

## 調理に伴う食塩量の変化

續 順 子 ・ 中 島 けい子

Change of Salt Content in Meal at Cooking

Junko TSUDZUKI and Keiko NAKASHIMA

調理に使用される食塩量と、出来上がった食事の食塩量は必ずしも一致しないことが知られている。本学家政学部食物科の集団給食実習では、栄養価表を作成し、それに基づき実習食が調理されている。この実習食の食塩量を実測した結果、栄養価表上に算出される食塩量との間に著しい差異のあることが認められた<sup>1)</sup>。

この差の生じる原因として、ジャガイモなどを茹でるときに加える食塩の相当部分が食品材料に吸収されず、茹で汁と共に捨てられることや、キュウリやハクサイの浅漬けや一夜漬けの食塩が浸出液と共に捨てられるためと推定される。また煮物は調理する際にある程度の煮汁を必要とするが、調理されたものの煮汁まですべて付け分けて食するとは限らず、調味料として加えられた食塩の相当部分が煮汁に残って捨てられる。さらには付け焼きの付け汁やみそも焼く時に取り除かれて食されない。このように、茹でる、煮る、塩漬けるなどの調理操作の多い和風献立は、調理に使用する食塩量と実際に食する食塩量に差が生じ易い<sup>1)</sup>。

そこで、これら和風の浅漬け、塩茹で、煮物や付け焼きについての実験を行い、食塩使用量と実際に調理された食事の食塩量の相違と、調理過程における食塩の浸透について検討した。

### 試料および実験方法

#### 1. 試 料

キュウリ（高知県産、水分96.5%）は、実験当日小売店舗より購入した。ジャガイモ（男爵、北海道産、水分81.2%）とサツマイモ（高糸14号、宮崎県産、水分70.2%）は、各50kgずつまとめて小売店舗より購入した。ハクサイ（水分94.6%）は名古屋大学農学部実験農場（愛知県愛知郡東郷町）で栽培されたものを用いた。カジキは卸売市場（名古屋市中村区、椿魚市場）で、厚さ1cmにスライスされた冷凍カジキを同時に100枚ずつ購入した。

#### 2) 調 味 料

食塩は試薬塩化ナトリウム（和光純薬株式会社または富田製薬株式会社）を用いた。しょう油は濃口本醸造（イチビキ株式会社、食塩濃度16.4%）または濃口醤油本醸造（ヤマモリ食品工業株式会社、食塩濃度15.9%）を用いた。

#### 3) 試 料 調 製

(1) キュウリの浅漬け

キュウリは薄切りとし、その50g (101~130枚) を秤取し、ポリエチレンシャーレ (径9 cm) に広げ、キュウリ重量の2.5~10%の食塩をそれぞれ振り混ぜ5~20時間室温に放置した。処理後振り塩したキュウリを絞る、浸出液を分離する操作として、1500g (23.6g/cm<sup>2</sup>) の重石を均等に30分間かけて浸出液と浅漬けキュウリに分けた。

(2) ハクサイの1夜漬け

ハクサイは4等分し、芯を除去したのち秤量して巾5 cmに切断した。これを市販の漬け物容器 (径14.5cm) に入れ、ハクサイ重量の2~5%の食塩をそれぞれ振り混ぜ、重石 (2,450g, 148g/cm<sup>2</sup>) を乗せ1夜 (15時間) 放置後、浸出液を取り分けた。

(3) ジャガイモの塩茹で

ジャガイモはよく洗浄し、皮をむき1辺が1.5, 2.0, 2.5および3.0cmの立方体に整形し、それぞれその250gを秤量したのち、10分間浸水してあくを抜き表面の水を切り再度秤量した。これを内径15cmのアルミ鍋に入れて1%食塩水<sup>2)~4)</sup> 350mlを加えて600Wの電熱器で15分間加熱沸とうさせ、さらに300Wに切り替えて柔くなるまで茹でた。1辺1.5cm角は20分間、2.0cm角は23分間、2.5cm角は25分間そして3.0cm角は26分間を要した。茹で上がったジャガイモは茹汁から取り分けた。

(4) サツマイモの煮物

サツマイモは直径3.0cm, 厚さ1.5cmの輪切りとし、その25個, 300gを秤取した。これを内径15cmのアルミ鍋に入れ、しょう油の割合が10, 20および30% (W/V) になるよう調製した煮汁150mlを加えて600Wの電熱器で15分間さらに300Wに切り替えて1分間煮含めた。これを直ちにサツマイモと煮汁に分けた。しょう油は濃口醤油本醸造を用いた。

(5) カジキの振り塩

厚さ1 cmの冷凍カジキの切り身を5×5 cm, 重量30.0±1.5gになるよう整形し-20℃で凍結保存した。これを必要に応じて自然解凍し、表面の水分を汙紙で拭いシャーレに並べてカジキ重量の2%の食塩<sup>2)~4)</sup>を一面に1%, 裏返して他面に1%各々均一に振り掛け15分間~5時間4℃に放置した。出来る限り均一に浸透させるため、放置時間の中間点でそれぞれ裏返した。所定時間経過後、カジキをシャーレから取り出し分析試料とした。さらに、カジキの表面に付着した食塩と吸着・吸収された食塩を分離定量する場合には、シャーレから取り出したカジキの切り身の表面を各1 lの蒸留水で2度振り洗いし、表面の水分を汉紙で除去したのち分析試料とした。

(6) カジキのしょう油付け

カジキの振り塩と同様に整形した切り身をシャーレに入れ、カジキ重量の50%のしょう油 (濃口本醸造) を添加し、<sup>2)~4)</sup> 4℃で15分間~12時間放置したのち、表面のしょう油を汉紙で拭い分析試料とした。内部へのしょう油の浸透状態を知るためには、上記しょう油付けカジキの切り身をドライアイスで急速冷凍し、周囲各1 cmを切断し、中央部分をさらに3等分して周辺部、上部、下部および中心部に分けたのち解凍して分析試料とした (図1)。

## 調理に伴う食塩量の変化

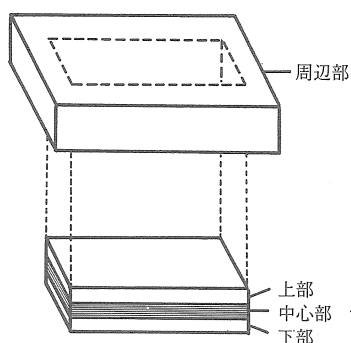


図1 カジキの切り身の切断方法

5×5×1 cmのカジキの切り身をしょう油付けにしたのち、周囲を各1 cm中に切断（周辺部）し、残る中央部を3等分して上部、下部および中心部とした。

周辺部  
上部  
中心部  
下部

### 4. 食塩定量

各分析試料のうち液体はそのままポリエチレン容器に入れ−20℃で保存した。固型試料は乳鉢あるいはミキサー（日立製作所、ミキサーVA-950）で摩砕均質化し、ポリエチレン広口ビンに入れ−20℃で保存した。これら試料を解凍し、その一定量を希釈して食塩濃度計（東亜電波工業株式会社、SA-1K型）で食塩濃度を測定した。測定値を正確に求めるためpH 7以下の試料についてはトリス塩酸緩衝液で希釈し試料溶液をpH 7以上に保った。さらにナトリウムイオンの浸出を避けるため、器具は可能な限りポリエチレン製を用いた。実験は3回以上繰返し、各試料について食塩濃度測定は3回以上行って平均値を求めた。

### 結果および考察

#### 1. キュウリの浅漬け

キュウリに振り塩をして放置し、軽くしぼるという調理操作を行った。通常用いられている試料重量の5%の食塩を振り混ぜ放置すると、重量変化は5～10時間でほぼ一定に達し、分離する水分量も増加しなくなった。この重量変化に対応してキュウリの食塩含量も5時間迄にほぼ飽和に達した。この時の浅漬けの食塩濃度は4.6%であり、加えた食塩2.5gのうちキュウリに吸収されるのは約2/3にあたる1.6g程度で、0.9gの食塩は食されずにしぼり汁と共に捨てられ、使用する食塩量と食する食塩量の間に著しい差の生じる原因

となる (図 2)。

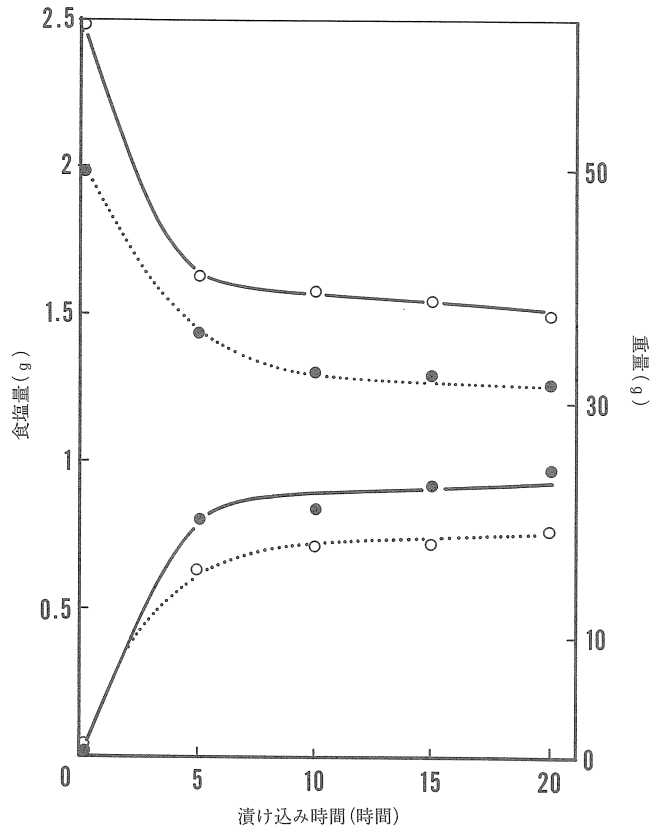


図 2 キュウリの浅漬けの食塩量と重量変化

キュウリに振り塩をして 5～20 時間放置したのち、キュウリと浸出液に分け食塩量と重量を測定した。

—●—：キュウリの浅漬けの食塩量，—○—：浸出液の食塩量，  
 …●…：キュウリの浅漬けの重量，  
 …○…：浸出液の重量

さらに、この食塩量が一定となる 5 時間を浸漬時間とし、添加する食塩量を 2.5～10% に変化させると、重量変化は 2.0～5.0% でほぼ一定となり以降はほとんど減少せず、それ以上加えても漬け込み効果はなかった。しかるにキュウリの食塩量は加えた食塩量に比例して増加するので、低塩の観点から望ましくないと判断される (図 3)。それ故、食塩添加量には限界があって、通常 5% 程度とするのは経験的に上記効果を認めて来たものと思われる。食塩使用量とキュウリへの吸収量の関係は、使用食塩量が 2.5～10% の間では大差なく約 2/3 がキュウリに吸収され、残りの約 1/3 が浸出液と共に食されずに捨てられるので、食塩使用量が多い程使用量と食する量の差は大きくなる。

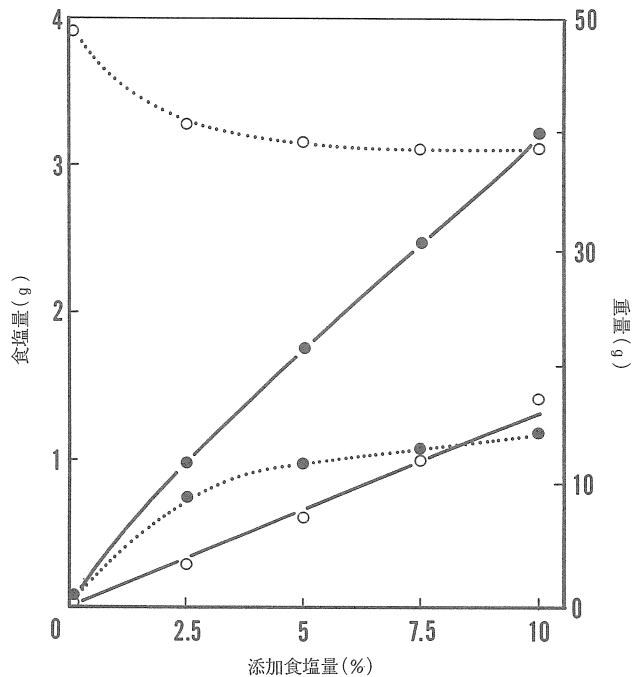


図3 キュウリの浅漬けに用いる食塩量と、浅漬けの食塩量と重量

キュウリの漬け込みに用いる食塩量を0～10%に変え、出来上がった浅漬けの食塩量と重量を測定した。

—●—：キュウリの浅漬けの食塩量，—○—：浸出液の食塩量，…●…：キュウリの浅漬け重量，…○…：浸出液の重量

## 2. ハクサイの一夜漬け

ハクサイの一夜漬けの食塩量をハクサイの2～5%にして吸収量との関係を調べた。食塩量が3%を超えると以降のハクサイ重量の変化はほとんどなく、漬け込み効果は3%以内で充分であった。一方ハクサイの食塩吸収量は先のキュウリと同じく使用量に比例して増加した。しかし、キュウリが60数%の食塩を吸収するのに対し、50数%に過ぎず、ハクサイの方が浸出液への残存率が高く、約 $\frac{1}{2}$ の食塩が食されずに捨てられ、キュウリ同様食塩使用量が多い程使用量と摂取量の差は大きくなる。また、キュウリと同じく2～3%の食塩で漬け込み効果は充分であり、それ以上の食塩の使用は低塩のためには望ましくないと判断される(図4)。

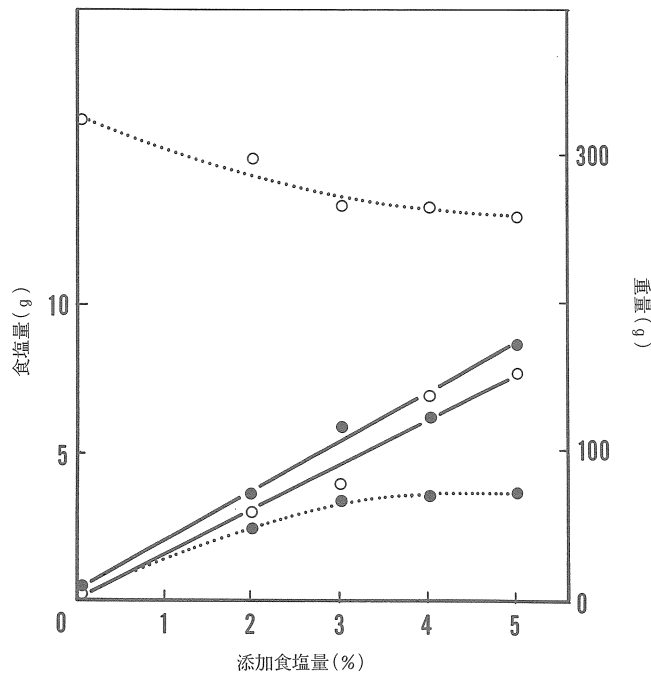


図4 ハクサイの一夜漬けの重量と食塩量

ハクサイの漬け込みに用いる食塩量を0～5%に変え、出来上がった一夜漬けの重量とその食塩量を測定した。  
 —○—：ハクサイの一夜漬けの食塩量，—●—：浸出液の食塩量，…○…：ハクサイの一夜漬けの重量，…●…：浸出液の重量

### 3. ジャガイモの塩茹で

角切りにしたジャガイモ250gを10分間水に浸漬すると、重量は1.5cm角切りで260gに、2cmでは258gに、2.5cmでは257g、3cmでは256gにそれぞれ吸水増加した。これらを1%の食塩水で塩茹ですると、先にも述べたように、柔らかくなるのに1.5cm角切りでは20分間、2cmでは23分間、2.5cmでは25分間、3cmでは26分間をそれぞれ要した。このときジャガイモの重量は1辺の長さの小さいもの程表面積が大きいいため吸水量が多く、1辺の長さに比例して増加した。一方煮汁は加熱時間の延長に伴なって減少し、食塩の濃縮が起り食塩濃度は増加した。ジャガイモの食塩量は大きいもの程少なく、表面積に比例して増加する傾向が認められた(図5)<sup>2)</sup>。しかし、最も表面積の大きい1.5cm角切りでも煮汁に加えられた3.5gの食塩のうち、1.3gが吸収されるに過ぎず、2cmでは1.23g、2.5cmでは1.08g、3cmでは0.92gと食されずに捨てられる食塩量の方が多く、使用量と摂取量に大きな差の生じる一因となることが明らかとなった。

# 調理に伴う食塩量の変化

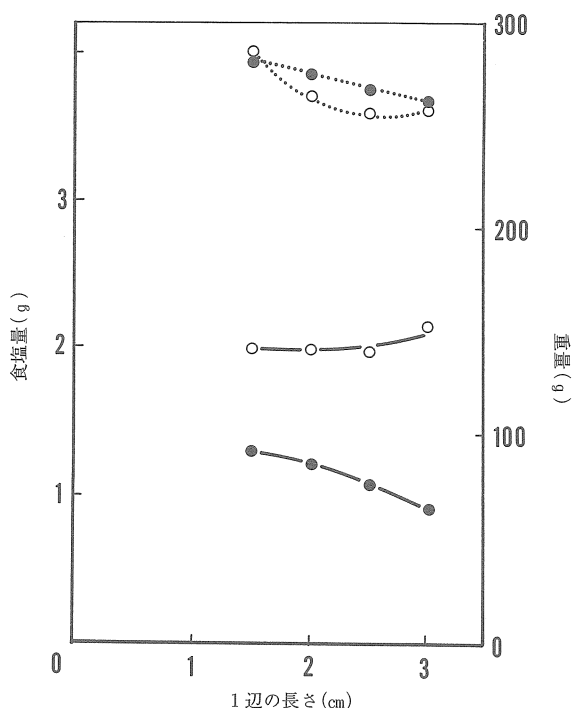


図5 ジャガイモの塩茹での食塩量と重量

ジャガイモの大きさを1 辺1.5~3.0cm 角切りにして塩茹でし、その食塩量と重量を測定した。

—○—：塩茹でジャガイモの食塩量，—●—：茹で汁の食塩量，…○…：塩茹でジャガイモの重量，…●…：茹で汁の重量

## (4) サツマイモのしょう油煮

300gのサツマイモはしょう油を加えず煮ると323gに吸水増加した。この重量増加は10~30%のしょう油を加えると、しょう油の濃度に比例してやや減少の傾向を示したものの大差はなかった。これはしょう油の濃度が高くなると、煮汁の浸透圧が高くなるためと推定される<sup>5)</sup>。煮汁は初め150ml加えたものが、蒸発とサツマイモへの吸収によって100g以下に減少した。サツマイモと煮汁の食塩量は当然のことながらしょう油添加量の多い程高く、しょう油添加量が10%のとき煮上がったサツマイモの食塩量は1.4g、20%のときは2.2g、30%のときは3.0gで、煮汁の食塩量がそれぞれ2.4g、4.8g、7.2gであることから、相当部分が煮汁に残って捨てられ、食塩使用量と食する量に差が生じる原因となる（図6）。

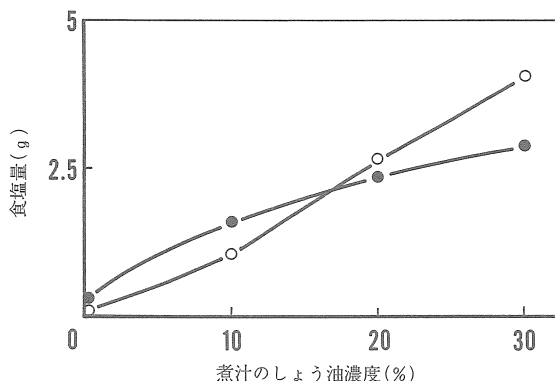


図6 サツマイモの煮物の食塩量

サツマイモを煮汁のしょう油濃度を0～30%  
に変えて煮た。  
—●—：サツマイモの煮物の食塩量，—○—：  
煮汁の食塩量

#### (5) カジキの振り塩

カジキの切り身に振り塩をすると、その食塩の付着・吸収は速く、15分間ですでに80%に、1時間では100%に達した。表面を洗い、内部への浸透度を見ると1時間で80%、4時間でほぼ100%となり、この両曲線の差が表面に付着している食塩量となる（図7）。この結果より振り塩は一般に焼く15分前でよいとされるが、15分間～1時間は表面に付着する食塩量が多く、この塩味を強く感じ内部食塩量が少ない割には味覚的満足が得られるものと判断される。しかしながら、先の浅漬けや塩茹で、煮物や後に述べる付けしょう油の

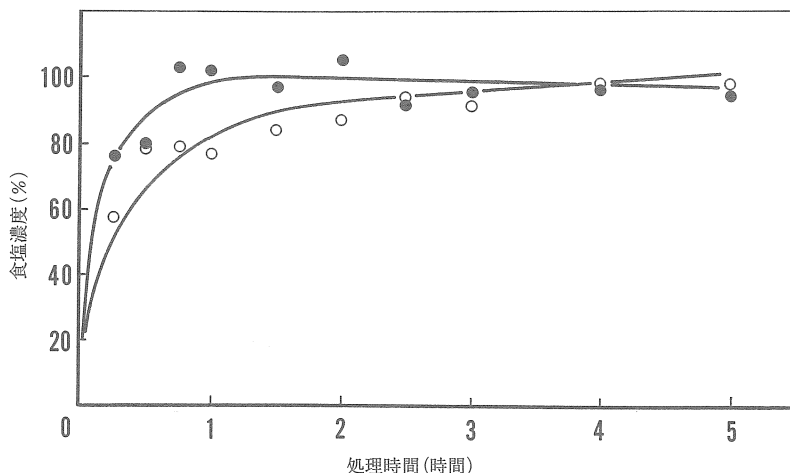


図7 カジキの切り身への振り塩の浸透

カジキの切り身に振り塩をし、その食塩量の付着・吸収割合を測定。  
—○—：内部に吸収された食塩量，—●—：表面および内部に付着・吸収され  
た食塩量。



ような使用食塩量と調理品の食塩量の差は少なく、振り塩をして1時間もすると、使用食塩量の100%が摂取食塩量となる。

#### (6) カジキのしょう油付け

しょう油に付けたカジキの切り身の食塩量を経時的に測定した結果、15分間でしょう油に含まれる食塩の16.2%が切り身に吸収された。以後時間の経過と共に増加するものの6時間で31.6%となり変化しなくなった。しょう油の食塩の約 $\frac{1}{2}$ が吸収されると、内部が平衡に達し、以降は食塩が吸収されなくなるものと思われる。しかしいずれにせよ、このしょう油を切って焼いて調理品とすると、使用食塩量と食する食塩量の間には著しい差が生じる(図8)。

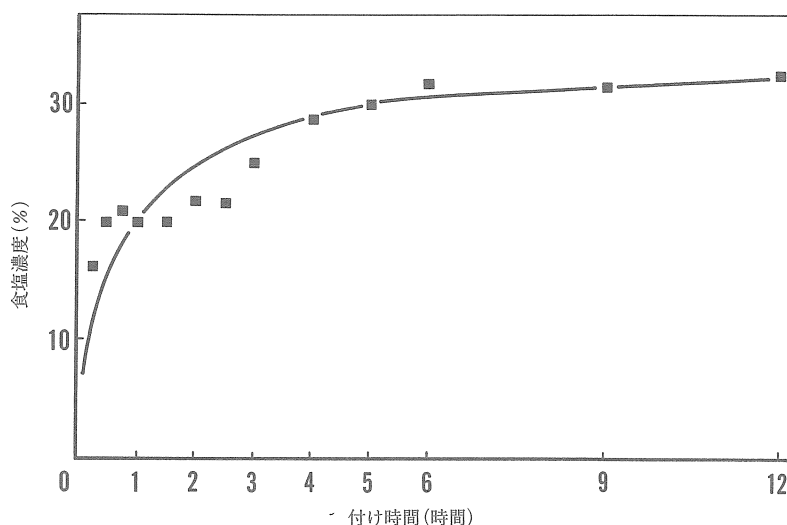


図8 しょう油付けカジキの食塩浸透

付けしょう油の食塩量とカジキの切り身に吸収された食塩量の割合の時間経過を測定。

このしょう油の切り身への浸透状態を詳細に検討してみると、最初の1時間以内に急激な食塩量の増加が認められ、1～2.5時間に吸収の停滞があつてのち再度増加する。これは初期の切り身の表層部への吸着・吸収と、内部への浸透の2段階があると推定され<sup>6)</sup>、切り身中央断面の状態を検討したところ、明らかに初期は表層と内部にしょう油の浸透による色調の差異があり、6時間経過したものは中心部への浸透が認められた。そこで切り身の周辺部と中心部に分けて(図1)食塩量を測定した結果(図9)、吸収された食塩量のほとんどが周辺部にあって、中心部にはほとんど検出されず、その経時変化も少なかった。この吸収された各経時における全食塩量を100として、各部分の100g当りの食塩量を割合で示したのが図10である。全般に周辺部への吸収率が大きいのが、時間の経過に伴って中心部が増加し、上部と下部は減少する。これはまず表面積の大きい上部と下部から食塩を吸収し、次いで周辺部、さらにそれが中心部に移動するのを示している(図11)。これらの結果から、付け焼きも振り塩と同じく、表面の食塩濃度が高く内部への浸透の少ない

1.5時間以内に焼いて食すると、表面の食塩で味覚的満足が得られ易いと言える。

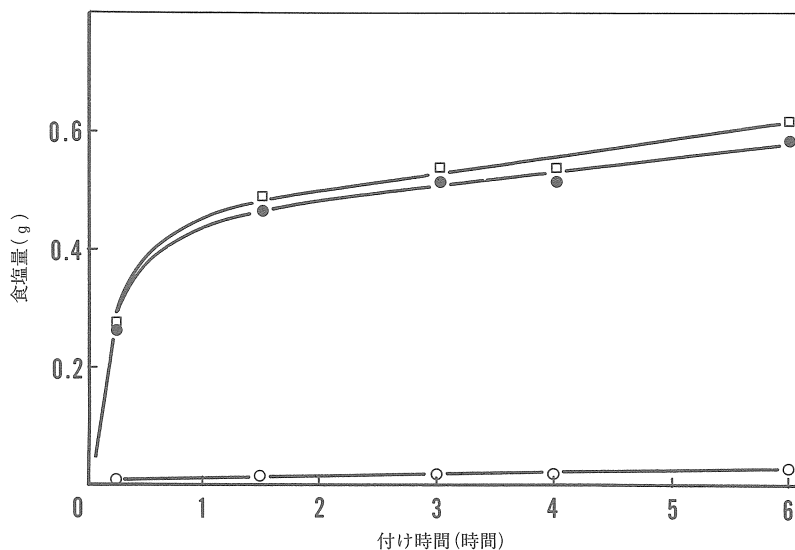


図9 カジキの切り身の中心部への食塩浸透

しょう油付けしたカジキの切り身を図1のように周辺部、上部、下部および中心部に分け食塩定量した。—○—：中心部、—●—：周辺部+上部+下部、—□—：切り身全体の食塩量

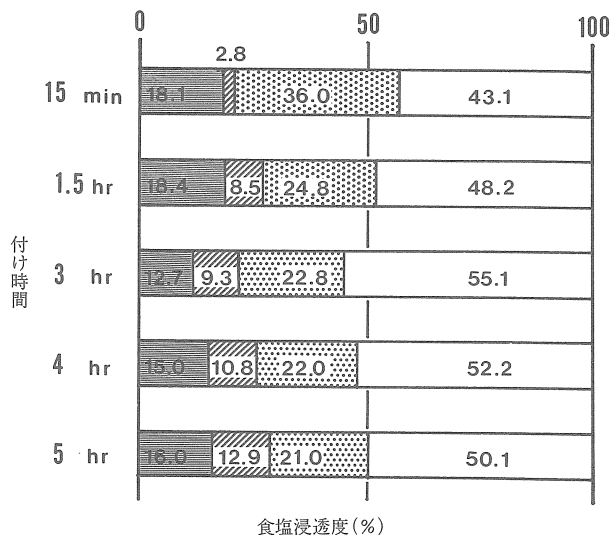


図10 カジキの切り身への食塩の浸透度

しょう油付けしたカジキの切り身を周辺部、上部、下部および中心部に分け食塩量を測定し、吸収された全量に対する割合で示した。

■：上部、▨：中心部、▤：下部、□：周辺部の各食塩含有率

## 調理に伴う食塩量の変化

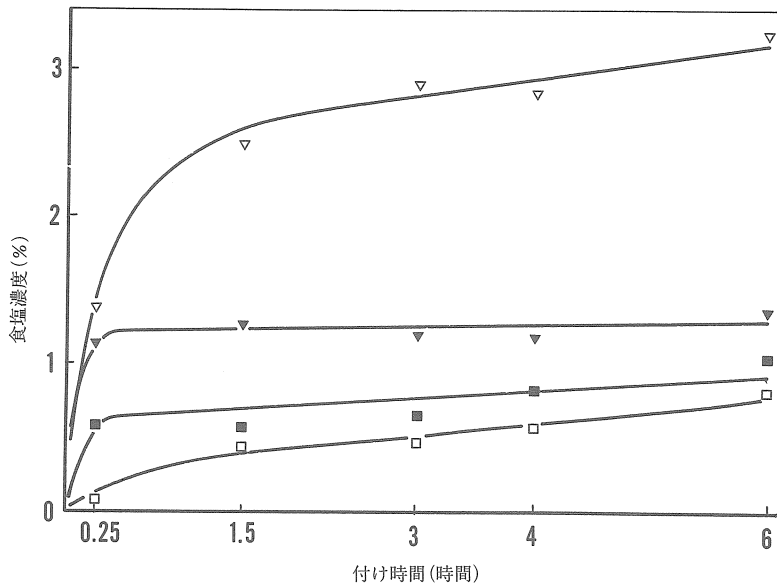


図11 しょう油付けカジキの切り身の食塩濃度変化

しょう油付けカジキの切り身の各部分の食塩濃度を測定した。  
 -□-：中心部，-■-：上部，-△-：周辺部，-▼-：下部

以上のように、キュウリの浅漬けでは使用した食塩の約 $\frac{1}{2}$ が調理の際失われる。またハクサイの一夜漬けでは約 $\frac{1}{2}$ が漬け汁と共に捨てられ、ジャガイモを塩茹ですると茹で汁には約 $\frac{1}{2}$ が残存する。サツマイモの煮物では約 $\frac{1}{2}$ が煮汁に残る。カジキの付けしょう油の食塩は $\frac{1}{2}$ が付け汁に残り、振り塩のみは使用量と調理品の食塩量が一致した。このように、漬ける、茹でる、煮る、付け焼きするなどの調理操作をすると、調理に使用する食塩量と出来上がった調理品の食塩量には大きな差が生じる。

## 要 約

1. キュウリに5%の食塩を振り混ぜ5時間放置したのち軽くしぼると、出来た浅漬けの食塩濃度は4.6%であり、加えた食塩の約64%が残存し、36%はしぼり汁と共に捨てられる。
2. ハクサイに2～5%の食塩を振り混ぜ、15時間重石 (148g/cm<sup>2</sup>) を乗せ放置すると、漬け込み効果は3%食塩で充分に得られ、このときハクサイの一夜漬けへの食塩吸収率は50%で、残りの50%は漬け汁と共に捨てられる。
3. ジャガイモを1辺が1.5cm, 2cm, 2.5cmおよび3cmの角切りとし、各々その250gを350mlの1%食塩水で茹でると、表面積の大きい1.5cm角切りの吸塩量が最も多かった。しかし、その吸塩率は37%に過ぎず、63%は茹で汁に残存する。
4. サツマイモの輪切り300gを10～30%のしょう油を含む煮汁150mlを加えて煮ると、煮汁が10%のしょう油を含むときは、しょう油の食塩の54%がサツマイモに吸収され、46%が煮汁に残った。20%では46%が、30%では42%がサツマイモに吸収された。

5. カジキの切り身に2%の振り塩をすると、15分間で加えられた食塩の80%が切り身に付着・吸収され、1時間で100%となった。

6. カジキの切り身を重量の50%のしょう油に付けると、15分間でしょう油に含まれる食塩の16%が切り身に吸収され、6時間で32%となったが、以降は時間を延長してもほとんど変化しなかった。

## 文 献

- 1) 続 順子, 中島けい子; 栄養と食糧, **35**, 125, 1982
- 2) 松本文子編; お茶の水大学家政学講座, **8**, 調理学, 光生館.
- 3) 山崎清子, 島田キミエ; 調理と理論, 同文書院.
- 4) 下田吉人編; 調理科学講座, **3**, 基礎調理学Ⅲ, 朝倉書店.
- 5) 杉田浩一; 調理科学, **14**, 76, 1981
- 6) 酒井 信, 鈴木 翼, 日食工誌, **32**, 480, 1985