

いい塩梅

吉田宗弘

はじめに

植物はナトリウムを必要としないが、動物は生存のためにナトリウムを必要とする。このため、植物のみに依存する動物では、チョウの成虫のように獣の死体や排泄物、あるいはヒトの汗から吸汁したり、ゾウのように食塩濃度の高い土を選択して舐めたりする。生物の細胞内でもっとも濃度が高い陽イオンはカリウムである。食品イコール生物の細胞であるから、動物にとって摂取が容易なミネラルはカリウムであり、肉食によってナトリウムを摂取できたとしても高カリウム低ナトリウムが自然な状態である。塩化ナトリウム(食塩)が大量に得られたことで、ヒトは本来は起こり得ない高ナトリウム低カリウムの食生活になり、食塩に起因する健康障害が起こるようになったと考えられる。

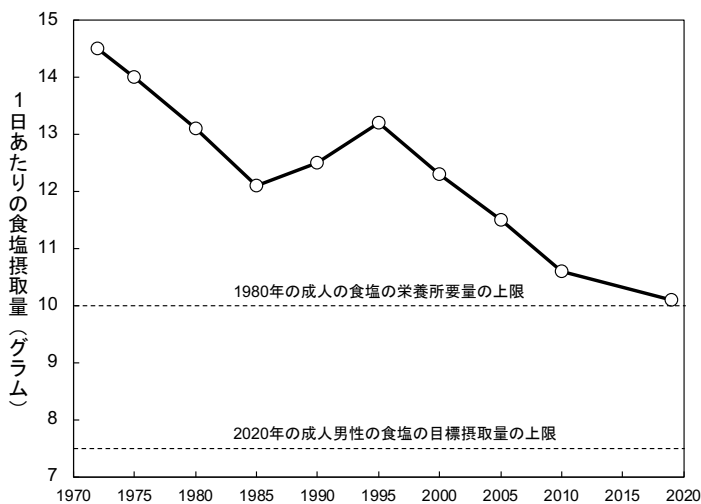


図1 日本人の食塩摂取量の推移

国民健康・栄養調査(旧・国民栄養調査)で得られた結果を図示した。

図1に日本人の食塩摂取量の推移を示した。日本人の食塩摂取量が正式に公表されたのは、昭和54(1979)年国民栄養調査の報告書からである¹⁾。この報告書では、昭和47年と54年の成人の平均食塩摂取量がそれぞれ1日14.5と13.1グラムであり、1日20グラムを超えていたと推定される戦前^{2,3)}よりは減少しているものの、栄養所要量(当時)が定める1日10グラム未満を大きく超えていると述べている。その後、食塩摂取量は、2019年には1日約10グラムにまで減少し、1979年当時の栄養所要量が求めた数値にようやく到達した。ただし、現在の食事摂取基準⁴⁾は、WHOが提唱する高血圧症予防のためのガイドライン(1日5グラム未満)を参考にして、成人の食塩の目標摂取量を男性1日7.5グラム、女性1日6.5グラム未満としており⁴⁾、さらなる減塩を求めている。

悪者扱いされる食塩であるが、空腹時に塩味だけの握り飯を頬張ったり、少量の塩鮭でお茶漬ををかきこんだりする行為は、ある意味至福の瞬間でもある。本稿では、食塩を獲得するための努力の歴史と食塩の必要性について述べ、食塩の功罪について考えてみたい。

1. 製塩の歴史と食塩をめぐるエピソード

(1) 海水を食塩に変える

a. 古代の製塩

海水は平均で3.4%の食塩を含んでおり、人々は海水から食塩を生産した。縄文時代後半の関東や東北地方では、図2のような独特の形態を有する専用の土器(製塩土器)を用い、海水を直接

¹⁾ 健康障害を予防するために1日に摂取すべき栄養素の量を定めた栄養所要量はしばしば改定され、2000年の第六次改定からは食事摂取基準という名称となった。食事摂取基準では、栄

養所要量に相当する推奨量に加えて、栄養素の平均的な最小必要量に相当する推定平均必要量、栄養素の過剰摂取を予防するための耐容上限量、生活習慣病予防のための目標量などの指標が策定されている。

煮詰める製塩が行われていた⁵⁾。このような海水を直接煮詰める製塩はもっとも原始的なものであり効率が低い。やがて製塩は、海水を濃い塩水である鹹水（かんすい）²⁾として回収する「採鹹（さいかん）」と、鹹水の水分を除く「煎熬（せんこう）」の2つのステップに分かれる。製塩技術の進歩は、前者の採鹹において先に生じた。

万葉集巻六に「淡路島松帆の浦に朝なぎに玉藻刈りつつ夕なぎに藻塩焼きつつ海人娘子（前後略）」とある⁶⁾。この「藻塩焼」は、諸説あるが、簀の上に積んだ海藻に海水をかけて塩分を含ませ、これを焼いて水に溶かし、その上澄みを鹹水とする技術と考えられる⁵⁾。鹹水を土器の中で煮詰める本格的な土器製塩は弥生時代に瀬戸内地方で発生し、西日本各地に拡大した。

b. 塩田^{5,7)}

奈良時代頃から、食塩は、塩田において砂を用



図2 約2500年前の製塩用土器（宮城県鳴瀬町里浜貝塚出土）

東北歴史博物館収蔵のものを文化遺産オンラインよりダウンロードした。同博物館の許可を得た上で掲載した。

²⁾ 鹹水はもともと天然に存在する塩分を含む水を指しており、地球科学的には塩分濃度0.05～5.0%の水を意味している。しかし、製塩においては、海水に操作を加えて食塩を中心とした塩分の濃度を高めたものを鹹水と称している。一方、食品添加物に指定され、中華麺製造などに用いられる「かん水」は、人工的に塩類（主として炭酸ナトリウム、炭酸カリウム、リン酸

いて集められるようになった³⁾。塩田⁴⁾による採鹹は、揚浜式、入浜式、流下式の順に発達していく。

揚浜式は、海水を汲んで砂浜に撒布し、水分が蒸発したら塩分の付着した砂を集め、海水で洗って鹹水を得るというものである。当初は天然の砂浜をそのまま塩田として用いる自然揚浜であったが、効率が悪いため、中世以降は満潮面よりも高い位置の砂浜（汲潮浜）に海水を撒布する方法が主流となった。海水を撒布するのは重労働であったが、収量効率が良いのと、立地条件が厳しくないため、次に述べる入浜式と並存した。

江戸時代初期、満潮面より低い位置にある遠浅の砂浜に堤防を築き、満潮時に海水を引き入れる入浜式の技術が完成する。この方式は、条件の良いところでしか実施できない。瀬戸内地方は条件の揃った場所が多く、赤穂のように食塩の特産品とする藩が出現した。入浜式は1950年頃まで300年以上にわたって日本の製塩を支えた。

1950年代に、塩田の表面に粘土を張って緩く傾斜をつけ、その上にポンプで汲み上げた海水を流し、太陽熱で水分を蒸発させて海水を濃縮する流下式が導入された（図3）。流下式では、竹の枝を組んだ枝条架（しじょうか）の上から濃縮した海水を滴下し、風力によって水分をさらに蒸発させるため、塩分濃度のきわめて高い鹹水が得られた。この方式は、砂を運ぶ必要がなく、海水を自然に移動・流下させるので、労働力は大幅に軽減された。

c. イオン交換膜による鹹水の製造

1972年にイオン交換膜による海水中塩分の濃縮技術が確立された。イオン交換膜を用いると、海水中のカルシウムやマグネシウムなどの2価イオンが膜を通過しにくいため、海水よりも食塩の割合が大きい鹹水が得られる⁸⁾。この方法は、広い土

塩など）を水に溶かしてつくったものであり、梶水の字を充てている。しかし、鹹水と梶水はいずれも「かん水」と表記されることが多いため、混同が目立っている。

³⁾ 万葉集が詠まれた時期、藻塩による採鹹はすでに過去のものになっていたと推定される。

⁴⁾ 当初は塩浜と呼ばれていた。

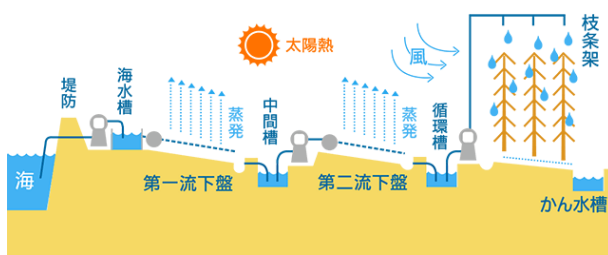


図3 流下式塩田法による鹹水の製造

公益財団法人塩事業センターのHP (<https://www.shioji-gyo.com/siohyakka/made/history.html>) に掲載されていた図を同センターの許可を得て掲載

地を必要とせず、かつ気象条件にも左右されない。このため国内における採鹹はすべてこの方式に改められ、ほとんどの塩田が姿を消した⁵⁾。

d. 煎熬^{8,9)}

鹹水を煮詰める煎熬技術は、江戸時代までは単純に薪を燃やして加熱する方法であったが、明治以降には燃料に石炭を用い、燃焼にともなって発生する熱い煙も利用する洋式平釜法、さらに蒸発する水蒸気も利用する蒸気利用式塩釜法が用いられた。そして現在では、蒸発釜中の気圧を真空に近い状態にまで低下させて、効率良く水分を蒸発させる真空式蒸発釜が用いられている⁹⁾。

鹹水を煮詰めるプロセスにおいて、各種の塩は種類ごとに異なるタイミングで析出する。この性質を利用すると、純度の高い食塩を生産できる。煎熬中に純度の高い食塩を分離する操作は晶析と呼ばれるものであり、一般的には冷却または加熱によって溶液から目的成分を結晶化させて選択的に分離する技術である。現在、イオン膜を用いて製造した鹹水からは、晶析により純度95%以上の食塩（膜法塩）が得られている⁸⁾。

一方、メキシコやオーストラリアなどでは、少雨、高温、低湿度、強風などの気象条件の広大な土地に海水を引込み、太陽熱と風によって水分を蒸発させることで天日塩を生産している。天日塩

は海水の水分を蒸発させただけなので食塩の純度が低い⁸⁾が、廉価であるため、わが国ではこれを輸入して食塩濃度99.5%以上の精製塩（再製塩）の原料に使用している。

鹹水を煮詰めるプロセスでは、最初に硫酸カルシウムが析出し、次いで食塩、さらに硫酸マグネシウムが析出し、液体には塩化マグネシウムとカリウム塩が残る⁸⁾。このようなマグネシウムとカリウムが食塩よりも析出しにくいという性質を利用すれば、食塩と海水中のマグネシウム、およびカリウムは以下のような簡便な方法でも分離できる。すなわち、鹹水全体を煮詰めて得られる粗塩を袋に詰めて吊るしておくと、湿度の高い日本ではマグネシウム塩とカリウム塩が湿り気を帯び、やがて液体（＝にがり）⁵⁾となって滴下し、袋の中にはサラサラした食塩が残るのである。



図4 ヴィエリチカ岩塩坑、上が採採堂、下が岩塩製の「最後の晩餐」

いずれも Wikipedia ヴィエリチカ岩塩坑に掲載されている図（ファイル名: Wieliczka.jpg と Wieliczka-daVinci.jpg）をダウンロードした。

⁵⁾ 海水から塩を作る際にできるナトリウム以外のミネラル分を多く含む粉末または液体が「にがり」である。主成分は塩化マ

グネシウムであるが、食塩および塩化カリウムも塩化マグネシウムの3分の1程度含まれている。

(2) 岩塩

内陸に閉じ込められた海水が蒸発し、残った結晶化した塩分の上に土砂が堆積することで地中に岩塩が形成された。世界の食塩原料の約 60%は岩塩であり、海水から食塩を製造する日本は少数派である。かつては岩塩を直接採掘することが多かったが、近年では岩塩層までボーリングを行い、水を注入して高濃度の塩水を採取することが多い。岩塩の色は、産地ごとに夾雑物の種類によって様々に変化する。ポーランドの古都クラクフの近郊にある世界遺産のヴィエリチカ岩塩坑には、すべてが岩塩である様々な彫像が並ぶ部屋や礼拝堂があり、岩塩製の地下大聖堂のような景観を呈している (図 4) ¹⁰⁾。

(3) 食塩をめぐるエピソード

江戸時代までは、戦乱などによって食塩の供給が途絶えるリスクを回避するため、内陸では食塩の備蓄に努めていた。以下に、食塩の入手をめぐるエピソードを紹介する。

わが国には「敵に塩を送る」という諺がある。苦境にある敵を取って助けることを意味しているが、目前の得失より長期的な利益を考えるという打算的な背景もあるようだ。この諺は、戦国大名であった越後の上杉謙信が、領国民の食塩不足に直面していた甲斐の武田信玄に、食塩を援助したという故事に因むとされている。しかし、この故事は後代の創作であることが定説となっており、実際に謙信が行ったのは、食塩不足に窮していた信玄の領国である甲斐においても越後産の食塩の価格を吊り上げることなく、通常通りの価格で販売させたことであるという説が提示されている ¹¹⁾。

播州赤穂の浅野家と三河吉田の吉良家の製塩をめぐる争いが、吉良上野介の浅野内匠頭への仕打ちにつながり、松の廊下事件を起こしたという俗説がある。たしかに、元禄時代は、瀬戸内地方で発達した入浜式塩田で得られた食塩が、その生産

コストの低さゆえに旧式の揚浜式塩田で得られた食塩を駆逐していく時期であり、三河や尾張において食塩の販売をめぐるトラブルがあったのは事実である。俗説では吉良が浅野に製塩技術の提供を希望したのに断られた、あるいは吉良が浅野の領地に産業スパイを放ったということも語られている。しかし、赤穂塩業資料館に長年おられた廣山堯道氏は、そもそも三河吉田には瀬戸内のような入浜式塩田を展開できるような地理的条件がなかったため、入浜式の技術が入手できても役には立たなかったと述べ、吉良が浅野の技術を盗んだことを窺わせる資料は皆無であるとしている ¹²⁾。廣山氏は、吉良と浅野の争いに製塩が絡むとすれば、売れ行きが悪くなった三河側が赤穂側に対して抱いた一種の「ひがみ」であろうと述べている。

2. 食塩の必要性

(1) 生理的な必要量

ナトリウムをまったく摂取しなくても、汗や尿などには一定量のナトリウムが排泄される。ナトリウム摂取ゼロのときのナトリウム排泄量が成人で 1 日当たり約 600 ミリグラムであることから、成人の食塩の平均的な必要量は 1 日当たり 1.5 グラムとされている ⁴⁾。

しかし、食塩の必要量は発汗量によって大きく変動する。戦前の報告であるが、大量発汗があったと考えられる炭鉱労働者や夏季の高熱労働者の食塩排泄量は 1 日 20~30 グラムに達しており、小都市居住者の 1 日平均約 12 グラムを大きく上回っている ²⁾。戦前の食塩摂取量が過剰であったとしても、発汗に伴って食塩の必要量が増えることは事実である。

大量発汗時に水分のみを補給すると、血漿中のナトリウム濃度が低下して頭痛、吐き気・嘔吐、めまい、倦怠感、痙攣、昏睡などの症状が起こり、最悪の場合は死に至ることがある。このような運動が原因で生じる低ナトリウム血症⁶⁾は、運動関連

⁶⁾ 人間の血漿ナトリウム濃度 (単位は 1 リットル当たりのミリモル数) は約 140 だが、135 未満になった場合を低ナトリウ

ム血症としている。120~130 で軽い疲労感が生じ、さらに低下すると反応の鈍さ、頭痛、嘔吐、食欲不振などが出現する。

低ナトリウム血症 (exercise associated hyponatremia ; EAH) と呼ばれる。EAH は、1981 年に米国スポーツ医学会が高ナトリウム血症の予防のために運動中にできるだけ水分を摂取するよう推奨したことにより、とくに米国で多発するようになった。EAH は、スポーツ経験の少ない女性が 4 時間以上にわたって競技を継続し、大量の水を摂取した場合に多発している¹³⁾。女性に多くなるのは、体格が男性よりも小さく、発汗によるナトリウム喪失と大量飲水の影響を受けやすいためだと考えられる。なお、スポーツ飲料でも含有されるナトリウムが血漿のナトリウム濃度より薄い場合は、EAH の予防につながらないとされている。

大量に汗をかいた場合に、塩味のものが欲しくなることは誰しもが経験することである。夏場の塩分不足を補うために「塩キャラメル」といった商品も開発されている。夏になると馴染みの蕎麦屋の出汁の塩味が濃くなるのも、調理人が発汗のために食塩要求量が高まっており、調理人にとってちょうどいい塩梅の食塩濃度が他の季節よりも高いからであろう。

(2) 食品の保存

a. 塩蔵

水分含量の高い生鮮食品は放置すると腐敗が始まり、やがて食べられなくなる。このため生鮮食品を保存することは安定した食生活のために必須であった。腐敗に関わる微生物は水分がなければ繁殖できないため、ヒトが最初に行った食品の保存法は乾燥であった。やがて、ヒトは食塩を加えることで食品から脱水できることに気づき、食塩を加えた塩干物を作成する。さらに塩分濃度の高い環境では水分が存在していても腐敗が起これにくいことに気付く。高塩分がもたらす高い浸透圧によって微生物の繁殖が抑制されるからである。

本格的な食品の塩蔵は、ピラミッドで有名な古

代エジプトで行われた鳥肉や魚の塩漬けである¹⁴⁾。この塩蔵技術はミイラの作製にも応用された。古代エジプト人が発明した肉や魚の塩蔵技術は、ギリシア・ローマにも受け継がれた。古代ギリシア・ローマの文献や絵画などから当時の献立を復元した成書には、塩漬け肉のシチューのレシピが掲載されている¹⁵⁾。今日でも、肉の塩蔵品であるハムやベーコン⁷⁾などは、西洋の食生活の必需品である。

一方、中国では、肉や魚だけでなく、豆や野菜などにも塩蔵による保存が試みられた。おそらく東アジアの高温多湿な気象条件が、食品保存技術の需要を高めたからであろう。中国では、塩蔵した食品を「醬 (ジャン)」と総称した。醬の多くは長期保存を前提としており、後述の醗酵を伴ったものである。今日の日本では、醗酵を伴わない塩蔵品として、短期間のうちに消費されるタラコなどの魚卵製品、魚の塩干物、野菜の浅漬けなどをあげることができるが、梅干しや荒巻鮭のように長期保存を目的としたものも存在している。

b. 塩蔵下での醗酵

高塩分の環境下でも微生物は繁殖するが、好都合なことにそれらはヒトにとって無害なものが多かった。それどころか微生物が食品成分、とくにタンパク質を分解するため、元の食品にはなかった味が出現した。こうして、食品中で微生物が繁殖する現象は、ヒトにとって不都合な「腐敗」と、ヒトにとって好ましい「醗酵」に分かれた。

塩蔵と醗酵を組み合わせた食品として、ヨーロッパではチーズやアンチョビ⁸⁾などをあげることができる。このような塩蔵醗酵食品として特筆すべきものは、生のニシンを塩水に浸けた状態で醗酵させたシュールストレミング (surströmming, 図 5) である。今日、シュールストレミングは世界でもっとも臭い食品のひとつとしてスウェーデン名物とされているが、考案したのは 14 世紀のオラン

110 程度まで低下すると痙攣などが生じて昏睡に陥り、死に至る。重症の EAH では 115 程度まで低下している。

⁷⁾ ハムなどの肉の塩蔵品における旨味の出現は、主に動物の筋肉自身に存在するタンパク質分解酵素の作用が主体である。

⁸⁾ アンチョビはカタクチイワシの英訳であるが、本稿ではアンチョビをカタクチイワシを塩蔵して得られる醗酵食品の名称として用い、魚種を示す場合はカタクチイワシを用いる。



図5 開缶したシュールストレミング

Wikipedia シュールストレミングに掲載されている図 (ファイル名: Serving Surströmming.jpg) をダウンロードした。

ダ人漁師ウィレム・ブーケルス⁹であるとされている¹⁶。ヨーロッパでは北海において大量に捕獲されるニシンを塩漬けにして保存することが古くから行われていた。ヨーロッパで捕獲されるニシンの多くが、産卵期のものではないため、身の部分に脂肪が多く、タラのような乾燥保存が難しかったからである¹⁰。塩蔵に用いる食塩が高価であり、塩水につけてニシンを保存することは食塩使用量を節約できる利点があった。シュールストレミングは加熱されていないため缶の中でも醗酵が継続している、涼しい北欧の環境下では製造10週間後あたりが食べ頃とされるが、日本に入ってくるものは相当に醗酵が進んでおり、固形物が残っていない場合もあるという。

日本の水産物の塩辛類はシュールストレミングに近いものと考えられるが、原料にもともと存在した酵素による分解と微生物による醗酵の両方が関わっている。シュールストレミング同様に臭いことで知られる「くさやの干物」は、魚の内臓の分解物や微生物が混じった液体に魚を浸してから乾燥させている。液体が有するタンパク質分解活

性によって魚のタンパク質が分解し、乾燥中に旨味が出現することを利用したものといえる。

c. 調味料への発展

醗酵を伴う塩蔵品を長期間放置すると、原料の食品はやがて形を失い、ペースト化する。味噌や豆板醤はこのようにして誕生したといえる。やがてペーストの液体部分だけを利用することで醤油などの液体調味料が生まれる。

このような調味料の中で、魚醤はヨーロッパとアジアに共通する。ローマ帝国時代、サバやカタクチイワシなどを内臓も含めて塩水に漬け、約3ヶ月間醗酵させた上澄みであるガルムという調味料が存在した¹⁵。しかし、ローマ帝国の滅亡とともにガルムの製法も途絶えた。一方、今日のイタリアのアマルフィ海岸に面したチェターラという街にはコラトゥーラ¹¹という魚醤が存在している。コラトゥーラと古代のガルムの関係はよくわかっていないが、中世にアマルフィ海岸の修道士が古代のガルムの製法を何らかの方法で知り、作り始めたという説がある¹⁷。ただし、今日のコラトゥーラはカタクチイワシの身だけをを用い、内臓は使っていない。コラトゥーラはチェターラの特産品であったが、シチリアなど他地域のアンチョビ製造業者が生産を始めており、日本国内でも容易に入手できる(図6)。



図6 シチリア産のコラトゥーラ

実際に商品を購入して撮影した

⁹ ブーケルスが塩水漬けニシンを製造した記録は残っているが、フランスとイングランドにも11～12世紀に塩水漬けニシン製造の記録があるため、彼がシュールストレミングの考案者であるとする説を否定する研究者が多い。

¹⁰ 日本で捕獲されるニシンは数の子を抱えた産卵期のものでは

あるため、身の脂肪含量が低く、干物である「身欠きニシン」として保存可能だった。

¹¹ 正確にはコラトゥーラ・ディ・アリーチ・ディ・チェターラ (Colatura di alici di Cetara) という。

一方、アジアに目を転じると、東南アジア各地には、淡水魚を含む様々な魚種を用いた魚醤が存在する、有名なのはタイのナンプラーであるが、これは約百年前にベトナムの魚醤であるヌクナム（ヌオックナム Nước mắm）を真似て製造が始まったものである。ベトナムの文献にヌクナムが出現するのは18世紀の後半であるが、そのもとになった塩辛は二千年前くらいから存在していたといわれる¹⁸⁾。日本でも各地で魚醤が生産されており、秋田の「しょつつる」、石川の「いしり」、香川の「いかなご醤油」は三大魚醤油とされている¹⁹⁾。

(3) 食塩を必須とする加工食品

魚肉に食塩を加えてすりつぶすと、ナトリウムイオンと塩化物イオンが魚肉を構成する筋原繊維であるアクトミオシンに作用し、アクチンとミオシンが分離して溶けたような状態になる。しばらくすると長い糸状のアクチンがミオシンに絡まり、元よりも大きなアクトミオシンが生成され、粘性を持った「すり身」が完成する。このすり身を加熱すると、アクトミオシンが水を抱えた網目構造となり、弾性に富んだゲルが形成され、蒲鉾などの魚練り製品が完成する²⁰⁾。すなわち、魚練り製品には食塩は必須の存在である。

小麦粉に水を加えて練った生地であるドウを調製する場合にも食塩が加えられる。小麦製品のモチモチとした弾性はグルテンの架橋構造に由来しているが、食塩はこのグルテンの構造を強靱なものにする。したがって、うどんやパスタのコシの形成に食塩は重要な存在といえる。また、乾麺を製造するさいの麺内部から表面への水分移動を促進し、乾燥時におけるひび割れなどを防止している²¹⁾。

3. 味覚と食塩

(1) 塩味

塩味は、甘味、酸味、苦味、旨味とともに基本味

の一つであり、ナトリウムイオンに対する応答とされている。しかし、塩味を示す化学物質は食塩（塩化ナトリウム）のみであり、塩味の感知には塩化物イオンも必須である。塩化物以外のナトリウム塩、あるいはナトリウム以外の塩化物の中には塩味に近い味を示すものもあり、塩化カリウムは減塩食品に用いられている。しかし、食塩以外の塩が示す塩味は、いずれも苦味、エグ味、金属味、刺激などを伴う²²⁾。最新の研究は、塩味を感じるしくみについて、舌の味蕾においてナトリウムイオンが検知される機構を分子レベルで解明したとしているが²³⁾、塩化物イオンがどのように寄与しているのかはまったくふれていない。解明されたのは塩味を感知するしくみではなく、あくまでもナトリウムイオンを検知する機構¹²⁾にすぎないことに注意すべきだろう。

(2) 旨味への影響

旨味を示す物質には、アミノ酸・ペプチド系のものと核酸系のものがある。前者の代表としてグルタミン酸、後者の代表にイノシン酸やグアニル酸があり、グルタミン酸では味細胞での受容体が同定されている²⁴⁾。トマトや肉汁の旨味が食塩の存在によって劇的に高まるように、旨味は食塩の存在によって著しく増強される。昆布出汁の研究から最初に同定された旨味成分はグルタミン酸一ナトリウム（monosodium glutamate: MSG）であるが、MSGに食塩を加えるとさらに旨味が増強されるので²⁴⁾、旨味を示すのはMSGではなくグルタミン酸と食塩の混合物というのが正確な表現だろう。このような旨味に対する作用は食塩以外のナトリウム塩でも観察されるが、食塩の作用がもっとも大きく²⁵⁾、旨味の増強にも塩化物イオンは重要といえる。食塩の旨味増強作用のしくみは未解明であるが、タンパク質である旨味受容体の立体構造が食塩によって安定化する可能性が指摘されている²⁵⁾。

¹²⁾ この機構には2種類のナトリウムチャネル（ナトリウムイオンに選択的な通路）が関わっており、そのうちの1つはカリ

ウムイオンとも反応する。塩化カリウムが塩味を示すことと関わりがあるのだろう。

このように食塩と味覚の関係においても、ナトリウムイオンと塩化物イオンは同程度に重要であるが、塩化物イオンの関わりを述べた研究は少ない。このことは食塩の生理作用や健康影響についての研究も同様である。食塩摂取はナトリウム摂取と同義とみなされており、塩化物イオンの存在は忘れられている。塩化物イオンの生理作用を見直す必要がある。

(3) 精製塩と天然塩

1997年に塩の専売制が廃止されたことにより、様々な食塩が「天然塩」という名称で販売され、外国の岩塩も輸入販売されるようになった。表1は、市販食塩の塩分組成を海水および岩塩と比較したものである²⁶⁻²⁸⁾。

海水中塩分の中で食塩の割合は77.9%にすぎない。すなわち海水の水分を蒸発させた粗塩には相当量のマグネシウムが含まれており、苦味の強くなる。このため、ほとんどの天然塩では、マグネシウムの大半は除去され、その含有量は1~2%になっている¹³⁾。また、岩塩は海水中の食塩が結晶化したものであるため、その食塩含量は並塩（塩工業会の規格では食塩含量95%以上）をはるかに凌ぎ、精製塩（同99.5%以上）に匹敵する。

0.8%の食塩水に、塩化カリウム、塩化マグネシウム、または硫酸マグネシウムを添加した場合、硫酸マグネシウムは0.04%、塩化カリウムは

0.08%、塩化マグネシウムは0.16%の添加で官能検査において識別が可能、すなわち味の変化が認められる²⁹⁾。しかし、市販天然塩における食塩と硫酸マグネシウムの組成比は、平均的な海水濃縮塩において約50:1であり、官能検査で影響が認められる濃度比20:1には届かない。つまりマグネシウムを相当に残した製品でなければ精製塩との違いは識別できないといえる。料理、とくに煮込み料理の場合、食材からもマグネシウムやカリウムが相当に溶出する。塩味に対するマグネシウムやカリウムの影響には、食塩ではなく、食材から溶出するものの寄与が大きいかもしれない。

食塩の味覚に対する影響は、化学組成ではなく、塩の形状の影響が大きい。大きな粒やとがった粒とサラサラした細粒とでは、舌や食材の上での溶解性に違いがあり、結果として塩味や旨味に影響する。このような粒の形状の影響は、肉や魚を焼く直前、あるいは調理後の食品に塩をふる場合に大きい。したがって、ステーキ、焼魚、あるいは天ぷらなどに使う食塩に関しては、食塩の形状によって味が変わることは十分にあり得るといえる。

4. 食塩は悪者か

(1) 健康との関係

食塩の取りすぎが高血圧症を招くことは広く知られており、食と健康を語る上での常識となっている。図6は米国のDahl医師が発表した論文に基

表1 海水、岩塩、および種々の市販塩の塩組成

	水分	NaCl	MgCl ₂	MgSO ₄	CaSO ₄	KCl
海水の塩組成 ²⁶⁾	—	77.9	9.6	6.1	4	2.1
岩塩 ²⁷⁾						
イタリア産	0.02	99.8	<0.1	<0.1	0.14	<0.1
ボリビア産	0.22	98.7	<0.1	<0.1	0.67	0.1
市販精製塩 ²⁷⁾	0.15	99.7	0.1	<0.1	<0.1	0.1
市販天然塩（未乾燥） ²⁸⁾						
海水濃縮塩（n=5）	9	86	1.5	1.7	1.3	0.5
天日塩（n=17）	5.3	93.7	0.6	0.1	0.1	0.2
イオン交換膜塩（n=9）	4.1	93.2	1.1	<0.1	0.1	1.2

¹³⁾ 文献28では50を超える市販塩を分析しているが、その中

でマグネシウム塩の割合が10%近いものは1点だけであった。

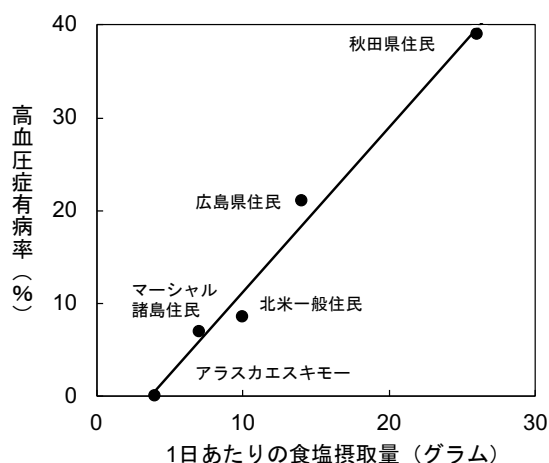


図7 食塩摂取量と高血圧症有病率との関連
文献30)に記載のデータに基づき作図した。

づくものであり、食塩摂取量と高血圧症有病率との間には正の相関があるとするものである³⁰⁾。ここで使われている秋田や広島食塩摂取量のデータの信憑性に疑問はあるが、食塩摂取が多いと血圧が上昇するというイメージの形成には十分なデータである。

世界には食塩をまったく使わない「無塩文化」の民族が存在する。そのような民族の一つであるブラジル北部からベネズエラ南部に居住するヤノマミ族を調査した報告は、尿の塩化物イオン排泄量から推定される食塩摂取量が1日1グラム未満であること¹⁴⁾、どの年齢層でも最高血圧が約100mmHg、最低血圧が約60mmHgであり、少なくとも血管系の疾患に関してはきわめて健康的であることを述べている³¹⁾。これらのことから、食塩摂取量は、減らせば減らすほど、高血圧症のリスクは低くなるとされている。

高血圧症以外の疾患では胃がんとの関連が有名である。米国白人の胃がん死亡率は特別な予防対策なしに1950年代から1990年代の40年間で3分の1に低下した。この低下には、冷蔵庫の普及と冷凍生鮮食品の輸送体制（コールドチェーン）の

完成によって、ベーコンのような塩蔵肉の消費が減少したことが関わりとされている³²⁾。なお、多くの疫学研究も食塩摂取量と胃がん発生リスクとの間には明確な関連があるとしている³³⁾。

このように個別の疾患では、減塩をすればするほど疾病に罹るリスクは低下するように見える。しかし、ナトリウムの尿中排泄量と全死亡との関連を調べた研究では、1日のナトリウム排泄量が4～6グラムの集団を基準にした場合、ナトリウム排泄量が6グラムを超える集団だけではなく、3グラム未満の集団でも死亡リスクが高まるとしている³⁴⁾。3グラムのナトリウム排泄量は7.62グラムの食塩摂取量に相当するので¹⁵⁾、現在の食事摂取基準における食塩の目標摂取量（男性1日7.5グラム、女性1日6.5グラム未満）は、高血圧症の予防にはつながるが、全死亡という観点からは疑問ということになる。暴論かもしれないが、全死亡という観点からは、1日約10グラムという現在の食塩摂取量でもいいことになる。

なお、1日約1.2グラムの食塩摂取であるヤノマミ族の場合、尿へのナトリウム排泄量は1日約20ミリグラムであり、極端に少ない³¹⁾。食塩摂取量があまりに少ないため、尿細管でのナトリウム再吸収が目一杯機能しているといえる。このような食塩摂取量が本当に健康の維持につながるのか再検討の余地はあるだろう。

(2) 食塩摂取量と平均寿命

食塩摂取量は総合的な健康指標である平均寿命に影響を及ぼしているだろうか。食塩摂取量の推計方法は国ごとに異なっており、比較することは難しいが、近年になってベイズ推定に基づき、食事調査または尿排泄量から得られる2種類の食塩摂取量の推計値を同列に扱えるように工夫した上で、世界各国の食塩摂取量を比較した報告が提出された³⁵⁾。表2は厚生労働省のホームページに平

¹⁴⁾ 熱帯雨林の中で生活するため汗に失われる量も相当あると考えられるので、もう少し食塩摂取量は多いと考えられる。

¹⁵⁾ 1日当たりの尿へのナトリウム排泄量がナトリウムの1日摂

取量に等しいと仮定すると、ナトリウム排泄量（グラム）に2.54を乗じると食塩摂取量（グラム）になるので、尿排泄量3グラムと6グラムはそれぞれ食塩摂取量7.62および15.24グラムになる。

表 2 食塩摂取量が多い 10 ヶ国と少ない 10 ヶ国の男性の平均寿命

国名	食塩摂取量 ³⁵⁾ (g/日)	平均寿命 ³⁶⁾ (年)
摂取量が多い国		
タイ	14.17	69.9
韓国	13.86	77.0
シンガポール	13.64	79.3
日本	13.00	79.6
中国	12.82	69.6
イタリア	11.81	78.8
チュニジア	11.76	72.5
アルジェリア	11.46	74.9
ウクライナ	11.20	62.5
ロシア	11.12	61.8
10ヶ国の平均値	12.48	72.6
摂取量が少ない国		
南アフリカ	6.62	53.3
メキシコ	7.34	73.1
チリ	7.42	75.5
アルゼンチン	8.00	72.5
ペルー	8.17	65.9
デンマーク	8.71	77.1
オランダ	8.89	78.8
オーストラリア	9.11	79.3
ニュージーランド	9.27	78.4
ベルギー	9.25	77.0
10ヶ国の平均値	8.28	73.1

均寿命が掲載されている 45 ヶ国の男性について³⁶⁾、食塩摂取量が多い 10 ヶ国と少ない 10 ヶ国を抜粋したものである。食塩摂取が多いのはアジア、北アフリカ、東ヨーロッパ、逆に少ないのは、南アフリカを別にすると、南米、オセアニア、西ヨーロッパであり、イタリアは西ヨーロッパでは例外的に食塩摂取量が多いことがわかる。平均寿命を比べると、アジアと南米に大きな差はなく、また、西ヨーロッパ内でイタリアがとくに短いわけではない。平均寿命には様々な要因が関わっているが、ほとんどの国の食塩摂取量が 7~14 グラム/日の範囲にある現状では、食塩摂取量と平均寿命の間に目立った関係はないようにみえる。このことは、先に紹介した食塩摂取量が 7.6 グラム/日未満、もしくは 15.2 グラム/日以上の場合に死亡率が上昇するという疫学研究とは辻褄があう。

15 g/日を超えるような食塩摂取が高血圧症の発生病リスクを高め、それが心血管系の疾病を招き、寿命を縮めることは確かである。一方、7 グラム/日を下回る食塩摂取が寿命を縮めるのが事実であ

るとすると、極端な減塩がいびつな献立につながり、栄養素摂取のバランスを崩していることを意味するのかもしれない。減塩をすすめると、味噌や醤油などの調味料の使用量は少なくなる。その結果、多くの長所があるといわれる和風の献立は難しくなる。出汁を十分に効かせれば食塩の使用量は減らせるというのが¹⁶⁾、旨味を引き出すのに食塩は必須であるから、それにも限界がある。高血圧症のリスクを重視される方からお叱りを受けるかもしれないが、現在の約 10 グラム/日というのが「ちょうどいい塩梅」なのかもしれない。適切な食塩を積極的に使って食材の味を引き立て、おいしい食事を楽しむことこそが健康の維持につながることを強調したい。

文献

- 1) 厚生労働省：国民栄養の現状。昭和 54 年国民栄養調査成績，1986，https://www.nibiohn.go.jp/eiken/chosa/koku_min_eiyou/1979.html（2021 年 6 月 7 日アクセス）
- 2) 斉藤 一：日本人の食塩需要量。労働科学，22：218-

¹⁶⁾ 一般家庭で調製される出汁の食塩濃度は 0.6~1.0%である

が、京都の料亭の出汁の食塩濃度は 0.6%台であり、食塩は必要最低限の量しか使われていない³⁷⁾。

- 220, 1946.
- 3) 小澤秀樹：脳卒中の地域差と過去の食生活. 日本公衆衛生雑誌, 15 : 551-566, 1968.
- 4) 厚生労働省：「日本人の食事摂取基準（2020 年版）」策定検討会報告書, pp 266-310, 2019, https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_08517.html
- 5) 高垣順子：塩. 食文化・伝統技術に学ぶ. 食品加工総覧 7, pp 405-408, 農山漁村文化協会, 東京, 2000
- 6) 小島憲之, 木下正俊, 佐竹昭広：完訳日本の古典 3 萬葉集二, p. 305, 小学館, 東京, 1984
- 7) 公益財団法人塩事業センター：日本の塩づくりの歴史. 2020, <https://www.shiojigyo.com/siohyakka/made/history.html> (2021 年 6 月 14 日アクセス)
- 8) 村上正祥：精製塩の製造工程における塩類の析出. 日本海水学雑誌, 47 : 375-378, 1993
- 9) たばこと塩の博物館：せんごうの発達. <https://www.tabashio.jp/collection/salt/s14/index.html> (2021 年 6 月 14 日アクセス)
- 10) Wikipedia：ヴィエリチカ岩塩坑, <https://ja.wikipedia.org/wiki/ヴィエリチカ岩塩坑>, 2021 年 5 月 22 日最終更新 (2021 年 6 月 14 日アクセス)
- 11) 田中基之：「敵に塩を送る」本当にあった？ 上杉謙信と武田信玄、美談の真相は. 山梨フカボリ特集 #2, withnews (朝日新聞社), <https://withnews.jp/article/f0180717002qq0000000000000000G00110601qq000017487A>, 2018 年 7 月 18 日 (2021 年 6 月 16 日アクセス)
- 12) 廣山堯道：雄山閣アーカイブス. 塩の日本史, 214 p, 雄山閣, 東京, 2016
- 13) Joergensen D, Tazmini K, Jacobsen D: Acute dysnatremias - a dangerous and overlooked clinical problem. Scand J Trauma Resusc Emerg Med 27: 58, 2019, <https://doi.org/10.1186/s13049-019-0633-3>
- 14) マーク・カーランスキー (山本光伸訳)：塩の世界史 (上), pp 50-67, 中公文庫, 東京, 2014
- 15) アンドリュウ・ドルビー, サリー・グレインジャー (今川香代子訳)：古代ギリシア・ローマの料理とレシピ, 228 pp, 丸善, 東京, 2002
- 16) キャシー・ハント (龍 和子訳)：ニシンの歴史, p p 66-70, 原書房, 東京, 2018
- 17) イタリア語版 Wikipedia：Colatura di alici di Cetara, 2020 年 10 月 21 日更新, https://it.wikipedia.org/wiki/Colatura_di_alici_di_Cetara (2021 年 6 月 17 日アクセス)
- 18) 森枝卓士：世界の食文化 4. ベトナム・カンボジア・ラオス・ミャンマー, pp 96-103, 農山漁村文化協会, 東京, 2005
- 19) 石川寛子：魚醤油. 食文化・伝統技術に学ぶ, 食品加工総覧 6, pp 726-728, 農山漁村文化協会, 東京, 2001
- 20) 野村 明：かまぼこ・ちくわ・揚げかまぼこ. 加工の原理と工程, 食品加工総覧 6, pp 823-827, 農山漁村文化協会, 東京, 2001
- 21) 長尾精一：小麦とその加工, 297 pp, 建帛社, 東京, 1984
- 22) 朝倉富子：味覚研究の最前線—塩味受容を中心に. 2014 年ソルトサイエンスシンポジウム「海水・塩の研究最前線」講演集, https://www.saltscience.or.jp/symposium/2014_1-asakura.pdf (2021 年 6 月 19 日アクセス)
- 23) Nomura K, Nakanishi M, Ishidate F, Iwata K, Taruno A: All-electrical Ca^{2+} -independent signal transduction mediates attractive sodium taste in taste buds. Neuron, 106, 816-829, 2020
- 24) 三橋富子、野村 歩：塩味とうま味の相互作用. 日大生活科研報, 38, 81-91, 2015
- 25) 栗原堅三：味覚生理学研究の現状. うま味を中心に. 化学と生物, 36: 801-805, 1998
- 26) たばこと塩の博物館：海水の成分. <https://www.tabashio.jp/collection/salt/s4/index.html> (2021 年 6 月 21 日アクセス)
- 27) 公益財団法人 塩事業センター：市販食用塩データブック 2019 年版, 246 pp, 成山堂書店, 東京, 2019
- 28) 新野 靖, 西村ひとみ, 古賀明洋, 篠原富男, 伊藤浩士：市販食塩の品質. 日本調理科学会誌, 32: 133-144, 1999
- 29) 遠藤由香, 石川匡子：にがり成分が食塩の呈味性に及ぼす影響. 日本海水学会誌, 69: 105-110, 2015
- 30) Dahl K: Possible role of chronic excess salt consumption in the pathogenesis of essential hypertension. Am J Cardio 8: 571-575, 1961
- 31) Oliver WJ, Cohen EL, Neel JV: Blood pressure, sodium intake, and sodium related hormones in the Yanomamo

indians, a "No-salt" culture. *Circulation* 52: 146-151, 1975

- 32) 星山佳治、川口 毅：胃がんの予防について. 昭和医会誌 58: 210-213, 1998
- 33) Tsugane S, Sasazuki S, Kobayashi M, Sasaki S: Salt and salted food intake and subsequent risk of gastric cancer among middle-aged Japanese men and women. *Br J Cancer* 90:128-134, 2004
- 34) O'Donnell M, Mente A, Rangarajan S, McQueen MJ, Wang X, Liu L, Yan H, Lee SF, Mony P, Devanath A, Rosengren A, Lopez-Jaramillo P, Diaz R, Avezum A, Lanas F, Yusoff K, Iqbal R, Ilow R, Mohammadifard N, Gulec S, Yusufali AH, Kruger L, Yusuf R, Chifamba J, Kabali MPC, Dagenais G, Lear SA, Teo K, Phil SYD: Urinary sodium and potassium excretion, mortality, and cardiovascular events. *N Eng J Med* 371: 612-623, 2014
- 35) 厚生労働省：平均寿命の国際比較. <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/life/life10/03.html> (2021 年 6 月 28 日アクセス)
- 36) Powles J, Fahimi S, Micha R, Khatibzadeh S, Shi P, Ezzati M, Engell RE, Lim SS, Danaei G, Mozaffarian D: Global, regional and national sodium intakes in 1990 and 2010: a systematic analysis of 24 h urinary sodium excretion and dietary surveys worldwide, *BMJ Open* 3: 1–20, 2013
- 37) 伏木 亨：うま味の秘密 (和食文化国民会議監修), 94 pp, 思文閣出版, 京都, 2017