

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 5 月 12 日現在

機関番号：35405

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K19733

研究課題名（和文）ヒトの嗅覚に起因した情動変化に伴う食物嫌悪出現の特徴とメカニズム

研究課題名（英文）A characteristic and a mechanism of the alterations in emotional responses induced by food aversion due to olfaction perception of the human

研究代表者

石長 孝二郎 (Kojiro, Ishinaga)

広島女学院大学・人間生活学部・教授

研究者番号：80574459

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は食物の混合されたにおいをヒトはどの程度認知できるか、また、食物のにおい認知と食物臭嫌悪を誘導する情動との関連を検討することを目的とした。その結果、ヒトは食物のにおいを2種混合しても、1つ1つのにおいを別々に認知することができ、その認知する能力は食物のにおいの強さや質だけでなく、そのにおいに誘導される情動（特に不快）が深く関わっている可能性が示唆された。本研究を通して、嗅覚の特性は“おいしさ”を感知する能力よりも、“不快なにおい（危険な情報）”を認知する能力が優先されており、この特性は治療により嗅覚過敏が出現した際には、その能力が強化され、逆に食事が食べられなくなる可能性が考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

我々は以前よりがん化学療法（抗がん剤）と食物臭嫌悪の関連を研究している。がん化学療法では悪心や食欲不振、口内炎などの有害事象が頻繁に起こる。その有害事象の一つに嗅覚過敏による嘔気、におい誘導による予期性悪心がある。

本研究の基礎データや考察から、将来的には病気の治療や体調不良で食事摂取量が減少している場合には、管理栄養士・栄養士は最初に栄養剤の追加を検討しがちだが、まずは対象者へのインタビューで嗅覚過敏や特定のにおいの嫌悪が起こっていないかを確認し、その症状がある場合には嫌悪臭を避けた、もしくは食物嫌悪を起こしにくい献立の立案によって食事摂取量を回復させる手法が確立できればよいと願っている。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was that determine the extent to which humans perceive mixed odors of food. Additionally, we investigated the correlation between food odor perception and the emotions that induce food aversion. As a result, even when two types of food odors were mixed, each odor could be easily identified. This suggests that the ability to perceive food odors is deeply related not only to the strength and quality of the odors, but also to the emotions they induce, particularly unpleasantness.

As an olfactory mechanism, ability to recognize unpleasant smell (critical information) was given priority to over ability to sense a taste. When the ability with unpleasantness was strong, it was suggested that we could not eat a diet.

研究分野：臨床栄養学

キーワード：におい 食物臭嫌悪 嗅覚 情動 食嗜好 臭気指数相当値 ビジュアルアナログスケール

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

我々は以前よりがん化学療法と食物臭嫌悪の関連を研究していた。先行研究では、食物臭による嫌悪(不快)は治療により嗅覚過敏が発現している患者に起こりやすく、においのすべてを嫌悪しているのではなく、ヒトにとって有害と思われるにおいに敏感に反応して嫌悪(不快)が出現していることが示された。しかし、この研究は1種類のにおいを順番に嗅がせた研究であった。実際の我々の日常の食べ方を考えてみると、口腔内で混ざり合う2種類の料理の味を我々はある程度別々の食物として認知し摂食している。そこで今回はにおいに焦点を当て、2種類の食物を識別する能力と、においに誘導される情動(快・不快)の関連を調べることにした。

2. 研究の目的

本研究は食物の混合されたにおいをヒトはどの程度認知できるか把握するとともに、食物のにおい認知と食物臭嫌悪を誘導する情動との関連を検討することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 食物試料の選定と分析

においを同定するための食物試料の選定

においを同定するための試料は、かれい煮魚煮汁、グレープフルーツ果汁、白ごはんを主体にして、それにバナナ、飲むヨーグルト、豆乳を加えた6種類とし、容量は5mlとした。

におい同定検査のための2種混合の試料作成

におい同定検査の2種混合の試料作成は、上述の食物試料5mlを2種類混合して、次の12種類を作成した。煮魚煮汁+バナナ、煮魚煮汁+グレープフルーツ果汁、煮魚煮汁+飲むヨーグルト、煮魚煮汁+豆乳、煮魚煮汁+白ごはん、グレープフルーツ果汁+バナナ、グレープフルーツ果汁+飲むヨーグルト、グレープフルーツ果汁+豆乳、グレープフルーツ果汁+白ごはん、白ごはん+バナナ、白ごはん+飲むヨーグルト、白ごはん+豆乳。

(2) 食物試料のにおい分析

試料のにおいの強さと質の分析は、におい識別装置 FF-2020S システムを用いて分析した。

(3) 対象者の選択基準および倫理的配慮

本研究の対象は健康者であり、本研究の目的、調査方法、被験者の利益、被験者の負担および不利益、個人情報の保護、同意しなくても不利益を受けないこと、同意後も撤回できることを紙面および口頭にて説明し、同意が得られた者とした。その他の適格条件は、コミュニケーションに支障がなく、経口摂取が苦痛なくできる者、鼻呼吸が可能である者とした。倫理的配慮はヘルシンキ宣言に基づき、広島女学院大学倫理委員会の承認を得て、本人への説明と同意により実施した。情報公開は臨床研究実施計画・研究概要公開システムで公開した。

(4) 検査方法

においの同定検査

対象者は2種混合の試料の検査前に、あらかじめ1つずつの単独試料のにおいを嗅いでそのにおいの質を学習し、その後2種混合の試料を嗅ぎ、提示した6種類の食物の中から2種類の食物を選択させた。2種混合のにおいの同定検査は正解の有無で判定した。

においに対する情動(快・不快)の評価

試料を嗅いだ時の快・不快気分の状態はビジュアルアナログスケール(VAS: Visual Analogue Scale)により主観的に評価した。VASは用紙に100mmの直線を記載し、左端を“とても不快である”、右端を“とても快(心地よい)である”とし、食物試料の1つを嗅ぐごとに、そのにおいの快・不快気分の程度を100mmの直線上に印を記載させ、左端からの距離を点数に読み替えて評価する方法である。50点を中間点として、50点未満は不快な気分傾向、50点以上は快な気分傾向を意味する。

対象者はあらかじめ1つずつ単独試料のにおいを嗅いで学習し、その際ににおいに誘導される情動(快・不快)もVASで評価させ、これをベースラインとした。その後、2種混合のにおいの同定検査を実施し、提示した6種類の食物の種類の中から2種類のにおいを選択させた際に2種混合のにおいに誘導される情動(快・不快)もVASで評価し、単独のにおいのベースラインのVASと比較した。

(5) 統計処理

データ分析は統計解析ソフト日本IBM SPSS Statistics Ver26を用いて行った。単独のにおいと2種混合のにおいの快・不快の主観的な感じ方の比較には、データが正規分布した場合は対応あるt検定を用い、データが正規分布しなかった場合はウィルコクソンの符号付順位検定を用いた。なお、全ての検定におけるp値は両側であり、 $p < 0.05$ を有意とした。

4. 研究成果

(1) 対象者の属性

研究協力の同意が得られたのは34名の女性であり、年齢は21-22歳であった。全員鼻呼吸および経口摂取が可能であり、検査実施日は月経中ではない日を実施した。

(2) におい識別装置による食物試料のにおいの強さ（臭気指数相当値）

試料のにおいの強さを示す臭気指数相当値は表1のとおりであった。その結果、グレープフルーツ果汁が臭気指数相当値42.6と最も強く、白ごはんは18.2と最も弱かった。なお、臭気指数は $[10 \times \log(\text{臭気濃度})]$ で算出されるため、グレープフルーツ果汁の臭気指数42.6とは $10^{4.26}=18,197$ であり、グレープフルーツ果汁のにおいは18,197倍の純空気で希釈すると無臭になるという意味である。白ごはんは $10^{1.82}=66$ であり、白ごはんのにおいは66倍の純空気で希釈すると無臭になる。同様にバナナは $10^{4.15}=14,152$ 、飲むヨーグルトは $10^{3.07}=1,175$ 、煮魚煮汁は $10^{2.94}=871$ 、豆乳は $10^{2.49}=309$ であった。

表1 におい識別装置による食物試料のにおいの強さ

食物試料の種類	臭気指数相当値 平均値±標準偏差
グレープフルーツ果汁 5ml	42.6±4.2
バナナ (+ 蒸留水) 5ml	41.5±1.6
飲むヨーグルト 5ml	30.7±1.0
煮魚煮汁 5ml	29.4±1.9
豆乳 5ml	24.9±0.2
白ごはん (+ 蒸留水) 5ml	18.2±1.2

(3) 嗅覚に関連した検査

食物の単独試料のにおいを嗅いだ際の快・不快の主観的な気分評価

VASは単独試料のにおいを嗅いだ際の快・不快の主観的な評価であり、50点を中間点としている。そして、食物の単独試料のにおいを嗅いだ際の快・不快の主観的な気分評価は表2のとおりであった。煮魚煮汁はVAS37.5点と不快なにおいとして評価された。同様に、バナナは34.0点と不快なにおいであった。一方で、グレープフルーツ果汁は80.0点ととても快（心地よい）なにおいとして評価された。その他の白ごはん、豆乳、飲むヨーグルトはVAS47.5~48.5点と快でも不快でもない評価であった。この結果をベースラインとした。

表2 食物の単独試料のにおいを嗅いだ際の快・不快の主観的な気分評価（VAS）

食物試料	単独のにおいを嗅いだ際の情動（快・不快）のVAS（点） 中央値 [25-75パーセント値]
グレープフルーツ果汁	80.0 [67.8-94.0]
白ごはん	48.5 [44.0-61.0]
豆乳	48.0 [36.0-51.3]
飲むヨーグルト	47.5 [32.8-60.0]
煮魚煮魚	37.5 [10.0-54.0]
バナナ	34.0 [18.0-58.5]

n=34

VAS: Visual Analogue Scale (ビジュアルアナログスケール)

2種混合のにおいを2種類とも当てた正解率

2種混合のにおいを2種類とも当てた正解率（正解人数/総人数）は表3のとおりであった。不快なにおいの煮魚煮汁（臭気指数29.4, VAS37.5点）と快なにおいのグレープフルーツ果汁（臭気指数42.6, VAS80.0点）の2種混合のにおいが正解率67.6%と一番高かった。一方、グレープフルーツ果汁（臭気指数42.6, VAS80.0点）と豆乳（臭気指数24.9, VAS48.0点）の2種混合のにおいが正解率8.8%と一番低かった。同様に、白ごはん（臭気指数18.2, VAS48.5点）とバナナ（臭気指数41.5, VAS34.0点）の2種混合のにおいが正解率14.7%と低かった。

表3 2種混合のにおいを2種類とも当てた正解率

2種類の食物試料	2種類とも当てた 正解人数（人）	2種類とも当てた 正解率（%）
煮魚煮汁 + バナナ	21	61.8
煮魚煮汁 + グレープフルーツ果汁	23	67.6
煮魚煮汁 + 飲むヨーグルト	12	35.3
煮魚煮汁 + 豆乳	15	44.1
煮魚煮汁 + 白ごはん	14	41.2
グレープフルーツ果汁 + バナナ	14	41.2

グレープフルーツ果汁 + 飲むヨーグルト	17	50.0
グレープフルーツ果汁 + 豆乳	3	8.8
グレープフルーツ果汁 + 白ごはん	13	38.2
白ごはん + バナナ	5	14.7
白ごはん + 飲むヨーグルト	7	20.6
白ごはん + 豆乳	18	52.9

n=34

2種混合のにおいから食物1種類を当てた正解率

2種混合のにおいから食物1種類を当てた正解率（総正解数/総出題回数）は表4のとおりであった。2種混合のにおいであっても、バナナ（正解率85.3%）、煮魚煮汁（正解率82.4%）、グレープフルーツ果汁（正解率70.6%）はにおいを認知されやすかった。ただし、臭気指数が高く、快なにおいのグレープフルーツ果汁（臭気指数42.6, VAS80.0点）よりも、不快なにおいのバナナ（臭気指数41.5, VAS34.0点）と煮魚煮汁（臭気指数29.4, VAS37.5点）の方が高い正解率で認知されていた。

表4 2種混合のにおいから食物1種類を当てた正解率

食物試料	1人当たりの 出題回数(回)	総出題回数 (回)	総正解数 (回)	正解率(%)
バナナ	3	102	87	85.3
煮魚煮汁	5	170	140	82.4
グレープフルーツ果汁	5	170	120	70.6
飲むヨーグルト	3	102	55	53.9
豆乳	3	102	38	37.3
白ごはん	5	170	62	36.5

n=34

煮魚煮汁、グレープフルーツ果汁、白ごはんの単独のにおいと2種混合のにおいの食物試料を嗅いだ際の快・不快の主観的な気分評価の比較

煮魚煮汁、グレープフルーツ果汁、白ごはんの単独のにおいと2種混合のにおいの食物試料を嗅いだ際の快・不快の主観的な気分評価の比較は表5のとおりであった。煮魚煮汁が関係した2種混合のにおいは、すべてのにおいでVAS15.5~36.5点と不快な評価となり、混合したもう1つの食物のにおいの快の情動をすべて打ち消していた。一方、臭気指数が高く、快なにおいのグレープフルーツ果汁は煮魚煮汁を除いては不快にはならないが、白ごはんおよび豆乳との混合のにおいを除いては、混合したもう1つの食物のにおいを快なにおいの情動に誘導することはできなかった。その他の2種混合のにおいの特徴として、白ごはんが関係した2種混合のにおいは、混合したもう1つの食物のにおいの情動をそのままの状態維持させていた。

表5 煮魚煮汁、グレープフルーツ果汁、白ごはんの単独のにおいと2種混合のにおいの食物試料を嗅いだ際の快・不快の主観的な気分評価(VAS)の比較

単独のにおい	快・不快の気分 のVAS(点) 中央値[25-75 パーセントイル値]	2種混合のにおい	快・不快の気分 のVAS(点) 中央値[25-75パー セントイル値]	P値*
煮魚煮汁	37.5 [10.0-54.0]	煮魚煮汁 + バナナ	22.0 [7.0-41.5]	0.007
		煮魚煮汁 + グレープフルーツ果汁	15.5 [2.0-33.3]	0.002
		煮魚煮汁 + 飲むヨーグルト	31.0 [12.0-41.8]	0.181
		煮魚煮汁 + 豆乳	36.5 [16.5-49.5]	0.995
		煮魚煮汁 + 白ごはん	33.5 [14.0-50.5]	0.939
グレープフルーツ果汁	80.0 [67.8-94.0]	グレープフルーツ果汁 + バナナ	51.0 [34.3-63.5]	<0.001
		グレープフルーツ果汁 + 煮魚煮汁	15.5 [2.0-33.3]	<0.001
		グレープフルーツ果汁 + 飲むヨーグルト	44.0 [19.3-72.3]	<0.001
		グレープフルーツ果汁 + 豆乳	58.0	<0.001

		乳	[41.3-70.0]	
		グレープフルーツ果汁 + 白	69.0	<0.001
		ごはん	[53.5-79.3]	
白ごはん	48.5	白ごはん + バナナ	46.0	0.021
	[44.0-61.0]		[26.8-56.8]	
		白ごはん + グレープフルーツ果汁	69.0	0.011
			[53.5-79.3]	
		白ごはん + 煮魚煮汁	33.5	<0.001
			[14.0-50.5]	
		白ごはん + 飲むヨーグルト	55.0	0.980
			[41.8-66.8]	
		白ごはん + 豆乳	48.5	0.527
			[45.5-61.3]	

n=34

*対応ある t 検定もしくはウィルコクソンの符号付順位検定

煮魚煮汁およびグレープフルーツ果汁の単独のにおいと 2 種混合のにおいの類似度パターンの比較と、においを嗅いだ際の快・不快の主観的な気分評価の比較

煮魚煮汁とグレープフルーツ果汁の 2 種混合の類似度パターンは、煮魚煮汁 1 種よりも、グレープフルーツ果汁 1 種のパターンに似ており、このことは 2 種混合のにおいの質はグレープフルーツ果汁のにおいの質に近いことを表していた。一方で、煮魚煮汁およびグレープフルーツ果汁の単独のにおいと 2 種混合のにおいを嗅いだ際の快・不快の主観的な気分評価は表 2 および表 5 のとおりであり、不快なにおいである煮魚煮汁 (VAS37.5 点) と快 (心地よい) なにおいであるグレープフルーツ果汁 (VAS80.0 点) を混合すると、さらに不快なにおいが強くなった (2 種混合の VAS15.5 点, 煮魚煮汁 vs 2 種混合のにおい $p=0.002$, グレープフルーツ果汁 vs 2 種混合のにおい $p<0.001$)。

本研究を通して、ヒトは食物のにおいを 2 種混合しても、新たな食物のにおいとして認知するのではなく、もともと学習した 1 つ 1 つのにおいを別々に認知することができるようであり、その認知する能力は、食物のにおいの強さだけでなく、そのにおいに誘導される情動 (特に不快) が深く関わっていると思われた。その理由は、グレープフルーツ果汁は臭気指数が 42.6 と強く、2 種混合のにおいからグレープフルーツ果汁を当てた正解率 70.6% とにおいを認知しやすい傾向が認められた。一方で、臭気指数が 29.4 とそれほど強くなく、VAS が低い不快なにおいの煮魚煮汁は臭気指数の強い別の食物と混合しても、2 種混合のにおいから煮魚煮汁を当てた正解率 82.4% と煮魚煮汁を鋭敏に認知していた。また、煮魚煮汁だけでなく、バナナとグレープフルーツ果汁の果物の認知割合を比較しても、快なにおいのグレープフルーツ果汁よりも、不快なにおいのバナナを認知する割合が 85.3% と高く、これらの結果より嗅覚は快なにおいよりも不快なにおいを認知する能力が高い可能性が示唆された。この考えを支持するように、煮魚煮汁が関係した 2 種混合のにおいは、すべてのにおいで VAS が 15.5 ~ 36.5 点と不快な評価となり、混合したもう 1 つの食物のにおいの情動をすべて打ち消していた。一方、類似度パターン分析より、2 種混合のにおいの質は煮魚煮汁よりもグレープフルーツ果汁のにおいの質に近いことを表していたが、不快なにおいである煮魚煮汁 (VAS37.5 点) と快 (心地よい) なにおいであるグレープフルーツ果汁 (VAS80.0 点) を混合すると、さらに不快なにおいとなり (2 種混合の VAS15.5 点, 煮魚煮汁 vs 2 種混合のにおい $p=0.002$, グレープフルーツ果汁 vs 2 種混合のにおい $p<0.001$)、快なにおいよりも不快なにおいに情動が反応する傾向がみられた。今回の研究を通して、嗅覚の特性は“おいしさ”を認知する能力よりも、“不快なにおい (危険な情報)”を認知する能力が優先されており、この特性は治療により嗅覚過敏が出現した際には、その能力が強化され、逆に食事が食べられなくなる可能性が考えられた。なお、本研究の基礎データや考察から、将来的には病気の治療や体調不良で食事摂取量が減少している場合には、管理栄養士・栄養士は最初に栄養剤の追加を検討しがちだが、まずは対象者へのインタビューで嗅覚過敏や特定のにおいの嫌悪が起こっていないかを確認し、その症状がある場合には嫌悪臭を避けた、もしくは食物嫌悪を起こしにくい献立の立案によって食事摂取量を回復させる手法が確立できればよいと願っている。

<引用文献>
Ishinaga, K., Higa, M., Yasuda, M., et al.: Alterations in emotional responses (pleasantness/unpleasantness) induced by sniffing food odors during chemotherapy in patients with lung cancer, *Jpn. J. Clin. Oncol.*, 48, 906-912 (2018)

石長孝二郎、混合臭を嗅いだ際に認知できる食物の特性と情動との関連、栄養学雑誌 81(1), 20-29 (2023)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 石長孝二郎	4. 巻 81
2. 論文標題 混合臭を嗅いだ際に認知できる食物の特性と情動との関連	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 栄養学雑誌	6. 最初と最後の頁 20-29
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 -

1. 著者名 石長孝二郎	4. 巻 10
2. 論文標題 運動負荷により身体活動が上昇した際の味やにおいに誘導される食嗜好や情動の変化	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 広島女学院大学人間生活学部紀要	6. 最初と最後の頁 1-8
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 無
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 石長孝二郎	4. 巻 8
2. 論文標題 香味野菜・香辛料を活用した食物の臭いに対する気分の快・不快の相違.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 広島女学院大学人間生活学部紀要	6. 最初と最後の頁 1-4
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 無
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6件（うち招待講演 2件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 石長孝二郎
2. 発表標題 日常生活でのレクリエーションの達成感および活動中の香刺激がおよぼす食欲への影響（予備的検討）
3. 学会等名 第69回日本栄養改善学会学術総会
4. 発表年 2022年～2023年

1. 発表者名 石長孝二郎
2. 発表標題 2種混合のにおいを嗅いだ際に認知できる食材の種類とにおいの特性
3. 学会等名 第29回広島県栄養改善学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石長孝二郎
2. 発表標題 栄養アセスメントで大切なことは何か？ -食支援と食物嫌悪学習を理解する-
3. 学会等名 第11回 周南NST研究会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石長孝二郎
2. 発表標題 脳科学の学問を基にして、管理栄養士は何かができるのか？ -がん治療中の患者さんに食物嫌悪学習をさせないために-
3. 学会等名 がん病態味覚研究会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石長孝二郎
2. 発表標題 運動負荷により交感神経を優位にさせた際の食欲に関する感覚器（味覚・嗅覚）への影響
3. 学会等名 第24・25回日本病態栄養学会年次学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石長孝二郎
2. 発表標題 運動負荷における健常者の二オイに対する快・不快の変化について
3. 学会等名 第28回広島県栄養改善学会
4. 発表年 2021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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------