時間暗 (19:00~7:00) とした。各群 6~7 匹として、Table 1 に示すようなタガトースを含む、AIN93 (12) に準じて各種栄養素を配合した合成粉食を水と共に 10 日間自由摂取させ、個別ゲージで飼育した。毎回餌つぼの重量を測定してその差を摂食量とし、同時に体重も測定した。ラットの糞 3 日間分を採取し、オートクレーブにより滅菌した後 110℃ で乾燥を行い、乾燥重量を測定した。

2) 飼料組成

Table. 1 に示すように、いずれの群も、カゼイン、大豆油の重量含量は一定にし、タガトース、フルクトース、パラチニットの 3 種類の各種糖類を 7.5% とし、コーンスターチとあわせて、糖質重量含量 60% となるように配合した。タガトースについては、タガトース含量を 7.5%、15% と変化させ、コーンスターチで調整した。対照群として、セルロースを 7.5% 含む群を設けた。大豆油は、すべての群において、重量含量 10% とし、その他の成分は、各群すべて AIN93 に準じて各種栄養素を配合した。

Table 1 Diet compositions containing D-tagatose

	(g/kg diets)				
	Control (Weight %)	Tagatose 7.5%	Tagatose 15%	Fructose 7.5%	Palatinit 7.5%
α - CORN STARCH	525	525	450	525	525
CASEIN	200	200	200	200	200
SOYBEAN OIL	100	100	100	100	100
TAGATOSE	—	75	150	—	—
FRUCTOSE	—	—	—	75	—
PALATINIT	—	—	—	—	75
CELLULOSE	75	—	—	—	—
POLYSTYRENE POWDER	50	50	50	50	50
MINERAL MIX	35	35	35	35	35
VITAMIN MIX	10	10	10	10	10
L-CYSTINE	3	3	3	3	3
CHOLINE BITARTRATE	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
t-BUTYLHDROQUINONE	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
[Cal/g]	4.17	3.87	3.57	4.17	3.87

3) 分析標本の採取

ラットをエーテル麻酔下、心臓より採血後、直ちに断頭屠殺して開腹し、各臓器を採取した。血液は心臓より直接 8~10ml を採取し遠心分離 (5℃ 3000rpm 15min) 後、血漿を -20℃ で保存した。

小腸は、起始部からトライツ帯までを十二指腸 (Duodenum)、残りの小腸を前部 (Jejunum)、中部 (Mid Jejunum)、後部 (Ileum) に 3 等分し、氷冷生理的食塩水で洗浄後、切り開いて水分を取り、各々 -20℃ で凍結保存した。後日、自然解凍の後、スライドグラスで小腸粘膜を剥離採取し、5% ホモジネートを作成して測定に用いた。

盲腸は、摘出後、直ちに -20℃ で凍結保存をし、後日、自然解凍の後、内容物を含む全重量を測定後、内容物を 0.02% NaN₃、2mM 炭酸水素ナトリウム緩衝液に分散した。

この溶解物をポリトロンを用い 10000rpm, 30 秒間ホモジナイズした後、遠心分離 (10000rpm, 15min, 4℃) して、溶出物の上清をマイシヨリディスク w-13-5(東ソー)を用いて濾過した。短鎖脂肪酸の測定時まで-20℃に凍結保存した。

4) 血漿脂質の測定

コレステロールの測定には、協和メデックス(株)の「デタミナーTC555」を用いた。血漿 0.01ml に発色液 1.5ml を加え混合し、37℃で 5 分間加温後、波長 550nm の吸光度を島津 UV-1600 型分光光度計を用いて測定した。リン脂質の測定には、和光純薬工業(株)の「リン脂質B-テストワコー」を用いた。血漿 0.02ml に発色液 1.5ml を加え混合し、37℃で 10 分間加温後、波長 505nm の吸光度を島津 UV-1600 型分光光度計を用いて測定した。トリグリセライドの測定には、和光純薬工業(株)の「トリグリセライドE-テストワコー」を用いた。血漿 0.02ml に発色液 1.5ml を加え混合し、37℃で 5 分間加温後、波長 600nm の吸光度を島津 UV-1600 型分光光度計を用いて測定した。

5) 小腸酵素活性の測定

小腸二糖類水解酵素活性の測定：小腸の二糖類水解酵素活性の測定は、グルコースオキシターゼ法を用いる Dahlqvist の方法(13)を用いて測定した。基質液は、スクロース、トレハロース、ラクトースを、0.1Mマレイン酸ナトリウム緩衝液(pH6.0)に 0.056 Mに溶解した。酵素液としては小腸ホモジネートを希釈して用いた。酵素液 0.1ml を試験管に取り、基質液 0.1ml を加えて、37℃に反応させた後、トリス・グルコース・オキシターゼ試薬を 2.0ml 加え、反応停止すると同時に、生成されたグルコース量を測定した。500nm の吸光度を島津 UV-1600 型分光光度計を用いて測定した。

アルカリホスハターゼ活性の測定：アルカリホスハターゼ活性は、p-ニトロフェニルリン酸を基質として測定した(14)。基質液は、0.016M p-ニトロフェニリン酸 2-ナトリウムと 1.0M 2-アミノ-2-メチル-1-プロパノール緩衝液(pH10.0)を等量混和し、これに 0.2%に 1.0M塩化マグネシウムを加えた。基質液 0.5ml を試験管に取り、酵素液 0.1ml を加えて、37℃に 10 分間反応させ、0.2N 水酸化ナトリウム 2.0ml を加えて反応を停止した後、410nm の吸光度を島津 UV-1600 型分光光度計を用いて測定した。

タンパク質量の測定：タンパク質量の測定は、Lowry らの方法(15)に従い、標準曲線は牛血清アルブミンを用いて作成した。

酵素活性値は、タンパク質 1mg が 1 時間 (1 分間) に水解する基質量を μmol 単位を用いて表した。

6) 盲腸内短鎖脂肪酸の測定

短鎖脂肪酸の測定は、イオン排除クロマトグラフィーにより分離した各種有機酸を pH 指示薬である BTB (プロムチモールブルー) と混合し、BTB の発色変化を可視領域波長の吸光度の変化として定量するポストカラム反応型検出法を用いた(16)。分離カラムはガードカラムとする TSK Gel OAPak-P (内径 6.0mm×4cm, 東ソー) 及び TSK Gel OAPak-A (内径 7.8mm×30cm, 東ソー) を直列につないだ状態で使用し、溶離液は 20%CH₃CN・0.75mM H₂SO₄液を用い、反応液は 0.2mM BTB15mM Na₂HPO₄液を使用した。カラムの温度はカラムオープン内で 40℃に保ち、流速は溶離液、反応液共に 0.8ml/min とし、吸光度検出器の波長は 450nm とした。HPLC 装置は L-6000 型ポ

ンプ（日立）、検出器はL-4200型UV-VIS（日立）を使用した。凍結保存した盲腸内容物溶出液 20 μ l を inject して、2 回測定を行った。クロマトグラムは酢酸、プロピオン酸、n-酪酸、乳酸について、それぞれのエリアを予め作成しておいた検量線を用い、濃度を算出した。

実験 2：ソルベステリン摂取のビタミン A 利用に及ぼす影響

1) 動物実験及び飼育方法

ラットは日本クレアより購入した SD 系の 3 週齢雄ラットを用いた。人工照明のもとに、室温 (23 \pm 2 $^{\circ}$ C) で、12 時間明 (7:00~19:00) / 12 時間暗 (19:00~7:00) とした。購入後 Table 2 に示すように、AIN-93(12) 組成のビタミン A 欠乏飼料を用いて 3 週間飼育した後、ビタミン A を補給した試験飼料 (大豆油含量 16 および 5Cal%、ソルベステリン含量 0, 1, 2.5, 5, 7.5 重量%) を用いて 15 日間飼育した。ラットはステンレススチール製ケージに入れ個別飼育し、水、飼料共に自由摂取させた。ソルベステリンはカルターフードサイエンス (株) より供与していただき、その他はすべてオリエンタル酵母 (株) より購入したものをを用いた。

Table 2 Diet compositions containing SORBESTRIN (g/kg diet)

	V.A DEF	Control	SORBESTRIN				
			0%	1.0%	2.5%	5.0%	7.5%
α -CORN STARCH	629	629	637	637	637	637	637
CASEIN	200	200	169	169	169	169	169
SOYBEAN OIL	70	70	19	19	19	19	19
[Cal%]	[16]	[16]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]
SORBESTRIN	0	0	0	10	25	50	75
[Weight %]	[0]	[0]	[0]	[1]	[2.5]	[5]	[7.5]
POLYSTYRENE	0	0	75	65	50	25	0
CELLULOSE	50	50	50	50	50	50	50
MINERAL MIX (AIN-93)	35	35	35	35	35	35	35
VITAMIN MIX (AIN-93)	10*	10	10	10	10	10	10
L-CYSTINE	3	3	3	3	3	3	3
CHOLINE BITARTRATE	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
T-BUTYLHYDROQUINONE	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014

*Vitamin A FREE

2) 分析標本の採取

ラットをエーテル麻酔下、心臓より採血後、直ちに断頭屠殺して開腹し、各臓器を採取し、-20 $^{\circ}$ C で凍結保存した。血液は心臓より直接血液 8~10ml を採取し、遠心分離 (5 $^{\circ}$ C 3000rpm 15min) をし、血漿を -20 $^{\circ}$ C で保存した。

3) 血漿脂質の測定

トリグリセライドの測定には、和光純薬工業 (株) の「トリグリセライド E-テストワコー」を用いた。トータルコレステロールの測定には、協和メデックス (株) の「デタミナー TC555」を用いた。リン脂質の測定には、和光純薬工業 (株) の「リン脂質 B-テストワコー」を用いた。

4) 血漿中レチノールの定量

HPLC 法にしたがって分別定量した (17, 18)。血漿 0.2ml を試験管にとり 2mg% BHT を含むメタノールを 0.25ml 加え混和し、さらに n-ヘキサン 1ml を加え、窒素ガス添加して 1 分間振とう後、遠心分離 (2000rpm 5min) し、最上層のヘキサン層を別の試験管に取り、ヘキサン層

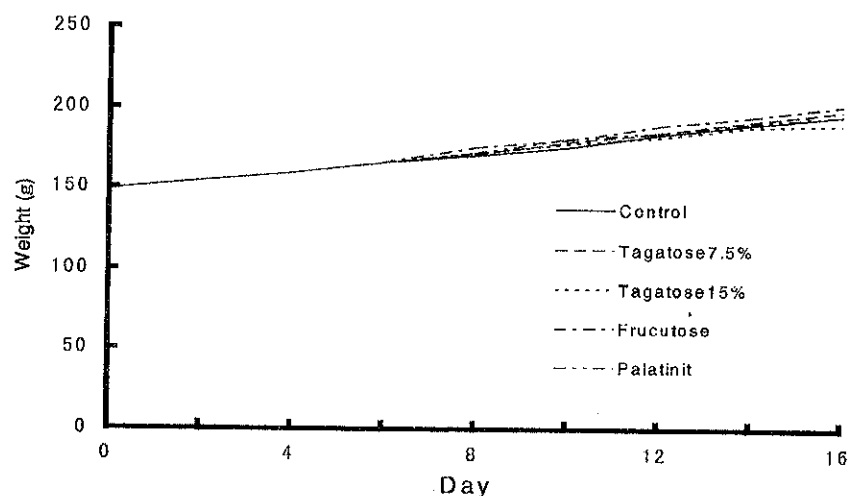


Fig.1 Changes in body weight(g)

Table 3 Food intake and calorie intake of rats

Group	Food intake (g/day/rat)	
	First 5days	Last 5days
Control	16.1±0.7a	16.8±0.6a
Tagatose7.5%	15.1±0.7a	16.6±0.9a
Tagatose15%	13.1±1.3b	14.6±0.3b
Fructose	15.7±1.1a	16.4±0.6ab
Palainit	13.9±0.5b	15.9±0.6ab

Group	Calorie intake (cal/day/rat)	
	First 5days	Last 5days
Control	67.9±3.1a	71.0±2.5a
Tagatose7.5%	65.2±3.2a	71.5±3.7a
Tagatose15%	52.9±5.3b	59.1±1.1b
Fructose	66.3±4.5a	69.3±2.4a
Palainit	61.0±2.4ab	69.9±2.5a

Values are mean±SE. The values not sharing a common superscript letter are significantly different ($p<0.05$)

血漿脂質

総コレステロール濃度では、タガトース 15%群が他の群に比べ若干濃度が高くなっているものの有意差は認められず、食餌組成の違いによる濃度の大きな変化は見られなかった (Fig. 2)。リン脂質濃度も、タガトース 7.5%群が他の群に比べ若干濃度が高くなっているものの総コレステロール同様に食餌組成の違いによる濃度の大きな変化は見られなかった。

トリグリセライド濃度は、タガトース量で比較した場合、タガトース含有量が多い 15%群の方が低くなった。トリグリセライド濃度が最も高かったのは、フルクトース 7.5%であった。タガトース 15%群はフルクトース 7.5%群の約 1/2 の濃度であった (Fig. 3)。

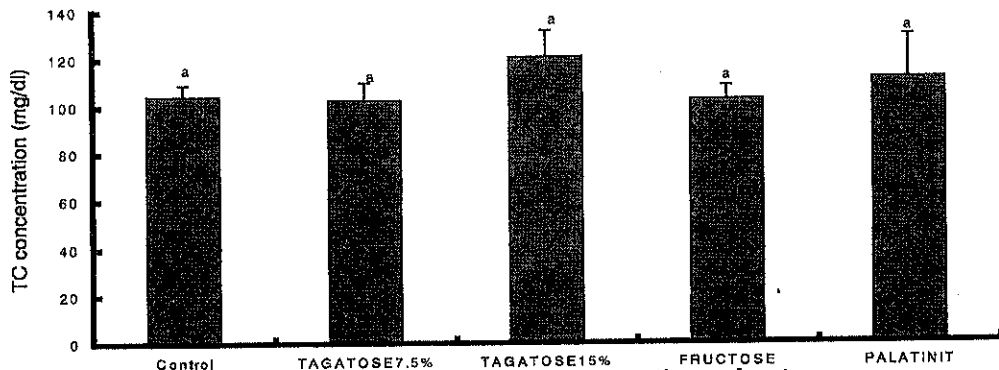


Fig. 2 Plasma total cholesterol concentration of rats
Values are mean±SE. The values not sharing a common superscript letter are significantly different ($p < 0.05$)

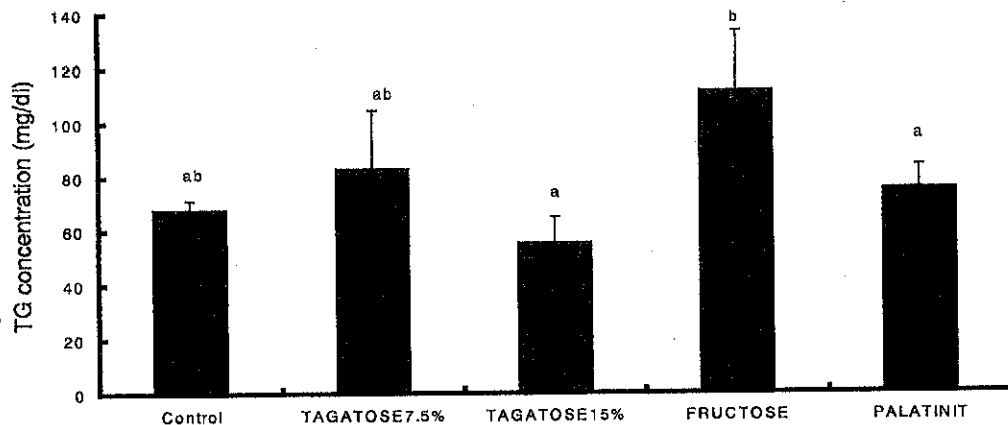


Fig. 3 Plasma triglyceride concentration of rats
Values are mean±SE. The values not sharing a common superscript letter are significantly different ($p < 0.05$)

小腸二糖類水解酵素活性

スクラーゼ活性は、小腸前半部 (Jejunum) で最も高い活性値を示した。タガトース群は、十二指腸 (Duodenum)、小腸前半部 (Jejunum)、中部 (Mid Jejunum)、後半部 (Ileum) すべての部位において、対照群、フルクトース群と比べ、高い活性傾向を示した (Fig. 4)。タガトース群の比較では、十二指腸において 15% 群と 7.5% 群の差が著しいが、小腸前半部以降は、あまり大きな差がみられなかった。トレハラーゼ活性も、同様に小腸前半部で最も高い活性値を示し、群ごとの比較では、15% タガトース群がすべての部位において高く、ついでパラチニット群の活性が高い値を示した。

タガトース及びフルクトースの小腸刷子縁水解酵素に対する活性阻害作用

Fig. 5 に示すようにタガトースの阻害反応については、スクラーゼに対して活性の著しい低下作用がみられた。タガトースを加えたときの活性値はスクロースのみの場合の 5 分の 1 ほどで、顕著な差がみられた。同じくフルクトースの場合についても、同様にスクラーゼに対して活性の低下がみられ、活性値はスクロースのみの時の 2 分の 1 ほどであった。空腸部の他の酵素活性について、ミカエリス定数 (K_m 値)、阻害定数 (K_i 値)、最大反応速度 (V_{max} 値) を、Lineweaver-Burk plot により求めて

みると、スクラーゼはK_i値とK_m値にあまり開きはみられなかった。一方、トレハラーゼ、ラクターゼについてはK_i値は高く、K_m値との差が大きかった (Table 4)。

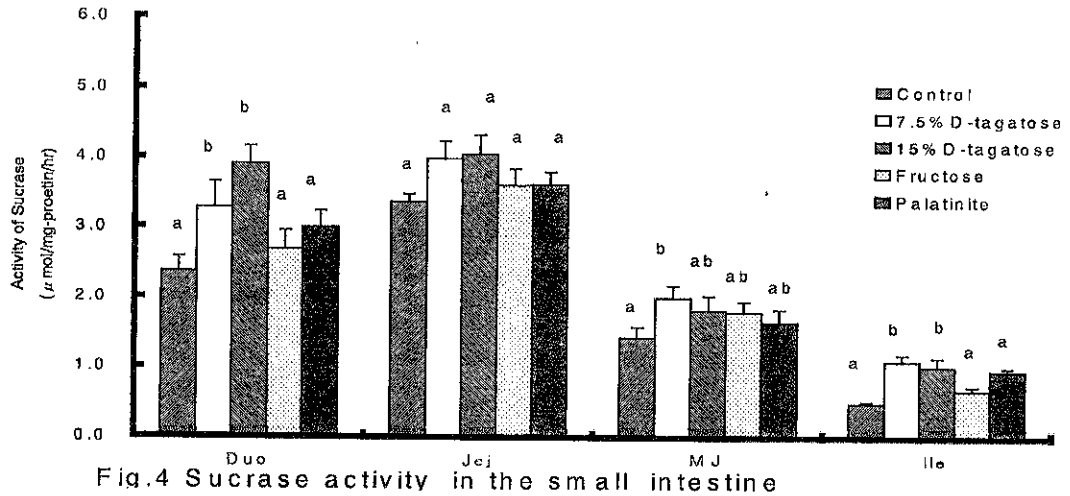


Fig.4 Sucrase activity in the small intestine

Values are mean±SE. The values not sharing a common superscript letter are significantly different (p<0.05)

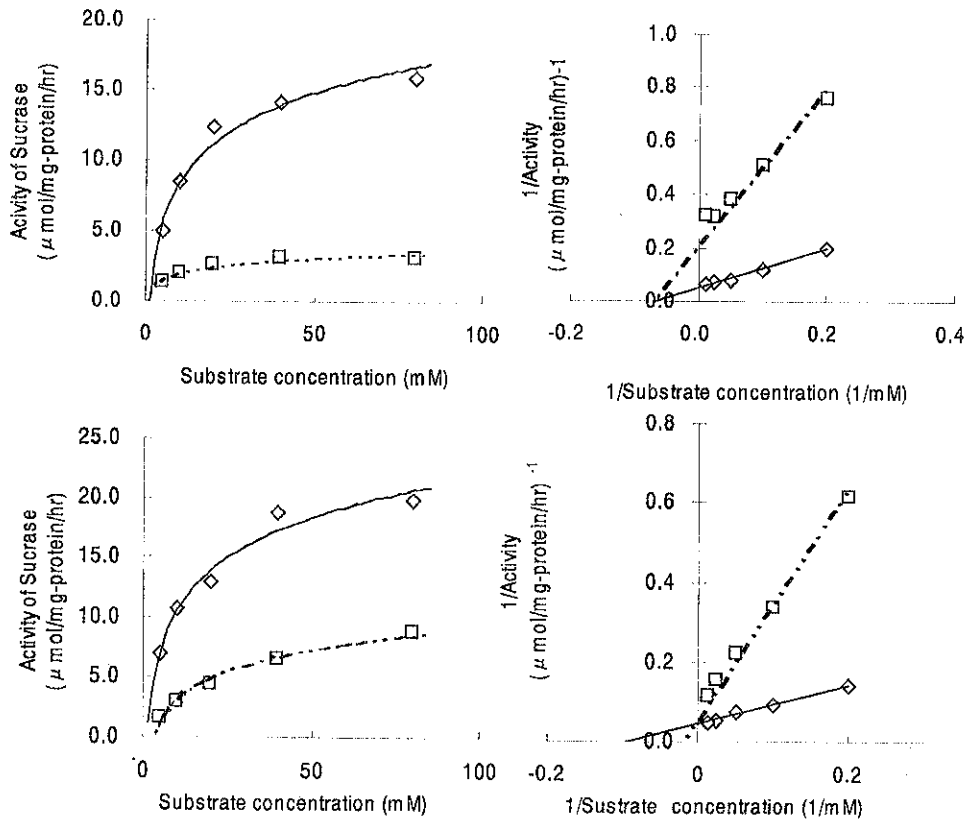


Fig.5 Inhibition of sucrase activity in the small intestinal brush-border membrane by tagatose(upper) or fructose(lower). Michaelis-Menten plot(left) and Lineweaver-Bulk plot(right)