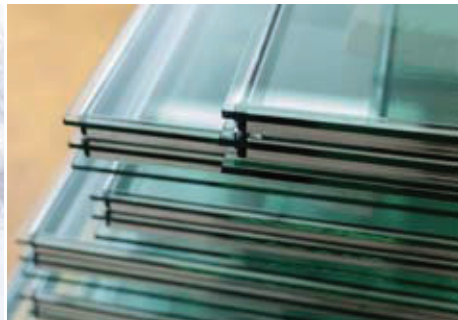


Salt & Seawater Science Seminar 2016

公益財団法人塩事業センター 海水総合研究所 公開講演会



塩の働き



CONTENTS

- 1. 塩のさまざまな働き 公益財団法人塩事業センター 研究調査部 主任主事 清水 徹
- 2. 調理、食品加工における塩の働き 公益財団法人塩事業センター 海水総合研究所 研究員 中山 由佳
- 3. 生命を支える塩の働き 国立大学法人 浜松医科大学 名誉教授 菱田 明

11月 29日 (火) 13:00 ~ 16:00 コクヨホール

協賛：一般社団法人日本塩工業会、塩元売協同組合、全日本塩販売協会、全国輸入塩協会、日本特殊製法塩協会、公益財団法人ソルト・サイエンス研究財団、日本海水学会、公益社団法人日本分析化学会、公益社団法人化学工学会、分離技術会、日本イオン交換学会、日本膜学会、日本海洋学会、一般社団法人日本調理科学会、公益社団法人日本食品科学工学会、たばこと塩の博物館



Salt & Seawater Science Seminar 2016

塩の働き

— 講演プログラム —

2016年11月29日(火) (受付 12:00～)

13:00 開会

13:00～13:10 挨拶 公益財団法人塩事業センター 理事長 津田 健

13:10～16:00 講演

講演 1

塩のさまざまな働き

公益財団法人塩事業センター 研究調査部

主任主事 清水 徹

講演 2

調理、食品加工における塩の働き

公益財団法人塩事業センター 海水総合研究所

研究員 中山 由佳

休憩

コーヒーブレイク

講演 3

生命を支える塩の働き

国立大学法人 浜松医科大学

名誉教授 菱田 明


閉会

Salt & Seawater Science Seminar 2016
塩の働き



塩のさまざまな働き

公益財団法人 塩事業センター
主任主事
清水 徹

目次		2
0. ウェブサイト「塩百科」のご紹介		
1. 塩の木		
2. かたちを変えて働く塩 ソーダ工業用		
3. 性質を利用して働く塩 融冰雪用 軟水化用 塩水選 塩ストレス 鉍塩		

ウェブサイト「塩百科」のご紹介 



 塩についてのいろんな情報

<http://www.shiojigyo.com/siohyakka/>

ウェブサイト「塩百科」のご紹介  4

塩の基本

塩のデータ

- 塩の結晶はどんな形？**
① 結晶の形
- 塩のいろいろ**
① 色・融点・沸点・硬さ
- 水に溶かすと？**
① 塩水のpH・塩の溶解度
- 同じ一杯でも重さは違う？**
① 比重
- 塩水は0℃でも凍りません**
① 氷点降下
- 「青菜に塩」を解明！**
① 浸透圧・脱水作用

ウェブサイト「塩百科」のご紹介  5

塩の基本

塩と人間の体

- しょっぱいの正体？**
① 塩味
- 塩分補給も大切**
① 塩の欠乏症
- 塩の大切なはたらき**
① 体内の塩

ウェブサイト「塩百科」のご紹介  6

塩のつくり方

- 日本発の塩づくり**
① イオン膜・立釜法
- 天日塩から塩の結晶をつくる**
① 溶解・立釜法
- 岩塩も元は海水**
① 岩塩
- 太陽と風の方で塩づくり**
① 天日塩

一方、世界では、岩塩や天日塩を原料とする塩づくりが中心です。

ウェブサイト「塩百科」のご紹介  7

塩の選び方

使い勝手から




- サラサラ性
- かさばりやすさ
- くっつきやすさ
- 溶けやすさ

塩の性質から



- 結晶の形
- 結晶の大きさ
- 結晶の色
- 水分
- にがり
- 塩の添加物

ウェブサイト「塩百科」のご紹介  8

数字で見る塩

- 日本は何%?**
 - 世界の塩の自給率
- 一日に摂る塩の目安**
 - 食事摂取基準
- ちょっと気をつけてみよう**
 - 食品には「塩」がどれくらい入っている?
- あれ? 意外な割合**
 - 日本の塩の用途別消費量

ウェブサイト「塩百科」のご紹介  9

塩の実験

★ むずかしさ ★☆☆

- 氷点降下の実験**
 - 食塩を使って氷をつってみよう
 - 所要時間…30分以内
- 浸透圧の実験**
 - きゅうりの水を吸い出してみよう
 - 所要時間…30分
- 食塩の再結晶化の実験**
 - 食塩の結晶をつくってみよう
 - 所要時間…1日～
- 食塩を水に溶かす実験**
 - 食塩は水にどのくらいとけるかな?
 - 所要時間…1～2時間
- 食塩水をごおらせて観察する実験**
 - 食塩水をごおらせてみよう
 - 所要時間…5時間～1日

ウェブサイト「塩百科」のご紹介

10

塩の用途

<div style="background-color: #f4a460; padding: 2px; font-size: 8px; margin-bottom: 5px;">味をつける</div> <p style="font-size: 8px;">調味料として味つけに使われます。</p>	<div style="background-color: #f4a460; padding: 2px; font-size: 8px; margin-bottom: 5px;">脱水・防腐</div> <p style="font-size: 8px;">食品を塩漬けにすると、雑菌が利用できる水分が少なくなり、腐敗の原因となる雑菌の働きがおさえられます。</p>	<div style="background-color: #f4a460; padding: 2px; font-size: 8px; margin-bottom: 5px;">グルテンの形成</div> <p style="font-size: 8px;">小麦粉に塩水を加えてこねると、パンを膨らませたり、うどんのコシを出したりするグルテンというタンパク質がきやすくなります。</p>	<div style="background-color: #f4a460; padding: 2px; font-size: 8px; margin-bottom: 5px;">発酵を助ける</div> <p style="font-size: 8px;">食品を発酵させる雑菌の働きをおさえるため、発酵に必要な微生物が働きやすくなります。</p>
<div style="background-color: #f4a460; padding: 2px; font-size: 8px; margin-bottom: 5px;">粘り気や弾力を持たせる</div> <p style="font-size: 8px;">魚や肉のタンパク質を水に溶けやすくし、かまぼこやハムなどに粘り気や弾力を持たせます。</p>	<div style="background-color: #4CAF50; padding: 2px; font-size: 8px; margin-bottom: 5px;">医薬用</div> <p style="font-size: 8px;">生理食塩水やリンゲル液などの原料として使われます。</p>	<div style="background-color: #4CAF50; padding: 2px; font-size: 8px; margin-bottom: 5px;">道路の凍結防止</div> <p style="font-size: 8px;">濃い塩水はマイナス20度くらいまで凍らないため、道路に撒いて路面の凍結を防止します。</p>	<div style="background-color: #4CAF50; padding: 2px; font-size: 8px; margin-bottom: 5px;">イオン交換樹脂の再生</div> <p style="font-size: 8px;">ボイラーなどに使われるイオン交換樹脂は繰り返し使用すると性能が低下しますが、塩を使うと機能が元に戻ります。</p>

ウェブサイト「塩百科」のご紹介

11

塩の用途

<div style="background-color: #4CAF50; padding: 2px; font-size: 8px; margin-bottom: 5px;">革製品</div> <p style="font-size: 8px;">原料となる皮の保存やなめしに使われます。</p>	<div style="background-color: #4CAF50; padding: 2px; font-size: 8px; margin-bottom: 5px;">家庭用</div> <p style="font-size: 8px;">牛などのエサに混ぜたり、自由にめられるように塩のかたまりを与えたりします。</p>	<div style="background-color: #4CAF50; padding: 2px; font-size: 8px; margin-bottom: 5px;">ホーロー製品</div> <p style="font-size: 8px;">高温で鉄にガラスを焼きつけるホーロー製品づくりに使われます。</p>	<div style="background-color: #4CAF50; padding: 2px; font-size: 8px; margin-bottom: 5px;">石けん</div> <p style="font-size: 8px;">脂肪などの石けんの原料に混ぜて、石けんをつくります。</p>
<div style="background-color: #4CAF50; padding: 2px; font-size: 8px; margin-bottom: 5px;">パルプ</div> <p style="font-size: 8px;">紙やレーヨンの原料である/ルプをつくるため、木材を滑かすに塩が使われます。</p>	<div style="background-color: #4CAF50; padding: 2px; font-size: 8px; margin-bottom: 5px;">アルミ製品</div> <p style="font-size: 8px;">アルミの皮をつくるため、原料のボーキサイトという鉱石を溶かすに塩が使われます。</p>	<div style="background-color: #4CAF50; padding: 2px; font-size: 8px; margin-bottom: 5px;">水道水</div> <p style="font-size: 8px;">水道水の消毒に使われる薬の原料になります。</p>	<div style="background-color: #4CAF50; padding: 2px; font-size: 8px; margin-bottom: 5px;">塩化ビニル製品</div> <p style="font-size: 8px;">石油からできるエチレンと反応させて、塩化ビニル製品の原料になります。</p>

目次

12

0. ウェブサイト「塩百科」のご紹介

1. 塩の木

2. かたちを変えて働く塩
ソーダ工業用

3. 性質を利用して働く塩
融冰雪用
軟水化用
塩水選
塩ストレス
鉱塩

塩の木

The Salt Industry Center of Japan
Research Institute of Salt and Seawater Science
13

性質を利用して働く塩

食用として働く塩

調味料として味つけ
の要不可欠です。

食品を塩漬けにする
と、菌類が利用できる
水分がなくなるため、腐
敗の原因となる菌類の
働きが弱まると考えられます。

グルテンの形成

小麦粉に塩を加えて
こねると、グルテンが形
をとり、うどんのツル
みを出したり、パンの
膨らみを出したりする
役割があります。

食感を良くする

食品を柔らかくする
効果があります。また、
調味料の旨味も引き出
す効果があります。

塩漬や漬物を作る

食肉のタンパク質を
水に溶かしやすくし、か
ぼやけやハネなどに効き
ます。

かたちを変えて働く塩

塩を溶かして
沸かすと、塩が結晶
として析出します。

塩を溶かして
沸かすと、塩が結晶
として析出します。

塩を溶かして
沸かすと、塩が結晶
として析出します。

塩を溶かして
沸かすと、塩が結晶
として析出します。

塩を溶かして
沸かすと、塩が結晶
として析出します。

性質を利用して働く塩

融氷雪用

軟水化用

塩水選

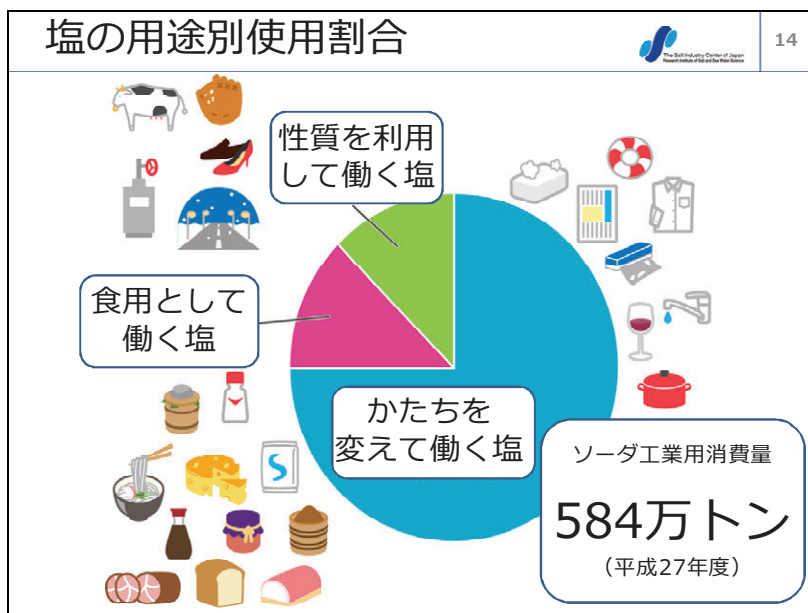
塩ストレス

鉍塩

ソーダ工業用

ソーダ灰


ガラス



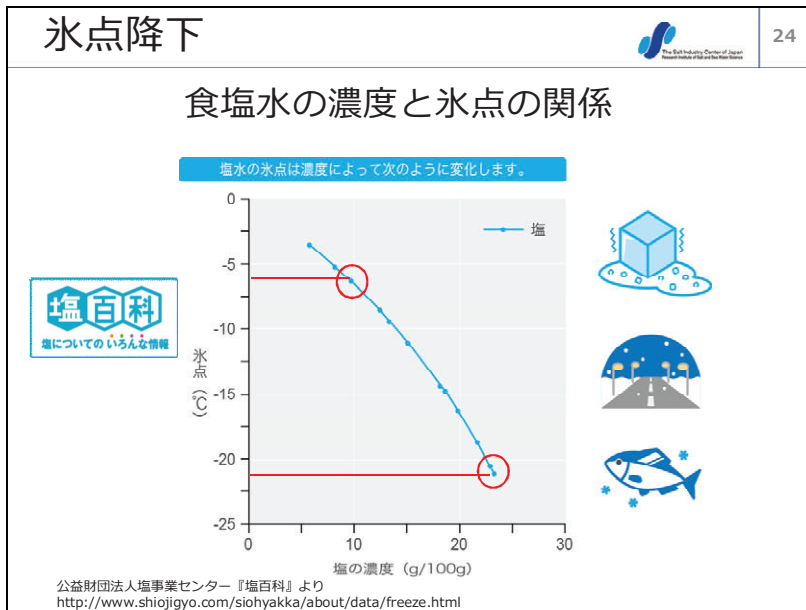
目次

The Salt Industry Center of Japan
Research Institute of Salt and Seawater Science
15


0. ウェブサイト「塩百科」のご紹介
1. 塩の木
2. **かたちを変えて働く塩**
ソーダ工業用
3. **性質を利用して働く塩**
 - 融氷雪用
 - 軟水化用
 - 塩水選
 - 塩ストレス
 - 鉍塩

<h1>目次</h1>	 22
0. ウェブサイト「塩百科」のご紹介	
1. 塩の木	
2. かたちを変えて働く塩 ソーダ工業用	
3. 性質を利用して働く塩	
融冰雪用	
軟水化用	
塩水選	
塩ストレス	
鉍塩	

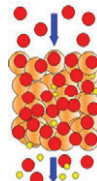




水の軟水化

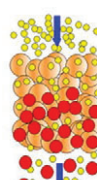

31

イオン交換樹脂による軟水化のしくみ



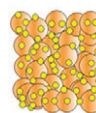
③ナトリウムがなくなると、カルシウム等がとりきれなくなる。

- ナトリウム
- カルシウム等



④塩水（塩化ナトリウム）を流し込み、イオン交換樹脂を再生する

➡



出典： uki☆uki☆ せっけんライフ http://sekken-life.com/life/soap_refresh.htm

水の軟水化


32



水道水にはカルシウムなどが含まれている

↓

水垢がこびりつく
ボイラーの効率悪化
せっけんが泡立たず、
洗濯時の汚れ落ちが悪い

↓

軟水化装置で
カルシウムなどを除去

塩が、低コストで良質な水が使える環境を支える働き

出典：オガワ水管理工業株式会社ウェブサイト http://www.ogawamizukanri.com/working/products/boiler_mizusyori/

種もみの選別（塩水選）


33




出典：J A全農山形ウェブサイト http://shonai.zennoh-yamagata.or.jp/kome/kome01_01.html

種もみの選別（塩水選）

34

横井 時敬（よこい ときよし、東京農業大学初代学長）が1882年（明治15年）に考案



塩水をつくる

↓

種もみを入れる

↓

沈んだ（身のつまった）
種もみだけを選別

出典：Wikipedia
<https://ja.wikipedia.org/wiki/横井時敬>

種もみの選別（塩水選）

35

10a当たり収量 (kg)

種籾の比重	10a当たり収量 (kg)	状態
1.00 以下	~405	塩水に浮く 身が詰まっていない 収量が低い
1.00-1.05	~445	沈む 詰まっている 高い
1.05-1.10	~448	
1.10-1.15	~450	
1.15-1.20	~455	
1.20 以上	~500	



出典：北海道大学大学院農学研究院園芸学研究室ウェブサイト
http://www.agr.hokudai.ac.jp/botagr/sakumotsu/documents/FCd4_002.pdf

塩ストレス

36

野菜を育てる際、土壌に塩をまくと野菜の糖度がアップ

生育日数 (日)	塩をまいたミニトマト① (%)	塩をまいたミニトマト② (%)	塩をまいたミニトマト③ (%)	塩をまかなかったミニトマト (%)
15	7.5	7.0	8.2	7.0
20	7.2	7.0	7.8	7.2
25	7.8	8.0	8.6	8.1
30	8.0	8.4	9.1	8.3
35	8.2	8.5	9.2	8.4
40	8.3	8.6	9.3	8.5
45	8.0	8.6	9.1	8.2
50	7.8	8.6	8.8	7.8

37

鉾塩（家畜用塩）



家畜（草食動物）の
ナトリウム補給に

↓

ビタミンEなど
必要な栄養分の
補給にも

出典：いわいずみブログ http://www.town.iwazumi.lg.jp/iwazumi_blog/archives/18449

塩が家畜の健康管理を支える働き

38

ガンディーの「塩の行進」

1930年、イギリスの植民地であったインドでは、
塩はイギリス植民地政府が管理していた

マハトマ・ガンディーはこれに抗議し、
同年3月から4月にかけて、グジャラート州アフマダーバード
から同州南部ダーンディー海岸までの約380kmを行進

地域、階層、宗教、人種の違いを超えて多くの人の
共感を得、インド独立運動の重要な転換点に

↓

塩の重要性が、人々の行動を変える働き？

39

まとめ

塩には（食用だけでなく…）私たちの生活全般に
直接/間接にかかわるさまざまな働きがあります

公益財団法人塩事業センターは、安心・安全な生
活用塩の安定供給・備蓄を通じて、これからも皆
様の生活全般を支える役割を果たして参ります

ご清聴ありがとうございました


Memo

Salt & Seawater Science Seminar 2016
塩の働き

調理・食品加工における塩の働き



公益財団法人塩事業センター 海水総合研究所
研究員・管理栄養士 中山 由佳

 1

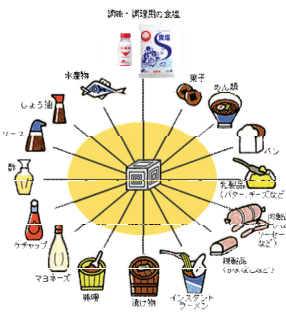
はじめに


調理・食品加工の目的
食品を消化よく、美味しく、衛生的にする

調理・食品加工において塩は不可欠であり、塩を用いない料理を挙げる方が難しいといわれる・・・

塩梅：料理の味加減

料理の良否は、塩の添加量だけでなく使用方法の適、不適にも左右される・・・



 2

調理・食品加工における塩の作用

作用	分類
野菜から水をしみ出させ、塩を浸みこませる（生野菜→漬物）	脱水・浸透
食品を腐りにくくする	防腐
美味しい調味料を作り出すのを助ける	発酵調整
うどん（小麦粉）の粘りを出す	タンパク質との相互作用
かまぼこの弾力性を増加させる	
煮豆を軟らかくする	炭水化物との相互作用
野菜のビタミンCの酸化を抑える	酸化防止
果物・野菜の変色を抑える	
他の味を強める	味の相互作用

3

The Salt Industry Center of Japan
Research Institute for Salt and Seawater Science

これら塩の働きを上手に利用することにより料理において嗜好性などが向上される可能性がある。

調理・食品加工におけるこれらの塩の作用について、実際の実験例を交えながら、紹介します。

4

The Salt Industry Center of Japan
Research Institute for Salt and Seawater Science

調理・食品加工における塩の作用

作用	分類
野菜から水をしみ出させ、塩を浸みこませる（生野菜→漬物）	脱水・浸透
食品を腐りにくくする	防腐
美味しい調味料を作り出すのを助ける	発酵調整
うどん（小麦粉）の粘りを出す	タンパク質との相互作用
かまぼこの弾力性を増加させる	
煮豆を軟らかくする	炭水化物との相互作用
野菜のビタミンCの酸化を抑える	酸化防止
果物・野菜の変色を抑える	
他の味を強める	味の相互作用

5

The Salt Industry Center of Japan
Research Institute for Salt and Seawater Science

調理・食品加工における塩の作用

脱水・浸透作用

野菜の浸透圧と相当塩分濃度(%)¹⁾

野菜	浸透圧 (MPa)	塩分濃度 (%)
大根	0.699	0.90
キュウリ	0.631	0.82
ナス	0.732	0.95

1)大坪ら,海水誌,44,329,1990

調理・食品加工における塩の作用 6



脱水・浸透作用

脱水、浸透作用を利用した加工食品

漬物、干物など
 →野菜を塩で保存することから始まった。(＋防腐作用)

萱津神社（愛知県あま市：漬物の神祖）
 土地の人々が神前にウリ・ナス・蓼などの
 初なりおよび海から取れた藻塩をお供えし
 五穀豊穡をお祈りした。

供物が腐敗するのを惜しんだ人々が、社殿の傍らに
 カメを置きその中に入れたところ、程良い塩漬けに
 なった。これを万病を治すお守りとしたことが、
 香の物祭：8月21日
我が国の漬物のはじまりであると言われる。





調理・食品加工における塩の作用 7

脱水・浸透作用

実験

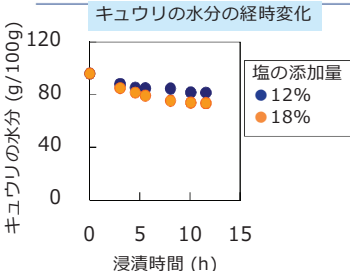
野菜を塩水に漬けると、野菜中の水分、
 塩分濃度は、どのように変化するか？



調理・食品加工における塩の作用 8

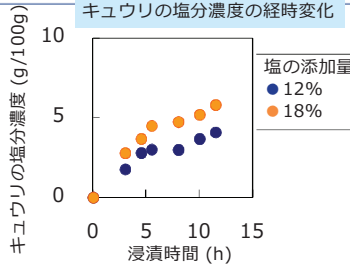
脱水・浸透作用

キュウリの水分の経時変化



浸漬時間 (h)	12% 塩添加量 (g/100g)	18% 塩添加量 (g/100g)
0	95	95
5	85	80
10	80	75
15	80	75

キュウリの塩分濃度の経時変化



浸漬時間 (h)	12% 塩添加量 (g/100g)	18% 塩添加量 (g/100g)
0	0	0
5	3	4
10	4	5
15	4	5

時間経過とともに、キュウリの水分量は、減少し、
 塩分濃度は、増加した。

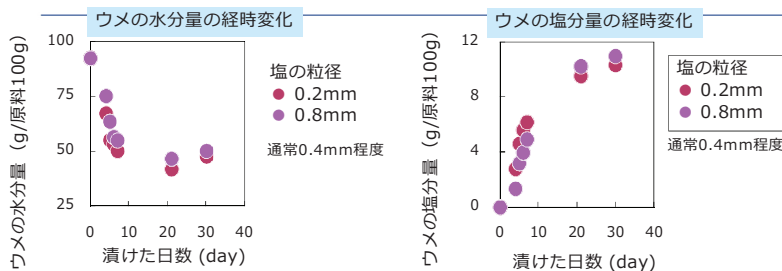
塩分の添加量が多いほど、キュウリの水分は少なく、
 塩分濃度は高くなった。

調理・食品加工における塩の作用



9

脱水・浸透作用（塩の粒径）



小粒径の塩でウメを漬けた場合のウメの水分および塩分量は、大粒径より少なかった。

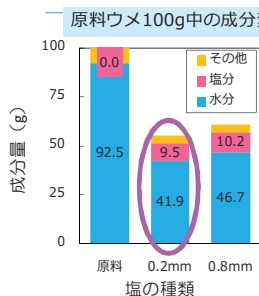
塩は粒径により溶解速度が異なり、小粒径の塩は、溶けやすいため、ウメ酢の塩分濃度が高く、ウメの水分量が少なくなった。一方、塩分については、水分が少ないため浸透できる量が少なくなったと考えられる。

調理・食品加工における塩の作用



10

脱水・浸透作用（塩の粒径）



小粒径の塩で漬けたウメの水分、塩分量は大粒で漬けたウメより少なくなった。

水分と塩分の比はいずれのウメでも同一であった。

同量の水分となるよう天日干し



同一の塩の添加量でも、塩分濃度の異なるウメ干しの作製が可能になる。


調理・食品加工における塩の作用



11

作用	分類
野菜から水をしみ出させ、塩を浸みこませる（生野菜→漬物）	脱水・浸透
食品を腐りにくくする	防腐
美味しい調味料を作り出すのを助ける	発酵調整
うどん（小麦粉）の粘りを出す	タンパク質との相互作用
かまぼこの弾力性を増加させる	
煮豆を軟らかくする	炭水化物との相互作用
野菜のビタミンCの酸化を抑える	酸化防止
果物・野菜の変色を抑える	
他の味を強める	味の相互作用

調理・食品加工における塩の作用 12




防腐作用

微生物 ⇒食品中の水分（自由水）があると増殖
 食品に塩を添加 ⇒自由水減少 ⇒増殖に必要な水が不足
 ⇒増殖阻害

多くの細菌：NaCl 10%増殖を防止¹⁾
 酵母：NaCl 20% “
 カビ：NaCl 30% “

1)菅家,食品衛生学,27,1996


調理・食品加工における塩の作用 13




防腐作用(ウメ干し)

実験

塩の添加量を変えてウメ漬けした場合、
 微生物数に違いはあるか？

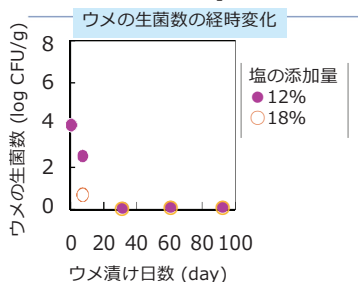


調理・食品加工における塩の作用 14

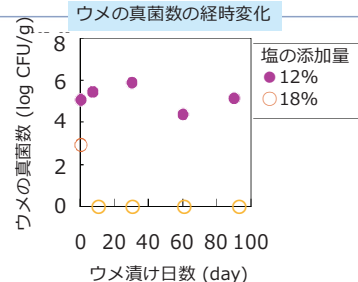


防腐作用(ウメ干し)

ウメの生菌数の経時変化



ウメの真菌数の経時変化



ウメに対し塩を18%添加した場合、ウメ漬け日数とともに微生物数は減少した。
 12%添加した場合、生菌数は減少したが、真菌数の変化は見られなかった。

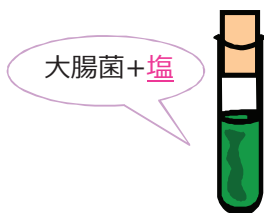
菌の種類により耐塩性に差があるためと考えられる。

調理・食品加工における塩の作用

防腐作用（大腸菌）

実験

乳糖ブイヨン（LB）培地に大腸菌と塩を添加して培養した場合の大腸菌数はどのように推移するか？



調理・食品加工における塩の作用

防腐作用（大腸菌）

培地の塩分濃度と大腸菌の増殖阻害効果

h	NaCl濃度 (%)						
	<0.1	0.1	0.2	0.5	1	2	5
24	×	×	○	○	○	○	○
48	×	×	×	○	○	○	○
72	×	×	×	×	○	○	○
120	×	×	×	×	×	○	○

塩分濃度が高いほど大腸菌の増殖は阻害された。

培地のNaCl濃度は、0.2%以下にすることが推奨される¹⁾。



陽性：×

陰性：○


塩は、大腸菌の増殖を抑制する働きがある。

¹⁾食品中の微生物検査法の解説書,305,1996

調理・食品加工における塩の作用

作用	分類
野菜から水をしみ出させ、塩を浸みこませる（生野菜→漬物）	脱水・浸透
食品を腐りにくくする	防腐
美味しい調味料を作り出すのを助ける	発酵調整
うどん（小麦粉）の粘りを出す	タンパク質との相互作用
かまぼこの弾力性を増加させる	
煮豆を軟らかくする	炭水化物との相互作用
野菜のビタミンCの酸化を抑える	酸化防止
果物・野菜の変色を抑える	
他の味を強める	味の相互作用

調理・食品加工における塩の作用 18



防腐・発酵調整作用

微生物→食品の成分を栄養源として繁殖→変質


- ・好ましい味や香りを作り出す場合→発酵
 (味噌・醤油・日本酒など)
- ・不快な匂い、不味い味、有毒な物質を作り出す場合→腐敗

多くの細菌：NaCl 10% 増殖を防止¹⁾
 酵母・カビ：NaCl 20~30% "

味噌：NaCl 9~15% 腐敗を防止し、発酵に有用な
 しょうゆ：NaCl 16~19% 酵母などを利用



1)菅家,食品衛生学,27,1996

調理・食品加工における塩の作用 19



発酵調整作用

発酵調整作用を利用した加工食品

味噌、しょうゆなど


味噌：大豆に麴と塩を混ぜ、発酵、熟成させた食品

中国大陸から朝鮮を通り、7世紀半ばすぎに日本に伝来

発酵食品である醬（しょう/ひしお）から発し、「未だ醬にならないもの」未醬（みしょう）、**味噌**（みしょ）、その後**味噌**（みそ）と変化していったと言われている。¹⁾

1)東, 発酵と醸造 I, 1
<http://www.marukome.co.jp/knowledge/miso/history/>

調理・食品加工における塩の作用 20



発酵調整作用

大豆
麴

デンプン →

α-アミラーゼ
 グルコアミラーゼ

→

グルコース

甘味

タンパク質 →

プロテアーゼ
 ペプチターゼ

→

グルタミン酸

うま味

調理・食品加工における塩の作用

発酵調整作用

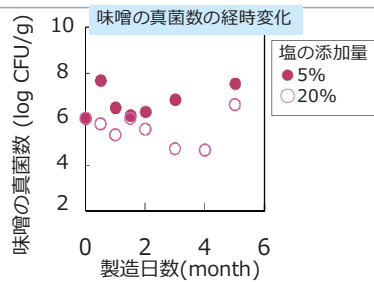
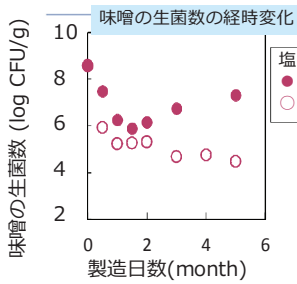
実験

塩分濃度を変えて味噌を作製した場合、製造過程における微生物数およびうま味成分（アミノ酸）量に違いは見られるか・・・？



調理・食品加工における塩の作用

発酵調整作用

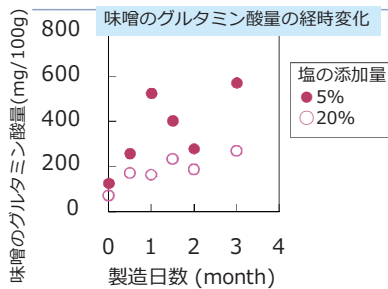


生菌数は製造日数とともに減少したが、味噌の塩分が低いと、徐々に増加した。

真菌数は味噌の塩分濃度が低い程多かった。製造日数による菌数の変化は小さかった。

調理・食品加工における塩の作用


発酵調整作用



グルタミン酸量は、経過時間とともに増加した。

塩分濃度20%の味噌では、塩により腐敗が抑えられ、また、うま味成分も増加されており、塩により熟成が進行できていると推測された。


24



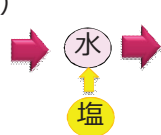
調理・食品加工における塩の作用

作用	分類
野菜から水をしみ出させ、塩を浸みこませる（生野菜→漬物）	脱水・浸透
食品を腐りにくくする	防腐
美味しい調味料を作り出すのを助ける	発酵調整
うどん（小麦粉）の粘りを出す かまぼこの弾力性を増加させる	タンパク質との相互作用
煮豆を軟らかくする	炭水化物との相互作用
野菜のビタミンCの酸化を抑える 果物・野菜の変色を抑える	酸化防止
他の味を強める	味の相互作用

25




調理・食品加工における塩の作用 タンパク質との相互作用

小麦粉のタンパク質（8~14%）
 グリアジン + グルテニン →  → グルテン

塩は、グルテンの網目状組織を緻密にする¹⁾とされている。


塩⇒生地（グルテン）が引き締まる

うどんなどは、この作用を利用



1) 香西, 日本海水学会誌, 57, 2003

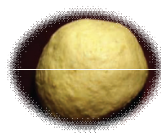
26



調理・食品加工における塩の作用 タンパク質との相互作用

実験

小麦粉に水および塩を添加してグルテンを生成した場合、性状に差はあるか？



調理・食品加工における塩の作用 30

タンパク質との相互作用

かまぼこの塩分と柔軟性

塩分	柔軟性 (破断距離mm)
塩なし	約5.2
塩(3%)	約7.2

かまぼこの塩分と硬さ

塩分	硬さ (応力 Pa/m)
塩なし	約42
塩(3%)	約35

塩を添加したゲルは、柔軟性（弾力性）が増加した。

かまぼこの物性は、塩の添加量の違いにより影響されることが示唆された。

調理・食品加工における塩の作用 31

作用	分類
野菜から水をしみ出させ、塩を浸みこませる（生野菜→漬物）	脱水・浸透
食品を腐りにくくする	防腐
美味しい調味料を作り出すのを助ける	発酵調整
うどん（小麦粉）の粘りを出す	タンパク質との相互作用
かまぼこの弾力性を増加させる	
煮豆を軟らかくする	炭水化物との相互作用
野菜のビタミンCの酸化を抑える	酸化防止
果物・野菜の変色を抑える	
他の味を強める	味の相互作用

調理・食品加工における塩の作用 32

炭水化物との相互作用

ペクチン

細胞壁や細胞膜などに含まれる多糖類
 ガラクツロン酸（ウロン酸）がα-1,4結合して鎖状になったもの

ペクチン + Ca \rightarrow 分子構造変化 \rightarrow 軟化
 (架橋結合)

塩
(Na)

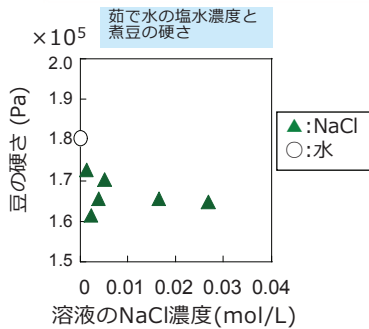
調理・食品加工における塩の作用
 炭水化物との相互作用

実験

豆を煮る際に、茹で水に塩を加えると、
 豆の硬さはどうなるか？



調理・食品加工における塩の作用
 炭水化物との相互作用



塩を添加して茹でた豆は、
 無添加の茹で豆と比較して
 軟らかくなる傾向が見られた。

ダイコンやジャガイモなどでも
 同様の報告がある¹⁾

食材の種類によらず、塩による軟化効果があると考えられる。

1)畑江,日本海水学会誌,54,426,2000

調理・食品加工における塩の作用

作用	分類
野菜から水をしみ出させ、 塩を浸みこませる（生野菜→漬物）	脱水・浸透
食品を腐りにくくする	防腐
美味しい調味料を作り出すのを助ける	発酵調整
うどん（小麦粉）の粘りを出す	タンパク質との相互作用
かまぼこの弾力性を増加させる	タンパク質との相互作用
煮豆を軟らかくする	炭水化物との相互作用
野菜のビタミンCの酸化を抑える	酸化防止
果物・野菜の変色を抑える	酸化防止
他の味を強める	味の相互作用

調理・食品加工における塩の作用 36

酸化防止作用（ビタミンC）

ビタミンCの酸化・分解

Lアスコルビン酸 → デヒドロアスコルビン酸 → 2,3-ジケト-L-グルロン酸 (ビタミンC) (生理作用なし)

⇒ 酸素・pH・温度・共存物質・酸化酵素などにより容易に酸化・分解する

Lアスコルビン酸 → 酸素・pH・温度・共存物質 → 酸化物質

塩 (Cl) により酸化が阻害される

Lアスコルビン酸
アスコルビン酸オキシダーゼ → 酸素 → 酸化物質

塩による酵素活性の抑制効果により、酸化が阻害される


調理・食品加工における塩の作用 37

酸化防止作用（ビタミンC）

実験

ビタミンC溶液に塩または酸化酵素と塩を加え、しばらく放置後、ビタミンC量に差は見られるか？


水+ビタミンC



水+ビタミンC + 酸化酵素

V S

水+ビタミンC + 塩

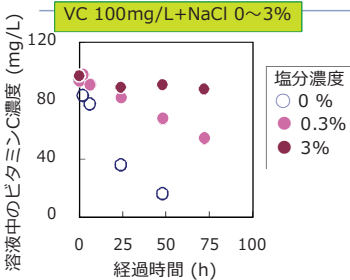


水+ビタミンC + 酸化酵素 + 塩

調理・食品加工における塩の作用 38

酸化防止作用（ビタミンC）

VC 100mg/L+NaCl 0~3%



塩分濃度
○ 0%
● 0.3%
● 3%

溶液中のビタミンC濃度 (mg/L)

経過時間 (h)

塩分濃度が高くなるほど、溶液中のビタミンC量は、多くなった。

↓

塩は、ビタミンCの酸化を阻害すると考えられる。

浅漬け塩分濃度 (2~3%)
→ 今後検証予定

野菜のビタミンC量 (mg/kg) ¹⁾

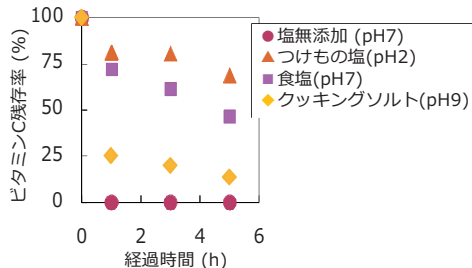
野菜	ビタミンC量
ダイコン	110
ハクサイ	190
キュウリ	140

1) 日本食品標準成分表2015年版 (七訂)

調理・食品加工における塩の作用

酸化防止作用（酸化酵素）

VC 100mg/L+VC酸化酵素+NaCl 0,3%



塩を添加した溶液は、無添加の溶液と比較してビタミンCの残存率が高かった。pHの低い塩は、ビタミンCの残存率が高かった。

➡ 塩は、酸化酵素の活性を阻害することにより、VCの酸化を抑制できると考えられる。

調理・食品加工における塩の作用

酸化防止作用（酸化酵素）

野菜中のビタミンC酸化酵素活性¹⁾


野菜	酵素活性 (unit/g fr.wt.)
キュウリ	50.0
カボチャ	27.7
ニンジン	2.56
ダイコン	0.00
トマト	0.00

ダイコンおろし+ニンジン（紅葉おろし）
→塩および酢などの添加により酵素活性を抑制できる

1)大羽,日本調理科学会誌,29,1996

調理・食品加工における塩の作用

作用	分類
野菜から水をしみ出させ、塩を浸みこませる（生野菜→漬物）	脱水・浸透
食品を腐りにくくする	防腐
美味しい調味料を作り出すのを助ける	発酵調整
うどん（小麦粉）の粘りを出す	タンパク質との相互作用
かまぼこの弾力性を増加させる	
煮豆を軟らかくする	炭水化物との相互作用
野菜のビタミンCの酸化を抑える	酸化防止
果物・野菜の変色を抑える	
他の味を強める	味の相互作用


調理・食品加工における塩の作用  42

酸化防止作用（色調）

リンゴ、モモ、ゴボウ、レンコンなど
➡ 切断後、放置 ➡ 褐変

ポリフェノールとポリフェノール
オキシダーゼ（野菜や果物の細胞内）➡ 酸素 ➡ 褐色物質


塩は、酵素活性を抑制する効果があるため、
変色を防止する。

調理・食品加工における塩の作用  43

抗酸化作用（色調）

実験

りんごを切り、そのまま放置した場合と、
塩水に浸漬した場合で、これら切断面の色に
差が見られるか？



調理・食品加工における塩の作用  44

酸化防止作用（色調）

30秒浸漬後1h放置




芯付近を中心に
変色が見られ
た。

変色は見られ
なかった。

水 塩水 (NaCl0.5%)

塩により酵素活性が阻害され、変色が抑制されたと
考えられる。


45



調理・食品加工における塩の作用

作用	分類
野菜から水をしみ出させ、塩を浸みこませる（生野菜→漬物）	脱水・浸透
食品を腐りにくくする	防腐
美味しい調味料を作り出すのを助ける	発酵調整
うどん（小麦粉）の粘りを出す	タンパク質との相互作用
かまぼこの弾力性を増加させる	
煮豆を軟らかくする	炭水化物との相互作用
野菜のビタミンCの酸化を抑える	酸化防止
果物・野菜の変色を抑える	
他の味を強める	味の相互作用

46



調理・食品加工における塩の作用

味の相互作用



◆ **対比効果：一方の味を強める**

甘味（多） + 塩味（少）：甘味を強める
 ➡ スイカに塩、汁粉に塩


旨味（多） + 塩味（少）：旨味を強める
 ➡ スープ

◆ **抑制効果：一方の味を弱める**

酸味（多） + 塩味（少） + 甘味（少）：酸味を弱める
 ➡ 寿司酢

47



調理・食品加工における塩の作用

味の相互作用（甘味と塩味）

甘味に対する塩味

甘味（シヨ糖%）	塩味（NaCl%）	
10	0.15	➡ 甘味が増加 ¹⁾
25	0.15	
50	0.05	

¹⁾田村,日本海水学会誌,48,225,2003

調理・食品加工における塩の作用 48

The Salt Industry Center of Japan
Research Institute for Salt and Seawater Science

味の相互作用

実験 塩味に対する甘味

ダイコンの煮物に砂糖を添加した場合、砂糖の添加量により塩味に違いがあるか？
(NaCl 0.7% + 砂糖 0 ~ 3% 添加)



味の検知閾 (% (W/V)) ¹⁾

甘味 (シヨ糖)	塩味 (NaCl)	うま味 (MSG)
0.086	0.0037	0.012

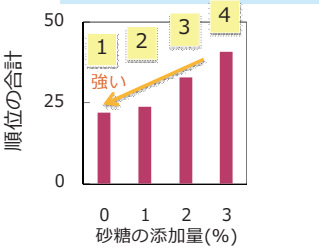
1) 東, 発酵と醸造 III, 242, 2004

調理・食品加工における塩の作用 49

The Salt Industry Center of Japan
Research Institute for Salt and Seawater Science

味の相互作用 (甘味と塩味)

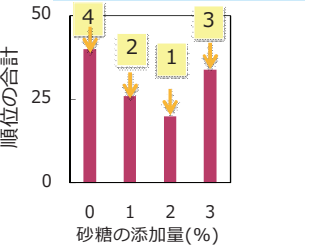
塩味の強さ (塩分濃度 0.7%)



順位の合計

砂糖の添加量 (%)

おいしさ (塩分濃度 0.7%)



順位の合計

砂糖の添加量 (%)

甘味の添加量が少ないほど塩味は強くなった。 甘味を添加した方が好まれた。
⇒ 塩味 ≠ おいしさ

甘味 (多) + 塩味 (少) : 甘味を強める → 対比効果
塩味 (多) + 甘味 (少) : 塩味を弱める → 抑制効果

甘味、塩味の強さは、塩および砂糖の添加量に影響される。

※ダイコン煮物 n=12


調理・食品加工における塩の作用 50

The Salt Industry Center of Japan
Research Institute for Salt and Seawater Science

味の相互作用 (うま味と塩味)

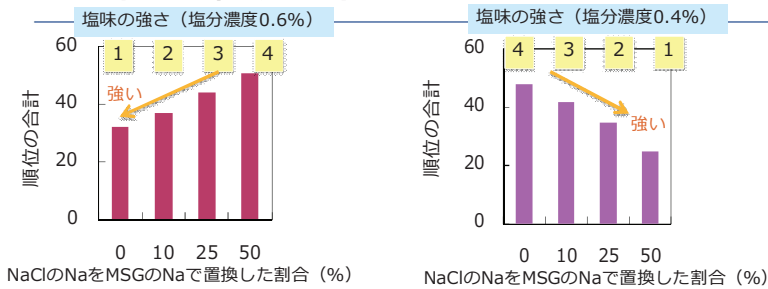
実験

塩水にうま味 (グルタミン酸Na (MSG)) を添加した場合、添加量により塩味に違いがあるか？



調理・食品加工における塩の作用

味の相互作用（うま味と塩味）



塩分濃度0.6%の場合、MSGの添加量が少ないほど塩味が強くなった。一方、塩分濃度0.4%の場合、MSGの添加量が多いほど塩味が強くなった。

塩分濃度により、うま味物質の濃度による塩味の強さへの影響は異なることが示唆された。

※NaCl+MSG溶液 n=17,15

調理・食品加工における塩の作用

作用	分類
野菜から水をしみ出させ、塩を浸みこませる（生野菜→漬物）	脱水・浸透
食品を腐りにくくする	防腐
美味しい調味料を作り出すのを助ける	発酵調整
うどん（小麦粉）の粘りを出す	タンパク質との相互作用
かまぼこの弾力性を増加させる	
煮豆を軟らかくする	炭水化物との相互作用
野菜のビタミンCの酸化を抑える	酸化防止
果物・野菜の変色を抑える	
他の味を強める	味の相互作用

おわりに

調理および食品加工における塩の働きについて、弊所における実験結果を交えながらご紹介しました。

毎日使われる「塩」の使い方、選び方などに少しでも活かして頂けることがありましたら幸いです。

ご清聴ありがとうございました。

公益財団法人塩事業センター 海水総合研究所主催

Salt & Seawater Science Seminar 2016

2016/11/29

塩の働き

コクヨホール

「3. 生命を支える塩の働き」

- (1) 食塩は生命をどのように支えているか
- (2) 食塩バランスの維持メカニズム
- (3) 食塩過剰と食塩欠乏
- (4) 食塩との付き合い方

浜松医科大学
菱田 明

生物(細胞)が生きていく上での必要条件

栄養分と酸素を得られる

老廃物と炭酸ガスは周辺から運び去られる

細胞周辺の電解質濃度、酸性度などが一定に保たれる

生物(細胞)は
海水中で誕生した



人体は60兆個の細胞からできている
(細胞の密集状態)

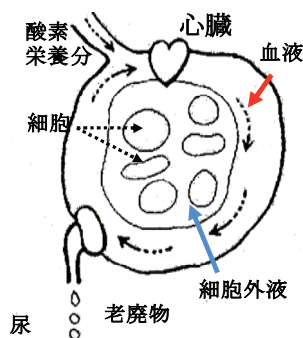


栄養分を細胞周辺に運び込み、
老廃物を運び去るシステムが必要

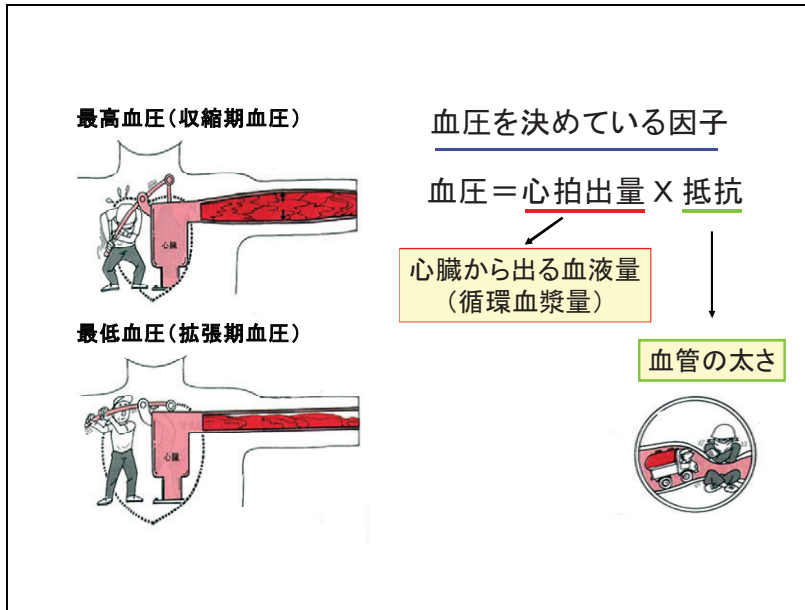
細胞が生きていくためには、細胞外液の循環が必要

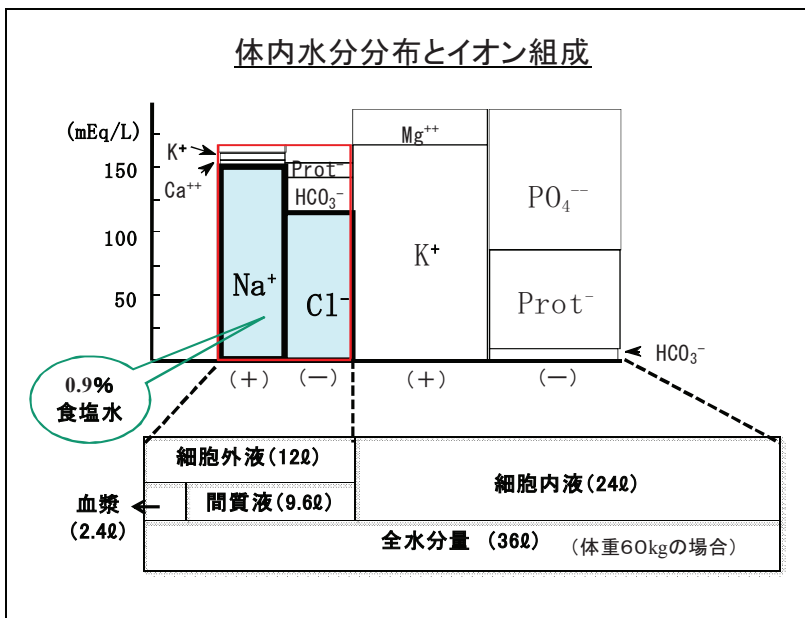
細胞周辺環境に求められること

- 1) 栄養や酸素の供給
- 2) 老廃物、炭酸ガスの除去
- 3) 電解質濃度やpHの恒常性



講演 3 生命を支える塩の働き

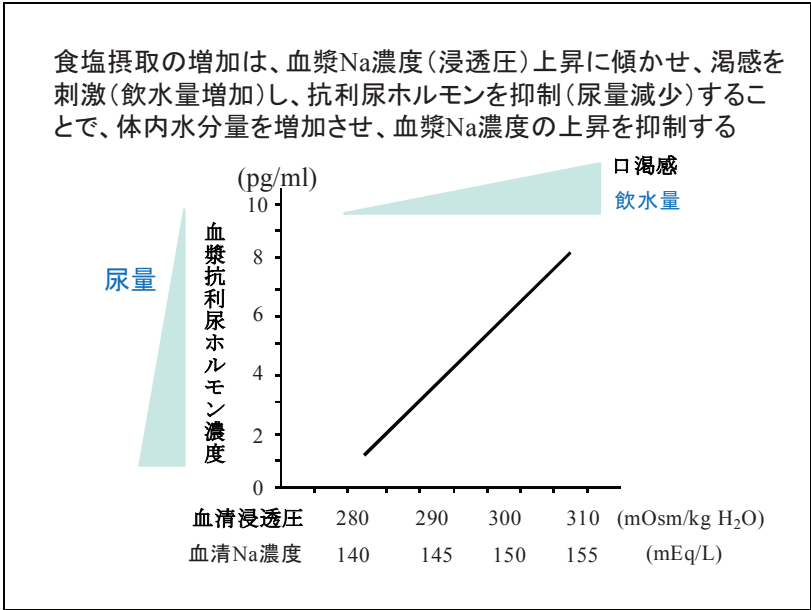


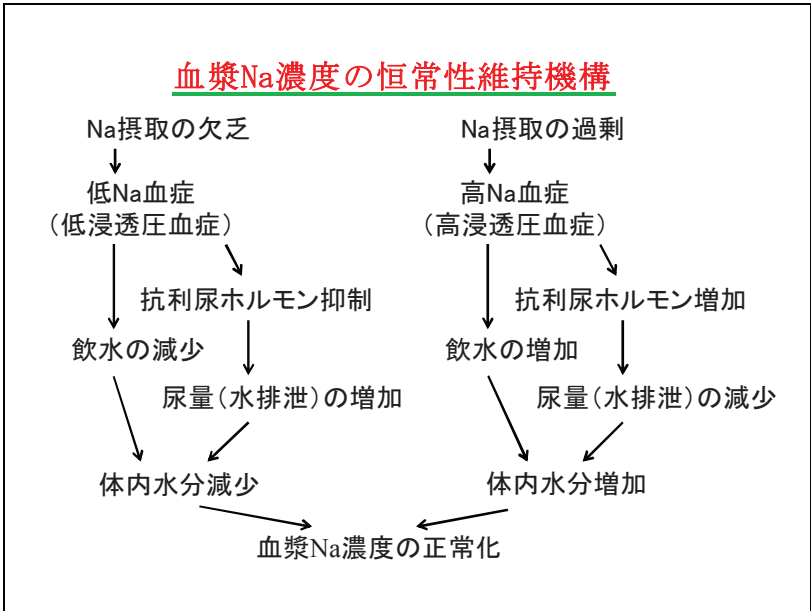


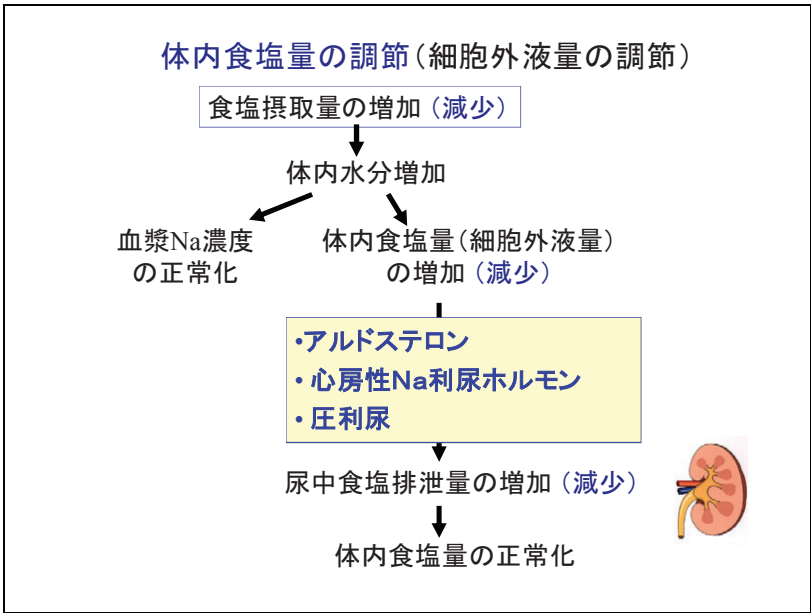
食塩は、「細胞周辺への栄養分・酸素の運び入れや、細胞周辺からの老廃物・炭酸ガスの運び出しを担う細胞外液」の主要なミネラルとして循環システムを支える。

- (1) 食塩は生命をどのように支えているか
- (2) 食塩バランスの維持メカニズム
- (3) 食塩過剰と食塩欠乏
- (4) 食塩とのつきあい方

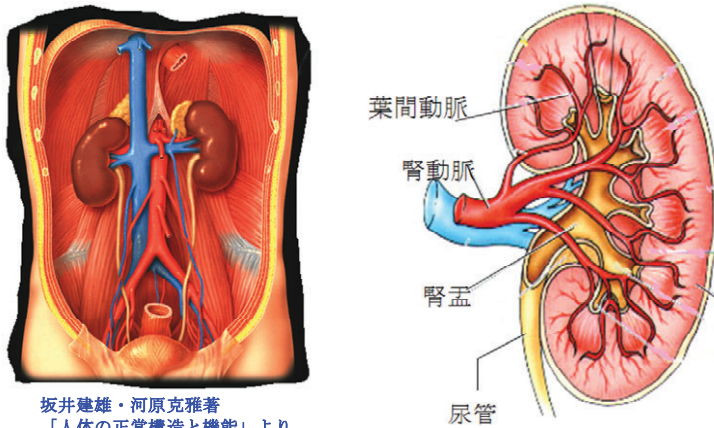
「細胞外液の総量」と「Na濃度」の恒常性を保つ
 (「水と食塩の総量」と「相対バランス」の二つを同時に調節)



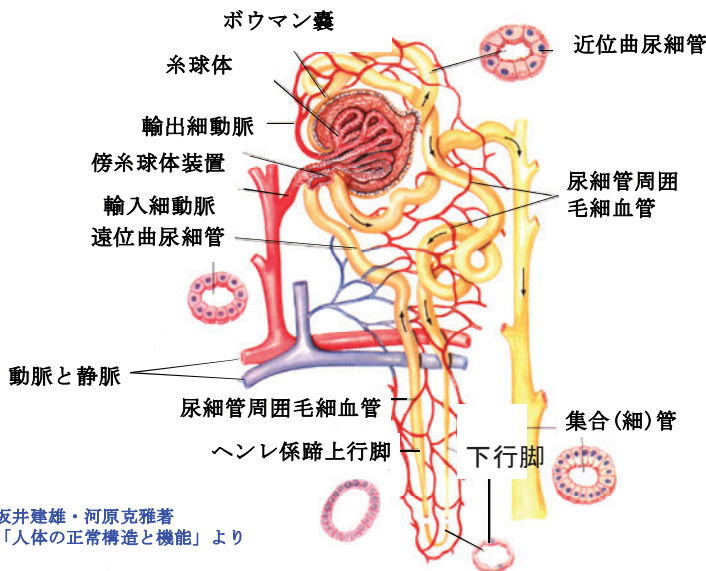




腎臓は どのような構造で
どのような機能を果たしているか？



坂井建雄・河原克雅著
「人体の正常構造と機能」より



坂井建雄・河原克雅著
「人体の正常構造と機能」より

糸球体 遠位尿細管

近位尿細管 集合管

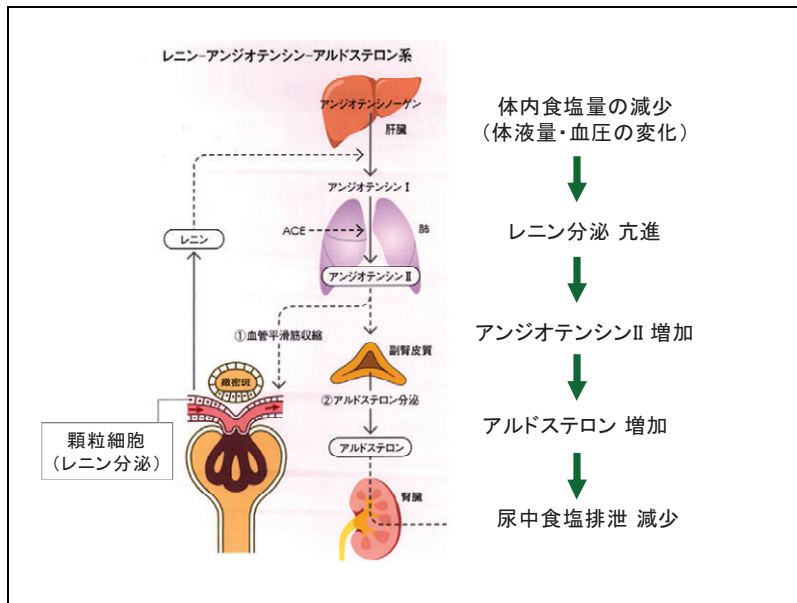
ヘンレ係蹄 腎盂へ

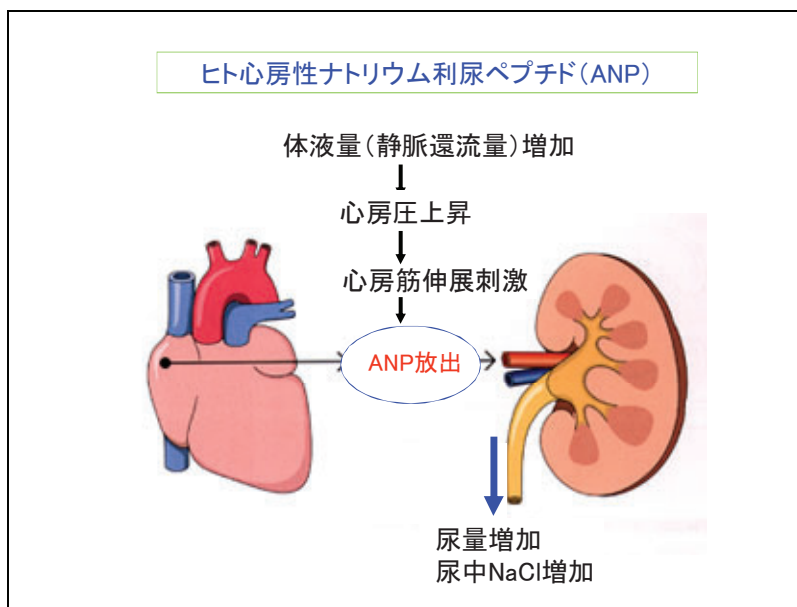
糸球体
140Lの水と
1300gの食塩
を濾過(1日)

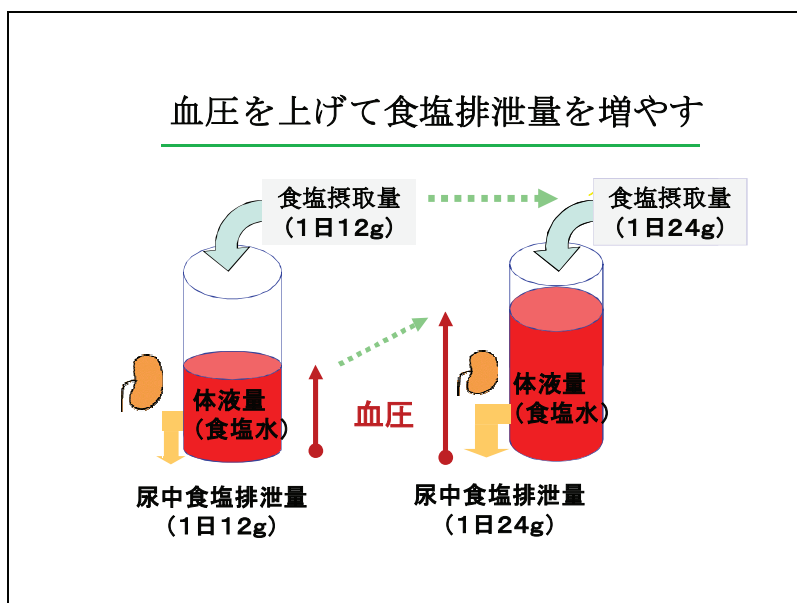
尿細管
99%を再吸収

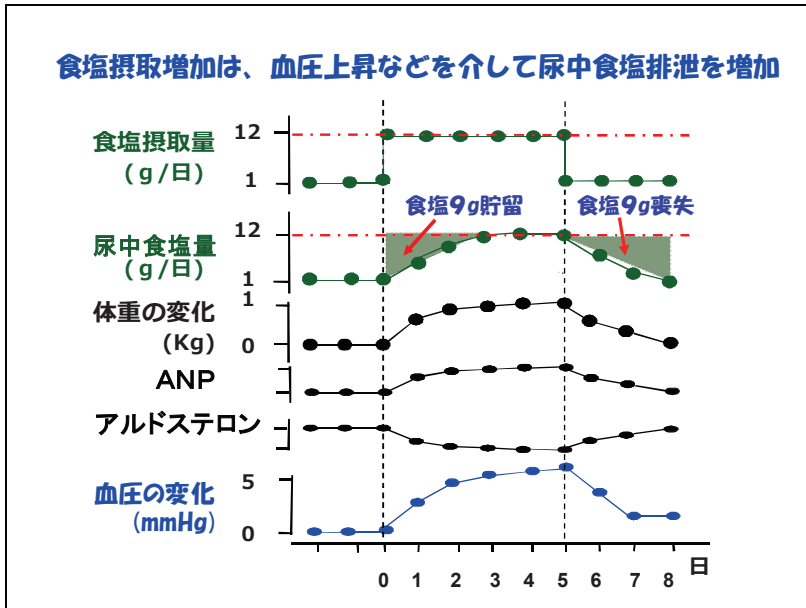
尿として
1.4Lの水分
12gの食塩
を排泄。

- アルドステロン
- 心房性Na利尿ホルモン
- 圧利尿









まとめ

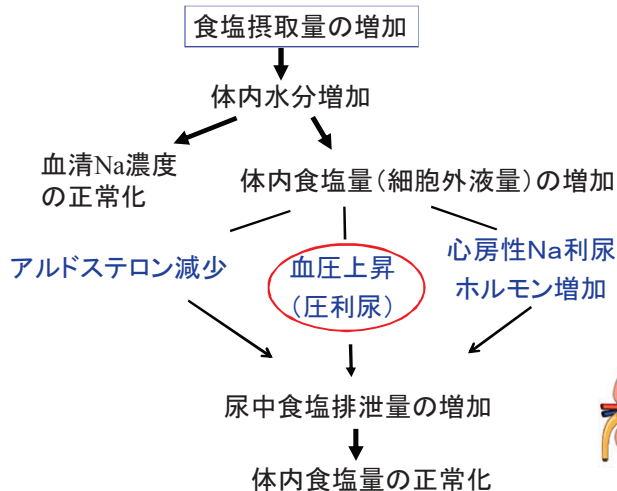
- 1) 循環システムは重要
- 2) 食塩は循環システムの維持に必要不可欠
→ 「食塩は生きていく上で必須のもの」
- 3) 身体には体内の食塩量を調節する機構がある

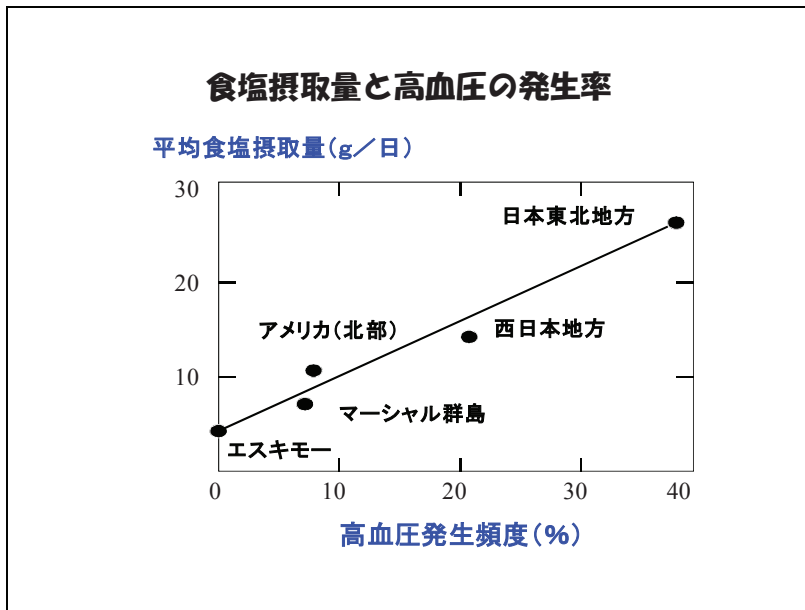
疑問

食塩摂取に応じた食塩排泄調節系があれば
食塩は自由に摂取して良いことになる？
(食塩の摂りすぎや、摂取不足はあるか?)

- (1) 食塩は生命をどのように支えているか
- (2) 食塩バランスの維持メカニズム
- (3) 食塩過剰と食塩欠乏
- (4) 食塩とのつきあい方

体内食塩量の調節 (細胞外液量の調節)

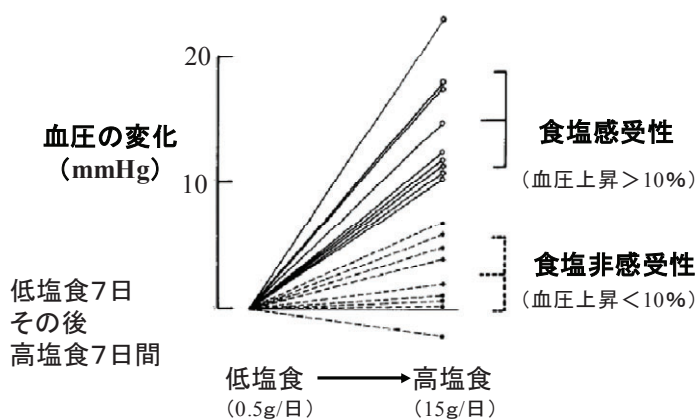




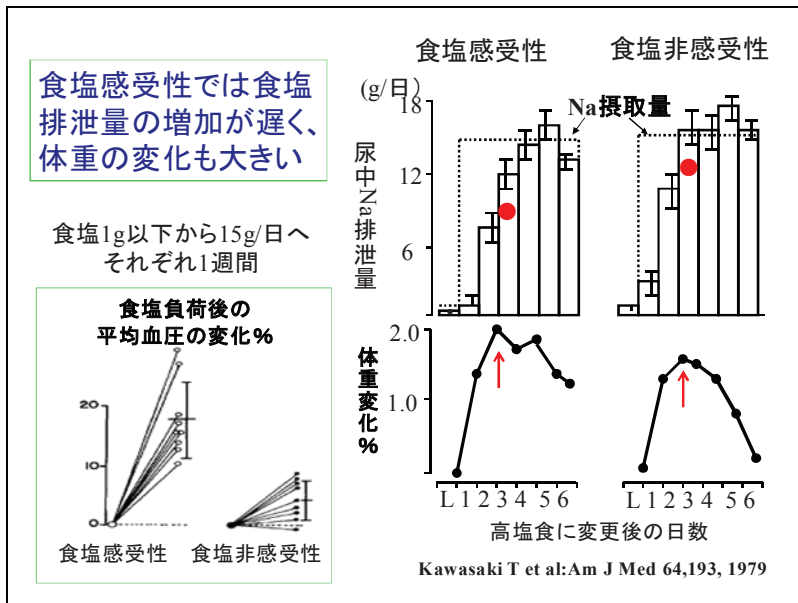
日本を始め、米国やヨーロッパの
「高血圧診療ガイドライン」では
「一日6g未満の食塩」を摂取を勧めています。

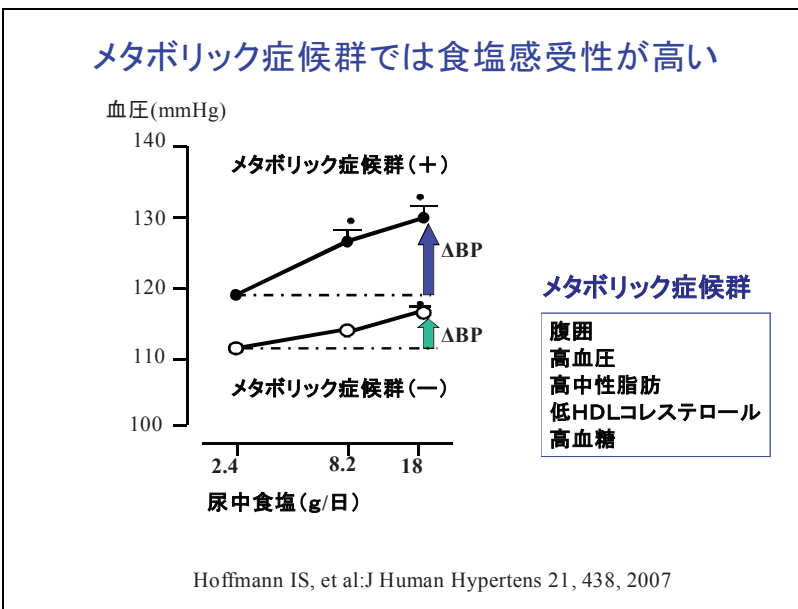
- 日本高血圧学会：6g/日未満
- 高血圧の診断と治療に関する米国合同委員会：6g/日未満
- ヨーロッパ心臓学会と高血圧学会合同委員会：5g/日未満
- WHO：5g/日未満
- 日本腎臓学会：3g以上、6g/日未満

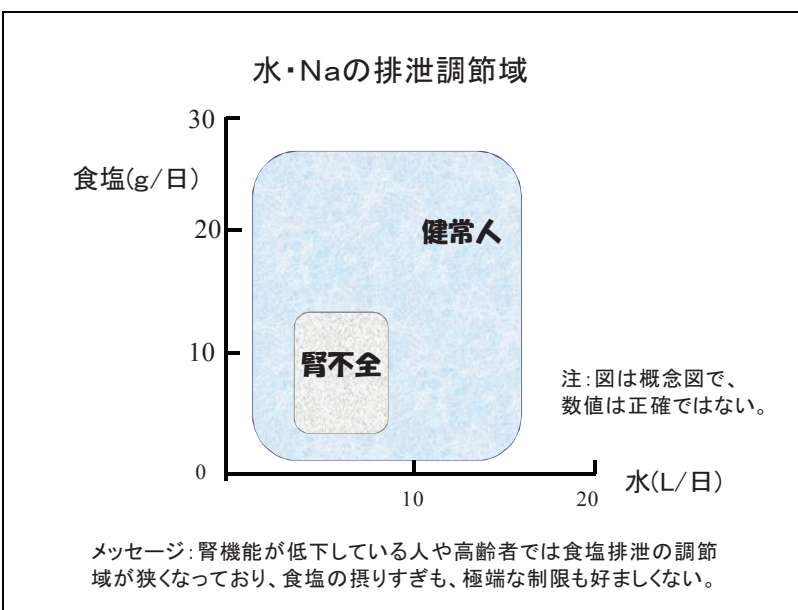
食塩摂取量の増加による血圧上昇には個人差がある



Fujita T et al: Am J Med 69:334,1980

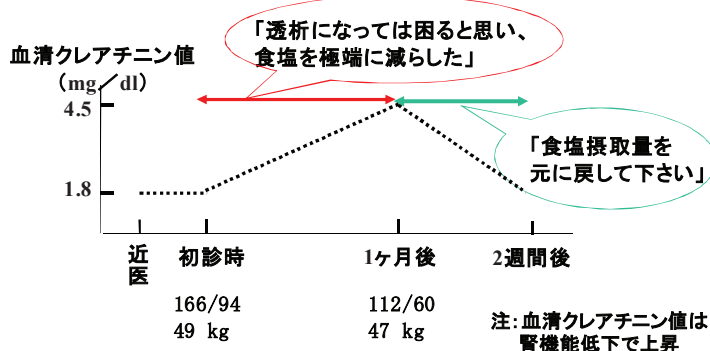






摂取食塩量は、少ないほど良いか？

78歳女性。50歳頃から高血圧で通院治療中。ある日、主治医から「腎機能が低下している」と言われ、紹介状の内容からは、「高血圧と加齢による腎機能低下」と考え、「腎障害が悪化する可能性があるとしてもゆっくりでしょう。念のため、2、3の検査をしましょう」と話して、1ヵ月後に再受診してもらった。



摂取食塩量は、少ないほど良いか？

84歳女性。
高血圧と心不全のため、降圧薬と利尿薬を内服していた。
1週間前に咽喉の痛みと発熱を来し、食欲が低下した。咽喉の痛みと発熱は1日で軽快したが、その後元気がなくなり、食事が摂れなくなってきた。今朝から呼びかけても応答しなくなったため、救急車で来院し入院した。

入院時血圧は96/48と低下し、脈拍は110/分であり、皮膚のしわが目立ち、脱水が疑われた。
利尿薬と降圧薬を中止し、生理食塩水を点滴したところ、意識は回復し、食欲も回復し、元気になって退院した。

細胞外液量(体内食塩量)の減少による血圧低下、意識障害

摂取食塩の減少

体内食塩量(細胞外液量)の減少

脱水・低血圧
元気がなくなる
食欲低下(悪循環)
意識障害
腎機能低下

- (1)食塩は生命をどのように支えているか
(2)食塩バランスの維持メカニズム
(3)食塩過剰と食塩欠乏
(4)食塩との付き合い方

1)個人レベル

減塩を心がけるべき人
高血圧、心機能低下、腎機能低下
肥満、メタボ、高齢者

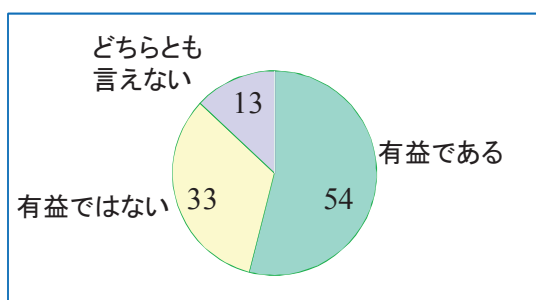
食塩欠乏に注意する人

腎機能低下、高齢者、利尿薬内服
食塩欠乏に注意するタイミング
下痢、嘔吐、多量発汗
食欲低下(発熱、その他)

血圧、体重の
日常的測定は
食塩欠乏防止に有益

2)コミュニティのレベル

国民一般を対象とした減塩は
「脳卒中や心血管疾患の発症・死亡の予防」に
有益であるか？



269論文(1978-2014)のまとめ

Trinquart, L., D. M. Johns, et al. "Why do we think we know what we know? A metaknowledge analysis of the salt controversy." Int J Epidemiol 45: 251,2016.

国民一般を対象とした減塩は、健康に有益か？

欧州腎臓学会誌2016年9月号

全世界で減塩を行えば、脳卒中、心臓疾患、慢性腎臓病を
23%を減らすことができる(世界で125万人の死亡減)。

(ウォーリック大学 Cappuccio FP)

- (1)減塩による降圧効果は、男女、年齢、人種、収入の多寡、などを問わず認められている。
(2)減塩は安価ででき、費用対効果が大きい

国民一般を対象とした減塩は、健康に有益か？

欧州腎臓学会誌2016年9月号

WHOなどが「5.8g/未満への減塩」を推奨するのは間違い

(コペンハーゲン大学Graudal N)

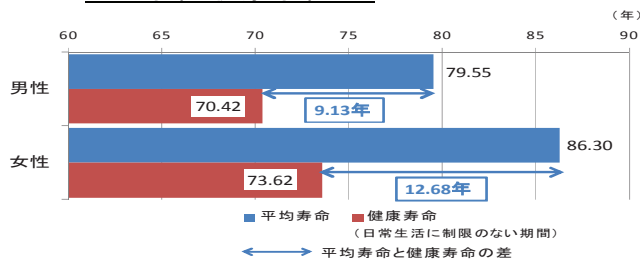
- (1) 5.8g未満への強い減塩では、
 - 1) レニンアラドステロンなどの食塩貯留ホルモン、カテコールアミンなどのストレスホルモン、が著しく上昇する。
 - 2) コレステロール、中性脂肪を増加させる
 - 3) 死亡率が増加するという報告がある。
- (2) 「減塩が降圧をもたらす」という報告は、高齢者、高血圧、正常高値高血圧(130-135/85-89)、などを対象としたものであり、若年者、正常血圧者での減塩の効果を証明した研究結果はない。
- (3) 12.2g以上の食塩摂取が死亡率増加につながるという報告があるが、そのような高食塩を摂っているのは人口の5%未満である。

日本社会全体としての減塩(考慮すべき事項)

(1) 日本社会では高血圧が大きな健康問題

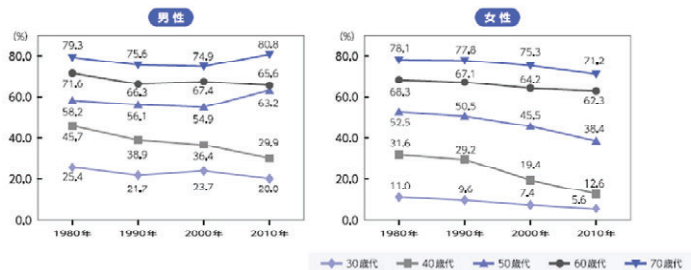
日本人の死亡原因の1/3は脳卒中・心疾患
65歳以上の寝たきり状態の38%は脳血管疾患

平均寿命と健康寿命の差



日本社会全体として減塩(考慮すべき事項)

(2) 高血圧有病率が高い



(3) 食塩摂取量は最低必要量(3g/日前後)の3倍以上

日本人の食塩摂取量は平均10.4g(男性11.4g, 女性9.4g)
食事摂取基準(2015年版)目標量: 男性8g/日未満、女性7g/日未満

社会全体として減塩に取り組むことが望ましい

- 1) 高血圧が多い
- 2) 日本人の死因、要介護の原因に高血圧関連の脳卒中、
心筋梗塞などが多い
- 3) 食塩摂取量は必要量を遙かに超えている
- 4) 高齢者(腎機能低下)、肥満者など食塩感受性の人口増加
- 5) 食材の中で占めるレトルト、外食、などの割合が増大し、
個人レベルでの減塩が難しくなりつつある

社会全体としての減塩目標： 6g/日レベル
「過度の減塩の危険性」について周知すべき。
(特に、食事摂取減少、下痢、などの時の対応)

Memo