

Salt & Seawater Science Seminar 2010

財団法人 塩事業センター 海水総合研究所

似て非なるもの 塩と砂糖の不思議 Q&A

12月2日(木) 13:00 ~ 17:00 (12:00 開場)

Panel Discussion

- | | | | | |
|------------|-------------------------------|------------------------|---------------|----------------|
| 1. 塩と砂糖の歴史 | 財団法人塩事業センター 研究調査部
三井製糖株式会社 | 財務アセットマネジメント | 主事
部長 | 清水 徹
佐藤 公昭 |
| 2. 塩と砂糖の機能 | 財団法人塩事業センター
精糖工業会 | 海水総合研究所
技術研究所 | 主任研究員
所長 | 谷井 潤郎
斎藤 祥治 |
| 3. 塩と砂糖の種類 | 財団法人塩事業センター
新東日本製糖株式会社 | 海水総合研究所
生産グループ技術チーム | 研究員 | 眞壁 優美
松山 貴久 |
| 4. 塩と砂糖の製法 | 財団法人塩事業センター
新東日本製糖株式会社 | 海水総合研究所
生産グループ技術チーム | 副所長
ヘッドチーフ | 吉川 直人
品川 廣太 |



協賛：精糖工業会、新東日本製糖(株)、(社)日本塩工業会、(公財)ソルト・サイエンス研究財団、
日本海水学会、(社)日本家政学会、(社)日本食品科学工学会、日本調理科学会

Salt & Seawater Science Seminar 2010

似て非なるもの **塩と砂糖**の不思議 Q&A

— プログラム PROGRAM —

2010年12月2日(木) (受付 12:00~)

13:00 開会

13:00~13:20 挨拶 財団法人塩事業センター 理事長 今井 正

13:20~14:40 パネルディスカッション

【司 会】 財団法人塩事業センター 海水総合研究所 所長 長谷川 正巳

Session1

<塩と砂糖の歴史>

財団法人塩事業センター 研究調査部 主事 清水 徹
三井製糖株式会社 財務アセットマネジメント部長 佐藤 公昭

<塩と砂糖の機能>

財団法人塩事業センター 海水総合研究所 主任研究員 谷井 潤郎
精糖工業会 技術研究所 所長 斎藤 祥治

14:40~15:20 コーヒーブレイク および エクシビション

15:20~16:40 パネルディスカッション

Session2

<塩と砂糖の種類>

財団法人塩事業センター 海水総合研究所 研究員 眞壁 優美
新東日本製糖株式会社 生産グループ技術チーム 松山 貴久

<塩と砂糖の製法>

財団法人塩事業センター 海水総合研究所 副所長 吉川 直人
新東日本製糖株式会社 生産グループ技術チームヘッドチーフ 品川 廣太

16:40~17:00 総括質問

17:00 閉会

Question 1 塩は生命活動に必須の物質であり、古くからさまざまな方法によって、塩づくりが行われてきました。現在の日本では、イオン交換膜を利用した製塩技術が塩づくりの主流となって、昔に比べて大幅なコスト低減が行われています。砂糖は体にとっての効率的なエネルギー源であり、食品の味付けなどには欠かせないものですが、古くは薬として輸入され、当時は高価で貴重なものということで、庶民にとっては高嶺の花の時代が長く続いたと聞いています。ようやく戦後になって庶民でも気軽に砂糖を買うことができるようになったという意味では、塩と砂糖の歴史は良く似ているように思います。そこで、このセッションでは、こうした塩と砂糖の歴史について話を伺おうと思っています。

まず、古くは塩の代替品として、海水を直接利用していたといわれていますが、実際に食品としての塩が誕生したのはいつ頃なのでしょう。同様に、砂糖はいかがでしょうか。また、こうした長い歴史の中で、塩は塩づくりの変遷があった訳で、その結果、塩に対する日本独特の歴史と文化がつけられてきたのだと思います。また、砂糖は長い期間輸入され、しかも非常に高価だった時代を経てきた訳ですから、そこでは、塩とは違った歴史や文化がつけられてきたと言えるのではないのでしょうか。そこで、近代までの塩と砂糖の歴史を紐解くことで、そこに培われた歴史の違いを比較してみたいと思います。

Answer 1 塩

塩は生命維持に不可欠で、代替のない食品です。そのため、塩づくりが始まる前から海水を直接利用するなどして、塩を摂取していたと考えられています。このように、日本人と塩との関わりは古く、塩がいつから食されてきたかという質問に対する明確な回答はできませんが、縄文時代の遺跡から、海水を煮詰めたのに用いられたと考えられる土器が発掘されていることから、少なくとも縄文時代には塩づくりが始まっていたと考えられます。

日本の塩づくりの歴史を表 1-1 に示します。万葉集には、「藻塩焼く」などの記述が残っており、これが食品としての塩だと考えれば、遅くとも 7~8 世紀には塩づくりが本格的に始まっていたとも考えられます。この藻塩焼きには諸説があつて、方法は明らかにはなっていませんが、藻を海水の濃縮工程(海水のついた藻を天日に干し、その上から海水を注いで表面に析出した塩を海水で溶かす)に利用していたとする説が有力です。宮城県の御釜(おかま)神社では、毎年 7 月に「藻塩焼神事」(もしおやしんじ)が行われ、その製塩法を現在に伝えています。

表 1-1 塩づくりの歴史

西暦	時代	方法
B.C.1100~	縄文	土器製塩
A.D.700~	飛鳥	藻塩焼き
A.D.1300~	鎌倉	揚浜式塩田
A.D.1600~	江戸	入浜式塩田
A.D.1952~	昭和	流下式塩田

Answer 1 砂糖

日本では古くは甘味料として蜂蜜、甘葛煎(あまづらせん)、飴(あめ)などが用いられていました。世界的にも蜂蜜は人間が最初に口にした甘味料だといわれています。日本の砂糖の歴史は近代までは輸入の歴史と言っても良いでしょう。その意味では、塩の歴史とは大きく違っています。砂糖は原料を生産・入手できる地域が国内ではごく一部に限られることや、塩が代替できないミネラル成分であるのに対し、砂糖(糖質)は他の食品から容易に摂取できるため、必須食品と嗜好品という違いも一因だと考えられます。

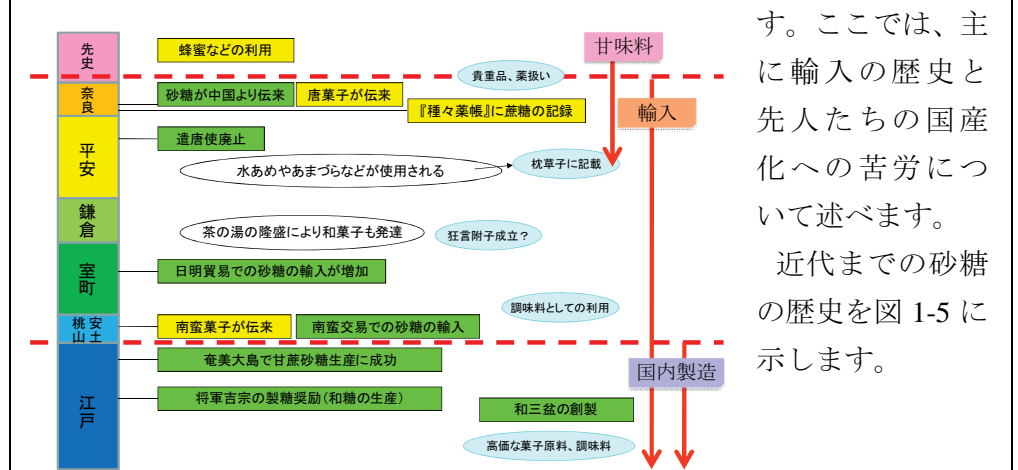


図 1-5 近代までの砂糖の歴史

ここでは、主に輸入の歴史と先人たちの国産化への苦勞について述べます。近代までの砂糖の歴史を図 1-5 に示します。

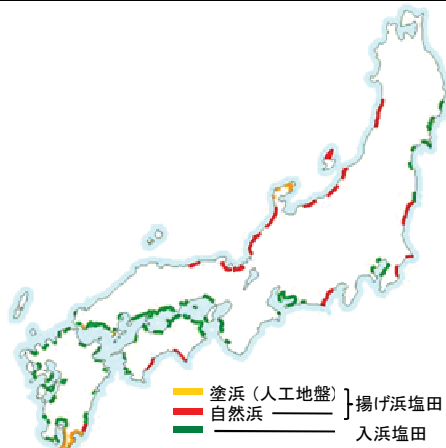


図 1-1 揚浜および入浜式塩田の
あった地域
(<http://www.geocities.jp/shimizu-ke1955/304salt3.html> より)

日本には岩塩のような塩資源はありませんし、高湿多雨なために天日塩田で直接塩をつくることもできません。そのため、日本では古くから海水を予め濃縮して濃い塩水(かん水)をつくり、これを煮詰めることにより塩をつくってきました。こうした方法は現在でも変わっていません。藻塩以降、鎌倉時代末期頃には、藻から砂を利用した海水の濃縮法に変化します。それが「揚浜(あげはま)式塩田」という方法であり、江戸時代初期には「入浜(いりはま)式塩田」と呼ばれる方法が生まれました。揚浜式塩田および入浜式塩田のあった地域を図 1-1 に示します。



図 1-2 揚浜式塩田における製塩の様子

奈良時代に東大寺に献納された種々薬帳(しゅじゅやくちょう)に「蔗糖二斤十二両三分并塊(わん)」の記録が残っています。これにより、砂糖が当時既に使われていたと考えられますが、種々薬帳にあることから当時の砂糖の用途は薬だったようです。その証拠に平安時代中期に書かれた日本最古の医学書「医心方(いしんほう)」に、砂糖は風痺(ふうひ=中風)に効くとの記述があります。このように当時の砂糖は大変貴重なものであり、神仏へのお供えとしても用いられていたようです。その意味では、古くは塩と同じような用途にも使われていたと言えます。

それでは砂糖はどのようにして国内に輸入されたのでしょうか。当時の状況から推測するに、恐らくは中国から遣唐使によってもたらされたと考えるのが妥当なようです。また、当時の中国における糖業の状況を考えると、恐らくは黒糖に近いものであったのではないかと推定されます。

9世紀末に遣唐使の派遣が廃止されると、官による輸入から民による輸入へと移行していきます。唐から宋の時代になると、中国商人や日本僧などによって輸入され、これは日本との関係が悪化した元の時代にも継続的に行われていたようです。

砂糖の用途が、薬種や神仏の供饌(ぐせん)品から、食品の甘味料として質的な飛躍を遂げたのは、14世紀中期(室町時代初期)だと考えられています。当時の「新札往来(しんれいおうらい)」、「庭訓(ていきん)往来」などの書物には砂糖饅頭や砂糖羊羹の記述が残されています。これが、日本において食品の名に砂糖が冠された最初のものです。

揚浜式塩田は、潮の干潮と満潮の差が小さい日本海側や、外海に面した波の荒い太平洋側に多く見られました。図 1-2 に実際の揚浜式塩田による製塩の様子を示します。揚浜式塩田では、海水を人力で汲み上げて砂が敷いてある塩田に撒き、砂が乾いたら集めて沼井(ぬい)に入れます。その後、沼井で集めた砂に海水を注いで砂についた塩分を溶かして、かん水を採取します。これを煮詰めることにより塩が採取されます。

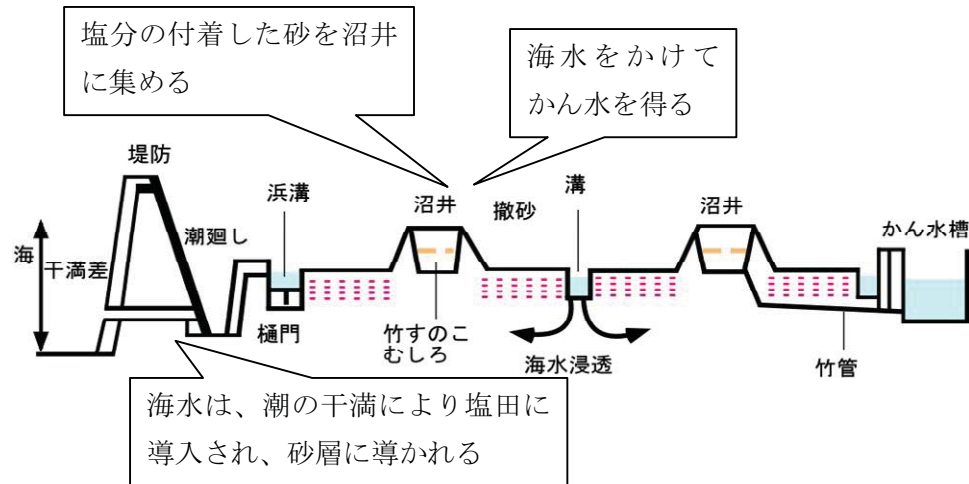


図 1-3 入浜式塩田における製造フロー

一方、入浜式塩田は潮の干満の差が大きく、広い砂浜が確保できる瀬戸内海沿岸などで多く見られました。入浜式塩田による塩づくりのフローを図 1-3 に示します。入浜式塩田は、満潮と干潮の潮位差の中間くらいの高さに海辺の砂を敷いてつくります。また、その周辺の海に面するところには大きな堤防をつくり、直接海水が入らないようにします。まず、満潮になると、堤防の下に作られた門を開け、海水を塩田に引き入れます。次に、塩田に引き入れた海水の水分の蒸発を助けるために「まんぐわ」等と呼ばれる道具で表面の砂をかきおこします。海水が蒸発すると、砂の表面に塩が析出して残りますが、この砂を「よせぐわ」等と呼ばれる道具で集め、揚浜式と同様に沼井に入れてかん水を採取します。こうした塩田は、昭和 30 年代までの約 300 年の間、日本における



図 1-6 「讃岐国和三盆製造之図」(一立斎広重画より)

その後、南蛮貿易が始まり砂糖の輸入量が飛躍的に増加し、砂糖はそれまでの貴族、大名や大寺院などだけに留まらず、地方の豪族や有力者などにも広まり、消費を拡大していきました。この消費の拡大、つまりは輸入の拡大は、鎖国の時代にも続きます。18 世紀初期(江戸時代初期)になり、砂糖の輸入量の増大によって、通貨としての金や銀が大量に国外に流出したことから、ようやく輸入制限と砂糖の国産化を志向し始めます。こうして幕府の支援のもと、甘蔗(かんしょ)*の生産を振興し、日本の製糖業が東海地方より西の地域に一挙に広がっていきました。これが、最近巷でも話題になっている和三盆(わさんぼん)糖です。図 1-6 は当時の作業風景を描いています。

主要な海水からかん水を得る方法として利用されましたが、こうした作業に係る労力は極めて大きかったと言えます。

塩田で得られたかん水は平釜と呼ばれるフライパンを大きくしたような鉄製の容器で煮詰めるのですが、この作業も大変であり夜を徹して煮詰めたといわれています。

表 1-2 塩に関する行事・神事の例

塩に関する行事・神事	概要	場所(開催日)	所在地
藻塩焼神事 (みしおどやしんじ)	ホンダワラの採取を行う藻刈神事、釜へ潮水を入れ替える水替神事、釜で潮水を煮詰める藻塩焼神事、と製塩の一連の行事が3日に渡って行われる。県の無形民俗文化財に指定。	鹽竈神社 (7/4~)	宮城県 塩竈市
香の物祭 (こうのものまつり)	漬け込み神事を行い、漬物の生産と家業繁栄・諸病免除を祈る。菫目寺町無形文化財に指定。	菫津神社 (8/21)	愛知県 海部郡
塩竈清祭 (しおがまきよのまつり)	塩焼きを楽しんだといわれる在原業平を偲ぶ祭り	十輪寺 (11/23)	京都府 京都市
御塩殿祭 (みしおどのさい)	御塩浜で作られた塩を焼き固めて堅塩にするための火を点じる儀式。伊勢神宮の神事に不可欠な御塩として使用される。	御塩殿神社 (10/5)	三重県 伊勢市

こうした苦労の歴史が、塩は清浄で、神聖なものとして扱われた所以ではないかと考えられます。その一例が各地で行われる神事です。表 1-2 に、塩に関する行事・神事の例を示します。先程の藻塩焼き神事もその代表的なものですが、それ以外にも伊勢神宮で行われる御塩殿祭(みしおどのさい)は、入浜塩田でつくられたかん水を平釜で煮詰めて神殿に捧げる塩をつくる神事で、今でも古式豊かにそうした作業が厳粛に行われています。

その他、塩とは直接関係ないのですが、香の物祭(こうのものまつり)は漬物を祭る神事であり、実際に漬物をつくる作業を行います。漬物は、今では当たり前前に食品として市場に出回っていますが、そもそもは塩の保存や輸送のために利用されていたという説もあります。これは当時の塩は純度が低く、にがりの量が多いために、放っておくと、どんどん吸湿してしまっていて、容器に溜めて



図 1-7 「研ぎ」の作業風景(砂糖の辞典より)

この和三盆糖の製造では、原料として日本の在来種で、現在、世界中で栽培されている甘蔗とは品種が異なる竹蔗(ちくしゃ)を用います。まず、竹蔗を压榨して搾汁液を搾り、釜に入れて加熱・沸騰させます。これにより液面付近に浮上したアクを取り、静置して砂や泥などを沈降させ、上澄みを「中釜(ちゅうがま)」と呼ばれる煮詰め釜で、ある程度まで煮詰め、「冷やし釜」に移します。これに少量の砂糖の結晶(種晶)を加えて、攪拌しながら自然に冷却します。結晶が析出して砂糖溶液がトロリとなったら、「冷やしカメ」に移し、約 1 週間静置して結晶を十分に析出させます。この結晶を順次、和三盆の精製工程である「荒がけ」と「研ぎ」の作業にかけ、結晶表面に付着した糖蜜を取り除きます。「荒がけ」は結晶を麻の布で包み、重しをかけて糖蜜を搾り出す作業です。「研ぎ」とは図 1-7 に示すように「荒がけ」した結晶に少量の水を加えて捏ね、再び布に包んで重しをかける作業です。この「研ぎ」を三度行うことが、三盆糖の所以です。「研ぎ」を終え

おかないと濃い塩水となって損失してしまうと考えられます。そのため、野菜などを塩漬け(醬=ひしお)にすることで、塩の保存性を保つことを考えたのではないのでしょうか。香の物祭でつくられた漬物を食べると、非常に塩辛く、漬物が塩の保存に利用されたということもまんざら嘘ではないように感じます。

塩田時代のもう一つの特徴は、塩の道といわれる必需品としての塩を全国津々浦々まで輸送するための道路や水路が整備されたことです。図1-4は日本地図中に示された塩の道です。こうした塩の道を利用した塩の流通をきっかけに、国内の様々な物資の流通が盛んになり、政治や経済などに密接に結びついてきたことが窺い知ることができます。

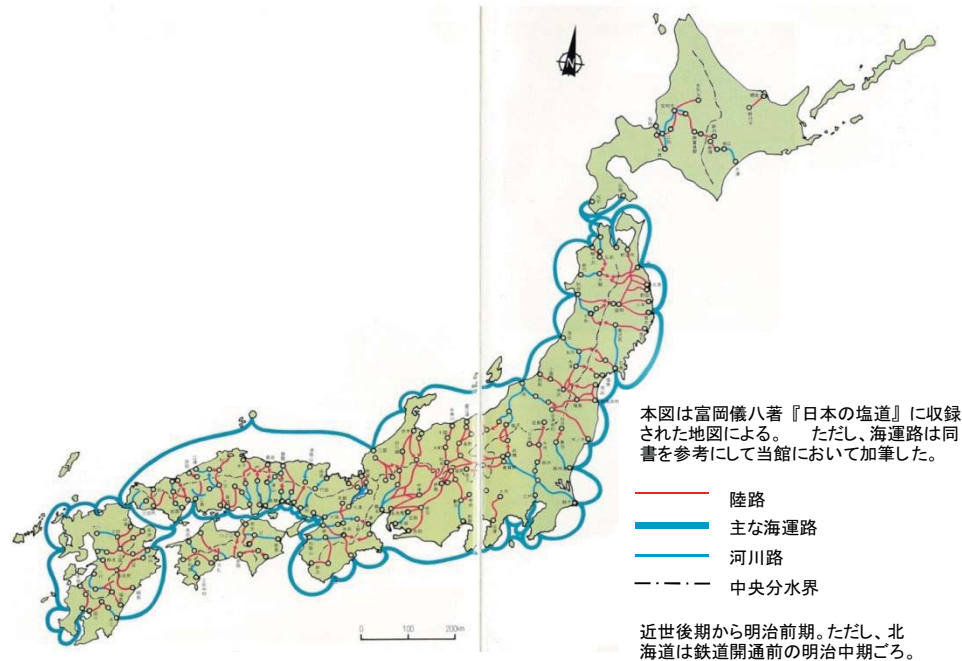


図1-4 塩の道 (たばこと塩の博物館ガイドブックより)

た結晶は、最後に篩(ふるい)にかけて、日陰干しをすれば、ようやく三盆糖の完成です。当時の製糖には多くの労力と時間を要していたことが窺えます。

こうした国産製糖業を危機的な状況に追い込んだのが、いわゆる安政五カ国条約の締結による関税率の大幅な引き下げが起これ、安価な砂糖が日本に流れ込んだことです。さらに、明治に入ると欧米による機械化製糖工場が中国にでき、安価で品質の良い白糖が大量に輸入されると、手工業だった日本の製糖業は軒並み廃業に追い込まれ、こうした状況は日清戦争後まで続きます。

* 甘蔗 = サトウキビ

Question 2 塩では塩田時代が長く続き、砂糖では江戸時代まで輸入が続いてきた訳ですね。塩の場合、明治以降、ポンプの普及などにより、それまでにはない機械設備による塩づくりへの志向が始まる訳ですが、砂糖は、一旦は和三盆糖で国産化が図られたのにも関わらず、いわゆる不平等条約のおかげで暗い時代を迎えることになってしまったのです。砂糖では、その後、日清戦争の戦果で台湾を領有することで再び製糖業が復活し、太平洋戦争によってまたまた立ち行かなくなると聞いています。ここでは、こうした時代を経て、庶民が気軽に手に入るようになった経緯についてお話を伺うことにしましょう。

Answer 2 塩

塩は、1905年に国内塩産業の保護・育成・基盤整備や日露戦争の戦費調達のために専売制が施行されますが、財政専売下での急激な価格上昇は社会の反発を買い、1918年には国内や塩産業のさらなる育成と塩の価格をできるだけ低廉にし、安定して国民に供給することを目的とした公益専売制へと変化しました。

1909年には山口県の防府(現在の周南市)に大蔵省専売局防府製塩試験場が設立され、塩田法の塩づくりの効率化を研究するようになりました。

その一つの成果が1952年から本格稼働した流下式塩田の開発です。流下式塩田による製造フローを図2-1に示します。図2-1に示すようにこの流下式塩田は、

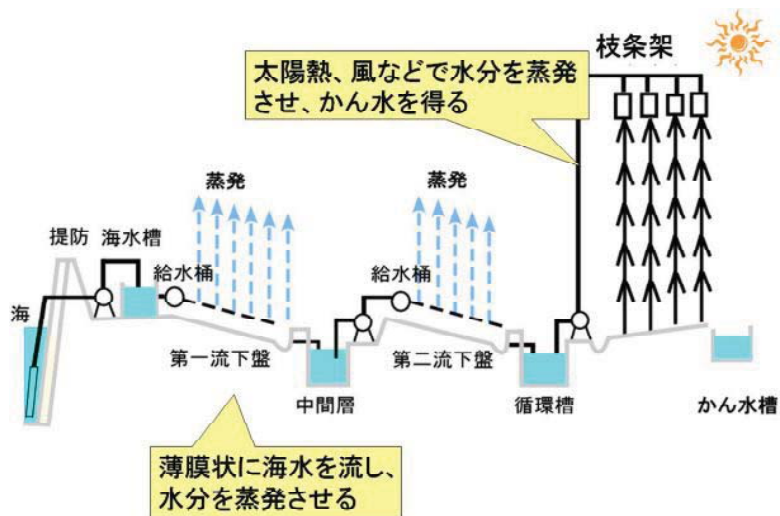


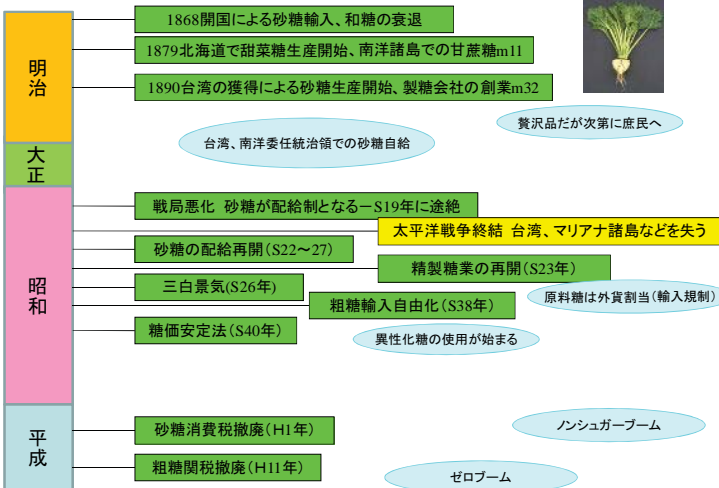
図2-1 流下式塩田における製造フロー

地盤に傾斜を設けて粘土またはビニールを敷き、その上に小砂利を敷いた流下盤と、柱に竹の小枝を階段状につるした枝条架からなり、ポンプで海水を汲み揚げ、第一流下盤・第二流下盤・枝条架の順に流して太陽熱と風で水分を蒸発させます。枝条架は海水を竹の枝に沿って薄膜状に落下させ、風によって水を蒸発させますので、年間を通しての採かん*が可能になりました。また、

Answer 2 砂糖

近代以降の砂糖の歴史を図2-3に示します。

国産糖業が衰退すると、1895年に日本精製糖、1897年には日本精糖が設立され、その後、相次いで大型の製糖工場が設立されていきます。これらの工場は



黒糖や粗糖(原料糖)などを原料としたいわゆる再製糖業であり、こうした糖業は現在に繋がっていきます。

図2-3 近代以降の砂糖の歴史

その陰には、1895年に日清戦争により台湾を領有したことがあります。台湾の砂糖は、原料糖の生産が主体で、そのほとんど本土の製糖工場に供給されたからです。

さらに、日露戦争後には、明治製糖、東洋製糖などの近代的製糖工場が相次いで設立されます。

こうした近代的大工場の本格的操業によって、1902年に年間3万tであった生産量は、1909年には27万t、1929年には80万tと劇的に増大しました。こうした近代製糖工場のプロセスについては、Question 10で詳

砂を運んだりする作業がなくなったため、労働力は大幅に軽減されました。もう一つの成果は蒸気利用式塩釜の開発です。図 2-2 に蒸気利用式塩釜の構造を示します。釜から蒸発した蒸気を供給かん水の余熱に使うことで蒸気が余熱釜に引張られるため、釜の蒸発温度を下げることができ、熱効率を上げることができま

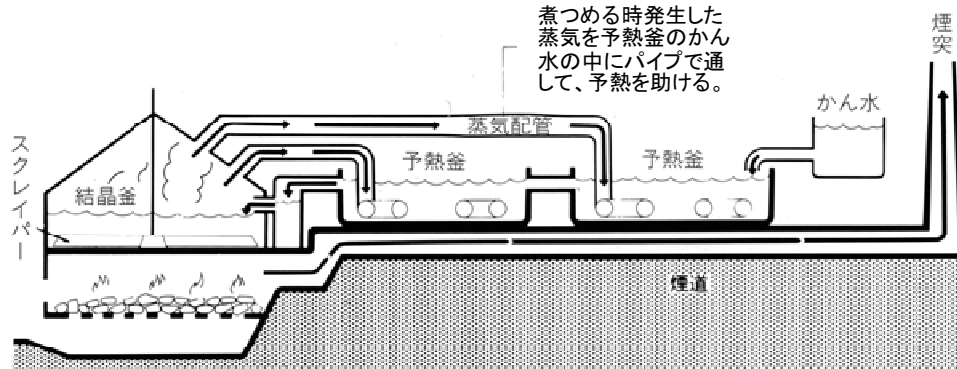


図 2-2 蒸気利用式塩釜の構造 (塩の事典より)

さらに、1949 年には防府製塩試験場の分場として小田原分場が設置され、設置から 2 カ月後には、日本専売公社小田原製塩試験場として発足します。これが、後の海水総合研究所に引き継がれていく訳です。当時の小田原製塩試験場の主要な研究テーマは、塩田法からの脱却であり、発足直後からイオン交換膜法の開発に着手し、1972 年、このイオン交換膜法による塩づくりが本格稼働すると、全国にあった塩田のほとんどが廃止され、国内で海水からつくる塩のほとんどはこの方法によるものになりました。イオン交換膜法による塩づくりは、Question 10 で詳しく述べます。

*採かん＝海水を濃縮して濃い塩水(かん水)を得ること

しく述べます。

こうして潤沢に見えた砂糖ですが、太平洋戦争の前になると、台湾の製糖会社にアルコール生産が強制され、砂糖の生産は大幅に減少します。さらに戦時には、石炭、電力の不足により本土の製糖工場は次々に閉鎖に追い込まれ、台湾からの砂糖の輸入が途絶えました。

太平洋戦争終結後には、日本は危機的な食糧危機に陥ります。これは砂糖も同様であり、ヤミでの流通が横行し、価格が暴騰しました。戦後間もなく砂糖の配給が行われましたが、一般庶民を癒すには至らず、人工甘味料であるサッカリンやズルチンが利用されました。

このように太平洋戦争後の日本の製糖業は、日清戦争前の状況に逆戻りしますが、1963 年に原料糖の輸入自由化によって再び復活を果たします。主な輸入先国別の原料糖輸入量の推移を表 2-1 に示します。現在の原料糖の主な輸入先はタイ、オーストラリア、南アフリカの 3 か国で、全輸入量の 95 パーセントを占めています。一方、国産の砂糖は、北海道の甜菜(てんさい)*や沖縄、奄美の甘蔗などを原料とした生産量が全消費量の 35%程度となっています。

表 2-1 主要輸入先国別の原料糖の輸入量の推移 (砂糖の事典より)

	輸入量計	1位		2位		3位		3カ国のシェア
		国名	輸入	国名	輸入	国名	輸入	
1960年	1,234	台湾	460	キューバ	206	ブラジル	183	69
1970年	2,382	キューバ	1,093	オーストラリア	510	南アフリカ	373	83
1980年	2,260	オーストラリア	768	南アフリカ	470	フィリピン	404	73
1990年	1,691	オーストラリア	658	タイ	590	南アフリカ	293	91
2000年	1,551	タイ	762	オーストラリア	618	南アフリカ	157	99
2005年	1,329	タイ	620	オーストラリア	380	南アフリカ	211	91
2008年	1,384	タイ	893	オーストラリア	335	南アフリカ	150	100

資料: 精糖工業会【ポケット砂糖統計】

*甜菜(てんさい)＝ビート、砂糖大根

Question 3 近代までの塩と砂糖の状況は、ずいぶん違ってきますね。ただ、一つ感じるのは、どちらも先人たちの多くの苦労があったことは間違いないようです。こうしたことが、塩や砂糖が神仏のお供えに使われたりした所以なのでしょう。こうした長い歴史の中で塩と砂糖に纏わる食文化が生まれてきたように思いますが、ここではその辺りの話を聞きたいと思います。その中で、日本特有といったような特筆すべき点があれば、それも紹介して頂けませんか。

Answer 3 塩

塩は人類最初の調味料といわれ、日本では古くから塩を用いて漬物や醤油などの調味料が作られてきました。ここでは、漬物を例に塩に纏わる食文化の歴史について述べます。

漬物の元祖は海水を使った海水漬です。海水の塩分濃度は約3%ですので、漬物を漬けるには薄いように思えますが、ほとんどの野菜は2%以上の塩水であれば脱水作用が生じるため、時間はかかりますが野菜の塩漬をつくることができます。最初は偶然にできた“海水漬”が、どうも腐りにくいようだというので、意図的につくられるようになった、というのが漬物の起源のようです。

この名残か、鹿児島県の壺漬、山口県宇部地方の寒漬、熊本県水俣地方の寒干したくあん等のように現在でも海水に漬けるという工程が含まれた漬物が存在します。このような漬物の中には、塩分濃度不足を補うため、海水に漬けては干し、漬けては干しを繰り返してつくられているものもありますが、一般に薄い塩水で漬けると、濃い塩水で漬けたものに比べ菌類が繁殖しやすく、乳酸発酵が進みやすいので、古代の漬物は酸っぱかったのではないかともしられています。

塩の生産が始まると、当然それを使って漬物もつくられ始めたはずで、それまでの海水漬と違い塩分濃度を自在に調整できるため、塩分濃度が高いほど長期保存が可能になることが発見されるなど、時代を経るにつれて次第に漬物の製造技術が確立されていったものと思われます。このころ、塩は少ししか生産できず非常に貴重なものだったので、漬物を食品の保存と同時に塩の保存に利用できる非常に便利な食品だった、といえるでしょう。

Answer 3 砂糖

砂糖は、江戸時代以降には調味料としても利用されるようになりましたが、それまでは塩とは違い庶民には手の届かない食品だったと思います。先ほどもお話したように、古くは薬種としての利用に始まり、長い期間嗜好品として扱われたように思います。

それを表すのが、砂糖の名称の変遷です。「種々葉帳」の「蔗糖」の用字は、在来の甘味料の代表であるあめ(糖)と区別するために、甘蔗に由来する糖(あめ)を意図したものと考えられます。その後の、砂糖の一般的名称としては、石蜜(いしみつ)、沙糖(さとう)、太白(たいはく)、出島(でじま)、三盆白(さんぼんしろ)、四温(しわん)など、時代により、場所により様々に呼ばれてきました。

砂糖の用字は、それまで主流だった「沙糖」に替って14世紀中ごろ(室町初期)から「砂糖(さとう)」が一般的になります。つまり、砂糖が社会に流通し始めたのは14世紀中で、やはりそれまでは、庶民には高値の花だったのではないのでしょうか。これを裏付ける書物が先ほどお話した「新札往来(しんれいおうらい)」、「庭訓(ていきん)往来」などにある砂糖饅頭や砂糖羊羹の表記です。図3-1は室町時代の職人の姿絵です。この頃にはすでに砂糖の名称が使われていたことがわかります。この頃から茶の湯の流行とともに、いわゆる和菓子が発達します。また、江戸時代に出版された類書(百科事典)である「和漢三才図会」を図3-2に示します。これによると「甘蔗(かんしゃ)」や「紫糖(くろさとう)」、「冰糖(こおりさとう)」など、現在と同様な種類の砂糖が製造されていたことが推測されます。



図3-1 「七十一番職人歌合」
/ 15世紀初頭
(砂糖の辞典より)

塩づくりが藻塩焼きから、より効率的な塩田法に変化すると、漬物に使う塩もそれまでより制約が少なくなっていたはずで、それが漬物の発達・普及をさらに促していったのではないかと想像できます。その証拠に、さまざまな文書に漬物の記録が出てきます。平安時代の927年に完成されたとされる「延喜式(えんぎしき)」は、律令(りつりょう:当時の法律)の施行細則であり、ここには宮中におけるさまざまな儀式などで供される食事の献立についての記述がされています。春と秋に分け、春には、なずな・せり・ふき等計14種、秋には、うり・とうがん・にれ等計35種類と、多数の漬物が掲載されています。今の私たちにはなじみの薄い野菜も多く見られますが、中には現在でも漬物として食べられている野菜の名前もあります。つまり、この中世初めの時点で、既にバラエティに富んだ多種多様な漬物がつくられていたことがわかり、ずいぶんと漬物技術が発達していたことが窺えます。

表 3-1 1932年(昭和7年)3月の農村食の実例
(漬物の科学と健康より)

区分	料理名	食品名	消費単位 位当り	たんぱく 質 (g)	熱量 (カ ロリー)	備考
主食	米麦飯 おきりこみ	白米(混砂)	420	57.9	2444	穀類カロ リー比 89.2% 動蛋比 2.2%
		押麦 うどん粉	90 200			
副食	朝	みそ汁	35	5.7	79	
		漬け物	100			
	昼	みそ汁	35	6.4	136	
		漬け物	100			
間	塩漬	はくさい				
	夕	おきりこみ (煮込うどん) 漬け物	100 100 2	5.8	108	
合計				71.0	2738	

1543年のポルトガル人の種子島漂着を皮切りに、ポルトガル、スペイン、オランダ人の渡来は、彼らが積来する砂糖や南蛮菓子などによって、砂糖の食文化に新しいページがめくられることになります。彼らが持ち込んで、大名たちに喜ばれたのは、白砂糖、氷砂糖や彩色豊かなカルメラ、カステラ、金平糖などの南蛮菓子や、果実の砂糖漬けなどでした。織田信長がガラス容器入りの金平糖を口にして、そのおいしさに驚いたのは有名な話です。

前述の「和漢三才図会」における南蛮菓子についての記述を図3-3に示します。本資料から、江戸時代にはこれら菓子も一般的になったことが推測されます。

ところで、砂糖が塩と同じように調味料として一般に使われたのはいつ頃かという、江戸を例にとると、1657年の大火がきっかけでした。江戸の再建のために、諸国から職人、人足が江戸へ押し寄せ、彼らを目当てに煮売屋と呼ばれる屋台や飲食店が空前のにぎわいを呈します。こうした屋台や飲食店では、砂糖による味付けはごく当たり前になっていました。やがて、そのうちから武士や商人を相手にする高級店が出現してきます。19世紀前半、江戸の料理屋の繁盛振りを象徴するものに、浅草山谷橋の八百善、深川の平清、大音寺前の田川屋などの賑わいがありました。蜀山人(しょくさんじん)が「一話一言」で「五歩に一樓、十歩に一閣、みな飲食の店にならずといふことなし」と記してしているように、江戸の賑わいはすさまじいものがあったようです。

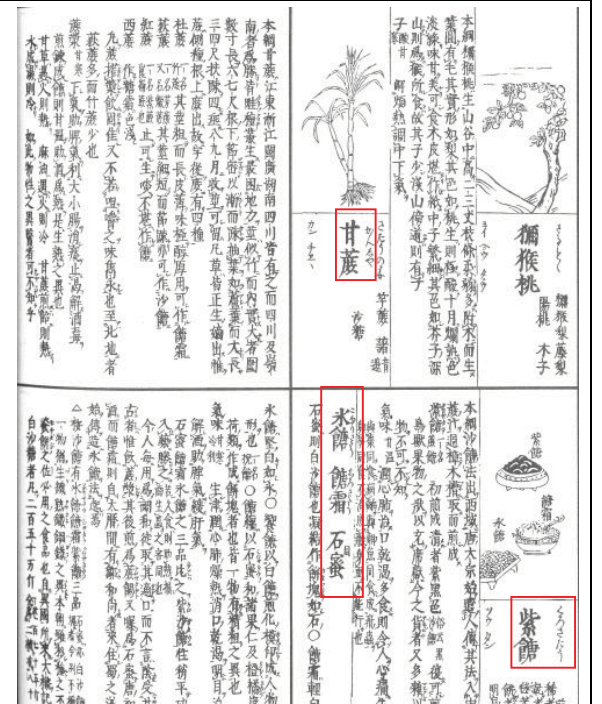


図 3-2 「和漢三才図会」中の砂糖についての記述/18世紀初頭
(和漢三才図会より)

さて、皆さんもご存知の「一汁一菜」は鎌倉時代に禅寺の質素な食事形式を指す言葉として使われ始めたもので、当時はどうも「一菜」は漬物のことを指していたようです。表 3-1 は昭和 7 年の農村部の食事の一例です。この食事では 9 割近くのエネルギーを穀物からとっており、動物性蛋白質はわずか 2.2%しかありません。このため、塩気の強い漬物は、少量でも穀物をたくさん食べることができ、このような食事形式に非常に相性の良いものだったわけです。

ところで、漬物は日本や韓国、中国などの東アジアで見られますが、塩分濃度は日本のものが高いようです。また、欧米では酢漬が多く、塩漬はほとんど見ることができません。こうして見ると、日本の食文化は今でも、漬物や醤油を始めとする醤(ひしお)の文化から成り立っているといっても過言ではないように思います。

現在の日本では、店頭に並ぶ塩の銘柄数は非常に多いのですが、海外では、スーパーなどの塩の陳列棚に並んでいるのは数種類で、日本と比較すると多くはありません。また、日本ではしっとりした塩も多く流通されますが、欧米を始め海外では主に乾燥してサラサラした塩が販売されています。これらのことは、日本人が塩を神聖で貴重なものと捉えているのと同様に、塩を非常に価値の高いものとしてとらえている好例と考えられます。

掃きだめと呼ばれた江戸に集う諸国からの職人、人足たち庶民の嗜好が、南蛮菓子や上菓子ではなく、より庶民的で腹もちのする菓子を求めていったのです。19 世紀になると、羊羹(ようかん)が発明され、江戸では多くの菓子屋が隆盛を極め、まさに江戸の食文化を砂糖がつくり出したといえます。

一方で砂糖そのものは、貴重品だった時代が長く、市場や得意先に納入した残りの砂糖が少しずつ庶民の口にも入るようになったのが幕末といわれ、さらに、一般的に市場に砂糖が流通し食されるようになったのは、日清戦争以降といわれています。

砂糖が市場に広く流通するようになった現在では、用途に応じた多種類の砂糖が製造されるようになりました。日本では砂糖というとしっとりした上白糖が一般的ですが、諸外国ではサラサラとしたグラニュー糖が多く販売されています。これは、明治後期に砂糖の固結防止のために還元糖(かんげんとう)*を残した砂糖のしっとり感が日本人の感性と合ったために広く広まった説と、江戸期から製造されていた和三盆糖に似せて作ったという説があります。

上白糖が一般的に使用されるのは日本の他に韓国など少数の国のみといわれています。また、欧米では、お菓子などにのみ多用される一方、日本では砂糖を調味料として料理にまで使用する独自の食文化が発展しました。

*還元糖(かんげんとう)=砂糖を煮詰めるときに主成分であるショ糖が分解してできる糖。=転化糖(てんかとう)、ビスコ



図 3-3 「和漢三才図会」中の南蛮菓子についての記述/18 世紀初頭 (和漢三才図会より)

Question 4 歴史に関してはこれで終了したいと思います。ここから、塩と砂糖の機能について話を伺いたいと思います。塩では、漬物に代表されるように脱水作用、防腐作用、発酵調整作用が、代表的な機能として言われています。この点は、砂糖でも同様なことが言えるのではないのでしょうか。まずは、脱水作用についてお話を伺いましょう。

Answer 4 塩

塩や砂糖は、食品中の水分を引き出す働き、すなわち、脱水作用があります。これは食品と塩や砂糖溶液との浸透圧差により起こる現象です。例えば濃い塩水と水とを半透膜(水は通るが砂糖や塩などは通らない膜)によって隔てると、水は半透膜を透過して塩水側に移動して、同じ濃度になろうとします。この時、水が移動しようとする力(圧力)を浸透圧といいます。

すなわち、食品を漬ける塩水の濃度が高ければ高いほど、浸透圧は高くなり、より大きな脱水作用が得られます。一般に野菜の浸透圧は10atm前後であり、これは塩分1.2%程度の塩水に相当します。野菜より浸透圧の高い、つまり1.2%程度以上の塩水に浸すと、細胞外に水分が移動します。

塩および砂糖溶液の濃度と浸透圧との関係を図4-1に示します。塩は砂糖よりも1分子の重さ(分子量)が小さいので、同じ重量でもより多くの数の分子が存在していることとなります。そのため、砂糖よりも塩の方が同じ添加量では食品から水を引き出す力は強くなります。

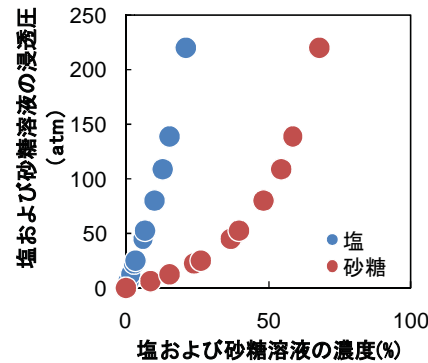


図 4-1 塩および砂糖溶液の濃度と浸透圧

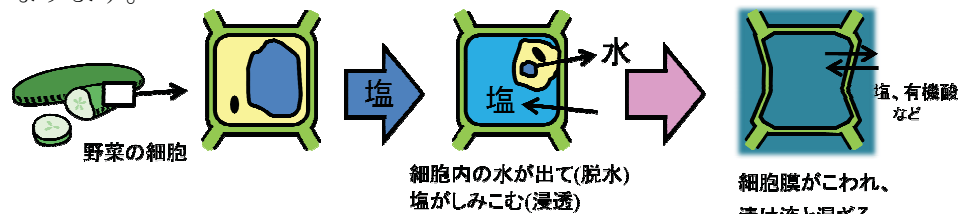


図 4-2 漬物における塩の脱水作用と拡散作用のイメージ

Answer 4 砂糖

一般に調理の時に、調味料は「さしすせそ」の順番に加えると良いと言われています。これは、調味料、特に砂糖や塩では脱水作用や拡散作用に関係しており、砂糖が先で、塩が後に入れるのが合理的です。食材への砂糖や塩の浸み込みやすさを表す指標として拡散係数が挙げられます。図4-3に示すように、塩の方が砂糖の主成分であるショ糖よりも食材へ浸み込む作用が大きい

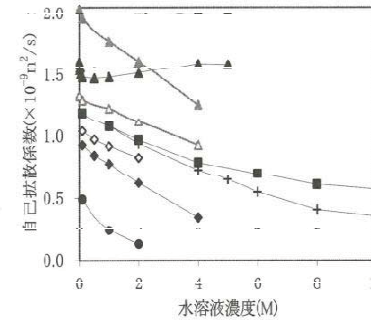


図 4-3 様々な調味料成分の拡散係数

▲塩 ●砂糖(ショ糖)

(化学便覧-基礎編II-より)

ことがわかります。その理由は、ショ糖よりも塩のほうが分子が小さいため、塩の方が移動する作用は強くなり、早く食材に浸透するためといわれています。

そのため、塩と砂糖を同時に加えると塩と比較して砂糖は浸み込むまでに時間を要することになります。

また、煮豆などをつくる際に砂糖が添加されますが、この時に砂糖を一度に加えると豆が硬くなる

ことがあります。これは、調味料を一度に加えたことにより、煮汁の濃度が急に高まり、豆の脱水が促進されるためと考えられます。したがって、煮豆をふっくらと仕上げたい場合には、調味料を数回に分けて添加し、これらを豆に浸み込ませながら調味すると、豆の脱水量を抑えることができると考えられます。

一方で、塩や砂糖は食品中へ浸みこんでいく働き(拡散作用)があります。図4-2に漬物における塩の脱水作用および拡散作用のイメージを示します。野菜では脱水が起こると細胞膜が破壊され、塩水中の塩分は野菜中に移動します。この拡散作用は、野菜と塩水との濃度差が大きいほど大きくなります。

また、砂糖と塩では、砂糖よりも塩のほうが分子は小さいため、塩の方が同じ添加量では砂糖よりも移動する作用は強くなり、早く浸透していきます。

Question 5 塩や砂糖の脱水作用は、漬物の製造や、調理においても上手に利用されていることになる訳ですね。塩の場合、先程の塩に纏わる食文化の話でもあったように、塩には防腐効果があって、漬物などは野菜を保存するのに適していることがいわれています。砂糖ではこうした防腐作用についてはいかがでしょうか。ここでは、塩と砂糖の防腐作用について伺いたいと思います。

Answer 5 塩

食品の腐敗は、原因となる微生物が食品中で増殖することで起きます。食品中には多量の水分が存在しますが、この水分は微生物が利用できる自由水と利用できない結合水に分けられます。

Question 4 で述べたように、食材の水分は、塩や砂糖の脱水作用により低減させることができますし、食材に浸み込んだ塩や砂糖は自由水と結合して結合水へと変化するため微生物が利用できなくなります。このような働きにより塩や砂糖は食品を腐敗しにくくしています。

この腐りにくさを数字で表すには、水分活性(A_w)という指標がよく使われます。これは、食品中の水分のうち自由水の割合を示します。自由水が最大に含有される割合(A_w の最大値)は1であり、1に近いほど微生物が増殖しやすいことを示します。

塩および砂糖の水溶液中の濃度と水分活性を比較した結果を図 5-1 に示します。同じ水分活性にするためには、砂糖よりも塩の方が少ない添加量でよ

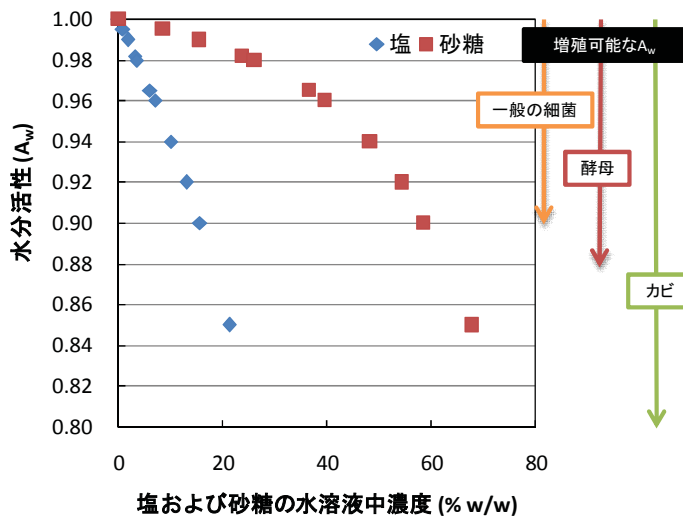


図 5-1 塩および砂糖の水溶液中の濃度と水分活性

Answer 5 砂糖

砂糖における食品の防腐メカニズムは塩と同様です。ただし、砂糖では、塩と同じ防腐効果を保つには塩よりも添加量を多く必要とします。塩および砂糖を用いた食品中の塩および砂糖の濃度を比較した結果を表 5-1 に示します。塩が多く使用される漬物や調味料では、塩分は 13~22%程度であるのに対し、砂糖を用いたジャムや羊羹などでは、30~70%程度で塩よりもその含有量は多いことがわかります。

表 5-1 食品中の塩分および糖分

料理名	濃度(%)	料理名	濃度(%)
酢の物	3~5	味付け飯	0.5~0.8
あえ物	2~8	汁物	0.5~1.0
泡立て生クリーム	6~10	蒸し物	0.7~0.8
飲みもの	8~10	炒め物	0.8~1.0
プディングゼリー	10~12	煮物	0.8~1.5
アイスクリーム	12~15	魚肉ソーセージ	2.1
しるこ	25~30	チーズ	2.8
煮物(薄味)	3~5	ハム類	1.5~3
煮物(含め味)	7~10	たらこ(焼き)	5.3
煮物(佃煮)	15	塩辛	3.0~7.0
煮物(甘露煮)	30	味噌(米)	13.0
あん	30~50	醤油(濃口)	14.5
ジャム	60~70	梅干し	22.1

このことは、同じ濃度であれば、砂糖の方が塩より防腐効果が劣ることを示しています。砂糖は少なくとも一般細菌の増殖を防ぐだけでも、砂糖の濃度は 58.4% 必要です。ジャムは砂糖の濃度が 62% 程度ですので、水分活性がほぼは 0.89 となりますので、かろうじて酵母の繁殖が防げる程度です。この

いことがわかります。これは、塩は砂糖よりも1分子の重さ(分子量)が小さいので、同じ重量でもより多くの数の分子が存在していることに起因します。そのため、同じ添加量では砂糖よりも塩の方が少ない添加量で水分活性を低くすることができます。

また、微生物の種類により示す水分活性は異なりますが、大部分の細菌は水分活性が0.90以下になると、防腐効果を示すといわれていますので、塩では15.6%以上、砂糖では58.4%以上ということになります。浅漬けなどの塩分濃度は3%程度、梅干しでは20%程度の塩分濃度ですので、浅漬けでは防腐効果は小さいものの、梅干しでは防腐効果が大きいことがわかります。

一方、ヒトがおいしいと感じる塩分濃度は、お吸い物などで0.9%程度であり、ご飯などと一緒に食べることにより、ヒトは知らず知らずに塩分濃度を0.9%程度に調整しているとも考えられます。

ことを裏返せば、食品の保存に用いられる「塩蔵」や「砂糖蔵」では、塩蔵に軍配が上がります。

しかし、ヒトは塩漬けにした食品では、多くは塩分の少ない食材とともに調理したり、ご飯とともに食べたりしますが、砂糖漬けの場合は、意外とそのまま調理したり、食べたりします。例えば、表4に示すように好まれている飲料の砂糖の濃度は、6~15%ですし、氷砂糖(=100%)のような物は、そのまま食べます。ところが塩の場合、塩味として好まれる範囲は、0.9%程度であると言われています。このことは、ヒトの味覚において、砂糖は塩に比べ、許容度が大きいことを示している証であると思います。

塩はミネラルですから、摂取が不可欠である一方、摂取し過ぎるのを防がなくてははいけません。砂糖では、その摂取は不可欠で無いけれども、炭水化物ですから、栄養分としてなるべく多く摂取しようと認識されていると考えられます。

したがって、結果として、防腐という観点からは砂糖は塩よりも多く添加する必要がありますが、両者ともヒトが食べることができる濃度の範囲で食品を防腐できるといえます。

Question 6 防腐作用については、塩では少ない濃度で効果があるのに対して、砂糖ではかなり高濃度でないと効果がないとのことですね。しかし、塩をおいしいと感じる濃度が0.9%程度とかなり限定されるのに対して、砂糖の場合は非常に濃度の幅が広く、防腐作用を発揮する60%以上といった高濃度でもおいしいと感じることは興味深いですね。しかも、塩は必須ミネラルであって、摂りすぎ過ぎても、摂り過ぎてもいけないのに対して、砂糖は炭水化物の一つで栄養源であるために、ヒトはそこをうまく利用しているという訳ですね。

話は変わって、塩の場合には醤油や味噌といった発酵食品がある訳ですが、こうした食品をつくるためには、雑菌を繁殖させないで酵母や麹(こうじ)だけを繁殖させる必要があります、そこには塩の発酵調整作用を利用していると思うのですが、この辺りはいかがなのでしょう。また、砂糖で発酵調整作用を利用している食品はあるのでしょうか。

Answer 6 塩

先程も述べたように、水分活性が0.90以下になると、その食品は大部分の細菌に対して繁殖を抑えることができます。ところが、発酵食品である味噌や醤油を製造するときに利用される耐塩性、好塩性の酵母や麹の生育を阻害するためには、図5-1の右に追記したように、水分活性をそれぞれ0.88および0.80以下まで低下させる必要があります。こうした性質を利用して、水分活性を0.9以下に保つことで、腐敗細菌の増殖を抑制しつつ、発酵に有用な酵母や麹の生育を促進させることができます。このように、塩を用いることで、添加量に応じて食品中の微生物の増殖をコントロールすることができ、これを発酵調整作用と呼んでいます。

Answer 6 砂糖

先程も述べたようにジャムでも、かろうじて酵母の繁殖が防げる程度です。したがって、塩のように添加量による大部分の細菌の繁殖を抑えて発酵を調整する方法は不向きであると言えるのではないのでしょうか。

一方、塩と大きく異なる点として、砂糖は微生物が増殖するための栄養源として利用される発酵促進作用があることです。例えば、パンは小麦粉と共に酵母(イースト)や砂糖を添加して製造されます。酵母は、小麦粉中のでんぷんを直接利用することができないので、砂糖を用いなければ発酵が促進されません。もちろん、図6-1に示すように砂糖の濃度(4%以上)が高すぎると、逆に酵母の増殖が阻害されると言われています。このように砂糖では、添加量に応じて発酵を促進させることができます。

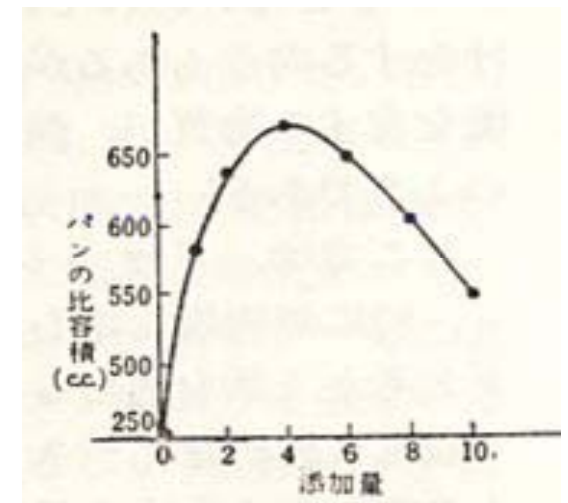


図6-1 砂糖の添加量とパンの膨らみ

Question 7 これまで、塩と砂糖における基本的な食品への作用をお話して頂きました。塩では防腐作用とともに、発酵調整作用が大切な作用ということになります。砂糖では微生物の餌として使われ、発酵促進作用があることを初めて知りました。塩も砂糖もまだまだいろいろな作用がありそうですね。ここでは、その他の作用を紹介して頂きます。

Answer 7 塩

表 7-1 に食品における塩および砂糖の作用とこの作用を利用した食品を示します。まず、食品中の成分(栄養素)への作用としてタンパク質への作用が挙げられます。卵液は加熱により変性し固まります(ゲル化)が、卵液に塩を添加して加熱すると卵液中のタンパク質の変性が促進されてゲルの硬さが増加します。

つみれ、かまぼこなどは魚肉に塩を添加して製造されます。かまぼこでは、魚肉に塩を添加して捏ねると、魚肉中の塩溶性タンパク質(ミオシン)が溶け、一部は他のタンパク質(アクチン)と結合します。これを加熱することにより、粘弾性のあるゲル(かまぼこ)が形成されます。したがって、魚肉中のミオシンおよびアクチンの存在量、さらには魚肉に添加する塩分量により、かまぼこの粘弾性が変化します。一般に、塩分濃度 5%程度までは、かまぼこの粘弾性は塩分濃度が高いほど増大し、15%以上の濃度では、粘弾性は逆に低下するといわれています。

一方、その他の栄養素への作用として、ビタミン C の酸化抑制作用があります。ビタミン C 溶液をそのまま放置すると、時間とともにビタミン C は酸化されてしまいますが、これに約 1%以上の塩を添加すると、ビタミン C の酸化を抑制することができます。茹で汁に塩(1%)を加えて野菜を茹でると、野菜のビタミン C の残存率が高くなるという報告もあります。これらのことから、ビタミン C を含む食品に 1%程度の塩を添加することにより、食品中のビタミン C の酸化を抑えられることが考えられます。

Answer 7 砂糖

砂糖の場合も塩と同様、タンパク質への作用が挙げられます。メレンゲは卵白に砂糖を添加してつくられますが、卵白に砂糖を加えると泡の安定性を増加させることができます。砂糖では卵液への添加濃度が高くなるにつれ、加熱した時の変性が抑制されてゲルが軟らかくなります。そのため、卵焼きなどでは、砂糖を加えて作ると軟らかく仕上がります。また、加熱された肉はタンパク質の変性により硬くなりますが、砂糖はコラーゲンの膜の中に入り込むため、組織をバラバラにして肉が柔らかくなります。

その他の栄養素への作用として、砂糖は脂質の酸化およびデンプンの老化を抑制する作用があります。饅頭やクッキー、カステラなどではこの作用により硬くなるのを抑え保存性を高めています。また、ペクチンのゼリー化(ジャムなど)でも砂糖が重要な役割を担っております。pH との関係もありますが、砂糖を加えないと、普通、ペクチンは固まりませんし、砂糖の加えた量により、出来たジャムの硬さが異なります。砂糖を多く加えれば、硬いジャムとなりますし、少なければ柔らかくなります。砂糖の濃度が 65%程度の時が一番硬くなるといわれています。

表 7-1 食品における塩と砂糖の作用

作用		利用例	
塩	砂糖	塩	砂糖
呈味 脱水 拡散		塩味 梅干しなど 料理の「さしすせそ」	甘味 梅シロップなど 料理の「さしすせそ」
タンパク質への効果			
・熱凝固促進	・熱凝固抑制	-	卵焼き
・溶解(塩溶性タンパク)	・卵白泡の安定化	かまぼこ	メレンゲ
その他の栄養素への効果			
・ビタミンC酸化防止	・脂質酸化防止 ・デンプンの老化抑制 ・ペクチンのゼリー化	温野菜	クッキー 饅頭 ジャム
発酵への効果			
・酵母や麴の生育促進	・酵母の生育促進	味噌	パン

Question 8 塩も砂糖も食材に対して様々な作用がある訳ですね。最後に、塩と砂糖に関する味覚に関して、話をお聞きしましょう。ヒトが味覚として感じるのは、塩味、酸味、苦味、甘味、うま味の5種類で、基本味と言われています。これらの味覚については、舌にある味細胞でどのように認識されているのかなどの研究が、最近になって進んできたと聞いています。塩では塩味、砂糖では甘味が対象になるとと思いますが、こうした味覚については、どのようなことがわかってきたのでしょうか？

Answer 8 塩

本来の塩味は塩化ナトリウムの味であって、その他の塩類では食塩の塩味と異なる味となります。つまり、食塩の味はナトリウムイオンと塩化物イオンの双方が無ければ塩味になりません。例えばグルタミン酸ナトリウムはナトリウムイオンを含んでいますが、塩味とはかけ離れた味をしており、むしろ、うま味成分の代表とされています。塩化物イオンについても、塩化ナトリウムと化学的性質がよく似ている塩化カリウムの味は苦味と塩味とを混ぜたような味であり、塩化リチウムや塩化アンモニウムの味は、塩辛さがありますが、塩味とは異なり、さらに塩化マグネシウムに至っては苦味が強く塩化ナトリウムの味とはまったく異なります。

一方、その塩味が味細胞で認識されるメカニズムですが、塩味、酸味、苦味、甘味、うま味のそれぞれの味を引き起こす化学物質が味細胞によって受け止められる仕組みは異なっているようです。最近の分子生物学の発展によって、そのメカニズムが徐々に明らかになってきました。

甘味のほか、苦味、うま味の味覚は、味覚の感覚器である味蕾(みらい)の中の味細胞で検知し、味神経を経て大脳皮質の味感覚野に情報が伝達され、そこで刺激の質や強さが分析されるといわれています。一方、塩味、酸味は、基本的には物質に含まれる味成分が味細胞の突起にあるチャンネル(特定のイオンを一定方向に通す通路)を通過することで起こります。しかしながら、塩味の場合、ナトリウムイオン(Na^+)と塩化物イオン(Cl^-)がこのチャンネルを通過した後、どのように味として認識するのかはよくわかっていないのが実情です。

Answer 8 砂糖

塩味と違い、甘味を感じるものには様々な物があります。表 8-1 に主な甘味物質とその甘みの強さの指標である甘味度を示します。

表 8-1 主な甘味物質の甘味度 (食と味覚より)

化合物	甘味度	化合物	甘味度
糖類		マルチトール	0.5~0.9
フルクトース(果糖)	1.2~1.8	ラクチトール	0.3~0.4
グルコース(ブドウ糖)	0.7	配糖体	
転化糖	1.2	グリチルリチン	50~100
ガラクトース	0.6	ステビオシド	300
スクロース(ショ糖)	1.0	オラシジン	3000
マルトース(麦芽糖)	0.5	タンパク質、ペプチド	
ラクトース(乳糖)	0.4	アミノ酸	
ラムノース	0.3	タウマチン(ソーマチン)	750~1600
ラフィノース	0.2	モネリン	3000
カップリングシュガー	0.55	グリシン	0.9
ネオシュガー (フラクトオリゴ糖)	0.6	アラニン(L体)	1.0
多価アルコール		トリプトファン(D体)	35
エチレングリコール	0.64	アスパルテーム	180
グリセロール	0.48	合成甘味料	
ソルビトール	0.5	サッカリン	200~700
マンニトール	0.7	サイクラミン酸(チクロ)	30~80
* スクロースの甘味度を1とした相対値(重量比)		食品化学,文永堂出版,1992	

砂糖は主にショ糖(スクロース)という糖でできています。一方、人工甘味料としてよく知られているアステルパームは糖ではなく、アミノ酸からできています。甘味物質の化学構造は異なり、甘味の強さや甘味の質も異なりますが、それぞれは“甘味”として感じられるのです。

塩味では味細胞による味覚の受け止められるメカニズムは、十分解明されていないようですが、甘味についてはかなりのことがわかってきています。図

8-2 にシヨ糖とともになじみの深い糖である果糖(フラクトース)の構造式を示します。甘味物質と舌にある甘味受容器は、ともに水素供与基と受容基を持っており、甘味物質が口の中に入ると互いの水素供与基と受容基が結合して甘味を生ずると言われています。すなわち、糖質でなくとも供与基と受容基を持つ物質であれば甘味を感じるのです。図中の青丸がフラクトースの水素供与基と受容基です。

また、表 8-1 に示すように甘味物質により甘味度は異なります。糖質には最も単純な単糖類であるブドウ糖(グルコース)をはじめ、様々な単糖類、また、これらが2あるいは3つ結合した二糖類、三糖類といったオリゴ糖類(少糖類)があります。一般には結合している糖類の数が多いほど甘さが減少します。シヨ糖はフラクトースとグルコースという2種類の単糖類が結合してできた二糖類ですが、他の二糖類と際立った違いは、非常に甘味が強いです。

さらに、シヨ糖は例外的に果糖を除く他の単糖類よりも甘味度が高いことが知られています。ただし、その機構については、十分に解明されていないようです。因みにフラクトースは、温度が変わるとこの OH 基(図 8-1 の二重丸の中の AH で示されているところ)の向きが変わり、甘味度が変わります。果糖を多く含む果物を冷たく冷やすと甘味が増すのはこのためだといわれています。しかし、シヨ糖ではそのようなことはありません。

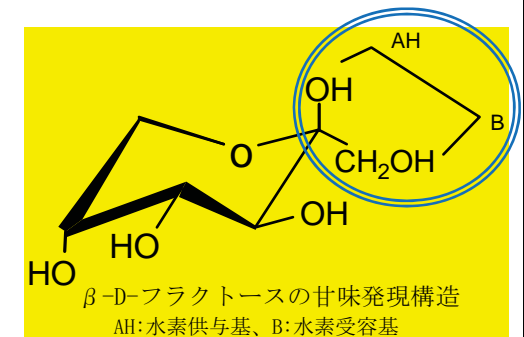


図 8-1 フラクトースの構造

Question 9 塩では、塩味のメカニズムがまだ明らかになっていないのに、砂糖では、甘味を感じるメカニズムはずいぶんわかってきているんですね。ところで、塩や砂糖には他の味を強めたり弱めたりする相互作用がありますよね。この作用にはどんなものがあるって、調理や日常生活の中でどのように利用されているのでしょうか？

Answer 9 塩

塩味と他の味との関係にはいくつかの物が知られています。表 9-1 に塩味と他の味との相互作用とその利用例を示します。

表 9-1 塩味と他の味との相互作用とその利用

分類	混合した味(多)+(少) 味わう順序(→)	呈味の変動	例
対比効果	甘味+塩味 うま味+塩味	甘味を強める うま味を強める	汁粉、すいかに塩 すまし汁
抑制効果	塩味+うま味	塩味を弱める	醤油、イカの塩辛
	塩味+酸味	塩味を弱める	漬物
	酸味+塩味	酸味を弱める	寿司酢
変調効果	食塩水→水	濃厚な塩水を味わった直後の水は甘く感じる	

塩味は甘味を増強する効果があります。甘いお汁粉の中に少量の塩を入れると、お汁粉の甘味が強く感じられます。このように塩味により甘味が強調されるような現象を対比効果といいます。甘味に対する塩の対比効果は、甘味に対して少量の塩を添加した場合が最も高く、10 および 25% ショ糖溶液では塩分濃度 0.15%、50%のショ糖溶液では塩分濃度 0.05% 添加した場合が最も甘く感じるといわれています。

また、塩味はうま味を増強させる効果があります。そのため、昆布やかつお節、エビ、カニなどからだしをとる場合には、塩を少量加えることにより、これらから溶出されるうま味を強調することができます。一方、塩味はうま味により抑制される効果があります。このように、2種類の異なる味を混ぜた時、一方の味が弱められる現象を抑制効果といいます。抑制効果のため、塩辛、醤油、味噌などでは、それらと同じ塩分濃度の水溶液に比べ塩味は弱く

Answer 9 砂糖

砂糖も塩と同様に他の味との相互作用があります。表 9-2 に甘味と他の味との相互作用とその利用例を示します。

表 9-2 甘味と他の味との相互作用とその利用

分類	混合した味(多)+(少) 味わう順序(→)	呈味の変動	例
対比効果	甘味+塩味 甘味→酸味	甘味を強める 酸味が強まる	汁粉、すいかに塩 キャンディー→夏ミカン
抑制効果	苦味+甘味	苦味を弱める	コーヒー、チョコレート
	酸味+甘味	酸味を弱める	ウメのシロップ漬け、 蜂蜜レモン
相乗効果	甘味 (ショ糖+サッカリン)	甘味が強くなる	粉末ジュース
変調効果	ギムネマ酸→甘味		甘味を感じなくなる
順応効果	ケーキ(甘い物)→ケーキ(甘い物)		甘味の感度が鈍る

甘味の対比効果としては、甘いキャンディーを食べた後で夏ミカンを食べると酸味が増強する効果などが知られています。

また、甘味にはコーヒーに砂糖を加えるとコーヒーの苦味を押さえたり、酸味の強い果物に砂糖をかけると酸味が押さえられたりする抑制効果があります。さらにサッカリンの液に砂糖を加えるとより甘味が増強する相乗効果などがあります。この様な効果は料理にも良く使われており、良く言われる“隠し味”もこの効果を利用した料理のテクニックであろうと思います。

なります。

また、塩味と酸味とを混合した場合は、混合された濃度によりどちらか一方の味が弱められます。寿司飯には酢と塩を添加していますが、これによって酸味を抑える効果があるといわれています。

このほか、2種類の味を継続的に味わったとき、後の味が変化する現象は変調効果と呼ばれ、塩辛いものを食べた後の水が甘く感じたりすることが知られています。

Question 10 ここから、塩と砂糖の製法および種類についてパネリストの皆さんにお話を伺おうと思います。日本で生産される塩は、原料となる海水をイオン交換膜によって濃縮し、得られた濃い塩水(かん水)を煮詰めて塩をつくる方法で食用塩のほとんどがつくられます。その次に多いのが海外から輸入した天日塩を一旦溶解してかん水をつくり、それを煮詰める方法です。

図 10-1 に塩と砂糖の製造工程フローの概要を示しましたが、両者を比較すると天日塩を再結晶する方法が良く似ていることに気づきます。そこで、塩では、最も生産量の多いイオン交換膜法を用いた塩づくりと天日塩を再結晶する方法を紹介して頂き、砂糖では、現在、日本で行われている製糖方法を紹介して頂きまして、塩と砂糖の製法の似たところ、違うところを見つけたいと思います。

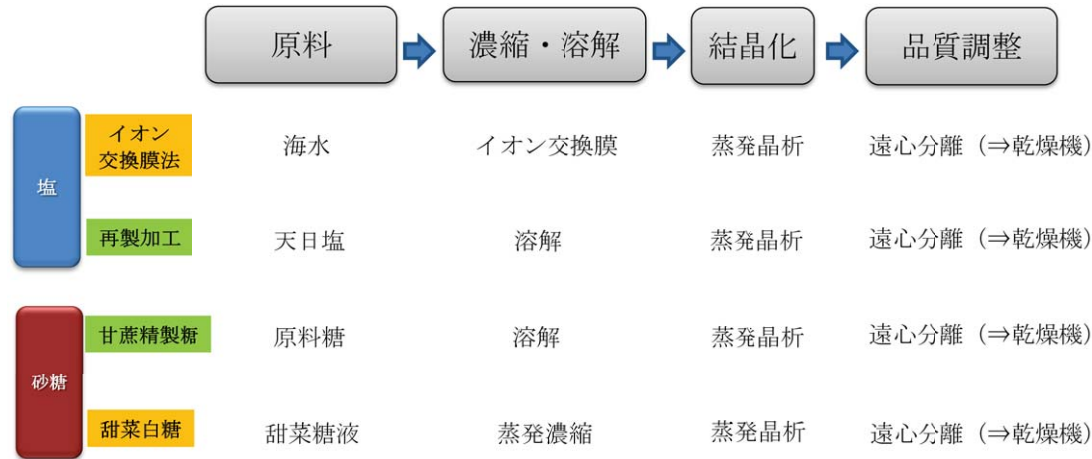


図 10-1 製造工程フローの比較

Answer 10 塩

Question 2 のところでも述べているように、日本でつくられる塩のほとんどはイオン交換膜を用いた方法で、工学的な扱いをする上ではイオン交換膜法製塩と呼んでいるために、ここではこうした工学的な表記で説明を行います。まず、図 10-2 にイオン交換膜法製塩の工程概要を示します。工程はろ過装置、陽・陰イオン交換膜が交互に装着されたイオン交換膜電気透析装置(以下、電気透析装置と略記します)、真空多重効用結晶缶(晶析装置)、遠心分離機、乾燥機などから構成されます。イオン交換膜法製塩工場は昼夜連続運転を行っており、年間 1、2 回の定期点検・修理で各 2 週間ほど停止する以外は、数か月連続運転を実施しています。このため、高い生産効率を維持する

Answer 10 砂糖

Question 2 のところでも述べているように、日本で生産されている砂糖には、イネ科植物である甘蔗からつくられた原料糖からできる「甘蔗精製糖」と、アカザ科の甜菜からできる「甜菜白糖」があります。甜菜白糖は甘蔗精製糖と品質も外観もほとんど同じですが、甜菜白糖と甘蔗精製糖の製造では、大きな違いが 2 つあります。それは、甜菜白糖では、原料糖をつくらずに、原料の甜菜から直接、製品が造られることと、もう一つは、甘蔗は圧搾して、糖汁を得ますが、甜菜では、抽出により糖汁を得ることです。ここでは、まず、甘蔗精製糖における工程について述べ、甜菜白糖については後述することになります。

ことができます。

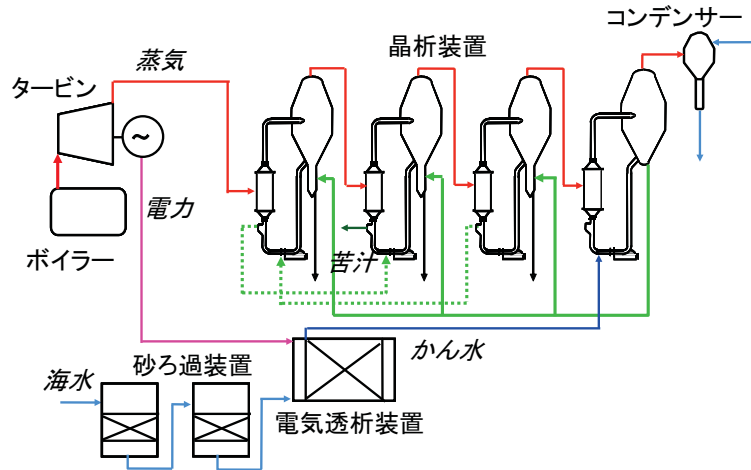


図 10-2 イオン交換膜法製塩の工程概要

海からポンプでくみ上げられた海水は、1つの工場では1時間に3,500t程度にも達します。これを砂ろ過装置に送り、海水中に含まれる土砂成分や濁質物を除去します。こうして清澄になった海水を電気透析装置に送ることで、海水が濃縮されます。

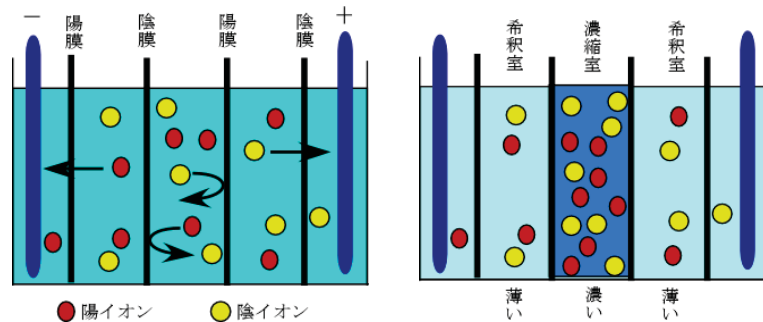


図 10-3 イオン交換膜電気透析の仕組み

図 10-3 は、イオン交換膜電気透析の仕組みを模式的に示したものです。海水中の塩化ナトリウムなどは、ナトリウムイオン(陽)、塩化物イオン(陰)

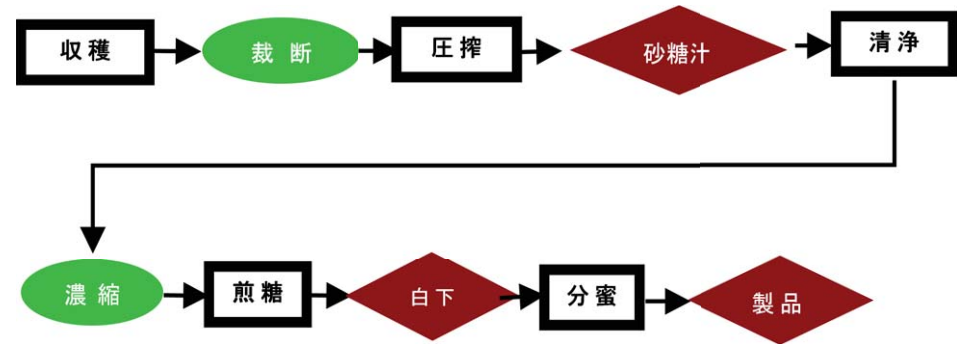


図 10-7 原料糖の製造工程概要

甘蔗から原料糖を製造する工程を図 10-7 に示します。まず、圃場で収穫した甘蔗を圧搾して糖汁を得ます。この糖汁を加熱します。次いで石灰乳を加え、不溶性の沈殿物を生成させ、連続沈殿槽に導き、清浄な糖汁とし、蒸発濃縮した後、真空結晶缶(晶析装置)で、さらに蒸発濃縮しながら種晶を加えて晶析します。

ある程度結晶が大きくなったならば、真空結晶缶から結晶と蜜の混じった状態の糖液(白下)を取り出します。この白下を遠心分離機で結晶と蜜に振り分け、原料糖と呼ばれる茶色の結晶を得ます。

図 10-8 には、原料糖から精製糖を製造する工程の概要を示します。原料糖は結晶表面を洗浄された後、温水に溶解されて糖液となります。糖液には石灰乳を加えて炭酸ガスを吹き込み、不溶性の沈殿物を生成させ、ろ過します。ろ過された糖液は、活性炭やイオン交換樹脂などで色素などの不純物が取り除かれます。このようにして得た精製糖液は、ほとんど無色透明となり、真空結晶缶に供給され、蒸発濃縮により種晶を加えて晶析し、結晶化します。

というイオンの形で存在しています。電気透析装置には、陽イオンだけを通過させる陽イオン交換膜と陰イオンだけを通過させる陰イオン交換膜を交互に配置しておきます。

電気透析装置の両端に電圧をかけると電流が流れ、陽イオンは-極に向かって、陰イオンは+極に向かって移動を始めます。ただし、陽イオンは陽イオン交換膜を透過することができますが、陰イオン交換膜は透過できませんし、陰イオンはそれとはまったく逆の動きをすることになりますので、電気透析装置内部ではイオンが集まる部屋(濃縮室)とイオンが少なくなる部屋(希釈室)が交互に作られることになり、濃縮室から 20%程度 の塩分濃度となったかん水を抜き出すことができます。

こうして得られたかん水は真空多重効用缶に送られ、蒸発晶析が行われます。イオン交換膜法製塩を例にすると、3 重効用、4 重効用が一般的です。真空結晶缶の容積は各缶とも数百 m³ であり、大変大きな装置を使用しています。また、以前には、砂糖と同様、図 10-10 に示すカランドリア缶が利用されていましたが、現在では、装置内部の流動を良好にできる、また、伝熱効率を高くできるなどの理由により、図 10-4 に示すような外部循環方式が取られるようになりました。

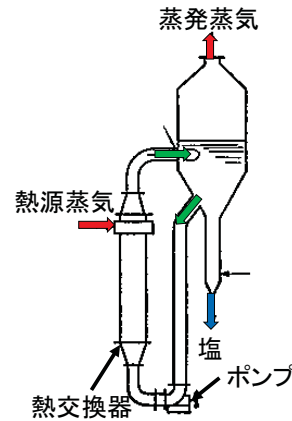


図 10-4 真空結晶缶 (外部循環方式)

イオン交換膜法製塩では、電気透析装置で濃縮されたかん水中に、海水由来のカリウム、カルシウム、マグネシウムなどの無機成分が含まれていますので、かん水を蒸発させると次第にこれらの成分が濃縮されてきます。したがって、どこまでもかん水を濃縮させてしまうと、塩化カリウムなど、塩化ナトリウム以外の成分が析出してしまいます。それを防ぐために塩化カリウムが析出する手前で濃縮をやめ、苦汁(にがり)として系外に排出させます。

こうして結晶化された塩は、遠心分離機にかけられて脱水され、そのまま

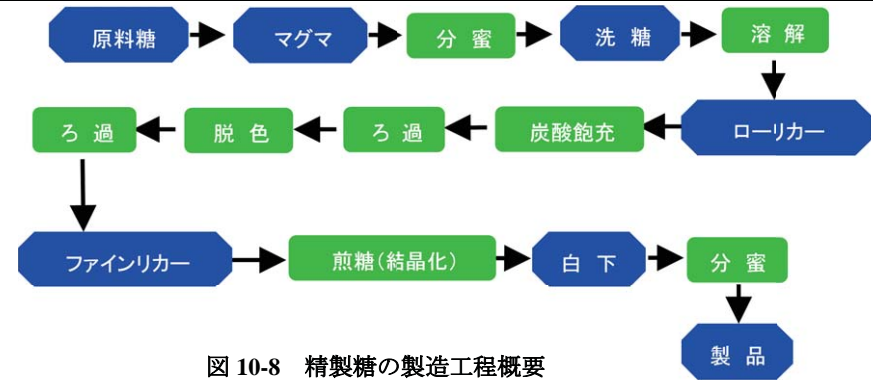


図 10-8 精製糖の製造工程概要

真空結晶缶から結晶を取り出し、遠心脱水機で結晶と蜜の混じった糖液(白下)を結晶と蜜に振り分け、製品になります。

図 10-9 に甜菜白糖の製造工程を示します。甜菜は寒帯・亜寒帯で栽培されているため、積雪前に収穫を終わります。収穫済みの甜菜は、圃場の近く、あるいは圃場の中にある甜菜糖工場で処理されます。最初、甜菜は洗浄して、付着した土砂を取り除きます。甜菜の組織は柔らかいために、搾って糖液を取り出すことができませんので、洗浄した甜菜を千切りにして、浸出塔に送り、温水により糖分を浸出します。

この抽出液を加熱し、石灰乳を加え、炭酸ガスを吹き込み、不溶性の沈殿物を生成させ、ろ過します。ろ過液は、カルシウム塩の除去のためにイオン交換樹脂に通液した後、蒸発濃縮します。濃縮液は、不純物を取り除き、真空結晶缶で、更に蒸発濃縮しながら種晶を加えて晶析します。ある程度結晶が大きくなったならば、真空結晶缶から結晶と蜜の混じった状態の糖液(白下)を取り出します。この糖液を遠心分離機で結晶と蜜に振り分け、白色の結晶を得ます。

製品になるものと、さらに乾燥して製品にするものがあります。

一方、天日塩を溶解してかん水とし、これを煮詰める方法を再製加工法と呼んでいます。この方法では海外から天日塩を輸入していますが、天日塩も海水を原料としてつくられています。ポンプによって塩田に供給された海水は、濃縮池で濃縮され、濃縮された海水は結晶池に送られ、ここで塩を析出させて天日塩の完成です。図 10-5 は結晶池での塩の収穫(ハーベスト)風景であり、図 10-6 に野積みされた天日塩を示します。



図 10-5 結晶池での塩の収穫風景



図 10-6 野積みされた天日塩

当センターが販売する精製塩や食卓塩を例に述べますと、船輸送によって日本に運ばれた天日塩は、再製加工工場において、水で洗浄された後に、水に溶かしかん水を得ます。次に、精製槽でかん水に炭酸ナトリウムや水酸化ナトリウムを添加し、水酸化マグネシウムと炭酸カルシウムを析出させ、沈殿法やろ過法によってこれらの析出物を除去し、精製かん水とします。

こうして得られた精製かん水はイオン交換膜法製塩と同様に真空多重効用缶に送られ、蒸発晶析が行われます。再製加工法では、かん水中の不純物がほとんど除去されているため、イオン交換膜法製塩に比べ、濃縮度を高くすることができ、また、高純度の塩をつくることができます。

こうして結晶化された塩は、遠心分離機にかけられて脱水され、さらに乾燥して製品となります。

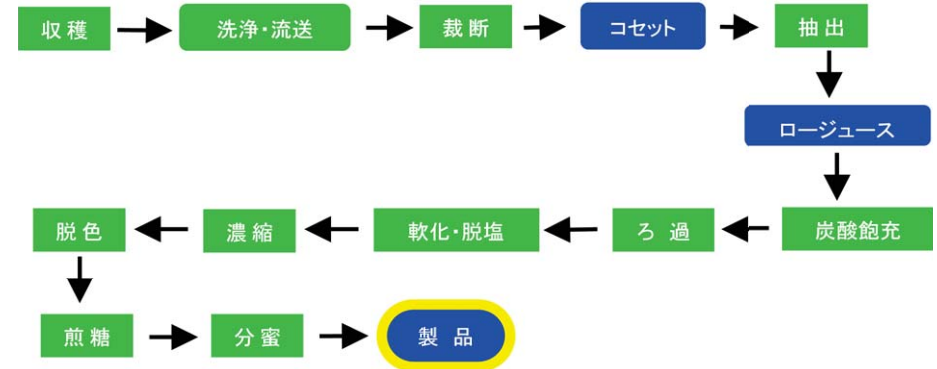


図 10-9 甜菜白糖の製造工程概要

この様に原料糖の製造、甘蔗精製糖の製造、甜菜白糖の製造でも砂糖の結晶化は、塩と同じく、蒸発濃縮により結晶を得ていますが、違いとしては塩が連続運転するのに対して、砂糖は回分運転(1 回毎に原料の供給を止めて全部抜き出す)を実施しているという点です。1つの工場非常に多種類の製品を生産していること、真空結晶缶を連続運転すると結晶の大きさが不ぞろいになってしまうこと、この2点の理由により連続運転には適さないのが実情です。また、塩水と比較して濃厚な糖液は比重と粘度が大きく、結晶を浮遊しやすい半面、流動させにくいといった点があります。そのため、糖液の流路である伝熱配管は塩に比べて太くなっています。また、伝熱効率を高くするために、真空結晶缶内の攪拌には攪拌機を設けて糖液を流動させています。図 10-10 に砂糖の真空結晶缶の概念図を示します。

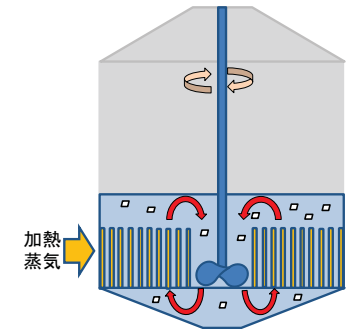


図 10-10 真空結晶缶 (カランドリア缶)

また、真空結晶缶は装置内を真空に近い状態にするために大気圧よりも低い温度で糖液を沸騰させることができます。その利点として、濃縮温度を低くすることで糖液の着色、分解を抑制できることと、蒸発に必要な熱エネルギーを低減できる点が挙げられます。

Question 11 塩と砂糖、一見よく似た工程のように思われましたが、結構違うところがあることに気づきました。最近、塩にしても、砂糖にしてももっとたくさんの種類の商品が店頭に並んでいるように思いますが、こうした商品はすべてこれらの製法で分類できるのでしょうか。塩では、製法表記が定められていますので、これに基づいて説明して頂きます。また、砂糖についても、どのような種類や製法があるのかを紹介して頂けませんか。

Answer 11 塩

2008年に設立された食用塩公正取引協議会では、同年、食用塩の表示に関する公正競争規約を施行し、食用塩に関する製法表記を定めました。表 11-1 に、それぞれの製造工程の表記と概略を示しています。現在、多くの塩製造者がこの表記を採用し、商品のパッケージに記載されていますので、今度塩をお買い上げになる際に、是非ご覧ください。

因みに Question 10 のイオン交換膜法によって製造される食塩は、「イオン膜・立釜・乾燥」と表記されています。

表 11-1 工程の表記と概略

用語	内容
イオン膜	濃縮（採かん）工程において、イオン膜を利用して海水を濃縮する方法
溶解	濃縮（採かん）工程において、天日塩、岩塩等の結晶化した塩を溶解して塩水を得る方法
天日	濃縮（採かん）・結晶工程において、塩田、流下盤、枝条架、ネット等を用いて、主に太陽熱又は風力によって水分を蒸発させる方法
立釜	濃縮（採かん）・結晶（煎ごう）工程において、外側加熱型又は標準型（ランドリア型）等の完全密閉型蒸発缶を用いて、減圧又は加圧状態で加熱蒸発して塩水を濃縮又は結晶化する方法
平釜	濃縮（採かん）・結晶（煎ごう）工程において、その形状にかかわらず密閉されていない釜を用いて、大気圧で加熱蒸発して塩水を濃縮又は結晶化する方法

（食用塩の表示に関する公正競争規約及び施行規則）

Answer 11 砂糖

図 11-1 は、砂糖の分類方法の概略を示したものです。砂糖は製法の違いにより、含蜜糖と分蜜糖に分類できます。甘蔗などの搾汁*には砂糖の主成分であるショ糖以外にも、その他の糖類や有機、無機成分が数パーセント程度含まれています。含蜜糖はこの搾汁をそのまま煮詰めて作られるので、これらの成分をそのまま固化したものとなります。黒砂糖などがこれに当たります。黒砂糖は、主に甘蔗の産地である沖縄県や鹿児島県でつくられています。搾汁中のショ糖以外の成分は原料により異なりますので、含蜜糖にはカエデ糖、ヤシ糖など様々な種類があります。なお、甜菜の場合には、甜菜から糖分を抽出して糖汁を得ますので、含蜜糖に相当するものは作られていません。

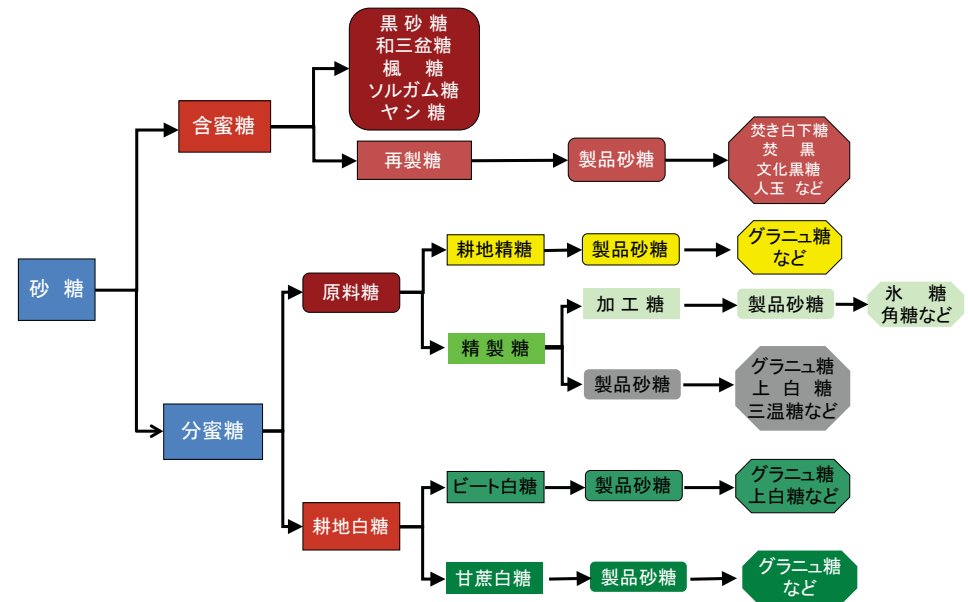


図 11-1 砂糖の分類

一方、分蜜糖は糖汁を清浄し不純物を取り除いた後に煮詰めて結晶化させた後、糖蜜分を分離して結晶分を取り出したものです。Question 10 で述べた、日本で主に作られる甘蔗精製糖や甜菜白糖はこちらに分類されています。

ここで、精製糖とは、原料糖からさらに不純物を取り除いて結晶化した砂糖を指しています。わざわざ原料糖をつくる理由は、甘蔗のままであると、微生物汚染により腐敗が進み、遠距離での輸送が困難になるためです。従って、原料糖の工場は、甘蔗を栽培している圃場の近くか、あるいは圃場の中にあります。原料糖は、消費地、例えば日本などに運ばれ、精製糖工場で精製され、精製糖となります。精製糖には家庭でも一般的なグラニュー糖、上白糖および三温糖などが分類されます。三温糖を黒砂糖や和三盆糖と同じ種類と思われている方が多いですが、実は上白糖と同じような製法の精製糖です。精製糖にはさらに、グラニュー糖などを原料にしてさらに加工される加工糖があり、氷砂糖、角砂糖、粉糖などがこれにあたります。

一方、甜菜白糖のように、原料糖をつくらずに製造される砂糖を耕地白糖と呼んでいます。甘蔗から白糖を製造することもできますが、日本ではあまり多くありません。

なお、加工糖および黒砂糖の製法については、それぞれ、Question 13 および Question 14 にて、製法を含めて説明いたします。

*搾汁＝甘蔗などを圧搾して得た糖汁

Question 12 和三盆糖と三温糖は名前も似ていますし、見た目も少し茶色なので同じ種類だと思っていたのですが、まったく違った商品だったということに驚きました。さて、多くの製法があることは理解できましたが、さらに細かく商品を見てみると、同じような商品でも、粒径や水分など、もっと多くの種類の商品があるように思います。そこで、塩と砂糖の商品を形状、粒径、成分、添加物から眺めてみたいと思います。

Answer 12 塩

図 12-1 は、日本国内において販売された塩の商品数の推移です。これを見ると、2003 年度まで増加し、近年は 400~430 程度の商品数となっています。このように、多くの塩の商品が市場に流通するようになり、商品の選択肢が増えていきます。以下に、実際にどのような種類の塩が販売されているのかについて紹介します。

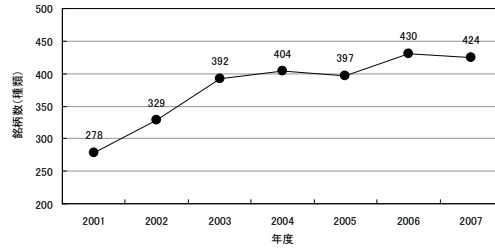


図 12-1 商品数の推移

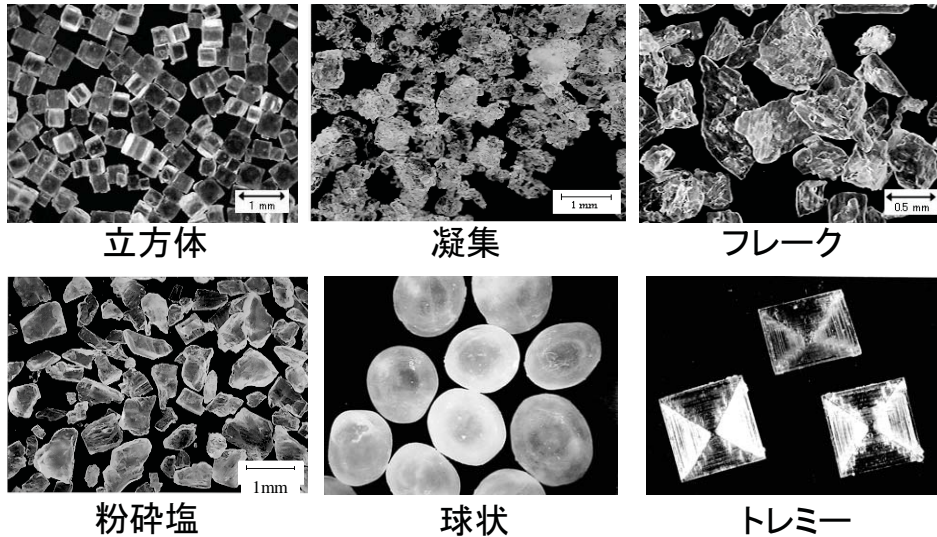


図 12-2 様々な塩の結晶形状

・形状

図 12-2 に様々な塩の結晶形状を示します。塩の結晶形状は、通常は「立

Answer 12 砂糖

国内で市販される主な砂糖の種類を表 12-2 および図 12-6 に示します。表 12-2 の“特徴”の欄に示したように、結晶の大きさ、味、色などが、種類により様々に異なり、多種多様な製品が販売されています。一般的には砂糖には添加物は含まれていませんので、ここでは甘蔗精製糖と甜菜白糖の形状や粒径、成分などについて述べます。



図 12-6 種々の砂糖 (砂糖の科学より)

方体」ですが、製造方法により様々に変化します。小さな正六面体が集まった「凝集」、薄い板状の「フレーク」、大きな結晶を砕いた、「粉碎」などが多く販売されています。また、「球状」やピラミッドのような形をした「トレミー」の結晶も生産されています。さらに、錠剤のようなタブレットタイプや顆粒タイプもあります。

・粒徑

図 12-3 は、日本国内において、どの程度の平均粒徑の塩がどの程度の割合(商品別)で販売されているかを示したものです。日本国内には平均粒徑 0.06 ~ 2.6mm と幅広い商品が販売されています。

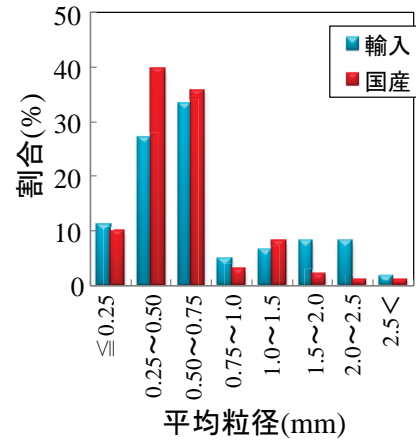


図 12-3 市販されている塩の平均粒徑 (市販食用塩データブックより)

砂糖とは異なり、粒徑の違いによる明確な分類はありませんが、当センターが販売する「食塩(平均粒徑 0.4mm 程度)」を基準とすると、0.5~1mm 程度を中粒塩、1mm 以上を大粒塩、0.25mm 程度以下を微粒塩と呼んでいます。

・成分

表 12-1 に食用塩の成分の一例として、「食塩」の成分分析値を示します。この商品と同様に、ほとんどの塩は塩化ナトリウム以外に、マグネシウム、カルシウム、カリウムなどの無機成分と水分を含んでいます。

表 12-1 食用塩の成分分析値の一例(「食塩」) (市販食用塩データブックより) 単位: %

水分	不溶解分	塩化物イオン	カルシウム	マグネシウム	硫酸イオン	カリウム	ナトリウム
0.15	0	60.59	0.021	0.017	0.020	0.057	39.21

表 12-2 各種砂糖の特徴と用途

種類	特徴	用途
白双糖	粒徑が 1~3mm の無色の大粒の結晶で、光沢がある。純度が高く、無臭。比較的溶けにくい。ショ糖そのままの甘さをもつ。	リキュール、高級菓子類、ゼリー
中双糖	粒徑が 2~3mm の大粒で、表面にカラメル色素により着色した黄褐色の結晶。比較的純度が高く、無臭。	煮物、漬物
グラニュー糖	粒徑が 0.2~0.7mm のサラサラした白色の結晶。純度が高く、無臭。ショ糖そのままの甘さをもつ。	コーヒー、紅茶、菓子、料理等
上白糖	粒徑が 0.1~0.2mm の細かい、表面に還元糖を有し、しっとりとした感触のある結晶。加熱すると褐変しやすい。	菓子、料理等、パン、カステラ、ジャム
三温糖	粒徑 0.1~0.2mm の細かい、しっとりとした感触のある黄褐色の結晶。還元糖を上白糖より多く含むため、独自の風味を持つ	煮物、漬物
氷砂糖	ブロック状(ロック冰糖)あるいは結晶状(クリスタル冰糖)がある。クリスタル冰糖は、17~25×15~18mm で、グラニュー糖や白双糖の結晶を大きくした形。ロック冰糖は、20~60×10~40mm で、品質は両者ともグラニュー糖と同じ。	そのまま食用、果実酒等
粉砂糖	グラニュー糖を微細に粉碎したもので、固結しやすい。固結防止にデンプン等を添加することあり。	アイシング: 洋菓子、ケーキ、クッキー、糖衣錠、果物へのふりかけ
黒砂糖	淡い褐色から黒褐色で、レンガ状、レンガ状を砕いた形状や粉状等さまざまである。純度が 85%程度と低く、灰分が多い。独自の渋みや苦味が強く感じられる。	郷土菓子等

なお、Question 11 でも述べましたが、表の中で、甘蔗精製糖に分類される種類は、白双糖、中双糖、グラニュー糖、上白糖、三温糖で、氷砂糖と粉砂糖は精製糖を加工した加工糖であり、黒砂糖は含蜜糖に属します。また、甜菜白糖には、グラニュー糖と上白糖があり、その形状・品質・外観は甘蔗精製糖と全く同じです。

図 12-4 は、日本国内において、どの程度の水分の塩がどの程度の割合(商品別)で販売されているかを示したものです。国内には水分 0~20%の範囲の商品が販売されており、国産品は水分が比較的多く、輸入品は水分が低い傾向があります。実際に欧州のスーパーなどで販売されているのは水分が 0.1%以下の商品ばかりです。

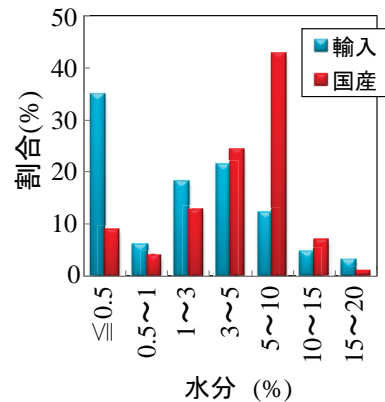


図 12-4 市販食用塩の水分(加熱減量)
(市販食用塩データブックより)

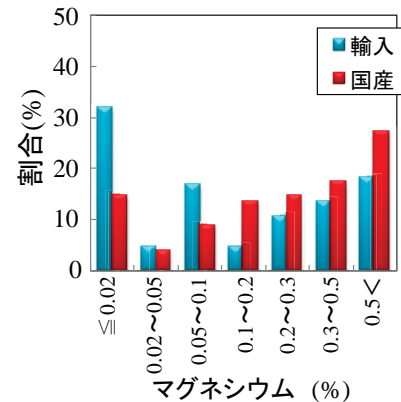


図 12-5 市販食用塩のマグネシウム含有量
(市販食用塩データブックより)

一方、図 12-5 には、同様にマグネシウム含有量について示したものです。マグネシウム含有量は 0~0.5%の範囲であり、水分とともに、国産品は比較的多く、輸入品は少ない傾向があります。

・添加物

塩には、目的に応じて添加物が添加されています。塩は固まりやすい性質があることから、サラサラ性を維持するために固結防止剤(塩基性炭酸マグネシウム、炭酸カルシウム)が添加された商品があります。また、栄養成分を補充するため栄養強化剤(カルシウム塩、リン酸塩、焼成貝殻粉末)

・形状

砂糖、ここでは甘蔗精製糖と甜菜白糖に該当しますが、糖種によって、結晶の大きさは異なるものの、通常は多面体の結晶形状をしています。純粋なショ糖液から作成された結晶は、8 結晶面あるいは 15 結晶面を持つ単結晶系の結晶です。しかし、通常は、純粋なショ糖液をつくることができず、糖汁中に含まれる不純物の影響で、一部の結晶面の成長が鈍くなったり、小さくなったり、消滅したりして、結晶面が少なくなった結晶、あるいは変形した結晶となります。市販されている甘蔗精製糖と甜菜白糖は、殆どが面の少なくなった結晶です。

・粒径

市販されている甘蔗精製糖と甜菜白糖のうち、粒が最も大きいものは、白双糖、中双糖で、粒径は 2~3mm あります。グラニュー糖は 0.2~0.7mm であり、さらに細かいものが、上白糖や三温糖で 0.1~0.2mm です。

・成分

市販されている甘蔗精製糖と甜菜白糖には、表 12-3 に砂糖製品の成分分析例を示しましたように、主に、還元糖や灰分(無機成分)などが含まれます。また、上白糖とグラニュー糖の一番の違いは、ショ糖分、還元糖、水分の含有量であり、日本で流通している甘蔗精製糖や甜菜白糖の中では、上白糖など比較的ショ糖の含有量の低い種類が多くなっています。

が添加された商品、減塩目的で塩化カリウムを 50%程度添加された商品、うまみ成分や香辛料が添加された商品があります。

表 12-3 砂糖の成分分析値の一例

種類	ショ糖分 (%)	還元糖 (%)	水分 (%)	灰分 (%)	色価 (ICUMSA)
グラニュー糖	99.97	0.01	0.01	0	8.9
白双糖	99.97	0.01	0.01	0	5.4
中双糖	99.82	0.05	0.03	0.02	627.3
上白糖	98.05	1.2	0.68	0.01	7.3
三温糖	96.93	1.66	1.09	0.15	634
氷砂糖	99.95	0.01	0.05	0	9.3
黒砂糖	78~87	3.0~6.3	5.0~7.9	1.4~1.7	-

海外では水分が少なく、ショ糖の純度が高い、グラニュー糖が主流です。日本では、「しっとりとしたソフトな感じと風味をもつ」上白糖をグラニュー糖より好む傾向があるようです。

三温糖は、上白糖より灰分が高く、独特な風味を有する為、苦味や酸味を和らげてくれます。Question 11 で述べた通り、三温糖は製法上、黒砂糖ではなく、上白糖の仲間であり、上白糖に近い成分になっています。

Question 13 塩も砂糖も様々な商品が店頭に並んでいる訳ですね。こうした商品はどのような製法によって、製造されているのでしょうか。まずは、粒径や形状の制御について伺いたいと思います。

Answer 13 塩

塩の粒径や形状は、主に結晶化における装置や操作によって決まってきます。

・粒径

Question 12 で述べた平均粒径 0.3~0.5mm の食塩クラス、0.5~1.0mm の中粒塩、1.0mm 以上の大粒塩は、立釜により製造されます。こうした粒径ごとの製造では、正循環、逆循環、オスロ型といった立釜の種類を使い分けられます。図 13-1 にこれら立釜の概要を示します。

正循環型は、装置の下部からスラリー*を抜き出し、上部に循環しますので、スラリーと母液*は均一に混合されます。これにより、循環系にほとんどの結晶が回るため、循環ポンプで結晶破碎が起こりやすくなります。このため、結晶はあまり大きくならず、食塩クラスの結晶をつくるのに適しています。

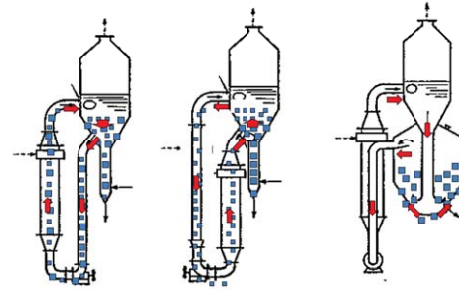


図 13-1 立釜の種類

逆循環型は、基本的な構造は正循環型と変わりません。違ったところは、スラリーは上部から抜き出され、下部に循環するところです。これにより、結晶の一部は循環系には回らず、ポンプでの破碎は少なくなります。また、装置内では上昇流ができますので、大きな結晶は装置の底部に滞留しやすくなり、そこから塩を抜き出すと正循環より大きな結晶、すなわち中粒塩を得ることができます。

オスロ型は、逆循環型と機構は同じですが、装置内に胴径の大きな育晶器を持ちます。このため、育晶器の中には緩やかな上昇流が生じます。したが

Answer 13 砂糖

砂糖の粒径や形状も、結晶化工程によって決まります。

・粒径

砂糖の場合、粒径の大小で、幾つもの種類の製品を生産しています。しかし、砂糖の場合は塩のような釜の使い分けはせず、多くは Question 10 で紹介したカランドリアタイプの真空結晶缶で製造しています。粒径には高い精度が求められていますので、その調整には様々な工夫が成されています。

まず、グラニュー糖や上白糖の結晶を作る場合には、粉砂糖を種晶としてこれを結晶として成長させます。一方、粒径の大きな白双糖、中双糖といった双目(ざらめ)糖を得たい場合には、グラニュー糖などの結晶を種晶として添加して、これをゆっくりと成長させます。

結晶缶は回分式のため、一回の晶析で生産できる結晶の量がほぼ決まっています。したがって、種晶の量が決めれば、比較的揃った粒径の結晶を安定して得ることができます。ただし、生産される砂糖の量が決まっていますので、仮に結晶の個数が増えてしまうと結晶一つ一つの成長が低下してしまいます。このようなことから、平均粒径が低下したり大小の結晶が混ざったりして品質が低下してしまうことがあります。このような現象を防ぐため、種晶の量を増やしたり減らしたりすることもあります。また、結晶を成長させていく途中で、種晶以外の新たな結晶が発生してしまうことがありますので、結晶缶の中に未飽和の糖液や水を添加して小さな結晶を溶かす操作をすることもあります。こうして得られた結晶を、さらに揃ったものにするために、それを篩に通して一層粒の揃った結晶にしています。

さらに大きな砂糖であり、加工糖の代表的な製品である氷砂糖には、クリスタル氷糖とロック氷糖(室氷糖)があります。両者の製造法は全く異なります。

って、結晶は循環系にほとんど回らず、育晶器の中で成長します。こうした構造により、大粒塩をつくることができます。

一方、微粒塩は立釜で得られた結晶を篩分けして得る場合が多いですが、海水やかん水を噴霧乾燥してつくられている塩もあります。噴霧乾燥の場合には急速に海水中の塩類を析出させることで、粒径 0.2mm 以下の塩が多く得られます。

・形状

まず、立釜の場合、一般に粒径が大きくなると、立方体から球状に形状が変化します。すなわち、食塩や中粒塩では、多くが立方体の結晶ですが、大粒塩では、器壁への衝突や結晶同士の衝突によって、摩耗し丸くなった結晶が多くなります。

次に、フレークやトレミーについて説明します。これらの形状は平釜を用いてつくります。平釜は、塩づくりの歴史でも述べましたように、基本的には図 13-2 に示すような、平らな鍋のような形をしています。現在では、それ程深くない長方形のプールのような形をしたものも多く見られま

す。釜の中のかん水を熱すると、液面から水が蒸発します。平釜の場合、立釜とは違い、ほとんど攪拌することはありませんので、水分が蒸発した液面の塩分濃度が高くなり、そこに非常に小さな塩の結晶が析出します。こうした結晶は互いにくっつき合い、板状に成長していきます。これがフレーク塩です。顕微鏡などで見ると、小さな立方体の結晶がくっつき合っていることが確認できます。また、液面で発生した微結晶が液中に沈む過程で成長すると、ピラミッド状のフレーク塩をつくることもできます。これはトレミーと呼ばれます。このように、平釜でつくられる塩は特殊な形状を持ち、粒径も大きなものから、小さなものまであります。

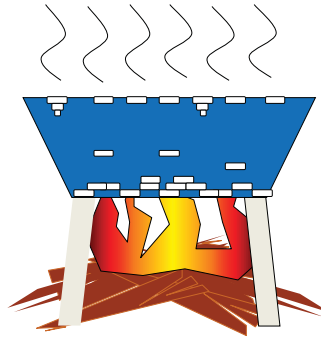


図 13-2 平釜

ロック冰糖の製造は、まず、グラニュー糖を溶かした飽和状態の糖液と種晶の氷砂糖のかけら数個を結晶皿に入れて、保温性のある結晶室に静置します。結晶室の中に結晶皿を静置します。その間、徐々に結晶を成長させるため、蒸発を徐々に進行させ、糖液の濃度を一定に保ちます。約 2 週間で皿一面に氷が表面に張ったようになりますので、結晶と糖液の残りを分離し、乾燥させます。

一方、クリスタル冰糖の製造は、まず、回転式結晶化装置内にある、飽和に近い濃度の糖液の入ったタンクに、種糖を入れた網目状の回転ドラムを浸し、温度に保ち、回転ドラムをゆっくりと回転させ、結晶を成長させます。3~5 日間後に取り出し、成長した結晶と残った糖液(冰糖蜜)に分けます。

反対に粒径の小さな粉砂糖ですが、これは、グラニュー糖や甜菜白糖を微粉砕機で粉末状としたものです。

・形状

形状の異なるものとして代表的な角砂糖ですが、これは、グラニュー糖を成型してつくります。まず、粒径の比較的小さいグラニュー糖に濃い濃度の砂糖液を加え、良く混ぜ合わせます。次に成型機にて、この混合物を型に詰めて押し固めます。その後、乾燥機に入れて余分な水分を飛ばして乾燥させ、放冷してでき上がりです。

このほか、黒砂糖でレンガ状の形をしているものがありますが、詳しい製造方法については **Question 14** で述べます。

その他、岩塩、天日塩のような塩の塊を粉砕した塩があり、この場合、形状は不定形となります。

さらに、タブレットタイプやブリケットタイプは、微粒塩を型に入れ、圧力をかけて成形することによってつくられます。顆粒タイプは、微粒塩に塩水を含ませてペースト状にし、生クリームのように押し出し成型しながら乾燥させることによってつくられます。これらはいずれも型の形を変えることで形状を変えることができます。

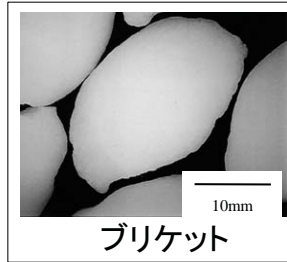


図 13-3 ブリケット塩

*母液＝製塩では、かん水を濃縮し、飽和となった溶液のことをいう。
スラリー＝母液に結晶が懸濁したもの。

Question 14 塩は一般的に連続操作で結晶をつくるため、ある程度粒径の幅をもった製品になってしまうのですが、砂糖では厳密な粒径コントロールがされている訳ですね。ここでは紹介しませんでした。ここでは紹介しませんでした。海外でつくられる天日塩は、図 14-1 に示すように、氷砂糖のような大きな結晶が複雑に組み合わさったものです。こうした天日塩は、数か月かけてゆっくり結晶を大きくしていますが、それに比べて、ロック冰糖では、大きな結晶をつくるのに、2 週間程度で済むということで、砂糖の結晶の成長速度が随分速いことをお聞きしています。これまで、粒径や形状の異なった商品の製法を伺いましたが、今度は成分の違いについてお話を伺うことにしましょう。



図 14-1 天日塩

Answer 14 塩

塩の水分は、結晶の外部に付着する液(付着液)、結晶内の包含液に存在します。一方、塩以外の無機成分は、付着液、結晶内の包含液、結晶内への析出により存在します。ただし、塩の結晶自体は塩化ナトリウムの純度が高いため、水分、塩以外の無機成分は付着液に存在する割合が高いと言えます。

この付着液の量は、図 14-2 に示すように結晶化工程で析出した塩の脱水、乾燥により調整されます。水分は付着液の量によりほぼ決まり、乾燥機を経ないしっとりした塩(湿塩)では 1~2%、乾燥された塩(乾燥塩)では 0.1%以下となります。

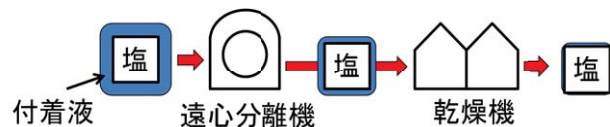


図 14-2 脱水、乾燥工程と付着液量のイメージ

湿塩の付着液には塩が飽和濃度で含まれているはずですので、付着液が保管中に蒸発してしまうと、結晶表面に塩が析出して固結が起こります。この

Answer 14 砂糖

成分は、まず、含蜜糖であるか分蜜糖であるかで大きく異なります。含蜜糖の場合は原料由来の成分が含まれるのでショ糖純度は低く、原料により成分が変わってきます。含蜜糖の代表である黒砂糖は、図

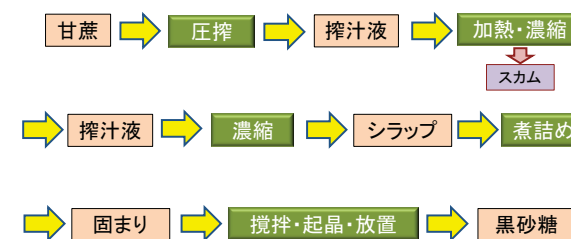


図 14-3 黒砂糖の製法

14-3 に示す通り、甘蔗からの搾汁をそのまま固めてつくるため、ミネラル分など砂糖以外の成分を多く含み、独特の風味と甘味を持っています。ここでは製法の一例を述べます。まず、甘蔗を压榨機で搾り、搾汁を得ます。この搾汁に少量の石灰乳を加え、蓋のない平鍋の中で加熱・濃縮します。そうすると、搾汁の表面に浮遊成分が浮遊しますので、柄杓で取り除き、スクラムがなくなったらもう一方の平鍋に搾汁を移し、濃縮を続け、シラップ(シロップ)とします。ある程度、濃縮したらこのシロップを蓋のない鍋に移し、更に煮詰め、固まりとします。その後、蓋のない冷却用の鍋に移し、硬くなるまで放置します。この間、微細な結晶を形成させるために、激しく攪拌します。

ようなトラブルを抑制するために、湿塩の付着液には、通常、苦汁を用います。苦汁には吸湿性のマグネシウム塩などの成分が多く含まれていますので、水分の蒸発を抑制することができます。したがって、岩塩や天日塩を原料として溶解・立釜でつくられた場合には、母液の純度が高く、苦汁がほとんどできませんので、湿塩をつくる場合には苦汁を別途、添加する必要があります。

また、塩が保持できる付着液は、粒径や形状によって異なるという特徴があり、このため塩の水分も異なります。粒径の小さな結晶は単位重量当たりの表面積(比表面積)が大きく、付着液の保持力は高くなるため、比較的水分が多い製品となります。また、フレーク、トレミー、凝集塩などもその形状の特性から表面の凹凸が大きいため、比表面積が大きく、付着液を保持しやすくなります。このように結晶化工程において形状を制御することで、ある程度、成分を制御することもできます。

微細な結晶ができたなら、この固まりを木箱や缶に移して、静置させます。最終的には、淡い褐色から黒褐色で、レンガ状の黒砂糖が作られます。

一方、分蜜糖では、ショ糖の純度を高めているために、原料による成分の差は大きくありません。日本で販売されている砂糖のほとんどは分蜜糖ですが、これは、塩と同じように、煮詰めた後、遠心分離機で結晶と糖液に分離され、乾燥機で乾燥されます。

図 14-4 に、分蜜糖の代表として精製糖の製法フローを示します。製品の水分は、砂糖の結晶表面に付着していますので、水分を 0.02%程度になるまで乾燥させてつくるグラニュー糖や白双糖はショ糖の純度が 99.9%以上と高くなります。

一方、上白糖は、塩でいう湿塩と同じと考えていいと思います。上白糖は水分が 0.8%程度あり、糖度は 97.7%位です。糖度が低い理由は、ショ糖がブドウ糖と果糖に分解した還元糖が含まれているためで、この果糖が強い吸湿性を持つのでしっとりする訳です。

黄褐色の三温糖は基本的には上白糖の仲間です。結晶を作る過程で、グラニュー糖や上白糖を作った時に遠心分離機で分けた蜜は、まだ多くの砂糖分を含んでいるので、再び煮詰め

て結晶をつくります。こうした操作を繰り返していくうちに蜜が熱により徐々に薄茶色くなり、この蜜を使って晶析した結晶も徐々に薄茶色がついてきます。これが三温糖であり、原料由来の灰分や還元糖などが濃縮されるので、独特の色と甘みを持つようになります。(表 12-3 参照)

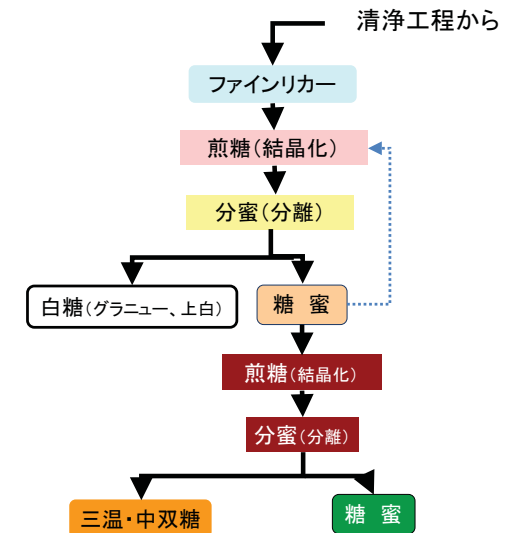


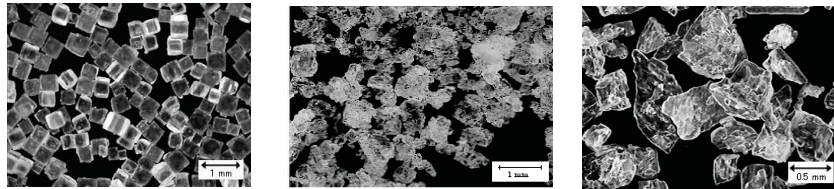
図 14-4 精製糖の製法

Question 15 これ程までに多くの種類がある塩や砂糖の中から商品を選ぶのは、大変なことですね。最後に、どのような点に気をつけて商品を選べば良いのか、つまり商品選びのコツのようなものがあれば教えて欲しいと思います。

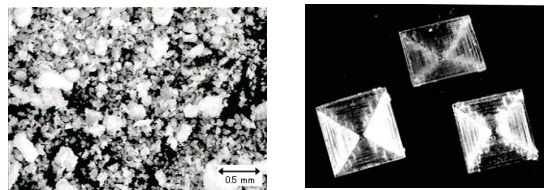
Answer 15 塩

・使い勝手

図 15-1 は、塩の結晶形状により生じる使い勝手の違いをまとめたものです。塩はそのまま食材に振りかけたり、混ぜたり、溶かしたりするので、溶けやすさ、かさ密度(スプーン 1 杯あたりの重量)、サラサラ性などが重要であり、これらは、塩の結晶の粒径分布(大きさ)、形状、水分により変化します。塩の結晶形状がトレミー、フレーク、微粒などの場合は単位重量あたりの表面積が高いため溶けやすく、付着しやすい傾向があります。また、かさ密度が小さいために、スプーン 1 杯あたりの重量は少なくなり、同じスプーン 1 杯でも塩味が薄くなる傾向があります。



立方体	凝集	フレーク
乾燥塩はサラサラ性がよい	比較的溶けやすい	密度が小さい、溶けやすい 付着しやすい



微粒	トレミー
密度が小さい、溶けやすい 付着しやすい	密度が小さい、溶けやすい 付着しやすい

図 15-1 塩の結晶形状と使い勝手

塩の結晶形状が立方体の塩のうち乾燥している塩は、サラサラ性が良くなりますので、かさ密度はほぼ一定になり、スプーンなどでの計量でも同じ量

Answer 15 砂糖

砂糖の場合、その種類により比較的用途がはっきりしています。その一覧を特徴と併せて表 15-1(表 12-2 と同じ)に示します。

表 15-1 各種精製糖の特徴と用途

種類	特徴	用途
白双糖	粒径が 1~3mm の無色の大粒の結晶で、光沢がある。純度が高く、無臭。比較的溶けにくい。ショ糖そのままの甘さをもつ。	リキュール、高級菓子類、ゼリー
中双糖	粒径が 2~3mm の大粒で、表面にカラメル色素により着色した黄褐色の結晶。比較的純度が高く、無臭。	煮物、漬物
グラニュー糖	粒径が 0.2~0.7mm のサラサラした白色の結晶。純度が高く、無臭。ショ糖そのままの甘さをもつ。	コーヒー、紅茶、菓子、料理等
上白糖	粒径が 0.1~0.2mm の細かい、表面に還元糖を有し、しっとりとした感触のある結晶。加熱すると褐変しやすい。	菓子、料理等、パン、カステラ、ジャム
三温糖	粒径 0.1~0.2mm の細かい、しっとりとした感触のある黄褐色の結晶。還元糖分を上白糖より多く含むため、独自の風味を持つ	煮物、漬物
氷砂糖	ブロック状(ロック冰糖)あるいは結晶状(クリスタル冰糖)がある。クリスタル冰糖は、17~25×15~18mm で、グラニュー糖や白双糖の結晶を大きくした形。ロック冰糖は、20~60×10~40mm で、品質は両者ともグラニュー糖と同じ。	そのまま食用、果実酒等
粉砂糖	グラニュー糖を微細に粉砕したもので、固結しやすい。	アイシング：洋菓子、ケーキ、クッキー、糖衣錠、果物へのふりかけ
黒砂糖	淡い褐色から黒褐色で、レンガ状、レンガ状を砕いた形状や粉状等さまざまである。純度が 85%程度と低く、灰分が多い。独自の渋みや苦味が強く感じられる。	郷土菓子等

・使い勝手

砂糖の場合、使い勝手を意識している製品は多くありません。表 15-1 にも

の塩を量り取ることができます。

このように、塩の物性に注目するとそれぞれの調理に適した塩を選ぶことができます。

また、塩を使った代表的な食品である漬物についても、塩の種類によってできる漬物の品質が異なってくることが明らかになっています。塩が溶ける速さは、粒径が小さくなるほど速くなります。また、粒径の小さい塩では大きい塩と比べて、たくさんの塩が付着します。

このような違いが最終的にどのような違いになって表れるかを図 15-2 に示しますが、粒径が小さい塩を用いたほうが、ウメの水分、塩分は少なくなくなります。この2種類のウメ漬を同じ水分になるまで天日干しすれば、粒径の小さい塩を用いたほうが塩分の少ない梅干しに仕上がることになります。

図 15-3 は成分の異なる様々な塩でウメを漬けた場合のウメ干しの固さを示したものです。塩の純度が低いほど、ウメ干しの固さは硬くなります。これは塩に含まれるカルシウムなどの影響と考えられています。いずれ

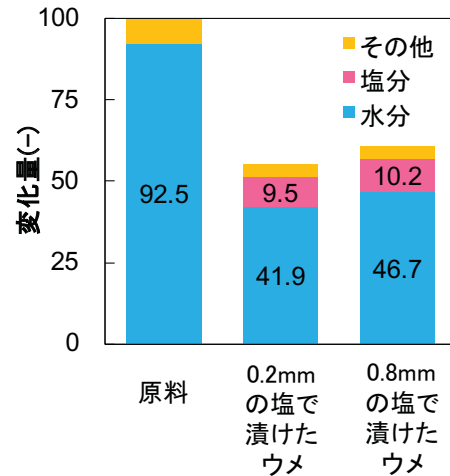


図 15-2 塩の粒径とウメ漬の成分の関係

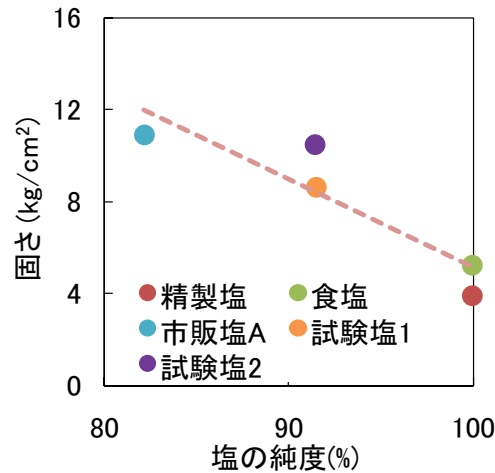


図 15-3 塩の純度と梅干しの固さの関係

示す通り、果実酒をつくる時は、結晶が大きく、ゆっくり溶けて果実のエキスを引き出す氷砂糖や双目糖が適しています。また、角砂糖は1個の大きさが均一なので、コーヒーなどに入れる場合にいつでも同じくらいの砂糖を入れることができます。

グラニュー糖はサラサラしていて扱いやすいということから、生産量も多く、砂糖の中心核であるといえます。このグラニュー糖は99.9%以上がショ糖分であり、他の食材の風味を変える事はありません。その為、食材の風味を変えたくない飲料製品に多く利用されています。

砂糖よりも安価な人工甘味料が増加している中でも、特にコーヒーに関しては、砂糖がコーヒーの風味を最大限引き出せるとの考えから、多くの製品に利用されています。

・味・風味・見た目

味については、ショ糖の純度が高いものは、くせのない甘みであり、やや水分や灰分が多いしっとりした上白糖や三温糖は、独自の風味を持ちます。これは、上白糖の中の還元糖(ショ糖が変化したもの)が濃厚な甘みを、三温糖の中の還元糖が焦げてできたカラメルが風味を引き出しているためです。

ショ糖の純度が最も低い黒砂糖は、灰分や還元糖が多く、苦味や渋味と共に独特の風味を持ちます。

逆に純度の高いグラニュー糖は甘さとしては淡白で、風味や香りはほとんどありません。ですから、使用する食材の風味や香りなどを生かしたいときによく使われます。

コーヒーなどに入れるスティックシュガーはグラニュー糖ですし、果物を材料にしたケーキなどにもグラニュー糖が多く使われます。ちなみに角砂糖は成分的にはグラニュー糖に近く、コーヒーなどに入れた場合にグラニュー糖と角砂糖の味の違いはないといえます。

一方、三温糖のように色のついた砂糖は、砂糖自身にカラメルの甘い香りが

にせよ、塩の種類を変えることにより、自分の好みの塩分や固さのウメ干しができることとなります。このようなことも、塩を選ぶコツといえると思います。

・味

塩を直接舐めると、種類によって異なっているように感じる場合があります。その原因の一つは、先に述べたようなかさ密度や付着性の違いから、舐めている塩の量がそもそも違うということが考えられます。また、粒の大きさが違っていると、粒の小さい塩の方がより早く溶けるので

塩味を強く感じ、逆に粒の大きい塩の方が塩味をマイルドに感じられます。

図 15-4 は、塩の粒の大きさによる塩味の感じ方が違いについて、評価した結果を示しています。塩の粒の大きさが小さいものは、先味(口に入れた直後に感じる味)が強くなる傾向が見られました。

一方、実際に料理に同じ量を溶かしてしまえば、かさ密度、付着性、溶けやすさ影響は無くなります。この状態で差が出るとすればそれは塩の成分の違いということができるのですが、これまでの研究ではその違いがあるとするもの、ないとするものなど、様々で、はっきりしないというのが現状です。

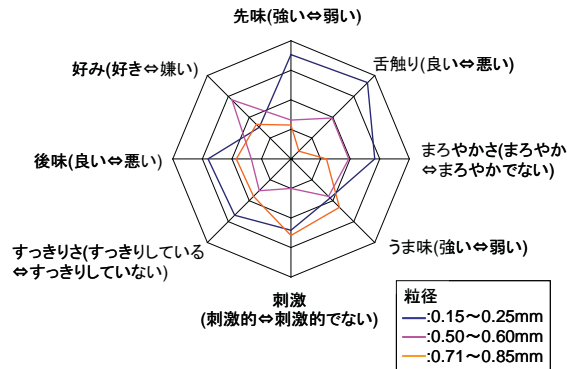


図 15-4 粒径の違いによる味の変化

あり、舌に感じる甘さも強いのです。ですから、逆に食材の苦みや酸味を和らげたいときや、甘さにコクを出したいときなどにお勧めします。

ちなみに、家庭用として日本では最も一般的な上白糖は、どちらの用途にも対応できる万能タイプです。