食物提供後の時間経過にともなう食物温度の変化
－非接触型放射温度計による食物表面温度の測定－

中西　洋子・戸田　陽子*

Changes over time in food temperature after serving
－ Measurement of food surface temperature with non-contact radiant heat thermometer

Yoko NAKANISHI, Yoko TODA*

Accepted January 12, 2011

抄録：食物表面温度を適温料理提供および喫食の指標とすることを目的に研究を実施した。温かい食物として汁物，白飯，トースト，冷たい食物として牛乳，プリン，マグロの刺身を試料とし，食物提供後の温度変化を，放射温度計によって表面温度，熱電対温度計によって内部温度を同時に測定し，両者を比較した。また，京都教育大学生協食堂で提供される料理（白飯，汁物）の喫食温度（表面温度）を実測することに加えて，喫食者の料理に対する「温度評価」を調査することにより，実測温度と感覚温度の関係を明らかにした。

索引語：食物の表面温度，提供温度，喫食温度，放射温度計，生協食堂

Abstract： We investigated the surface temperature of food to determine the most suitable temperatures for serving and consuming food. Soup, rice and toast were used as representative of hot food, and milk, pudding and sliced raw fish (tuna) as representative of cold. The changes in the foods' temperature were measured after being placed on the table. Measured by radiant heat thermometer, the surface temperatures of the food were compared with the internal temperatures, measured simultaneously with thermo-couple thermometer. In addition to making actual measurements of surface temperatures of food served (rice and soup) at our university's cafeteria, through investigation of temperature evaluation at consumption, we were able to clarify the relationship between the actual temperatures of food eaten and the sensory evaluation of those temperatures by the people eating the food.

Key Words： surface temperature of food, temperatures of food eaten, temperature of food served, radiant heat thermometer, university cafeteria

* 奈良市役所

1. 緒　言

食物にはそれぞれおいしさを感じる適温がある。一般に，体温± 25 ～ 30 ℃がおいしいとされ，温かいものは 60 ～ 70 ℃，冷たいものは 5 ～ 10 ℃がおいしいとされている[1) 2)]。しかし，料理は提供されてからすぐに喫食されるとは限らない。提供されてから実際に喫食されるまで多少の時間が経過し，たとえ提供時の温度が適温であったとしても，この間に食物の温度が変化して食味低下をきたすことが考えられる。

一般家庭においては，冷蔵庫や電子レンジなどの調理機器の普及によって，冷たいものは冷たく，温かいものは温かく食べることが容易になった。しかし，加熱後もしくは冷蔵庫から出したあと短時間で喫食することが前提である。

学校給食のような集団給食では，食事が大量に調理され，多数の人に提供される。したがって，配膳方法や，配膳時間などの条件によっては，食事の味が低下することが予想され，調理終了から盛り付け配膳，喫食開始までの品質をいかに管理するかが問題となる。各料理は調理後の管理温度が設定されていて，ご飯では 60 ～ 75 ℃，味噌汁などの汁物では 60 ～ 80 ℃とされている[3)]。

「食事の温度」に関しては，佐藤および小林[4)]により「集団給食における供食温度および喫食時の温度変化」，堀端等[5)]により「日常の食事の喫食温度の評価」として報告されている。前者は，給食管理学内実習において，飯と汁物の温度を，出来上がり時，供食開始時および喫食開始時の 3 点で測定し，経過時間とともに報告している。また喫食時の温度とおいしさに対する各個人の評価も合せて報告している。後者は，日常喫食している個人の食事の温度が給食温度の評価に影響しているのではないかという観点より研究を実施し，食物の適温評価は個人間に有意な変動が認められたと報告している。

食物の温度測定には，液体温度計（アルコール温度計，水銀温度計），サーミスタ温度計，熱電対温度計，ファイバーサーモメーター等が利用され，通常，食物の中心部に温度センサーを挿入して測定する[6)]。したがって，衛生的に操作するには慎重を要する。そこで今回注目したのが，最近，比較的安価に提供されている放射温度計である。放射温度計は，測定対象物の表面から放射される赤外線を検知して温度を測定する。床や天井の温度，道路上の温度などの環境温度の測定に利用されている。本温度計では食物内部温度は測定できないが，食物にふれずに食物表面温度を容易に測定できる。したがって，予め食物の内部温度が適温になった時の表面温度を把握しておけば，表面温度のみを測定することで食物の食べどきを判断できるのではないかと考えた。

そこで本研究では，温かい食物もしくは冷たい食物を盛り付けた後の温度変化を，放射温度計によって表面温度，熱電対温度計によって内部温度を同時に測定することによって両者の関係を明らかにし，適温料理を提供するタイミングおよび喫食のタイミングを検討した。これを受けて，多くの学生が昼食をとる生協食堂で提供される料理（白飯，汁物）の提供温度，喫食温度を放射温度計によって実測し，合せて喫食者の料理に対する「温度評価」を調査することにより実状を分析した。

2. 方　法

(1) 使用温度計

食物の表面温度は，プローブセンサー付き放射温度計（㈱エー・アンド・デイ：AD-5612A）で測定した。本温度計は測定対象物の物体表面から放射される赤外線を検知し，センサーでその物体の温度に比例した赤外線を電気信号の強弱に変換して温度を測定している。食物にふれずに測定可能である。食物上空 5 cm にセンサー部分がくるように温度計を固定し，1 分毎に手動で計測した。

食物の内部温度は，温度データコレクタ （安立計器㈱：AM － 7002（K））で測定した。本温度計は熱電対式温度計である。食物中心部にセンサーを固定し，1 分毎に自動計測した。

なお，食物の温度測定は，室温にて測定した。

(2) 温かい食物の温度測定

①クリームスープ

市販の紙パック入クリームスープ（スジャータ　5 種の野菜スープ）を用いた。鍋に入れて沸騰させたスープをカップ（口径 9.2 cm，陶器）に 150g を量り取り，カップに量りとったときをスタート（経過時間 0 分）として，1 分毎に表面温度と内部温度を測定した。また，沸騰させた純水 150g を同様の容器に入れて，同様に計測した。測定は同一条件で 3 回行い，平均値を求めた。

② 味噌汁

市販の味噌（ハナマルキ　さらっととけるだし入りみそ）を用い，塩分濃度 0.8%の味噌汁を調製した。鍋に味噌汁を入れて沸騰させ，お椀（口径 17.5 cm，木製・塗り）に 150g を量り取り，お椀に量りとったときをスタート（経過時間 0 分）として，1 分毎に表面温度と内部温度を測定した。また，沸騰させた純水 150g を同様の容器に入れて，同様に計測した。測定は同一条件で 3 回行い，平均値を求めた。

③白飯

市販の米（富山県産コシヒカリ）3 カップ（420 g）を炊飯器（象印マホービン㈱：　圧力 IH 炊飯ジャー　極め炊き NP-HY10 型，保温機能付），メニュー「白米ふつう」で炊飯した。実験に先立ち，本炊飯器の保温機能（炊飯直後から 24 時間経過後まで）を調べた。白飯盛り付け後の温度変化を測定するために，保温中の白飯を茶碗（口径 11.5 cm，陶器）に 100 g 量り取り，茶碗に量りとったときをスタート（経過時間 0 分）として，1 分毎に表面温度と内部温度を測定した。同一測定を 3 回行い，平均値を求めた。

④トースト

市販の食パン（5 枚切り：11 × 12 × 2.5 cm，75 g／枚）を用い，オーブントースターで 3 分間焼成した。焼成後，直ちにお皿（陶器製）にのせて，1 分毎に表面温度と内部温度を測定した。同一測定を 3 回行い，平均値を求めた。

(3) 冷たい食物の温度測定

①水

純水 150 ml をグラス（ガラス製，口径 6.3ｃｍ，底径 5ｃｍ，高さ 10ｃｍ）に入れ，2 ℃冷蔵庫に一晩放置した。冷蔵庫から取り出したときをスタート（経過時間 0 分）として，1 分毎に表面温度と内部

温度を測定した。同一測定を 3 回行い，平均値を求めた。

②牛乳

牛乳（メグミルク牛乳：生乳 100%）150 ml を水の場合と同様のグラスに入れ，2 ℃冷蔵庫に一晩放置した。冷蔵庫から取り出したときをスタート（経過時間 0 分）として，1 分毎に表面温度と内部温度を測定した。同一測定を 3 回行い，平均値を求めた。

③ プリン

プリン 70 g（オハヨー乳業（株）製カスタードプリン：プラスチック容器入り）を 2 ℃冷蔵庫に一晩放置した。冷蔵庫から取り出したときをスタート（経過時間 0 分）として，1 分毎に表面温度と内部温度を測定した。同一測定を 3 回行い，平均値を求めた。

④ マグロの刺身

マグロの刺身 1 切れ（厚さ 1 cm，重さ 17 g）を小皿（陶器製）に載せ，2 ℃冷蔵庫に一晩放置した。冷蔵庫から取り出したときをスタート（経過時間 0 分）として，1 分毎に表面温度と内部温度を測定した。同一測定を 3 回行い，平均値を求めた。

(4) 生協食堂での調査

① 提供温度の測定

京都教育大学生協食堂で提供される白飯及び汁物について放射温度計を用いて，器に盛られた直後の表面温度を測定した。平成 20 年 12 月 22 日の 11 時 45 分から 12 時 15 分までの 30 分間に提供された，白飯，汁物それぞれ 10 食ずつについて測定した。汁物は味噌汁，けんちん汁，豚汁を指す。ご飯は SS サイズ（120 g），S サイズ（180 g），M サイズ（210 g）に関係なく測定した。

② 喫食温度の測定およびアンケート調査

ご飯及び汁物の両方，またはどちらか一方を購入して着席した直後の人を対象に，放射温度計を用いて喫食温度（表面温度）を測定するとともに，ご飯及び汁物を最初に口にしたときにどのように感じたか，「温度に対する評価」をアンケート調査した。温度に対する評価は，1．熱い，2．やや熱い，3．丁度よい，4．やや冷たい，5．冷たい，の 5 段階とした。測定および調査は，平成 20 年 12 月 10 日，11 日，15 日，16 日の 4 日間行い，11 時 30 分から 13 時 30 分の間で行った。白飯 46 人，汁物は 51 人の結果が得られた。

③統計処理

有意差検定は，分散分析・多重比較により行った。

3. 結　果

(1) 汁物盛り付け後の温度変化

温かい状態で提供された汁物料理が，どのような経過を経て温度低下をきたし，嗜好にあわなくなるかを各汁物の表面温度と内部温度を測定することにより検討した。測定対象汁物としては，日常食でよくメニューに登場するクリームスープと味噌汁とした。それぞれ同一容器に入れた水の温度低下を対象とした。結果は図 1 に示す。

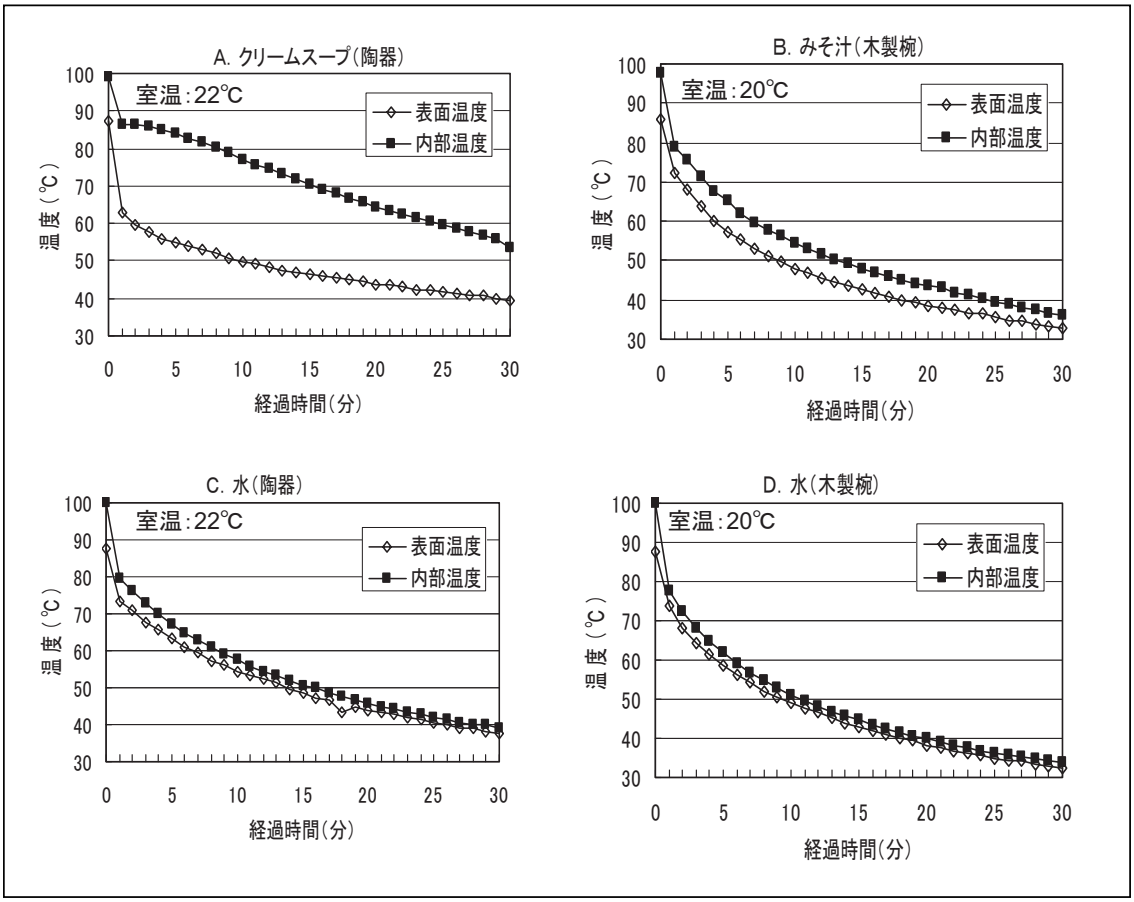


図1　汁物盛り付け後の温度変化

まず，対象とした水の場合，陶器製カップ（口径 9.2 cm）と木製椀（口径 17.5 cm）での温度降下を比較すると，口径の大きい木製椀の方が口径の小さい陶器製カップよりも若干温度低下が大きかった（30 分後の表面温度 : 陶器製カップ 37.7 ℃，木製椀 32.3 ℃，差 5.4 ℃，30 分後の内部温度 : 陶器製カップ 39.0 ℃，木製椀 33.7 ℃，差 5.3 ℃）（図 1C，D）。容器の材質，容器の口径が内容物の温度に影響したと考えられる。表面温度と内部温度では常に表面温度の方が低かった（図 1C，D）。両温度の差は，どちらの容器においても 0 分において最も大きく 12.4 ℃であったが，1 分後には陶器製カップ 6.6 ℃，木製椀 3.8 ℃とその差が小さくなった。30 分後にはどちらの器も差が約 1 ℃となり時間経過に伴い内部温度と表面温度の差は小さくなることがわかった（図 1C，D）。対流による液温の均一化が起こっているものと考えられる。

クリームスープ盛り付け後の温度変化を図 1A に示す。表面温度は 0 分時は 87.5 ℃であったのが 30 分後には 39.2 ℃に低下したのに対し，内部温度は 0 分時は 99.2 ℃であったのが 30 分後は 53.7 ℃であった。表面温度と内部温度の差は 0 分において 11.7 ℃であったのが，1 分後には 23.5 ℃とその差が大きくなり，5 分後の 29.4 ℃の差をピークとして減少に転じた。しかし 30 分後も内部温度が表面温度に比べ 14.5 ℃高かった。同一容器にいれて測定した水（図 1C）と比較すると，表面温度は 30 分後では 1.5 ℃，内部温度は 14.7 ℃高いことがわかった。スープの内部温度がスープの表面温度や，水の内部・表面温度に比較して低下が緩やかであるのは，スープは原材料に増粘多糖類を含んでいて粘度が大きく，対流が起こりにくいため，温度の均一化が妨げられた結果と考えられる。

味噌汁盛り付け後の温度変化を図 1B に示す。表面温度は 0 分時 85.7 ℃であったのが 30 分後には 32.8 ℃に低下したのに対し，内部温度は 0 分時 97.6 ℃であったのが 30 分後は 36.1 ℃であった。内部温度と表面温度の差は，0 分における 11.9 ℃を最大として以後低下し，30 分後には 3.3 ℃となった。クリームスープと比較すると味噌汁は，温度低下が早く，表面温度と内部温度の差も小さいことがわかった。味噌汁はスープに比べて液体の粘度が小さいためと考えられる。同一容器にいれて測定した水（図 1D）と比較すると，表面温度は 30 分後では 0.5 ℃，内部温度は 2.4 ℃高いことがわかった。

スープや味噌汁の適温と言われる 60 ℃になるのは，内部温度で考えて，スープは 24 分後，味噌汁は 7 分後であった。その時の表面温度は，スープ 42.4 ℃，味噌汁 53.0 ℃であった。

(2) 炊飯器保温機能および白飯盛り付け後の温度変化

実験に先立ち，使用する炊飯器の保温機能を確かめた（図 2)。温度データコレクタに接続した熱伝対センサーを炊飯器保温中のご飯中央に差込み，炊き上がりを 0 分として保温 24 時間まで 1 時間毎に温度変化を記録した。炊飯器内の白飯の温度は炊きあがり時点は 95.2 ℃であったが，緩やかに低下し，1 時間後 76.6 ℃，4 時間後には約 60 ℃となった。その後 60 ℃を保ち，13 時間後には，70 ℃付近にまで温度上昇してその後，70 ℃が保たれた。これは，少し高めの温度で保温することにより，においの発生を抑えるためと思われる。よって，以下の白飯の盛り付け後の温度変化は，盛り付け時の温度が異なる炊飯直後，1 時間保温後，5 時間保温後，24 時間保温後の 4 種類の白飯について測定した（図 3)。

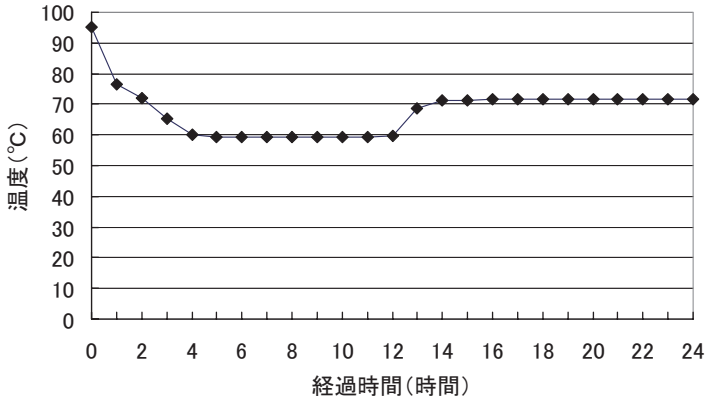


図 2　炊飯器保存中の白飯内部温度の変化

炊飯器のスイッチが切れた直後に茶碗に盛った白飯の温度（表面温度 79.8 ℃，内部温度 92.0 ℃，両者の差 12.2 ℃）は，1 時間保温後の白飯の温度（表面温度 65.9 ℃，内部温度 72.8 ℃，両者の差 6.9 ℃），5 時間保温後の白飯の温度（表面温度 49.3 ℃，内部温度 57.1 ℃，両者の差 7.8 ℃），24 時間保温後の白飯の温度（表面温度 64.7 ℃，内部温度 71.6 ℃，両者の差 6.9 ℃）と比較して高いため，盛り付け直後の温度低下が他の保温時間の白飯より著しかった。特に表面温度の低下が大きかった。そのため，盛り付け 30 分後には，1 時間保温白飯，5 時間保温白飯，24 時間保温白飯と温度に大きな差は見られず，どれも内部温度約 40 ℃，表面温度約 30 ℃となった。内部温度と表面温度の差は，平均すると炊飯直後の白飯 19.4 ℃，1 時間保温白飯 12.8 ℃，5 時間保温白飯 11.2 ℃，24 時間保温白飯 14.4 ℃となり，炊飯直後の白飯が最も大きかった。

また，適温と言われる 60 ℃になるのは，内部温度で考えて，炊飯直後の白飯では 13 分後，炊飯後 1 時間または 24 時間保温した白飯ではともに 6 分後であった。その時の表面温度は，炊飯直後の白飯で 39.3 ℃，炊飯後 1 時間で 46.0 ℃，24 時間で 43.8 ℃であり，40 ℃前後であることがわかった。保温 5 時間の白飯はすでに内部温度が約 60 ℃に調節されているので盛り付け直後が食べごろと考えられる。

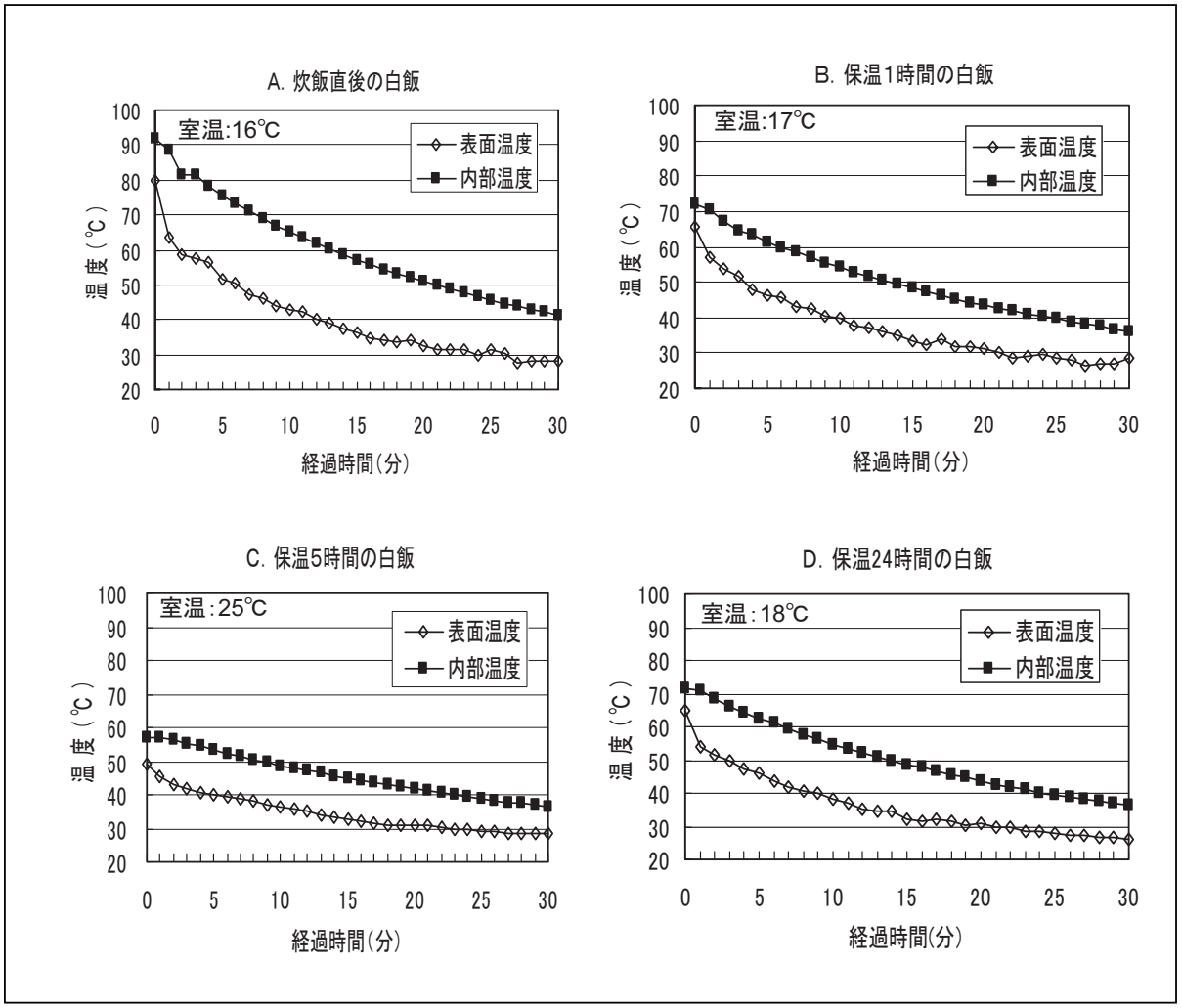


図 3　保温時間の異なる白飯盛り付け後の温度変化

(3) 食パン焼成後の温度変化

トーストも温かいうちに食べたい食物である。図 4 に食パン焼成後の温度変化を示す。焼き上がり直後，お皿に載せた時点に測定した温度は，表面温度 69.5 ℃，内部温度 68.9 ℃であり，今回測定した温かい食物の中で唯一表面温度が内部温度を上回った。しかし，1 分後には逆転し，以後，両者僅差で推移し，30 分後には表面温度 27.3 ℃，内部温度 27.9 ℃となった。温かい食物の適温といわれる 60 ℃に内部温度が達するのは 1 分後であった。中心部から表面までの長さが短い厚みのない食物は，表面温度と内部温度の差が小さく，表面温度の測定が有効であることがわかった。

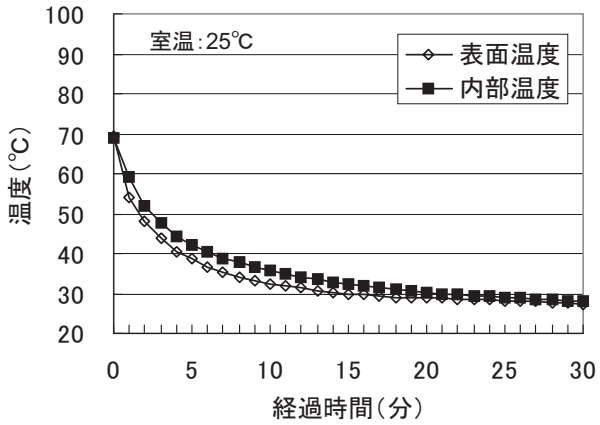


図 4　食パン焼成後の温度変化

(4) 冷蔵庫保存食品の取り出し後の温度変化

食物の中には冷やして食べたほうがおいしいものや食品衛生上冷蔵保存が必要な食物がある。これらの食物は，通常，食卓に載せるまでの間，冷蔵庫に入れられている。図 5 に冷蔵庫保存食品の取り出し後の温度変化を示す。

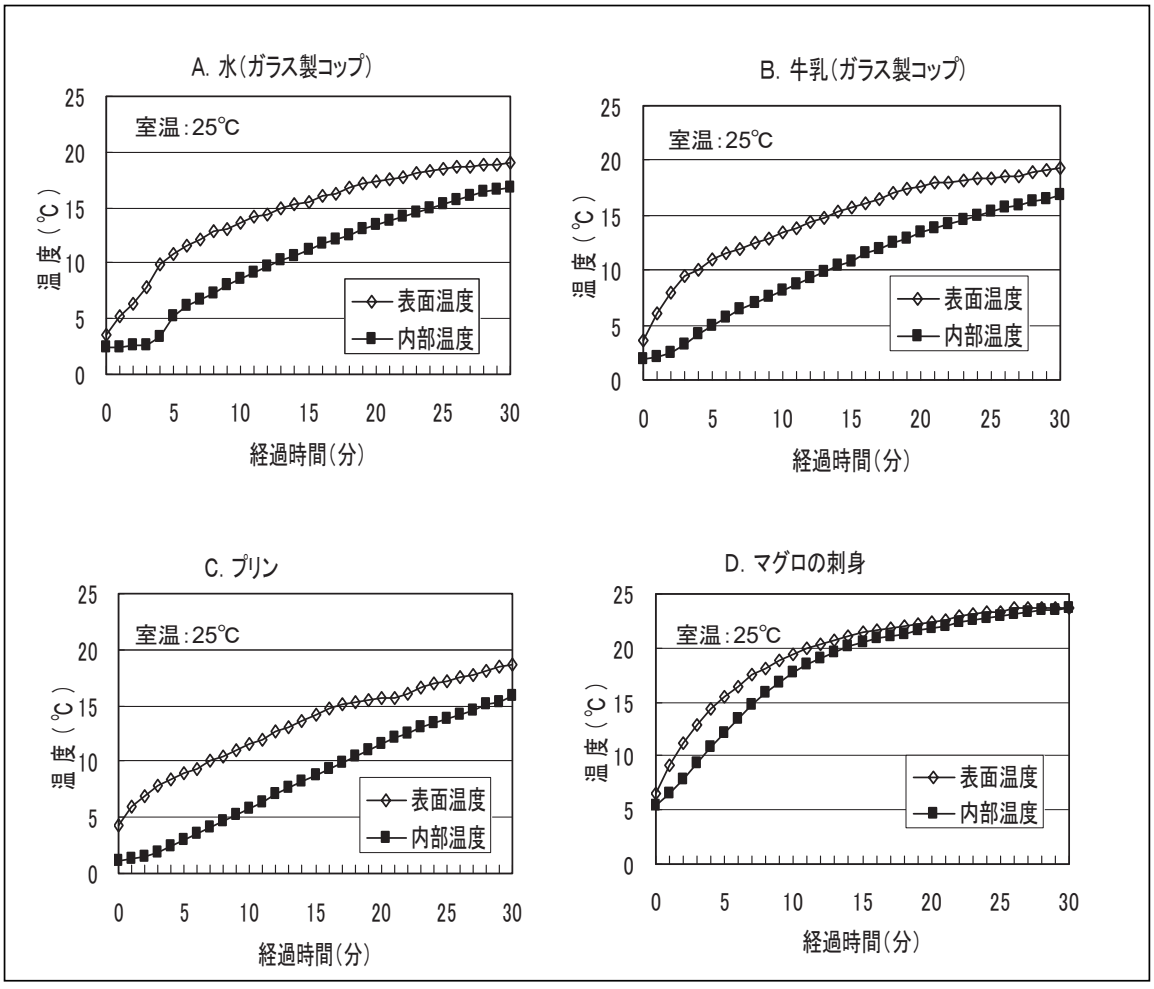


図 5　冷蔵庫保存食品の取り出し後の温度変化

液状食品として牛乳をガラスコップに入れて温度変化を測定した（図 5B）。コントロールとして水を同様の容器に同量入れて測定した（図 5A）。水と牛乳は，冷蔵庫から取り出した直後から 30 分経過するまで類似の温度上昇を示した。すなわち，冷蔵庫から取り出した直後の表面温度は，水 3.5 ℃，牛乳 3.6 ℃，内部温度は水 2.3 ℃，牛乳 2.0 ℃であった。30 分後の表面温度は，水 19.1 ℃，牛乳 19.3 ℃，内部温度は水 16.8 ℃，牛乳 16.8 ℃であった。両者とも取り出し直後の表面温度の上昇が大きかった。表面温度と内部温度の 30 分間における差の平均は，水 4.1 ℃，牛乳 4.4 ℃であった。冷たい食品の飲食適温 10 ℃（内部温度）に達するのに水（150 ml）の場合 13 分，牛乳（150ml）の場合 14 分であった。その時の表面温度は約 15 ℃であった。

ゲル状食品プリン（容量 70 g）の温度変化を図 5C に示す。冷蔵庫から取り出した直後の表面温度は，4.3 ℃，内部温度は 1.2 ℃であった。30 分後の表面温度は，18.7 ℃，内部温度は 15.8 ℃であった。表面温度と内部温度の 30 分間における差の平均は 4.7 ℃であった。飲食適温 10 ℃（内部温度）に達するのに 18 分かかった。その時の表面温度は約 15 ℃であった。

マグロの刺身一切れを小皿に載せて室温に放置した場合の温度変化を図 5D に示す。冷蔵庫から取り出した直後の表面温度は，6.5 ℃，内部温度は 5.5 ℃であった。30 分後の表面温度は，23.8 ℃，内部温度は 23.6 ℃であった。表面温度と内部温度の 30 分間における差の平均は 1.4 ℃であり今回測定した食品の中で最も小さい値であった。飲食適温 10 ℃（内部温度）にわずか 4 分で達し，以後急速に温度上昇をきたした。

(5) 生協食堂における料理提供温度，喫食温度及び喫食温度評価

非接触型放射温度計を使用することにより，生協食堂で提供されている料理の提供温度および実際に口にするときの温度，すなわち喫食温度を測定した。今回は白飯と汁物について実施した。

表 1　提供時の表面温度（生協食堂）

温度	白飯	汁物
平均温度±SD(℃)	49.3±6.8	66.0±8.0
最高温度(℃)	64.5	74.8
最低温度(℃)	41.4	50.3

注）各食物　n=10

表 2　喫食時の表面温度（生協食堂）

温度	ご飯(白飯)	汁物
平均温度±SD(℃)	39.4±6.3	50.1±5.0
最高温度(℃)	55.4	57.3
最低温度(℃)	22.9	35.2

注）白飯：n=46　汁物：n=51

表 1 に白飯と汁物の提供温度を示す。白飯は 49.3 ± 6.8 ℃，汁物は 66.0 ± 8.0 ℃であることがわかった。また，白飯は 41.4 ～ 64.5 ℃，汁物は 50.3 ～ 74.8 ℃の範囲で分布していることがわかった。白飯は炊飯直後に保温材入りコンテナに移し変え，そこから配膳されている。汁物は，調理後，約 100 人分の容量のステンレス製のホテルパンに入れ，湯せん 100 ℃で保温して提供されている。

表 2 に白飯と汁物の喫食温度を示す。購入者が席に着き食べ始めた時の温度を測定した。白飯は 39.4 ± 6.3 ℃，汁物は 50.1 ± 5.0 ℃であることがわかった。また，白飯は 22.9 ～ 55.4 ℃，汁物は 35.2 ～ 57.3 ℃の範囲で分布していることがわかった。喫食温度が提供温度に比べて約 10 ℃低い結果となった。

喫食時に同時に行った温度評価に対する調査結果を表 3（白飯）および表 4（汁物）に示す。

表 3　喫食時の白飯に対する温度評価と測定温度（生協食堂）

温度評価	人数	平均表面温度 ±SD（℃）	最低表面温度(℃)	最高表面温度(℃)
やや冷たい	15(32.6)	36.9±4.4	25.8	43.9
丁度よい	28(60.9)	40.5±7.0	22.9	55.4
やや熱い	3(6.5)	41.9±1.1	40.4	43.1
全体	46(100)	39.4±6.3	22.9	55.4

注） 人数の（ ）内の数字は%を示す。

表 4　喫食時の汁物に対する温度評価と測定温度（生協食堂）

温度評価	人数	平均表面温度 ±SD（℃）	最低表面温度(℃)	最高表面温度(℃)
やや冷たい	6(11.8)	45.3±2.5 ＊	41.2	48.6
丁度よい	37(72.5)	50.7±5.1 ＊	35.2	57.3
やや熱い	7(13.7)	50.3±4.1	43.9	56.6
熱い	1(2.0)	52.6	―	―
全体	51(100)	50.1±5.0	35.2	57.3

注） 人数の（ ）内の数字は%を示す。　＊： p＜0.05

白飯では，「丁度よい」が最も多く 61%，「やや冷たい」が 33% でそれに次いだ。各区分の実測表面温度の平均値は，「やや冷たい」が 36.9 ± 4.4 ℃，「丁度よい」が 40.5 ± 7.0 ℃，「やや熱い」が 41.9 ± 1.1 ℃となったが，3 者間に有意差は認められなかった。

汁物は「やや熱い」が 14%，「やや冷たい」が 12%，「丁度よい」が 72%で約 3/4 を占めた。各区分の実測表面温度の平均値は，「やや冷たい」が 45.3 ± 2.5 ℃，「丁度よい」が 50.7 ± 5.1 ℃，「やや熱い」が 50.3 ± 4.1 ℃，「熱い」が 52.6 ℃となった。「やや冷たい」と「丁度よい」の間には 5%有意差が見られた。

4. 考　察

本研究では，各種食物盛り付け後の温度変化を，放射温度計によって表面温度，熱電対温度計によって内部温度を同時に測定することによって両者の関係を明らかにし，適温料理を提供するタイミングおよび喫食のタイミングを検討した。

温かい食物としてクリームスープ（図 1A），味噌汁（図 1B），白飯（図 3），トースト（図 4）を調製し，温度変化を測定した。汁物のコントロールとして水の温度低下も測定した（図 1C，D）。表面温度は外気温の影響を受けやすく，常に内部温度より低く，粘度の高いクリームスープでは両者の差が水や味噌汁よりも大きかった。白飯も両温度差が大きかった。これは米粒に粘性がある上，米粒間に

熱の伝わりにくい空気の層があるためではないかと考えられる。一方，表面積は広いが厚みのうすいトーストは，両温度の差はわずかであった。通常，温かい食物の喫食適温は 60 ℃前後といわれている。今回測定した食物では，調製後喫食適温になるのに要した時間は，クリームスープで 24 分，味噌汁で 7 分，炊飯直後の白飯で 13 分，トーストで 1 分であった。このときの表面温度は，クリームスープで 42.4 ℃，味噌汁で 53.0 ℃，炊飯直後の白飯で 39.3 ℃，トーストで 54.2 ℃であった。

冷蔵庫で冷やした食品を取り出して室温に放置したときの温度変化を知ることも重要である。今回の研究では，水（図 5A），牛乳（図 5B），プリン（図 5C），マグロの刺身（図 5D）を実験材料とした。一晩冷蔵庫に入れて冷やしておくと，食品内部温度は冷蔵庫の設定温度の 2 ℃に低下していた。水，牛乳，プリンの取り出し後の温度変化は，類似しており，表面温度は内部温度よりも約 4 ～ 5 ℃高い状態で上昇した。マグロの刺身は両温度の差がわずかであり，短時間で室温に達した。通常，冷たい食物の喫食適温は 10 ℃前後といわれている。今回測定した食物では，調製後喫食適温になるのに要した時間は，水（150ml）で 13 分，牛乳（150ml）で 14 分，プリン（70g）で 18 分，刺身で 4 分であった。このときの表面温度は，水，牛乳，プリンとも 15 ℃，刺身で 14.3 ℃あった。刺身の場合，切り身の大きさや盛り付けにもよるが，適温でおいしく食べるためには，食卓に載せられた後，時間をおかず短時間で食べることが望ましいことがわかる。

以上，食物の性状（成分，大きさ，形等）が食物の温度に影響することがわかった。食物表面温度を適温料理提供および喫食の指標とするためには，食物それぞれの性状を理解し，内部温度と表面温度の関係を予め求めておく必要があると考える。

上記の結果をもとに，多くの学生が昼食をとる生協食堂で提供される料理（白飯，汁物）の提供温度，喫食温度を放射温度計によって実測し，合せて喫食者の料理に対する「温度評価」を調査することにより実測温度と感覚温度の関係を分析した。

白飯の温度を「丁度よい」とした人の実測表面温度の平均は 40.5 ℃であり，先の実験結果（図 3）から求めた白飯喫食適温の表面温度約 40 ℃にほぼ一致した。この結果より，表面温度約 40 ℃を白飯喫食適温の目安にできると判断した。また，汁物の温度を「丁度よい」とした人の実測表面温度の平均は 50.7 ℃であり，先の実験結果（図 1）から求めた味噌汁喫食適温の表面温度約 50 ℃にほぼ一致した。この結果より，表面温度約 50 ℃を比較的粘度の低い汁物（味噌汁など）の喫食適温の目安にできると判断した。しかし，食物の適温は外気温の影響をわずかながら受けることが報告されているので[5]，今回示した喫食適温の目安も季節による違いを考慮する必要がある。また，「丁度よい」と判断した人の実測温度幅は白飯の場合 23 ～ 55 ℃，汁物の場合 35 ～ 57 ℃と幅が広く，温度に対する感覚は，個人により大きく異なることが伺えた。温度評価は，日常喫食している個人の食事温度が影響するといわれており[5]，食事をいつも比較的温かい状態で喫食している人と，低めの温度で喫食している人がいるため，「丁度よい」とした喫食温度に幅が出たものと考えられる。

今回は一口目の温度が適温であるかを調査したが，実際の食事では食事時間が 15 分から 1 時間程度であると考えられる。したがって，食事中も温度が絶えず変化していることを頭にとめて食事をする必要がある。食べ始めから食べ終わるまでおいしく食べるには，器を温めたり，冷やしたりして適温を保つ工夫が必要となる。非接触型放射温度計は，食物に触れずに表面温度を迅速に測定することができる。身近に 1 つあると日常の食事温度が適宜把握でき，食に対する関心が一層深まることと思われる。

謝　辞

食事の温度調査にご協力いただきました本学生協食堂の皆様および学生の皆様に深く感謝の意を表します。

参 考 文 献

1）島田淳子，下村道子編 （1993） 調理とおいしさの科学，朝倉書店，pp. 137-138
2）山崎清子，島田キミエ，渋川祥子，下村道子 （2003） 調理と理論，同文書院，pp. 529-530
3）香西みどり，小松龍史，畑江敬子編 （2005） 給食マネジメント論，東京化学同人，p. 83
4）佐藤由実子，小林幸子 （1993） 集団給食における供食温度および喫食時の温度変化，和洋女子大学紀要，33，27-34
5）堀端薫，栗原千晶，纐纈喜重子，杉山大子，石田裕美，太田和枝 （1995） 日常の食事の喫食温度の評価，女子栄養大学紀要，26，67-73
6）島田淳子，中沢文子，畑江敬子編 （1993） 調理の基礎と科学，朝倉書店，pp. 179-181