

# 調理時に発生する油煙臭の経時的官能評価に関わる簡易手法の提案

## PROPOSAL OF SIMPLE METHOD ABOUT CONTINUOUS ORGANOLEPTIC EVALUATION OF OIL ODOR DIFFUSION ON COOKING

五十嵐 由利子<sup>\*1</sup>, 萬羽 郁子<sup>\*2</sup>, 八木 廉子<sup>\*3</sup>, 石津 京二<sup>\*3</sup>  
古賀 修<sup>\*3</sup>, 宮永 俊之<sup>\*4</sup>, 占部 亘<sup>\*5</sup>

*Yuriko IGARASHI, Ikuko BANBA, Yasuko YAGI, Kyoji ISHIZU,  
Osamu KOGA, Toshiyuki MIYANAGA and Wataru URABE*

We discussed the simple method about a subjective evaluation of cooking odor diffusion from kitchen to a dining (or living) room. The subjects standardized their sensitivity by progressive amount of a standard material (2,4-decadienal) before each evaluating. And the subjects took a rest periodically during the evaluation, in order to exclude decreasing of sensitivity by olfactory adaptation. These evaluating results accord with results of the thermal environment measurement and the visual observation by the smoke flow in the room.

**Keywords:** Kitchen, Cooking, Oil odor, Odor diffusion, organoleptic evaluation, subjective evaluation  
キッチン, 調理, 油煙臭, 臭気拡散, 官能評価, 主観評価

### 1. はじめに

開放感をもたらす、調理時におけるコミュニケーションがとりやすいなどの観点から、LDK一体型のオープンタイプキッチンが増加している<sup>1)~3)</sup>。しかし、オープンタイプのキッチンでは調理によって発生した臭気や汚れが隣接するリビングダイニングにまで拡散し、居住環境の快適性に影響を与えることが懸念される。

調理時に発生する臭気は、香辛料・調味料の臭気、食材の臭気、香辛料・調味料・食材が加熱されることで生じる臭気や、炒める・揚げる等の調理過程で生じる油煙臭などに分類される。これらの臭気には食欲を亢進させる効果もあるが、室内に残留した場合に不快臭（オフフレーバー）となる場合が多い。特に、焼魚や焼肉などの調理によって発生する臭気の不快度が大きいことや、調味料として油の不快度が大きいという報告がされている<sup>4)</sup>。

また、オープンタイプキッチンにおける臭気や汚れの拡散については以下のような研究が進められてきた。すなわち、臭気拡散と関係すると考えられる温熱環境については、レンジを使用した場合の温度上昇がリビングの温熱環境へも影響を及ぼすという報告がなされた<sup>5)</sup>。また、LDK内に蓄積する油污れについての研究では、実住宅の天井及び壁面に試料板を設置したところ、リビングダイニングに設置した試料に、油煙の付着によると思われる色差変化がみられたという報告があり<sup>6)</sup>、調理によって発生した油煙がリビングダイ

ニングまで拡散することが示唆された。調理時における臭気の拡散状況については、ニオイセンサを用いた測定によって、調理終了後の臭気の残留特性を経時的に把握したところ、LDKを想定した実験室全体へ臭気が拡散した後、残留していたという報告<sup>7)</sup>がある。同研究では、室内で採取した臭気を被験者が評価したところ、残留する臭気のおいしさが時間経過に伴い変化することや、「油系」の臭気が残存しやすいことなども報告されているが、調理によって発生した臭気が室内へ拡散する状況を経時的に捉えている研究はみられない。

調理臭の拡散状況を把握するためには、低濃度の臭気についてわずかな変動を捉えることが必要となる。人間の嗅覚は機器類と比較して検知能力が高いと言われていることから<sup>8)</sup>、被験者による官能評価が適当と考えた。また、調理中や調理後の臭気拡散状況を経時的に把握するため、被験者が実験室内で連続的に評価を行う方法をとることとした。実験室内で捕集した臭気を他の場所で評価する場合と違い、周辺に生ずる微細な熱対流を加味した状態で被験者の感覚を包括的に評価できると考えたためである。しかし、官能評価に関しては感度に個人差があることや、体調や環境によって感じ方が変動することが報告<sup>8)</sup>されており、臭気の強さを評価する際に基準となる尺度の統一が重要となる。さらに、連続的な評価の場合には嗅覚疲労も問題となることから、評価尺度の統一化および嗅覚の順

本論文は、既往発表論文<sup>1)2)3)</sup>の内容に新たな分析結果を加えてまとめたものである。

<sup>\*1</sup> 新潟大学教育学部 教授・家修

<sup>\*2</sup> 奈良女子大学大学院 大学院生

<sup>\*3</sup> 関西電力(株)

<sup>\*4</sup> 電力中央研究所 工博

<sup>\*5</sup> 電力中央研究所 工修

Prof., Faculty of Education, Niigata Univ., M. Home Ec.

Graduate School, Nara Women's Univ.

Kansai Electric Power Company, Inc.

CRIEPI, Dr. Eng.

CRIEPI, M. Eng.



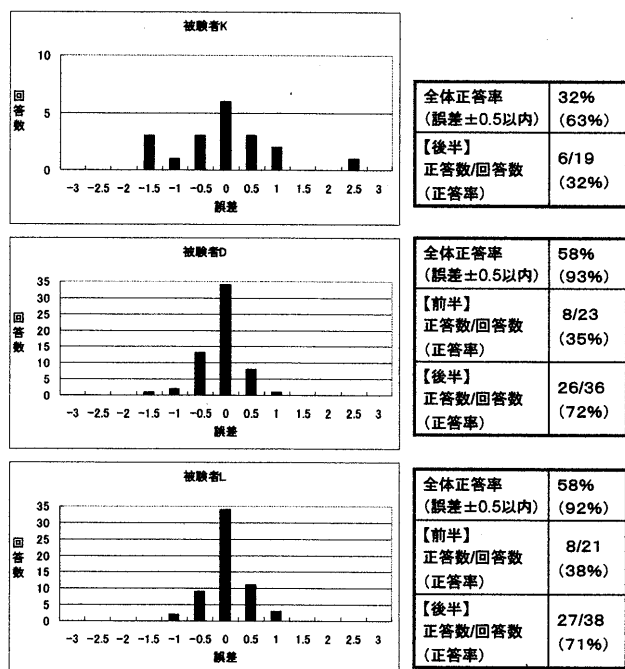


図4 基準臭を用いた評価尺度の確認結果

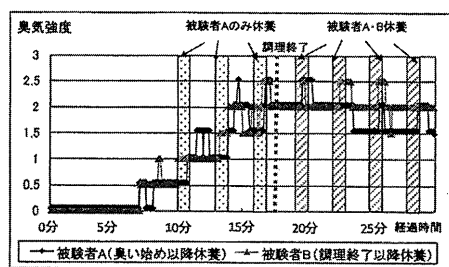


図5 実験前半（調理中）における休養の必要性の検討

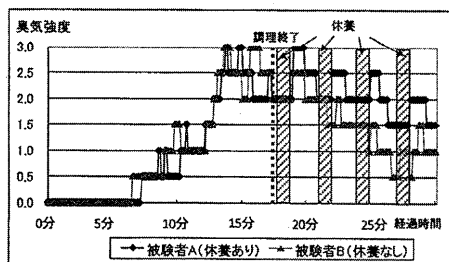


図6 実験後半（調理終了後）における休養の必要性の検討

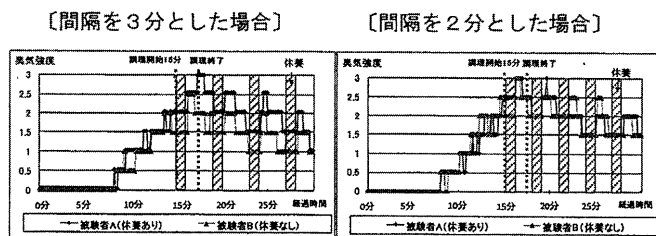


図7 休養をとるまでの間隔の検討

時間を空けて繰り返し行った。試行開始時には10分間の休養後に回答していたが（前半）、その後、休養10分間の最後の1分間でハンカチを鼻にあてる方法をとった（後半）。結果を図4に示す。59回評価を行った2名の被験者（被験者D, L）については、試行開始

時には同濃度の基準臭を嗅いだ場合でも被験者間で異なる評価をする様子や、日によって異なる評価をする様子がみられ、正答率は40%弱であったが、回数を重ねたことにより後半の正答率は70%以上となった。

このように、同濃度の基準臭に対して一定の評価を行えるようになり、被験者間での評価尺度の統一化も進んだと考えられる。なお、被験者Kについては他の2名に比べて試行回数が少なかったため、正答率は低く32%であったが、誤差±0.5までを含めると63%であった。

### 2-3. 経時的主観評価における嗅覚疲労軽減のための方法

持続的な臭い刺激に対して、感覚神経の活動が減少していくことは嗅覚の疲労や順応といわれている。嗅覚は他の感覚に比べて疲労しやすく、感覚強度の低下が明瞭にみられるともいわれている<sup>13) 14)</sup>。

嗅覚の疲労を軽減する方法としては、新鮮空気のもとでの休養が新鮮空気の吸入という方法が一般的ではあるが、臭気の拡散状況を経時的に評価するという本研究の目的から考えると、これらの方法は拡散状況に影響する点や評価が長期的に中断される点から適当な方法ではない。そこで、本臭気物質に対する簡易的な嗅覚疲労回復方法として、定期的にハンカチ（33×33cm、厚さ約0.4mm、綿100%、四つ折りにして使用）を鼻にあて油煙臭を吸引しない時間帯を作ること、疲労の影響を軽減できないかと考えた。なお、以下に示す検討実験は新潟大学実験室（12,000×6,000×2,600mm、オープンタイプキッチン）で行い、調理手順は図1と同様とした。被験者位置から調理者の行動は確認できず、実験中はイヤホンで音楽を聴き視覚および聴覚情報を得られない状況であった。

嗅覚の疲労および順応からの回復は、疲労・順応よりも早い時間で起こるとする説が多い<sup>14)</sup>。また、休養をとることにより欠損するデータ数はできる限り少なくする必要があることから、休養は一回につき1分間とした。

休養をとるタイミングを検討するため、休養のとり方が異なる2～3名の被験者が同位置（ダイニング）で同時に油煙臭の経時的評価を行い、評価申告値を比較した。評価は、調理開始から調理終了後12分30秒までの計30分間、5秒間隔で行った。

実験前半（調理中）で休養をとることの効果を検討するため、1名の被験者は臭い始め直後から、もう1名の被験者は調理終了後から2分ごとに1分間の休養をとることとし2回実験を行った。2回の実験とも、調理中の評価申告値には差がみられなかったことから、調理中には臭気強度の変動が大きいため、疲労の影響を受けにくいことが考えられた（図5に1回の実験結果を示した）。

次に、3名の被験者のうち1名の被験者は休養をとらず、2名の被験者は調理終了後の18分から2分ごとに1分間の休養をとる方法で4回実験を行ったところ、いずれの実験においても、休養をとった被験者の方が調理終了後の申告値の低下は小さかった（図6に1回の実験結果を示した）。先行研究より、嗅覚の疲労に伴い臭気強度は低下し、疲労の回復に伴い臭気強度が再び上昇することが報告されているが<sup>15)</sup>、今回、ハンカチを使用して休養をとったことにより嗅覚疲労からの回復が起これ、申告値が上昇したと考えられた。また、この4回の実験を含む、ハンカチを用いて休養をとった場合の10ケースと休養をとらない場合の7ケースを対象に、調理終了後

(17分35秒)以降の申告値の和について平均値の差の検定を行ったところ、休養をとった場合の全ケース平均が284.1で休養をとらない場合の全ケース平均が179.5となり、1%水準で有意な差が認められた。以上のことから、調理終了後にハンカチを用いた休養を定期的にとることは、嗅覚疲労の影響を軽減するのに有効であることが示唆された。

また、休養をとるまでの間隔については以下のように検討を行った。感覚的強度の時間的依存性を検討した研究では、時間的依存性が多様であることが報告されているが、多くのパターンにおいて順応は臭気呈示直後から起こり始めていた<sup>16)</sup>。呈示臭気は悪臭物質であるが極端に不快ではないトリエチルアミンで、臭気濃度は閾値の6,600~10,000倍程度であった。また、閾値の1,700倍程度の硫化水素を一定流速で呈示し続けた場合の順応について検討した研究報告からも、臭気呈示直後より感覚強度が低下する様子がみられた<sup>14)</sup>。本研究においては、閾値の10倍程度の濃度の油煙臭を対象としているが、同様に短時間で嗅覚疲労の影響を受けている可能性も考えられる。そこで、休養の間隔を変えて評価結果を比較することで、疲労の影響軽減に最も適当な休養の間隔を検討した。その結果、3分以上の間隔をとった場合には調理後の臭気強度の低下が大きくなっており、嗅覚疲労の影響を大きく受けることが示唆された(図7)。また、欠損するデータ数を少なくする必要があることも考慮し、休養をとるまでの間隔は2分とした。

### 3. 調理実験における官能評価

#### 3-1. 油煙臭の官能評価方法

2で検討された臭気官能評価方法を用いて、調理実験時に拡散する臭気の評価した。実験は2005年9月25日~10月5日に、大阪市内にある実験棟内のオープンタイプLDK(図8)で行った。実験室の条件は、開始直前の室温26℃、リビング腰窓および掃きだし窓上部のガラリからの給気温度 $32 \pm 2^\circ\text{C}$ 、レンジ上部換気扇からの排気量 $400\text{m}^3/\text{h}$ とした。実験手順は図1と同様である。調理内容は、「茹で物と揚げ物」の同時調理を想定し、「茹で物」は湯沸しのみとし、「揚げ物」は1,000mlの菜種油でポテトフライを100gずつ3回揚げた。また、調理機器が違う場合には発生する気流性状が異なるという報告<sup>5)</sup>があることから、臭気の拡散状況が異なる場合にも官能評

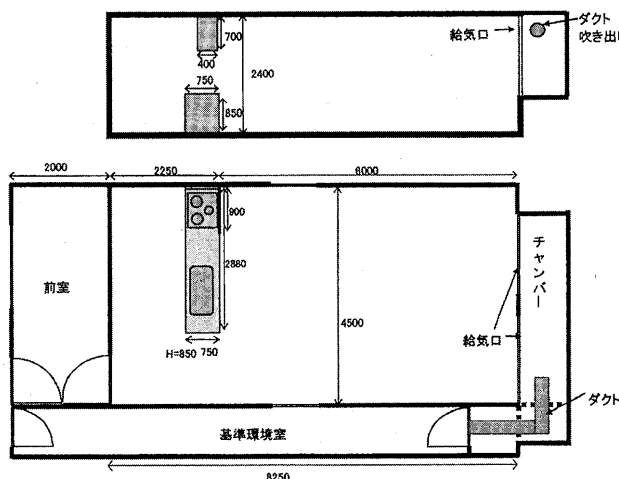


図8 実験室の概況

価で正確に捉えることが可能であるか検討するため、全ての実験において調理機器にIHクッキングヒーターおよびガスレンジを用いることとした。実験の便宜上、調理機器以外の両者の換気量は一定、加熱中の油温、加熱時間については両者同一条件として、あえて特徴的な二つの室内温湿度分布の条件を形成している。被験者は図9のようにキッチン、ダイニング、リビングに一名ずつ配置し(被験者の鼻の位置は座位床上約120cmであった)、調理によって発生する臭気が衣服につかないよう、実験ごとに夏季の一般的な着衣量の0.6~0.8cloに該当する実験着(0.6clo)に着替えを行った。調理実

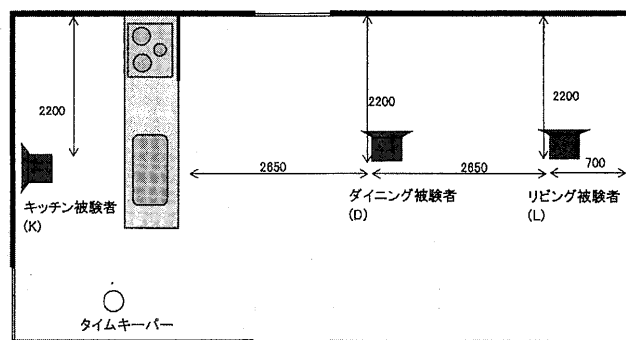


図9 3名の被験者位置

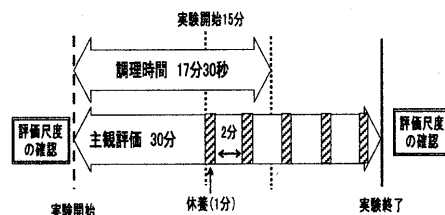
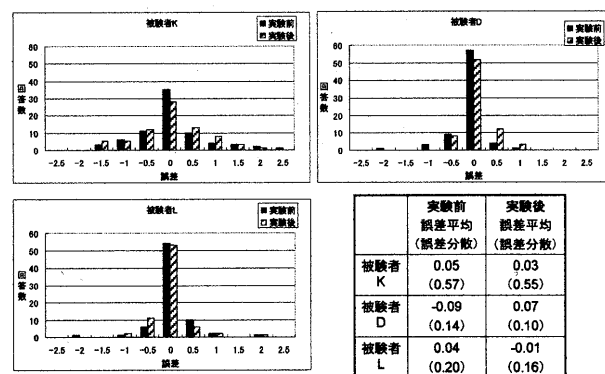


図10 被験者の主観評価手順



(被験者別正答率(誤差±0.5以内))

	被験者K	被験者D	被験者L
【実験前】 正答率 (誤差±0.5以内)	46.7% (76.0%)	76.0% (93.3%)	72.0% (93.3%)
【実験後】 正答率 (誤差±0.5以内)	37.3% (68.0%)	69.3% (96.0%)	70.7% (93.3%)

(実験後における基準臭の濃度別正答率(誤差±0.5以内))

(%)	基準臭の濃度				
	0.5	1	1.5	2	2.5
被験者K	53.8	54.5	78.6	46.7	100
被験者D	93.3	84.6	100	100	100
被験者L	75.0	100	100	92.3	100

図11 調理実験前後の評価尺度確認結果

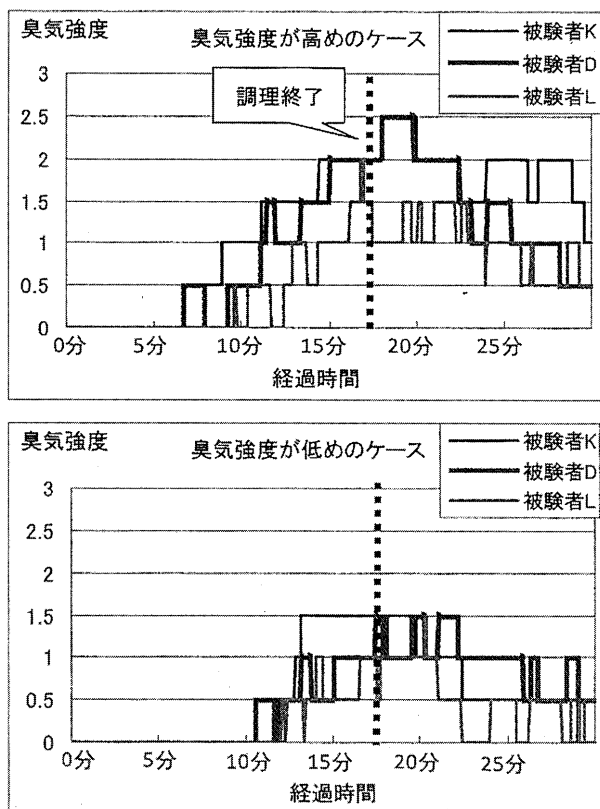


図12 調理実験時の臭気主観評価 (IH)

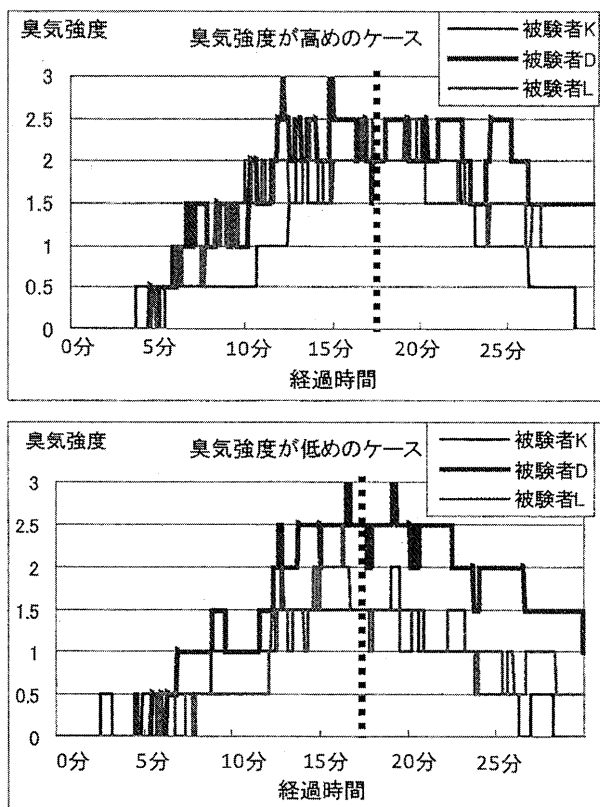


図13 調理実験時の臭気主観評価 (ガス)

験では、快・不快を問わず臭気強度の申告のみを行った。評価の対象とする臭気は揚げ物調理に伴う油煙臭のみとし、臭気強度を申告する際に用いた評価尺度については先に述べたとおりである。なお、

臭気強度の申告をスムーズに行うため、自作の臭気強度申告装置を用いた。この装置は、感じた臭気強度の目盛りダイヤルを切り替えることで、臭気強度ごとに所定の電圧が発生する。申告データを2秒間隔で記録し、記録された電圧を臭気強度に変換することで、実験中の申告値の変動をみることができる。実験中の被験者の状態としては、2-3と同様に被験者位置からは調理者の行動は確認できないようにしたが、休養をとるタイミングについての指示が聞こえるよう聴覚情報は得られ、また、使用する調理熱源については実験室入室時に目視される状況であったため、事前に告知した。

また、嗅覚疲労の影響を軽減することを目的として、経時的な評価の途中でハンカチを鼻に当てて油煙臭を吸引しない時間帯をつくった。2-3では、調理終了後の申告値が徐々に低下する過程で休養をとることが疲労の影響を軽減する上で有効であることを述べたが、調理終了以前に申告値の低下が始まることも考えられた。そこで、本調理実験と同条件下で2004年8月に行った評価結果より、リビング、ダイニング、キッチンの3箇所において申告値が最大に達する時間帯を確認したところ、全ケース (IH, ガス各5回) の平均時間は調理開始より14分23秒であることが明らかとなった。なお、2004年の実験においては休養をとっていなかった。

上記の検討結果より、申告値が最大に達する14分23秒の直後から申告値は低下し始めることが考えられたため、実験開始15分から1分間ハンカチを鼻に当て、その後も2分ごとに1分間の休養時間をとった (図10)。なお、ハンカチは実験開始15分までビニール袋に入れ、調理臭の影響を受けないようにした。休養中の臭気強度については、休養により嗅覚疲労の影響が軽減されるという観点から、ハンカチを鼻からはずした直後の申告強度で示した。

### 3-2. 基準臭を用いた評価尺度統一化の結果

評価尺度の統一化について確認するため、調理実験の実験開始前後にも2-2と同様の方法で、基準臭による評価尺度の確認を行った。

図11には、呈示した基準臭の臭気強度と被験者が回答した臭気強度との誤差を、実験前後別 (各75回) に示す。回答した臭気強度が正答だった場合を示す誤差0のケースが多く、回答する強度や誤差に偏りはなかった。被験者 D・L については、正答率は70%前後であり、誤差  $\pm 0.5$  まで含めると90%以上であった。被験者 K については正答率は40%前後であったが、誤差  $\pm 0.5$  まで含めると70%前後であった。

被験者 D について、実験前には呈示された臭気強度よりも低い強度を回答し、実験後には高い強度を回答する傾向がわずかにあったため、実験前と実験後の誤差について平均値の差を検定したところ1%水準で有意な差が認められた。しかし、他の2名の被験者については誤差の平均値に有意な差は認められなかったことや、被験者3名について、実験前と実験後の誤差の分散の差および正答率の差には有意な差が認められなかったことから、実験終了時まで尺度の統一がなされていたと考えられる。なお、濃度別にみた場合にも被験者 D・L は全ての濃度について正答率が高くなっており、濃度や被験者間でのばらつきも少なかった。

### 3-3. 調理実験における油煙臭の官能評価結果

調理実験は IH 使用で8ケース、ガス使用で6ケース行った。臭気強度が高めであったケースと低めであったケースの結果を図12、図13に、調理機器ごとの評価結果の平均を図14に示す。



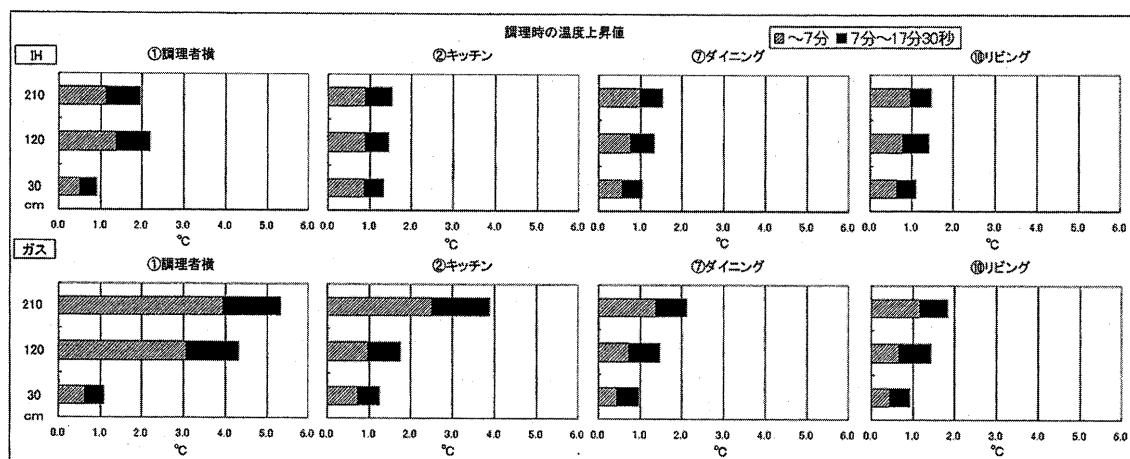


図17 調理時における室内温度上昇平均値

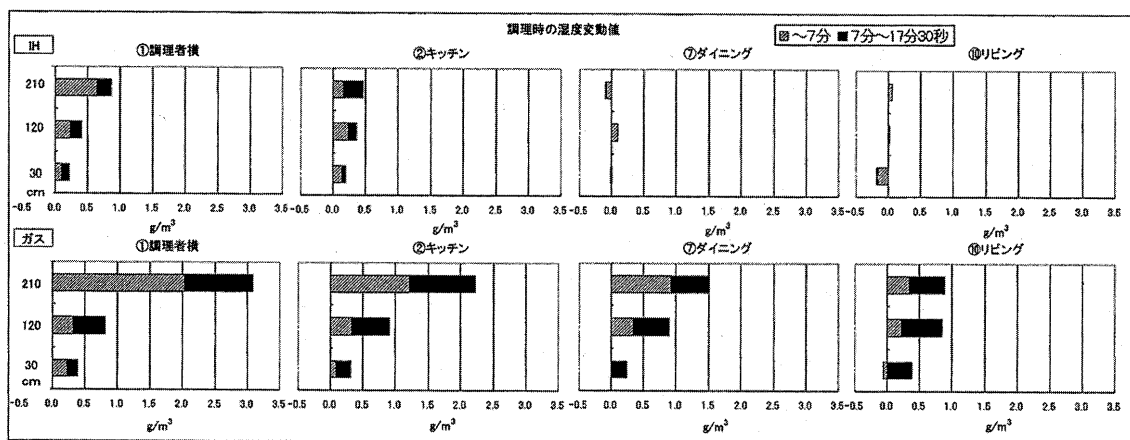


図18 調理時における室内絶対湿度変動平均値

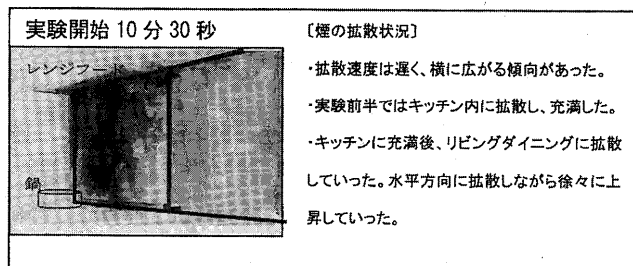


図19 煙可視化実験画像 (IH)

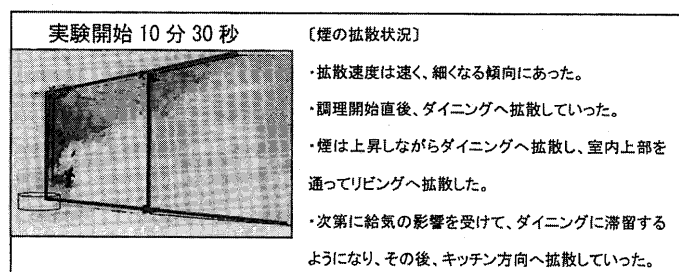


図20 煙可視化実験画像 (ガス)

て拡散したためと考えられる。なお、調理終了後には、徐々に温湿度が低下し、室内全体の温湿度が一様になっていった。

#### 4-3. 煙可視化実験の結果

煙可視化実験結果の中から、ビデオカメラ(I)から撮影したレンジ及び吊り戸棚近傍の写真と、全体の煙の流れについてを図19、図20に示す。IH使用時においては、煙の拡散はゆっくりとした動きであり、換気扇によって捕集されなかった煙は水平方向に拡散しながら徐々に上昇していった。レンジ奥の吸・排気パネルより発生した気流の影響を受けているようにもみられた。調理開始後の早い時間帯にキッチン内で拡散し、キッチンに充滿した後、吊り戸棚の下からリビングダイニング方向へと拡散していった。温熱環境測定の結果と合わせて考察すると、煙の拡散速度が遅く、上昇するよりも上下左右へ徐々に拡散する様子は、室内の温度変化に差が少なくほぼ一様であったことと一致していた。

ガス使用時では、IH使用時と比べ煙の拡散速度が速いことが特徴であった。煙は垂直にレンジフード内に向かって上昇していき、換気扇によって捕集される様子もみられたが、捕集されなかった煙については、吊り戸棚の壁面を伝って上方向へ拡散していった。調理開始直後には、キッチン内に煙が充滿することなく、吊り戸棚の下よりリビングダイニング方向へ拡散する様子がみられた。その後、調理開始より10分経過したところで、リビングダイニングの天井付近ではキッチンから拡散してきた煙と給気がぶつかり下降し始めた。これによってダイニング高さ120cmでは煙が滞留するようになり、後に給気の影響を受けキッチンに向かって拡散していく様子がみられた。温熱環境測定の結果と合わせて考察すると、キッチンより煙が上昇しリビングダイニングに拡散した点は、室内の上下の温度差や絶対湿度の差が大きかったことや、リビングダイニングでも温湿度変動が大きく起こっていることと一致していた。



#### 4-4. 簡易手法の検証

官能評価結果と温熱環境測定および煙可視化実験の結果とを比較したところ、IH 使用時は、臭い始めが遅い傾向にあることと煙可視化実験において煙の拡散速度が遅かったことが一致した。さらに、湿度変化がキッチンのみで起きていたことや、煙可視化実験にて煙がキッチン内に充満していたことと、実験前半に被験者 K の臭気強度が大きくなっていたことが一致していた。また、実験条件等は本研究と異なるが、臭気拡散状況を把握するためにニオイセンサを用いた先行研究においても、発生した臭気が高さ150cm 付近で調理場所から室中央へ拡散したという同様の報告がされている<sup>7)</sup>。

ガス使用時には、温湿度変化がキッチンのみならずリビングダイニングでも早くから起こり、特に天井付近での変動が大きくなっていた。煙可視化実験においても、煙はキッチンに充満するより前に天井付近を伝ってリビングダイニングに拡散しており、臭気官能評価において調理開始直後から被験者 D・L の臭気強度の上昇が大きかったことや臭い始め時間が IH 使用時と比べ早かったことと一致していた。また、実験後半に煙がダイニングの高さ120cm 辺りで滞留を始めたことと、被験者 D が実験後半において高い臭気強度を長く申告していたことも一致していた。先行研究においても、ガス使用時には調理直後に天井付近を伝ってリビングダイニングへ臭気が拡散した後、調理場所より離れた室の奥や中央に臭気が滞留したという同様の報告がされている<sup>7)</sup>。

以上の結果より、官能評価結果と温熱環境測定および煙可視化実験は一致する点が多くみられたことから、本研究において用いた臭気官能評価方法の有用性が確認できたと考える。また、経時的に主観評価を行うことによって、臭気変動を捉えることができ、調理中および調理直後の臭気拡散状況を捉えることや、使用する調理機器などの違いによって異なる臭気拡散状況についても把握することが可能であることが示唆された。

#### 5. まとめ

調理臭の拡散状況を経時的に評価するため、官能評価方法を検討し、その妥当性を考察した。

- 1) 評価尺度は臭気強度 0～3、0.5刻みの 7 段階とした。各強度に対応した基準臭 (2,4-デカジエナールを流動パラフィンで希釈) を作製したところ、被験者間で評価尺度の統一化に効果がみられた。
- 2) 嗅覚疲労の影響を軽減するため、経時評価の途中で定期的にハンカチを鼻にあて休養をとった。臭気強度の低下し始める調理開始15分以降に、2分ごとに1分間休養したところ、嗅覚疲労の軽減に効果がみられた。
- 3) 官能評価結果と温熱環境測定および煙可視化実験の結果には、一致する点が多くみられたことから、本研究において提案した簡易的官能評価方法は、臭気拡散状況を評価する方法として有用であると考えられた。臭気低濃度臭気の変動を捉えることが可能となり、調理中および調理直後の臭気拡散状況を経時的に把握することができた。

#### 謝辞

本研究については新潟大学中村和吉准教授、卒業生の岡畑絵理香、

早田奈緒子、兒山慎子、塩谷奈緒子各氏に多大なる協力を頂きました。記して感謝の意を表します。

#### 注

注1) 多種の臭気物質で成り立つ臭気成分について1種類ずつ官能評価し、「元の臭気にどれだけ近い」を点数化したもの。

#### 本研究に関する既往発表論文

- 1) 五十嵐由利子, 永井廉子, 石津京二, 古賀 修, 宮永俊之, 占部 亘, 萬羽郁子: 電磁調理器使用時の臭気環境及び汚れ環境に関する研究 その4 臭気の主観評価の精度向上手法について, 日本建築学会学術講演梗概集 D-2, pp.841-842, 2006.9
- 2) 占部 亘, 五十嵐由利子, 永井廉子, 石津京二, 古賀 修, 宮永俊之, 阪本郁代, 中島明子, 中村和吉: 電磁調理器使用時の臭気環境及び汚れ環境に関する研究 その2 キッチン隣接空間への臭気の拡がり方の可視化, 日本建築学会学術講演梗概集 D-2 pp.1213-1214, 2004.8
- 3) 五十嵐由利子, 古賀 修, 占部 亘, 中村和吉: 調理時の油煙臭拡散に関する実験的評価, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp.1653-1656, 2005.8

#### 参考文献

- 1) 北川圭子, 阿部恵利子: LDK 空間構成の変遷に関する考察-近年の「住まいの設計」誌掲載プラン分析-, 日本建築学会大会学術講演梗概集 E-2, pp.73~74, 2006.9
- 2) 太田さち, 梁瀬度子: キッチンとのかかわりからみた団らん空間のあり方に関する調査研究 (第1報) キッチンの形態が主婦の団らん参加に及ぼす影響, 日本家政学会誌 Vol. 41, pp.875~880, 1990.9
- 3) 太田さち, 梁瀬度子: キッチンとのかかわりからみた団らん空間のあり方に関する調査研究 (第2報) 主婦の団らんへの「ながら参加」の実態からみたキッチンおよび団らん空間の評価, 日本家政学会誌 Vol. 41, pp.881~886, 1990.9
- 4) 松井静子, 植崎正也, 山中俊夫, 平石年弘: 厨房における臭気発生源と臭気評価, 日本建築学会計画系論文集 第460号, pp.31-38, 1994.6
- 5) 古賀 修, 松下敬幸, 小椋大輔, 菊澤浩之: 家庭用調理機器の上昇気流性状および室内温熱環境に関する実測 その1, 日本建築学会技術報告集 第20号, pp.141~146, 2004.12
- 6) 五十嵐由利子, 中村和吉, 萬羽郁子: 調理行動に伴い蓄積した油污れの評価法, 日本家政学会誌 Vol. 56, pp.811~816, 2005.11
- 7) 光田 恵, 中村太樹, 姉川哲也, 小林和幸: 室内における調理臭の拡散・残留特性に関する研究, 日本建築学会学術講演梗概集 D-2, pp.999~1000, 2005.9
- 8) 石黒辰吉: 臭気の測定と対策技術, (株)オーム社, 2002.7
- 9) 遠藤泰志: 食用油脂の臭気成分, 日本油化学会誌 第48巻, pp.1133~1140, 1999.10
- 10) 五十嵐由利子, 古賀 修, 占部 亘, 中村和吉: 調理時の油煙臭拡散に関する実験的評価, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp.1653~1656, 2005.8
- 11) 川崎通昭, 堀内哲嗣郎: 嗅覚とにおい物質, 社団法人においかおり環境協会, 1998.9
- 12) Chi-Tang Ho, Thomas G Hartman eds: Lipids in Food Flavors, American Chemical Society, 1994.5
- 13) 高木貞敬, 渋谷達明: 匂いの科学, 朝倉書店, 1989.9
- 14) Trygg Engen, 吉田正昭 (訳): 匂いの心理学, 西村書店, 1990.10
- 15) 大迫政浩, 西田耕之助: 臭気感覚の評価における留意点, 空気調和・衛生工学 第66巻, pp.7~13, 1992.1
- 16) 斉藤幸子, 飯尾 心, 小早川 達, 後藤なおみ: 持続提示する臭気に対する感覚強度の多様な時間依存性, におい・かおり環境学会誌 Vol. 35, pp.17~21, 2004.1

(2006年12月10日原稿受理, 2008年1月22日採用決定)