

# 回転釜からの出火に対する危険性と消火限界に関する検証

飯田 明彦\*, 東 優太\*, 町井 雄一郎\*, 鈴木 健司\*

## 概要

当庁管内では、回転釜からの火災が年に1回程度発生している。当該火災の多くは、大量の調理油を加熱放置したことにより出火したものであり、多数の傷者と避難者が発生するとともに、損害額が大きくなる特徴がある。大量の油を用いる揚げ物調理を、回転釜をはじめとする調理器具で行う際は、火災予防条例により調理油過熱防止装置を設けることが義務付けられているが、回転釜によっては当該調理油過熱防止装置が設けられていないものもある。

本検証では、業務上大量の調理を行う関係者に対する火災予防上の留意点、万一出火した場合の初期消火時における留意点等の知見を得ることを目的として、回転釜の調理油から出火させた際の燃焼性状、B火災(油火災)に対応する消火器による消火効果等について確認した。このことにより得られた主な知見は、以下のとおりであった。

- 1 今回の実験では、回転釜の調理油から出火させた場合、機械泡消火器で消火することができたが、強化液消火器及び粉末消火器で消火することができなかった。
- 2 消火器を火元から3mの位置で放射した場合、短時間ではあるが、放射により火炎がおおられるとともに気流が乱され、初期消火従事者等が危険な状態となる可能性があることがわかった。

## 1 はじめに

回転釜は、学校給食室等の厨房で大量の焼き物、炒め物、煮物等を調理する際に用いる大型の釜であって、回転ハンドルを操作して当該釜を傾斜させることができるものをいう。この回転釜からの火災は、近年減少傾向ではあるが、ほぼ毎年発生している(図1)。大量の油を用いることが想定される揚げ物調理を、回転釜をはじめとする調理器具で行う際は、火災予防条例第3条の2第1項第1号の規定により調理油過熱防止装置(以下「過熱防止装置」という。)を設けることが義務付けられているが、回転釜によっては過熱防止装置が設けられていないものがある。このような過熱防止装置が設けられていない回転釜を用いる場合は、本来揚げ物調理を行ってはならないが、図1の件数の大部分は、当該火災予防条例の規定に反して揚げ物調理を行おうと調理油を入れて加熱放置したことにより火災に至ったものである。また、これらの火災は初期消火の失敗により延焼拡大した事例が多いが、火災が発生した時の対処が遅れが生じたこと、消火器による消火効果が十分に発揮されなかったこと等が原因として考えられ、今後も同様の事例が発生する恐れがある。

これまで、調理油を過熱により発火した火災について

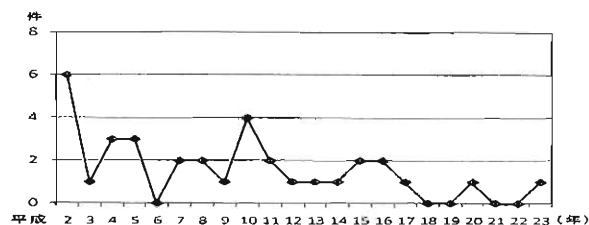


図1 回転釜からの火災件数の推移<sup>4)</sup>

は、いわゆる天ぷら油火災に関する研究<sup>1)</sup>やその消火実験等<sup>2),3)</sup>により検討がなされてきた。しかし、それらのほとんどが、直径30cm程度のフライパンや中華鍋を対象としたものであり、上記の回転釜からの火災のように、直径と容積の大きい調理器具で、過熱により発火した調理油の火災の燃焼性状や、初期消火時における消火器による消火効果は検討されてこなかったのが現状である。

## 2 目的

回転釜の当該過熱防止装置の故障、揚げ物調理以外の用途での調理油の加熱等により万一火災に至った場合の火災性状、初期消火の実施にあたっての安全性、消火器による消火効果等を明らかにすることで、回転釜等からの火災を安全かつ効果的に対処するための方策を確認することを目的とする。

\* 装備安全課

### 3 検証方法

実験区画内に回転釜を設置し、調理油を入れた状態で加熱・発火させ、消火器による消火を行ったときの回転釜周囲の温度、熱流束等の各種データ及び観察結果から、同種火災の燃焼性状及び消火器による消火効果を検証した。

#### (1) 検証場所

総務省消防庁消防大学校消防研究センター  
大規模火災実験棟

#### (2) 実験区画

実験棟中央に、床面保護のため厚さ 0.05m の ALC 板を敷き、幅 3.74m、奥行 3.64m、高さ 2.60m の区画を設定した。当該区画は、図 2 に示すとおり、鋼製の単管で枠組を構成し、直接火災の影響を受ける部分を断熱材で養生した。また、南側及び西側の 2 面に ALC 板で壁面をつくり、北側及び東側の 2 面を開放状態とした。天井面は、南西側の区画隅 1.80m × 1.80m を厚さ 2.00mm の鋼板とし、他の部分を厚さ 5.00mm のけい酸カルシウム板で覆った。

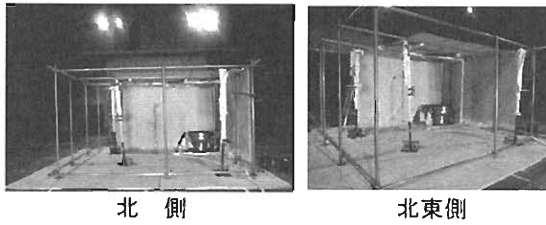


図 2 実験区画

#### (3) 回転釜

図 3 及び表 1 に示す、過熱防止装置のない煮炊き用の回転釜を使用した。これは、実際に他の給食室の厨房で使用されていたものである。実験区画内における回転釜の設置位置は、実際にあった火災事例を参考に壁体近くの隅（区画南西側）とし、所定の離隔距離をとった。

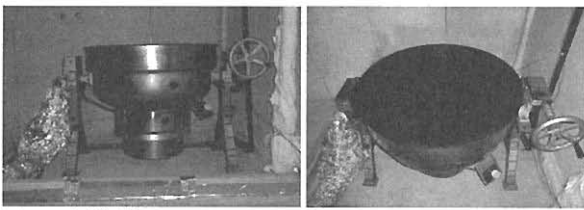


図 3 回転釜（左：外観 右：36L の調理油を満した状態）

表 1 本検証で使用した回転釜の仕様

使用ガス種	都市ガス 13A	
消費熱量	36kW	
内釜の材質	FC（鋳鉄）	
内釜直径	0.87m	
満水量	110 L	

#### (4) 調理油（燃料）

調理油は、揚げ物調理用として一般的に用いられる未使用の業務用サラダ油とした。使用量は、実験 1 回につき、36L とした。本検証で用いた回転釜に調理油 36L 入れたときの、当該調理油の深さは 0.15m、油面の直径は 0.70m であった。

#### (5) 消火器

本検証では、表 2 に示す 3 種類の消火器を使用した。これらは、学校給食室で使用されることが想定される、一般に入手が可能な A 火災用業務用消火器であって、B 火災の能力単位を有することから選定したものである。

表 2 検証に使用した消火器の仕様

消火器種別	機械泡 (水成膜)	強化液 (中性)	粉末 (ABC)
写真			
放射時間	約 67 秒	約 115 秒	約 13 秒
消火能力単位	A-3, B-12	A-4, B-6, C	A-3, B-12, C
薬剤量	6.0L	8.0L	3.0kg
総質量	約 11.9kg	約 13.5kg	約 5.13kg

#### (6) 測定器等

測定項目は以下のア及びイのとおり、それぞれの箇所には各測定器を設定した（図 4）。これらのセンサーによる電圧変化を出力として、データロガーで記録した。

各測定位置は、回転釜中心からの距離 3.00m の位置で、区画の床から 2.50m、2.00m 及び 1.50m の高さを共通の測定点として、それぞれ上段、中段及び下段と表記している。

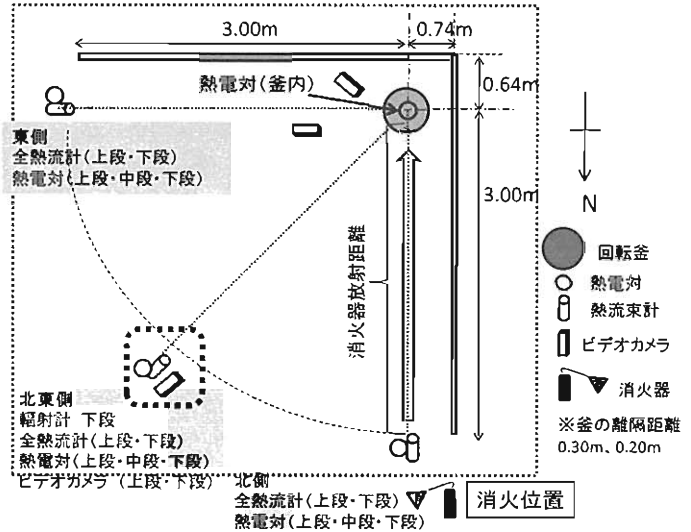
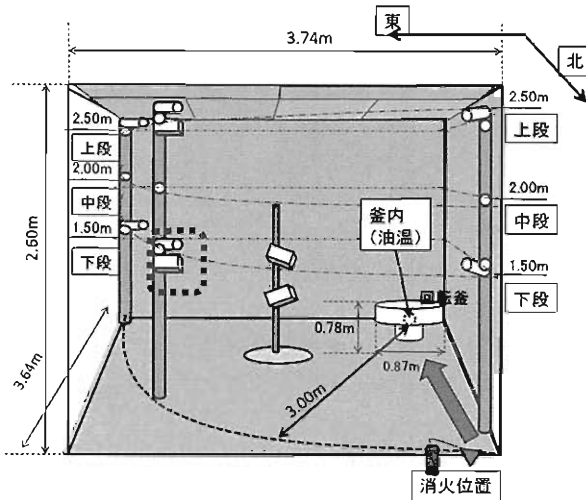
##### ア 熱流束計

全熱流束の測定用に、MEDTHERM 社製 水冷式 64-5-24 を用いた。開放側の北側、北東側、東側の 3 箇所に対し、それぞれの上段及び下段に、5.0~100kW/m<sup>2</sup>用のものを設置した。また、輻射熱流束の測定用に、MEDTHERM 社製 サファイアウィンドウ水冷式 64P-5-24、100kW/m<sup>2</sup>用のものを北東側の下段に用いた。

##### イ 熱電対

各測定位置の温度変化は、素線径 0.64mm、K 型の熱電対を使用した。回転釜周囲の温度は実験区画の開放側の北側、北東側、東側の 3 箇所に対し、それぞれ上段、中段、下段にグラスウール被覆のものを設定した。

また、釜内の調理油の温度（以下、「油温」という。）を測定するために、回転釜に注いだ調理油の中にシース熱電対を設定した。



ア 北側立面図

イ 平面図


(  で囲った箇所では輻射熱が  $2.0\text{ kW/m}^2$  に達した時点で消火を開始)

図4 実験区画内における各種測定項目

ウ 映像

回転釜周囲の状況を確認するため、回転釜の付近にビデオカメラを設置した。また、区画外から燃焼状況を記録するため、北側及び東側にも設置した。

(7) 実験手順と実験パターン

実験は、回転釜のバーナーを種火の状態から、実験開始と同時にバーナーを全開にして、最大火力で調理油を加熱した。調理油が発火した後、速やかに加熱を停止し、回転釜から北東側下段の輻射熱流束が  $2.0\text{ kW/m}^2$  に至った時点で消火器による放射を開始した。当該放射を行う位置は、北側の回転釜から  $3.00\text{ m}$  離れたところとし、火炎の状況に応じて、回転釜に近づきながら放射することとした。

使用した各種別の消火器は、消火の成否にかかわらず、消火器の消火剤を使い切るまで放射を継続した。消火器1本で消火しきれなかった場合は、別途用意した機械泡消火器を2本目の消火器として、完全消火を試みた。

なお、最初に用いた消火器の種別に応じて、以下のとおり実験を呼称することとした。

- ア 機械泡消火器 … 実験1
- イ 強化液消火器 … 実験2
- ウ 粉末消火器 … 実験3

4 結果及び考察

(1) 各消火器による消火の成否と時系列

実験1から実験3 (以下「各実験」という。) において、各消火器による消火の成否は表3のとおりであった。

なお、ここでいう「消炎」は、一時的ではあっても有炎現象が見られなくなった状態をいうことをいい、「消火」は、一定時間継続して「消炎」の状態を維持し、再出火しないこととした。また、以下について、各表及び各図に示す。

ア 加熱開始からの時系列 表4から表6

イ 実験1における発火後の状況 図5

ウ 消火器放射時の油面の状況 図6

エ 加熱開始から消火器放射開始直後までの状況 図7

表3 実験パターンと各消火器消火の成否

	使用消火器 (1本目)	消火の成否	
		各消火器 (1本目)	機械泡消火器 (2本目)
実験1	機械泡消火器	消火	—
実験2	強化液消火器	消火に至らず	消火
実験3	粉末消火器	消火に至らず	消火に至らず

表4 実験1 (機械泡消火器) における時系列

点火からの経過時間	調理油発火からの時間	内容
0秒	—	回転釜バーナー点火
74分01秒	0秒	発火
75分40秒	99秒	機械泡消火器・放射開始
76分30秒	149秒	消炎
76分58秒	177秒	機械泡消火器・放射終了

表5 実験2 (強化液消火器) における時系列

点火からの経過時間	調理油発火からの時間	内容
0秒	—	回転釜バーナー点火
74分19秒	0秒	発火
76分43秒	144秒	強化液消火器・放射開始
78分37秒	258秒	強化液消火器・放射終了
78分44秒	265秒	機械泡消火器・放射開始
79分13秒	294秒	消炎
80分11秒	352秒	機械泡消火器・放射終了

表6 実験3 (粉末消火器) における時系列

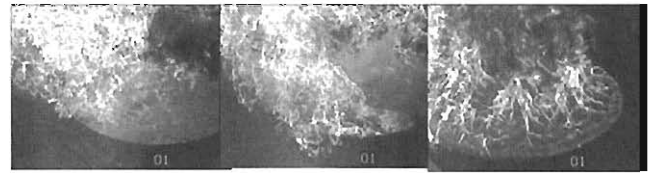
点火からの経過時間	調理油発火からの時間	内容
0秒	—	回転釜バーナー点火
74分12秒	0秒	発火
77分02秒	170秒	粉末消火器・放射開始
77分14秒	182秒	消炎
77分20秒	188秒	再発火
77分21秒	189秒	粉末消火器・放射終了
77分42秒	210秒	機械泡消火器・放射開始
78分59秒	287秒	機械泡消火器・放射終了 (消火に至らず)

(2) 調理油加熱開始から消火器放射直前までの状況  
 実験1においては、加熱を開始して約50分後、回転

釜の油面から白煙がたなびき始めた(図7)。次第に白煙の発生量が増加し、天井まで達するようになった。



発火直後 発火60秒後 発火90秒後  
 図5 実験1 火炎の成長状況(発火から天井到達まで)



実験1 実験2 実験3

図6 消火器放射中の油面の状況

	実験1 (機械泡消火器)	回転釜	実験2 (強化液消火器)	回転釜	実験3 (粉末消火器)	回転釜
加熱開始						
50分後						
70分後						
発火直前						
発火直後						
消火開始10秒後						
消火開始20秒後						

図7 回転釜の調理油加熱状況と発火以降の状況変化(区画北側)

加熱を開始して約 74 分後、回転釜内の油面から発火した（図 5）。発火直後、区画内の白煙量は急速に減少し、油面上に火炎が広がり、次第に黒煙が発生し始めた。初期の段階では、回転釜上面の程度の高さであった火炎は、次第に上方に拡大し、火炎は上下に脈動するようになった。常に火炎の存在する部分を示す連続火炎高さは、発火直後は 0.40～0.50m で、約 70 秒間継続し、その後、天井面付近まで達した。

実験 2 及び実験 3 においても、実験 1 とほぼ同じ経過時間で調理油は発火した（表 5、表 6）。また、消火器による放射開始までについても、実験 1 と概ね同様の時間で推移した。

以上のことを踏まえ、初期消火従事者の安全性について検討する。検討にあたり、乱流拡散火炎は、高さ方向の揺らぎがあることから、連続火炎高さをを用いることとした。その測定結果を図 8 に示す。なお、連続火炎は、火炎からの輻射熱の大部分に寄与していることから、連続火炎高さは、輻射熱源として連続火炎の形状を代表させるときに使うことが多い<sup>2)</sup>。

発火の 10～20 秒後、数十秒間程度、連続火炎は 0.40～0.50m の高さで推移した。また、消火器による放射開始時期は、一般的な被服を着用している者にとって強い熱気を感じ、その場に止まり続けることが困難であるとされている熱流束値である  $2.0\text{kW/m}^2$  として、当該熱流束値に至った時点を消火限界としたが、この条件に至った時点において、連続火炎高さは天井に達していなかった。すなわち、今回の実験において、北東側の高さ 1.50m（下段）の位置では、火炎が天井に達する以前に、消火限界に至ったということになる。

以上のことから、天井に完全に火炎が達した場合、北東の位置のみならず、下段のほぼ全域にわたって消火限界に至ることが予測されることから、初期消火を中止して速やかに避難を開始することが望ましい。

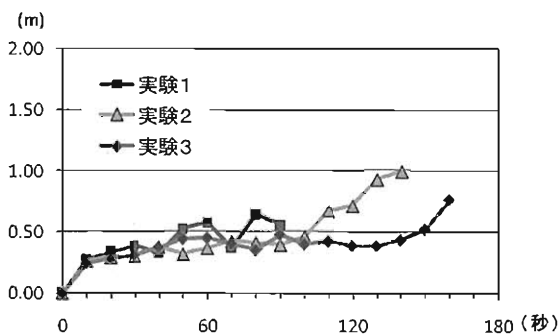


図 8 連続火炎高さの推移  
(発火から消火器放射開始直前まで)

### (3) 消火器による消火効果と油温の変化

全ての実験において、回転釜の北東側の距離 3.00m、高さ 1.50m の位置で  $2.0\text{kW/m}^2$  の輻射熱を観測した時を消火開始の条件としたことから、同一条件で消火器の放

射を開始したものとみなして、それぞれの消火器による消火効果を検証する。

ここで、各実験における発火から 10 分間の油温の変化を図 9 に示す。なお、発火等の状況の変化を生ずる要因は、調理油の表面温度が支配的であるが、本検証では油温を調理油表面の温度と同等とみなすこととする。これは、当該調理油の深さが 0.15m と比較的浅かったことから、回転釜内の調理油の温度が概ね均一であったものと考えられることによるものである。

#### ア 実験 1 機械泡消火器による消火実験

回転釜への消火器による放射直後、火勢は激しくなり、火炎高さは天井面まで達した。放射した消火剤は回転釜内に注入され、放射開始から約 10 秒後、次第に油面上に消火剤の膜が形成された（図 6 左）。火炎はその上部にも発生していたものの、徐々に火炎の幅が狭くなり始めて消炎し、消火に至った。

図 9 アに示すとおり、調理油の発火の時点で、油温は約  $370^\circ\text{C}$  となり、バーナーによる加熱停止後も、継続して上昇した。放射開始直後、最高値の約  $393^\circ\text{C}$  に達し、その後は低下した。消炎した時の油温は約  $376^\circ\text{C}$  であったが、機械泡消火器の放射終了から約  $350^\circ\text{C}$  になるまでの 28 秒間、ほぼ同じ勾配で温度が低下した。放射終了後の油温の低下は、緩やかとなった。

#### イ 実験 2 強化液消火器による消火実験

回転釜への消火器による放射直後、火勢は激しくなり、火炎高さは天井面まで達した。放射した消火剤は回転釜内に注入されたものの、油面上での蓄積状況は確認できなかった（図 6 中央）。火炎は引き続き発生したままで、消火には至らなかった。

図 9 イに示すとおり、調理油の発火の時点で、油温は約  $367^\circ\text{C}$  となり、発火によりバーナーによる加熱を停止した後も、油温の上昇はやや速度を上げて継続した。放射開始直後、最高値の約  $394^\circ\text{C}$  に達し、その後は低下した。放射が終了した時点では  $360^\circ\text{C}$  であったが、消火には至らなかった。強化液消火器の放射終了後、約 7 秒で、再度油温の上昇が認められた。機械泡消火器による 2 本目の放射開始から 29 秒で消火し、そのまま油温は低下し続けた。消火直後の油温は約  $358^\circ\text{C}$  で、その約 101 秒後の放射終了時点で約  $320^\circ\text{C}$  となった。以後、油温の低下はより緩やかとなった。

#### ウ 実験 3 粉末消火器による消火実験

粉末消火器による放射直後、回転釜上の空間全体が白煙状の状態に充満し（図 7）、放射から 12 秒後に消炎した。しかし、6 秒後に再び発火し、以降、消炎することなく放射が終了した。

図 9 ウに示すとおり、調理油の発火の時点で、油温は  $370^\circ\text{C}$  を超え、バーナーによる加熱停止後も、継続して油温が上昇した。放射開始直後、最高値の約  $394^\circ\text{C}$  に達し、その後は低下した。放射後 12 秒で消炎した時の油温は約  $390^\circ\text{C}$  で、この時から約 158 秒、粉末消火器の放

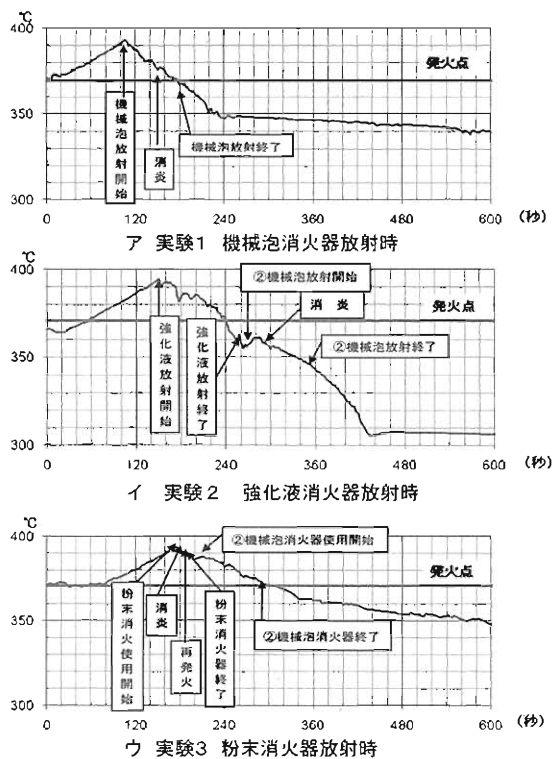


図9 発火から10分間の油温の変化

射終了から約43秒で約362°Cとなり、発火から340秒以後の油温の低下は、より緩やかとなっていった。

以上の結果から、本検証の実験条件で能力単位B-12の機械泡消火器により消火に至った理由は、油面を効果的に消火剤で覆うことができた上で、調理油の温度を発火点以下に下げることができたからであると考えられる。

本検証の実験条件で能力単位B-6の強化液消火器により消火に至らなかった理由は、他の消火器よりも能力単位が小さかったことも一因と考えられるが、消火剤が油面を覆うことができなかつたため消炎に至らなかったこと及び調理油の温度を引火点以下に下げることができなかったことによるものと考えられる。

本検証の実験条件で能力単位B-12の粉末消火器により消火に至らなかった理由は、短時間の放射で数秒間消炎したものの、その間に調理油の温度を引火点以下に冷却することができなかったことによるものと考えられる。粉末消火器は、冷却効果は大きくなく火炎抑制効果により消火するものとされているが、今回の実験条件のように、燃焼熱量の大きい調理油による火災であって、調理油の温度が引火点を大きく超えた後に放射を開始する場合、冷却効果の小さい粉末消火器にとっては不利な条件であったものと考えられる。

2本目として機械泡消火器を用いて放射した実験2及び実験3について、実験2では消火に至ったものの、実験3では消火に至らなかった理由は、機械泡消火器による放射を開始したときの調理油の温度が実験2の方が低かったことによるものと考えられる。実験2では、機械

泡消火器の放射開始時点で調理油の温度は発火点を下回っており、消火剤が油面を覆った時点で消火に至った。しかしながら、実験3では、機械泡消火器による放射終了時点においても発火点を上回っており、油面を消火剤が覆いきれずに消火に至らなかったものと考えられる。すなわち、調理油の総量、温度及び燃焼表面積によっては、今回の検証で用いた機械泡消火器でも消火に至らなかった可能性があるといえる。

#### (4) 周囲の熱流束と温度からみた初期消火時の危険性

回転釜から北、北東及び東へ向かって距離3.00mの位置で測定した、温度及び熱流束の数値を元に、消火器による初期消火時を想定した危険性と消火限界を検討する。

##### ア 実験1 機械泡消火器による消火 (図10)

放射開始直前における上段の温度をみると、北東側と東側が約100°Cと、北側と比較して高い温度となっていた。

放射開始直後、北側上段が最大で約100°Cとなったのに対し、北東側上段及び東側上段は、最大で約210~220°Cに達した。このときの中段及び下段の温度は、いずれも約50~60°Cであった。一方で、熱流束に着目すると、放射開始直後、北側下段は最大で約3.0kW/m<sup>2</sup>に達しており、2.0kW/m<sup>2</sup>以上の数値が約30秒間にわたり継続するとともに、北側上段は、約30秒間にわたり5.0kW/m<sup>2</sup>を超えていた。また、北東側下段及び東側下段の熱流束は、最大で約7.0~10.0kW/m<sup>2</sup>に達した。

表7<sup>7)</sup>の輻射熱による熱流束と人体に対する症状の関係を踏まえると、今回の実験結果では、初期消火従事者が機械泡消火器を活用して放射する場合、回転釜の油面のように高い位置へ、有効な消火器の放射を行おうとすると姿勢を高くする必要があるが、姿勢が高すぎて苦痛を感じ、当該苦痛を我慢した場合は、熱傷に至る可能性があるといえる。また、回転釜の近辺に初期消火従事者以外の者がいた場合、消火器の放射によって熱気流が速やかに移動して、北東側及び東側の温度及び熱流束が特に高くなったことから、当該初期消火従事者よりも危険であり、熱傷に至る可能性が非常に高いといえる。

##### イ 実験2 強化液消火器による消火 (図11)

放射開始直前における上段の温度をみると、北東側と東側が約120°Cと、北側と比較して高い温度となった。

放射開始直後、北側上段が最大約140°Cとなったのに対し、北東側上段及び東側上段は、約240~280°Cに達した。このときの中段及び下段の温度は、いずれも約60~80°Cであった。一方で、熱流束に着目すると、放射開始直後、北側下段は最大で約4.0kW/m<sup>2</sup>に達しており、2.0kW/m<sup>2</sup>以上の数値が約1分間にわたり継続するとともに、北側上段は、約1分間にわたり5.0kW/m<sup>2</sup>を超えていた。また、北東側下段及び東側下段の熱流束は、最大で約9.0~10.0kW/m<sup>2</sup>に達していた。

表7を踏まえると、今回の実験結果では、初期消火従

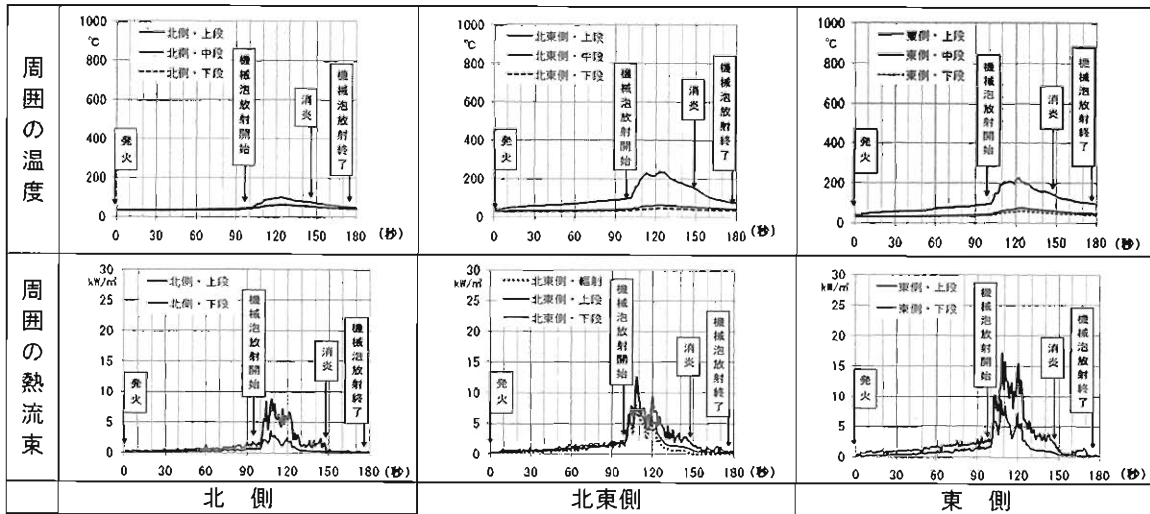


図 10 実験 1 における発火からの回転釜周辺の温度及び熱流束の変化

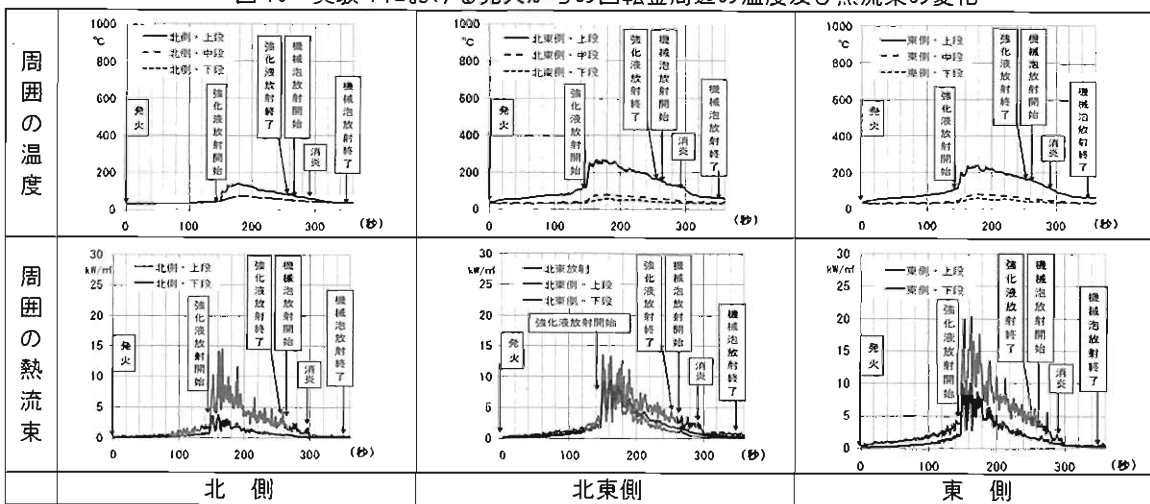


図 11 実験 2 における発火からの回転釜周辺の温度及び熱流束の変化

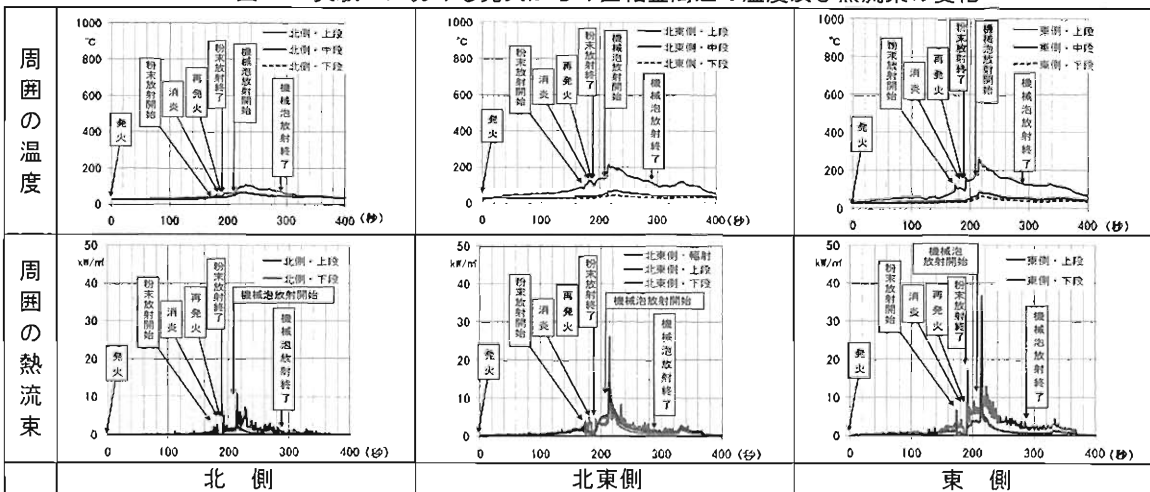


図 12 実験 3 における発火からの回転釜周辺の温度及び熱流束の変化

事者が強化液消火器を活用して放射する場合、回転釜の油面のように高い位置へ、有効な消火器の放射を行うとすると姿勢を高くする必要があるが、姿勢が高すぎると苦痛を感じ、当該苦痛を我慢した場合は、熱傷に至る可能性があるといえる。

ウ 実験 3 粉末消火器による消火 (図 12)

放射開始直前における上段の温度をみると、北東側と東側が約 80℃と、北側と比較して高い温度となっていた。放射開始直後、北側上段が最大約 60℃となったのに対し、北東側上段及び東側上段は、約 120℃に達した。このときの中段及び下段の温度は、いずれも約 40℃であった。これらの温度は、実験 1 及び実験 2 と比較する

と明らかに低い。この理由は、粉末消火器の場合、粉末消火剤が拡散しながら放射されることから、棒状に放射される機械泡消火器や強化液消火器よりも熱気流の移動が少ないからであると考えられる。一方で、熱流束に着目すると、放射開始直後、北側下段は 1.0kW/m<sup>2</sup>に満たず、北東側下段及び東側下段の熱流束は、約 3.0～4.0kW/m<sup>2</sup>であった。また、2本目として機械泡消火器を用いて放射を開始した直後、北東側及び東側は、上段で最大約 37.0kW/m<sup>2</sup>、下段で最大約 16.0kW/m<sup>2</sup>に達しており、実験1よりも高い数値を示した。これは、粉末消火器の場合は冷却効果が高くないことから、粉末消火器による放射中であっても消炎中を除いて燃焼が継続したことで、実験1のときよりも実験区画内が高温になっていたことによるものと考えられる。

ただし、今回の実験のように調理油の発火後にしばらく放置し、当該調理油の温度が高くなってから粉末消火器により放射を行う場合、その冷却効果は図9ウに示したとおり、1本の粉末消火器による調理油の温度低下は約5℃と、あまり期待することができないことから、再発火する可能性が高い。このことから、複数の粉末消火器の使用による消火はあまり期待することができないと考えられる。

表7 輻射熱による熱流束と時間と症状の関係<sup>7)</sup>

熱流束	症状
1.2kW/m <sup>2</sup>	長時間の露出に耐えられる最大輻射熱
1.4kW/m <sup>2</sup>	苦痛を感じ始める。
2.1kW/m <sup>2</sup>	1分後苦痛
4.2kW/m <sup>2</sup>	10～20秒で苦痛
7.0kW/m <sup>2</sup>	20数秒でひどい火傷、数秒で痛み
10.5kW/m <sup>2</sup>	10～20秒で火ぶくれ、数秒で苦痛

(5) 今回の実験における留意点

今回の実験で行った実験方法では上記の結果が得られたが、以下のことに留意する必要がある。

ア 回転釜の寸法の違い

今回の実験で用いた回転釜より内径の大きい回転釜からの火災の場合は、今回の実験で用いた機械泡消火器1本で消火することができない可能性がある。

これは、開口部が大きい場合、火勢が強いことから消泡することがあること、油面が泡によって完全に密閉されるまでに時間を要すること及び放射終了時の調理油の温度を発火点より低くすることができず、再発火することによるものと考えられる。

イ 調理油の量の違い

調理油の量が多い場合、消火器を使用した際の調理油の冷却効果が下がることから、機械泡消火器1本では消火することができない可能性がある。

ウ 区画の違い

今回の実験では、北側から東側にかけて開放した状態で調理油を発火させて消火器による放射を行ったため、

調理油の燃焼中及び消火器放射中ともに、東側及び北東側へ熱気流が主に流出していた。今回の実験と区画の形状の違いや換気扇等による気流の違いがある場合、今回の実験と同等の火勢であったとしても初期消火従事者が熱傷を負う危険性がある。

以上のことから、熱による苦痛を感じる状況であれば、速やかに避難する等の対応が必要である。

5 まとめ

本検証において、回転釜からの調理油火災を再現した際、先に検討した結果から、以下のようにまとめられる。

- (1) 大量の調理油を入れた回転釜から発火した場合、発火後数分程度で火炎は天井面付近に達しており、高さ1.50mの位置では場所により消火限界となる熱流束値である2.0kW/m<sup>2</sup>に至っていた。このことから、天井に完全に火炎が達していた場合にあっては、速やかに避難を開始することが望ましいといえる。
- (2) 今回の実験では、機械泡消火器により消火することができたが、強化液消火器及び粉末消火器で消火することはできなかった。ただし、回転釜の大きさ、調理油の量等の条件によっては、機械泡消火器を用いても消火することができない可能性がある。
- (3) 消火器の放射により熱気流が移動することで、放射元周辺の熱流束値が上昇することから、複数の消火器により初期消火を実施する場合、全ての初期消火従事者が同一方向から放射することが望ましい。
- (4) 回転釜の寸法の違い、調理油の量の違い、区画の違い等、回転釜からの火災の条件によっては、今回の検証結果と異なることが予想される。したがって、消火器で放射した際に、熱による苦痛を感じる状況であれば、放射する場所の変更、消火作業の中止、避難等の対応が必要である。

6 おわりに

本検証にあたり、総務省消防庁消防研究センターに実験施設等をご提供頂きました。また、同センターのスタッフの皆様からは多大なご支援、ご協力を頂きました。ここに厚く御礼申し上げます。

[参考文献]

- 1) 総務省消防庁消防大学校消防研究センター：「中華鍋に入れた調理油の加熱・着火・燃焼性状に関する天ぷら油火災実験報告書」、消防研究技術資料第81号(2010)
- 2) 薩佐之久ほか：「天ぷら油火災における強化液消火器（アルカリ性消火薬剤及び中性薬剤）の消火比較実験について」、p55-57、消防科学研究所報第19号(1982)
- 3) 島光男ほか：「天ぷら鍋火災の消火用具の開発について」、p33-38、消防科学研究所報第19号(1993)
- 4) 東京消防庁予防部長依命通達：「学校給食室における出火防止対策について」平成16年7月9日(16予第218号)別表(2004)
- 5) 東京消防庁：「小学校給食室のガス回転釜から出火した火災」、p54-57、火災誌324、61、5(2011)
- 6) 太田昌男：「入門講座 油脂の用語と法律」、p413-419、第1巻、第4号、オレオサイエンス(2001)
- 7) 玉越孝一ほか：「消防活動時における輻射熱と温度に関する調査研究」、p8、消防科学研究所報第41号(1994)



# Study on the Risks and Fire Extinction Limit of the Fire Caused by Tilting Pan

Akihko IIDA, Yuuta HIGASHI, Yuuichirou MACHII, Kenji SUZUKI

## Abstract

The fire involved in tilting pan occurs around once a year within the TFD's jurisdiction. Most of these fires broke out as result that large amounts of cooking oil had been heated and left. It is characterized by many injuries and evacuees, as well as serious damages and costs. Installing excess temperature safety thermostat for using large amounts of oil for deep frying in tilting pan or other cookware is needed under the Fire Prevention Ordinance, but these safety systems may not be found on certain types of tilting pan.

The aim of this study was to obtain and show the points the kitchen staff should attend fire prevention when cooking with large quantities of cooking oil, as well as regarding initial fire extinction. It was examined that cooking oil fire on the tilting pan shows the fire behavior and the effect of the fire extinguishers for the class B fires. These are as follows.

- 1) It was possible to extinguish the cooking oil fire in a tilting pan with a mechanical foam fire extinguisher in this study, but not with a loaded stream or a dry chemical fire extinguisher.
- 2) It was suggested that the discharged spray of the fire extinguishing agent, even if a short period of time, may disturb the flame and air current and that the person handling a fire extinguisher may get involved in danger if a fire extinguisher is used at a position three meters away from the fire source.