



# 本わさび葉エキス配合サプリメントによる脂肪減少効果

金子 剛<sup>1)</sup>／宮田晃史<sup>2)</sup>／嶋田怜輔<sup>3)</sup>

## ● 要約

**目的：**本ワサビ葉エキス配合サプリメントによる脂肪減少効果を検証するため、非摂取群を対照とした無作為化並行群間比較試験を行った。

**方法：**20歳以上49歳以下の健康な日本人女性に「カロリナ酵素プラス（ワサスリム入り）」を1日2回（1回4粒）、計8粒を8週間続けて摂取し、暴飲暴食を避け通常の生活をするよう指示した。体重、BMI、体脂肪率、ウエスト（立位臍部周囲）、ヒップ（立位尾てい骨周囲）の変化を評価した。

**結果：**42人（摂取群22人、非摂取群20人）が試験を開始し、37人が試験を完遂した。8週後に摂取群は非摂取群と比べて体重、BMI、体脂肪率、ウエストが有意に減少した。試験期間中に有害事象は発生せず、試験品の安全性が確認された。

**結論：**BMIが普通から高めの日本人女性が「カロリナ酵素プラス（ワサスリム入り）」を継続して摂取すると脂肪が減少し、痩身効果が期待できる。

**Key words：**本ワサビ葉エキス（wasabi leaf extract）、ガルシニアカンボジアエキス（Garcinia Cambodia extract）、キトサン（chitosan）、野草発酵エキス（fermented wild grass extract）、体脂肪（body fat）、BMI（BMI；body mass index）、サプリメント（supplement）、痩身（sliming）

## はじめに

ワサビは猛毒のヒアリを忌避・殺虫するという研究結果<sup>1)</sup>が大きなニュースとなったことは記憶に新しい。ワサビの辛み成分を染み込ませたワサビシートには抗菌効果や鮮度を保つ効果があり、弁当の防腐剤として利用されていることは広く知られている。

日本の食文化に欠かせない本ワサビは、抗菌作用の他にも抗がん<sup>2)3)</sup>、血小板凝集抑制（血栓予防）<sup>4)</sup>、花粉による鼻炎軽減<sup>5)</sup>、抗肥満<sup>6)</sup>、育毛<sup>7)</sup>などの効果があることが報告されており、その機能が注目されている。他方、著者らの2017年の研究<sup>8)</sup>で痩身効果が示唆された「カロリナ酵素プラス」は、ガル

シニアカンボジアエキスや野草発酵エキスを含むボディメイク用サプリメントとして販売されているが、この度、その「カロリナ酵素プラス」に本ワサビ葉エキスを加えたりリニューアル商品を上市することとなった。本ワサビ葉エキスを含有する新カロリナ酵素プラスが、健康な女性にどのような効果を及ぼすのかについて検証したので報告する。

## 1. 対象および方法

### 1-1 試験デザイン

一般財団法人日本臨床試験協会（JACTA）（東京）を試験機関とし、宮田晃史（日本橋エムズクリニック 院長、東京）を試験総括責任医師として実施した。測定はJACTA内検査室にて行った。試験

1) 一般財団法人日本臨床試験協会（JACTA）／Takeshi KANEKO; JACTA (Japan Clinical Trial Association)

2) 日本橋エムズクリニック／Akinobu MIYATA; Nihonbashi M's Clinic

3) 株式会社 EC スタジオ／Ryosuke SHIMADA EC STUDIO CO., LTD.

表 1-1 新カロリナの栄養成分 (1粒 415 mg あたり)

項目	量
エネルギー	1.38 kcal
たんぱく質	0.13 g
脂質	0.01 g
炭水化物	0.18 g
食塩相当量	0.001 g

品を摂取する摂取群と、試験品を摂取しない非摂取群を設定し、2群による無作為化並行群間比較試験(介入実施者と評価者がブラインドの単盲検)とした。

### 1-2 対象者

JACTA が株式会社ヒューマ(東京)を通じて一般募集し、以下の選択基準を満たし、除外基準に合致せず、被験品の摂取を自ら希望する者を被験者とした。

#### 1-2-1 選択基準

- ① 20歳以上49歳以下の健康な日本人女性
- ② ダイエットに興味がある者

#### 1-2-2 除外基準

- ① BMI 18.5 未満
- ② 被験品成分によりアレルギー症状を示す恐れのある者
- ③ ホルモン補充療法を受けている者
- ④ 妊娠中、授乳中の者
- ⑤ 試験結果に影響する可能性があると思われる医薬品を服用している者
- ⑥ 試験結果に影響する可能性があると思われる健康食品を日常的に摂取している者
- ⑦ 被験部位に影響を与えるような美容医療の経験がある者
- ⑧ 他の健康食品を摂取する試験、医薬品を服用する試験、化粧品および薬剤等を塗布する試験に参加中の者
- ⑨ 試験総括責任医師が適切でないと認めた者

### 1-3 倫理審査委員会および被験者の同意

本試験はヘルシンキ宣言(2013年10月フォルタレザ改訂)および、人を対象とする医学系研究に関する倫理指針(2017年一部改正)に則り、薬事法有識者会議倫理審査委員会(委員長:宝賀寿男弁護士)の承認を得たのち、被験者に対して同意説明文書を渡し、文書および口頭により本試験の目的

表 1-2 新カロリナの原材料

ガルシニアカンボジアエキス末、キトサン、野草発酵エキス末、アカシア食物繊維、グァガム、イナゴ豆エキス末、ビール酵母、藍藻エキス末、本わさび葉エキス末、ザクロエキス末/ゼラチン、結晶セルロース、コハク酸、ステアリン酸カルシウム、β-カロテン
---

と方法を十分に説明し、被験者から自由意思による同意を文書で得て実施された。

### 1-4 試験品

試験品は、株式会社 EC スタジオが販売する、本わさび葉エキスを含有した「カロリナ酵素プラス(ワサスリム入り)」(2019年3月リニューアル発売、以降、新カロリナという)とした。試験品の栄養成分と原材料名を表1に示す。摂取群は、昼夕食後の1日2回、各4カプセルを水またはお湯と一緒に噛まずに摂取し、8週間継続した。試験品の開栓後は冷所または暗所に保管するよう指示した。

### 1-5 無作為化

65人の応募者から、選択基準を満たし除外基準に合致しない50人を選択し、試験に関係のない割付責任者が、偏りを防ぐために年齢とBMIを考慮したうえで乱数表を用いてAグループ(24人)、Bグループ(26人)に振り分けた(図1)。割付内容は割付責任者が厳重に保管し臨床試験データ固定後に試験実施機関に開示した。なお、Aグループの被験者は非摂取群とし、試験品を摂取せず8週間過ごした。Bグループの被験者は摂取群とし、試験品の摂取を8週間継続した。

### 1-6 試験スケジュール

試験期間を2018年9月から11月とし、すべての被験者に対し、試験開始1週間前より毎食の内容、排便回数、歩数を記した日誌の記録をするよう指示した。被験者は開始前と8週後にJACTA内検査室に来所し検査を行った。検査当日は試験品を摂取せず、通常の朝食を摂ってから、2回の検査日の同じ時間に来所させた。来所後に被験者は体組成の測定と身体部計測を行った。試験スケジュールを表2に示す。

試験期間中、被験者には試験品の摂取状況(摂取群のみ)、食事の内容、排便回数、歩数を記した日誌の提出を義務付けた。また、「レコーディング

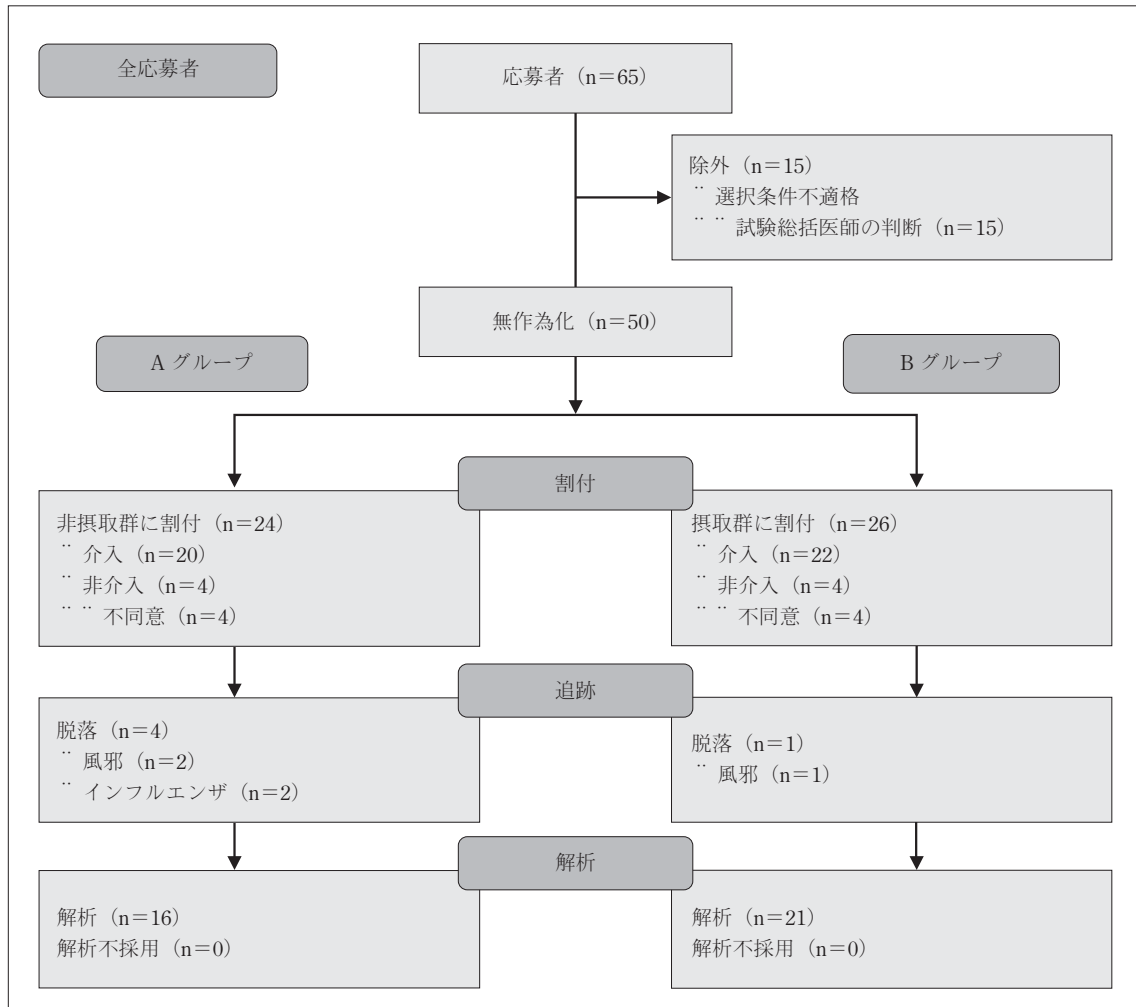


図1 解析対象者決定のプロセス

表2 試験スケジュール

項目	期間	被験者選択	摂取前	介入期間 (8週)
	同意の取得		●	
割付		●		
体組成		●	●	●
身体各部		●	●	●
主観評価			●	●
日誌 (試験開始の1週間前より実施)				←→
試験品摂取 (摂取群のみ)				←→
レコーディングシート				←→

● : 測定日に実施  
 ←→ : 試験期間中に毎日実施した事項

シート」を渡し、毎日の体重の変化を記録させた。

1-7 被験者の順守事項

すべての被験者に対し、試験期間中は通常の生活を送るとともに、以下の事項を遵守するよう指導した。

- (1) 試験期間中は、試験参加前からの食事、運動、飲酒、喫煙、睡眠時間等の生活習慣を変えずに維持する。
- (2) 試験期間中は、日常範囲を大きく逸脱する過度な運動、睡眠不足、ダイエットおよび暴飲

表3 被験者背景 (解析対象者)

項目	単位	摂取群	非摂取群
年齢*	歳	35.2 ± 6.2	36.3 ± 9.1
BMI*	kg/m <sup>2</sup>	26.1 ± 3.4	25.1 ± 3.9

平均値 ± 標準偏差

\*No significant difference

暴食 (宴会, 食べ放題, バイキング等) を避ける。

- (3) 試験期間中は, 痩身効果を及ぼす美容医療や施術, エステなどを受けることを禁止する。
- (4) 試験期間中は, やむを得ない場合を除き, 医薬品を服用しない。医薬品を服用する場合は日誌に医薬品名と内服量を記録する。
- (5) 医薬部外品および健康食品を試験参加前から摂取している場合は, 摂取量, 摂取頻度, 摂取方法を変更せずに継続して摂取する。新たな医薬部外品・健康食品の摂取は禁止する。
- (6) 検査日前3日間は夜更かし, 徹夜および激しい運動 (息が上がるようなランニング, 水泳, 登山など) を禁止する。
- (7) 検査日前日は禁酒とし, 十分に睡眠をとり, 体調を整える。

## 2. 評価項目

### 2-1 体組成

体組成計 (BC-313, 株式会社タニタ) による測定を1回行った。体重, BMI, 体脂肪率を評価した。

### 2-2 身体各部

検査員がテープメジャー (シンワ測定株式会社) を用いて, ウエスト (立位臍部周囲) とヒップ (立位尾てい骨周囲) を測定した。各3回ずつ測定し, それぞれ中央値を採用した。

### 2-3 アンケート評価

QOLに関するアンケートを実施し, 「(1) 便の状態」, 「(2) 身体の冷えの状態」, 「(3) 洋服のサイズの変化」, 「(4) 肌の乾燥」, 「(5) 疲労感」, 「(6) 気分の爽快さ」, 「(7) 行動的に動けるか」, 「(8) ぐっすり眠れるか」, 「(9) 身体が軽く感じられるか」の9項目について, 被験者自身が最近1週間の状態を「1: 大変悪い」から「9: 大変良い」までの9段階でスコア付けした。5は普通の状態を表し, 数値が大きいほど状態が良い。

### 2-4 安全性

医師の診断と測定の結果, および試験期間中の有害事象に関する日誌による調査をもとに評価した。

### 2-5 統計処理

解析はFASを採用した。各項目の値は, 平均値 ± 標準偏差で示した。各項目の開始前と8週後の比較は対応のあるt検定を行い, 群間比較についてはStudentのt検定により各群の開始前と8週後の変化量を比較した。被験者背景の偏りについてはStudentのt検定を行った。サンプルサイズとデータの多重性は考慮せず, 欠損値はなかった。いずれも両側検定で危険率5%未満 ( $p < 0.05$ ) を有意差ありと判定した。統計解析ソフトは, Statcel 4 (柳井久江, 2015) を使用した。

## 3. 結果

### 3-1 被験者背景・評価部位

割付けられた50人のうち8人 (摂取群4人, 非摂取群4人) が不同意を示し, 42人 (摂取群; 22人, 非摂取群; 20人) が試験を開始した。5人 (摂取群; 1人, 非摂取群; 4人) が自己の都合 (風邪; 3人, インフルエンザ; 2人) により試験を中止し, 37人 (摂取群; 21人, 非摂取群; 16人) が試験を完遂した。解析対象不採用者はおらず, 解析対象は37人 (平均年齢  $35.7 \pm 7.4$  歳) であった。解析までのフローを図1に, 解析対象被験者の背景を表3に示す。開始前の年齢とBMIに関して群間の偏りはなかった。

### 3-2 体構造

結果を表4に示す。摂取群は, 体重, BMI, 体脂肪率のすべての項目で開始前と比べて8週後に有意に減少した。非摂取群は, 体重, BMI, 体脂肪率のすべての項目で開始前と比べて8週後に有意に増加した。摂取群と非摂取群の開始前から8週後の変化量を群間比較したところ, 体重, BMI, 体脂肪率のすべての項目で有意な差がみられた。

表4 体組成・身体各部

項目〈単位〉	時点	摂取群 (n=21) <sup>1)</sup>	非摂取群 (n=16) <sup>1) 2)</sup>
体重 〈kg〉	開始前	65.7 ± 8.2	63.8 ± 11.4
	8週後	60.3 ± 6.6**	65.5 ± 12.3*
	Δ 0-8w	-5.4 ± 3.0	1.8 ± 3.1##
BMI 〈kg/m <sup>2</sup> 〉	開始前	26.1 ± 3.4	25.1 ± 3.9
	8週後	24.0 ± 2.7**	26.0 ± 4.2*
	Δ 0-8w	-2.1 ± 1.2	0.9 ± 1.6##
体脂肪率 〈%〉	開始前	36.6 ± 4.7	34.4 ± 5.4
	8週後	32.5 ± 5.0**	36.7 ± 5.1**
	Δ 0-8w	-4.1 ± 2.1	2.3 ± 2.9##
ウエスト (立位臍部周囲) 〈cm〉	開始前	86.8 ± 8.7	89.6 ± 9.7
	8週後	85.0 ± 8.9*	89.8 ± 11.5
	Δ 0-8w	-1.8 ± 3.1	0.2 ± 2.5#
ヒップ (立位尾てい骨周囲) 〈cm〉	開始前	99.0 ± 6.0	100.6 ± 8.6
	8週後	97.9 ± 5.5**	100.1 ± 8.6
	Δ 0-8w	-1.1 ± 1.6	-0.5 ± 2.6

平均値 ± 標準偏差

1) \*: p < 0.05, \*\*: p < 0.01 vs. 開始前

2) #: p < 0.05, ##: p < 0.01 vs. 非摂取群

### 3-3 身体各部

結果を表4に示す。摂取群は、ウエスト、ヒップのいずれも開始前と比べて8週後に有意に減少した。非摂取群に有意な変化はみられなかった。摂取群と非摂取群の開始前から8週後の変化量を群間比較したところ、ウエストに有意な差がみられたが、ヒップに有意な差はみられなかった。

### 3-4 QOL 評価

結果を表5に示す。摂取群は8週後に、(2)と(4)を除く(1), (3), (5), (6), (7), (8), (9)の項目で有意に改善したが、非摂取群は(1)のみ有意に改善した。摂取群と非摂取群の開始前から8週後の変化量を群間比較したところ、(1)の項目で有意な差がみられたが、他の項目に有意な差はみられなかった。

### 3-5 有害事象

測定および日誌による生活習慣と有害事象の調査の結果、また医師の診断からも、本試験において有害事象の発現はみられず、試験品に起因する臨床上の副作用も認められなかった。

## 4. 考 察

健康な女性が本ワサビ葉エキスを配合した「カロリナ酵素プラス (ワサスリム入り)」（新カロリナ）を継続して摂取すると、脂肪が減少するかを検証し

た。20歳から49歳の健康な日本人女性を対象とし、年齢とBMIに偏りがないように、サプリメントを摂取するグループと摂取しないグループに割付けて試験を開始した。すべての被験者に対し、暴飲暴食を避けて通常の生活を送ることを指示した。試験を完遂した37人（摂取群21人、非摂取群16人）のデータを評価した結果、8週後に摂取群は非摂取群と比較して体重、BMI、体脂肪率、ウエストが有意に減少した。有害事象の発現はなく、試験品の安全性が確認された。

著者らによる2017年の研究では、試験品に含まれるガルシニアカンボジアエキス、キトサン、および植物発酵エキスによる痩身効果が示唆された<sup>7)</sup>。ガルシニアカンボジアエキス中のHCAが脂肪の蓄積を抑制し<sup>9)~11)</sup>、キトサンが隣りパーゼの反応を阻害することにより脂肪の吸収を抑制し<sup>12)</sup>、さらに植物発酵エキスが腸内環境を整え<sup>13)</sup>、酵素により代謝が促進されたと考えられた。今回の新カロリナには、これらの成分に加えて新たに本ワサビ葉エキスを配合した。本ワサビは日本が原種と考えられる数少ない植物種で、飛鳥時代から利用され、江戸時代には静岡地方で栽培が推奨されたといわれる<sup>14)</sup>。本ワサビに含まれる6-MSITC (6-methylsulfinyl hexyl isothiocyanate) には強い抗酸化作用があり、先の



表5 QOL 評価

項目	時点	摂取群 (n = 21) <sup>1)</sup>	非摂取群 (n = 16) <sup>1) 2)</sup>
(1) 便の状態	開始前	4.4 ± 0.8	4.9 ± 1.4
	8週後	6.6 ± 1.6**	5.6 ± 1.8*
	Δ 0-8w	2.2 ± 2.0	0.8 ± 1.4 <sup>#</sup>
(2) 身体の冷えの状態	開始前	4.2 ± 1.7	4.5 ± 1.7
	8週後	4.1 ± 1.5	4.3 ± 1.3
	Δ 0-8w	-0.1 ± 1.9	-0.3 ± 1.8
(3) 洋服のサイズの変化	開始前	4.8 ± 1.4	5.1 ± 0.7
	8週後	5.1 ± 1.5*	5.1 ± 1.2
	Δ 0-8w	0.3 ± 0.7	0.0 ± 0.9
(4) 肌の乾燥	開始前	4.0 ± 1.4	4.4 ± 1.4
	8週後	3.8 ± 1.4	4.0 ± 1.2
	Δ 0-8w	-0.1 ± 0.9	-0.4 ± 1.1
(5) 疲労感	開始前	3.6 ± 1.3	4.2 ± 1.5
	8週後	4.3 ± 1.5*	4.1 ± 1.7
	Δ 0-8w	0.7 ± 1.3	-0.1 ± 1.3 <sup>‡</sup>
(6) 気分の爽快さ	開始前	4.6 ± 0.7	5.0 ± 1.0
	8週後	5.3 ± 1.0*	5.1 ± 1.3
	Δ 0-8w	0.7 ± 1.2	0.1 ± 1.3
(7) 行動的に動けるか	開始前	4.8 ± 1.0	4.9 ± 1.3
	8週後	5.6 ± 1.1**	5.4 ± 1.7
	Δ 0-8w	0.9 ± 1.2	0.6 ± 1.6
(8) ぐっすり眠れるか	開始前	4.7 ± 1.2	5.1 ± 1.4
	8週後	5.6 ± 0.9**	5.4 ± 1.9
	Δ 0-8w	0.9 ± 0.9	0.3 ± 1.1 <sup>‡</sup>
(9) 身体が軽く感じられるか	開始前	4.2 ± 1.1	4.6 ± 1.2
	8週後	5.0 ± 1.4*	4.8 ± 1.7
	Δ 0-8w	0.8 ± 1.5	0.1 ± 1.3

単位 ; スコア, 平均値 ± 標準偏差

1) \* : p < 0.05, \*\* : p < 0.01 vs. 開始前

2) ‡ : p < 0.1, # : p < 0.05 vs. 非摂取群

抗がん<sup>2) 3)</sup> や鼻炎軽減<sup>5)</sup>, 育毛<sup>7)</sup> の効果は, 6-MSITC の作用によると考えられている。なお, 西洋ワサビ (horse radish) にはこの 6-MSITC はほとんど含まれていない<sup>15)</sup>。6-MSITC は本ワサビの根や根茎に多く含まれることが報告されており<sup>15) 16)</sup>, Kumagai ら (1994 年) の抗肥満の研究では試験品として本わさび葉エキスから食物繊維を除いたものを使用した<sup>4)</sup> ことから, 抗肥満には 6-MSITC と食物繊維以外の成分が関与していることが示唆された。

近年, 本ワサビの葉にフラボノイドが多く含まれていることが分かり<sup>17)</sup>, 機能性を有する食品の原料として期待されている。これまでの研究では, 本ワ

サビ葉に含まれるフラボノイドの一種であるイソサポナリン (isosaponarin) がコラーゲン産生を促すことや<sup>18)</sup>, 紫外線によるダメージを防ぐこと<sup>19)</sup> が報告されている。フラボノイドは, 植物に含まれるフラバンを基本骨格とする有機化合物の総称で, 7,000 種以上あるといわれる<sup>20)</sup>。強い抗酸化作用があるため, 食品として摂取することにより疾病の予防や健康の維持増進が期待できる。本研究の結果, 本ワサビ葉エキスがガルシニアカンボジアエキス, キトサン, 植物発酵エキスとともに脂肪減少の効果をもたらしたと推察されたが, 今後の研究によってイソサポナリンの生理作用が解明されることを期待したい。

本研究の解析対象 37 人のうち 33 人は BMI が普通から軽度肥満 (18.5 以上 30 未満) であった。4 人 (摂取群 3 人, 非摂取群 1 人) が BMI 30 を超えていたが, 試験総括責任医師により健康と診断されたため, 介入を開始した。QOL アンケートの結果, 群間の有意差がみられたのは便秘のみだったが, 健康な人を対象としたため, 8 週間で実感できる効果に限界があったと推察された。また, 非摂取群の便秘は 8 週後にやや改善した。食生活が改善されたためと考えられるが, 新カロリナの便秘改善効果についても今後の研究課題としたい。

### ま と め

本ワサビ葉エキス配合サプリメントの脂肪減少効果を確認するため, 20 歳以上 49 歳以下の健康な日本人女性を対象とし, 「カロリナ酵素プラス (ワサスリム入り)」を摂取するグループと, 非摂取のグループに割付け試験を開始した。8 週間毎日サプリメント摂取すると, 体重, BMI, 体脂肪率, ウエストが減少した。このことから, 「カロリナ酵素プラス (ワサスリム入り)」による BMI が普通から高めの女性に対する痩身効果が期待できる。また試験品について有害事象は発現せず, 安全性について問題ないと考えられた。

### 利 益 相 反

本研究は, 株式会社 EC スタジオの財政支援と論文の執筆依頼を受けている。

### 引 用 文 献

- 1) Hashimoto Y, Yoshimura M; Huang RN. Wasabi versus red imported fire ants: preliminary test of repellency of microencapsulated allyl isothiocyanate against *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) using bait traps in Taiwan. *Applied Entomology and Zoology* 1-4, 2019.
- 2) Hsuan SW, Chyau CC, Hung HY, et al: The induction of apoptosis and autophagy by *Wasabia japonica* extract in colon cancer. *Eur J Nutr* 55: 491-503, 2016.
- 3) 福家洋子, 沢木佐重子, 野村孝弘, 他: 実験転移腫瘍系による沢ワサビ成分 6-(methylsulfinyl) hexyl isothiocyanate の転移抑制効果. *日本食品科学工学会誌* 47: 760-6, 2000.
- 4) Kumagai H, Kashima N, Seki T; et al: Analysis of Volatile Components in Essential Oil of Upland Wasabi and Their Inhibitory Effects on Platelet Aggregation. *Biosci Biotech Biochem* 58: 2131-5, 1994.
- 5) 永井 雅, 奥西 勲, 奥野吉昭, 他: 本わさび抽出物のスギ花粉症軽減効果. 第 47 回日本花粉学会 2006 年 10 月.
- 6) Yamasaki M, Ogawa T, Wang L, et al: Anti-obesity effects of hot water extract from Wasabi (*Wasabia japonica* Matsum.) leaves in mice fed high-fat diets. *Nutr Res Pract* 7: 267-72, 2013.
- 7) Yamada-Kato T, Okunishi I, Fukamatsu Y, et al: Stimulatory Effects of 6-Methylsulfinylhexyl Isothiocyanate on Cultured Human Follicle Dermal Papilla Cells. *Food Science and Technology Research* 24: 567-72, 2018.
- 8) 金子 剛, 宮田晃史, 嶋田怜輔: 野草醗酵エキス含有食品の瘦身効果. *先端医療と健康美容* 4: 40-46, 2017.
- 9) Anno T, Oono H, Tomi H: Effects of Long-term Ingestion of Jelly Drink Containing *Garcinia cambogia* Extract and Partially Hydrolyzed Guar Gum on Obesity. *Journal of Oleo Science*. 53: 197-205, 2004.
- 10) Hayamizu K, Ishii Y, Kaneko I, et al: Effects of Long-term Administration of *Garcinia cambogia* extract on Visceral Fat Accumulation in Humans: A Placebo-controlled Double Blind Trial *Journal of Oleo Science* 50: 805-812, 2001.
- 11) Mattes RD, Bormann L. Effects of (-)-hydroxycitric acid on appetitive variables. *Physiol Behav.* 2000, 71(1-2), 87-94.
- 12) 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: 35-40, 2001.
- 13) 長島浩二, 福土宗光, 本橋智枝子, 他: ヒト腸内細菌叢に対する野菜抽出酵素液 (F&E) 摂取の影響. *北海道立食品加工センター報告* 7: 27-31, 2007.
- 14) 木苗直秀, 小島 操, 古郡三千代: ワサビのすべて—日本古来の香辛料を科学する. p. 203, 学会出版センター, 東京, 2006.
- 15) 村田充良, 宇野みさえ, 永井陽子, 他: わさびおよび加工わさび製品中の 6-メチルスルフィニルヘキシルイソチオシアネート含量. *日本食品科学工学会誌* 51: 477-82, 2004.
- 16) Etoh H, Nishimura A, Takashima R, et al:  $\omega$ -Methylsulfinylalkyl Isothiocyanates in Wasabi, *Wasabia japonica* Matsum. *Agric Biol Chem* 54: 1587-9, 1990.
- 17) Shin SW, Ghimeray AK, Park CH: Investigation of total phenolic, total flavonoid, antioxidant and allyl isothiocyanate content in the different organs of Wasabi *japonica* grown in an organic system. *Afr J Tradit Complement Altern Med*, 11: 38-45, 2014.
- 18) Nagai M, Akita K, Yamada K, et al: The effect of isosaponarin isolated from wasabi leaf on collagen synthesis in human fibroblasts and its underlying mechanism. *J Nat Med* 64: 305-12, 2010.

- 19) 三浦陽子, 山田朋恵, 大澤俊彦, 他: ワサビ葉成分イソサポナリンが紫外線による皮膚傷害に及ぼす影響. 第61回日本酸化ストレス学会学術集会, 2008年6月.
- 20) 花き研究所: フラボノイド. 国立研究開発法人 農業・

食品産業技術総合研究機構.

[https://www.naro.affrc.go.jp/flower/kiso/color\\_shikiso/contents/flavonoid.html](https://www.naro.affrc.go.jp/flower/kiso/color_shikiso/contents/flavonoid.html) (2019-3-6 参照)

---