

## 食品の保温温度が食塩の拡散に及ぼす影響

Effect of Cooling Rate after Cooking on Salt Permeation:  
Does Salt Permeate into Food during Cooling?畑江 敬子\*<sup>§</sup> 奥本 牧子\*

Keiko Hatae

Makiko Okumoto

The permeation of seasonings into foods during cooling after cooking has been proposed to be influenced by the Soret effect. This would cause the content of seasoning in food to be higher with decreasing temperature after cooking. To verify this proposal, we cooked three kinds of food, *i.e.* potatoes, Japanese radish and devils tongue gel, cut into 2-cm cubes in a 1% salt solution. These food samples in the salt solution were cooled to 95, 80, 50, 30, and 0°C and were kept at the same temperature for 90 min. Half of the samples were rapidly cooled and the other half more slowly. The salt concentration was measured after 30 min and 90 min. The results show that the higher the temperature after cooking, the higher the salt concentration in the food sample. This result was confirmed by the sensory analysis. We also reviewed the Soret effect, but this did not seem to explain the proposal.

キーワード：食塩の拡散 salt permeation；食品保温 keeping food temperature；ソレ効果 Soret effect；官能評価 sensory test

## 1. 緒 言

煮物は加熱と調味を同時に行うことができる調理法であるが、一般に食材が煮える時間より、調味料がしみ込む時間の方が長い。そこで、調味料が食材の内部までしみ込んでいる方が好ましい含め煮やおでんでは、加熱後も食材を調味液の中に浸しておき、調味料のしみ込みの時間をとっている。

調味は主として食塩で行われるが、乾燥卵白と3種のでんぷんゲルを23°Cで2%食塩水中に4時間まで浸漬し、吸塩量を測定した研究がある。吸塩量は時間とともに多く、試料中の水分が多いほど多くなった<sup>1)</sup>。また、生のジャガイモより加熱したジャガイモの方に吸塩量が多いこと<sup>2)</sup>、煮汁に浸っている部分の方が食塩量が多いが、落としぶたをすると煮汁に浸っている部分と、浸っていない部分との差が小さくなること<sup>3)</sup>、などが報告されている。

一方、煮物の味は冷めるときにしみ込む、といわれ、テレビ番組でも煮物に味がしめるのは実は冷める時と紹介されている。また、味は温度がゆっくりと冷めていくときに良くしみ込むとされているし、冷めるときに味がしみ込むのはソレ効果によると説明されている<sup>4)</sup>。さらに、保温鍋に関して、一度煮立った状態で外鍋にいれ保温すると温度は徐々に低下するが、室温18°Cで30分後も80°C以上を示していた<sup>5)</sup>。渋川<sup>6)</sup>によると、「保温している」とときには対流は非常に静かになるので食材がぶつかりあって煮崩れ

が起こりにくいこと、「味のしみ込み」については調味料の成分は、煮汁の温度が下がるときに食材の中にしみ込みやすいと言われている（ソレ効果として理論的にも証明されている）ことが書かれている。小林<sup>4)</sup>によると、ソレ効果とはわずかな濃度勾配があれば、粒子の拡散が熱エネルギーの流れに伴って行われる。溶液中の2種類の溶質濃度が温度差の存在下で均一からずれていくが、その係数は正の場合と負の場合があり、食品の中で味の分子やイオンは温度の低いところから高いところへ移動するので負である、と述べている。

しかし、調味料の拡散速度はFickの法則に従い、拡散速度は温度が高いほど大きい。従って、冷めるときに味がしみ込むということは考えにくい。煮汁が冷めるには一定時間が必要であるから、この間に味がしみ込む可能性があり、この時間をふくめて味がしみ込むと思われるのかも知れない。

温度降下が味のしみ込みに有効であるか、温度降下の時間が味のしみ込みに有効であるかについては明らかではない。

そこで、本研究では煮物に味がしみ込むのは冷める時であるという言い伝えを検証するために実験を行った。

## 2. 試料および実験方法

## 1) 試料

煮物によく用いられる植物性の食品を選んだ。でんぷんを多く含む食品としてジャガイモ（メークイン）、でんぷんを含まない水分の多い食品としてダイコン（青首大根）、組織構造を持たないゲル状食品としてコンニャク（（株）ママダ商店、灰汁ぬき）を選んだ。いずれも実験の前日あるい

\* 和洋女子大学家政学群  
(Wayo Women's University, Faculty of Home Economics)

<sup>§</sup> 連絡先 和洋女子大学家政学群  
〒272-8533 千葉県市川市国府台2-3-1  
TEL 047(371)2154 FAX 047(371)1632

は当日に近所のスーパーマーケットで購入した。ジャガイモは6~7月に、ダイコンは10~12月に実験を行った。

ジャガイモはイモの周囲を除いた中央部分から2 cmの立方体に成形した。重量は $9.72 \pm 0.36$  gであった。ダイコンは上下1/3を除いた部分を用い表皮部を除いた中央部分から2 cmの立方体を切り出した。重量は $8.94 \pm 0.31$  gであった。コンニャクも端部を除き、2 cmの立方体に成形した。重量は $8.73 \pm 0.40$  gであった。いずれも加熱の2時間前に乾燥を防ぎながら20°Cのインキュベーターで保存し、実験に用いた。

## 2) 食塩水溶液

塩化ナトリウム(和光純薬, 試薬特級) 1.0000%水溶液とした。

## 3) 実験方法

### i) 試料の加熱および温度降下

直径24 cmのアルミ製鍋にNaCl水溶液2 Lとステンレス製のざるを置き、中に試料を30個入れて加熱した。沸騰までの時間はいずれの試料でも8分間で、その後食べられる軟らかさになるまでジャガイモは7分間、ダイコンは15分間、コンニャクは15分間加熱した。これらをそれぞれ鍋のまま、温度降下の効果を確認するために、次の2種の温度条件に移し、食塩量を測定した。なお、試料を加熱あるいは保温するNaCl水溶液の濃度を一定に保つために加熱途中あるいは保温の途中で蒸発分を蒸留水で補った。

- ① 緩慢温度降下: 恒温槽の温度を95°C, 80°C, 50°C, 30°C, 0°Cに設定し、加熱終了した試料を鍋に入れたまま鍋を恒温槽に移した。
  - ② 急速温度降下: 加熱終了した試料を鍋に入れたまま鍋を氷水中に入れ、液温が80°C, 50°C, 30°C, 0°Cになった時点で、温度設定した恒温槽に移した。
- ただし、95°Cは氷水中に入れるとただちに95°C以下になることから、また、0°Cは氷水中に入れることから、緩慢温度降下と同じ方法であった。

加熱終了時点と、30分後および90分後に試料を取り出し、表面をキムワイプで軽くぬぐったのち、5個分をあわせ、その表面から3 mm削った部分を外層部(約35 g)、残りの内側を内層部(約10 g)とした。それぞれ10 gに蒸留水30 ml加えて10,000 rpmで3分間ホモジナイズ後、NaClの定量に供した。実験は3回繰り返し、平均とSDを求めた。

### ii) 温度測定

コンパクトサーモロガー AM800T(安立計器(株))を使用し、銅-コンスタンタン熱電対を用い、試料中心部の温度を測定した。加熱溶液温度は鍋の中央部鍋底と試料を入れた策との中間付近の温度を測定した。温度はAMS-800 Ver. 1.4を用い、1分ごとに計測した。なお、温度計測に用いた試料はNaClの定量には用いなかった。

### iii) NaClの定量

ホモジナイズした試料は3,000 rpmで15分間遠心分離した。さらに、沈殿部に蒸留水50 mL加え3,000 rpmで15分間遠心分離した。これを2回繰り返し、上清部を合わせ500 mLに定容した。

NaClの測定はpH/イオンメータ F-53(堀場製作所)を用い、#7660チップ型塩化物イオン電極で常法によりCl<sup>-</sup>イオンを測定し、係数(22.99+35.45)/35.45を乗じてNaCl濃度とした。なお、対照としてNaClを加えずに加熱した試料について同様に測定した。

### iv) 官能評価

加熱終了後30分間および90分間保温した3種の試料を内層部と外層部に分け、0°C~95°Cの5種を同時に提示し、塩味の強い順を答えさせた。パネルは23~25歳の和洋女子大学の学生20名で構成した。予め塩味の閾値を測定し、検知閾値が平均0.47 mM, 認知閾値が平均3.31 mMであった。この濃度は三橋ら<sup>7)</sup>のそれぞれ2.8 mMおよび13.5 mMにくらべると、感度の高いグループであった。

### v) 統計処理

結果の解析については一元配置の分散分析、およびTukeyの多重比較をエクセル統計2006 for Windowsで行った。官能評価の結果は順位合計の有意性をNewell & MacFarlaneの方法で検定した。

## 3. 結果

### 1) ジャガイモの温度履歴

緩慢温度降下の条件では、加熱終了後、設定温度になるまでの時間は95°C, 80°C, 50°C, 30°C, 0°Cの順に、加熱溶液はそれぞれ、4分、5分、18分、83分、42分、試料はそれぞれ、7分、15分、23分、83分、55分であった。なお、設定温度に近づいても、正確に設定温度になるには、相当時間がかかり、50°Cでは18分後に55°C, 30°Cでは83分後に35°C, 0°Cでは42分後に5°C, 90分後でも3.2°Cであったので、この時間を便宜上設定温度に達した時間とすることとした。

急速温度降下の条件では、設定温度になるまでの時間は同様に、加熱溶液はそれぞれ、4分、3分、4分、6分、42分、試料は7分、5分、14分、14分、55分であった。ジャガイモの温度履歴を図1に示した。

ダイコンとコンニャクについても溶液の温度履歴はジャガイモとほぼ同じであったが、試料が設定温度になるまでの時間はジャガイモに比べて溶液の温度との差が小さく短時間であった。

### 2) 試料の重量変化

未加熱と加熱終了時には、ジャガイモの重量は変わらず、ダイコンはやや減少した。保温後の重量は図2に示すように、いずれの温度降下条件においても、いずれの温度においても、未加熱より加熱終了時点の方が小さく、その後の

食品の保温温度が食塩の拡散に及ぼす影響

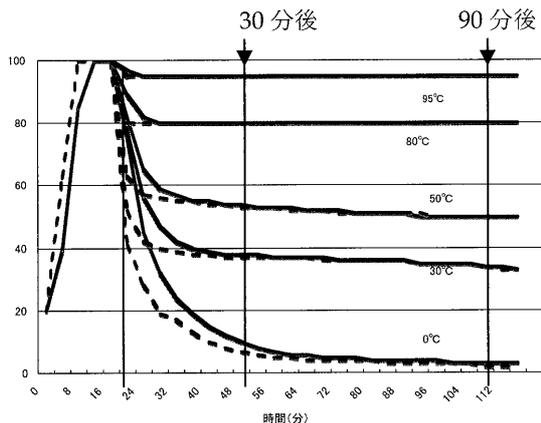


図 1-1. ジャガイモ加熱および保温時の温度履歴—温度降下緩慢  
 ----- 食塩水溶液温度, —— ジャガイモ中心温度

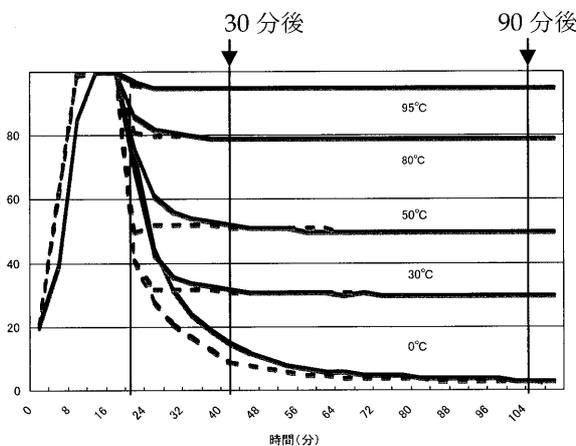


図 1-2. ジャガイモ加熱および保温時の温度履歴—温度降下急速  
 ----- 食塩水溶液温度, —— ジャガイモ中心温度

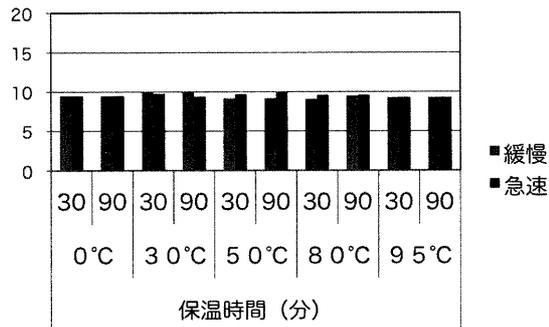
保温により大きくなり膨潤が考えられた。温度の違いによる一定の傾向は認められなかった。

コンニャクについては未加熱試料より加熱終了時点で大きく減少し、保温によってやや増加したが、未加熱試料を上回ることにはなかった。特に 95℃で保温したコンニャクは未加熱試料の約 80%であった。未加熱のコンニャクは水分を 97.5%含んでいるが、加熱により水分がいくらか除かれた可能性がある。

3) 試料中の NaCl 濃度

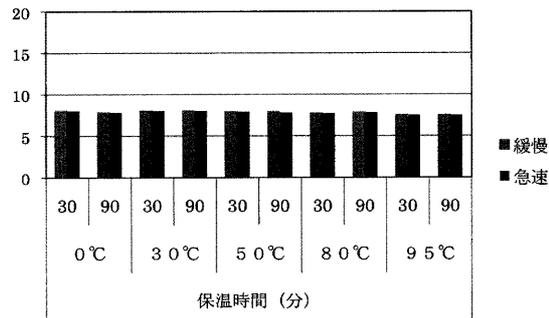
ジャガイモの加熱終了時点とその後の 5 段階の温度で 30 分、90 分間の保温時点での NaCl の量を温度降下緩慢と急速にわけ、外層部と内層部について図 3 に示した。同様にダイコンについては図 4 に、コンニャクについては図 5 に示した。

これらの結果は外層部の方が内層部より NaCl は多く、また、一部を除き、保温温度が高いほどいずれの場合も NaCl は多く、味がよく拡散していることを示していた。すなわち、ジャガイモ、ダイコン、コンニャクは温度降下条



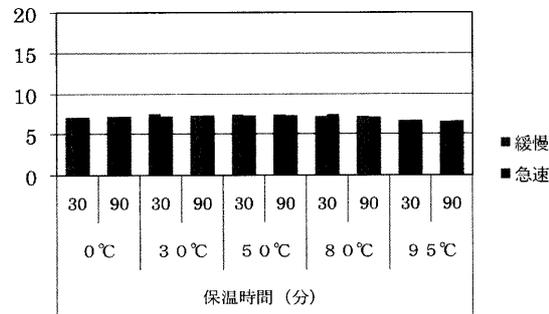
未加熱試料：9.2±0.1 g, 加熱終了時：9.2±0.1 g (n=30)

ジャガイモ重量変化



未加熱試料：7.4±0.1 g, 加熱終了時：7.1±0.1 g (n=30)

ダイコン重量変化



未加熱試料：8.3±0.3 g, 加熱終了時：7.1±0.2 g (n=30)

コンニャク重量変化

図 2. ジャガイモ、ダイコン、コンニャクの保温による重量変化

件に関わらず、保温温度が高い方が食塩がよく内部まで拡散していた。

温度降下速度の緩慢と急速を比較すると、ジャガイモは外層部では急速の方が NaCl 濃度が高く、内層部では緩慢の方がやや NaCl 濃度が高い傾向にあった。ジャガイモはサンプルによる差が大きいことから、内層部の 30℃および 50℃に緩慢と急速の間に差が出たものと思われる。ダイコンとコンニャクでは緩慢と急速の間にほとんど違いはなかった。

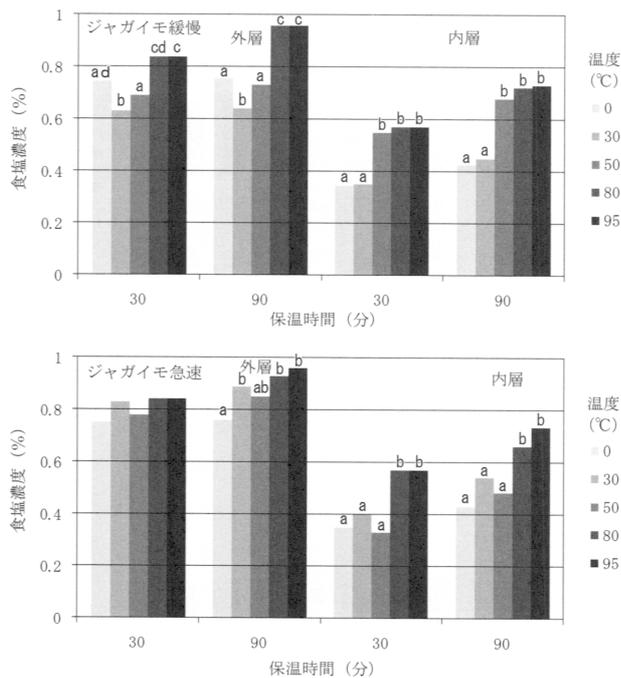


図3. ジャガイモへの食塩の拡散に及ぼす温度降下速度および保温温度の影響 (n=6)  
a, b, c, d: 異なるアルファベットの食塩濃度に有意 (p<0.05) の差があることを示す。

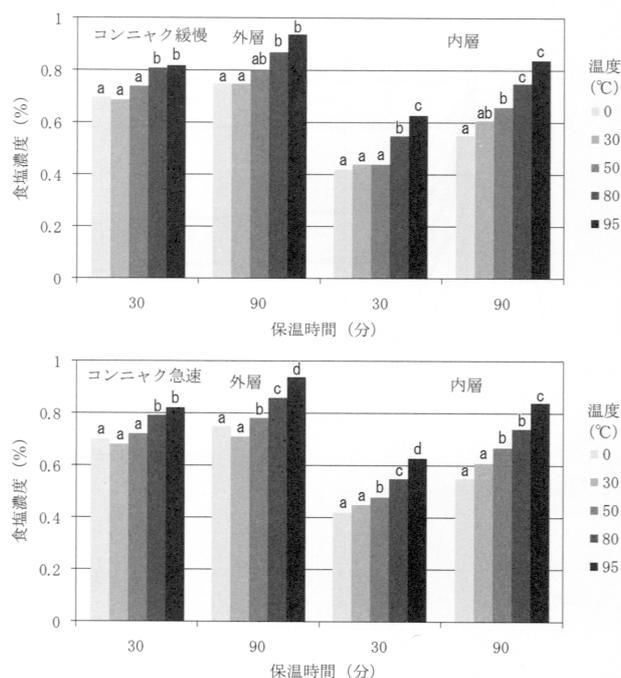


図5. コンニャクへの食塩の拡散に及ぼす温度降下速度および保温温度の影響 (n=6)  
a, b, c, d: 異なるアルファベットの食塩濃度に有意 (p<0.05) の差があることを示す。

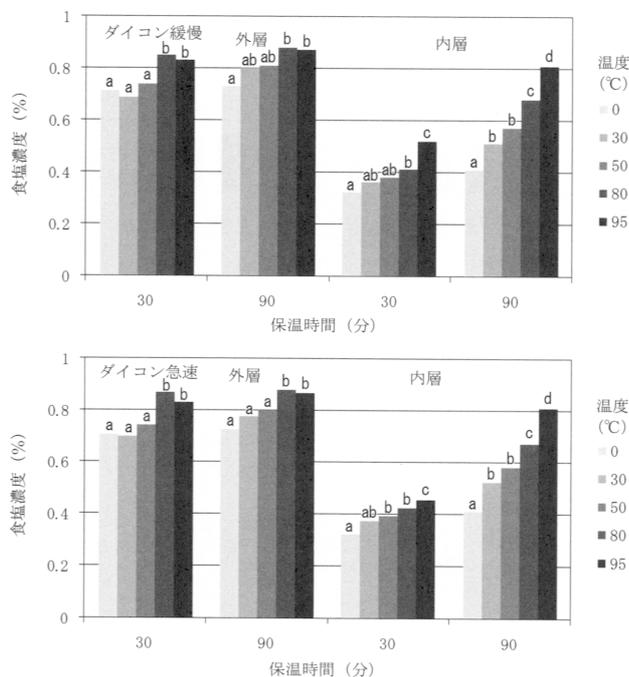


図4. ダイコンへの食塩の拡散に及ぼす温度降下速度および保温温度の影響 (n=6)  
a, b, c, d: 異なるアルファベットの食塩濃度に有意 (p<0.05) の差があることを示す。

4) 官能評価

食塩の定量結果から味が冷めるときにしみ込むとは言えないことがわかったが、これを確認するために、さらに官能評価を行った。ジャガイモ、ダイコン、コンニャクそれぞれの順位合計は表1~3である。この結果からも、塩味の強さは保温温度が高いほど順位が高く、食塩の拡散は高温ほど大きいことが、官能評価でも確認された。

食品中の食塩量と官能評価の順位合計をプロットし、直線回帰したときの相関係数 (r<sup>2</sup>) を表4にまとめた。外層部より内層部の方が相関係数は大きかった。外層部に比べ内層部の方が食塩量は少ないが、食塩量に温度間の差が大きかったためにパネルは違いを区別しやすかったものと考えられる。

表1. 官能評価によるジャガイモの塩味の強い順 (順位合計)

	温度降下速度	保温時間	保温温度 (°C)				
			0	30	50	80	95
外層部	緩慢	30分	61	70	64	57	48
		90分	72bc	62ac	67ac	40a	59ac
	急速	30分	71bc	76b	61ab	46ac	42a
		90分	88b	73bc	50ac	44a	45a
内層部	緩慢	30分	89b	70bc	62bc	49ac	30a
		90分	86b	76b	65b	36a	37a
	急速	30分	80bc	69bc	59ac	55ac	40a
		90分	92c	76cd	64bd	31a	40ab

abc: 同一行内の異なったアルファベットは有意 (p<0.05) の差があることを示す。 (n=20)

## 食品の保温温度が食塩の拡散に及ぼす影響

表2. 官能評価によるダイコンの塩味の強い順 (順位合計)

	温度降下速度	保温時間	保温温度 (°C)				
			0	30	50	80	95
外層部	緩慢	30分	57	71	48	65	59
		90分	76b	80b	75b	42a	27a
	急速	30分	68	63	72	49	53
		90分	75b	65ab	53ab	59ab	46a
内層部	緩慢	30分	64ab	58ab	73b	66ab	39a
		90分	90b	77bc	56ac	47a	30a
	急速	30分	77b	62ab	71b	53ab	37a
		90分	87b	78bc	58ac	42a	35a

abc: 同一行内の異なったアルファベットは有意 ( $p < 0.05$ ) の差があることを示す。 (n=20)

表3. 官能評価によるコンニャクの塩味の強い順 (順位合計)

	温度降下速度	保温時間	保温温度 (°C)				
			0	30	50	80	95
外層部	緩慢	30分	74	56	56	54	60
		90分	80b	64b	60ab	60ab	36a
	急速	30分	71	71	57	49	52
		90分	71b	78b	65b	51ab	37a
内層部	緩慢	30分	81b	59ab	62b	34a	64b
		90分	77b	63ab	65ab	39a	56ab
	急速	30分	83b	63ab	63ab	53a	38a
		90分	89b	71bc	56ac	40a	44ac

abc: 同一行内の異なったアルファベットは有意 ( $p < 0.05$ ) の差があることを示す。 (n=20)

表4. 官能評価の順位合計と食品中の食塩量との相関

食品	温度降下速度	保温時間 (分)	内層部 ( $r^2$ )	外層部 ( $r^2$ )
ジャガイモ	緩慢	30	0.98	0.56
		90	0.92	0.39
	急速	30	0.98	0.87
		90	0.88	0.86
ダイコン	緩慢	30	0.26	0.00
		90	0.99	0.81
	急速	30	0.80	0.51
		90	0.98	0.83
コンニャク	緩慢	30	0.31	0.34
		90	0.56	0.88
	急速	30	0.93	0.84
		90	0.90	0.83

## 4. 考 察

冷めるときに味がしみ込むと言われるのは、加熱直後の食品に比べ、冷めた食品の方が味がついている、すなわち、冷めるまでの時間に味がつくのであって、温度降下の効果ではないといえる。食品の煮える時間より、食品の内層部まで味がつく時間の方が長い場合、含め煮として、煮汁に浸して味の拡散をはかることは通常行われている。

ジャガイモの温度降下緩慢と急速の外層部については0°Cのほうが30°CよりNaClの量が多かったが、この理由は明らかではない。しかし、この結果だけで冷めるときに味がしみ込むということはいえない。

八島ら<sup>8)</sup>によると、いったん100°Cで10分間加熱したコンニャクを2cm角に切り、30, 50, 70, 90°Cの蒸留水中に保温した後、同温度の食塩水溶液又はグルコース水溶液に浸し、拡散定数を求めたところ、温度が高いほど大きく拡散速度に特別な現象は見られなかった。さらに、温度を35°Cに保持した後90°Cに、90°Cに保持した後35°Cに移したときも特別な現象は見られなかった。しかし、100°Cに保持した後30°Cに移すと、食塩もグルコースも拡散速度は計算値より有意に大きかった。この理由として、コンニャクを100°Cに保持すると、コンニャク内部の水分は100°Cになると気化が起きてコンニャク全体の密度は小さくなる。コンニャク内部の圧力は周囲の溶液より小さいので30°Cの溶液中で、分子拡散ではなく吸引が起こり内部に食塩が拡散したと考察している。

著者らは、この実測値から求めた拡散定数は温度が100°Cまたは30°C一定のときに比べると計算値よりたかくなり一致しないと述べている。しかし、その違いは拡散定数で10%程度であり、これにより冷めるときに味がしみ込むとはいえないと考えられる。

本実験では30°Cに温度を下げて食塩濃度が高くなることはなかったが、実験条件が少し異なっていたためと考えられる。いずれにしても、ソレ効果で説明することはできないと言ってよい。

ソレ効果は1856年にLudwigに、さらに1879年にSoretによって観察された、混合気体又は混合流体において温度勾配によって起こされる流れである。たとえば、均一な溶液中に、定常状態で温度勾配を生じさせると、溶質が温度勾配の方向にあるいは逆方向に移動する。この輸送は濃度勾配が安定するまで続く。溶質の流れは溶液中のソレ係数が負の場合は冷たい方から温かい方へ向かう。

従って、ソレ係数を求めることで溶質の拡散が低温側から高温側へ移動するか、高温側から低温側へ移動するか知ることができる。Caldwell<sup>9)</sup>は海水と同程度の0.5 M NaCl溶液を用いてソレ係数を求めた。ソレ係数STは次の式で求められる。

$$ST = \Delta C / C(1-C) \Delta T \quad C: \text{溶質の濃度}, T: \text{温度}$$

$$C \text{ は非常に小さいので無視すると } (1-C) = C$$

$$ST = \Delta C / C \times \Delta T$$

彼は自作の装置を用いて、温度とソレ係数の関係をグラフに表した。ただし、彼が実際に計算したのは食塩水の温度が1.76~9.25°Cの場合で、それより高温の領域については印刷中の他の論文を引用している。

彼のグラフによると、ソレ係数は12°Cのときに0となり(NaClは移動しない)、それより高温では正に(高温から低

温へNaClが移動), 12℃より低温では負 (NaClは低温から高温へ移動) となった。つまり, イモの温度が11℃で, 外液の温度が10℃というような場合は, 外液からイモの内部に向かってNaClが移動する。

もし, 外液90℃の中でイモを90℃で煮て, (NaCl濃度は外液, イモともに等しいとする) そのまま放置するとだんだん温度は下がっていく。各温度で定常状態とは言えないが, 徐々に温度が下がっていくので準定常状態と見なしたとしても, 外液が12℃まではNaClはイモから外液に向かって移動し, 12℃を過ぎるとNaClは外液からイモに向かって移動する。

さらに, 彼はTurnersの結果を引用し, もしNaCl濃度がこれより薄いときはSTの逆転は5℃で起こると述べている。

以上のように食品中の食塩濃度が外液と等しいことが前提であり, ソレ係数が負になるのは12℃あるいは5℃以下であることなどから考えると, ソレ効果によって冷めるときに味がしみ込むというのは無理があると言わざるを得ない。

さらに, 「冷めるときに味がしみ込む」という言い伝えを検証するために, この言葉は以下の3種に分けて考えることにする。

- ① 食品を煮るときに, 温度の上昇過程でしみ込む味の量よりも, 温度の下降過程でしみ込む量の方が多い。
- ② 加熱後, 一定の温度に全体を保っておくよりも, 冷ました方がしみ込む味の量が多い。
- ③ 一定時間で冷ます場合に温度降下を急激, つまり, 短時間で低温に達するようにする方がしみ込む味の量が多い。

この3つの解釈についてそれぞれ正しいかどうかを実験結果をもとに検証してみる。すでに温度下降について緩慢と急速はほとんど差がないことがわかったので, ここでは内部について, また緩慢降下についてのみ考える。

#### i) ジャガイモ

図6を見ると, a (保温開始0分後から30分後までの1分間あたり吸塩量)の終端温度(設定温度)への依存性は, 終端温度が高いほど吸塩量はやや増えている。すなわち終端温度の高いほうが, すなわち温度の降下幅が小さいほうが吸塩量は増える事がわかるので③の解釈は当たらないことがわかる。また図においてbは加熱開始から温度上昇時の1分間あたりの平均吸塩量であるが, 保温開始時の食塩量であり終端温度がいずれであっても同じである。これを見るとジャガイモについては加熱時と冷却時で食塩の吸収にたいして差がないことがわかるので, ①は棄却できる。

最後にc (保温30分後から90分後までの1分間あたりの吸塩量)であるが, これは終端温度にほぼ達したあとの吸収量の終端温度依存性である。多少終端温度が高いほう

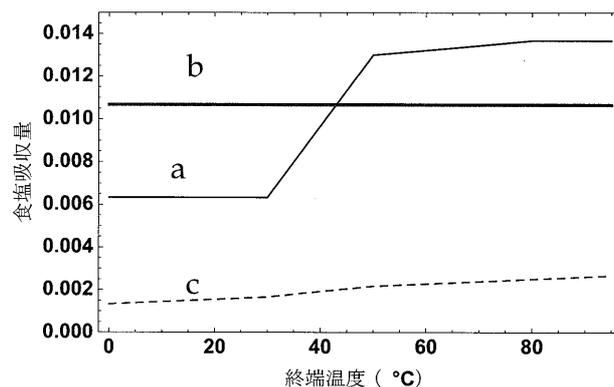


図6. ジャガイモの加熱および各設定温度での保温時の1分間あたりの吸塩量

- a: 保温開始から30分後までの1分間あたりの吸塩量  
b: 加熱開始から保温開始までの1分間あたりの吸塩量  
c: 保温開始30分後から90分後までの1分間あたりの吸塩量

が吸収も大きい, 全体的にあまり大きくない。つまり, ジャガイモは終端温度に達する30分後にすでに吸塩量は飽和しており, そのあとは温度によらず吸収は起こらないことになる。これはジャガイモの特性であるが, これでは②の検証としては不十分であり, ②の検証には別の実験が必要である。

#### ii) ダイコン

図7においてaの終端温度への依存性は, 終端温度が高いほど吸塩量はやや増えている。つまり終端温度の高いほうが, すなわち温度の降下幅が小さいほうが吸塩量は増える事がわかるので, ③はあてはまらないことがわかる。また図においてbは温度上昇時の1分間あたりの平均吸塩量であるが, これを見るとダイコンについては加熱時の吸塩量が冷却時に比べて圧倒的に大きいことがわかる。すなわち①は当てはまらない事がわかる。なお, ジャガイモは保温開始までの時間が沸騰後7分間であるのに対し, ダイコンとコンニャクは沸騰後15分間加熱していることから, 保

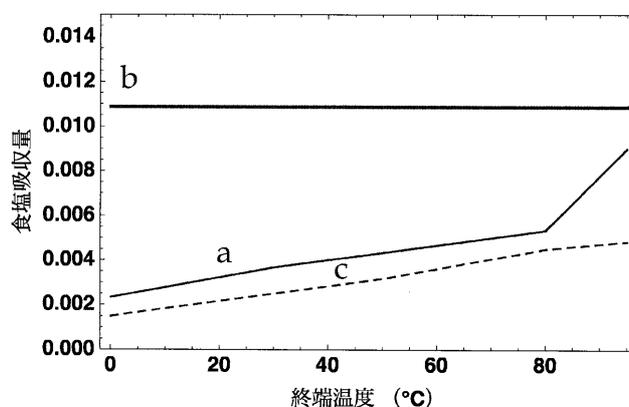


図7. ダイコンの加熱および各設定温度での保温時の1分間あたりの吸塩量

a, b, c: 図6と同じ

## 食品の保温温度が食塩の拡散に及ぼす影響

温開始時の食塩量には差がある。

最後にcであるが、これは終端温度にほぼ達したあとの吸塩量の終端温度依存性である。これには緩やかな温度依存性がある。この折れ線はaの温度下降時の吸塩量の折れ線に近い。aの場合は途中の履歴として温度が高かった時間の寄与があって、cの折れ線より少し上方に位置するものと考えられる。すなわちダイコンは温度履歴によらず、加えられた総熱量に比例して吸収が起こるように見える。いずれにしても②は棄却される。

一方加熱時の吸塩量の大きさは注目に値する。すなわちダイコンは、加熱時、ある時刻までは非常に多くの塩分を吸収し、あとは温度に依存して緩やかに吸収が続くように見える。

## iii) コンニャク

コンニャクの結果はどちらかと言うとダイコンの結果と似ている。図8においてはaの終端温度依存性は、終端温度が高いほど吸収量はやや増えている。すなわち終端温度の高いほうが、つまり、温度の降下幅が小さいほうが吸塩量は増える事がわかるので、③は当たらないことがわかる。また図8においてbを見るとコンニャクについては加熱時の塩の吸収が冷却時に比べて圧倒的に大きいことがわかる。すなわち①は当たらない事がわかる。

最後にcであるが、終端温度にほぼ達したあとの吸塩量の終端温度依存性は殆ど無い。これはコンニャクの特徴である。つまり何度か溶液に浸けておいてもコンニャクは非常に僅かずつ食塩を吸収する。つまり③は当たらない事になる。

一方加熱時の吸収量の大きさはダイコン同様注目に値する。すなわちコンニャクは、加熱時にある時刻までは非常に多くの塩分を吸収し、あとは温度に依らず緩やかに吸収が続く様に見える。

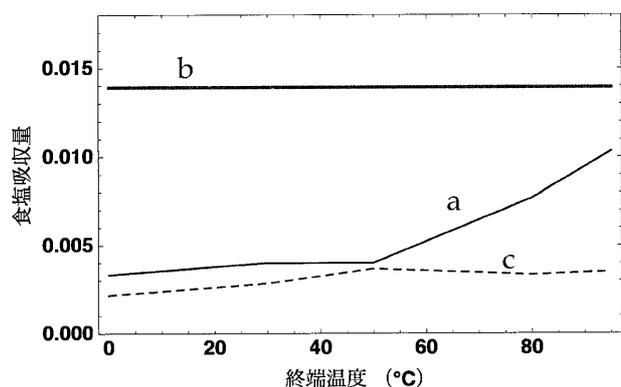


図8. コンニャクの加熱および各設定温度での保温時の1分間あたりの吸塩量  
a, b, c: 図6と同じ

以上のように、実験事実によると、ジャガイモの②の検証にはある程度保留があるものの、ジャガイモ、ダイコン、コンニャクに関する限り、いずれの解釈を取るにしても「冷めるときに味がしみこむ」というのは俗説であり、そのような事実は無いことがわかる。

## 4. まとめ

味は冷めるときに食品中にしみ込むといわれる言い伝えを検証するために実験を行った。いったん加熱軟化したジャガイモ、ダイコン、コンニャクを用い、保温温度を変えることによって温度降下速度を変え、食塩が食品に拡散する速度を比較した。食塩を定量したところ、高温で保温した場合ほど食塩の量は多かった。すなわち、温度が低下する過程での味のしみ込みの効果は認められなかった。このことは、官能評価においても確認された。

冷めるときに味がしみ込むというのは、加熱直後に比べ、冷めてからの方が味が濃い、つまり冷めるまでの時間に味がしみ込むということを指していると考えられる。

実験の遂行にあたり、貴重な御示唆をいただきました和洋女子大学副学長 飯淵貞明先生に感謝の意を表します。

## 文 献

- 1) 松崎淳子, 江原絢子, 山崎陽子, 松元文子 (1971), 食塩の食品への浸透について, 家政誌, **22**, 227-231.
- 2) 松元文子, 奥山恵美子 (1958), 調味料の食品への浸透について (第1報) —食塩の場合—, 家政誌, **9**, 1-3.
- 3) 松元文子, 板谷麗子, 田部井恵美子 (1961), 調味料の食品への浸透について (第2報) 食塩の場合, 家政誌, **12**, 391-394.
- 4) 小林寛 (1991), 第4編最近の調理の技術, 第1章保温調理法について, 「おいしい食品開発技術」, 工業技術会, 東京, pp. 458-465
- 5) 鈴木咲枝, 渋谷祥子 (1993), 保温鍋の調理特性に関する研究 (第二報), 神奈川栄短紀要, **25**, 17-21.
- 6) 渋谷祥子, (2009), 「クックリーサイエンスシリーズ001, 加熱上手はお料理上手」, 建帛社, 東京, p. 150
- 7) 三橋富子, 戸田貞子, 畑江敬子 (2008) 高齢者の味覚感受性と食品嗜好, 日本調理科学会誌, **41**, 241-247
- 8) 八島恵美子, 福本由希, 飯淵貞明 (1997), 調理温度が調味料浸透速度に与える影響, 和洋女子大学紀要, 第37集 (家政系編) 45-56.
- 9) Caldwell, D. R. (1973), Measurement of Negative Thermal Diffusion Coefficients by Observing the Onset of Thermohaline Convection, *J. Physical Chemistry*, **77**, 2004-2006  
\* Soret 効果についてはソレ効果とし、引用の場合はソレー効果と記した。

(平成 23 年 9 月 28 日 受付, 平成 24 年 2 月 6 日 受理)

**和文抄録**

煮物の味は冷めるときにしみ込むという言い伝えを検証するために、ジャガイモ、ダイコン、コンニャクを2 cm 角の立方体に成形し、1%食塩水中で食べられる軟らかさまで加熱後、0, 30, 50, 80, 95℃で90分まで保温し、30分後と90分後に外層部と内層部の食塩濃度を測定した。温度降下条件を各設定温度に試料を加熱した鍋のまま移す緩慢条件と、氷水に鍋をつけて設定温度まで下げた後保温する急速条件の2種とした。いずれの条件でも、保温温度が高いほど、食塩の内部への拡散は大きく、このことは官能評価でも確認された。これらの結果から冷めるときに味がしみ込むというは見いだせなかった。ソレ効果についても検討したが、ソレ効果で煮物の調味料の拡散を説明することはできないことがわかった。冷めるときに味がしみ込むというのは、冷める時間に調味料が内部へ拡散することを言っているのではないかと考えられる。