

味覚刺激による自律神経機能の反応について (第3報) 味覚性発汗について

星野 かほり*, 林 あつみ**, 島村 宗夫*

(平成10年9月30日受理)

Non-Invasive Measurements of Autonomic Nervous Phenomena Induced by Taste Stimuli Part 3 Electrophysiological Analysis of Gastatory Sweating in Women

Kaori HOSHINO, Atsumi HAYASHI and Muneo SHIMAMURA

(Received on September 30, 1998)

はじめに

発汗は一般に暑熱負荷に際して現れる温熱性発汗と、精神緊張や情緒興奮によって起こる精神性発汗とが知られている¹⁾。味覚刺激によっても発汗は起こるがそれは精神性発汗と類似の現象と見られている²⁾。詳細は明らかではない。

味覚刺激によって種々な自律神経機能に反応が現れる。既に我々は味覚刺激による末梢血管の収縮³⁾、味覚の種類による唾液腺分泌活動の違い、脳波の α 波ブロックの程度の違いなどについて電気生理学的手法によって試べた成績を報告してきた⁴⁾。

今回は発汗に伴う皮膚の電位変動、皮膚電気現象 Sympathetic Skin Response, SSR を指標として、味覚刺激によるSSRを身体各部位から記録した。呈味物質としては基本味、塩味、酸味、甘味、苦味及び辛味の五種類を用い、記録部位としては手掌、拇指球、小指球、指尖、手背、前額、上嘴唇を選んだ。味覚刺激の他に精神性負荷も平行して与え、SSRの現われ方、部位差を比較検討した。なお、本論文の要旨は日本味と匂い学会で報告した⁵⁾。

対象および方法

1. 対象

被験者としては本学の健康女子学生(年齢21~22才)10名を対象とし、実験目的・方法を充分理解した上で、お互いを被験者として記録を行った。

2. 測定方法

汗腺が興奮すると活動電位が発生することを利用した、皮膚電気現象SSRの記録を行った。室温26~27°Cの実験室にて、被験者は安楽椅子に座位とし、軽く目を閉じた状態で楽な姿勢を保持できるようにした。

銀・塩化銀(Ag-AgCl)の不分極性皿電極を指尖、手掌(拇指球、小指球)、手背、前額部、口唇周囲に、また基準電極を前3者の場合は同側手背に、後2者の場合は同側耳介に置き、接地電極は同側前腕部に装着し、電極糊(Biotach)を介してそれぞれの部位に固定した。増幅記録には脳波計(日本電気三栄製、1A64型)を改造してポリグラフとして用い、時定数は3.0秒を原則とし、増幅度は現象が最も見やすい状態となるように調節した。

3. 刺激の種類

刺激の種類は味覚刺激としては、甘味、塩味、酸味、苦味の四基本味に辛味を加えた5種類を用いた。試薬の濃度は一般に味覚検査で用いられるものとし、甘味は20%蔗糖溶液、塩味は10%食塩水、酸味は2%酢酸液、苦味は0.5%塩酸キニーネ、辛味は市販のタバスコを蒸留水で希釈したものを用いた。舌上へはスポイトを用いて

* 学養学科 栄養生理研

** 栄養学科 栄養生化学研

2~3滴、舌面のそれぞれの味に最も感受性の高い領域に滴下した。呈味後は蒸留水で充分うがいさせ、前の味が充分洗い流された後、次の呈味刺激を行った。

味覚刺激の他に暗算、連想、音などの刺激を加えた。暗算は2~3桁の四則演算を、連想は記憶による条件反射的な要素を考え、被験者が事前に摂取した食物や、好物、嫌いな食物などを思い出させるような質問をランダムに加えた。音刺激は主にパンという手音を用いた。

4. 実験手順

被験者に電極を装着し安静閉眼、覚醒状態にあることを確認した後、暗算、連想、音刺激などを負荷し、体動、緊張、筋電図、交流障害などの混入がないことを確認し、味覚刺激をランダムに行った。

記録が安定している状態で被験者に開口を指示し、開口による反応が治まったことを確認し、味溶液を舌上に滴下した。滴下後は開口したまま、反応の記録を15~20秒間行い、記録者の指示で閉口させ、閉口による artifact の混入を避けるようにした。閉口後は10~15秒間記録をした後、味が口内に残らないように蒸留水で充分うがいをさせた。

このような操作を1シリーズとし、各味それぞれについて2~3回繰り返して記録した。最後に再び暗算、連想、音刺激などを加えた。

成 績

1) 味覚刺激によるSSRの現れ方

図1に健康女性の指尖(第3指末節)、手背、前額部、口唇周囲におけるSSRの一例を示す。これは舌上へ0.5

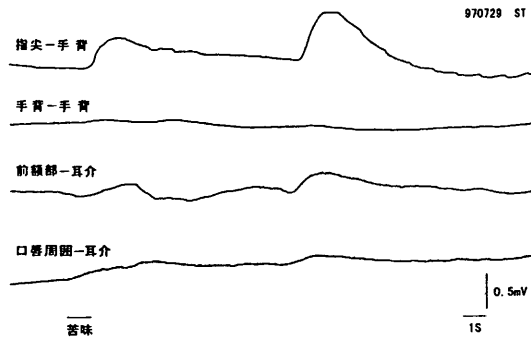


図1 苦味刺激による皮膚電気現象SSRの波形と部位差
0.5%塩酸キニーネ液2滴を舌表面に滴下した際のSSR変化で、指尖で最も高振幅で、次に前額部、最も小さいのは口唇周囲で手背からは殆ど認められなかった。

%塩酸キニーネ溶液を滴下した際に生じた汗腺の活動電位のペン書き記録である。導出の組み合わせは指尖および手背の場合には同側手背に別の電極をおき、左前額部、口唇周囲の基準電極は同側耳介においた。苦味刺激によってSSRは指尖、口唇周囲から単相性の、前額部からは3相性の電位変動がそれぞれ2回みられている。手背からは殆ど電位変動はみられていない。反応が最も高振幅で現れた部位はこの例では指尖であり、前額部、口唇周囲の順にSSRの振幅は小さくなっていった。SSRの現れ方は個人差、部位差、呈味物質による違いが見られるがそれらについては表1にまとめて表し後述する。

図2は手掌の部位によるSSRの現れ方の違いを示す一例である。この例は舌上に20%蔗糖液を滴下した際のSSRであるが、拇指球、指尖、小指球の全てから単相

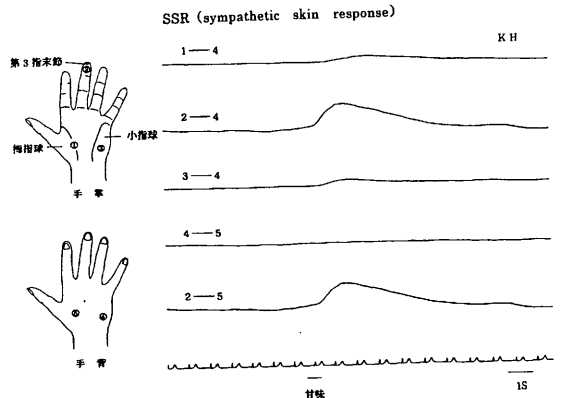


図2 甘味刺激による手掌、手背からのSSR

5ヶ所の記録部位を色々に組み合わせた記録であり、電位変動は指尖で最も高振幅であり、拇指球、小指球では小さく、手背からは認められなかった。

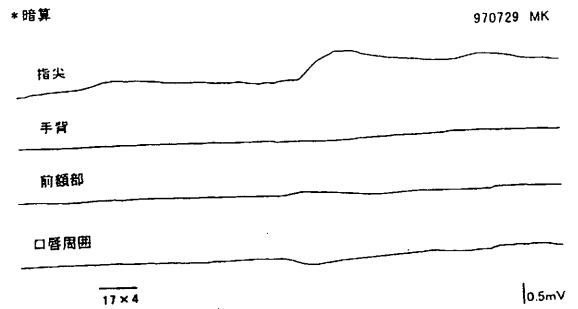


図3 暗算を荷した際のSSR

17×4という暗算をさせた際のSSRの現れ方で、指尖で最も高振幅で、口唇周囲、前額部でも認められているが小さく、手背では認められない。

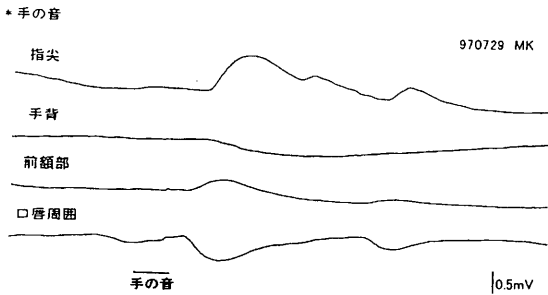


図4 手音を聞かせた際のSSR

SSRは3峰性の波形が指尖から高振幅でみられ続いて口唇周囲、前額部であり、手背でも低振幅ながら変動が認められている。

性の電位変動がみられている。最も高振幅な波形は指尖からであり、拇指球、小指球からは低振幅なSSRであった。なお手背からの導出では殆ど電位変動はみられなかった^{4), 5)}。

2) 暗算、連想、音刺激など精神性負荷時のSSRの現れ方

図3には「17×4」などの暗算をさせた際のSSRの現れ方の一例を示す。指尖のSSRは最も高振幅で現れ、口唇周囲及び前額部からは低振幅ながら単相性のSSRが現れていた。手背からはSSRは認められなかった。手をたたく音刺激を加えた際のSSRの現れ方はより高振幅であり、その一例を図4に示した。この場合にはSSRは指尖のみでなく、口唇周囲、前額部からも高振幅で現れ、さらに手背からも低振幅ながら電位変動が認められている。

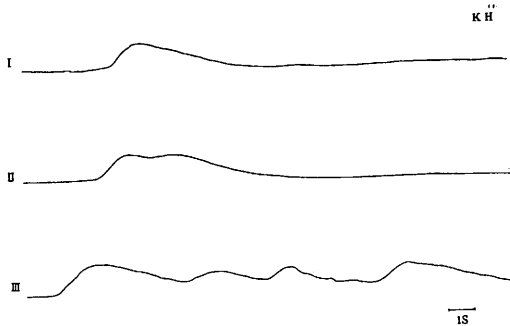


図5 SSRの波形の違い(単相性波形)

反応の大小は単相性波形の振幅の大小と持続時間の長短による以外に、波形の複雑さによっている。Ⅲは多峰性で反応としては最も強い。

3) 波形の特性及び反応の強弱について

SSRの波形は上述の図1～4に見られるような単相性の波形が最も多く、反応の強弱はその振幅の大小及び持続時間の長短で現される。中には苦味など比較的強い反応を示す場合には2峰性～多峰性の波形が得られる場合もあった。図5にSSRの波形の3例を示す。この図は指尖(第3指末節・手背)における反応の例であるが、上から順に単相性、2峰性、多峰性となっていて、反応の強さもⅠからⅢになるに従って強くなっている。図6には同一被験者の指尖から得られた波形の違いと反応の強弱3例を示した。反応が弱い場合には単相性であるが、反応が強くなるに従ってⅡ、Ⅲのように変わる。

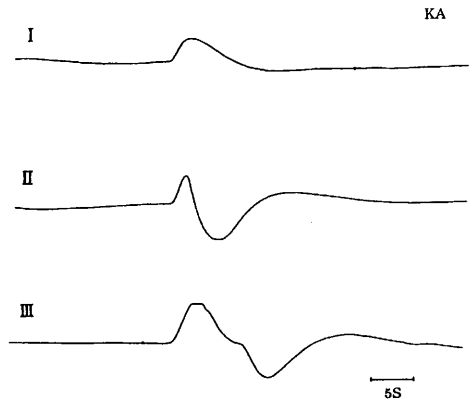


図6 SSRの波形の違い

Ⅰは単相性低振幅の活動電位が見られ、反応持続時間は短く、Ⅱは2相性波形であり、より反応は強く、Ⅲとなると2相性は高振幅となり、また持続時間も長く最も強い反応である。

このようなSSRの反応性の違いを順に+, ++, +++と評価し、反応が全く見られないものを-, 反応はあるがはっきりした変化とは見られないものを±として5段階に分類した。

表1は10名の各被験者の反応の強弱を、各刺激及び部位毎にまとめたものである。指尖(H), 前頭部(F), 口唇周囲(L)である。表から先ず目につくのは個人差があること、全ての刺激に対して比較的鋭敏に反応する人(ST)と反応があまり強くない人(YM,KA)があるが、他の大部分の人はその中間である。さらに詳細に観察すると、味刺激と精神性負荷との間に差がある人が多く、また味の種類、部位差が見られる例が多いことがわかる。

表1 皮膚電気活動の段階評価(部位部)

刺激	ST			HS			MK			MT			MF			RK			YM			MA			AT			KA		
	H	F	L	H	F	L	H	F	L	H	F	L	H	F	L	H	F	L	H	F	L	H	F	L	H	F	L	H	F	L
甘味	+	+	±	+	+	+	+	±	+	+	±	+	+	±	±	±	±	+	±	+	±	±	±	±	+	-	+	±	+	±
塩味	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	±	+	±	+	+	+	+	±	±	-	±	±	+	+	+	+	±	±	±
酸味	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	±	+	+	±	±	+	+	+	±	+	±	+	±	±	+	-	-	±	±	±
苦味	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	±	±	+	±	±	+	+	+	±	+	-	+	-	-	+	±	+	±	+	-
辛味	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	±	±	+	±	±	+	+	+	±	±	-	-	+	+	+	-	±	+	+	±
暗算	+	+	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	±	±	±	±	-	-	+	+	+	-	±	+	+	±
連想	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	±	+	-	-	-	-	±	±	±	+	±	+	+	+	-	±	±	+	-
音刺激	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	±	±	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	±	+	+	±	±

H: Hand. F: Frontal. L: Lip. + = + + = + + + = + + +

4) 味刺激の種類による反応の強弱について

味の種類別違いを表1から見ると、個人差もあるが、多くの場合次の順であった。

酸味>苦味>辛味>塩味>甘味

酸味は6名の被験者で反応が最も強く、続いて苦味がほぼ同程度の強い反応となっており、塩味、甘味では比較的弱い反応であった。辛味刺激による反応も強い人が多かったが、中には殆ど反応を表さない人もあり、個人差が大であった。このような個人差は多くの場合その人の趣味と関連しており、事前の調査で辛味を好む人はSSRの反応は必ずしも強くなく、辛味を敏感に感ずる人はSSRの反応も強く現れていた。

5) 反応の部位による違いについて

味覚刺激による反応の部位による違いは量的(反応の強弱)な違いであった。記録部位として最も強い反応は口唇周囲と前額部にみられた(口唇6例、前額5例)。指尖からの反応が強く現れる例も3例あった。これに対して音刺激、暗算、連想などをさせた場合には大部分は指尖で最も著明な反応を示した。なかでも音刺激による強い反応は指尖から全例に見られている。

考 察

汗腺の活動を観察するには水分分泌を指標とした検査(澱粉-ヨード反応)が一般に用いられるが、水分がある程度たまる必要があり、時間的な遅れがある。この方法では比較的短時間に経過する反射性活動の検出は出来ない。その点汗腺の電気的変動を記録する方法は時間の経過を比較的忠実に追跡することが可能であり、精神電流現象GSR⁶⁾などに用いられている。反面この方法では発汗の量的計測は出来ない。今回は刺激に対し、比較的短時間に現れる汗腺の反応(反射性発汗)を中心に検索を行った。

今回の実験に見られるように、味覚刺激による電気的発汗反応の現れ方には、味の種類の違いによる波形の特異性は見られなかったが、反応性の強弱に違いが見られた。一般に酸味に対する反応は強く、甘味に対する反応は弱かった。この成績は既に報告してある末梢血管の収縮性、唾液の分泌なども類似の性質であり、味に対する反応性の違いを表現しているわけである。その点味覚性発汗は精神性発汗に似ていることになる。

暗算、連想、音刺激によって現れるSSRの部位は指尖が最も強く、前額部、口唇周囲からの反応は必ずしも強い反応ではなかった。これに対して酸味など味覚刺激による反応は指尖よりは前額部、口唇周囲における発汗が著明である。この成績は体表面の発汗と手掌、足底の発汗との間には汗の拍出は必ずしも同期せず⁷⁾、また刺激の種類によって反応の仕方が違う⁸⁾という報告ともなっている。これらのことを考えると味覚性発汗は精神性発汗とは似てはいるが同一の発現機序ではなく、味覚性発汗に特有な機構があることを考えさせる。味覚性発汗の神経機構の詳細は明らかではないが、体温調節系と摂食調節系との間には機能的関連がある⁹⁾とされているところから、味覚性発汗は生理機能として働いているものと思われる。

要 約

味覚刺激による発汗を皮膚の活動電位として、指尖、手掌、手背、前額部、口唇周囲などから導出記録した。緩徐な電位変動が記録された。多くは単相性であったが、中には多相性、或いは多峰性の電位が得られる場合もあった。これらの電位の振幅、持続時間、及び波形の複雑さなどから反応の大小を評価した。味覚刺激では反応が比較的現れやすい部位は口唇周囲と前額部であり、指尖での反応は必ずしも常に大きいとは限らなかった。味覚の

種類別では酸味, 苦味で反応が大きく, 次いで辛味, 塩味, 甘味の順に反応は小さくなっていた。これに対して暗算, 連想, 音刺激では最も顕著に現れる部位は指尖であり, 続いて前額部, 口唇周囲の順であった。これらの成績から味覚性発汗は精神性発汗とよく似ているが, 別の神経機構によるものと考えられた。

謝 辞

本研究は本学大学院特別研究費(平成7~9年)の補助を受けて行われたものである。また平成9年度卒論生, 筒木忍, 鈴木英子, 桑田路子, 田島美幸, 小島涼子, 深野百恵, 平成10年度卒論生, 新井美智子, 富永彩子, 鮎田京子, 守裕子の諸姉の協力によって成された。感謝の意を表します。

文 献

- 1) Kuno Y.: Human Perspiration, Thomas, Springfield, 1956
- 2) Yonemura, K. et al.: *Neurosci. Lett.* 97:85-90 (1989)
- 3) 島村宗夫, 星野かほり: 味覚刺激による自律神経機能の反応について 1. 光電脈波による末梢循環の解析. 東京家政大学研究紀要, 37:51-58 (1997)
- 4) 星野かほり, 島村宗夫: 味覚刺激による自律神経機能の反応について 2. 味覚刺激による唾液腺の反射性活動及び脳波の変化について. 東京家政大学研究紀要, 38:143-149 (1998)
- 5) 星野かほり, 島村宗夫: 味覚刺激による発汗の現われ方と部位差について. 日本味と匂い学会誌, 4 (3):527-530 (1997)
- 6) 新美良純, 鈴木二郎: 皮膚電気活動. 星和書店, 1986
- 7) Ogawa, T., Asayama, M. and Ito, M.: Comparison of sudomotor neural activities between palmar and non-palmar sweating. *Proc. 18th Int. Congr. Neuroveget. Res.* p236-238 (1977)
- 8) Ogawa, T.: Thermal influence on palmar sweating and mental influence on generalized sweating in man. *Jpn. J. Physiol.*, 26: 517-528 (1975)
- 9) Renaud, L. P.: Influence of medial preoptic anterior hypothalamic area stimulation on the excitability of mediobasal hypothalamic neurones in the rat. *J. Physiol.* 264:541-564 (1977)