

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 28 日現在

機関番号：23803

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K11645

研究課題名(和文) 食材の機能性活用をめざすフラボノイドの調理種別変化と摂取後の生体内炎症指標の検討

研究課題名(英文) Research on the changes of flavonoid content by cooking procedure and the antioxidant biomarkers in human after ingestion of flavonoid for utilizing food functionality.

研究代表者

市川 陽子 (Ichikawa, Yoko)

静岡県立大学・食品栄養科学部・教授

研究者番号：50269495

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)： 外食・中食等で利用可能なフラボノイド摂取方法を検討するため、業務用厨房で汎用されるスチームコンベクションオーブンを活用し、5種類の調理法による食材のフラボノイド含有量、抗酸化能等の変化を測定し、一般調理法の結果と比較した。フラボノイド含有量は「煮」調理で有意に減少する一方、豆腐において「焼き」、「蒸し」で有意に増加した。

高フラボノイド食の短期継続摂取が生体内炎症指標に与える影響をヒト試験により検討した。BMI > 25 kg/m<sup>2</sup>の肥満グループにおいて、7日間の継続摂取後で血中フラボノイド濃度が有意に上昇し、全血細胞中IL-1<sup>\*</sup>等の炎症性サイトカインの遺伝子発現量の有意な低下が確認された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

食産業で導入率の高いスチームコンベクションオーブン調理による食材中のフラボノイド含有量等の変化についてはほとんど報告がない。今後食品数を増やして検証し、データを蓄積することにより、中食、外食におけるヘルシーメニューへの応用等、食環境整備の上でも意義がある。

また、高フラボノイド含有量の食事の継続摂取では、肥満者において抗炎症作用が確認された。慢性的な炎症状態にある人に対しては、高フラボノイド食摂取が有効であること示された。さらに対象を増やして検証する必要があるが、本研究の結果は、生活習慣病予防のための食品機能性の食事への応用、食事の摂り方を提示するための有益な知見となりえる。

研究成果の概要(英文)： For proffering flavonoid intake methods that can be used in food service business and home replacement meal, we measured changes in flavonoid content, antioxidant ability of foodstuffs by five different cooking methods using a steam convection oven, which is commonly used in commercial kitchens, and compared the results with those of general cooking methods. Flavonoid content significantly decreased in "boiled" cooking, while it significantly increased in "baked" and "steamed" tofu.

We also examined the effect of short-term continuous consumption of flavonoid-rich meals on inflammatory indices in a human study. In the obese group with BMI >25 kg/m<sup>2</sup>, blood flavonoid levels significantly increased and significantly decreased gene expression of inflammatory cytokines such as IL-1<sup>\*</sup> in whole blood cells after 7 days of continuous intake. The results showed a significant decrease in gene expression of inflammatory cytokines such as IL-1<sup>\*</sup> in whole blood cells.

研究分野：フードマネジメント

キーワード：フラボノイド 調理変化 ヒト試験 生体内炎症指標 機能性活用 高フラボノイド食 食事

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

代表的なポリフェノール類の一種であるフラボノイドは、抗酸化活性等の様々な機能性をもつ。野菜や果物に含まれるため食事から摂取しやすく、また日常的な摂取により慢性代謝疾患等の発症を予防できる可能性がある。一方、フラボノイドの高濃度、長期間摂取による安全性、有効性についての知見は不十分であり、通常の食事から摂取した場合の効果の検証が求められる。フラボノイドによる抗炎症効果を継続摂取できる日常の食事に応用する方法について、科学的根拠を以て示されることは、国民の健康の維持・増進を目的とした食環境整備の上でも役立つ。

### 2. 研究の目的

1) 外食・中食等で利用可能なフラボノイド摂取方法を検討するため、各種調理法が食材中のフラボノイド含有量、抗酸化能等に及ぼす影響について、業務用厨房等で広く普及しているスチームコンベクションオープン(スチコン)を用い、5種類の調理法による含有量等の変化を一般調理法の結果と比較した。

2) 開発した高フラボノイド食の継続摂取における疾病リスク低減効果を、血中の炎症マーカー(炎症性サイトカインの遺伝子発現等)により評価した。

### 3. 研究の方法

1) 食材中の機能性成分にスチコン調理が及ぼす影響

#### (1) 食材の選定及び調理

玉ねぎ、大豆(水煮)、黒豆(水戻し)、木綿豆腐の4食材を用いた。切り方は既報の一般調理と統一し、調理法は「焼き」、「炒め」、「蒸し」、「煮」に「生」を加えた5種類とした。全ての調理はスチコンで行い、各調理の条件設定は予備実験を行って決定した。

#### (2) フラボノイド含有量、総ポリフェノール量、抗酸化活性の測定

フラボノイド類の含有量測定は、食材を凍結乾燥した乾燥粉末に酵素加水分解処理を加え、メタノールにて抽出し、フラボノイドアグリコンをHPLCにて測定した。総ポリフェノール量はFolin-Ciocalteu法、抗酸化活性はDPPHラジカル消去活性を用いて測定した。

2) 高フラボノイド食の短期継続摂取における生体内炎症マーカーに関する検討

#### (1) 被験者及び試験食

試験は、男性7名(36.6 ± 8.4 (26 ~ 50) 歳、BMI 26.4 ± 3.7 (21.0 ~ 32.6) kg / m<sup>2</sup>)である。また、抗炎症作用における体内の炎症状態の影響を検討するため、BMIに着目して被験者を2グループに分け、BMI 25 kg / m<sup>2</sup>を普通体型グループ(4名: No. 1 ~ No. 4)、> 25 kg / m<sup>2</sup>を肥満グループ(3名: No. 5 ~ No. 7)とした(表1)。

表1. 被験者プロフィール

被験者	年齢	身長(cm)	体重(kg)	BMI(kg/m <sup>2</sup> )	グループ
No. 1	47	173.0	73.0	24.4	普通体型
No. 2	33	169.0	67.0	23.5	普通体型
No. 3	34	168.0	70.3	24.9	普通体型
No. 4	50	166.0	58.0	21.0	普通体型
No. 5	28	184.0	103.0	30.4	肥満
No. 6	26	176.0	101.2	32.6	肥満
No. 7	38	178.6	86.0	27.0	肥満
平均 ± SD	36.6 ± 8.4	173.5 ± 6.0	80.2 ± 15.9	26.4 ± 3.7	

表2. 高フラボノイド試験食(9種類)の料理名とフラボノイド含有量

献立	献立・料理名	フラボノイド含有量	
		実測値	推定値
1	白米、ひき肉と豆腐のにら炒め、玉ねぎのゴマ酢和え、玉ねぎの味噌汁、りんご	46.5 ± 0.4	115.6
2	白米、肉豆腐、玉ねぎと油揚げのサラダ、レンコンとにんじんの甘酢和え、玉ねぎの味噌汁	65.2 ± 0.6	107.3
3	白米、牛皿、豆腐サラダ、小松菜とにんじんのからし和え、玉ねぎの味噌汁、りんご	42.0 ± 0.5	84.5
4	白米、豆腐と豚のしょうが焼き、玉ねぎとじゃこの酢の物、玉ねぎの味噌汁、りんご	47.2 ± 0.3	73.8
5	白米、豆腐のつくね、にんじんのグラッセ、玉ねぎとツナのサラダ、玉ねぎの味噌汁	43.1 ± 0.4	82.9
6	白米、豆腐の野菜あんかけ、玉ねぎサラダ、チンゲンサイのわさび酢和え、玉ねぎの味噌汁、りんご	41.2 ± 0.3	95.2
7	白米、豚肉の味噌炒め、さらし玉ねぎの冷奴、きゅうりとにんじんの甘酢漬、玉ねぎの味噌汁、りんご	47.6 ± 0.3	73.7
8	白米、しょうが焼き、野菜炒め、がんもどきと小松菜の煮物、玉ねぎの味噌汁	38.8 ± 0.5	39.4
9	白米、豚しゃぶオニオソース、豆腐小鉢、ほうれん草のごま和え、玉ねぎの味噌汁、りんご	35.7 ± 0.5	70.7
献立当たりの平均フラボノイド含有量		46.9 ± 8.1	82.6

#### (2) 試験食

フラボノイドを豊富に含む食事(=高フラボノイド食)と、ほとんど含まない食事(=フラボノイド低減食)を作成した。作成した高フラボノイド食のフラボノイド含有量は、調理後の実測値で平均46.9 ± 8.1 mg / mealであった(表2)。フラボノイド低減食のフラボノイド含有量は、全て検出限界以下であった。

#### (3) 研究デザイン

試験1日目から2日目までフラボノイド低減食を合計6食摂取させ、ウォッシュアウト期間とした。試験3日目から9日目までの7日間、合計21食について、高フラボノイド食またはフラボノイド低減食を摂取させた。高フラボノイド食の7日間摂取を高フラボノイド群、フラボノイド低減食の7日間摂取を低フラボノイド群とした。採血は3日目の朝食摂取前及び10日

目の朝食摂取前の2回行った。また、2日目の朝食摂取後から3日目の朝食摂取前及び9日目の朝食摂取後から10日目の朝食摂取前まで、24時間蓄尿を行った。試験期間中はこちらで用意する食事以外絶食とし、飲料は水のみ自由摂取とした。

#### (4) 血液、尿サンプルの測定

血漿及び尿中フラボノイド濃度を LC/MS を用いて測定した。また、全血細胞中の IL - 1 $\beta$ 、IL - 6、IL - 18、TNF -  $\alpha$  の 4 種類の炎症性サイトカインの遺伝子発現量をリアルタイム RT - PCR にて測定した。

#### (5) 被験者の日常的な摂取栄養量の推定

日常的な摂取栄養量を推定するため、被験者には試験開始前に、エクセル栄養君<sup>®</sup>食物摂取頻度調査 Food Frequency Questionnaire Based on Food Groups (FFQg) Ver. 4.0 の調査票に回答させ、回収して解析を行った。

### 4. 研究成果

#### 1) 食材中の機能性成分にスチコン調理が及ぼす影響

食材ごとの調理別フラボノイド含有量を表 4 に示す。玉ねぎのケルセチンでは、生と比較し、焼き、蒸し、煮で有意な減少を示した ( $p < 0.01$ )。大豆のダイゼインは、生 (16.1 $\pm$ 4.9 mg / 100 g FW) と比較し、煮のみで有意な減少がみられた ( $p < 0.01$ )。黒豆も大豆と同様の結果であった。一方、豆腐では生と比較し、焼き、蒸しで有意な増加を示し ( $p < 0.01$ )。煮では有意な減少がみられた (ダイゼイン :  $p < 0.01$ 、ゲニステイン :  $p < 0.05$ )。また、いずれの食材においても煮汁でフラボノイドが検出され、フラボノイドは煮調理で食材から溶出することが示された。損失するフラボノイドを全て摂取するためには、煮汁も摂取できる料理が望ましい。増加については、加熱による揮発性成分の損失によるフラボノイド濃度の増加や、細胞壁の熱破壊により細胞繊維内部のフラボノイド化合物が利用可能になることが原因とされている。一方、減少については、ゆで汁への溶出や、食材の細断後に空気や光によってフラボノイドの分解が起こると考えられている。

表 4. 食材中のフラボノイド含有量

食材	フラボノイド	調理操作					
		生	焼き	炒め	蒸し	煮	煮汁
玉ねぎ	ケルセチン	68.3 $\pm$ 13.8	42.9 $\pm$ 14.5**	66.5 $\pm$ 18.4	52.7 $\pm$ 4.6**	22.3 $\pm$ 3.2**	39.3 $\pm$ 7.3
	大豆(水煮)	ダイゼイン	16.1 $\pm$ 4.9	16.4 $\pm$ 1.3	15.9 $\pm$ 1.2	13.2 $\pm$ 4.1	9.5 $\pm$ 0.3**
黒豆(水戻し)	ゲニステイン	37.9 $\pm$ 8.1	33.4 $\pm$ 13.5	42.2 $\pm$ 2.5	35.0 $\pm$ 11.1	28.3 $\pm$ 1.5	12.9 $\pm$ 2.7
	ダイゼイン	31.7 $\pm$ 6.6	30.0 $\pm$ 2.9	32.2 $\pm$ 5.4	33.3 $\pm$ 5.5	21.9 $\pm$ 4.0**	8.8 $\pm$ 1.8
豆腐	ゲニステイン	38.1 $\pm$ 7.5	37.4 $\pm$ 5.4	34.9 $\pm$ 7.0	38.7 $\pm$ 11.0	31.1 $\pm$ 5.5*	7.3 $\pm$ 1.5
	ダイゼイン	10.0 $\pm$ 0.6	12.2 $\pm$ 3.1**	10.6 $\pm$ 1.7	12.2 $\pm$ 0.6**	7.5 $\pm$ 1.4**	2.8 $\pm$ 0.3
	ゲニステイン	17.5 $\pm$ 1.2	21.7 $\pm$ 5.2**	18.8 $\pm$ 3.3	22.1 $\pm$ 1.9**	15.0 $\pm$ 2.8*	4.6 $\pm$ 0.3

数値は全て平均値  $\pm$  SD  
n=3, Mann-Whitney の U 検定, \* :  $p < 0.05$  (片側), \*\* :  $p < 0.01$  (片側)

食材ごとの調理別総ポリフェノール含有量を表 5 に示す。玉ねぎでは、生 (10.2 $\pm$ 4.0 mg / 100 g FW) と比較して煮で有意な減少がみられた ( $p < 0.01$ )。大豆では、生 (11.4 $\pm$ 3.4 mg / 100 g FW) とよりも炒め、蒸し、煮で有意に減少していた ( $p < 0.01$ )。黒豆、豆腐の総ポリフェノール含有量は、調理による有意な変化はみられなかった。

表 5. 食材中の総ポリフェノール含有量

食材名	総ポリフェノール含有量 (mg 没食子酸当量 / 100 g FW)					
	生	焼き	炒め	蒸し	煮	煮汁
玉ねぎ	10.2 $\pm$ 4.0	14.5 $\pm$ 9.6	12.7 $\pm$ 6.7	11.2 $\pm$ 5.3	3.5 $\pm$ 0.4**	4.0 $\pm$ 0.8
大豆(水煮)	11.4 $\pm$ 3.4	10.3 $\pm$ 4.1	5.9 $\pm$ 0.3**	5.5 $\pm$ 1.2**	5.0 $\pm$ 1.9**	4.1 $\pm$ 1.2
黒豆(水戻し)	24.5 $\pm$ 12.3	26.0 $\pm$ 11.1	27.2 $\pm$ 7.4	38.8 $\pm$ 15.1	23.5 $\pm$ 8.2	5.8 $\pm$ 0.8
豆腐	10.1 $\pm$ 4.7	10.7 $\pm$ 4.3	11.5 $\pm$ 6.8	16.1 $\pm$ 9.9	8.2 $\pm$ 5.0	1.7 $\pm$ 0.4

数値は全て平均値  $\pm$  SD  
n=3, Mann-Whitney の U 検定, \* :  $p < 0.05$  (片側), \*\* :  $p < 0.01$  (片側)

食材ごと、調理法別の抗酸化活性を表 6 に示す。玉ねぎは、生と比較し、煮で有意な減少がみられた ( $p < 0.01$ )。大豆では、生よりも蒸し、煮で有意な低下がみられた ( $p < 0.01$ )。黒豆の抗酸化活性は、生と比べ炒め、蒸しで有意な増加が確認された ( $p < 0.01$ )。豆腐では、生よりも焼き、蒸しで有意な増加がみられた ( $p < 0.01$ )。

表 6. 食材中の抗酸化活性

食材名	抗酸化活性 (mmol trolox 当量 / 100 g FW)					
	生	焼き	炒め	蒸し	煮	煮汁
玉ねぎ	22.9 ± 9.6	29.9 ± 13.6	22.3 ± 10.9	21.2 ± 7.4	6.5 ± 1.3**	8.7 ± 2.0
大豆(水煮)	35.4 ± 2.4	34.3 ± 4.4	39.5 ± 13.3	20.3 ± 5.0**	27.0 ± 2.7**	6.6 ± 3.5
黒豆(水戻し)	81.5 ± 25.7	99.9 ± 25.5	147.2 ± 8.1**	158.1 ± 54.9**	88.0 ± 31.8	25.1 ± 7.7
豆腐	22.9 ± 3.4	29.7 ± 5.9*	26.7 ± 7.0	30.2 ± 7.8*	25.4 ± 11.5	3.0 ± 0.2

数値は全て平均値 ± SD

n=3, Mann-Whitney の U 検定, \* : p < 0.05 (片側), \*\* : p < 0.01 (片側)

2) 高フラボノイド食の短期継続摂取における生体内炎症マーカーに関する検討

FFQg の回答結果から算出した被験者の日常的な推定摂取栄養量は表 7 のとおりである。日本人の食事摂取基準 (2015 年版) の推定エネルギー必要量 (2300 ~ 2650 kcal) と比較して、普通体型グループは 2110 ~ 2331 kcal とほぼ同等、肥満グループは 4279 kcal と大幅に上回った。

表 7. 被験者の日常的な推定摂取栄養量

被験者	エネルギー	タンパク質	脂質	炭水化物	カルシウム	鉄	レチノール当量	ビタミンB1	ビタミンB2	ビタミンC	ビタミンE	食物繊維	塩分
	kcal	g	g	g	mg	mg	µg	mg	mg	mg	mg	g	g
No. 1	2331	60.9	58.1	364	409	5.8	379	0.73	0.86	54	5.8	11.8	7.4
No. 2	2191	68.0	63.2	324	437	6.0	494	0.92	0.93	70	5.7	11.1	7.6
No. 3	2165	74.4	62.7	303	427	7.0	506	0.89	0.92	52	6.3	9.9	8.5
No. 4	2110	82.0	83.3	245	753	7.1	673	1.21	1.50	101	6.4	12.0	13.2
No. 5	4279	128.8	135.4	629	601	12.2	800	1.82	1.76	185	10.8	25.3	21.5
No. 6	2728	76.9	72.1	425	410	7.7	557	1.10	0.93	85	7.5	14.8	6.2
No. 7	2804	122.9	110.8	312	1184	12.9	1071	1.54	2.26	193	9.5	17.3	8.8
平均 ± SD	2658 ± 709	87.7 ± 24.9	83.7 ± 26.9	371 ± 117	603 ± 265	8.4 ± 2.7	640 ± 216	1.17 ± 0.36	1.31 ± 0.50	105 ± 55	7.4 ± 1.8	14.6 ± 4.9	10.5 ± 4.9

高フラボノイド群、低フラボノイド群の血中フラボノイド濃度を図 1 に示す。高フラボノイド群では、普通体型グループ、肥満グループのいずれも血中フラボノイド濃度が介入前後で有意な上昇 ( $p < 0.05$ ) を示したが、低フラボノイド群では、両グループとも血中フラボノイド濃度に有意な変化はみられなかった。

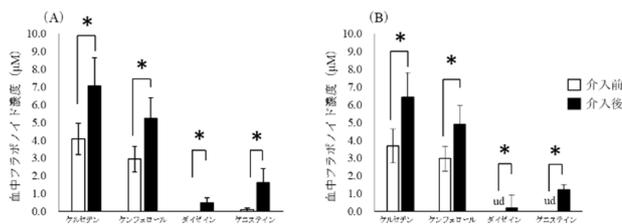


図 1-1. 高フラボノイド群の介入前後の血中フラボノイド濃度

(A) : 普通体型グループ (BMI 25 kg / m<sup>2</sup> 未満)

(B) : 肥満グループ (BMI 25 kg / m<sup>2</sup> 以上)

\* : Tukey の多重比較検定にて介入前と介入後の血中フラボノイド濃度に  $p < 0.05$  で有意差あり

ud: under the detection limit

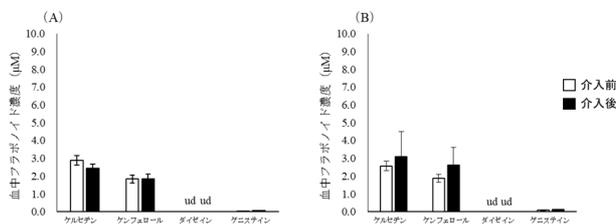


図 1-2. 低フラボノイド群の介入前後の血中フラボノイド濃度

略語等は、図 1-1. に準ずる。

高フラボノイド群及び低フラボノイド群の 24 時間蓄尿中のフラボノイド濃度を図 2 に示す。高フラボノイド群の普通体型グループにおいて、介入前後でケルセチン、ケンフェロール、ダイゼイン、ゲニステインが有意に上昇した ( $p < 0.05$ )。肥満グループでも同様に、有意な上昇が確認された ( $p < 0.05$ )。一方、低フラボノイド群では、普通体型グループ、肥満グループともに尿中フラボノイド濃度に有意な変化はみられなかった。

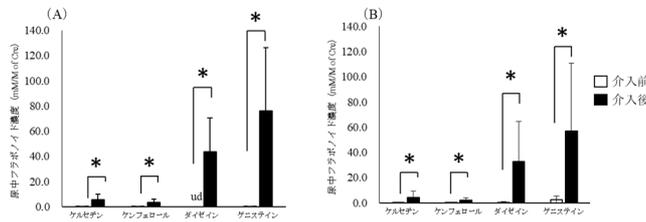


図 2-1. 高フラボノイド群の介入前後の尿中フラボノイド濃度

略語等は、図 1-1.に準ずる。

\* : Tukey の多重比較検定にて介入前と介入後の尿中フラボノイド濃度に  $p < 0.05$  で有意差あり

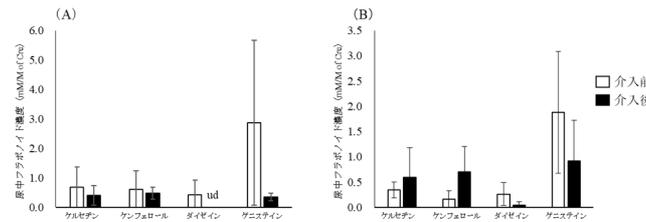


図 2-2. 低フラボノイド群の介入前後の尿中フラボノイド濃度

略語等は、図 1-1.に準ずる。

両試験食での介入による血中の遺伝子発現量の変化は、相対定量法にて算出した(図 3)。(B)の肥満グループでは、高フラボノイド群で 4 種類の炎症性サイトカイン全ての遺伝子発現量が有意に低下したが、低フラボノイド群ではいずれの項目にも有意差はなかった。普通体型グループでは、高フラボノイド群における IL-6 のみが有意に低下していた。

Furukawa ら (2004) は、肥満者は脂肪組織の酸化によって酸化物質の量が多くなることを明らかにしている。また Zahedi ら (2013) は、生体内に慢性的な炎症が起こっていることを報告している。肥満グループ 3 名は慢性的な炎症状態にある可能性が高く、フラボノイドの抗炎症作用が効きやすかったと推察される。さらに Egert ら (2008) は、健康人に対してケルセチンを経口投与しても、血液中の TNF- $\alpha$  濃度に変化がなかったことを報告しており、Zahedi ら (2013)、Boots ら (2011) は、生体内において慢性的な炎症が起こっている糖尿病患者、サルコイドーシス患者にケルセチンを経口投与した場合に、炎症性サイトカインが低下したことを明らかにしている。今回の我々の結果は、慢性的な炎症状態にある対象において、フラボノイドの経口摂取による抗炎症作用が効きやすいという、これらの先行研究を支持するものと考えられた。

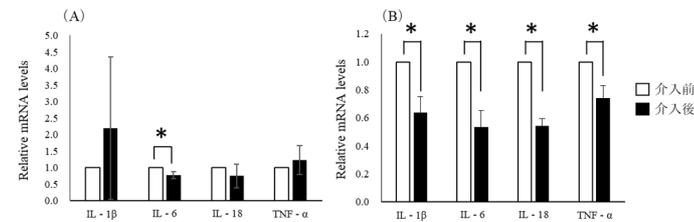


図 3-1. 高フラボノイド群の介入前後の全血細胞中の炎症性サイトカインの遺伝子発現量

介入による遺伝子発現量の変化は相対定量法にて算出。

略語等は、図 1-1.に準ずる。

\* : Tukey の多重比較検定にて介入前と介入後の全血細胞中炎症性サイトカインの遺伝子発現量に  $p < 0.05$  で有意差あり

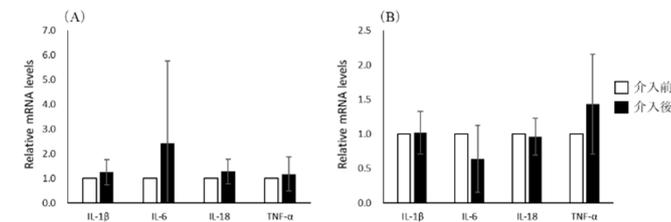


図 3-2. 低フラボノイド群の介入前後の全血細胞中の炎症性サイトカインの遺伝子発現量

介入による遺伝子発現量の変化は相対定量法にて算出。略語等は、図 1-1.に準ずる。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Ryo Mannen, Michiko T. Yasuda, Ayami Sano, Toshinao Goda, Kayoko Shimoi, Yoko Ichikawa	4. 巻 11(2)
2. 論文標題 Effect of flavonoid-rich meals and low-flavonoid meals based on the dietary reference intakes for Japanese using basic foodstuffs on the gene expression of inflammatory cytokines in the whole blood cells from adult men of normal or light overweight	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Functional Foods in Health and Disease	6. 最初と最後の頁 56-72
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.31989/ffhd.v11i2.781	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Ryo Mannen, Michiko T. Yasuda, Ayami Sano, Toshinao Goda, Kayoko Shimoi, Yoko Ichikawa	4. 巻 9(9)
2. 論文標題 Changes in plasma concentration of flavonoids after ingestion of a flavonoid-rich meal prepared with basic foodstuffs	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Functional Foods In Health And Disease	6. 最初と最後の頁 446-465
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.31989/ffhd.v9i9.643	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 MANNEN Ryo, HANE Asako, SANNO Ayami, OTSUKI Naoko, GODA Toshinao, SHIMOI Kayoko, ICHIKAWA Yoko	4. 巻 55(2)
2. 論文標題 Change of Flavonoid Contents Before and After Cooking in Model Menu of Daily Meals	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Cookery Science of Japan	6. 最初と最後の頁 84-96
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11402/cookeryscience.55.84	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 市川陽子, 萬年遼	4. 巻 59(8)
2. 論文標題 食事由来ポリフェノールのデータベース化と摂取目安量策定の意義(4)日本および諸外国におけるポリフェノール,フラボノイド摂取量の推定：日本人の食事・食生活に基づいたデータベースの構築と利用に向けて	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 化学と生物	6. 最初と最後の頁 408-415
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 鈴木杏奈、萬年遼、大原裕也、大槻尚子、下位香代子、市川陽子
2. 発表標題 玉ねぎ摂取時のケルセチンの体内動態に対する調理方法の検討
3. 学会等名 第73回日本栄養・食糧学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川崎杏香、萬年遼、大槻尚子、下位香代子、市川陽子
2. 発表標題 食材中の機能性成分に調理の種類および調理後の時間経過が及ぼす影響
3. 学会等名 第73回日本栄養・食糧学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryo Mannen, Momoka Kawasaki, Naoko Otsuki, Kayoko Shimoi, Yoko Ichikawa
2. 発表標題 Effects of different cooking methods and storage time after cooking functional ingredients in foodstuffs
3. 学会等名 The 9th International Conference on Polyphenols and Health (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 市川陽子
2. 発表標題 日本人の食事におけるフラボノイド摂取量と調理・保存によるフラボノイド・総ポリフェノール含有量、抗酸化活性の変動の検討
3. 学会等名 日本農芸化学会2020年度大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉村夢那, 萬年遼, 大槻尚子, 下位香代子, 市川陽子
2. 発表標題 食材中の機能性成分(フラボノイド含有量、総ポリフェノール量、抗酸化活性)に調理方法が及ぼす影響
3. 学会等名 第76回日本栄養・食糧学会大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	下位 香代子 (Kayoko Shimoi)  (10162728)	静岡県立大学・食品栄養科学部・客員教授  (23803)	
研究分担者	合田 敏尚 (Toshinao Goda)  (70195923)	静岡県立大学・食品栄養科学部・特任教授  (23803)	
研究分担者	大槻 尚子 (Naoko Otsuki)  (20825004)	静岡県立大学・食品栄養科学部・助教  (23803)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------