

とろみ調整剤の添加濃度と品温が 食品の香気フレーバーリリースに及ぼす影響

荒井 恵美子・青木 里紗・佐藤 吉朗
(平成28年1月14日査読受理日)

The Effects of Density and Temperature on the Flavour Release of Foods Containing Commercial Thickeners

ARAI, Emiko AOKI, Risa SATO, Yoshio
(Accepted for publication 14 January 2016)

キーワード：とろみ調整剤, フレーバーリリース, わさび (西洋わさび), アリルイソチオシアネート
Key words : commercial thickeners, flavour release, horseradish, allyl isothiocyanate (AITC)

1. 緒言

加齢や脳神経障害などにより咀嚼・嚥下機能が低下すると、低栄養や脱水状態を誘発し、誤嚥性肺炎のリスクも高まる¹⁾と報告されている。これらのリスクを避けるため食事形態の調整が重要視され、各種増粘剤によるテクスチャー改善が図られている。中でも、とろみ調整剤(以降とろみ剤と略称)は食品に適度な粘度を付与できることから、病院や高齢者施設のみならず在宅介護の現場でも幅広く用いられている。しかし、これらの添加により呈味特性や香気特性に変化を及ぼすと言われており²⁻⁴⁾、食品本来の風味が損なわれ、食べる意欲が失われると、QOL (Quality of Life) の低下に繋がることが問題となっている⁴⁾。

これらの背景により、我々は、咀嚼・嚥下困難者の食事におけるQOL向上を目的に、とろみ剤添加食品の香気フレーバーリリースに着目した研究を行っている。前報^{5, 6)}では、高齢者に好まれる刺身料理をおいしく食する工夫を検討するため、煮干し、わさび、とろみ剤の組み合わせによるモデル食材を調製した。第1報⁵⁾では、それらに咀嚼を想定した圧縮応力を加えた模擬咀嚼モデルのにおいの変化を分析した。その結果、とろみ剤添加により香気フレーバーリリースは減少するが、咀嚼を想定した圧縮応力を加えると再び増加することを報告した。第2報⁶⁾では、とろみ剤添加によるわさび風味の低下を補う工夫として、わさびの最適添加量を検討した。その結果、わさびの添加量別のアリルイソチオシアネート (Allyl isothiocyanate: 以降AITCと略称) の量を基に、とろみ剤無添加食品と同等レベルのわさび風味を保持する添加量の一指標が確認された。

これまでの研究より、わさびの主要香気成分AITCの量が食品全体のにおいの変化と連動していたことから、本報では、引き続き和食料理の代表的香味食材であるわさびを取り上げ、とろみ剤の添加濃度と品温が食品の香気フレーバーリリースに及ぼす影響を検討した。前報^{5, 6)}までは、室温での供食直前と口腔内での咀嚼時を想定したにおいの変化を研究してきたが、病院、施設、在宅等の現場で調理された食品は、調理後直ちに喫食されることは稀であり、通常、一定の保存時間を経て提供されていることから、今回は調理から喫食までの保存温度に着目した。また、わさびは刺身以外にも幅広い温度帯の料理に用いられていることから、とろみ剤添加食品の保存温度が香気フレーバーリリースに及ぼす影響を分析し、調理食品の温度特性に見合ったわさび風味の活用法を探ることを目的とした。

これまでに、市販とろみ剤の濃度、温度、味と物性についての報告^{7, 8)}はあるが、とろみ剤の濃度ならびに食事提供時の品温と香気フレーバーリリースについての報告は見当たらない。また、食品のにおいは、味、食感と共に食品の嗜好性を決定づける重要な因子であり、香辛料はごく僅かな量で料理に風味を与え、食欲増進効果や精神・肉體両面での薬理効果⁹⁾も期待できる。更に、香辛料を用いて嚥下反射が促進・改善されたという報告もみられる^{10, 11)}ことから、咀嚼・嚥下困難者の食事における香辛料の有効活用は、QOL向上に寄与できることと考える。

2. 実験方法

(1) 試料

前報^{5, 6)}に引き続き、粉わさび (西洋わさび: *Armoracia rusticana*) およびキサンタンガム系とろみ剤を用いた。

1) 粉わさび

エスピー食品(株)製の粉わさび(西洋わさび:以降わさびと略称,内容量35g,賞味期限2016.10.25)を都内百貨店にて購入し,実験に供するまでは5℃の冷蔵庫に保管し,できる限りわさび風味を保つよう開封後30日以内に消費するようにした。

2) とろみ剤

キサンタンガム系のトロミファイバー(内容量3g/本,賞味期限2015.06.04)は(株)宮源から購入した。

(2) 試料調製

上記食材を使用し,とろみ剤の濃度別・温度別試料を以下のように調製した。

蒸留水20mLを20mL容のビーカーに入れ,35℃まで加温し,わさびととろみ剤を加えて2回/秒の速さで1分間,手動攪拌し,ビーカーの口をパラフィルムで覆い常温(20±2℃)で30分間室温放置した後,実験試料とした。とろみ剤濃度は0.6g(3w/v%),0.8g(4w/v%),1.0g(5w/v%)とし,わさびはそれぞれ0.05g(0.25w/v%)添加した。

(3) 香気成分の測定

GC-MS(Agilent 7890A GC/Agilent 5975C MSD:アジレント・テクノロジー(株)製)を用いたヘッドスペース固相マイクロ抽出法(Solid Phase Micro Extraction:以降SPMEと略称)により,わさびの香気成分を捕集後,成分量を定量分析した。

1) 香気成分の抽出および同定

前報^{5,6)}では,におい識別装置と官能評価により食品全体における強さと質を評価し,GC-MSで特定香気成分AITCの分析を行い,これらを併せて総合的なにおいを評価した。本報では,AITC以外のわさびの香気成分を評価の指標に加え,香気成分の量および含有比率により食品全体の総合的なにおいの評価を試みた。

まず,GC-Olfactometry(以降GC-Oと略称)を用いて,香気成分を絞り込んだ。本装置は上記Agilent 7890A GCシステムを使用し,ヘリウムをキャリアとして,カラム,オープン昇温条件,流速,注入口温度,スプリット比はGC-MSに準じた。カラムの出口を2口に分岐し,一方をGerstel製のおい嗅ぎポート(ODP)に導き,ODPは溶出する香気成分の滞留,残存を防ぐために,蒸留水を通過させた加湿空気を流した。GC-Oは,カラムで分離された香気成分の一部を,付属のスニッピングポートを通して感覚的に嗅ぐことで,官能評価と機器分析を同時に行うことができる装置¹²⁾である。本装置を用いて,指標とする香気成分をAITC,3-ブテニルイソチオシアネート(3-Butenyl isothiocyanate), β -フェネチルイソチオシアネート(β -Phenethyl isothiocyanate)と定め,これら3成分のトータルイオンクロマトグラム(Total Ion

Chromatogram:以降TICと略称)と質量スペクトルを標準品と照合し,保持時間(Retention Time:以降RTと略称)の一致も確認して同定した。

標準試薬:AITC(イソチオシアン酸アリル:純度99%,特級Lot.TLK 3821)は和光純薬(株)製,3-ブテニルイソチオシアネート(イソチオシアン酸3-ブテニル1-イル:純度95%,Lot.EVUVB-FC)は東京化成工業(株)製, β -フェネチルイソチオシアネート(フェネチルイソチオシアン酸:純度99%,Lot.MKBR2547V)はSIGMA-ALDRICH製を用いた。

2) 香気成分の定量

測定には,とろみ剤濃度を3%,4%,5%とした3試料を,それぞれ食品温度を10±2℃,20±2℃,65±2℃の3品温に設定した計9試料を用いた。すなわち,冷たくして食する食品を想定した10℃,常温で食する食品を想定した20℃,温かくして食する食品を想定した65℃とした。とろみ剤濃度の異なる各試料を6.0gずつ20mLのバイアルビンに入れ,SPMEのファイバー(85 μ m CAR/PDMS:SIGMA-ALDRICH社製)をバイアルビンに挿入し,上記3種の温度に設定した恒温槽でにおい成分を30分間静置状態で吸着させた後,GC-MSを用いたSPME法で香気成分の質量分析を各試料それぞれ3回行った。

分析条件は前報⁵⁾に準じて,キャピラリカラムAgilent DB-WAX(30m×0.25mm,0.5 μ m film thickness)を用いて,カラム温度は60℃で1分間保持後,15℃/minで240℃まで昇温し5分間保持した。気化室温度:250℃,イオン源温度:230℃,EI positive scan mode:m/z 50-550,キャリアガスはヘリウム(G1グレード,線速度35cm/s)を用い,スプリットレス試料導入法¹³⁾で実施した。分析実施日ごとに標準品の一定量を分析し,そのピーク面積が一定であることを確認した上で,試料のピーク面積の積分値を相対値として比較した。

(4) テクスチャー試験

とろみ剤の濃度別試料のテクスチャー特性を知るために,消費者庁のえん下困難者用食品表示の許可基準¹⁴⁾に準じてレオナー(RHEONER II CREEP METER RE2-33005S:山電(株)製)を用いてテクスチャー試験を実施し,得られた波形より代表的なテクスチャー特性値である硬さ,付着性,凝集性を求めた。試料を直径40mm,高さ15mmの容器に高さ15mmまで充填し,直径20mm,高さ8mmの樹脂製のプランジャーを用いて,圧縮速度10mm/s,クリアランス5mmで2回の圧縮測定を行った。

(5) 統計処理

上記の各測定値は,平均値±標準偏差で表わし,SPSS Ver.20を用いて一元配置分析の分散分析を行った。その後の検定では,TukeyのHSDによる多重比較を行い,有意水準1%および5%で検定した。

3. 結果および考察

(1) 香気成分の評価

GC-O を用いて絞込んだわさびの香気成分の化学構造を Table 1 に示した。RT6.5 分の AITC は、わさび、からし、大根などアブラナ科の植物に含まれる辛味成分で、わさびの主要香気成分として知られている¹⁵⁾。すりおろしたわさびの中の AITC は時間とともに失われ、わさび特有の辛味成分が短時間で減少、消失してしまうことが問題となっている^{16, 17)}。GC-O によるにおい嗅ぎの結果、RT7.5 分の 3-ブテニルイソチオシアネートは青臭い、スパイシーな香気を感じられ、RT13.3 分の β -フェネチルイソチオシアネートは灰様、煙様の埃っぽい香気を感じられた。いずれも、既報¹⁵⁾により報告されているわさびの香気成分であり、これら 3 成分の同定は、標準品との一致により行った。各香気成分の標準品と試料の TIC と質量スペクトルを Fig.1 ~ 3 に示した。

Fig. 4 にとろみ剤濃度 5% 試料の温度別 TIC を示した。品温 10℃、20℃ に比べて 65℃ 試料で β -フェネチルイソチオシアネートのピークが顕著に高値を示していることがわかる。また、とろみ剤濃度 3%、4% 試料においても同様の挙動が示された。

Fig. 5 ~ 7 にとろみ剤濃度別・温度別試料のわさびの香気成分量 (相対値) を示した。

Fig.5 の AITC 量を見ると、各試料間に有意差は認められなかったものの、いずれのとろみ剤濃度においても品温 10℃、20℃ に比べて 65℃ 試料の AITC 量が少ないことがわかる。AITC は分子量が小さく気化し易い^{16, 17)}特性を持ち、更に品温 65℃ 試料では温度上昇に伴い分子運動が盛んになることが推察される。また、AITC はわさびの主要香気成分であり、ツーンと鼻に抜けるわさび特有の辛味風味を有することから、高温で保存した場合、AITC の減少に伴い喫食前に感知される辛味風味の低下が予測される。

Fig. 6 の 3-ブテニルイソチオシアネートの量を見ると、いずれのとろみ剤濃度においても、温度が高くなるほど高値を示し、とろみ剤濃度 4% 試料の 10℃ と 65℃ の間に有意差 ($p < 0.05$) が認められた。

Fig.7 の β -フェネチルイソチオシアネートの量を見ると、いずれのとろみ剤濃度においても品温 65℃ 試料で有意 ($p < 0.01$) に多くなることが確認された。 β -フェネチルイソチオシアネートは、ベンゼン環を有する芳香族化合物であり、分子量は AITC の 1.6 倍程度大きい (Table 1) ことから、常温以下ではとろみ剤の中に安定して取り込まれているが、温度上昇に伴い分子運動が盛んになり、固体から放散されたのではないかと考えられる。 β -フェネチルイソチオシアネートは灰様、煙様の埃っぽい香気を有することから、高温で保存した場合、喫食前に感知されるこれらのにおいの変化が予測される。

また、AITC、3-ブテニルイソチオシアネート、 β -フェネチルイソチオシアネートいずれの香気成分においても、とろみ剤濃度の違いによる成分量の顕著な差は認められなかった。

Fig. 8 にとろみ剤濃度別・温度別試料のわさびの香気成分全体量を示した。いずれのとろみ剤濃度においても、品温の違いによる顕著な差は認められなかったが、香気成分毎に品温の違いによる成分量の変化が認められたことから、Table 2 にとろみ剤濃度別・温度別試料のわさびの香気成分量 (相対値) と分布率を示した。

まず、全体量に対する各香気成分の分布率 (a/d, b/d, c/d) をみると、AITC (a/d) は、品温 10℃、20℃ 試料で平均 94% と圧倒的に多いが、65℃ 試料では 3 割以上減少した。反対に β -フェネチルイソチオシアネート (c/d) は品温 10℃、20℃ 試料で平均 2% であるが、65℃ 試料では約 16 倍に増加した。次に、AITC に対する他 2 成分の分布率 (b/a, c/a) をみると、品温 10℃、20℃ 試料では β -フェネチルイソチオシアネート (c/a) は平均 2% であるが、65℃ 試料では約 26 倍以上に増加し、とろみ剤濃度 5% 試料においては 70% 近い比率を占めた。これらの結果より、とろみ剤添加食品を高温 (65℃) で保存した場合、わさびの香気成分の含有比率は顕著に変化することが明らかとなった。香気成分には各々閾値はあるものの、濃度を変えるとにおいの強さだけでなく質も変化する¹⁸⁾と言われており、品温 65℃ 試料の AITC と β -フェネチルイソチオシアネートの含有比率は 26 倍以上変化していることから、高温で食するととろみ剤添加食品では、AITC のわさび特有の辛味風味の減少と、 β -フェネチルイソチオシアネートの灰様、煙様の埃っぽいにおいの増加により、総合的に感じるにおいのバランスも変化することが推察される。

これらの結果より、とろみ剤添加食品にわさびを用いる際は、喫食前に感知されるにおいにおいて、低温または常温で食する料理では、適温保存中にわさび特有の辛味風味の変化は少ないと考えられるが、高温で食する料理では高温 (65℃) 保存中に辛味風味の低下と共に風味バランスの変化が予測されるため、嗜好に合わせて食べる直前に添加するなどの工夫が必要であると示唆された。

(2) テクスチャーの評価

Fig. 9 ~ 11 にテクスチャー試験によるとろみ剤濃度別・温度別試料の硬さ、付着性、凝集性の測定結果を示した。

Fig. 9 の硬さをみると、いずれの品温においてもとろみ剤濃度が高くなるほど硬くなり、品温別試料群のとろみ剤濃度 3% と 5% 試料の間に有意差 ($p < 0.05$) が認められた。

Fig.10 の付着性をみると、いずれの品温においてもとろみ剤濃度が高くなるほど高値を示す傾向がみられ、硬さ (Fig.9) と同様の挙動を示した。また、温度設定前 control と品温 10℃ 試料のとろみ剤濃度 3% と 5% 試料の間に有意

Table 1 わさびの香り成分の化学構造

保持時間 (RT) (min)	香り成分	分子式	分子量	構造式
6.5	アリルイソチオシアネート (AITC) (Allyl isothiocyanate)	C ₄ H ₅ NS	99.15	<chem>C=CC=S</chem>
7.5	3-ブテニルイソチオシアネート (3-Butenyl isothiocyanate)	C ₅ H ₇ NS	113.2	<chem>C=CCCS</chem>
13.3	β-フェネチルイソチオシアネート (β-Phenethyl isothiocyanate)	C ₉ H ₉ NS	163.2	<chem>C=CC1=CC=CC=C1</chem>

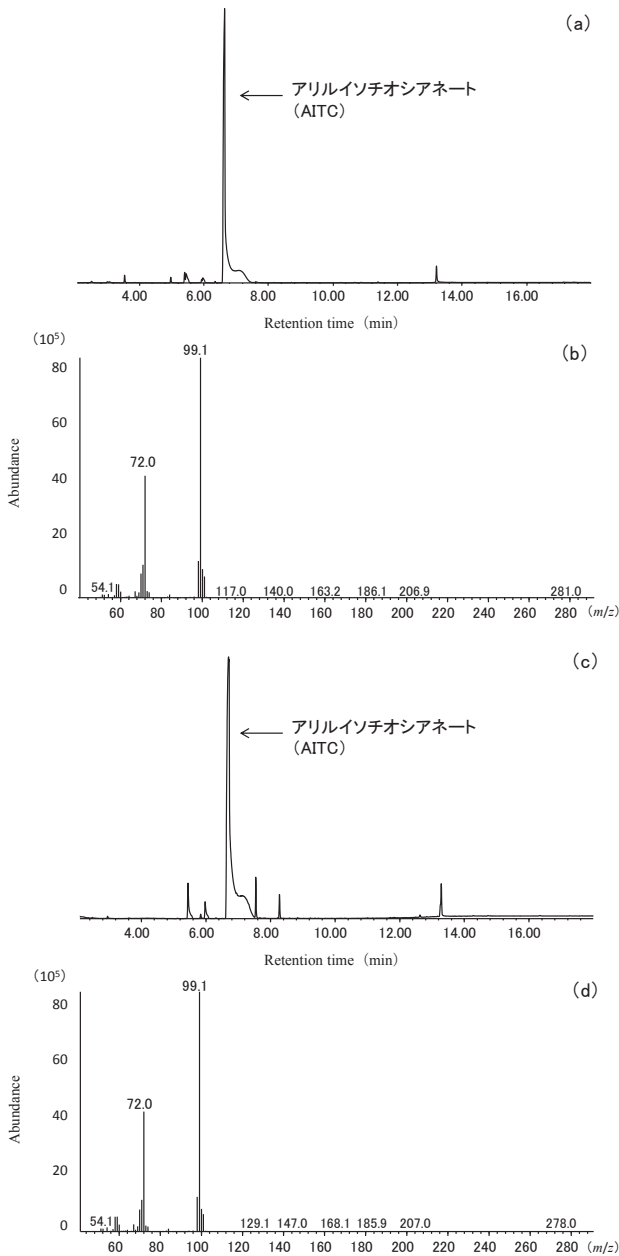


Fig. 1 AITC のトータルイオンクロマトグラムと質量スペクトル
 (a) 標準品のトータルイオンクロマトグラム
 (b) 標準品の質量スペクトル
 (c) 試料のトータルイオンクロマトグラム
 (d) 試料の 6.5 分の質量スペクトル

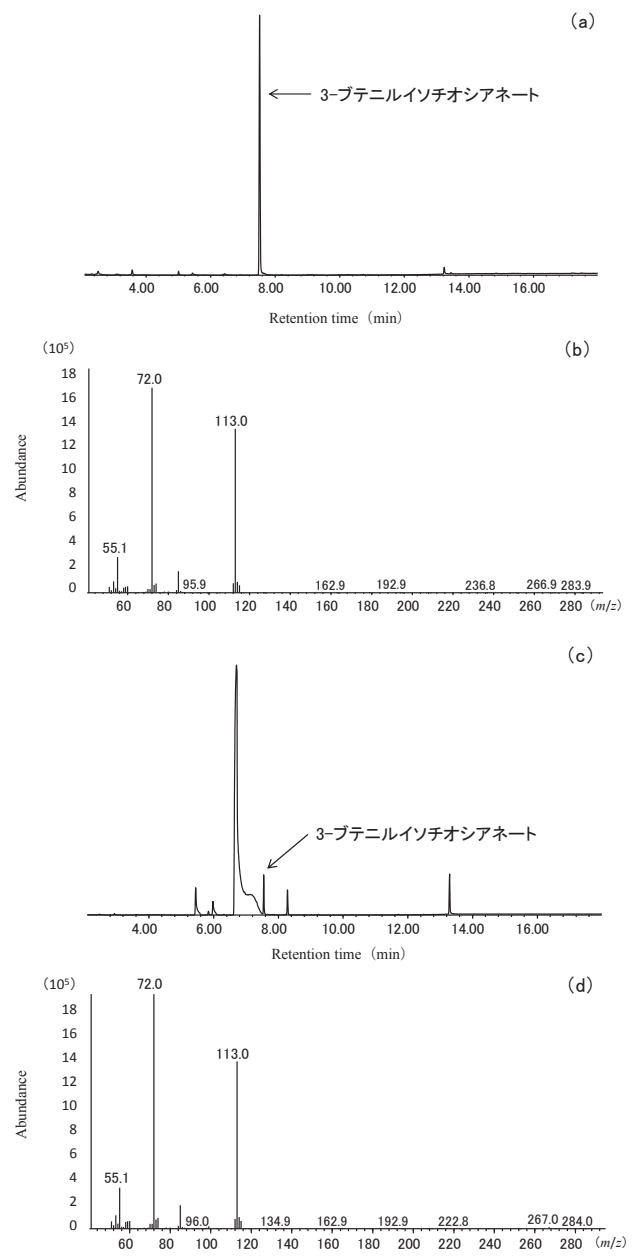


Fig. 2 3-ブテニルイソチオシアネートのトータルイオンクロマトグラムと質量スペクトル
 (a) 標準品のトータルイオンクロマトグラム
 (b) 標準品の質量スペクトル
 (c) 試料のトータルイオンクロマトグラム
 (d) 試料の 7.5 分の質量スペクトル

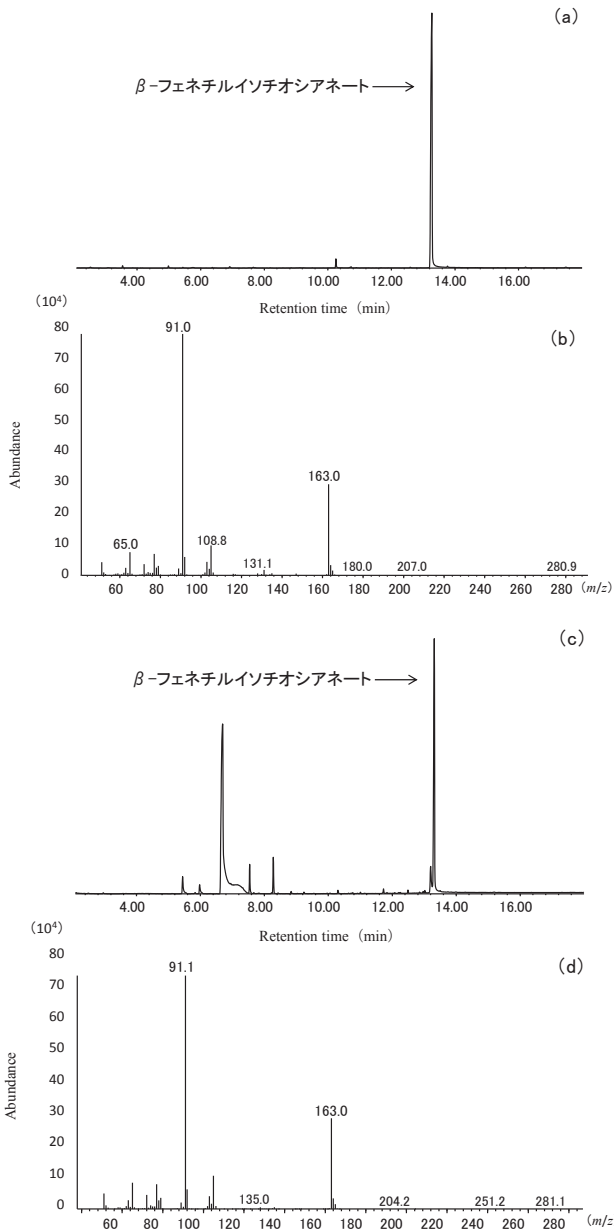


Fig. 3 β -フェネチルイソチオシアネートのトータルイオンクロマトグラムと質量スペクトル
 (a) 標準品のトータルイオンクロマトグラム
 (b) 標準品の質量スペクトル
 (c) 試料のトータルイオンクロマトグラム
 (d) 試料の 13.3 分の質量スペクトル

差 ($p < 0.05$) が認められた。

Fig.11 の凝集性をみると、とろみ剤濃度および品温の違いによる凝集性の差は認められなかった。

本実験に用いたとろみ剤の主原料であるキサンタンガムは、分子構造上、長い側鎖を持つため、水分子がキサンタンガムの分子間に取り込まれることで分子同士が会合してネットワークを形成し粘度が高くなり¹⁹⁾、このネットワーク構造は温度の上昇に従いヘリックス状態がコイル状態に転移する²⁰⁾と報告されている。これらキサンタンガムの物理的特性が、本テクスチャー試験の結果に影響を及ぼし

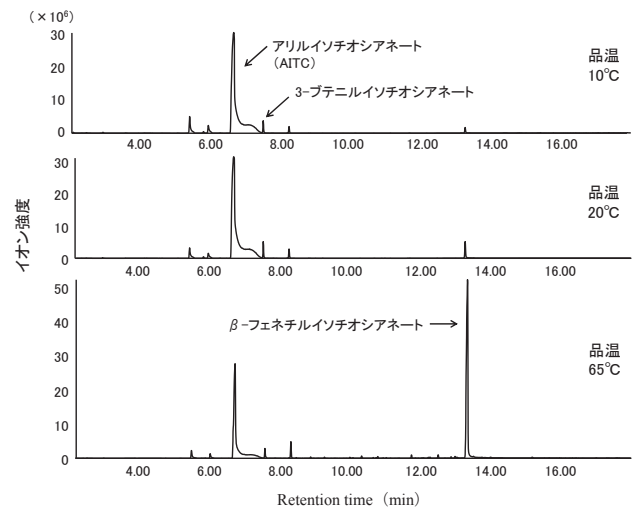


Fig. 4 とろみ剤濃度 5% 試料の温度別のトータルイオンクロマトグラム

たことが推察される。

これまでのテクスチャー特性と香り成分の変化を併せて考察すると、温度上昇に伴いとろみ剤のネットワークが緩み食品は軟らかくなり、それと同時に香り成分の分子運動が盛んになることが予測される。そのため、とろみ剤添加食品中に取り込まれていた香り成分の内、分子量の大きい香り成分は温度上昇に伴い固体から新たに揮発し、香り成分の含有比率が変化し、食品全体の香りフレーバーリリースに変化を及ぼしたことが推察される。

とろみ剤は、発売時期と主原料により、でんぷん系、グアーガム系、キサンタンガム系に分類されるが、2000 年頃から発売されているキサンタンガム系は、常温で容易に分散・溶解すること、粘度の発現が速く経時変化が小さいこと、付着性が小さく保形性（食塊形成性）が高いこと等の有用性により最も多用されている^{20, 21)}とろみ剤である。従って、本実験結果の実践現場での応用に配慮し、本試料の物性値を以下 3 種類の基準により分類した。すなわち、消費者庁のえん下困難者用食品たる表示の許可基準¹⁴⁾ 分類では、硬さ：許可基準Ⅲ，付着性：許可基準Ⅰ，凝集性：許可基準Ⅱの食品に相当し、日本摂食・嚥下リハビリテーション学会嚥下調整食分類 2013²²⁾ では、硬さ：嚥下調整食 2，付着性：嚥下調整食 1j，凝集性：嚥下訓練食 0j (j はゼリーを意味する²²⁾) に相当し、2014 年 11 月に策定された農林水産省の新しい介護食品（スマイルケア食）の選り方基準では、硬さ：赤 A（ペースト状の食品），付着性：赤 B（ムース状の食品），凝集性：赤 C（ゼリー状の食品）に相当していた。

食品においては、味、食感とともに食品の嗜好性を決定づける重要な因子である。また、におい物質にはそれぞれ閾値があり、ヒトの嗅覚閾値は人種、年齢、性別、個人差

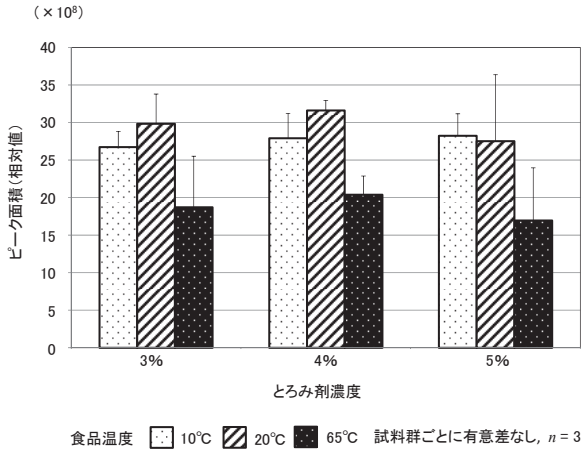


Fig. 5 とりみ剤濃度別・温度別試料の AITC 量

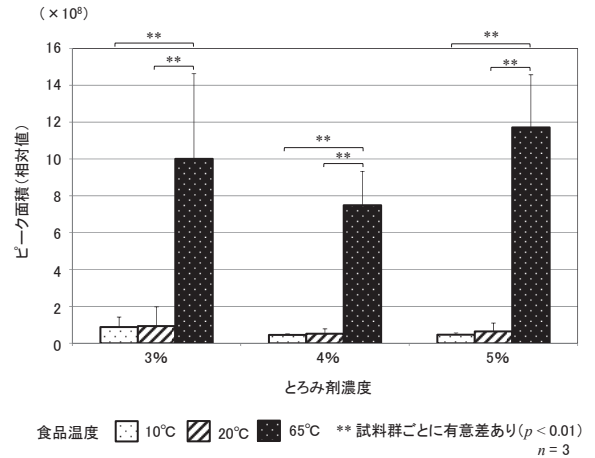


Fig. 7 とりみ剤濃度別・温度別試料のβ-フェネチルイソチオシアネート量

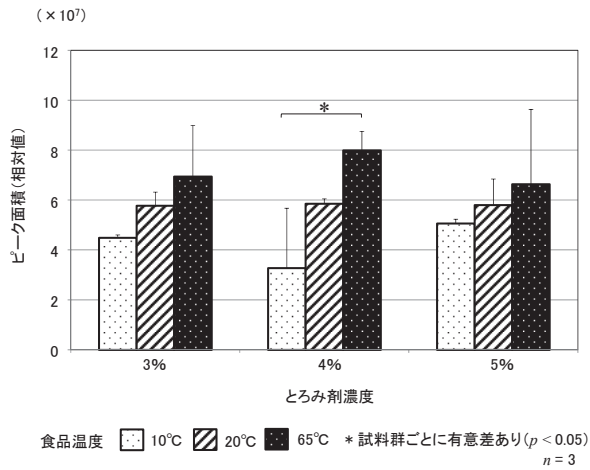


Fig. 6 とりみ剤濃度別・温度別試料の3-ブテンイルイソチオシアネート量

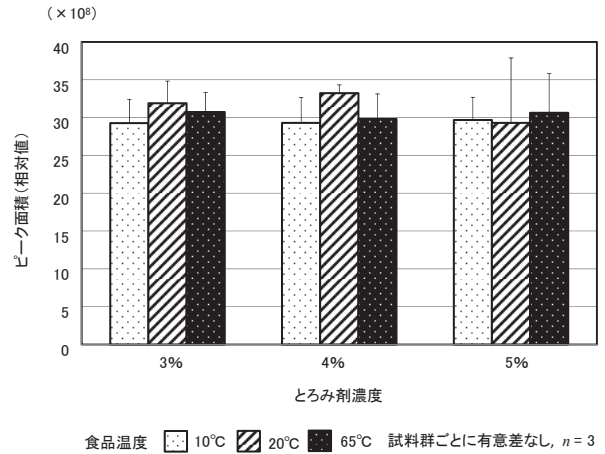


Fig. 8 とりみ剤濃度別・温度別試料のわさびの香り成分全体量

Table 2 とりみ剤の濃度別・温度別試料のわさびの香り成分量 (相対値) と分布率

とりみ剤		ピーク面積(相対値) (×10 ⁸)				分布率 (%)				
温度 (°C)	濃度 (%)	アリルイソチオシアネート (AITC) (a)	3-ブテンイルイソチオシアネート (b)	β-フェネチルイソチオシアネート (c)	全体量 (d)	(a/d) × 100	(b/d) × 100	(c/d) × 100	(b/a) × 100	(c/a) × 100
10	3	26.7±2.06	0.4±0.01	0.8±0.54	29.3±3.12	91.41	1.53	3.02	1.68	3.30
	4	27.9±3.28	0.3±0.24	0.4±0.05	29.3±3.38	95.32	1.12	1.56	1.17	1.63
	5	28.2±2.93	0.5±0.02	0.5±0.09	29.7±3.02	95.24	1.71	1.58	1.79	1.66
20	3	29.8±3.97	0.6±0.05	0.9±1.05	31.9±2.96	93.58	1.81	2.92	1.93	3.12
	4	31.6±1.31	0.6±0.02	0.5±0.26	33.2±1.11	95.16	1.76	1.55	1.85	1.63
	5	27.5±8.85	0.6±0.10	0.6±0.44	29.3±8.60	93.97	1.98	2.21	2.11	2.35
65	3	18.7±6.79	0.7±0.20	10.0±4.62	30.7±2.58	60.92	2.26	32.59	3.71	53.49
	4	20.4±2.48	0.8±0.08	7.5±1.83	29.8±3.31	68.41	2.68	25.12	3.92	36.72
	5	17.0±7.02	0.7±0.30	11.7±2.86	30.6±5.18	55.35	2.17	38.25	3.91	69.10

平均値±標準偏差, n=3

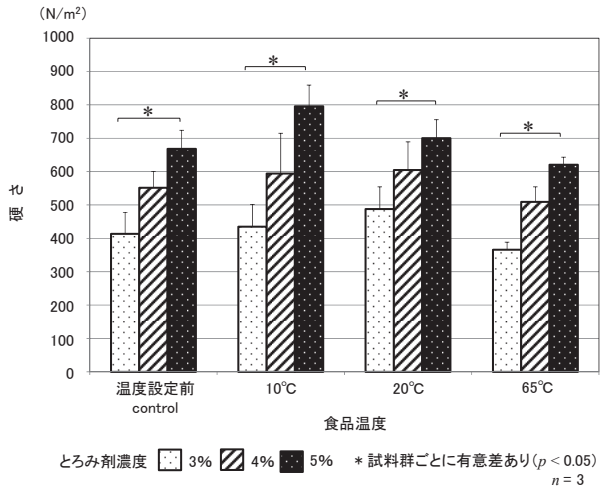


Fig. 9 とろみ剤濃度別・温度別試料の硬さ

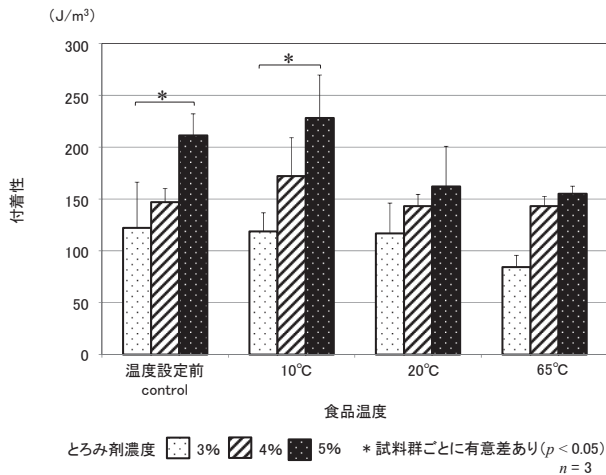


Fig. 10 とろみ剤濃度別・温度別試料の付着性

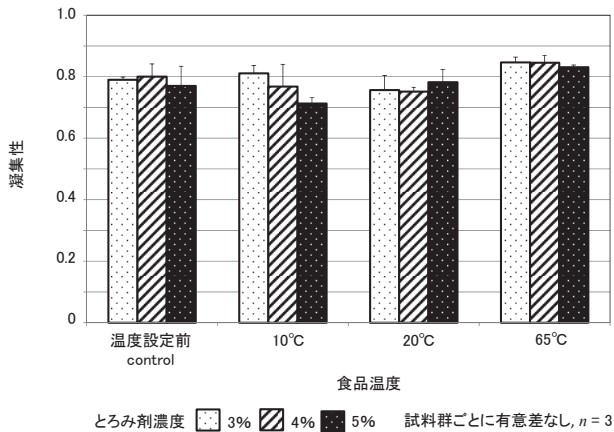


Fig. 11 とろみ剤濃度別・温度別試料の凝集性

などにより異なることは充分考慮すべき要因である。更に、これまでに得られた我々の知見から、とろみ剤添加食品を調製する際は、とろみ剤添加による香りフレーバーリリースの抑制と保存温度による香り成分量の変化を考慮し、わさび添加のタイミングを計る必要性が示唆された。今後、更なる実践的研究を重ね、とろみ剤添加食品をおいしく食するための香辛料の添加手法を検討していきたいと考える。

4. 要約

咀嚼・嚥下困難者の食事における QOL 向上を目的に、とろみ剤を添加したわさびの香りフレーバーリリースについて一連の実験研究を行っているが、今回は、とろみ剤濃度と提供時品温が香りフレーバーリリースに及ぼす影響を検討し、以下の知見を得た。

キサントガム系とろみ剤の濃度別・温度別試料 (10°C, 20°C, 65°C) にわさびを添加し、GC-MS によりわさびの香り成分 AITC, 3-ブテニルイソチオシアネート, β -フェネチルイソチオシアネートの定量分析を行い、食品全体の総合的なお味の評価を試みた。

その結果、とろみ剤濃度および品温の違いによる香り成分全体量の差はみられなかったが、品温 65°C 試料において AITC の減少と β -フェネチルイソチオシアネートの有意な増加が認められ、食品全体の香り成分含有比率の変化が明らかとなった。また、品温 10°C, 20°C 試料の場合は、香り成分含有比率の変化は少なく、主要香り成分 AITC が高い比率を占めた。これらの結果より、喫食前に感知されるにおいにおいて、低温または常温で食べる料理では、適温保存中にわさび特有の辛味風味の変化は少ないと考えられるが、高温で食べる料理では高温 (65°C) 保存中に辛味風味の低下と共に風味バランスの変化が予測されるため、嗜好に合わせて食べる直前に添加するなどの工夫が必要であると示唆された。

今後は、嗜好性を考慮した官能評価試験も実施した上で、更に具体的な提案ができるよう、研究を進めていきたいと考える。

文献

- 1) 道 健一, 道脇幸博監訳: Logemann 摂食・嚥下障害, 医歯薬出版 (東京), 2000, pp.2-10
- 2) 小竹佐知子: 第 1 節フレーバーリリース研究の最前線, 食感創造ハンドブック (西成勝好, 大越ひろ, 神山かおる, 山本 隆編), サイエンスフォーラム (東京), 2005, pp.393-406
- 3) 西成勝好: ぐらしの最前線 94 おいしさとフレーバーリリースの関連性, 日本家政学会誌, **65**, 245-256 (2014)
- 4) 山田好秋: 摂食・嚥下のメカニズム, 医歯薬出版 (東京), 2004, pp.120-129

- 5) 荒井恵美子, 佐藤吉朗, 長尾慶子: ころみ調整剤添加食品の香気フレーバーリリース-咀嚼を想定した圧縮付加時のおいの変化-, 日本調理科学会誌, **48**, 255-264 (2015)
- 6) 荒井恵美子, 佐藤吉朗, 長尾慶子: ころみ調整剤添加食品の香気フレーバーリリース (第2報) -わさびの風味を保持する最適添加量の検討-, 日本調理科学会誌, 投稿中
- 7) 出戸綾子, 山縣誉志江, 栢下 淳: 各種市販トロミ調整食品の物性に及ぼす温度の影響, 県立広島大学人間文化学部紀要, **2**, 39-47 (2007)
- 8) 濱本有美, 木原琢也, 三村純代, 熊谷 宏, 田地 豪, 二川浩樹: 増粘剤の物性に及ぼす濃度・味・温度の影響, 老年歯科医学, **29**, 77-83 (2014)
- 9) 杉田浩一, 平 宏和, 田島 眞, 安井明美編集: 日本食品大事典 第3版, 医歯薬出版 (東京), 2013, pp.643-645
- 10) 後藤拓朗, 村田尚道, 前川享子, 神田ゆう子, 小林幸生, 森 貴幸, 宮脇卓也, 江草正彦: カプサイシン含有フィルム摂取による嚥下反射促進効果, 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会雑誌, **17**, 209-216 (2013)
- 11) 海老原孝枝, 海老原覚, 荒井啓行: 嗅覚刺激と高齢者摂食嚥下障害, におい・かおり環境学会誌, **39**, 210-220 (2008)
- 12) 藤森嶺編著: 香りが見える理由, 一般社団法人東京農業大学出版会 (東京), 2012, pp.55-60
- 13) 社団法人日本分析化学会編: 試料分析講座 食品分析, 丸善出版 (東京), 2011, p.51
- 14) 消費者庁: 特別用途食品の表示許可等について, 消費表第277号, 2011, pp.7-18
- 15) 日本香料協会編: 香りの百科, 朝倉書店 (東京), 1989, pp.466-467
- 16) 衛藤英男, 西村明良, 高澤令子, 八木昭仁, 斉藤和秀, 坂田完三, 木嶋 勲, 柴田正人, 伊奈和夫: 沢わさびおよび西洋わさび中の香気成分の安定性, 日本食品工業学会誌, **37**, 953-958 (1990)
- 17) 橋本顕彦, 青山康司: 酵素量のコントロールによるすりおろしワサビ中のアリルイソチオシアネート保持技術, 広島食工技研報, **27**, 35-37 (2013)
- 18) 高木貞敬, 渋谷達明編: 匂いの科学, 朝倉書店 (東京), 1989, pp.3-18
- 19) 鴻野 健: キサンタンガムのトロミ調製食品への応用, 月刊フードケミカル, **12**, 34-40 (2012)
- 20) 船見孝博, 堤之達也, 岸本一宏: ころみ調整食品や介護食品に使用されている増粘剤およびゲル化剤, 日本調理科学会誌, **39**, 233-239 (2006)
- 21) 大越ひろ, 品川喜代美, 高橋智子, 玉木有子, 船見孝博, 房 晴美, 増田邦子: ころみ調整剤ハンドブック, 東京堂出版 (東京), 2012, pp.6-34
- 22) 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会医療検討委員会: 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会嚥下調整食分類2013, 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会雑誌, **17**, 255-267 (2013)

Abstract

The flavour release properties of meals containing commercial thickeners were investigated in terms of the change of the density and temperature of commercial thickeners, with a view to improving the quality of life of people with masticating and swallowing difficulties. Specifically, the savory food horseradish was used, and the release of the flavorful odor when commercial thickeners derived from xanthan gum were added was investigated. Samples containing different concentrations of commercial thickeners were prepared to regulate the amount of the commercial thickeners. Each sample was regulated under different temperatures (10°C, 22°C and 65°C, respectively). The amounts of allyl isothiocyanate (AITC), 3-butenyl isothiocyanate, and β -phenethyl isothiocyanate, which is the flavour component of horseradish were measured by gas chromatography-mass spectrometry. The results showed that the total amount of the flavour component of horseradish hardly changed because of the change in concentration. The amounts of AITC, which is the main flavour component of horseradish decreased and β -phenethyl isothiocyanate increased at a temperature of 65°C, regardless of changes in concentration. The ratio of the amount of flavour component of horseradish in foods containing commercial thickeners changed at the temperature of 65°C. In conclusion, this result suggests that temperature in foods containing commercial thickeners changes the level of flavour release.