

味覚と呈味成分との関係 — 塩味効率と調理における塩味の感じ方 —

畑江 敬子

和洋女子大学家政学部生活環境学科教授

食塩は料理に塩味を与える調味料として欠くことのできないものである。「味気ない」という言葉があるように、塩味がないと料理は物足りない印象をあたえる。しかし、場合によっては高血圧を始めとする生活習慣病の原因の一つとなるため、厚生労働省では、1日当たりの食塩摂取量を、男は10g以下に、女は8g以下にという目標を設定している。

食塩は調味料として、食品の保存の手段として、食品加工に必要なものとしてなど、様々な役割を持っている。ここでは、その中でも調味のために加えられた食塩量と塩味の関係を中心に説明する。

1. 調味料としての食塩

通常、汁物に加えられる食塩濃度は0.8%前後である。醤油や味噌で調味する場合はそれぞれ食塩濃度が約15%、約10%であることを考慮して、塩分濃度が0.8%になるよう加える。具の多い味噌汁では具の調味も考えてこれよりやや多くしている。

よく、関西は薄味であるといわれるが、東海道線にそって、いくつかの駅の周辺のうどんのつゆの塩分濃度を測った研究がある。それによると、やはり、このことはほぼ

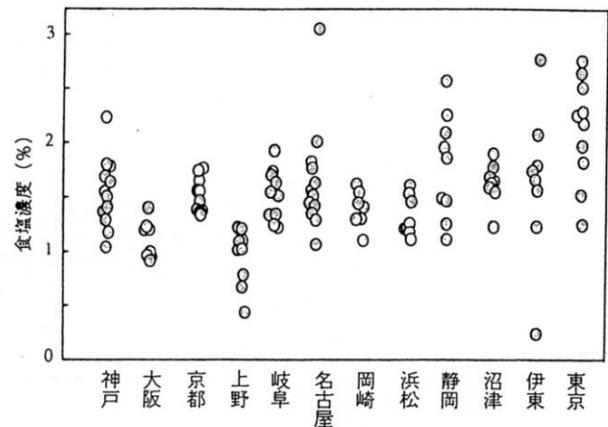


図1 12都市別各うどんだし汁の食塩濃度(真部ほか、1996)

あたっているようである(図1)。

ところが、味噌汁に0.8%程度の味になるよう味噌を加えたつもりでも、他の人が味わうと塩味が濃すぎることもある。高齢者は一般に味の感度が低下している場合が多い。自分でちょうど良いと思って味を付けても、若い年代には塩味が強すぎると感じられることがある。表1は高齢者男女および若年者男女の食塩、蔗糖、クエン酸の検知閾値と認知閾値の測定結果である。いずれにつ

表1 高齢者と若年者の塩味、甘味、酸味の閾値の比較(三橋ほか、2008)

	n(人数)	塩化ナトリウム		ショ糖		クエン酸	
		検知閾値(M) 検知閾値(%)	認知閾値(M) 認知閾値(%)	検知閾値(M) 検知閾値(%)	認知閾値(M) 認知閾値(%)	検知閾値(M) 検知閾値(%)	認知閾値(M) 認知閾値(%)
学生女子	54	2.14×10^{-3} 1.25×10^{-2}	10.1×10^{-3} 5.88×10^{-2}	8.04×10^{-3} 2.75×10^{-1}	14.1×10^{-3} 4.81×10^{-1}	3.81×10^{-5} 8.01×10^{-4}	9.37×10^{-5} 19.7×10^{-4}
学生男子	54	2.33×10^{-3} 1.36×10^{-2}	16.8×10^{-3} 9.83×10^{-2}	9.12×10^{-3} 3.12×10^{-1}	16.1×10^{-3} 5.51×10^{-1}	4.54×10^{-5} 9.55×10^{-4}	9.82×10^{-5} 20.6×10^{-4}
高齢者女子	32	3.51×10^{-3} 2.05×10^{-2}	21.9×10^{-3} 12.8×10^{-2}	12.1×10^{-3} 4.16×10^{-1}	26.5×10^{-3} 9.08×10^{-1}	7.07×10^{-5} 14.9×10^{-4}	19.2×10^{-5} 40.4×10^{-4}
高齢者男子	22	3.89×10^{-3} 2.27×10^{-2}	28.8×10^{-3} 16.8×10^{-2}	11.0×10^{-3} 3.78×10^{-1}	29.9×10^{-3} 10.2×10^{-1}	11.0×10^{-5} 23.2×10^{-4}	28.6×10^{-5} 60.0×10^{-4}

いても、高齢者の方が若年者より閾値が高い、つまり濃度を上げなければ味がわからないということがいえる。

2. 味の相互作用

料理の味付けは塩味だけではない。食塩と同時に砂糖や酢が加えられたり、うま味調味料が加えられることもある。

汁粉に極く少量の食塩を加えると甘みが強められることはよく知られている。2種類の呈味物質を同時にあるいは連続して味わったときに一方がもう一方を強める、このような効果を味の増強作用という。砂糖溶液の濃度とそれにどのぐらいの食塩を加えると甘みが最も強く感じられるか調べた研究がある(表2)。単純に汁粉の砂糖濃度が20~25%とすると、最も甘みを強く感じさせるには、食塩を0.15%加えた場合である。汁粉が小さいお椀にも100 ml 入っているなら、食塩の量は0.15 gつまり、ほんのひとつまみとなる。

表2 甘味を最も強く感じる食塩添加量(浜島、1976)

砂糖添加量(%)	食塩添加量(%)
10	0.15
25	0.15
50	0.05
60	0

だしに少量の食塩を加えると甘みがひきたつこと、甘い物を味わった後の酸味は特に強く感じることも同様の例である。

なお、食塩に検知閾値の1/2という非常に薄い濃度の食酢を添加すると、食塩の検知閾値も認知閾値も低下することが認められている。

逆に、一方の味がもう一方の味を弱めることもある。このような効果を抑制効果という。

コーヒーに砂糖をいれると苦味が緩和される、レモンスカッシュなどの酸味は砂糖で抑制される、などはこの例である。塩味は砂糖、酢、うま味の添加によって抑制される。また、すし酢や酢の物の酸味は食塩、砂糖、うま味の添加で抑制される。

食塩では見られていないが、うま味では相乗効果があり、グルタミン酸ナトリウムとイノシン酸ナトリウムあるいはグアニル酸ナトリウムを混合すると甘味の強さが飛躍的に増強されることが認められている。

2種類の呈味物質を経時的に味わったときに、最初の味によって次の味が変わることがある。これを味覚変調効果という。例えば塩味の強いものを味わった後に水を飲むと水が甘く感じられるような場合である。

その他、味覚修飾効果といって、ミラクルフルーツや、ギムネマ茶をのむと、味質を変えることがある。

表3はいくつかの飲み物を味わうと、次に飲むうすい濃度の蔗糖、食塩、酒石酸、グルタミン酸ナトリウムの味

表3 各種飲料の味の強さに及ぼす影響(松本・松元、1977)

		無味	非常に淡い	淡い	やや淡い	かわらない	やや濃い	濃い	非常に濃い	
10%蔗糖液	甘味	3	2	1	1		3			**
	塩味				1	4	3	2		**
	酸味						8	2		**
	うま味					4	4	2		**
緑茶	甘味					4	6			**
	塩味			1	1	5	1	2		
	酸味					5	3	1	1	*
	うま味			1	3	4	1	1		
日本酒	甘味	5			2	3				**
	塩味				1	4	3	2		
	酸味				2	4	4			
	うま味		1	1		5	3			
ビール	甘味	2		1		4	3			
	塩味	1			1	7	3			
	酸味	1		3	3	1	2			*
	うま味				7	3				

が増強されるかあるいは抑制されるかを調べた結果である。この研究は、まず4種の薄い水溶液すなわち、0.6% 蔗糖、0.15% 食塩、0.01% 酒石酸、0.07% グルタミン酸ナトリウムを味わったのちに、各種飲料を飲み、再び4種の各種溶液を味わったときの味の強さを最初の味と比較したものである。濃い砂糖液を味わうと、甘みは抑制され、塩味、酸味、うま味は増強されることがわかる。

3. 呈味成分の分布

人間が味を感じるのは食物の呈味成分が唾液に溶け出して、舌の味蕾にある味細胞の味神経を刺激するからである。ところで、調味料は食物の中に均一に分布しているとは限らない。もし、食物の表面に食塩がついていたら、口に入れたときに直ちに唾液に溶けて強い塩味を感じるし、食物の中心部だけに塩味がついていたら、そこに到達するまで咀嚼してその食品と加えられた塩味を合わせた塩味を感じることになる。食物の中に調味料がどの程度均一に、あるいは不均一に分布しているかは塩味の強さの感じ方に影響を与える可能性がある。

図2はいろいろな食物に対して、食物と調味料(食塩)の距離をアンケートによって求めた結果である。食物と調味料の距離が近いことは食物中に調味料が均一に分布していること、食物と調味料の距離が遠いことは、調味料は食卓で口に入れる直前に食物とあわせられること、つまり食べる直前に部分的に、非常に不均一に調味料がなされることを表している。

この図で食物と調味料の距離が近い物と遠い物を比べると、どちらが最終的に摂取する食塩量が多いだろうか。ためしに握り飯で外側だけ塩をまぶした場合と、塩を全体に混ぜ込んでから握り飯にした場合の塩分を比較すると、手に塩水をつけて握り飯にすると外側の塩分は1.05%、内側の塩分は0.48%であった。外側が仮に握り飯全体の10%で、内側は90%とすると、全体の塩分は0.54%となる。一方混ぜ込みの握り飯は0.79%であった(松元、1987)。外側に強く味を付けた方が、食塩は少ない。通常、炊き込み飯の塩分は飯の0.7%とする。赤飯でも塩味をつけるとすると、この程度にする。しかし、塩味をつけずに赤飯を作り、自分の好みで食塩をふって食べ、自分がどのぐらい食塩を使用したか測定したところ、平均0.5%であった。

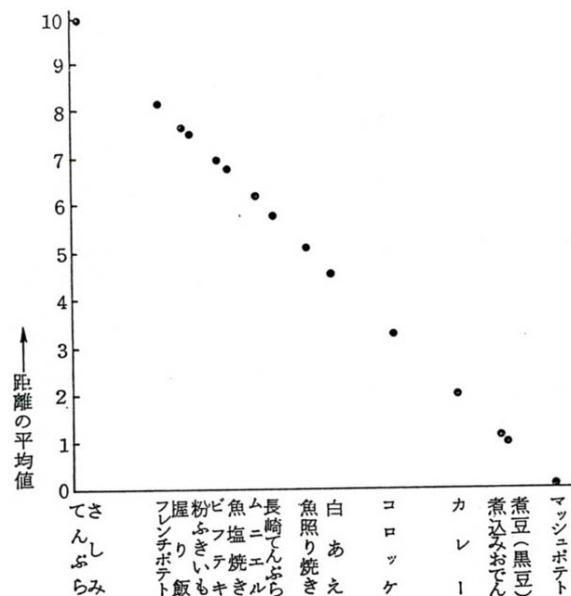


図2 食物と調味料の距離(松本・松元、1978)

図2ではさしみを食べるときに醤油をつける方が、煮込みおでんの塩分濃度より少ないと考えられる。このように、食塩が食品の中に不均一に分布し、表面に強い味を付けた方が塩味を強く感じる。あんかけ料理は材料には薄い味をつけ、食塩濃度の高い「あん」を表面にからませることによって塩味を強く感じさせ、食塩が少なくても満足感を与えることができる。

4. テクスチャーと味の強さの感じ方

味の強さの感じ方は上で述べたようにいろいろな条件で変わってくるが、さらに、食塩が食品中の成分たとえばタンパク質に吸着するなどの反応を起こし、唾液に溶けなくなると、味を感じることはできない。

これについては、オボアルブミン水溶液、β-ラクトグロブリン水溶液、および豆乳を用いて、食塩がこれらのタンパク質に吸着するか調べた研究がある。これらのタンパク質と食塩を透析チューブに入れ、0°C、1夜、水に対して透析した後、透析内液と透析外液の食塩濃度を測定した。もし、食塩がタンパク質に吸着していたら、透析内液と透析外液の濃度が異なるはずである。しかし、呈味に影響を与えるほどの、食塩の吸着は見られなかった。従って、これら3種のタンパク質では食塩の食品成分への吸着は考える必要はないといえる。

それでは、つぎに食物の物性が味の強さに影響を与

えることについて、話を進める。

図3は寒天の濃度と砂糖の濃度を変えて硬さと甘さの異なる寒天ゼリーを作りそれらを硬さをもとに3グループに分け、各グループの中ではどの甘さが最も適当か尋ねた結果である。硬さの小さい、つまり軟らかいゼリーのグループでは、砂糖濃度30%のゼリーの甘さが最も適当な甘味であった。硬さの中程度のグループの中では砂糖濃度40%のゼリーが選ばれ、硬いグループでは砂糖濃度50~60%のゼリーが選ばれた。

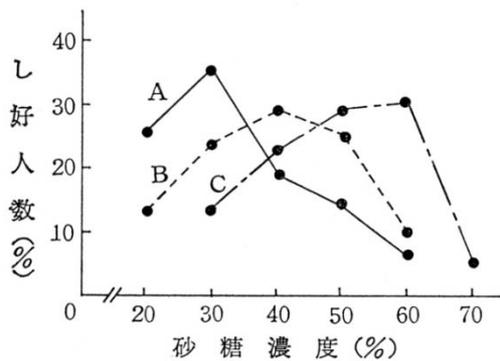


図3 硬さの異なる寒天ゼリーの好ましい甘さ(松元・風間、1965)

日本標準食品成分表から和菓子をえらび、水分と砂糖濃度をグラフにプロットすると、水分と砂糖量はほぼ逆の関係にある。水分が多い物すなわち軟らかいものは砂糖が少なく、水分の少ない物は砂糖が多い傾向にあった。市販の食物の甘さはちょうど良いと思われる甘さになっている筈であるから、硬いものも軟らかい物もそれぞれの砂糖の量がちょうど良い甘さになっているといつてよい。つまり、食物に含まれる砂糖量と甘さとして感じられる砂糖量は必ずしも同じではないらしい。

5. 呈味効率

そこで、人間が食べて感じる食塩や砂糖の濃度と、実際に食物中に含まれる食塩や砂糖の濃度の割合を呈味効率と考えることにする。試料と何段階かに濃度を変えた水溶液を用意して、試料と同じ濃度と思われる水溶液を選ぶ。その水溶液の濃度と実際に試料に含まれている濃度の比が呈味効率である。何人かでテストし、プロビット法で等価濃度を求め、実際に含まれている濃度

で割って呈味効率とする。

寒天ゼリー(食塩1, 1.5%, 砂糖10, 20%)、こんにゃく(食塩1.1, 1.6%)、クラッカーで塩味効率、甘味効率を求めた結果を表4に示した。

表4 呈味効率の測定結果(畑江ほか、2001)

試料	塩味効率	甘味効率
1% 寒天ゲル	0.57	0.37
2% 寒天ゲル	0.43	0.22
こんにゃく	0.43	
クラッカー	0.23	

呈味効率は物性の影響を受けている可能性が高いので、物性測定によって呈味効率を予測出来ないか試みた。

いくつかの食物で呈味効率を測ろうとする場合、食塩あるいは砂糖濃度の異なる試料を調製しなければならないが、食塩あるいは砂糖を多くすると全体の配合割合が変わり、物性も変わるので、どうしても測定出来る食物に限られる。ところで、蒲鉾などの加工において魚肉すりみは「すわり」という過程を経て独特の弾力を形成させる。つまり、すり身は材料配合を変えることなく、「すわり」の操作によって物性を変えることができる。そこで、魚肉すりみに「すわり」の時間を0, 30, 60分間としてゲルを調製し、呈味効率を測定した。その結果は図4である。

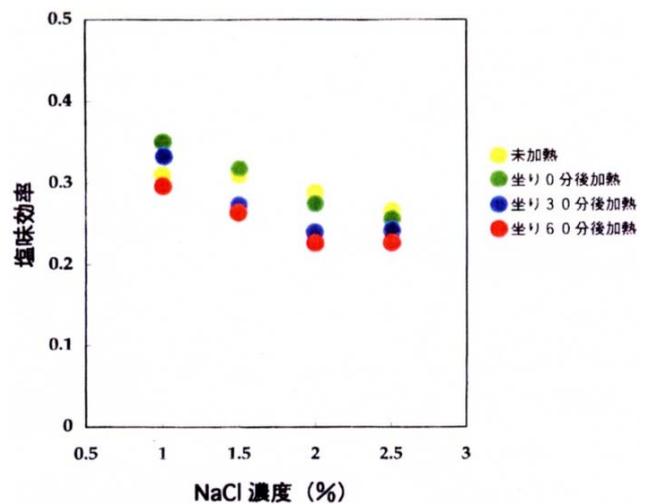


図4 すり身ゲルの塩味効率

このゲルの塩味効率を予測するために物性測定(水分、破断荷重、歪み率、硬さ、凝集性、保水性、貯蔵弾性率、損失弾性率)を行った。これらの測定値の中では保水性が最も相関が高く($r : 0.9$)、すり身ゲルの塩味効率は保水性で予測出来ることがわかった。しかし、これはすり身ゲルの塩味効率に限ったことで、すり身ゲルの甘味効率や、他の食品ではうまくいかなかった。

いくつかのタンパク質食品の塩味効率を求め、塩味効率を共通の物性測定値から予測することを試みた研究を紹介する。

タンパク質食品は、豆腐、分離ダイズタンパク質ゲル、卵白ゲルである。まず、塩味効率を求め、共通して測定可能な物性測定値として破断応力、破断歪み、破断エネルギー、離水率を選んだ。

各試料の塩味効率の測定結果を表5に示した。

表5 タンパク質食品の塩味効率

	食塩濃度(%)	塩味効率
卵白(33%)	0.4	1.1
卵白(33%)	0.8	1.02
卵白(33%)	1.2	1.02
SPI(6%)	1	0.68
低フィチン酸SPI	1	0.72
SPI(6%)	2	0.63
低フィチン酸SPI	2	0.76
豆腐(60°C 30分)	0.5	0.71
豆腐(80°C 2h)	0.5	0.64
豆腐(60°C 30分)	1	0.64
豆腐(80°C 2h)	1	0.58

塩味効率と相関の高かった物性測定値は破断歪みであった。目的変数を塩味効率、説明変数を各物性測定値として重回帰式を求めたところ、

$$Y(\text{塩味効率}) = 2.21 \times 10^{-5}(\text{破断応力}) - 0.014(\text{破断歪み}) + 0.001(1000 \times g \text{ における 離水率}) - 0.054(\text{食塩濃度}) + 1.363$$

が得られた($r^2 : 0.89$)。

さらに、ステップワイズ法で得られた塩味効率の予測式は、

$$Y(\text{塩味効率}) = -61.75(\text{破断歪み}) + 87.58$$

であった($r^2 : 0.83$)。

本研究で用いたタンパク質食品の塩味効率は破断歪みである程度予測出来ることが分かった。

各タンパク質それぞれを見ると、図5にも見られるように、破断歪と予測式の関係は一定していない。しかし、全体としてみると予測式で説明できるといってよい。つまり、タンパク質食品内の塩味効率の違いよりも、タンパク質食品間の塩味効率の差の方が大きいと言うことができる。

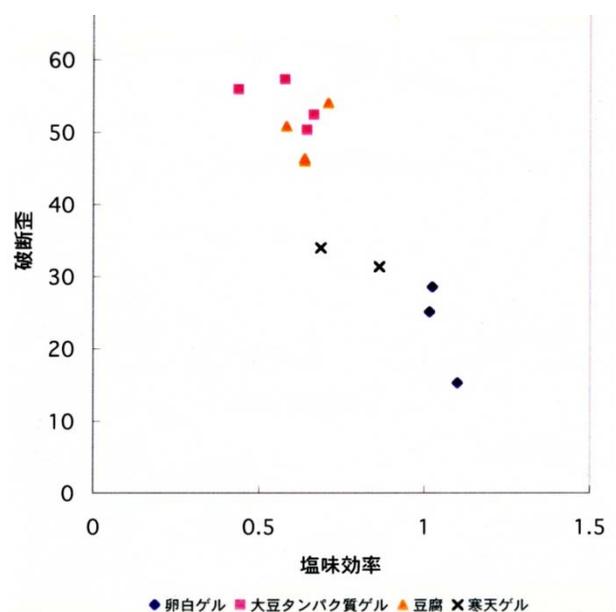


図5 ステップワイズ法で得られた塩味効率と破断歪の関係

このように、食塩は調味料として塩味を与えるが、料理の塩味の強さの感じ方は、必ずしも加えられた食塩量に対応しているとは限らない。場合によっては、実際に含まれている食塩量より少なく感じられることもあるし、逆に少ない食塩量でも満足感を与えることもある。

いいかえれば、自分が思っている以上に食塩や砂糖を食べていることがある。逆にこれを利用して減塩あるいは砂糖摂取量を少なくすることが可能である。全体を通して物性測定値から呈味効率を予測することは現在のところ成功していない。

6. 食塩と食中毒

6-1. 伝統的塩蔵食品の減塩

現在のように一年中食物が入手出来るわけではなく、収穫された食物を次の収穫まで保存することは人類の歴史の中で非常に重要なことであった。食塩を加えると食品の水分活性を下げるができるので微生物の繁殖を抑制することができる。このことを利用して多くの塩蔵食品や発酵食品があり、それらは単に保存にとどまらず新しい食味を持つ食物として多くの伝統食品が現在まで伝えられている。

ところが、近年、減塩を志向するあまり、伝統食品に用いられていた食塩量を少なくする傾向がある。伝統食品はそれなりの目的にかなう食塩が加えられていたのであるが、食塩を少なくすると、常温保存が可能であった伝統食品とは異なったものになっている。このような極端な例が、平成 19 年 9 月に海上自衛隊横須賀基地で発生したイカ塩辛による集団食中毒である。

伝統的塩辛は食塩を 10%~15%添加し、10~20 日間仕込みを行い、自己消化によるアミノ酸の生成によりうま味が増す食物である。塩分が 10%以上では腸炎ビブリオは増殖することはできない。また、黄色ブドウ球菌も見られず、常温で長期保存が可能である。しかし、食中毒を起こした塩辛は、食塩は約 4%で仕込み期間も 0~4 日、調味料で味付けをした、いわば和え物で、伝統的塩辛とは異なり、低温で保存しなければならない。このような注意を怠ったことから食中毒が発生したのである。

6-2. 電子レンジ加熱による殺菌

食中毒を防止するための一つの方法として、加熱して微生物を殺滅することがある。加熱の手段として電子レンジ加熱は便利であるが、電磁波ムラがあり、食品が均一に加熱されるとは限らない。また、食塩があると電磁波は食塩に強く吸収され、他の部分の温度が上がりにく

いことがある。食塩水をガラスのカップに入れて電子レンジで加熱すると、上面や周囲で電磁波が吸収されてその部分だけ温度が高くなる。鶏もも肉をそのまま、あるいは食塩を表面にふってから加熱すると、同じ時間加熱しても食塩をふったもも肉の内部は温度が低い。表面が加熱されたと思っても、中心部はまだ加熱不足となり食中毒の防止にはならないので、注意が必要である。

以上、食塩は調味料としてのみならず、いろいろな面で食生活と係っていることから、いくつかの話題を提供した。

講演者略歴

昭和 38 年 お茶の水女子大学家政学部食物学科卒業
昭和 45 年 お茶の水女子大学大学院家政学研究科修士課程修了
昭和 60 年 理学博士(上智大学)
昭和 57 年 お茶の水女子大学家政学部講師、助教授を経て
平成 9 年 お茶の水女子大学生生活科学部教授
平成 11 年 お茶の水女子大学大学院人間文化研究科教授
平成 18 年 お茶の水女子大学定年退職、お茶の水女子大学名誉教授
平成 18 年 和洋女子大学家政学部教授

主な著書

調理の基礎と科学、編集・分担執筆、朝倉書店(1993)
魚の科学、分担執筆、朝倉書店(1994)
肉の科学、分担執筆、朝倉書店(1996)
スタンダード栄養・食物シリーズ、調理学、編集・分担執筆、東京化学同人(2003)
さしみの科学—おいしさのひみつ、単著、成山堂書店(2005)
その他