

地震時における調理中の天ぷら油からの 出火及び飛散実験結果について

Study on the splashing of "Tenpura" frying oil during earthquake

野 口 義 憲*
渡 辺 孝 夫*
松 縄 忠 一**

There were many burn cases caused by the splashing oil of "Tenpura" fry, when the big earthquake occurred east off the coast of Chiba Prefecture. We experimented the condition of oil splashing from frying pans in the simulated kitchen of a home. The result of our experiments is as follows.

1. We thought first that a shock of larger intensity (velocity) would cause a larger splash. However, in most frying pans oil splash was caused when the frequency of the shock was between 1 and 3Hz. Oil splashed most when the frequency was between 1 and 1.6Hz.

Movement of oil in the pans was more influenced by the frequency than the velocity. The oil in the pans responded most to the low frequency.

2. With an earthquake of frequency 1 to 1.6Hz and of Intensity 5, 95% of oil in the pans splashed out, reaching the distance of 1.5 meters. This means that most of the attendants at home cooking "Tenpura" will get burnt.

3. "Tenpura" oil (temperature : 200°C), splashed by the earthquake on the floor or on the stove, did not ignite.

1. はじめに

地震時において、食用油を使用する火気使用器具からの出火が予想されること(昭和62年3月火災予防審議会地震部会答申)や千葉県東方沖地震においては、調理中の天ぷら油の飛散による受傷事故(熱傷)が図1に示すとおり発生しており、この熱傷者は地震による全負傷者の7人に1人の割合と過去の地震に比べ多く、大きな問題になっている。

このようなことから、地震時における天ぷら油

の挙動や出火についての実験的検証を行なう必要があるため、一般家庭の厨房を想定し、地震時における調理中の天ぷら油の挙動及び、安全対策の検討と都民の防災行政への資料を供するため実験を行い、その結果をここに報告する。

2. 実験項目

振動機による正弦波及び入力地震波による天ぷら油の挙動実験ならびに天ぷら油からの出火実験。

- (1) 天ぷら油の飛散実験
- (2) 天ぷら油の出火実験
- (3) 天ぷら油に可燃物が落下した場合の出火実験
- (4) 天ぷら油量の変化と発火時間の関係について
- (5) 天ぷら油に水を注いだ場合の出火の状況

3. 実験条件及び実験方法

この実験では、一般家庭の厨房を想定(写真1)し、地震波として振動機による正弦波と入力地震波(宮城県沖、千葉県東方沖地震波他2点)を用い各項目の実験を行った。

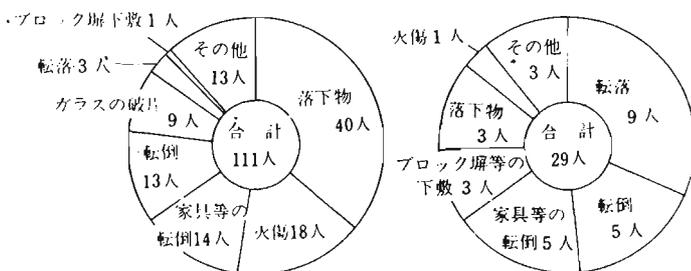


図 1

*第二研究室 **目黒消防署



写真1 実物大の一般家庭用厨房

実験条件及び実験方法については表1に示す。

尚、

(1) 振動機による正弦波の加振方法

- ア 漸増（2ガル/秒）で0～400ガルまで加振した。
- イ 瞬発では、50, 100, 150, 200, 250ガル

で各10秒間加振した。

(2) 入力地震波

4種類の地震波（図2・表2）を使用する。これらの入力波は実際に測定された波を当研究所の振動機の使用性能に合わせ修正した地震波を使用した。

(3) 実験回数

4－実験項目(1), (2)は2回, (3), (4), (5)についてはそれぞれ1回測定した。

(4) 調理器具

家庭用グリル付二口コンロ、一口、2100キロカロリー、ガス栓全開

(5) 調理用具

- ア 天ぷら油（直径27.5cm・全容量3000cc）
- イ 中華鍋（直径33.5cm・全容量5000cc）
- ウ フライパン（直径25cm・全容量1800cc）
- エ 煮物用鍋（直径25cm・全容量2800cc）
- オ 煮物用鍋（直径18cm・全容量1800cc）

表1 実験条件・実験方法

コード	項目	調理用具	用量	方法	条件設定	加速度
1	地震時による天ぷら油の飛散状況 (油の温度は200度 都市ガスを使用)	天ぷら鍋 中華鍋 フライパン	80cc 500cc	(1) 各鍋中の天ぷら油の共振点と周波数との関係について (2) 各鍋中の天ぷら油の移動率と周波数の関係について (3) 各鍋中の天ぷら油の飛散状況及び飛散量と周波数との関係について	(1) 振動機による地震波 ア 正弦波 イ 周波数 1Hz～10Hz (2) 宮城沖地震波 (3) エルセントロ地震波 (4) タフト地震波 (5) 千葉県東方沖地震波	ア 漸増 0～400ガル イ 瞬発 50, 100, 150, 200, 250ガル 加速度最高値 400ガル 250ガル 250ガル 250ガル
2	地震時による天ぷら油からの出火状況 (油の温度は200度 都市ガスを使用)	グリル内で魚等を焼いている場合 二口コンロに天ぷら鍋とヤカンが掛かっている場合	800cc	(1) 天ぷら鍋からの天ぷら油の飛散による出火状況とコンロにおける燃料ガスの立消え状況 (2) 二口コンロのうち一口は天ぷら鍋等とグリルを使用していた場合の出火危険 (3) 天ぷら鍋と他の一口はやかん・煮鍋を使用していた場合の出火危険	同上 (コンロは点火中)	同上
3	地震時、天ぷら油に可燃物が落下した場合の出火状況 (油の温度は200度 都市ガスを使用)	落下物による場合	800cc	落下可燃物 (1) 醤油 500cc プラスチック容器 (2) ソース 350cc プラスチック容器 (3) 食器用洗剤(水溶性) 380cc プラスチック容器 (4) ロールペーパー(台所用)	静置した状態で可燃物を天ぷら鍋に落下させる	静置した状態
4	天ぷら油量の変化と発火時間の関係について	天ぷら鍋 中華鍋 煮物用鍋		天ぷら鍋(3000cc), 中華鍋(5000cc), 煮物用鍋(2800, 1800cc)に天ぷら油を各50, 100, 200, 400, 600, 800cc入れ, それぞれの発火時間を測定する。 室温 4℃, 初期油温 15℃	静置した状態	静置した状態
5	天ぷら油に水を注いだ場合の出火状況 (油の温度は200度)	天ぷら油	800cc	天ぷら鍋の800ccの天ぷら油に水を各5, 10, 25, 50, 100, 200cc加えたときの出火の状況を調べる。	静置した状態	静置した状態

表2 入力地震波

地震の諸元					実験用地震波
地震名	マグニチュード	震央距離	最大加速度	最大変位	入力波加速度
エルセントロ地震	M—6.3	12.9km	341.7ガル	10.9cm	300ガル
タフト地震	M—7.7	49.2km	152.7ガル	6.7cm	300ガル
宮城県沖地震	M—7.4	110.0km	258.0ガル	14.5cm	400ガル
千葉県東方沖地震	M—6.7	60.0km	300.7ガル	11.4cm	300ガル

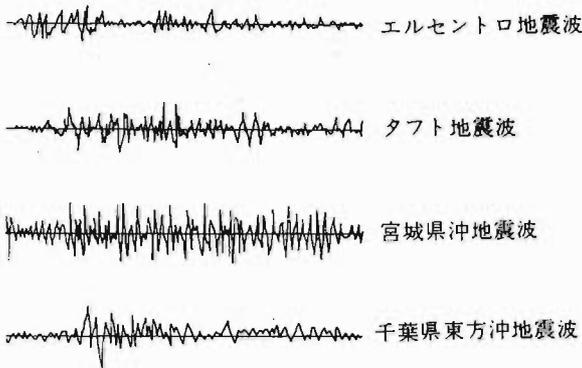


図2 入力地震波

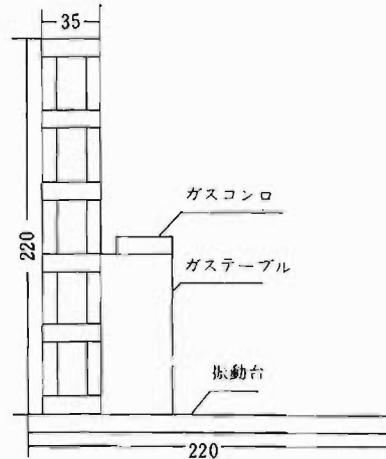


図3 振動機上の工作物

4. 振動試験機の性能及び厨房器材のセット

- (1) 振動試験機の性能を表3に示す。
- (2) 厨房器材のセットの方法を図3に示す。

厨房用壁としてスチール製アングル(220×220×35cm)を建て、流し台(100×55×80cm)、ガステーブル(60×55×60cm)、ガスコンロ(60×40×20)を壁床に固定せず設置する。

表3 振動試験機の性能

振動方向	水平
振動方式	動電型
加振力	900kgG
最大加速度	2.0G
最大振幅	150mm全振幅
使用振動数範囲	0.3~100Hz
振動台支持方式	油圧浮上式
最大塔載重量	2000kg
振動台寸法	200×200cm
振動波形	正弦波・短形・三角・ランダム

5. 結果と考察

実験1 振動機による正弦波および入力地震波による天ぷら油の挙動実験

- (1) 各鍋中の天ぷら油の共振点と周波数との関係について

各周波数の加速度を0~400ガルまで漸増(2ガル/秒)し、油が最初に飛散した加速度をプロットした結果を図4、図5、図6に示し、その様子を写真2~4に示す。

この結果から、共通して言えることは、調理器具の種類に関係なく、

ア 周波数が1~1.6Hzの時、加速度250ガル以下で飛散している。特に、1.2Hzでは20ガルという小さい加速度で飛散している。

イ 周波数が3.0Hzでも250ガル付近で飛散している。

ウ 周波数2.0Hzでは、周波数に調理用具が追従したため300ガル付近でしか飛散しなかった。

エ 周波数が4.0Hz以上では、250~400ガルまで加振させても飛散・溢れもなかった。

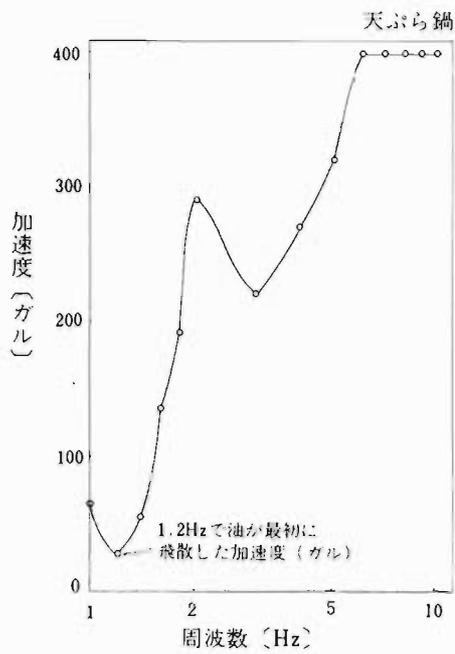


図 4



写真 2

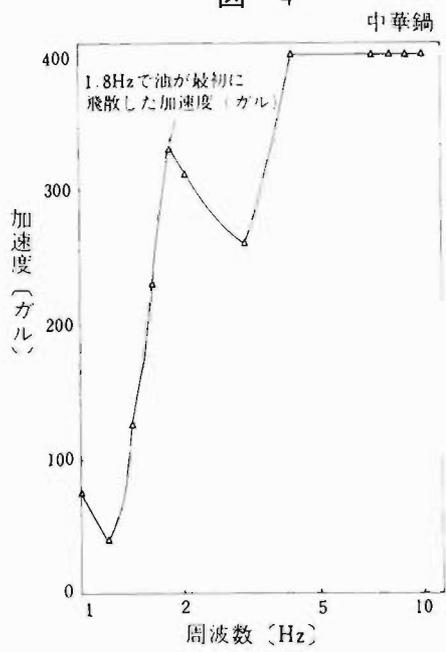


図 5



写真 3

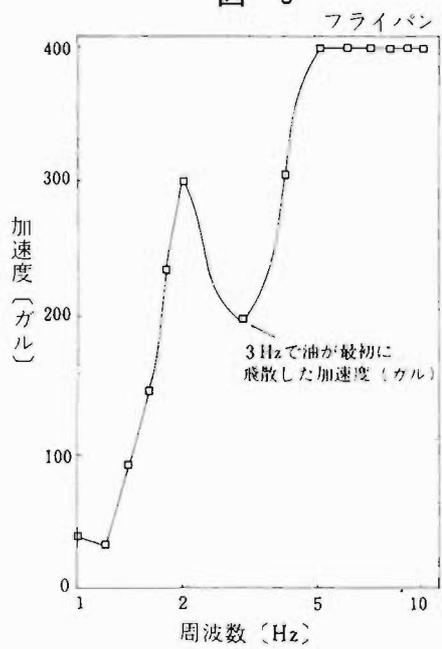


図 6



写真 4

(2) 各鍋中の天ぷら油の移動率と周波数との関係について

(1)の実験の結果を基に、各周波数による指定加速度(50, 100, 150, 200, 250ガル)を瞬発で10秒間加振し、その時の油の挙動を図7, 図8, 図9に示す。

尚、移動率は油面の上下移動量を油面から鍋の淵までの高さで割った値の百分率を言う。

$$\text{油の移動率} = \frac{\text{油面の上下移動量}}{\text{油面から鍋の淵までの高さ}} \times 100$$

移動率が100%では、油の飛散、溢れを示している。

ア この結果、動きが一番安定性が良かった鍋は中華鍋である。このことは、鍋の底が半球になっているため、鍋の動きに油の動きが追従したため、溢れにくくなったものと思われる。

イ 各鍋の移動率は実験アの結果とほぼ同じ傾向を示した。

このことは、漸増であっても、瞬発であっても、ある一定加速度においては油の移

中華鍋

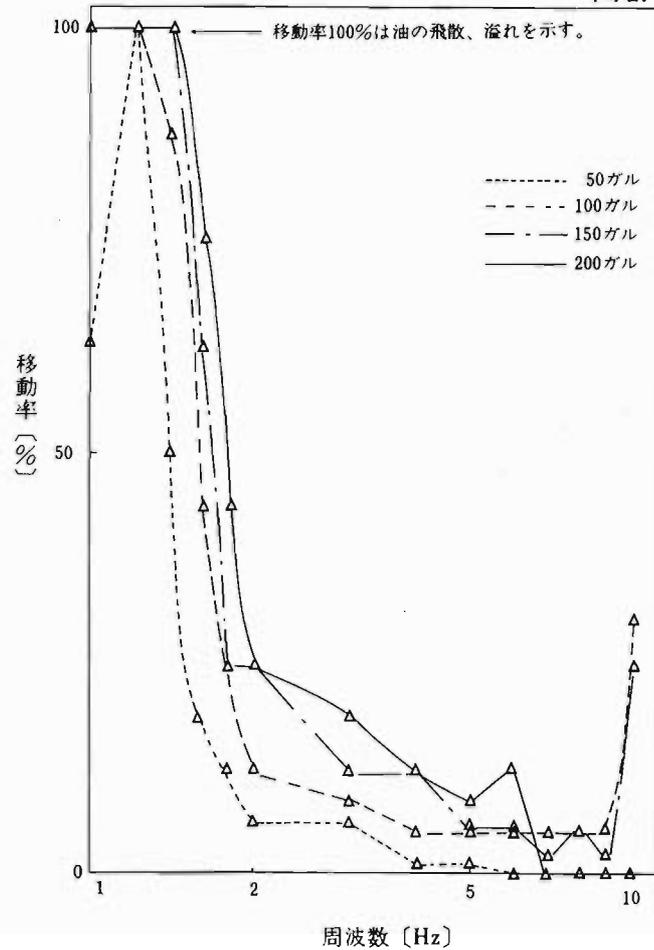


図 8

天ぷら鍋

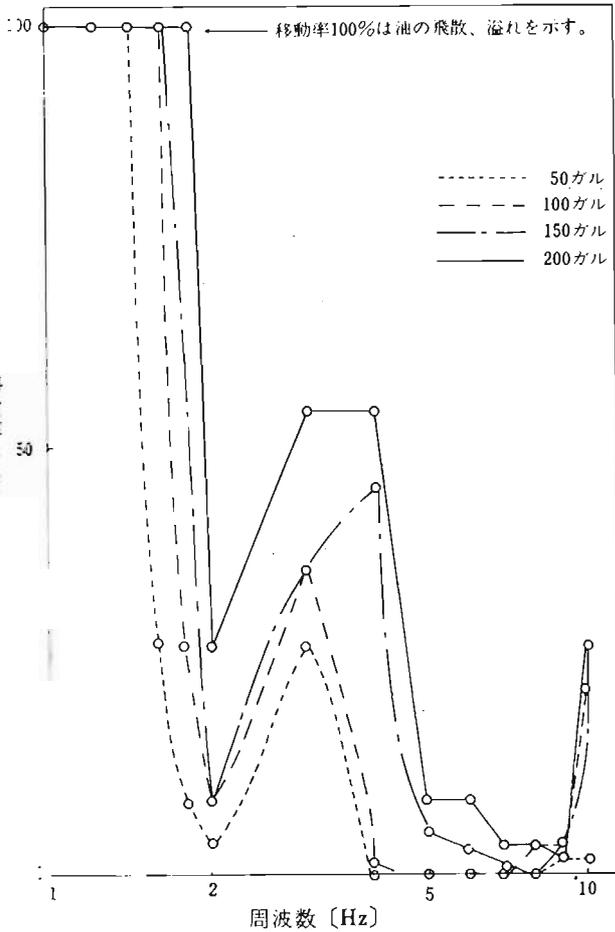


図 7

フライパン

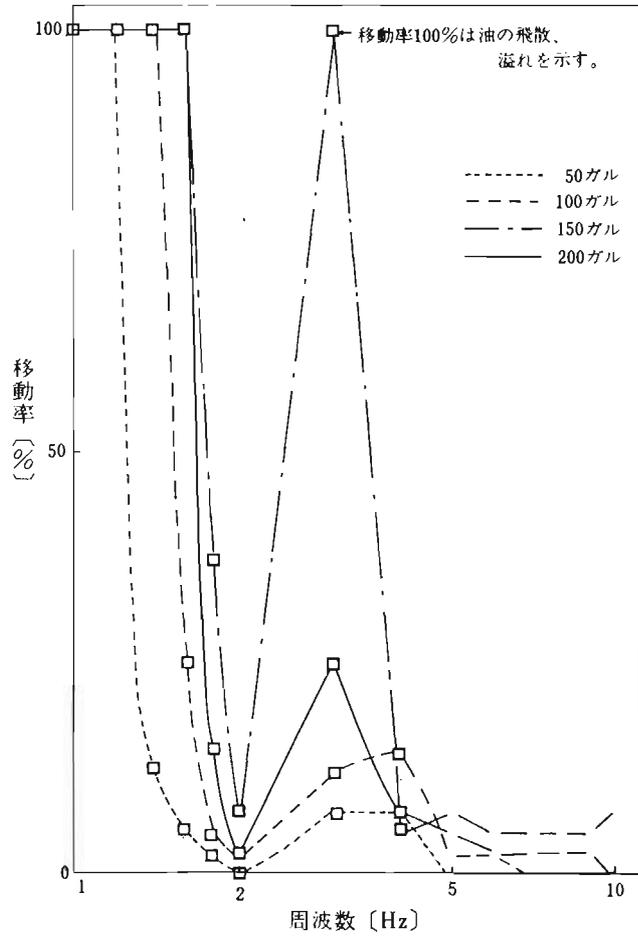


図 9

動は同じであったことを示している。

(3) 各鍋中の天ぷら油の飛散状況及び飛散量と周波数の関係について

(2)の実験条件及び実験方法で行い、その時の飛散距離及び飛散量と周波数の関係の結果を図10～図14に示す。(飛散距離の測定は鍋の中心を基準とした。)

ア 油の挙動については、実験(1), (2)の結果と同じ傾向を示した。

イ 各鍋の最大飛散距離、飛散量について、
天ぷら鍋：1.2Hz, 250ガルで138cm, 飛散量は708ccで約88.5%が飛散した。

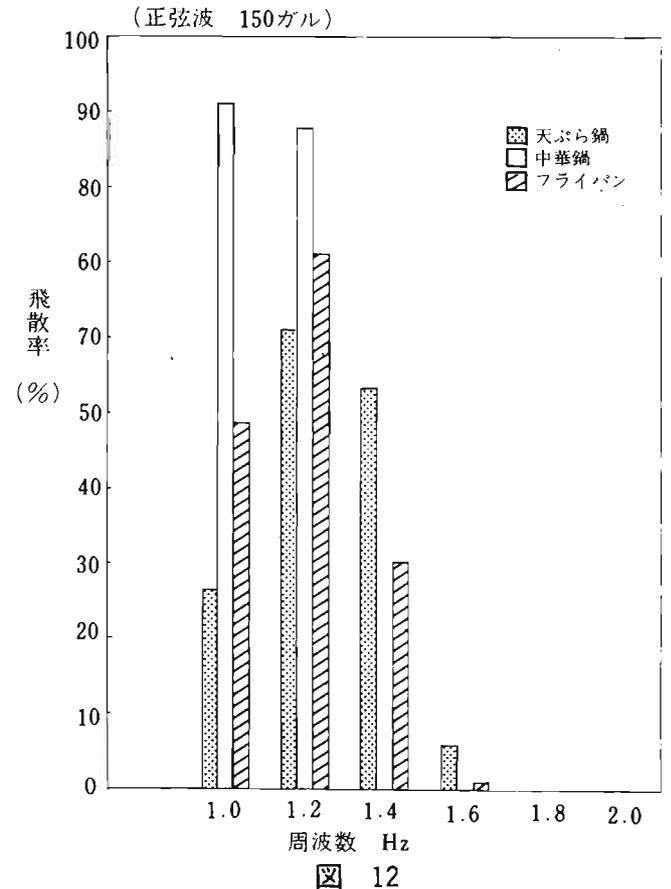
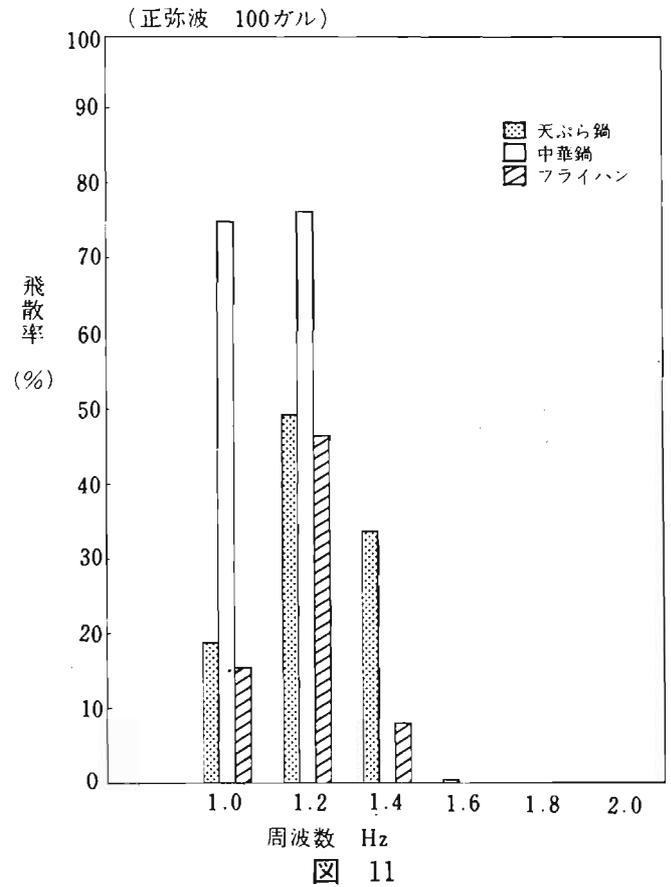
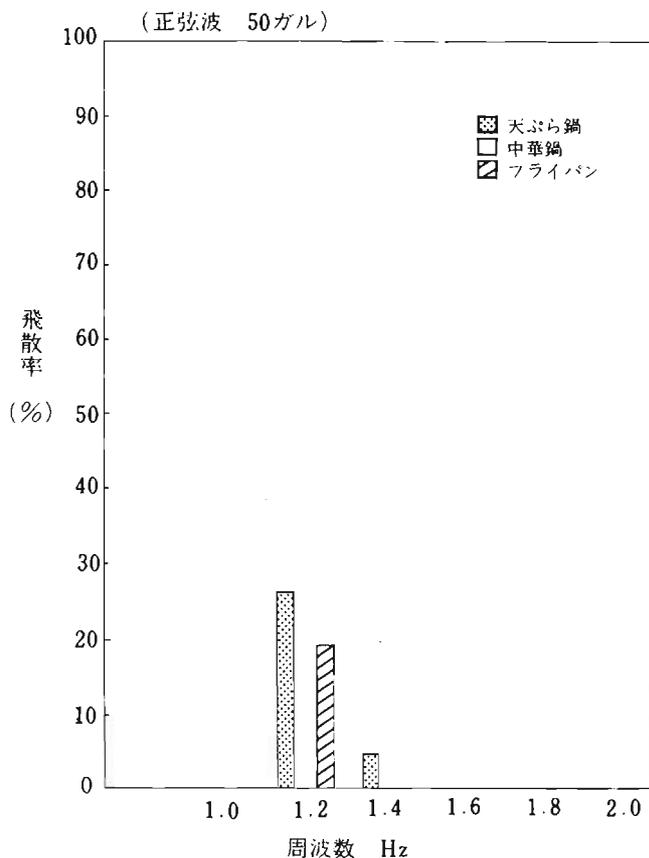
中華鍋：1.0Hz, 200ガルで150cm, 飛散量は758ccで約94.5%が飛散した。

フライパン：1.2Hz, 250ガルで120cm, 飛散量は462ccで約92.4%が飛散した。

この結果、

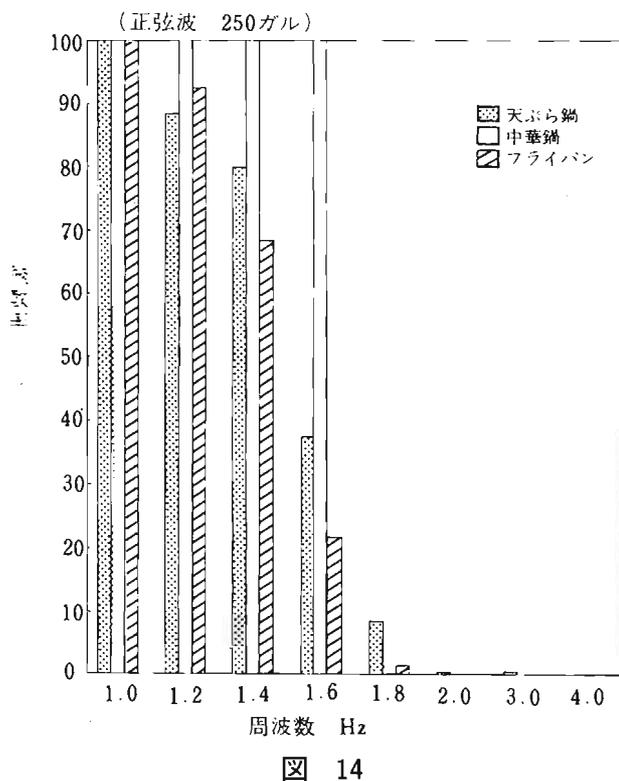
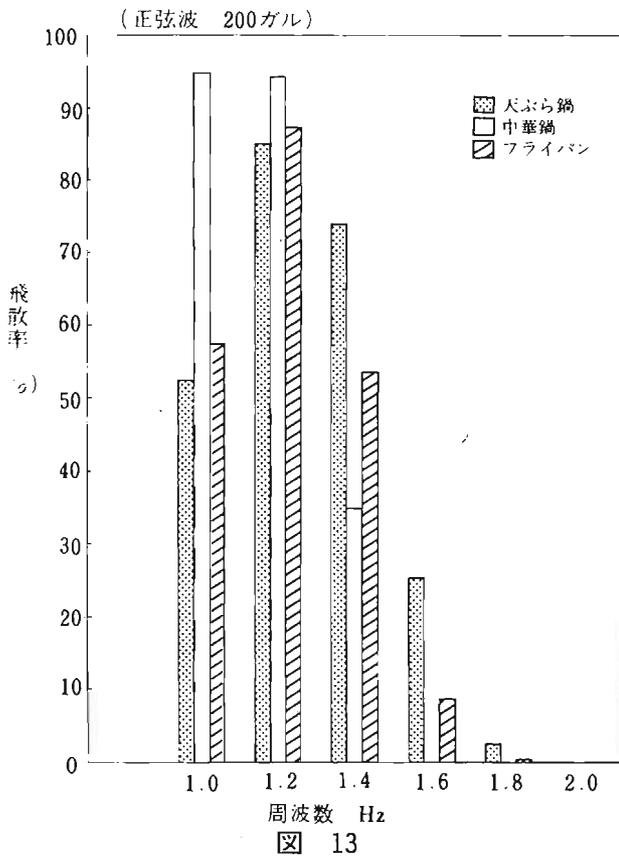
(1) 飛散距離、飛散量について言えば、最大飛散距離では約150cm, 最大飛散率は約95%で1.0～1.6Hzの低周波数で震度5強の地震が発生すれば鍋は転倒と同じように、ほとんどの油が飛散することが判った。

(2) このことから、天ぷら等の揚げ物をしている家庭においては、地震が起きた場合、多かれ、



少なかれヤケドを負う可能性があると考えられる。

(4) 入力地震波による天ぷら油の挙動実験
この実験の結果を表4に示す。



この表から、400ガル以上の加速度において、鍋は転倒した。しかし、この入力波は当研究所の振動機の使用性能に合わせて修正したため、実際の地震波の加速度より低い値で作成せざるを得なかった。そのため、転倒等は少なかったが、実際の地震では800~1000ガルの加速の為、より大きい被害が出るものと

予想される。

また、今回の実験においては、入力地震波は水平方向1軸のみの為、顕著な傾向を把握することが出来なかった。

実験2 地震時による天ぷら油からの出火危険

(1) 天ぷら油の飛散による出火状況とコンロの燃料ガスの立ち消え状況について

実験1-(1)の実験に基づき正弦波において飛散量が一番激しかった周波数1.6Hzを使用し、加速度0~300ガルまで漸増(2ガル/秒)し実験を行った。

尚、油温は天ぷらを揚げる最適な温度180°C前後より20°C高い200°Cで行いコンロは点火中で実施した。

結果は、

ア 120ガルで床材(木材、塩化ビニルの長尺敷物) ジュウタン(毛、アクリル100%)に、油が飛散したが床材に変化はなく、着火もしなかった。

このことは、油の飛散時に油温が下がったこと、また床材の発火点が油温(200°C)より高いため発火しなかったと思われる。

イ 点火中のコンロのバーナー部分にも油が飛散したが着火はしなかった。このためピペットを用いてコンロのバーナー部分に油を滴下した結果、0.01ccでも着火せずそれ未満だと炎の勢により油が飛ばされて着火しなかった。この結果、点火中のバーナー部分に油が飛散しても着火しないことが判った。

また、0.3cc以上の油がバーナー部分に飛散するとガス孔が目づまりを起こし、その部分のみガスが立ち消えとなるが、油による目づまりのため、生ガスは発生しなかった。

点火中のコンロにおける油の飛散が出火なかった理由については、

飛散時に油温が下がったこと、また油の表面積が小さかったため油の表面しか、引火温度に達せずその為、着火しなかったと思われる。

ウ 加熱されている五徳上にピペットで油を垂らすと着火し、油がなくなるまで燃焼した。

表4 地震動による天ぷら油の飛散状況について

実験項目	設 定 条 件			結 果 の 概 要
	鍋の種類と油量	周囲の条件	地震波・加速度	
地震動による天ぷら油の飛散状況	天ぷら鍋 800cc		正弦波 1~10Hz300galまで	1.2Hzでは20ガルで飛散が開始した。飛散量は1.2Hzが最も多く250ガルで最大の708ccの飛散量があった。飛散率88.5%、飛散距離は1.6Hz, 250ガルが最長で前方165cm・幅150cm・飛散量299ccであった。
			宮城県沖地震	5秒後油面の動揺が始まり、若干の飛散がある。8秒後456ガルで鍋は落下した。
			千葉県東方沖地震	6秒後油面は1cm動揺、8秒後209ガルで前方60cm・幅20cm・飛散量17ccの飛散があった。
			タフト地震	5秒後飛散が開始し、10秒ではコンロの前後に多量の飛散がある。最大加速度305ガル。
			エルセントロ地震	5秒後油面の動揺が始まり、若干の飛散がある。
地震動による天ぷら油の飛散状況	中華鍋 800cc		正弦波 1~10Hz300galまで	1.6Hz以上では油の飛散なし。1.0Hz, 200ガルで飛散量758cc・150cmまで飛散した。飛散率94.5%。
			宮城県沖地震	鍋の移動は39ガルで生じ、前方60cmまで飛散し、飛散量は80ccであった。最大加速度397ガル。
			千葉県東方沖地震	ガスコンロと鍋が共振した為、飛散及び鍋の移動は無かった。油面の移動は最大5cm。
			タフト地震	鍋の移動は無かったが、油は最大130cm・188ccが飛散した。最大加速度250ガル。
			エルセントロ地震	ガスコンロと鍋が共振した為、飛散及び鍋の移動は無かった。油面の動揺は最大4.5cm。
地震動による天ぷら油の飛散状況	フライパン 500cc		正弦波 1~10Hz300galまで	4Hz以上では油の飛散なし。1.2Hz, 250ガルで前方120cm・幅70cmに渡り462cc飛散した。飛散率92.4%
			宮城県沖地震	2秒後鍋の動揺が始まり7秒後420ガルで鍋は後方へ転倒した。
			千葉県東方沖地震	油面は5秒後1cm動揺、10秒後3cm動揺、20秒後鍋周囲に油が飛散した。最大加速度250ガル。

エ 点火中のコンロのバーナー部分に油をミスト状にして吹き掛けると着火し燃え上がった。このことは、油をミスト状にすると表面積が大きくなり、熱を通り易くなる為、着火するものと思われる。

(2) ニロコンロのうち一口は天ぷら鍋とグリル内で魚等を焼いていた場合の出火危険

実験1-(1)の実験に基づき正弦波において飛散量が一番激しかった周波数1.6Hzを使用し、加速度0~300ガルまで漸増(2ガル/秒)し実験を行った。

尚、油温は200°C、コンロは点火中で実施した。

その結果、油は130ガルでグリル上に飛散すると、直ぐに着火し炎は約20cm立ち上がったがそれ以上、炎は拡大しなかった。(写真5)

また、宮城県沖、千葉県東方沖地震の入力波を使用した場合は油が若干グリル上に飛散し、炎が2~3cm立ち上がったがそれ以上、炎は拡大しなかった。

しかし、グリルの炎が大きくなっているところへ、可燃物が落下または移動すれば出火の危険性は十分考えられる。

(3) ニロコンロのうち一口は天ぷら鍋と他の一口はヤカンを掛けていた場合の出火危険

実験1-(1)の実験に基づき正弦波において飛散量が一番激しかった周波数1.6Hzを使用し、加速度0~300ガルまで漸増(2ガル/秒)し実験を行った。

その様子を写真6, 7, 8に示す。

尚、油温は200°C、コンロは点火中で実施した。

その結果、80ガルにおいてヤカンの注ぎ口から水が少し溢れ、120ガルでヤカンから飛散した水が少量天ぷら鍋に入り、音を発しながら水蒸気になった。130ガルでヤカンから飛散した水が天ぷら鍋に入ると一瞬のうち水蒸気になると同時に炎が上がった。3秒後、鍋から約1m斜向かいにあったフキンに燃え移った。炎の高さ約3m、幅0.5mとなり火災になる可能性はある。また、油の飛散距離は約3~11mであった。



写真5



写真6



写真7



写真8

また、宮城県沖、千葉県東方沖地震波を用いて実験した結果、ヤカンの注ぎ口から水が溢れるが出火に至る必要な水量は天ぷら鍋に入らず出火しなかった。

このため、実験項目5において、800ccの天ぷら油にどのくらいの水が入った場合に出火するか否かについて実験を行った。

(4) これらの実験結果から

ア 床材や点火中のコンロのバーナー上に天ぷら油が飛散しても着火等の変化はなかった。

イ 点火中のコンロのバーナー上に天ぷら油が飛散すると、その部分のみガスは立ち消えるが油によりガス孔が目づまりを起こす為、生ガスは発生しなかった。

ウ 二口コンロのうち一口は天ぷら鍋と他の一口はヤカンや煮物用鍋を掛けていた場合、水が天ぷら鍋に飛散すると出火する危険性が十分ある。

エ 天ぷら鍋とグリルを同時に使用していた場合、油がグリルに飛散すると着火するため、コンロの周りに可燃物があると出火する可能性があると思われる。

実験3 地震時、天ぷら鍋に可燃物が落下した場合の出火危険について

写真12の状態を実験1-(1)の実験に基づき正弦波において飛散量が一番激しかった周波数1.6Hzを使用し、加速度0~300ガルまで漸増(2ガル/秒)し実験を行った。

結果は写真9,10のように紙コップは160ガル、ロールペーパーは200ガル、ポリかごは240ガルで落下することがわかったので、天ぷら鍋を静止した状態(コンロ点火中、油量800cc、温度200°C)で個々の可燃物を鍋の中に落下させ出火危険について調べた。その結果を表5に示す。

出火したのは、醤油とロールペーパーでソースの場合は醤油と比べ水分が少ない為、出火しなかったと思われる。しかし、ロールペーパーの場合はロールペーパー自身が油を吸収し、そのため油が減少するとともに油の発火時間が速まり、発火したものである。そして、その火がロールペーパーに燃え移ったと考えられる。

また、洗剤の場合は高膨張泡の消火剤として使用されており、今回の実験においても鍋が泡で一杯となり出火には至らなかった。これらの様子を写真11~14に示す。

しかし、二次的要素として、可燃物の落下、移動により、そのものが、コンロの直火と触れた場合、出火する可能性も十分あると思われる。



写真9



写真10

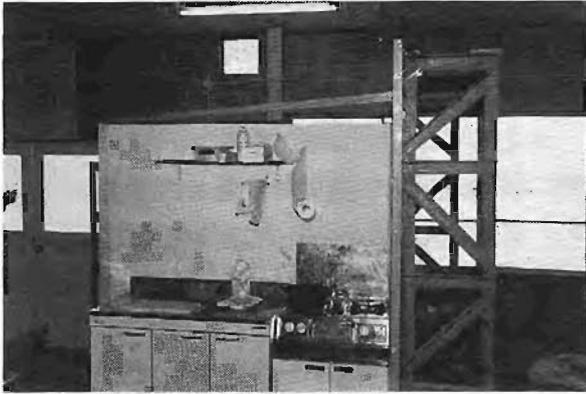


写真11



写真 13



写真12



写真14

表5 天ぷら油に物品が落下した時の状況

天ぷら鍋に物品が落下した時の状況	天ぷら油 800cc 200°Cに加熱	醤油 500cc プラスチック容器	静置した状態	落下後5秒で油温によりキャップが変形し、醤油が流出する。10秒後約1mの炎が約4秒間立ち上ったが炎は拡大しなかった。30秒後121°Cに油温が下がってしまった。
		ソース 300cc プラスチック容器	静置した状態	落下後17秒で鈍い音がし、ソース容器が変形、38秒後油面にソースの臭いと共に泡が立った。その後ソースが入ると油温が下がり、1分20秒後油温が115°Cになり出火の危険性が無くなった。
		洗剤(水溶性) 380cc	静置した状態	3分後洗剤容器に泡が立つ。269°C、4分後容器内で洗剤が沸騰し、鍋内が泡でいっぱいになる。281°C。5分後鍋から溢れた泡がコンロに流れ込み炎が赤くなるが出火の危険性はなかった。
		ロールペーパータオル	静置した状態	ロールペーパータオルが油を吸収し、天ぷら鍋内の油量が減少するため、出火時間が速まった。落下後約3分で油が発火温度に達した。

実験4 天ぷら油量と発火時間の関係

天ぷら油量の変化と発火時間の関係

油量を50~800ccの間で変化させ、調理用具は天ぷら鍋(3000cc)、中華鍋(5000cc)、煮物用鍋(2800cc)、煮物用鍋(1800cc)の4種類について行った。

測定は天ぷら油の発火時間と発火時の油温を図15に、揚物時の油温(200°C)から発火時間までの時間経過を図16に示す。

(1) 各調理用具と発火時間との関係

各調理用具の形状、材質、大きさ等の影響による発火時間について、実験した。

一定油量における発火時間は図15により800ccにおいて、天ぷら鍋22分、中華鍋29分、煮物用鍋小17分と各調理用具によって大きな違いがみられた。しかし、天ぷら鍋(3000cc)、煮物用鍋(2800cc)については、各油量ともほぼ同じ発火時間を示した。このことは、油の発火時間は鍋の形状、材質もさることながら、鍋の大きさ(容量)に関係するものと考えられる。

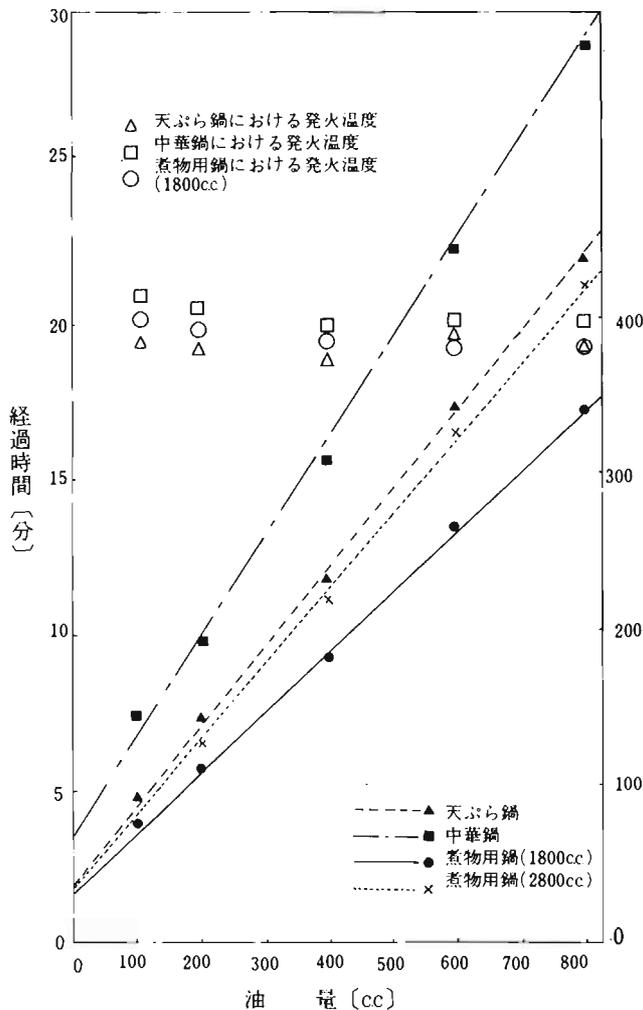


図 15

すなわち、鍋の大きさが大きくなればなるほど、発火に要する時間は長くなり、逆に鍋の大きさが小さければ小さいほど、発火に要する時間は短くなっている。

(2) 各調理用具と発火時油温との関係

各調理用具に共通して言えることは、油温の変化に対し、僅かであるが右下がりの傾向を示した。

すなわち、油量の増大とともに僅かながら低めの油温において発火した。

(3) 揚物時の油量の変化と発火時間の関係について(油温200°C)。

天ぷら等の揚物をしている最中に地震が発生、慌ててガスを消さず外に避難した場合、その避難した時から天ぷら油が何分で発火するかを実験した。

その結果、図16より油量800ccでは天ぷら鍋(15分)、中華鍋(23分)、煮物用鍋(小)(11分)となり、実験4-(1)の実験と比べ6~7分発火時間が速まる。

また、400ccの少量の油で揚物をしている

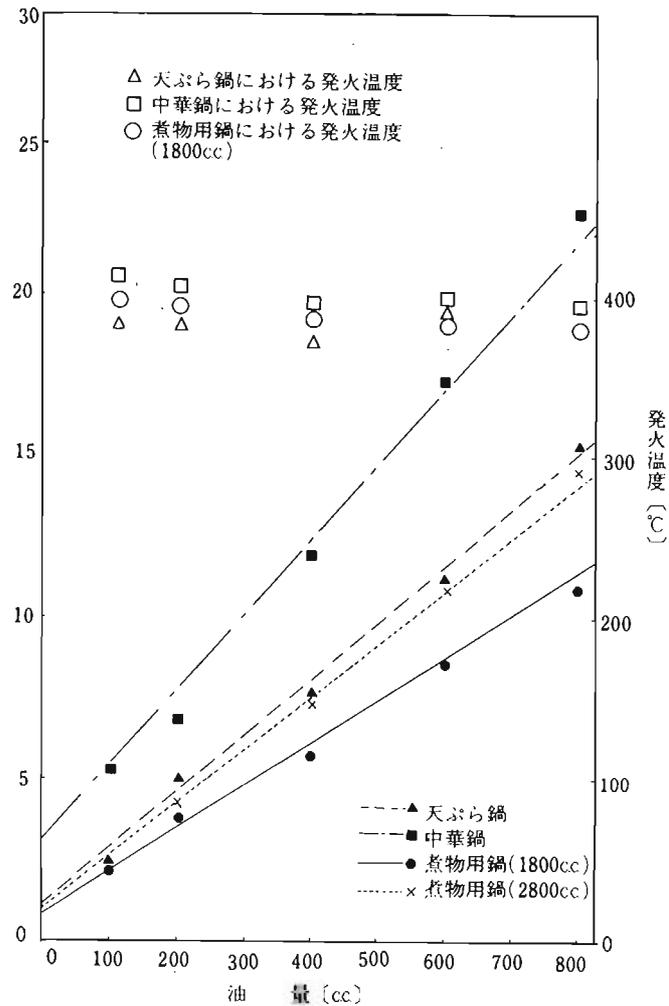


図 16

いる場合、発火時間は天ぷら鍋(8分)、中華鍋(13分)、煮物用鍋(小)(6分)と大変速く発火することが判った。

これらの結果から、

以前に比べ、一家族における家族数は減少してきており、天ぷら油等の揚物をする際には小さな鍋を使用し、少ない油で行っているケースが増えてきている。

このため、小さな鍋を使用し、少ない油で(400cc)天ぷら等の揚物をする時、以前から言われていた天ぷら鍋や中華鍋の発火時間より4~7分速く発火することが判った。

また、800ccの油が地震等により最大95%の油が飛散すると図15から約2分30秒~4分50秒で発火するし、天ぷら中の場合は図16から約1分30秒から4分30秒で発火すると思われる。

参 考

発火した天ぷら油が地震で飛散又は溢れた場合を想定して実験をおこなった。

- (1) ジュウタン(毛100%)、毛布(アクリル100%)上に飛散した場合

油が飛散した部分のみ燃焼し、そこが黒く炭化するが燃焼は継続しない。

- (2) 綿の雑巾や座布団(綿100%)の場合

雑巾や座布団が燃え尽きるまで、燃焼は継続した。

- (3) コンクリート床やスレート板の場合

直ちに、消火した。

- (4) 天ぷら鍋(3000cc)で発火に至るに最も少ない量は20ccである。20cc未満では多くの場合、発火せず黒くコールドタル状に炭化する。しかし、10cc以下の油量であっても中華鍋のように底部にある程度の油層の厚みが得られれば発火する。

実験5 天ぷら油に水を注いだ場合の出火状況

この実験は実験2-(3)に基づき行った。

天ぷら油(油量800cc、温度200°C)に水量(5, 10, 25, 50, 100, 200cc)を注いだときの結果を表6に示す。

この結果、着火したのは水を注ぎこんだ時の油温が100°C以上のもので、それ未満のものからは着火しなかった。また、5ccのように着

火しても水分が少ないとすぐ消えてしまうため、火災に至らなかった。

このことから、

- (1) 水等が注ぎこまれた場合、油温が100°C以上の場合には出火することが判った。
- (2) しかし、油温が100°C以上で出火しても、注ぎこまれる水分量が少なすぎて水蒸気になる量が少なく火災に至らないことも判った。
- (3) 天ぷら油(油量800cc、温度200°C)に対し、火災になると思われる水量は10~100ccである。

表6 天ぷら油(油量800cc、温度200°C)に水が入った時の危険性

水 量 (水温4°C)	水投入直後の油温	投入直後の状況
200cc	65°C	油、水が大量に飛散
100cc	140°C	3秒後炎2m以上
50cc	168°C	3秒後炎2m以上
25cc	188°C	3秒後炎2m以上
10cc	198°C	3秒後炎2m以上
5cc	199°C	1秒後着火7秒後消

6. ま と め

油の飛散実験

- (1) 今までは、震度階(加速度)が大きいほど危険が大きいと考えられていたが今回の実験の結果、各鍋に共通して言えることは、飛散・溢油等は1~3Hzの周波数で多く、特に1~1.6Hzが激しかった。このことから、天ぷら油の挙動に関しては加速度のガル数もさることながら、周波数が支配的であり、特に低周波数のところでは応答が大きくなった。
- (2) 1~1.6Hzの周波数で震度5の地震が発生した場合、天ぷら油の最大飛散距離は約150cm、最大飛散率は約95%で殆どの油は、飛び散ってしまう。このため天ぷら等の揚物をしている家庭では、ヤケドをすることは十分考えられる。

- (3) 天ぷら油 (200°C) が床材や点火中のガスコンロ上に飛散しても着火しないことが判った。また、油が飛散した部分のみガスが立ち消えても生ガスは発生しないことがわかった。

油の出火実験

- (1) 一定量の天ぷら油の発火時間は鍋の形状、材質もさることながら、鍋の大きさ (容量) に比例するものと考えられる。

すなわち、鍋の大きさが大きくなればなるほど、発火に要する時間は長くなり逆に鍋の大きさが小さければ小さいほど、発火に要する時間は短くなっている。

- (2) 現在は核家族と言われるように、家族数が少なくなる傾向にあるため、天ぷら等の揚げ物をする場合、小さい鍋で少量の油で行うことが多くなっている。

このため、上記(1)により以前から言われていた油の発火時間より短い時間で発火する。また、地震で鍋の油が飛散・溢油により減少するため油の発火時間がより速くなる。(図

15, 16参照)

- (3) 1口に天ぷら鍋、別口でヤカンや他の煮鍋を使用している場合では、地震が発生した場合には、火災に至る危険性は十分考えられる。
- (4) 天ぷら鍋とグリルを同時に使用していた場合、油がグリルに飛散すると着火するため、コンロの周りに可燃物があると出火する可能性があると思われる。

入力地震波について

今回の実験においては、入力地震波は水平方向1軸のみの為、顕著な傾向を把握することが出来なかったが、400ガル以上の加速度において、鍋は転倒した。

入力波については、当研究所の振動機の使用性能に合わせて修正したため、実際の地震波の加速度より低い値で作成せざるを得なかった。そのため、実際の地震においては、より大きい被害が出るものと予想される。

尚、本実験は家の倒壊を想定して行った実験ではない。