

消防研究所技術資料第6号

市街地火災の延焼性状等に関する研究

旧松尾鉦山廃屋火災実験報告書

昭和50年7月

自治省消防庁消防研究所

ま え が き

本報告書は昭和49年8月28日、29日の両日、岩手県旧松尾鉦山跡で行った、木造密集家屋群の火災実験の結果を、技術資料として整理したものである。本文は各研究項目毎にまとめられ、(1)火災性状の地上観測・測定、(2)火災上空の放射照度と温度測定、(3)赤外撮像法による空中偵察実験、(4)空中消火実験、(5)火災状況の写真記録、の5章からなっている。又前文として、実験の概要をまとめた1章を設けた。

本実験に用いた燃焼家屋は、1棟の延面積約400平方メートルに及ぶかなり大型の2階建木造住宅であり、合計22棟を使用した。その形態は長屋式で、現在の平均的市街地とはやゝ異ってはいるが、使用した家屋が実規模であることと、その棟数・火災面積等において、今迄に殆んど例を見ない大規模な火災実験であった。

唯、実験5日前より断続して降り続いた雨と、実験当日の気象の急変その他の制約のため予定した計画の一部については、十分な資料を得ることが出来ないうゝ、実験を終了せざるを得なかった。

尙本実験は、科学技術庁昭和49年度特別研究促進調整費によったものである。

今回の実験は、僻地における大規模な火災実験の為、実施に当っては、危険と幾多の難問が山積したが、地元をはじめとして多数の方々の支援御協力を得て、無事に終了する事が出来た。下記に直接御協力をいただいた機関名を連記し、感謝の意を表させていただきます。

- ・ 林野庁 林業試験場
- ・ 東京消防庁航空隊
- ・ 岩手県消防防災課
- ・ 岩手県消防学校
- ・ 盛岡地区広域行政事務組合消防本部
- ・ 松尾村役場
- ・ 松尾村消防団

又、旧松尾鉦山関係者の方々には、蔭での多くの御援助をいただいたことを感謝致します。

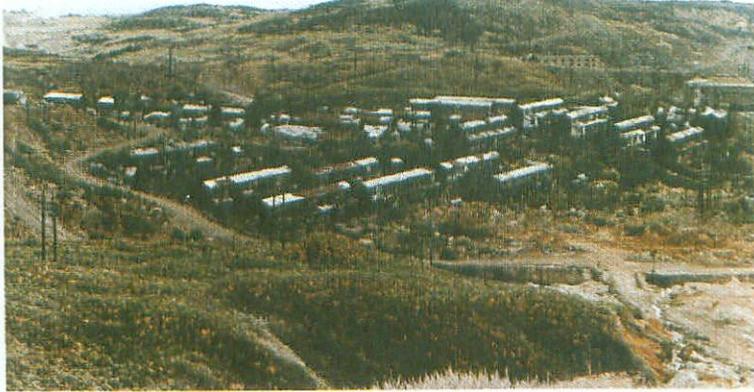
附記 実験中 火災学会・消防用ヘリコプターの運用技術委員会（委員長 藤田金一郎）の別途参加があった。

実験場全景

不要の小家屋は、実験前に撤去した。

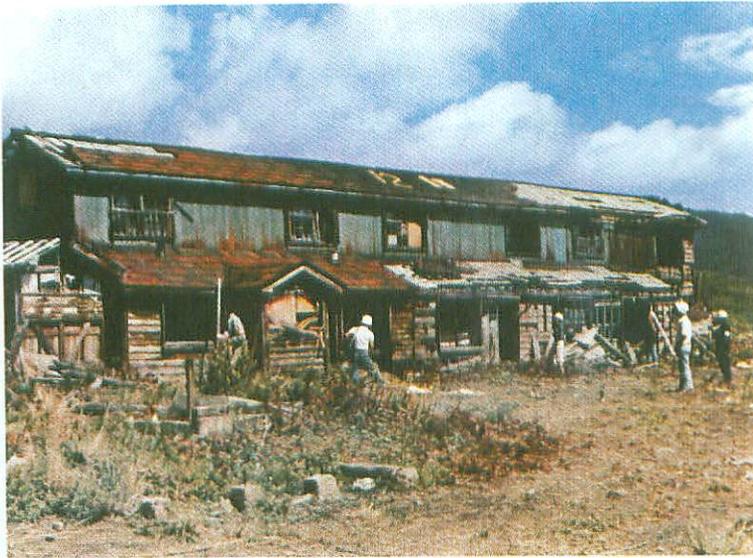
右上の一群が第1実験場

中央および手前の2群が第2実験場



代表的実験家屋

第2実験に使用したB-12。破損が一番少く、実験でも最も勢よく燃えた。



燃焼中の家屋



第1実験

点火後8分

手前および左方は第2実験用家屋



第2実験

点火後20分

写真観測点7より撮ったもの

右手前の家屋はB-25であらかじめ倒壊させておいた。



空中消火実験

ヘリコプターから消火剤をB-16
に散布中

ヘリコプターは東京消防庁航空隊
所属のSA330-F



目 次

第1章 実験概要	1
1-1 目的	3
1-2 実施場所および日時	3
1-3 実験内容の概略	3
1-4 実験家屋とその配置	3
1-5 気象状況	3
1-6 実験実施要領	6
1-7 実験結果	7
1-8 実験体制	9
第2章 火災性状の地上観測・測定	11
2-1 目的	13
2-2 実験家屋と地形	13
2-3 気象状況	14
2-4 点火場所と測定場所	17
2-5 第1実験の結果	22
2-5-1 火災の概要	22
2-5-2 建物の状況と含水率	23
2-5-3 風向・風速	23
2-5-4 火災の観察記録	26
2-5-5 火災の同時延焼線図	31
2-5-6 温度変化	31
2-5-7 放射照度の時間変化	36
2-5-8 飛火の分布	36
2-5-9 写真の吟味	38
2-5-10 第1実験のまとめ	38
2-6 第2実験の結果	41
2-6-1 実験結果の概要	41
2-6-2 建物の状況と薬剤の散布状況	41
2-6-3 風向・風速	47
2-6-4 火災の観察記録	47

2-6-5	火災の同時延焼線図	52
2-6-6	上昇気流の挙動	52
2-6-7	温度分布と放射照度の変化	53
2-6-8	写真の吟味	53
2-6-9	結果の検討	55
2-7	成果および今後の課題	56
第3章	火災上空の放射照度と温度測定	99
まえがき		101
3-1	測定方法	101
3-1-1	放射照度と温度	101
3-1-2	ヘリコプターの高度	102
3-2	測定結果	105
3-2-1	放射照度と温度	105
3-2-2	ヘリコプターの高度	109
3-3	考察	110
第4章	赤外線撮像法による空中偵察実験	113
まえがき		115
4-1	実験方法および装置	115
4-2	実験および結果	118
4-3	考察	119
4-4	写真および説明	119
あとがき		124
	参考資料	125
第5章	空中消火実験	127
まえがき		129
5-1	実験の概要	129
5-2	実施要領	129
5-2-1	使用機材	129
5-2-2	消火剤の補給、散布	129
5-2-3	散布パターン・付着量の測定	130
5-2-4	火災拡大状況の記録	132
5-3	実験結果	133

5-3-1	散布パターンおよび付着量	133
5-3-2	火災拡大状況	135
	附記	139
第6章	火災状況の写真記録	141
6-1	概要	143
6-1-1	観測地点	143
6-1-2	観測地点の位置	143
6-1-3	使用カメラおよびフィルム	143
6-2	記録の方法	143
6-3	記録写真	146
	第1実験	146
	第2実験	152

図・表・写真 リスト

図

第1章 実験概要

1. 実験場平面図	4
2. 建物外観図・間取り図	5
3. 実験家屋配置図	5
4. 実験実施組織図	10

第2章 火災性状の地上観測測定

1. 家屋配置図および等高線	14
2. 家屋の構造	15
3. 実験2日前と当日の天気図	18
4. 点火場所	19
5. 風向・風速測定場所	19
6. 放射照度測定点	20
7. 観測記録点	20
8. 熱電対の設置点(第1実験)	21
9. ビニールシート配布点	22
10. 屋根の破損状況	24
11. 風向・風速の時間変化(第1実験)	27
12. 風向・風速の分布図(第1実験)	29
13(a)上昇気流の概要図(第1実験)	30
13(b)炎上家屋周辺のフローパターン(第1実験)	30
14. A-12号の同時延焼線図(第1実験)	31
15. 各点の温度の時間変化(第1実験)	32
16. A-11号の壁上における放射照度の時間変化	37
17. 第1実験における放射照度の時間変化	37
18. 飛火の分布図(第1実験)	39
19(a)屋根への薬剤散布の概略図	41
19(b)ヘリコプター薬剤散布分布図	42
20. 風向・風速の時間変化(第2実験)	48
21. 風向・風速の分布図(第2実験)	50

22. 第2実験時の風向・風速（本部付近）	51
23. 第2実験の火災領域の形	52
24. 第2実験で風下側から観察した場合の上昇気流の概念図と風向の分布	53
25(a)サーモラベル配置図（第2実験）	54
25(b)サーモラベルによる温度分布の測定結果（第2実験）	54
26. 第2実験における放射照度の時間変化	55
第3章 火災上空の放射照度と温度測定	
1. ヘリコプター機体下に吊り下げられた計測器とその位置	101
2. 実験場とヘリコプター高度測定装置設置位置	103
3. 高度測定装置とヘリコプターとの関係	104
4. MARKED POINTと、各長さ、角度の関係	104
5. 経過時間に対するヘリコプターの高度、放射照度、温度の関係（第1実験）	106
6. 経過時間に対するヘリコプターの高度、放射照度、温度の関係（第2実験）	108
第4章 赤外撮像法による空中偵察実験	
1. オプティカルヘッドの原理図	116
第5章 空中消火実験	
1. 散布量測線および測点配置図	131
2. 実験家屋B-15の外観図	132
3. 実験家屋B-16の外観図	133
4. 消火剤散布パターン（B-16）	134
5. 消火剤散布パターン（B-17）	134
6. 実験中の本部附近の風向・風速	135
7. 火災拡大速度線図	136
第6章 火災状況の写真記録	
1. 写真観測点配置図	145
2. 写真記録の記号	144

表

第2章 火災性状の地上観測・測定

1. 実験の当日および前5日間の気温ならびに湿度	16
2. 実験家屋木材の含水率	25
3. 各家屋の火災の観察記録（第1実験）	29

4. 飛火の重量測定（第1実験）	40
5. 建材の重量測定による含水率	43
6. 計測器による木材の含水率	43
7. 各家屋の火災の観察記録（第2実験）	78
別表	97

第3章 火災上空の放射照度と温度測定

1. 各測点の測定時刻と放射照度・温度の関係（第1実験）	105
2. 各測点の測定時刻と放射照度・温度の関係（第2実験）	107
3. MARKED POINT ~ XA, YA, XB, YB と計算結果（第1実験）	109
4. MARKED POINT ~ XA, YA, XB, YB と計算結果（第2実験）	109

第5章 空中消火実験

1. 火災拡大経過時間表	135
--------------	-----

写真

第3章 火災上空の放射照度と温度測定

1. 高度測定装置	101
-----------	-----

第4章 赤外線撮像法による空中偵察実験

1(a) マルチスペクトラルスキャンナー本体	117
1(b) マルチスペクトラルスキャンナー光学ヘッドおよび35mmスチールカメラ	117
2. スキャンナー搭載機 セスナC-402型	117
3. 点火前のスチール写真	119
4. 点火前の可視映像	120
5. 点火前の赤外映像	120
6. 点火後4分に撮影したスチール写真	121
7. 燃焼中の赤外映像（点火後4分）	122
8. 燃焼中の可視映像（点火後12分）	123
9. 燃焼中の赤外映像（点火後12分）	123
10. 燃焼後の赤外映像	124

第5章 空中消火実験

1. ヘリコプターより消火剤を散布中	130
2. 消火剤散布量測定用ビニール袋	131
3. 火災末期におけるB-15とB-16との燃焼状況の比較	138

4. 鎮火後のB-16周辺の状況	138
第6章 火災状況の写真記録	
1. 第1実験	146
2. 第2実験	152

第 1 章 实 験 概 要

1. 実験概要

目 次

1 - 1	目 的	3
1 - 2	実施場所および実施日時	3
1 - 3	実験内容の概略	3
1 - 4	実験家屋とその配置	3
1 - 5	気象状況	3
1 - 6	実験実施要領	6
1 - 7	実験結果	7
1 - 8	実験体制	9

1-1 目的

本実験は大震災火災の延焼性状を明らかにする為、地上および上空より火災現象についての測定、観測を行うとともに、火災地上空のヘリコプターの飛行安全限界、赤外撮像法による空中偵察の可能性ならびに、消火剤空中散布による延焼抑制の可能性についての検討資料を得ることを目的とする。

1-2 実施場所および日時

岩手県岩手郡松尾村旧松尾鉾山住宅跡「山手」地区

図-1に実験場の概略を示す。

実施日時

第1実験 昭和49年8月28日 午前8時～12時

第2実験 昭和49年8月29日 午前8時～12時

1-3 実験内容の概略

- (1) 火災性状の観測・記録と火災周辺の地上風向・風速分布の計測を行うとともに、家屋内外の温度、放射照度を測定する。
- (2) ヘリコプターに懸吊した計測器により、火災上空の温度ならびに放射照度の測定を行う。
- (3) 固定翼機に搭載した赤外撮像装置により、燃焼煙下の炎上家屋の状況を撮影観測する。
- (4) ヘリコプターより消火剤を散布し、木造家屋に対する延焼抑制の効果を調べる。

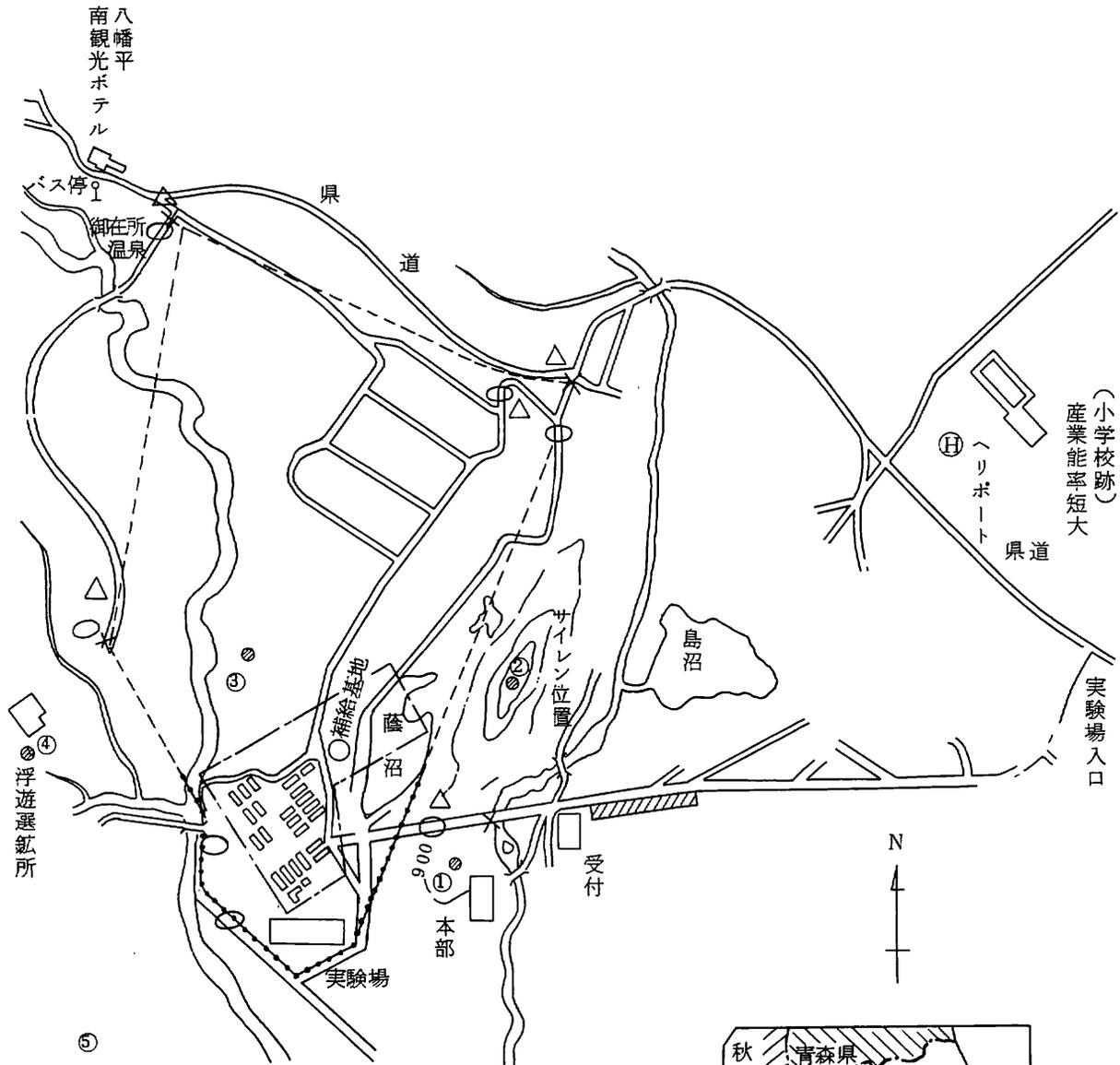
1-4 実験家屋とその配置

建物の外観および間取りを図-2に示す。1階が約300平方メートル、2階は約100平方メートルの木造2階建て、屋根と外壁はトタン張りされている。建物は全て、1棟が6軒に分かれている長屋式で、長手方向に共通の土間通路がある。各建物の配置関係を図-3に示す。図中の番号は家屋番号を表す。28日は第1実験区のA8からA13の6棟を、29日は第2実験区のB19からB27（B18、19、20は欠）の16棟を使用した。

建物は最も古いものでは30年以上経過して居て、5年前には殆んどが空屋となっている。そのため、無人のまま風雨にさらされ、屋根、外壁の一部がはがれたり、穴があいたりし、窓ガラスも相当部分がこわれている。障子、ふすま等の建具は不完全な状態のまま残っているが、什器類は皆無である。

1-5 実験時の気象状態

第1実験時の気温は21～24℃、自記湿度計による相対湿度は62～70パーセント、プロペラ



観測点... ① ~ ⑤

0 m 100 m 200 m

- 危険区域
- 警備員配置場所
- 一般者立入禁止区域
- × 車両通行止
- 実験家屋
- ▨ 駐車場
- ⊕ ヘリコプター基地
- 危険区域につき縄張
- △ 実験区域立入禁止表示

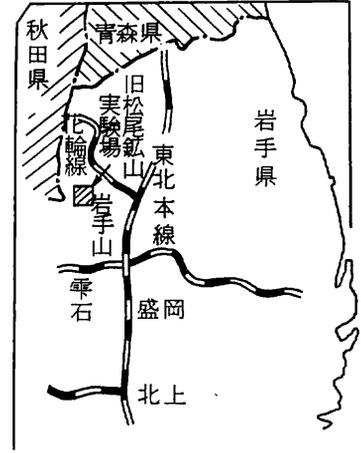


図 - 1 実験場平面図

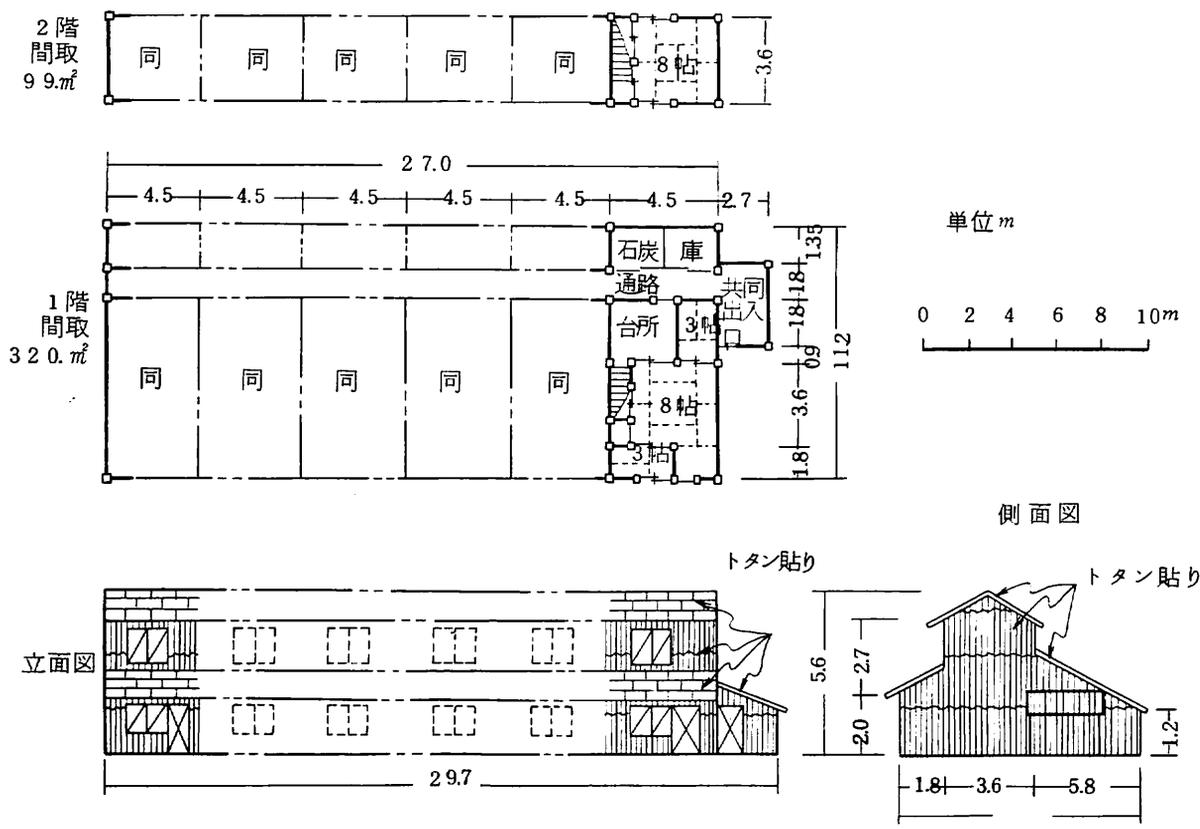


図-2 建物外観図・間取り図

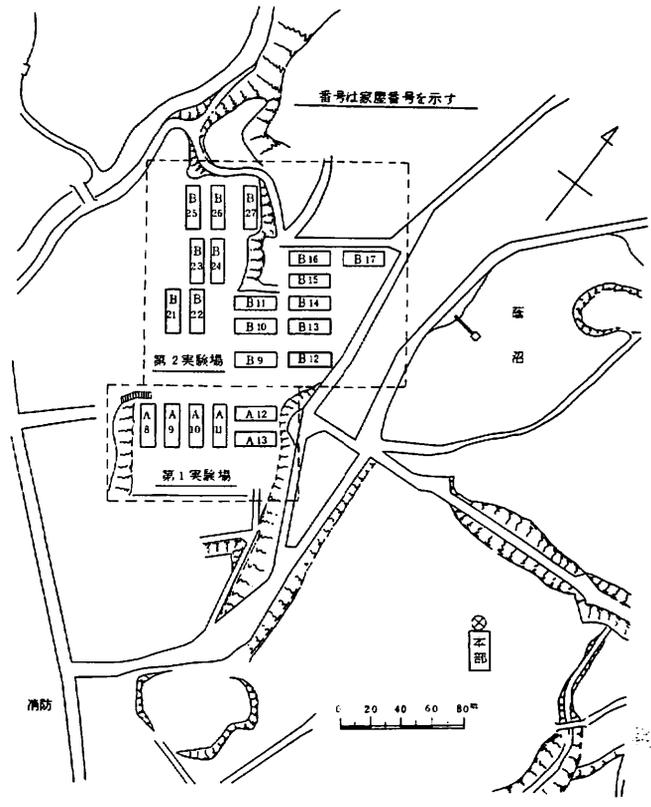


図-3 実験家屋配置図

式自記風向風速計による風向は点火時は南西、後南東、風速は平均 4 m/s、天候は曇で実験途中から濃霧となった。

第 2 実験時は、気温 = 25℃、相対湿度 = 45～50パーセント、風向は北北東、風速 = 平均 2 m/s、天候は晴であった。

1-6 実験実施要領

(1) 点火

点火した家屋は、第 1 実験では 6 棟中 4 棟に、第 2 実験では 16 棟中 14 棟であった。第 2 実験では点火した 1 棟は火災に発展せず、実験後半に隣接家屋から延焼した。点火は点火室の階段昇り口附近に、襖、木片、布切れ等を積み、灯油をかけて、合図とともに全火点同時に点火した。点火した家屋番号を次に示す。

	点火家屋番号	計
第 1 実験	A 9、A 10、A 12、A 13	4 棟
第 2 実験	B 9 (着火せず)、B 10、B 11、B 12、B 13、B 15、B 16 B 21、B 22、B 23、B 24、B 25、B 26、B 27	14 棟

(2) 火災性状の観測

各観測点からみた火災拡大状況を家屋模写図に、時間毎に記入し、同時延焼線図を作成した。又 3.5 ミリスチール、8 ミリ、16 ミリシネにより火災の状況を記録した。

(3) 地上における、火災温度、放射照度の測定

下記の測定具を使用して、温度、放射照度の測定を行った。

- ア. 熱電対……………主として家屋外壁の温度の経時記録
- イ. サーモラベル……………火災周辺地付近の温度分布測定
- ウ. サーモペイント……………家屋外壁の温度変化の推定
- エ. 輻射計……………火災の放射照度の経時記録

各測定具の点数を次に示す。

	熱電対	サーモラベル	サーモペイント	輻射計
第 1 実験	10	54	0	7
第 2 実験	9	32	2	6

(4) 火災周辺の地上風向・風速の測定

地形・建物および火災が風向・風速に与える影響を調べる為、火災地周辺の風向・風速を測定した。

火災地から約250m離れた丘にある本部附近に、プロペラ型自記風向風速計を置き、火災地周辺にピラム式風向風速計を7台設置した。プロペラ型自記風向風速計は全実験期間中を通じて作動させた。

ピラム式風向風速計は、原則として火災端から25mの地点とし、点火10分前から1分毎に計測を行った。

(5) ヘリコプターによる火災上空の、温度・放射照度の測定

熱電対、輻射計、熱流計の各センサー部を取付けた長さ80メートルの鋼索をヘリコプターに吊下げて、火災地上空の熱測定を行った。センサーは機内の計器に接続し記録した。

計測中のヘリコプターの位置は、地上に設けた2観測点から、三角法により1分毎に測定を行った。

(6) 赤外撮像法による空中偵察実験

火災煙下の火災状況等を、空中より偵察する方法の可能性を調べる為、固定翼機に、赤外撮像装置、ステールカメラを搭載し、熱目標、煙の状況を、上空から撮影・観測した。

赤外撮像装置は、米国ディータラス社製のマルチスペクトラル・ライン・スキャンナーを使用した。

点火前・燃焼中は地上高950～1,150メートル燃焼後は地上高約200メートルから測定を行った。

これと同時に、燃焼状況、煙の傾きおよび高さ等を、地上で観測・写真記録を行った。

(7) 空中消火実験

空中消火法による、市街地火災の延焼抑制の効果を調べた。

ヘリコプターから2棟の家屋に消火剤を散布し、散布された消火剤の分布密度、付着量等を測定し、その後家屋内に点火し、火災拡大状況を観測記録して、非散布家屋との比較を行った。

1-7 結果の概要

(1) 火災性状の地上観測・測定

ア 点火家屋における火災性状の時間変化を記録することができた。この記録から火災の拡大状況、拡大速度、炎と煙の噴出状況等の資料を得、また点火家屋周辺の温度と放射照度の時間変化を記録し、目視観察の結果との比較を行った。

イ 点火の10分前から点火家屋周辺の風向風速の時間変化を記録し、火災によって生じる風の特

性について検討した。第2実験では火災の風下側で風向風速の急激な変化が観測された。

ウ. 火災の上昇気流の傾き角、および渦状運動についての各種の資料(8ミリ、16ミリシネ、35%スチール)を得ることができた。渦状運動は、室内実験の結果から予測されたように、上昇気流の風下側に発生した。

エ. 火災と地形、火災と風の乱れとの関係等については、今回の実験中には、隣接家屋への延焼がなかった為、よい相関関係を見つけることができなかった。また高温の飛火は余り発生しなかったが、屋根の野地板等の黒くなった燃えかすが、火災風下の空中を飛びかっ、異様な環境を形成した。

(2) 火災上空の放射照度と温度測定

ア. 新たな試みとして行った、ヘリコプターを使用する火災地上空の熱測定は、一応の結果を得ることができた。なおヘリコプターのかわりに、固定気球、リモコンヘリコプター等の使用も期待出来ることがわかった。

イ. 第2実験の測定結果は、点火後16分から24分の間に於て、火災地上空の最高温度は、62メートルで236℃、90メートルで50℃であり、最高放射照度は、高さ62メートルの所の計測器がスケールオーバーした。(計測器の最高指数は914キロカロリー/平方メートル時間)

ウ. 上記の測定値から、現有の消防用ヘリコプターの熱的にみた飛行高度安全限界は今回の実験においては約90メートルと推定される。

エ. ヘリコプター搭乗計測員の体験によれば、火災上昇熱気流のじょう乱による影響は、熱的飛行限界より更に高々度にあることが確認された。

(3) 赤外線撮像法による空中偵察実験

市街地火災の空中偵察手段として、赤外線撮像法を使用することは、有効であることが確認された。即ち、燃焼煙で覆われた火災域を、上空から透視偵察出来ることが確められた。なお今回の実験では、一部の雲を透して火災を確認することが出来た。

検出温度範囲がせまく、やゝ画像の鮮明度を欠いた。より鮮明な画像を得るためには、常温付近から200℃以上の高温域まで検出可能な赤外線撮像装置を開発することが必要である。

なお、今回の実験で、測定用航空機が燃焼煙中を通過した際、機体に大きな振動を生じ危険を感じた。これは火災上昇気流のじょう乱によるものと考えられるが航空機を消防活動に使用する場合、その運用面で十分検討を必要とする問題である。

(4) 空中消火実験

ア. ヘリコプターから実験家屋に散布された消火剤の量は、最高30ℓ/m²であったが、屋根への付着量(残留量)は1~1.5ℓ/m²であった。家屋外壁への散布量は計測しなかったが、殆んど零に近い状態であった。これはヘリコプターの飛行速度が、極端におそかった為と考えられる。

1. 家屋の火災拡大速度を屋根が焼け落ちる迄の時間をもって表した場合、消火剤を散布した家屋では、平均毎分 0.28メートル、非散布家屋では平均毎分 0.75メートルであり、消火剤の効果が認められた。
- ウ. 多量の消火剤が屋根から家屋周囲に流下したが、これは建物間に散乱していた延焼媒体としての木片等を、難燃化する効果が大きであった。

1-8 実験体制

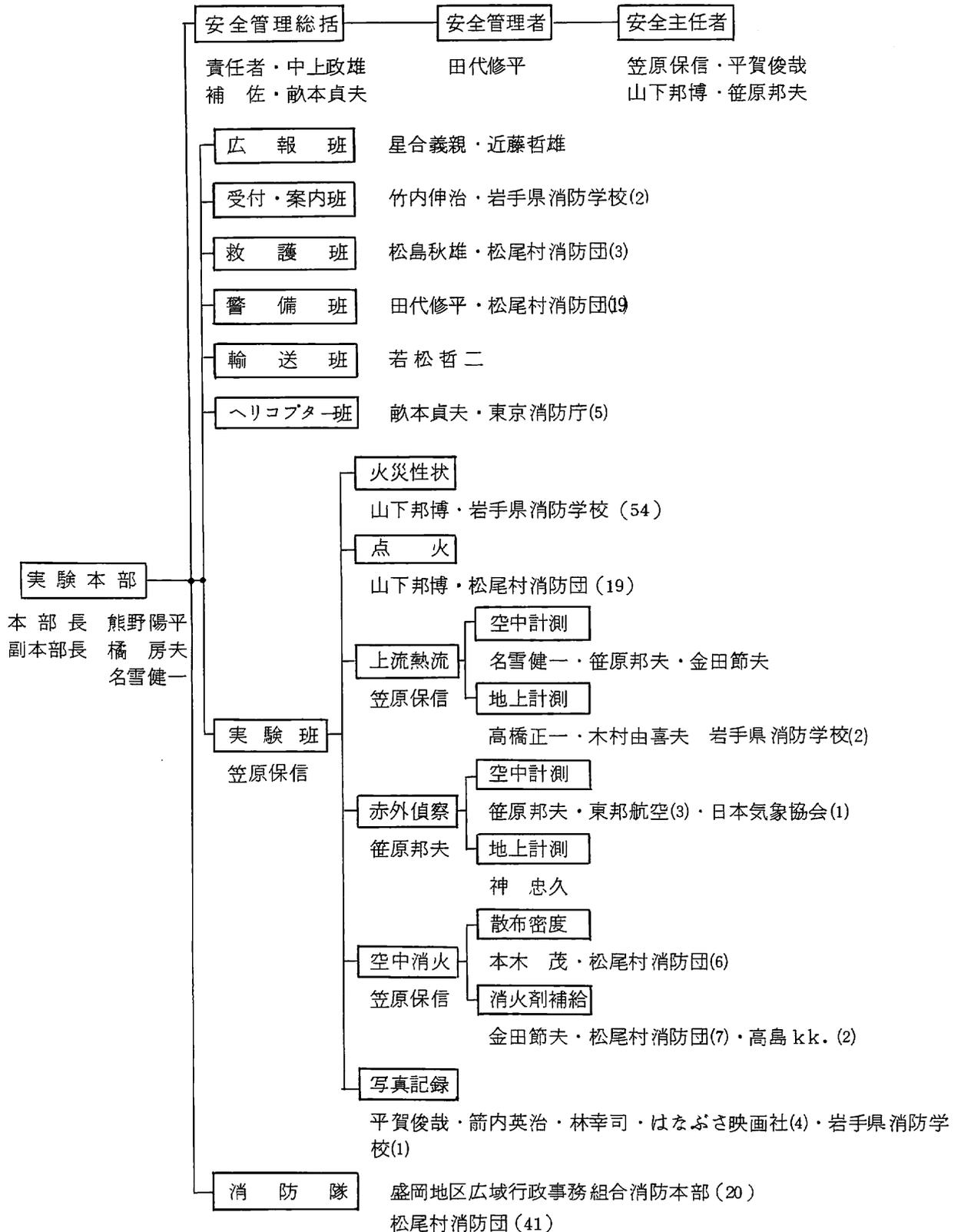
今回の実験は、地形不整な立地条件下の大規模火災であるだけでなく、航空機による実験計測も含んでいるため、特に安全対策に留意した。

そのため現地に於ける数回の調査打合せを行うとともに、安全基準書、救急連絡体制等を定め、実験本部長および安全管理総括責任者の指示により、安全に最大の注意を払った。又実験内容も多岐にわたるため、主催機関の消防研究所以外に、多くの外部機関の参加・協力があつたので、各機関の間の連絡についても十分に留意して行った。

実験当日の直接参加者数は、2日間で延424名であった。

実験組織図を図-4に示す

附記 本報告書のまとめは、主として、笠原、山下、平賀、笹原、高橋が行った。



実験地準備：小出和夫・滝島大吉・小島公司・鈴木 誠

註、()の中の数値は参加人員数を示す

図 - 4 実験実施組織図

第 2 章 火災性状の地上観測・測定

2. 火災性状の地上観測・測定

目 次

2-1	目 的	13
2-2	実験用家屋と地形	13
2-3	気象状況	14
2-4	点火場所と測定場所	17
2-5	第一実験の結果	22
2-5-1	火災の概要	22
2-5-2	建物の状況と含水率	23
2-5-3	風向風速	23
2-5-4	火災の観察記録	26
2-5-5	火災の同時延焼線図	31
2-5-6	温度変化	31
2-5-7	放射照度の時間変化	36
2-5-8	飛火の分布	36
2-5-9	写真の吟味	38
2-5-10	第一実験のまとめ	38
2-6	第二実験の結果	41
2-6-1	実験結果の概要	41
2-6-2	建物の状況と薬剤の散布状況	41
2-6-3	風向風速	47
2-6-4	火災の観察記録	47
2-6-5	火災の同時延焼線図	52
2-6-6	上昇気流の挙動	52
2-6-7	温度分布と放射照度の変化	53
2-6-8	写真の吟味	53
2-6-9	結果の検討	55
2-7	成果および今後の課題	56

2-1 目的

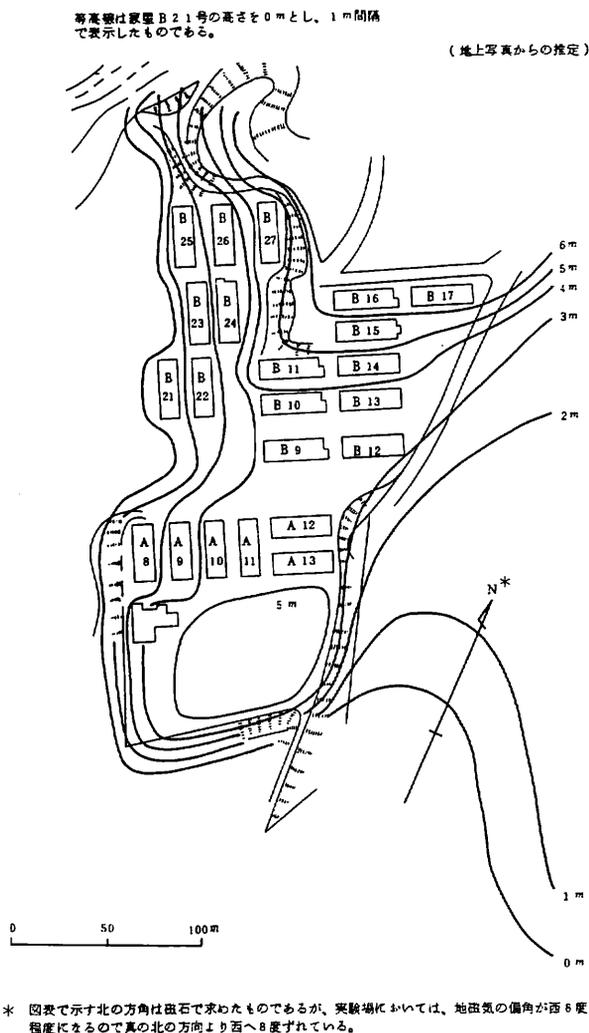
大震火災の延焼性状を明らかにし、その対策の確立のための資料とするのが目的であるが、延焼性状は建物、地形、気象等の多くの因子に左右されて変化し、未解決の問題が多い。その一つとして延焼速度に及ぼす地形の影響についても十分にわかっていない。消防研究所では数年来、室内実験によって火災の延焼性状について研究し、種々な成果を得ているが、室内実験と実大火災では火災規模や風の乱れ等が異なり、室内実験の結果がどの範囲まで実大火災の推定に適用されるかは不明確であり、実大火災実験によって吟味する必要に迫られていた。

実大火災は費用、人手、日数、気象条件等の多くの制約があるために、火災条件を実内実験の時のように任意に選択することができず、計画されていた実験の変更を余儀なくされたり、必要な結果が得られなかったり等問題点も多いが、実大火災の一例であるということに意義があろう。延焼性状の問題から考えれば、松尾鉦山跡地での火災実験の特徴は家屋が斜面上にあったために火災の性状に地形の影響が加味された点である。家屋は第一、第二実験とも無限に長い台地状の土地の上辺と一斜面上にあったと言えるが、第一、第二実験では風向が変化したために、斜面がそれぞれ風上斜面、風下斜面になり、火災の性状に種々な影響を与えたものと考えられる。実験用の家屋には人が住んでいないので屋根が破損し、窓が開放の状態になっていて雨のために室内が非常に湿っており、また家財道具はなかったので今回の火災実験が実際の火災とは異なった点も多いと考えられるが、火災周辺の気流のパターンや延焼（火災の拡大）のパターンには大差がないように思われる。

2-2 実験用家屋と地形

実験に使用した家屋は旧松尾鉦山跡の社宅であり、海拔高度が900m位で台地状の起伏の多い場所にあった。社宅の一部は昭和47年にすでに焼却されているが、今度の実験に使用する家屋は残りの一部であった。家屋の配置と等高線を示したものが第1図である。実験家屋群の北東と南西側は低地になっているが北西側は高くなっており、南東側は平坦な空地であった。実験場の周囲にはところどころに崖があり、急な斜面を形成していた。実験家屋は第一実験用と第二実験用にわけ、第一実験ではA8~13の6棟、第二実験ではB9~17、B22~27の16棟であるが、その付近には実験に使用しない家屋もあった。家屋A8~11は勾配が7~9度の斜面上にあり、B12~16、B21~27はそれぞれ4~7度、8~14度の斜面上にあった。家屋の周囲にはところによっては高さが2mにも及ぶ草が繁っていて、刈取った部分もあるが飛火の測定等には若干の支障となった。実験用の家屋は第2図のような高さ5.6m、長さ29.7m、幅11.2mの木造一部2階建の建物で、屋根と外壁にはトタンが張ってあったが、大部分が破損していた。室内には家財道具は殆どなく、可燃物は、柱、天井板、床板、壁板、階段、襖等であった。室内には畳もあったが、大部分は雨で濡れていてすぐ燃焼するような状態ではなかった。建物の窓ガラスは大部分が破損していたが、あっても開放された状態になっていた。

第一、第二実験場の面積は概算でそれぞれ3000㎡、15000㎡であるが、炎上家屋の面積はそれらのうちでそれぞれ1300㎡、4700㎡であった。

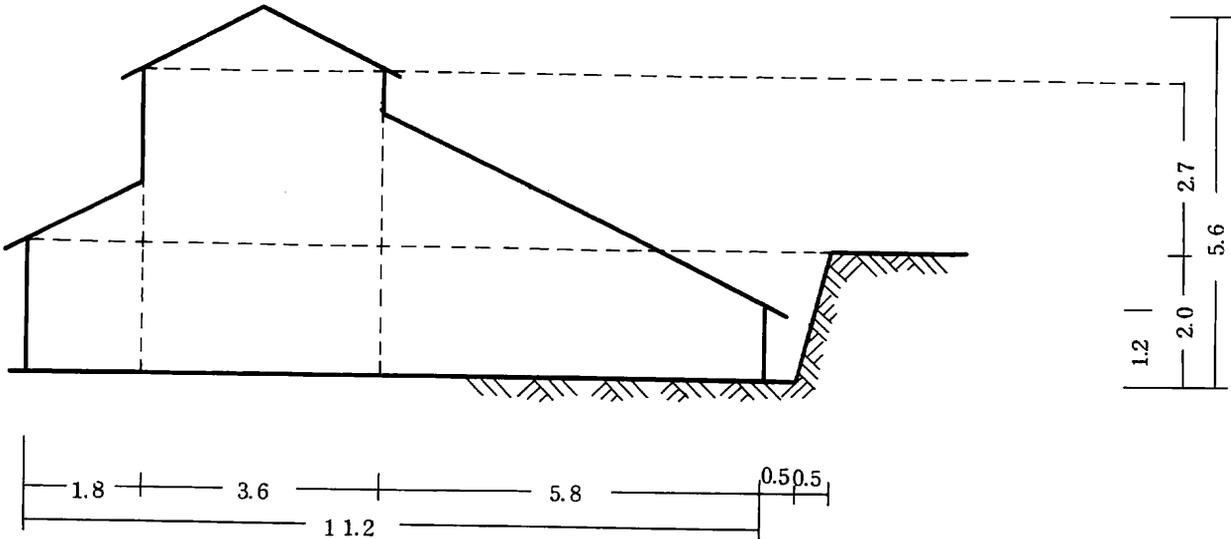
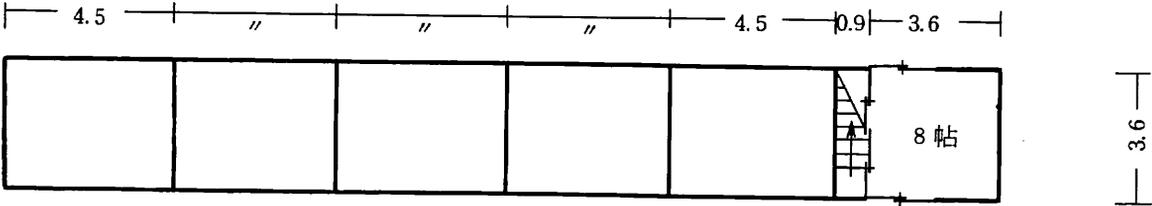
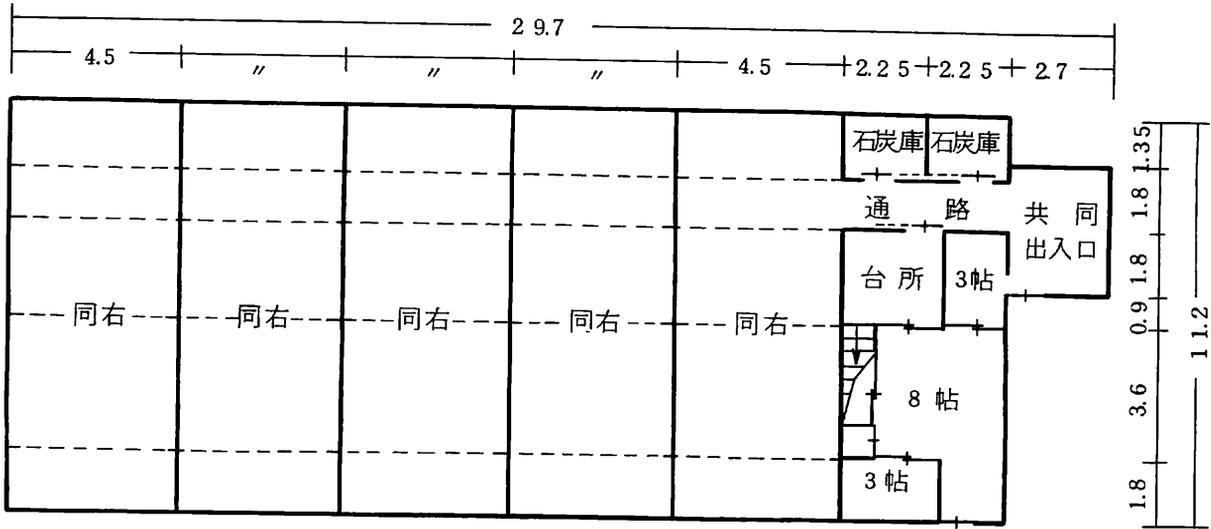


第1図 家屋配置図および等高線

等高線は家屋B21号の高さを0mとし、1m間隔で表示したものである。(地上写真からの推定)

2-3 気象状況

実験日(8月28日、29日)の前5日間および実験当日の温湿度の記録を第1表に示す。自記温湿度計はB12号の2階にセットした。この部屋は全家屋のうちで一番乾燥していたと思われたが、この部屋の窓も破損していて、雨が部屋の中央まで侵入するような状態であった。温度は17°Cから25°Cの範囲で変化しており、湿度は80%以上の時が多かった。



第2図 家屋の構造

第1表 実験の当日および前5日間の気温ならびに湿度

	8月23日		8月24日		8月25日		8月26日		8月27日		8月28日		8月29日	
	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H
1			21.3	92	22.0	86	21.7	87	17.5	87	17.5	89	20.2	80
2			21.0	91	21.8	84	21.6	87	17.2	87	17.0	89	20.0	80
3			20.9	91	21.8	84	21.6	86	17.0	88	17.0	90	19.7	81
4			20.6	88	21.7	85	21.5	86	16.6	92	17.0	90	19.1	83
5			20.3	88	21.6	86	21.4	86	16.4	93	17.1	92	18.8	83
6			20.2	91	21.8	85	21.4	85	16.5	92	—	—	19.0	81
7			21.0	91	22.0	82	21.5	85	16.5	91	—	—	20.0	83
8			22.3	92	23.0	79	21.5	87	17.0	93	18.5	90	22.0	82
9			24.0	85	23.5	77	21.0	90	17.5	90	19.0	88	25.0	60
10			25.0	84	23.5	80	20.9	90	18.0	90	20.0	86		
11			25.0	84	23.0	82	20.7	91	18.8	87	19.5	91		
12	23.8	72	25.0	85	23.0	85	20.5	91	19.2	85	19.7	91		
13	24.0	72	25.0	85	23.0	90	20.5	92	19.8	82	20.8	85		
14	24.7	71	24.7	87	22.8	92	20.2	91	19.9	78	21.0	84		
15	25.0	73	24.5	86	22.6	92	19.8	91	19.5	75	21.2	83		
16	24.2	76	24.0	91	22.5	91	19.8	92	19.5	81	21.5	82		
17	23.0	83	23.9	90	22.4	92	19.8	91	19.5	83	21.5	82		
18	22.8	80	23.1	94	22.3	92	19.8	91	19.0	84	21.2	83		
19	21.2	88	22.9	93	22.2	93	19.8	91	18.9	84	21.0	82		
20	21.0	90	22.8	90	22.0	93	19.5	91	18.4	85	20.8	82		
21	21.0	91	22.4	85	21.7	93	18.7	88	18.2	87	20.7	83		
22	21.2	92	22.2	86	21.5	93	18.2	86	18.1	87	20.5	84		
23	21.3	94	22.0	86	21.7	88	18.0	88	18.1	86	20.5	83		
24	21.3	95	22.0	86	21.8	88	17.8	87	18.0	89	20.5	82		

(火災実験のため著しく変化)

実験前5日間の気象状況

- 8月23日 午前中晴、午後3時頃から雨、夜も雨
- 8月24日 午前中くもり、午後4時頃より雨、夜も雨が降った
- 8月25日 午前中くもり、午後から雨で夜半まで続く
- 8月26日 一日中雨
- 8月27日 午前中ときどき雨、午後一時晴、夜は雨
- 8月28日 くもり、一時晴
- 8月29日 晴

8月26日、28日、29日の朝9時の天気図を第3図(a)、(b)、(c)に示す。実験班の第一陣が到着した8月22日までは風の弱い晴の日が10日前後続いていたが、8月23日の夕方には前線が東北地方に近づいて雨が降り始めた。この前線が実験の終了してしまうまで停滞しており、かつ再生した台風14号が16日の夕方に東北地方に近づいて前線を刺激したために雨が多く、気象条件は実験の準備には最悪に近い状態であった。8月23日から27日までの風向は南西の風で風速が2~5m/sの場合が多かったが、台風の接近が伝えられた25日の夜間には風速は最大15m/sにも及ぶ風が吹いた。雨が27日の夜にも降ったため、第一実験が実施できるかどうか危ぶまれるような状態であった。29日には前線が北上して、よく晴れてかつ前夜には雨が降らなかったため第二実験はかなりよい気象条件のもとで行なわれた。

第二実験において、温度や飛火の測定場所は午前7時30分頃の風向を計測して決定したが、風向がその後の午前8時30分頃に南東から北東よりに変化してしまった。

実験の開始時刻が午前8時30分の予定であったために、測定点を風向にあわせて変更させる余裕がなくて、測定場所に関して種々の問題が生じた。この風向の急変は停滞していた前線が北上したことに起因していると思われる。

2-4 点火場所と測定場所

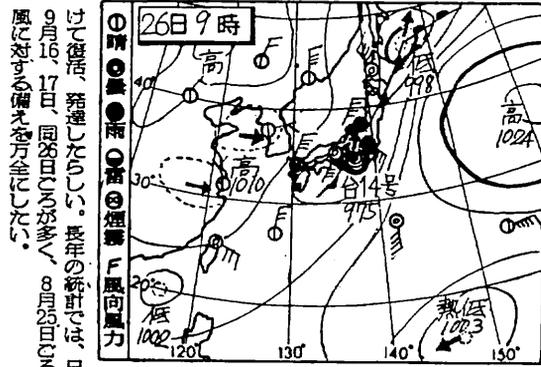
火災実験の点火方法は、可燃物を積んでこの周囲にウェスを置きそれに灯油をかけて、松尾村の消防団員が各班にわかれて点火した。第一実験ではA10、A9号に3点点火、A12、A13号に1点点火した。この1点点火と3点点火の点火法の差については一棟の建物の中での火災の拡大状況を求める場合および隣接家屋への延焼を測定することに応じたものである。第二実験では、B9、B10、B11、B12、B13、B21、B22、B27号に3点点火し、B15、B16、B23、B24、B25、B26号に1点点火した。その図を第4図に示した。B9号では点火が成功しなかったが他は成功した。

風向風速は原則として火災端から25mの位置で測定したが、火災と地形の状況に応じて少し移動させた。放射照度は原則として第一実験では火災端より35m、第二実験では20mとしたが、第二実験では火災の風下側が煙や熱のために危険な状態になったため風向風速と放射照度の測定場所を実験の途中で移動させた。風向風速と放射照度の測定位置を第5図と第6図に示したが、高さはそれぞれ地上1.2m、1.8mであった。

火災の性状の観察記録と同時延焼線図の作成のための観察場所を第7図に示した。図中の▲印は第一実験、●印は第二実験に対応している。火災性状の観察記録は第一実験では6名、第二実験では8名の人員で行なった。

第一実験における温度の測定場所を第8図に示した。温度測定はCA熱電対を使用して行なったが、

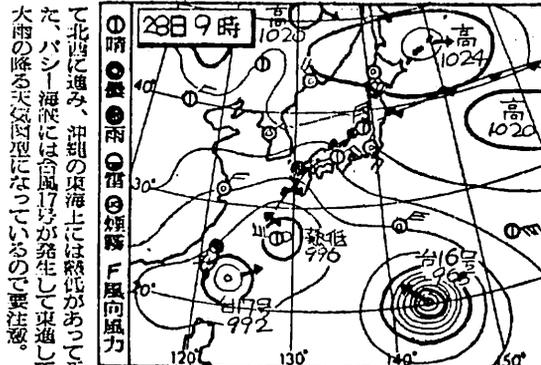
(a) 8月26日
の天気図



台風発生を待たず海面の水温と密接な関係があり、発生域は熱帯の海洋上で、水温26-27度以下の区域に狭められておる。八月中旬の測定では、黒潮の北上している沖繩近海の海面水温は28-30度であった。台風は海面との暖かい水面上で、たつぷりと水蒸気の補給を受けて復活、発達したりしい。長年の統計では、日本への台風来襲は9月16、17日、同28日(1948年)のみである。両方風に対する備えを万全にした。

天気 【東京】曇雨 南西または西の風やや強く曇り晴れ所によりにわか雨。
【横浜・川崎】曇雨 南西の風やや強く曇り晴れ所によりにわか雨。
【北日中】南西の風晴時々曇り。
【横濱・川崎】曇雨 南西の風やや強く曇り晴れ所によりにわか雨。
【北日中】南西の風晴時々曇り。

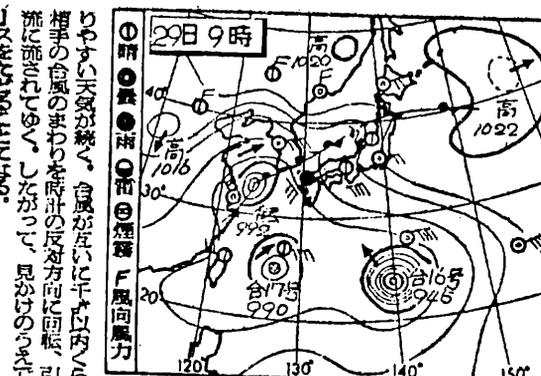
(b) 8月28日
の天気図



台風一過、すみきった秋空が期待されたが、日本付近の気圧の谷はほとんど動かず、津日不安定な天気が続いている。津日不安定な天気は、黒潮の北上している沖繩近海の海面水温は28-30度であった。台風は海面との暖かい水面上で、たつぷりと水蒸気の補給を受けて復活、発達したりしい。長年の統計では、日本への台風来襲は9月16、17日、同28日(1948年)のみである。両方風に対する備えを万全にした。

天気 【東京】曇雨 南東の風曇り間やにわか雨。
【横浜・川崎】曇雨 南の北の風曇り間やにわか雨。
【北日中】南東の風晴時々曇り。
【横濱・川崎】曇雨 南の北の風曇り間やにわか雨。
【北日中】南東の風晴時々曇り。

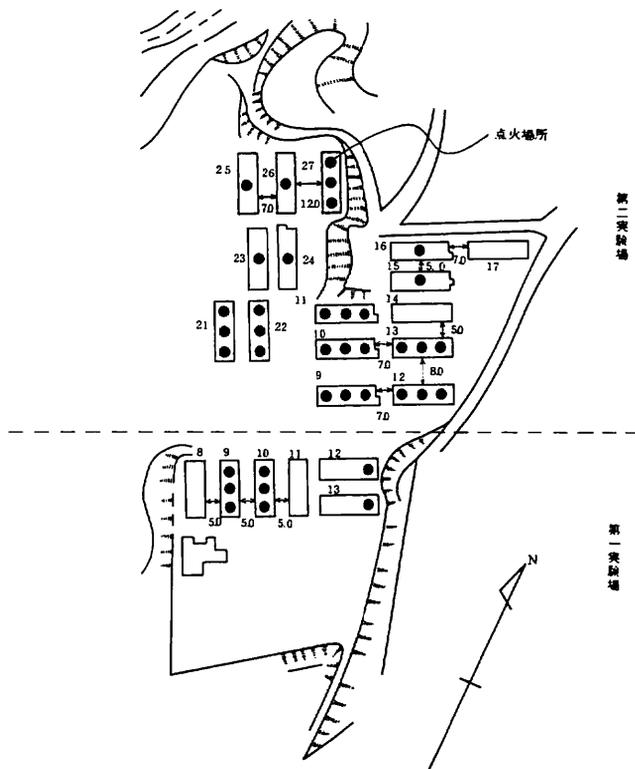
(c) 8月29日
の天気図



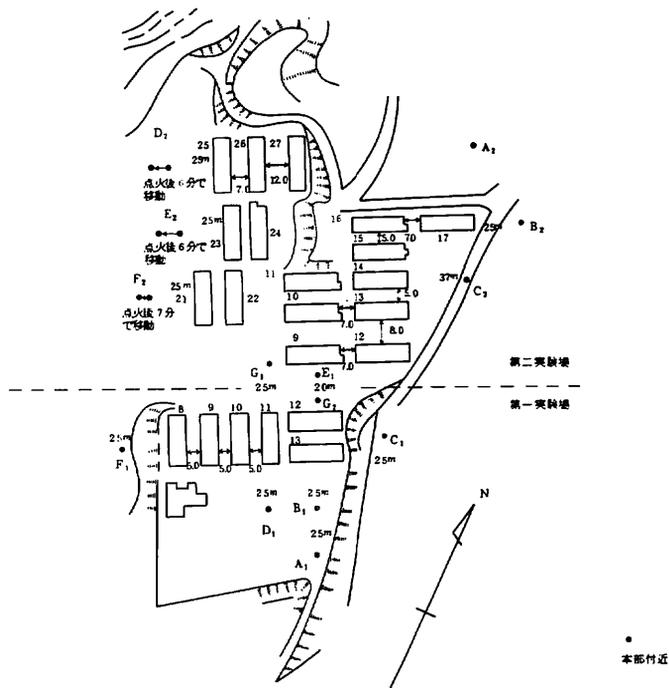
日本へ振り出している優勢な太平洋高気圧の動が、多少北へ傾り始めた。また、大型の強い台風16号が備後島の西の海上まで北上してきており、中東の台風17号が沖繩の南海上を東進中。このため、日本の太平洋側の各側では、台風一過、すみきった秋空が期待されたが、日本付近の気圧の谷はほとんど動かず、津日不安定な天気が続いている。津日不安定な天気は、黒潮の北上している沖繩近海の海面水温は28-30度であった。台風は海面との暖かい水面上で、たつぷりと水蒸気の補給を受けて復活、発達したりしい。長年の統計では、日本への台風来襲は9月16、17日、同28日(1948年)のみである。両方風に対する備えを万全にした。

天気 【東京】曇雨 南東一時北寄りの風曇り晴れ間やにわか雨。
【横浜・川崎】曇雨 南東の風やや強く曇り晴れ間やにわか雨。
【北日中】南東の風晴時々曇り。
【横濱・川崎】曇雨 南東一時北寄りの風曇り晴れ間やにわか雨。
【北日中】南東の風やや強く曇り晴れ間やにわか雨。

第3図 実験2日前と当日の天気図 (朝日新聞)
(実験まで前線が停滞した)

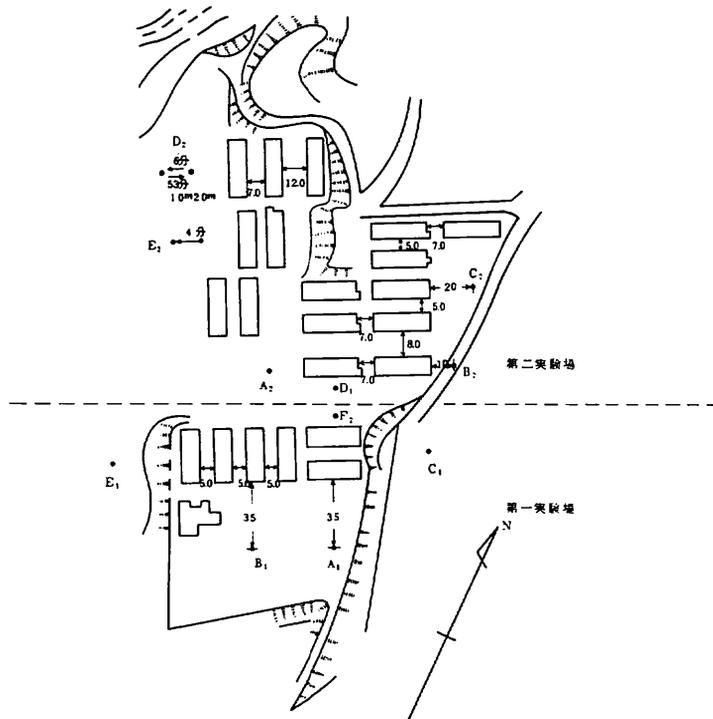


第4図 点火場所



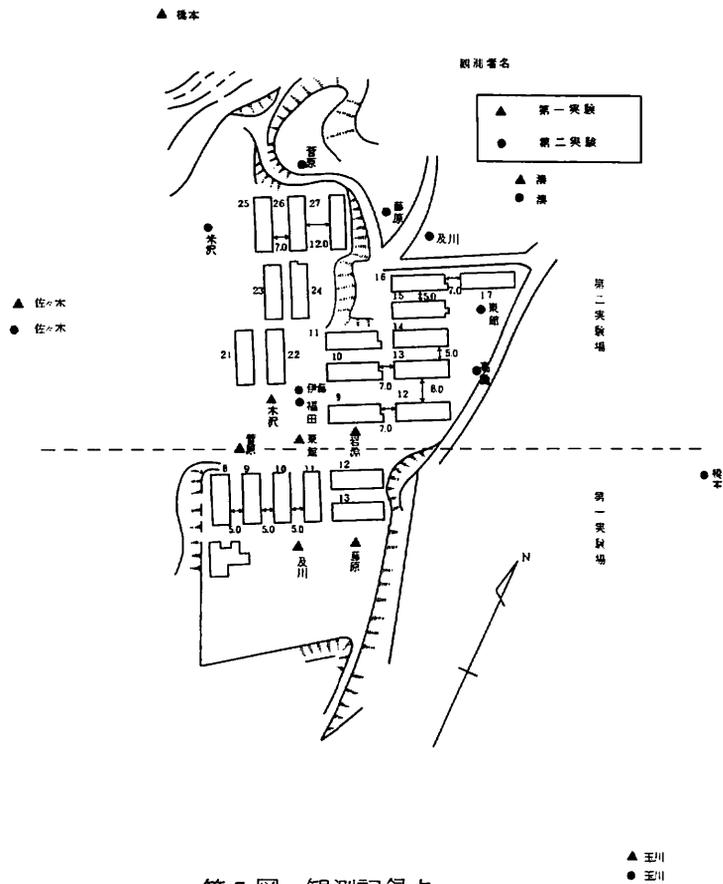
第5図 風向風速測定場所

矢印は測定場所の移動を示す。



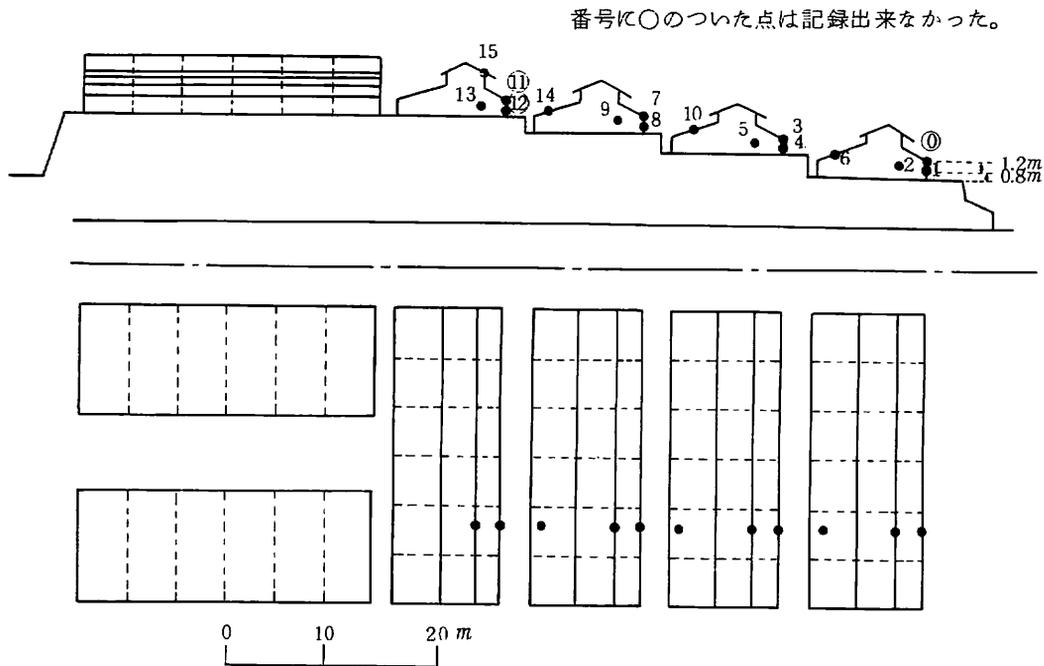
第 6 図 放射照度測定点

矢印は移動点の方向を示し、時間は、点火後の移動を示す。(単位 m)



第 7 図 観測記録点

第1実験の家屋配置図



第8図 熱電対の設置点（第一実験）

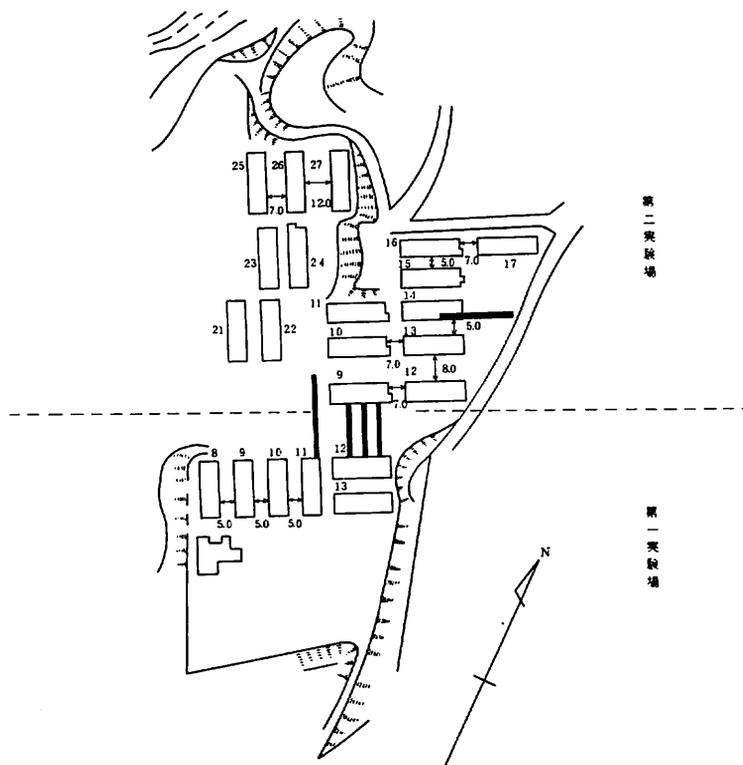
測定の主目的が隣接家屋への延焼であったために熱電対を家屋の外壁に取り付けた。飛火測定用のビニール・シートの配布場所を第9図に示したが、第二実験ではビニール・シートの一部を家屋の屋根にも取り付けた。実験の開始が近づいてから風向が変化したために、その配布位置が火災の風上部になって初期の目的は達成されなかった。

温度測定用のサーモパールの配布点も火災の風上部になってしまったが、風向の急変等のために風下側に移動できなかった。風の乱れと風向の分布を求める補助手段として発煙筒の煙や油火災の煙の拡散状況から推定しようと試みた。また家屋の外壁の温度変化の概略を推定するために、第二実験では家屋の外壁にサーモペイントを塗ってその観察を試みたが、これらも期待に反して火災の風下でなく風上になった。

温度分布を求めるのに用いたサーモパールの測定範囲が 37°C ～ 260°C で 5°C 間隔で測定できるものであった。これをベニヤ板にはって、そのベニヤ板を地上に地面と平行に配布した。配布点が火災の風上になってしまったために、サーモパールは火災や太陽光からの放射熱を受けて変化したようである。

また、三段変色のペイントは原色がグレーがかった緑であるが、これが次々と高温になるに従ってライトブルー（ 65°C ）オリブグリーン（ 145°C ）、黒みがかった茶（ 220°C ）に変化するものであった。

火災家屋は一部2階建になっていたが、火災荷重の平均値を $80\text{kg}/\text{m}^2$ 、可燃物の平均燃焼熱を 5000



第9図 ビニール・シート配布点

cal/g可燃物のうちの70%が点火後20分で燃焼すると仮定して火災全体の平均発熱速度を求めると、第一実験では 3×10^6 kcal/s、第二実験では 1×10^6 kcal/sになる。

発熱速度は火災周辺の温度や放射照度および火災によって引き起こされた風の風向風速の分布を解析、吟味する場合の基本的な量である。

2-5 第一実験の結果

2-5-1 火災の概要

第一実験の主目的は斜面上における火災の風下方向と風上方向の延焼の解明と一棟家屋の火災の拡大の解明であるが、家屋が非常に湿っていたこと等が関係して隣接家屋には延焼せずに終わった。また、火災の拡大速度は予想よりも遅く、一棟家屋が完全に燃焼するのに150分以上もかかった。点火は予定よりも30分遅れて午前9時30分に、A9、A10号に3点ずつ、A12、A13号に1点ずつ行なった。隣接家屋への延焼はA9、A10号よりA8とA11号への延焼になるが、A11号は火災家屋に対して斜面の上りの位置でかつ風下側になるのでA8号よりは延焼し易い条件下にあったので8ミリカメラでA11号とA10号の間の煙と火炎の状況を撮影解析しかつ輻射計でA11号の外壁での輻射受熱量を求めた。A12、A13号の火災については、家屋の長さの $\frac{1}{4}$

の点に1点点火し、両側に火災が拡大して行く過程を詳細に観察記録した。

A9、10号の火災の最盛期は炎の状況から判断して点火後5分～20分位であったと推定される。実験の途中の点火後13分と52分に霧がかかったが、第2回目の霧は濃く実験の終了まで残り、遠方からの写真記録、燃焼観察記録等の障害になった。実験中の風向は初めは南西よりであったが、後には南東よりに変わったが、霧のかかった頃に風向が急変した。

A12、13号の燃焼の観察には、肉眼観察の他に8ミリカメラで炎と煙の状況を撮影し後で解析した。

2-5-2 建物の状況と含水率

家屋の屋根と外壁はトタン張りになっていたが、屋根のトタンの大部分は破損していて部分的に穴が生じた箇所もあった。屋根のトタンが破損した部分は野地板が出て外から見ると白く見えた。第10図に第一実験と第二実験の家屋の屋根の破損状況を示す。屋根の野地板がなくなって樺の出ている箇所はの印で示して、トタンが破損している部分はの印で示した。風が直接当たらないようなA13号の1階屋根のような部分では破損が少ない傾向がみられた。建物内部の木材の含水率を、木材水分計(ケット科学社製)で測定した。その結果を第2表に示すが、この表のように含水率が測定器のフルスケール(30%)をオーバーしたものも多かった。

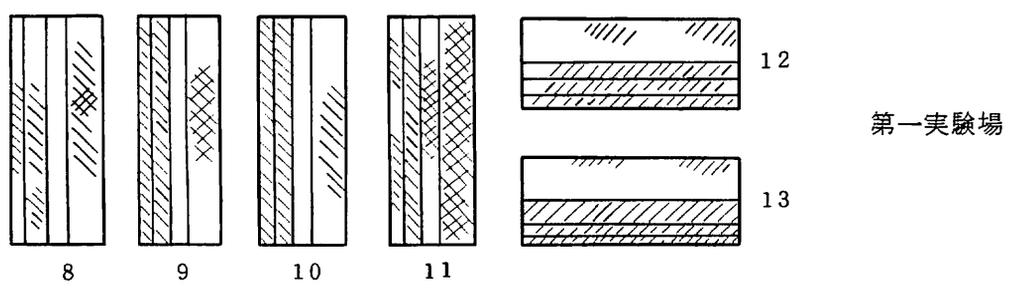
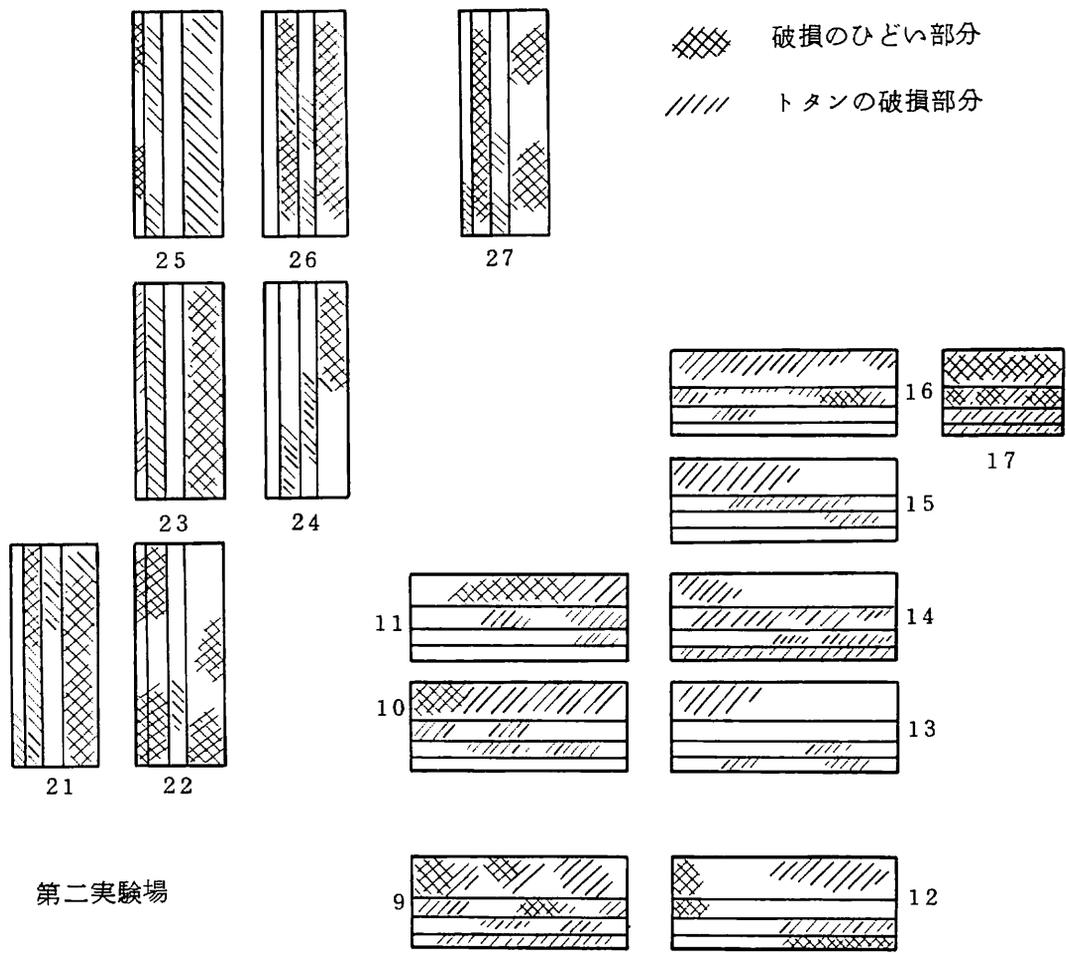
2-5-3 風向風速

エアロベーン式の自記風向風速計1台を実験本部付近に設置して実験前および実験中の風向風速を観察し一部記録した。また火災周辺の風向風速および起伏の多い実験場付近の風向風速の分布を測定するために7台のピラム式の風向風速計を配置して、火災実験の点火前10分から1分間隔で観測、記録した。風向風速計の高さは地上で2.4m(エアロベーン)、1.2m(ピラム式)であった。エアロベーン式の風向風速計の記録は紙送り機構とインクの出が悪くて第一実験の時には得られなかったが、第二実験の時には連続的に得られた。この測定器の記録部が不調のために別に5分ないし15分間隔で指示値が記録された。

風向風速は時間変動が大きいうえに、火災、地形、建物、草の有無によっても変化し、且つこれらの種々の因子の効果を評価するのは容易ではない。

第3表のうちのA₁～G₁点での風向風速の時間変化を示したものが第11図である。点火時には風向は南西か西南西の風で風速が平均2m/s位であるが、点火後20分では風向は南南西に変化し、風速もやや強くなって3m/s前後になっている。点火後45分頃には風は弱くなり、霧のかかった頃には風速は1.5m/s前後で風向は南南東になった。A₁点の周囲には建物とか草がないので火災現場近くの一つの代表点と考えられる。他の風向風速の観測点でもその場に固有な風向風速の変化を示した。

G₁点は火災に対して風横になったり、風下になったりしているが、その点の風向風速の時間変



第 1 0 図 屋根の破損状況

第2表 実験家屋木材の含水率

第1実験場

第1実験

測定時刻 8月28日8時05分

担当者 (菊地)
鎌田 岩、消、学

家屋番号と場所(天井、床、柱、壁等)の別		含水率 (%)	備考
1	A-12 東側第一室 入口、柱	22.9%	※1 家屋の五割以上は含水率30%以上
	" " 壁(ベニヤ板)	25.5%	
2	A-12 東側第三室 階段	24.5%	※1に同じ
	" " 2階ハリ	21.8%	
3	A-12 西側第一室 押し入れ	30.0%	※1に同じ
4	A-11 北側第二室 窓ワク	22.0%	※1に同じ
5	A-11 北側第五室 入口、柱	17.5%	※1に同じ
6	A-10 北側第一室 屋内柱	22.5%	※1に同じ
	" " " 壁	25.0%	
7	A-10 北側第三室 屋内壁	16.3%	※1に同じ
	" " 天井、ハリ	19.8%	
8	A-9 北側第一室 押し入れ壁	24.5%	※1に同じ
	" " 階段裏張り	24.3%	
9	A-9 北側第三室 屋内柱	28.0%	※1に同じ
10	A-9 北側第六室 屋内柱	30.0%以上	※1に同じ
11	A-8 北側第一室 畳	19.1%	※1に同じ
	" " 2階床	16.3%	
	" " " 柱	18.9%	
12	A-8 北側第三室 屋内床	30.0%以上	※1に同じ
	" " " 柱	" "	
13	A-8 北側第五室 フスマ板	22.5%	※1に同じ
	" " 階段	28.0%	
14	A-8 北側第六室 物置壁	20.0%	※1に同じ
	" " 柱	29.0%	
15	A-13 東側第一室 物置柱	30.0%以上	※1に同じ
	" " 壁	" "	
16	A-13 東側第四室 入口柱	30.0%以上	※1に同じ
	" " 押入柱	27.0%	

動は他の点よりも大きくかつ風の息のように風速が急に強くなったり弱くなる現象が周期的に起きる傾向がみられた

実験の結果をもとにして点火前後の10分間の平均値から風向風速の分布を示したものが第12図(a)、(b)である。点火前には火災の上昇気流がないから、風向風速の分布は風速の場所的な時間遅れの他に建物、草の有無、地形の起伏によって生じたものであろう。第12図のC₁、F₁点は低地部にあるが、F₁点の周辺には草や建物、崖があるために他の点よりは一般に風速が弱く、風向は崖に平行になっていた。E₁点は近くにブロック塀があるためにその影響が強くて風速が弱くなり、風向が急変したように思われる。

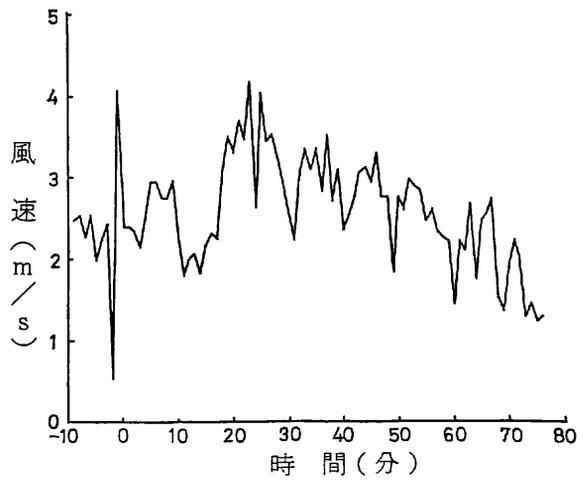
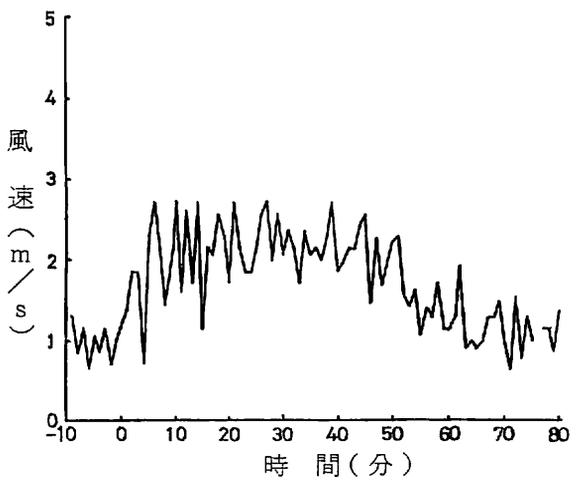
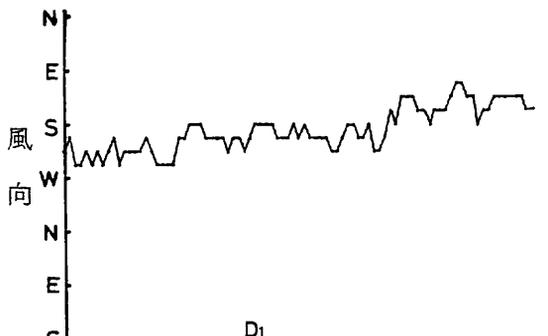
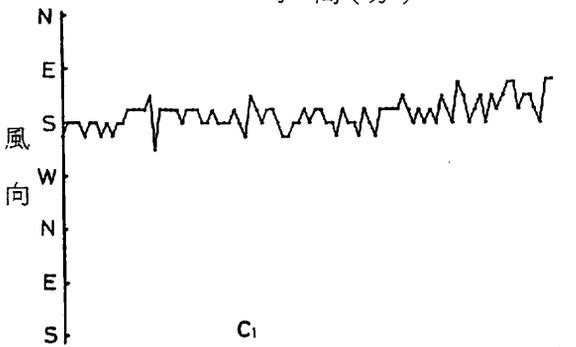
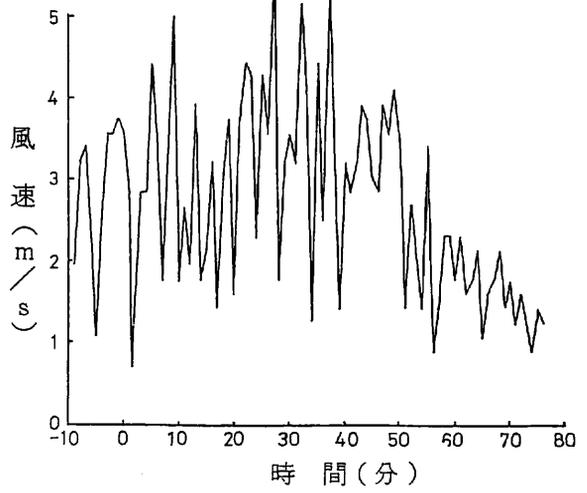
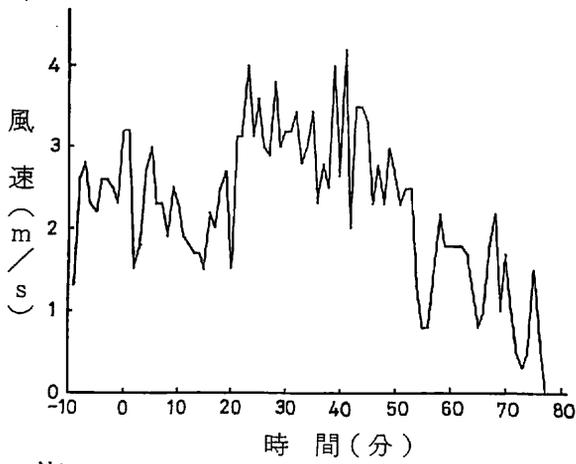
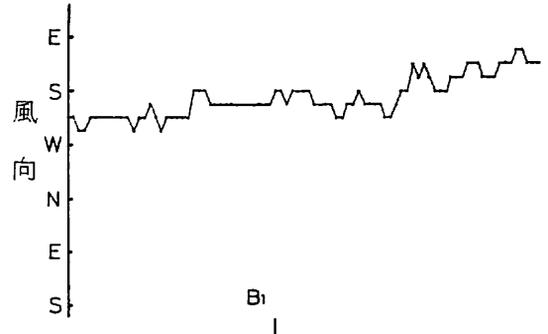
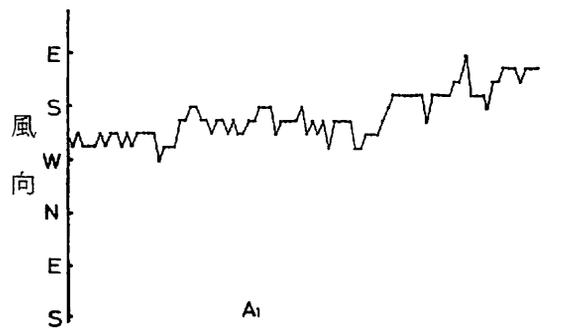
点火後の風速の変化を比較してみると、A₁点では点火後20分位までは強くなっていないが、G₁点では点火後に強くなっている。このことは火災によって生じたドラフトによるものか他の原因に起因するものか不明である。

第12図で注目すべき点はC₁とG₁点であるが、C₁点の風向は他の点と異なって南南東の場合が多くなっている。これは崖に平行な風であり、C₁点のある低地部分では低地に沿った局地風が吹いたように思われた。第12図のC₁点の風向の特殊性を裏付けるものとして火災の上昇気流が途中から急変している点も挙げられる。火災周辺のすぐ近くは輻射熱が強いし、種々な危険が考えられるので測定が容易でない。この点を補う補助手段として直径20～50cmの燃焼容器に灯油を入れて燃やし、灯油の炎と煙の傾きから火災のドラフトの傾向を見るように試みた。火災による風向の変化は火災の風上よりも風下に強く出るので、油火災は火災の風下、風横に置くように試みた。また、建物の存在による気流の乱れを観察しようということで点火前に火災家屋の風上部で発煙筒をたいてその煙の流れを追跡しようとしたが十分な結果は得られなかった。8ミリカメラの撮影結果から得られた炎上家屋周辺の気流のフローパターンを第13図(a)、(b)に示した。煙を含んだ上昇気流の下層部は家屋の存在のため風上に拡散したり渦状運動を伴った。

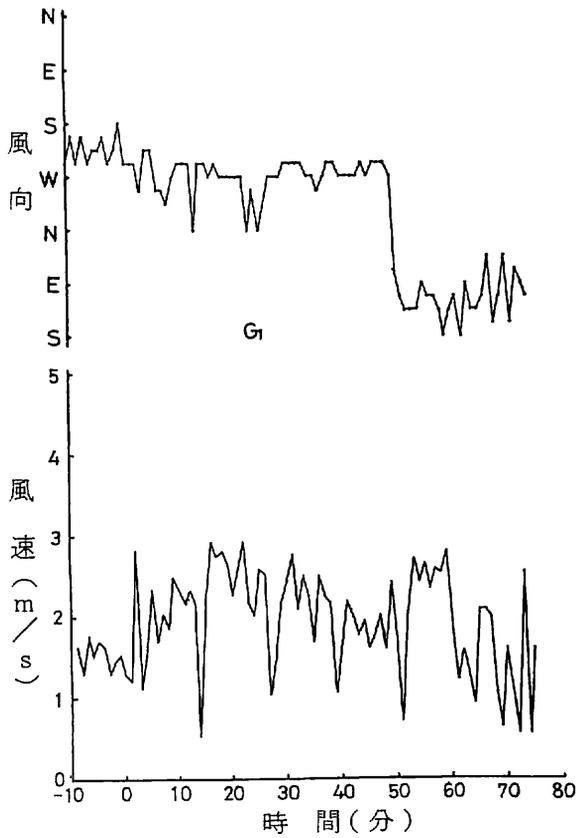
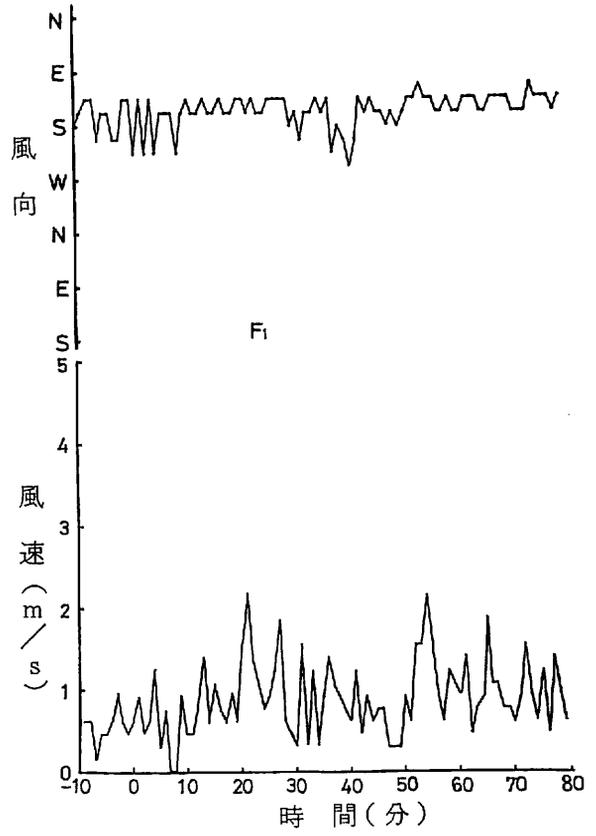
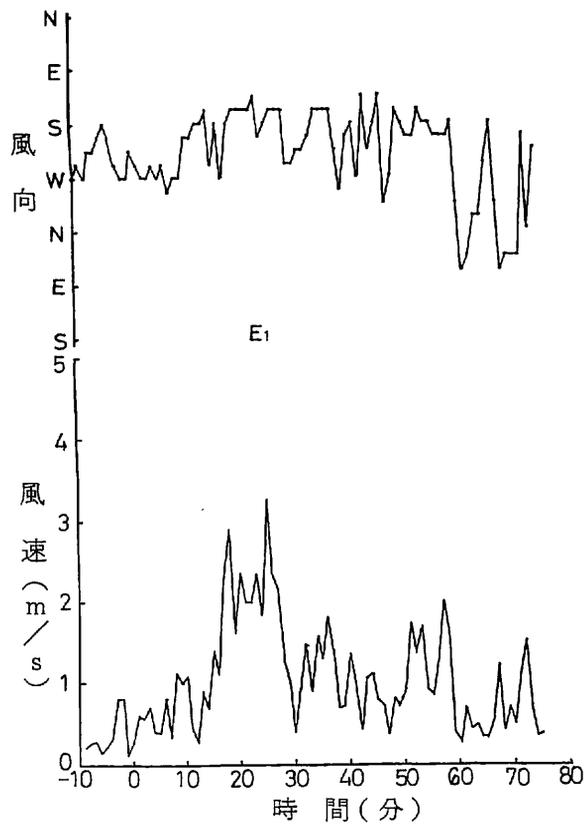
2-5-4 火災の観察記録

各火災家屋の周辺で火災の状況を詳細に観察し記録した。その詳細は第3表に示すが、概略は次の通りである。A9、A10号は3点点火であり、点火後激しい煙が発生して視界が悪くなった。

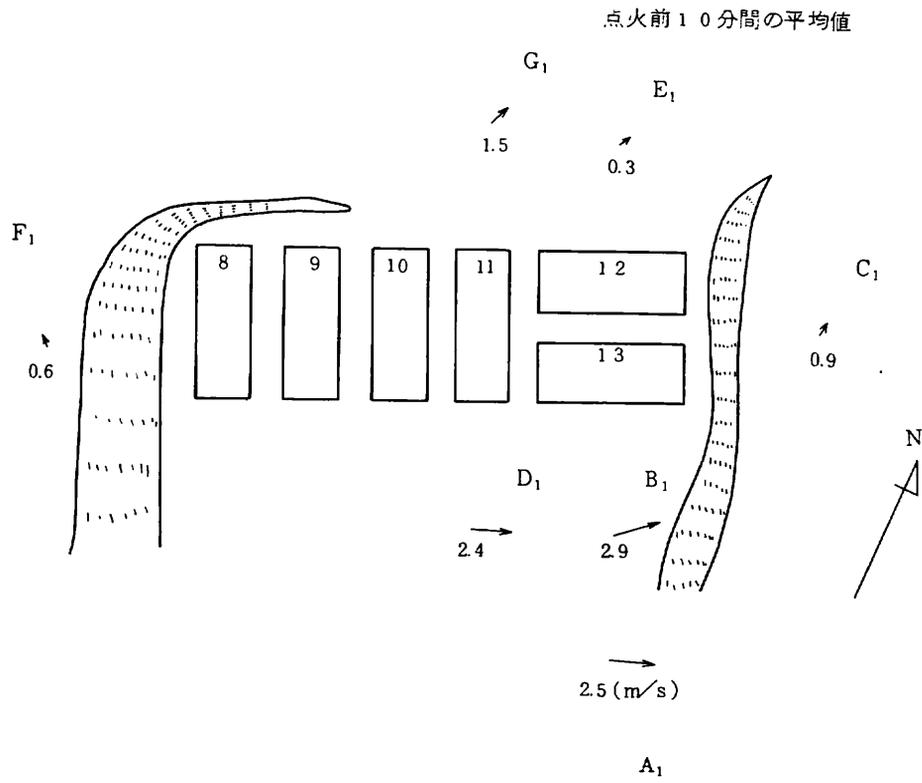
煙は点火後2～3分で家屋をつつみ、炎が2階に移り2階の北東よりの窓から炎が噴出し、点火後10分で2階の屋根が盛んに燃えた。煙の発生量は徐々に少なくなって点火後30分では2階の屋根全体が燃えてしまい、着火した付近の2階と1階の柱が倒れそうになった。点火後60分で屋根の殆どが燃え落ちた。A12、13号は1点点火で東よりの2部屋の台所付近に点火した。1階の屋根に所々に穴があり、煙はこの穴から噴出し、火災もこの穴の付近で初めに噴出した。点火後5分で家屋の北東よりの半分が煙につつまれて炎が1階屋根の穴付近から噴出し、周囲に拡大した。



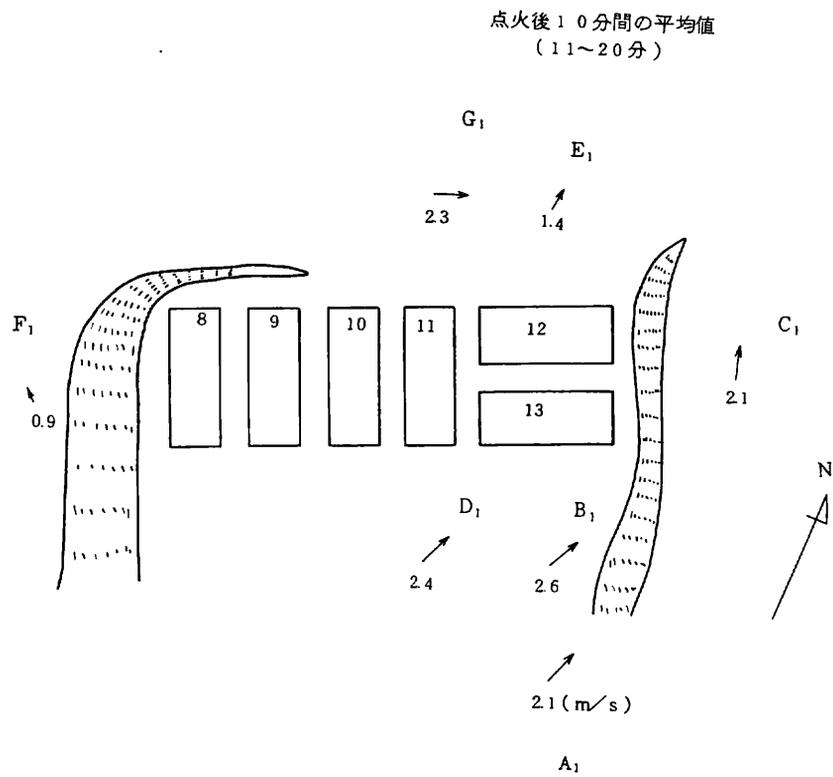
第 1 1 図 風向風速の時間変化



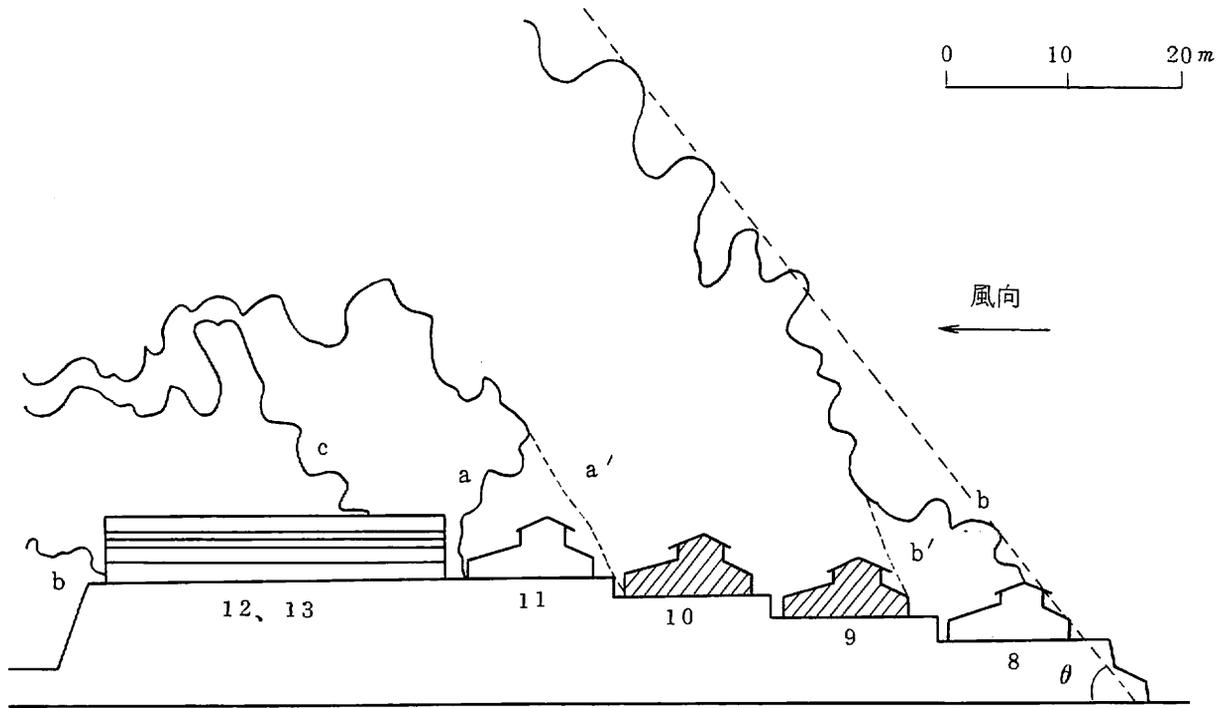
第 1 1 図 風向風速の時間変化



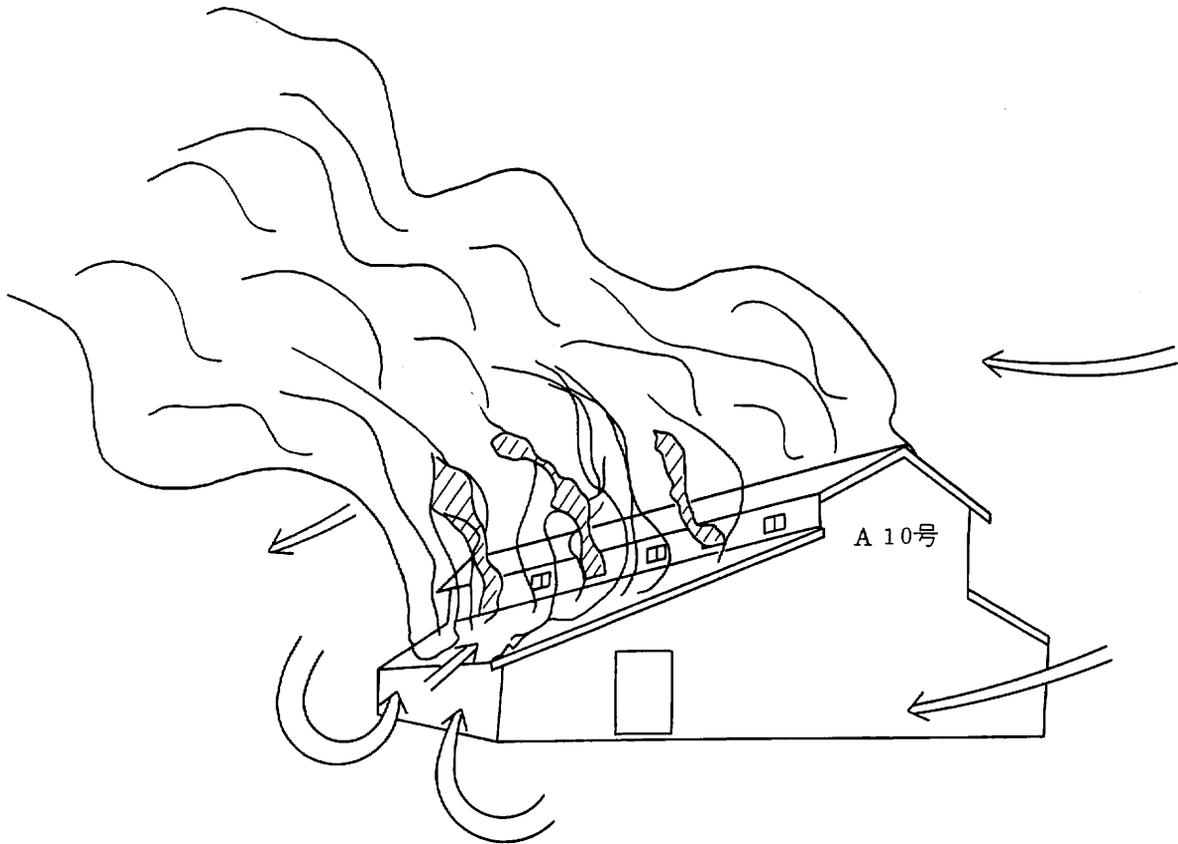
第12図 (a)風向風速の分布 第一実験 点火前10分間の平均



第12図 (b)風向風速の分布 第一実験 点火後10分間の平均
(11~20分)



第13図 (a) 上昇気流の概要図



第13図 (b) 炎上家屋周辺のフローパターン

この火は2階の窓から2階へ移った。2階に移った火は2階の屋根を先頭にして北東および南西側に徐々に移動した。点火後30分で点火場所付近の1階屋根の一部が焼け落ちた。炎は徐々に拡大し、点火後150分で全体が燃えた。各火災の煙と炎は瞬間的に渦になって火災旋風が発生したり、飛火を生じさせたりした。この傾向はA9、10号の家屋の北西と南東側の両端とA12、13号の間の13号の1階屋根上で多かった。

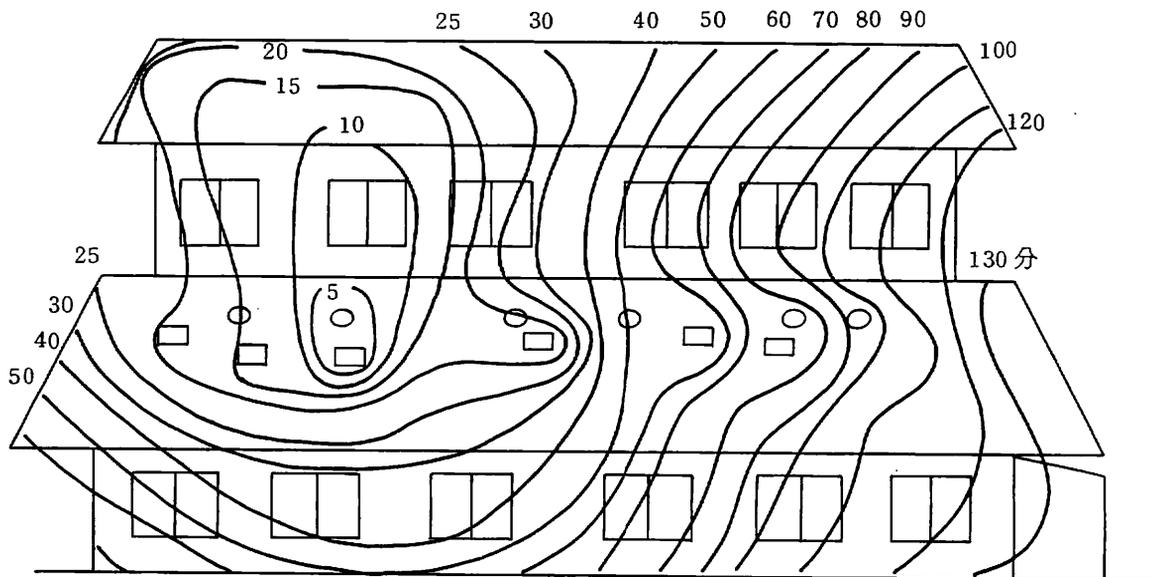
2-5-5 火災の同時延焼線図

火災が隣接家屋に延焼するという想定で火災の同時延焼線図の作成を試みたが、結果は延焼しなかったため有用な結果が得られなかった。観測点が遠方にあるために微細な記録は得られなかった。結果の一部を第14図に示す。

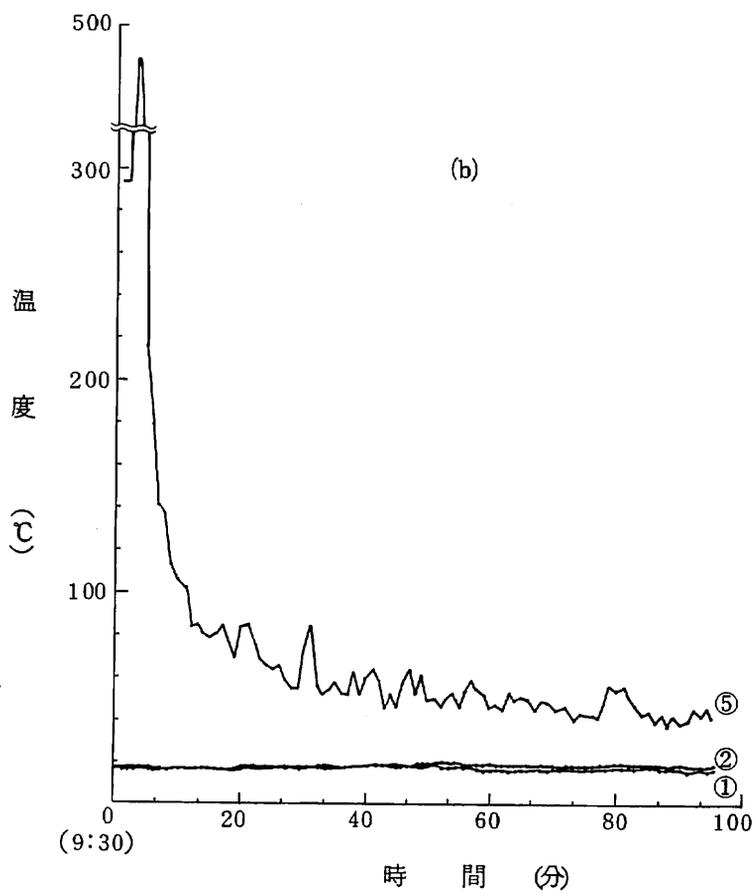
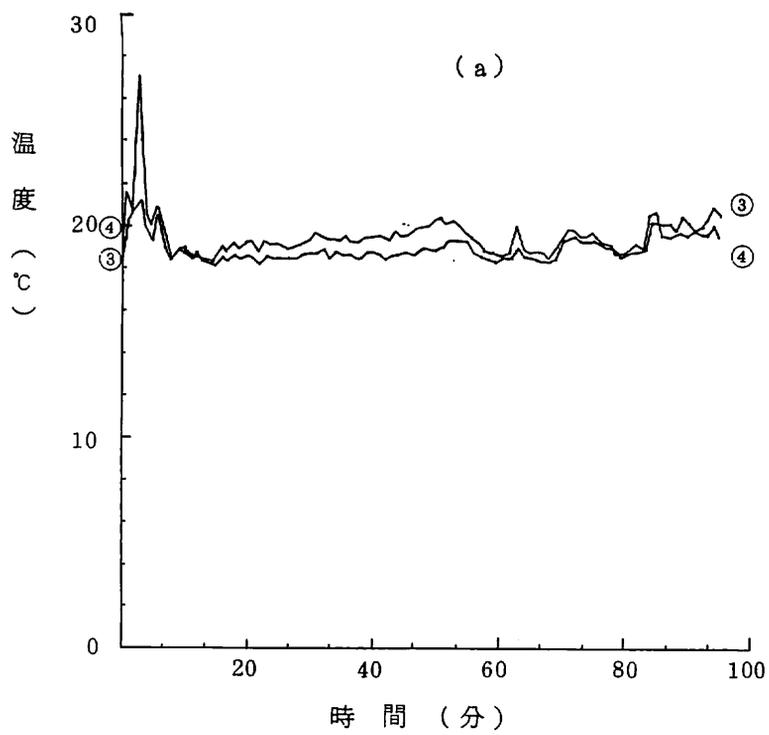
2-5-6 温度変化

熱電対(0.65mmφのCA熱電対)で家屋内外の空気温度を測定したが、記録は多点記録計を使って、各点で40秒毎に行なった。温度測定点は第8図に示してあるように15点であるが、測定点⑪、⑫はリード線の断線のため記録できなかった。温度記録の結果を第15図(a)~(j)に示す。測定点②、⑤、⑨、⑬は家屋内、測定点⑥、⑩、⑭は1階の屋根上、測定点①、③、④、⑦、⑧、⑪、⑫、⑮は側壁上である。測定点⑤、⑨は点火家屋内の点火場所から数メートル離れた床上0.8mの高さであるが、温度上昇の仕方に差が生じ、測定点⑤においては点火直後に急上昇して、その

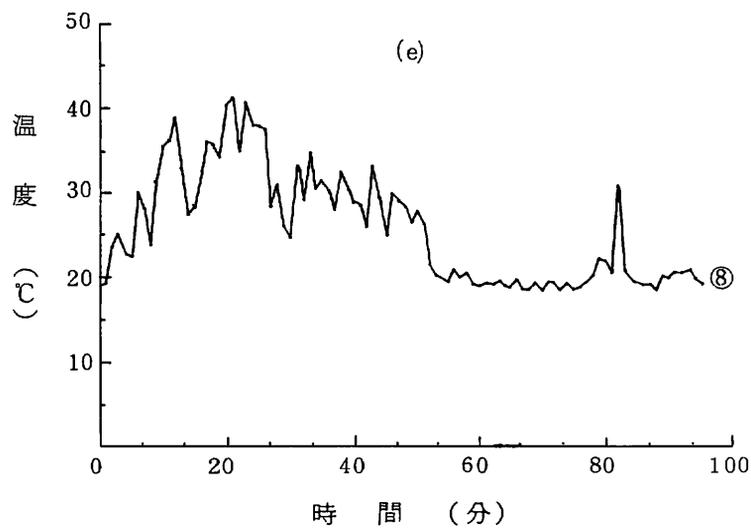
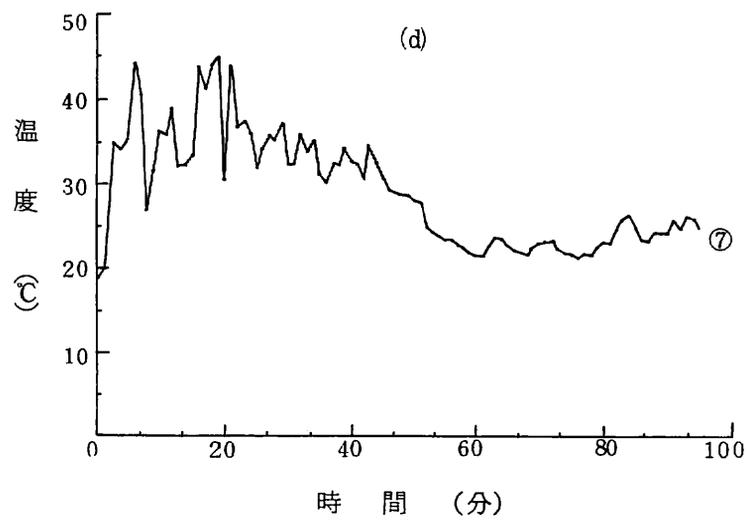
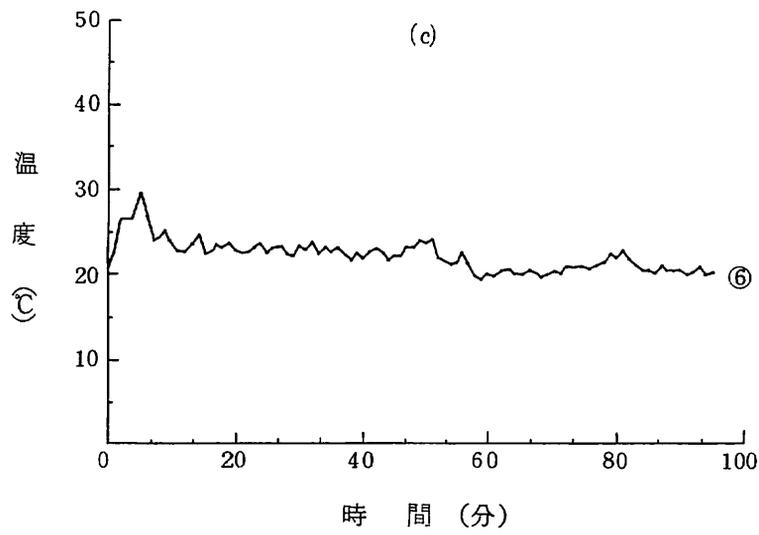
(外側からの観察による) A12号の北東側
数字は点火開始後の時間(分)を示す



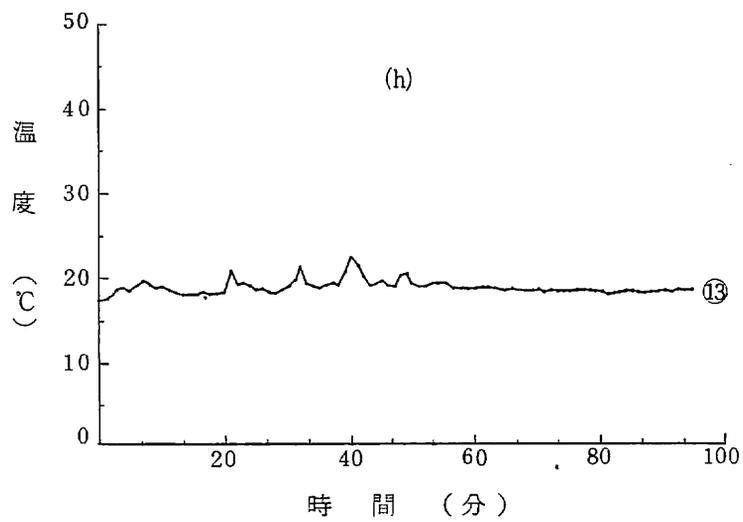
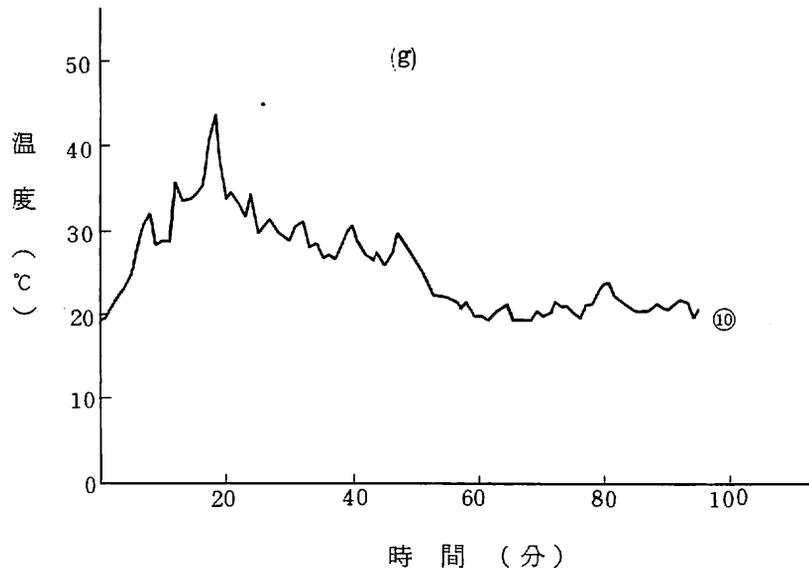
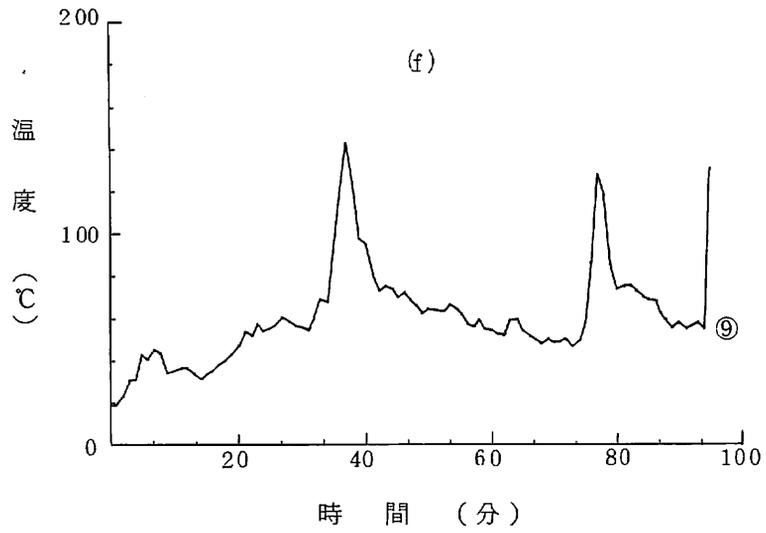
第14図 A12号の同時延焼線図



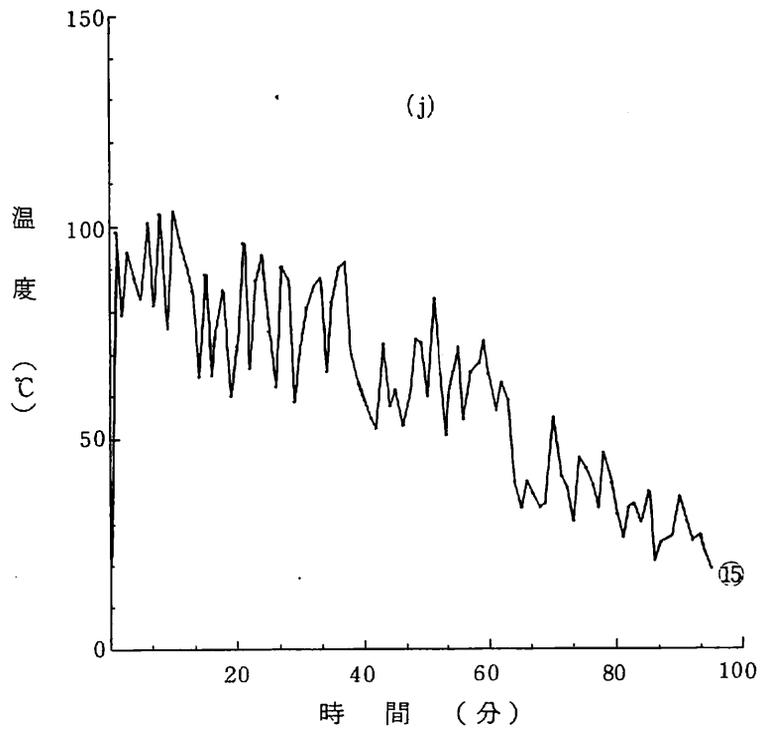
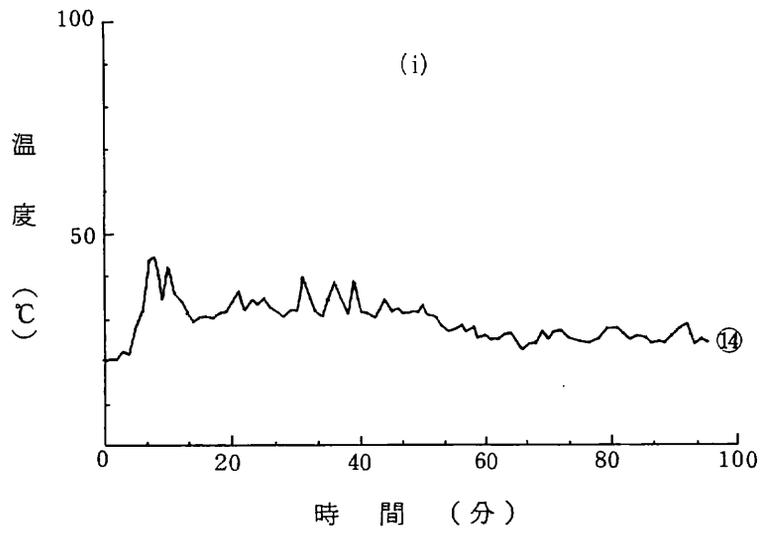
第 1 5 図 各点の温度の時間変化



第 1 5 図 各点の温度の時間変化



第 1 5 図 各点の温度の時間変化



第 1 5 図 各点の温度の時間変化

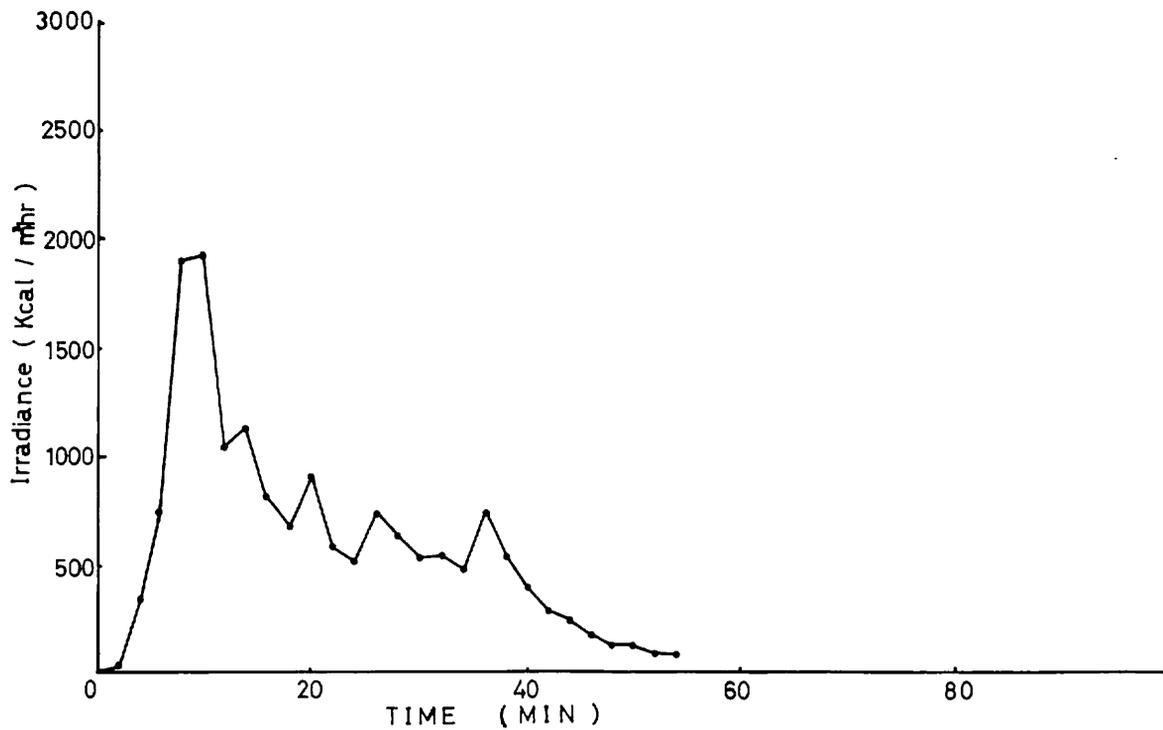
後徐々に下がるのに対し、測定点⑨においては炎が瞬間的に測定点を覆ったように温度が瞬間的に急上昇している。それにしても点火家屋内の温度が低いのは、この実験が可燃物が少くかつ木材が湿っていて点火も危ぶまれるような条件下で実験が行なわれたことおよび測定点が点火場所からかなり離れていたことに起因していると思われる。測定点⑮は点火家屋A10号の風下家屋の2階の屋根近くの側壁上にあり、火災によって生じた熱と煙が拡散しやすい場所である。この点での最高温度は103°C(点火後10分)であり、この頃にはA10号の2階屋根が盛んに燃えていた。測定点⑥は点火家屋A9号の風上側の1階屋根上にあり、この点の温度は煙と熱が家屋A8号の影響を受けて風上へ拡散したことに大きく関係しているが、写真から判定すると風上への煙の拡散が行なわれていた時刻は、点火後2分～12分であり、測定点⑥における気流温度が高いのも、この時刻になっている。点火家屋A10号よりA11号への延焼の研究には、A11号の側壁における温度と放射照度の値が大切であるが、測定点⑩および⑫での温度記録が得られなかったのは残念である。これらの地点の温度は測定点⑮における値よりも小さく、かつ測定点⑦、⑧に近い変化をしたものと推定される。測定点⑦においては最高温度が約45°Cで点火後45分頃までは平均35°C程度の値であり、測定点⑮における値よりもはるかに小さい値であり、延焼には温度よりも放射照度の方が重要な因子になったと思われる。

2-5-7 放射照度の時間変化

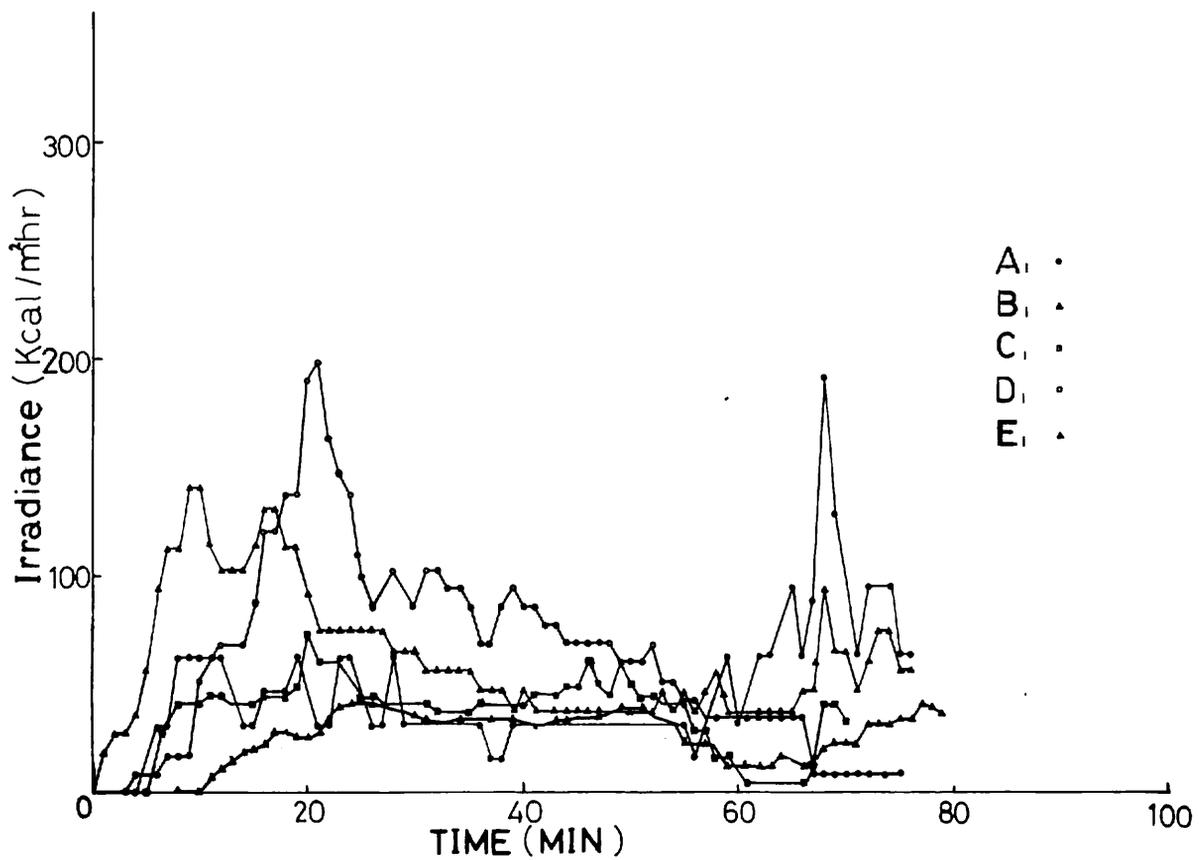
火災周辺の放射照度の時間変化を図示したものが、第16図と第17図である。第19図は温度測定点⑫で、輻射計の受感部を家屋A10号の方向に設置した場合の時間変化で、第17図は第6図の測定点における放射照度の時間変化である。第16図において点火後8～10分頃に放射照度が最大になっているが、この理由は家屋A10号の2階が盛んに燃えて、窓から炎が輻射計の方向に噴出したことによると思われる。放射照度の最大値は約1900 kcal/m²/hrであり、放射照度が高い値を示したのも4～5分間であった。第17図において放射照度の各点の出力において立上りに時間的な差が生じているが、この差は測定点近くの燃焼の開始時刻に関係していると思われる。放射照度の出力の立上りの早かった順に測定点を示せば、B₁、D₁、A₁、C₁、E₁になり、測定点E₁の出力の立上りが遅くなったのは、点火家屋A9号と輻射計の間に家屋A8号があり、輻射計の出力はA9号の屋根の燃焼に起因するため、屋根の盛んな燃焼開始が約10分程度遅れたためである。各測定点を放射照度の最大値の順に示すと、D₁、A₁、B₁、C₁、E₁になるが、測定点D₁は火災家屋から20mで、他の測定点は35mになっているために、D₁の出力が高くなったと思われる。測定点A₁、D₁からは近くの家屋の窓が見えるが、測定点B₁、C₁からは、その近くの家屋の窓が見えないのも放射照度の最大値の大小に関係していると思われる。

2-5-8 飛火の分布

飛火の分布状況を調べるために、ビニール・シートを配布して、その上に落下したビニール・シ



第16図 家屋A11号の壁上における放射照度の時間変化



第17図 第1実験における放射照度の時間変化

ートの焦げの位置と大きさを測定することおよび直接大きな飛火を採集してその位置と重さを記録することを試みた。今回の実験においては、炎上家屋の屋根の周辺に部分的に赤色の飛火が肉眼で観察されたが、配布されたビニール・シート上には飛火は殆ど落下しなかった。実験の終了後点火家屋の風下付近に落下していた屋根の野地板等の燃えかすの落下位置とその重さを図示または表にしたものが、第18図と第4表である。高温の飛火が少なかったのは燃焼が不活発で上昇気流が弱くかつ自然風も弱かったためと思われる。燃えかすの大きいものは約9.5gであり、A12号の北面広場に落下していた。

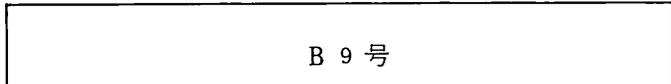
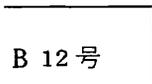
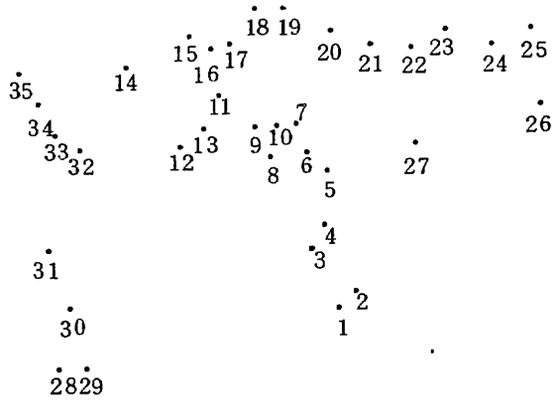
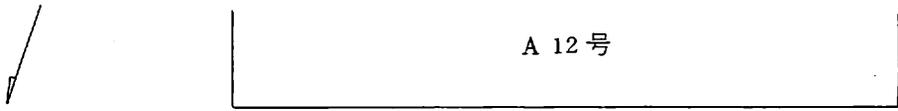
2-5-9 写真の吟味

第一実験においても35ミリカメラ、8ミリカメラで火災の状況を種々の角度から記録した。35ミリカメラではA12号の燃焼状況を記録し、8ミリカメラではA10号とA11号の間の煙と炎の状況を撮影し記録した。更にA12、13号の火災の風下側で火災の煙と炎の噴出状況を撮影し記録した。火災の終期にA13号の1階の屋根で小さな火災旋風が2秒間程発生したのが記録されているが、これは家屋によって生じた渦が種になっているようであった。

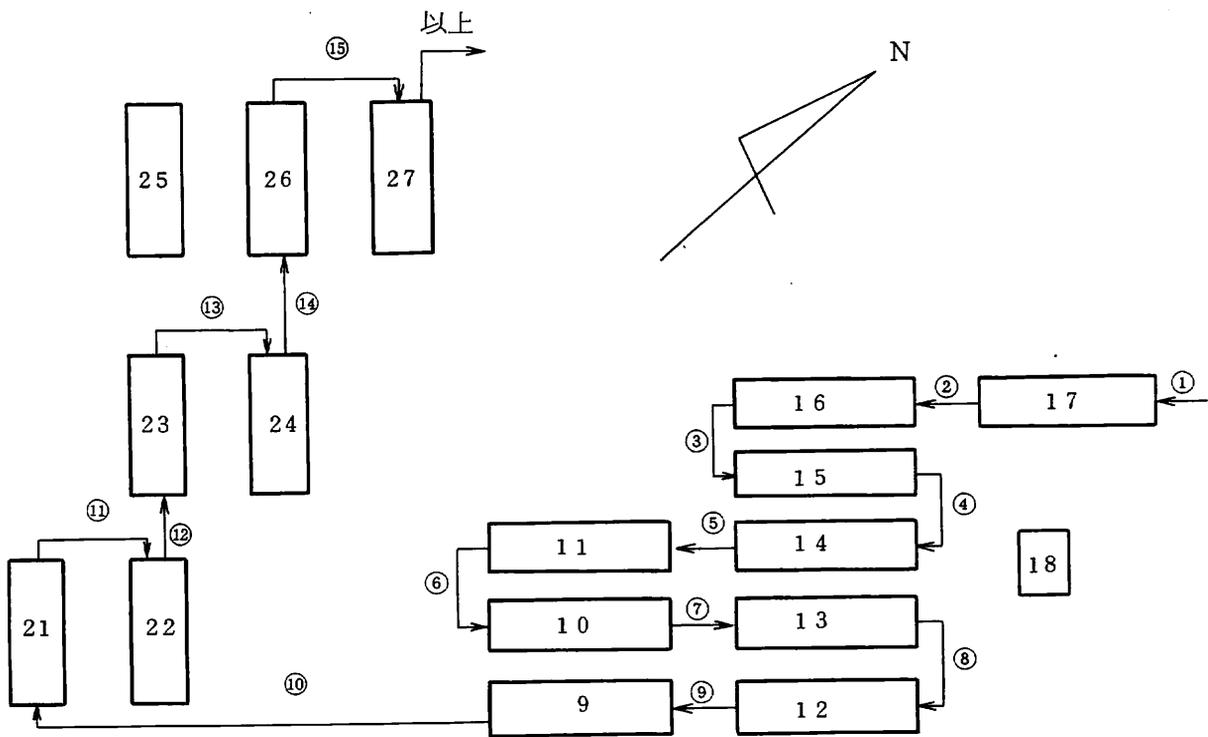
2-5-10 第一実験のまとめ

第一実験の主目的の一つは斜面上において火災が風下側と風上側にどのように延焼するかということであった。火災実験の初期においては、風向は斜面の上りの方向と一致した。火災の延焼には延焼方向への対流、放射伝熱による可燃物の予加熱が大きな影響を与えるが、これらの伝熱に関係する因子として斜面（水平に対する角 α ）上における火災の上昇気流の角度（水平に対する角 β ）があり、この β の値には斜面上の風速と風によって生じた圧力分布が関係する。この風速と圧力分布は火災の規模とか斜面の角度が関係しており、更に建物の有無等も関係すると考えられる。斜面が急になれば斜面が加熱されるために火災の上昇速度が大になり、上昇気流と斜面の間の圧力が負圧になって（ $\beta - \alpha$ ）の値が加速度的に小さくなり、延焼が促進されるのではないかという予測がある。第一実験の結果は風下にもまた風上にも延焼せずに終り、上の予測を積極的に支持する結果にならなかった。この理由として火災の勢力が弱かったためであるとか、家屋の風下には渦運動が生じて火災の上昇気流を上を押し上げるためである等の種々なものが考えられる。

火災が延焼しなかった第一の理由は家屋が湿っていて発熱量が小さくかつ火炎が短かくて隣接家屋への伝熱が少なかったためと考えられた。放射照度と温度測定の結果のようにA11号の外壁での放射照度と温度の最大値はそれぞれ2000 kcal/m²hrと100℃前後であり、この値は木材の引火する値よりも小さい。A11号の外壁にはトタンが張っており、裸木造の場合よりも延焼し難い状態であった点を考えれば、斜面の上り方向で風下側であっても延焼しなかった事は肯定できよう。火災の煙と炎が部分的に風上側に傾き拡散していたのは、斜面上の家屋の風下側に生じた渦の存在を証明するものであるが、この現象は点火直後のA9号とA10号の家屋間で顕著に



第18図 飛火の分布図



観察された。

斜面上における上昇気流の角度と延焼の量的な問題は今後のまとめに期待されるものである。

一棟家屋における火災の拡大状況の観察の結果から、火災は開口部付近を先頭にして拡大し、1階よりも2階における拡大速度が大きいことがわかったが、これは従来の結果と一致するものである。

第一実験の結果では、飛火は予想されたよりもはるかに少なかったが、この理由は建物が湿っていて木材が徐々に燃えたために上昇気流の速度が弱かったためと推定される。

第4表 第一実験 飛火重量測定

家屋12の北西広場

No.	大きさ (cm)	距離 (m)	重さ (g)
1	12.0	16.0	8.07
2	8.5	15.0	3.5
3	12.0	13.0	1.2
4	13.0	11.5	2.1
5	7.0	10.0	1.3
6	7.0	10.5	2.5
7	13.0	9.5	4.1
8	12.5	12.0	2.3
9	9.0	10.0	2.85
10	10.0	9.5	1.75
11	16.0	8.5	9.45
12	8.0	12.0	1.1
13	9.0	11.0	1.1
14	13.0	7.0	3.9
15	11.0	4.0	4.4
16	11.0	5.0	3.7
17	13.0	5.0	4.0
18	13.0	3.0	3.8
19	19.0	3.5	4.6
20	8.0	5.0	0.9
21	10.0	5.0	2.4
22	12.0	5.0	4.1
23	11.0	4.5	4.6
24	8.0	5.0	1.3
25	15.0	4.0	8.63
26	6.0	11.5	0.4
27	10.0	12.0	1.5
28	14.0	24.0	0.5
29	6.0	24.0	0.25
30	6.0	15.0	1.1
31	9.0	10.0	1.0
32	13.0	9.5	1.4
33	12.0	9.0	4.8
34	10.0	8.0	1.8
35	10.0	7.0	1.6

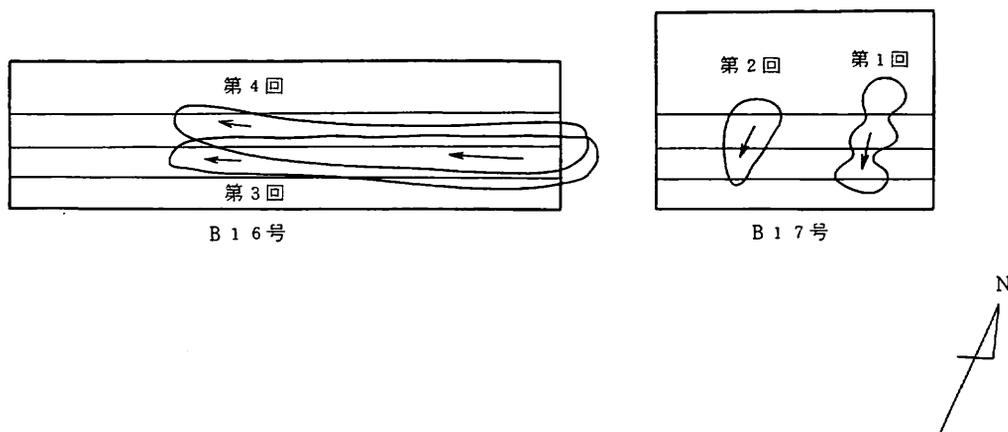
2-6 第二実験の結果

2-6-1 火災の概要

第二実験は8月29日の午前9時55分に予定を変更して16棟のうちの14棟に点火して行なった。残りの2棟は隣接の炎上家屋から延焼するかどうかを調べるために点火しなかった。点火時刻には風向は東の風で風速は2.5 m/sであった。風向はその後東北東に変わり、風速は点火後30分頃にはやや弱くなった。火災の最盛期は点火後5～25分位であった。火災の勢力は第一実験の結果から予想したよりも強く、放射照度と風向風速の観測点を途中で後退させた。風向は点火の1時間程前に南東から北東の風に変化したために模型油火災の位置や飛火の測定点が予定していた風下側にならずに風横側になって十分な成果が得られなかった。家屋群の南西は低地になっていて、家屋の一部は風下斜面上にあった。南西の低地部には火災の煙が火災端より約30～40 mまで拡散して非常に危険な火災危険区域が生じた。

2-6-2 建物の状況と薬剤の散布状況

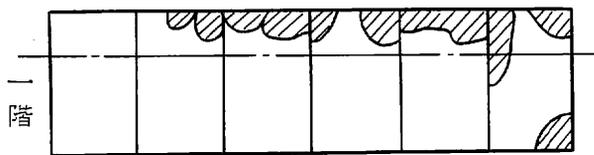
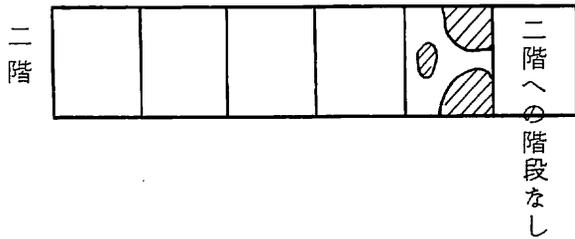
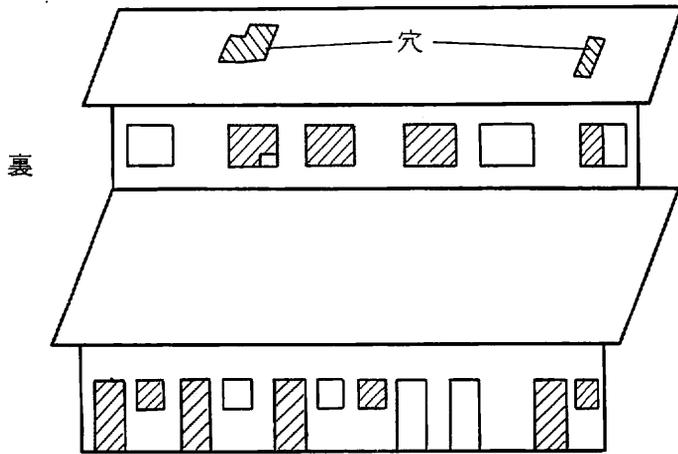
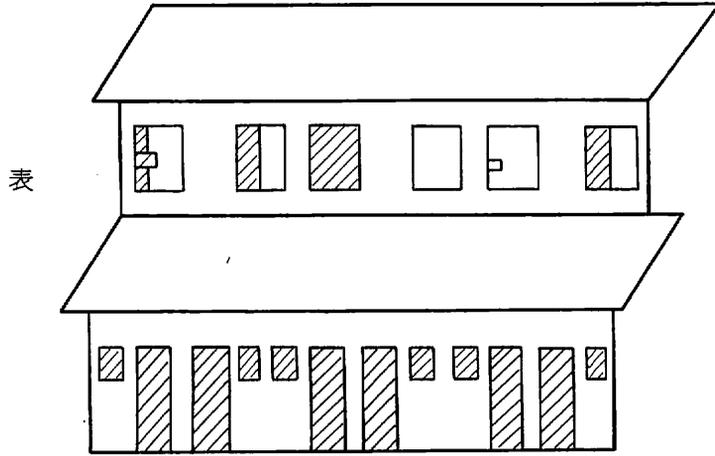
B16号とB17号に延焼防止のためにヘリコプターで薬剤を散布した。家屋の屋根の一部はトタンが破損しており穴になっている部分もあった。散布された薬剤は一部は屋根の野地板に吸着されたり、穴から室内に流れたり、また一部は屋根の斜面に沿って流下した。散布が終了した段階で家屋の内に入って家屋内の薬剤の散布状況を調べたものが第19図(a)、(b)である。室内の薬剤の散布状況はヘリコプターによる薬剤の散布量等の他に家屋構造(一部2階建)と屋根の破損状況に関係しているが、B16、17号の北西側の1階屋根は大部分が破損していて、2階がないために薬剤の散布量が多かった。また、B17号の屋根は2階もトタンがなくなって野地板が出ており、薬剤が流下し易い状態になっており、かつ2階の床の大部分が破損していて薬剤は1階まで流下したようであった。B12号の柱の一部や壁板と床板の一部を切り取って重量を計り、それを全乾させて含水率を求めたが、その結果を第5表に示し、かつ水分計で求めた木材の含水率の分布を第6表に示した。



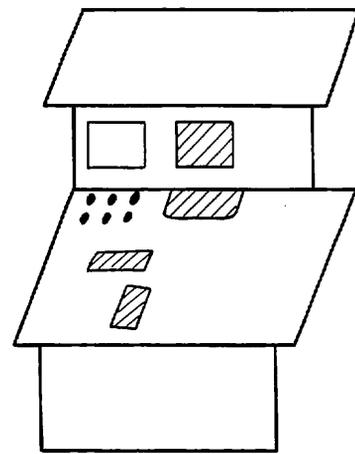
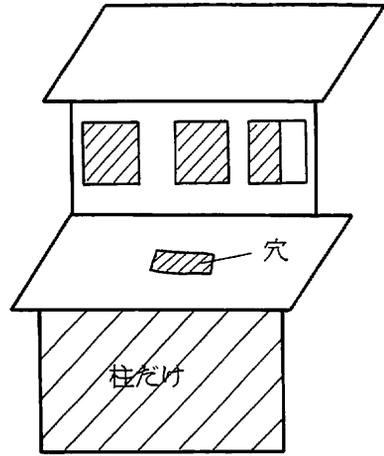
第19図 (a)家屋の屋根への薬剤散布の概略図

※  は窓が開いている所
又はガラスがない所・穴等

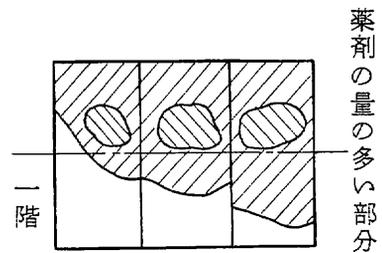
16家屋



17家屋



(B17号の2階の床は)
大部分が破損していた)



第19図 (b)ヘリコプター薬剤散布分布図

第5表 建材の重量測定による含水率

柱			板		
1	8/26	1 1 2 0 ㄱ	8/26	2 4 9 ㄱ	$W_0 = 2 0 0 ㄱ \quad \lambda = 15\%$
	8/28	1 1 2 0 ㄱ	8/28	2 4 9 ㄱ	
	$W_0 = 9 5 0 ㄱ \quad \lambda = 17\%$				
2	8/26	6 8 0 ㄱ	8/26	3 2 0 ㄱ	$W_0 = 2 6 5 ㄱ \quad \lambda = 15\%$
	8/28	6 8 0 ㄱ	8/28	3 2 0 ㄱ	
	$W_0 = 5 7 0 ㄱ \quad \lambda = 17\%$				
3	8/26	7 8 0 ㄱ	8/26	3 5 0 ㄱ	$W_0 = 2 0 0 ㄱ \quad \lambda = 40\%$
	8/28	7 6 0 ㄱ	8/28	3 2 0 ㄱ	
	$W_0 = 6 0 0 ㄱ \quad \lambda = 20\%$				
4	8/26	1 0 3 0 ㄱ	8/26	3 2 5 ㄱ	$W_0 = 2 4 0 ㄱ \quad \lambda = 26\%$
	8/27	1 0 2 0 ㄱ	8/28	3 1 0 ㄱ	
	$W_0 = 8 1 0 ㄱ \quad \lambda = 21\%$				

(注) $\frac{W - W_0}{W} = \text{含水率 } \lambda (\%)$

W = 重量

W_0 = 乾燥時の重量

第6表 計測器による木材の含水率

第2実験場

第2実験

測定時刻

8月29日7時50分

担当者 (菊地) 鎌田 岩手県消防学校

家屋番号と場所(天井、床、柱、壁等)の別		含水率 (%)
1	B-17 北東 第一室 外側柱	30.0%以上
	" 屋内柱	21.8%
	第二室 階段	23.5%
	" 物置柱	30.0%以上
2	第三室 物置柱	19.5%
	" 入口柱	26.0%
	" " 壁	28.0%
	" 屋内柱	23.5%
	" 土台	17.6%

家屋番号と場所（天井、床、柱、壁等）の別		含水率（％）
3	B-16 北東 第一室 外窓ワク	1 6.0%
	" 階段	3 0.0%以上
	" 床	"
4	第二室 入口床	1 8.2%
	" 台所柱	2 3.7%
	" 押入柱	2 3.8%
5	第四室 入口土台	1 8.2%
	" 押入壁	2 8.0%
	第六室 入口天井	1 5.8%
6	" 居間ハリ	2 6.0%
	" 2階天井	1 7.6%
7	B-15 南西 第一室 屋内床	2 6.9%
	" 階段	3 0.0%以上
	" 屋内柱	"
8	第二室 入口窓	2 7.0%
	" 屋内壁	3 0.0%以上
	第四室 "柱	2 1.5%
9	" 押入板	3 0.0%以上
	第五室 屋内床	2 6.0%
	" 台所柱	2 6.0%
10	第六室 屋内柱	2 8.0%
11	B-14 北東 第一室 物置天井	3 0.0%以上
	" 入口柱	2 3.2%
	第二室 階段	3 0.0%以上
12	{ 第五室	3 0.0%以上
13	第六室 入口戸	1 9.3%
	" 物置ハリ	2 6.0%
14	B-11 北東 第一室 入口窓	1 4.8%
	" 屋内床	2 0.2%
	第二室 屋内柱	3 0.0%
15	第三室 押し入れ 木戸	2 9.0%
	第四室 屋内 柱	2 4.0%
	" 押入 壁板	2 0.7%
	第六室 入口窓	1 6.1%
	" 便所柱	3 0.0%以上
	" 横板（外側）	2 4.2%
	B-10 南西 第一室 物置柱	3 0.0%以上
	" 屋内柱	2 4.5%
	第二室 屋内柱	2 7.0%
	" 階段	2 8.0%

家屋番号と場所(天井、床、柱、壁等)の別		含水率(%)
B-10 南西	第三室 入口壁	28.0%
	屋内床	24.0%
	第四室 押入タナ	27.0%
	窓	19.3%
	第五室 物置柱	28.0%
	2階押入	30.0%以上
	第六室 屋内柱	" "
入口戸	19.5%	
B-13 南西	第一室 屋内壁	15.3%
	入口床	16.8%
	第二室 押入柱	30.0%
	窓ワク	19.2%
	第三室 屋内柱	28.0%
	" 壁	30.0%以上
	第四室 押入戸	" "
	障子ワク	24.8%
	第五室 屋内柱	30.0%以上
	入口床	16.2%
第六室 障子ワク	17.6%	
押入	30.0%以上	
B-12 北東	第一室 屋内机	24.5%
	" 床	23.2%
	第二室 " 柱	30.0%以上
	階段壁	24.8%
	第三室 入口柱	30.0%以上
	物置柱	" "
	第四室 屋内畳	" "
" ベニヤ壁	16.3%	
第五室 屋内柱	30.0%以上	
" 床	22.7%	
B-9 北東	第一室 入口柱	30.0%以上
	屋内ハリ	27.0%
	第二室 入口戸	30.0%以上
	屋内柱	" "
	第三室 階段	" "
	板壁	28.0%
	第四室 入口柱	30.0%
	出窓柱	19.6%
	第五室 物置柱	30.0%以上
入口柱	23.5%	
第六室 階段手すり	30.0%以上	

家屋番号と場所(天井、床、柱、壁等)の別				含水率 (%)
B-9	北東	第六室	屋内柱	22.7%
B-21	南	第一室	窓ワク	18.2%
		第二室	屋内柱	18.3%
			床	30.0%以上
			屋内壁	18.5%
		第三室	押入れ柱	18.9%
			ベニヤ壁	30.0%以上
		第四室	屋内柱	24.9%
			階段	28.0%
第五室	屋内ハリ	30.0%以上		
第六室	入口壁	16.7%		
B-22	北	第一室	入口床	28.0%
			屋内ハリ	30.0%以上
		第二室	障子ワク	18.0%
			屋内柱	30.0%以上
		第三室	窓ワク	" "
			屋内柱	" "
		第四室	" "	" "
			台所壁	" "
第五室	窓ワク	" "		
	入口柱	16.8%		
B-23	南	第一室	入口窓ワク	24.0%
			屋内床	30.0%
		第二室	物置柱	22.8%
			入口ハリ	29.0%
		第三室	階段	30.0%以上
			2階床	20.8%
		第四室	屋内床	23.0%
			"柱	21.5%
第五室	入口戸	19.1%		
	屋内壁板	30.0%以上		
第六室	屋内ハリ	23.1%		
B-24	北	第一室	屋内柱	20.9%
			押入れ壁	18.6%
		第二室	屋内ベニヤ壁	30.0%以上
			"柱	24.8%
		第三室	窓ワク	23.3%
			屋内柱	23.1%
		第四室	押入柱	27.0%
			屋内床	30.0%以上
第五室	土台	18.0%		

家屋番号と場所（天井、床、柱、壁等）の別		含水率（％）
B-24	北 第五室 屋内壁	28.0％
B-26	南 第一室 窓ワク	26.0％
	屋内壁	30.0％以上
	第二室 屋内柱	” ”
	押入れ戸	” ”
	第三室 入口戸	18.0％
	第四室 屋内床	18.8％
（※B-26 その他 30.0％以上 測定不能）		
B-27	北 第一室	30.0％以上
	）	
	第四室 一部	
	第四室 入口床	19.2％

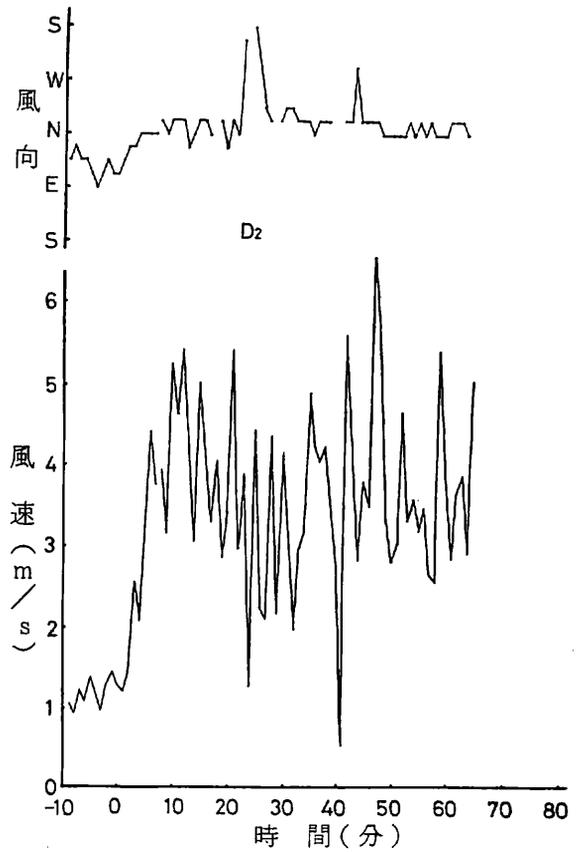
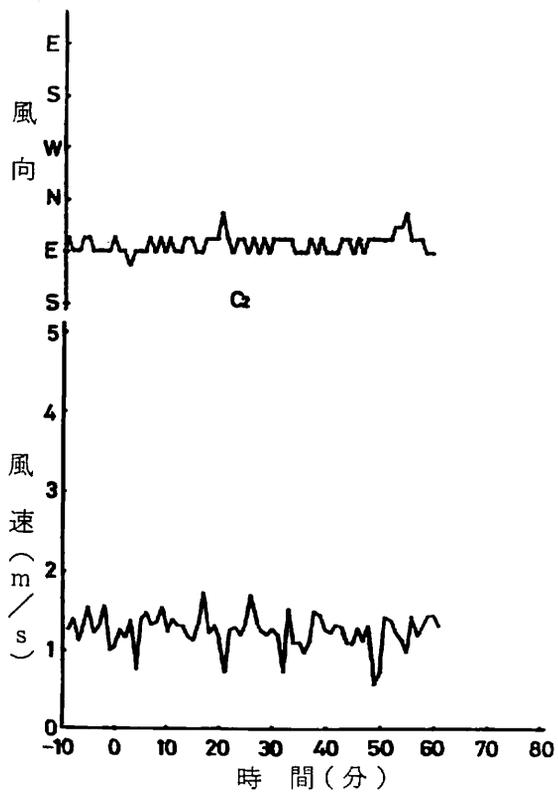
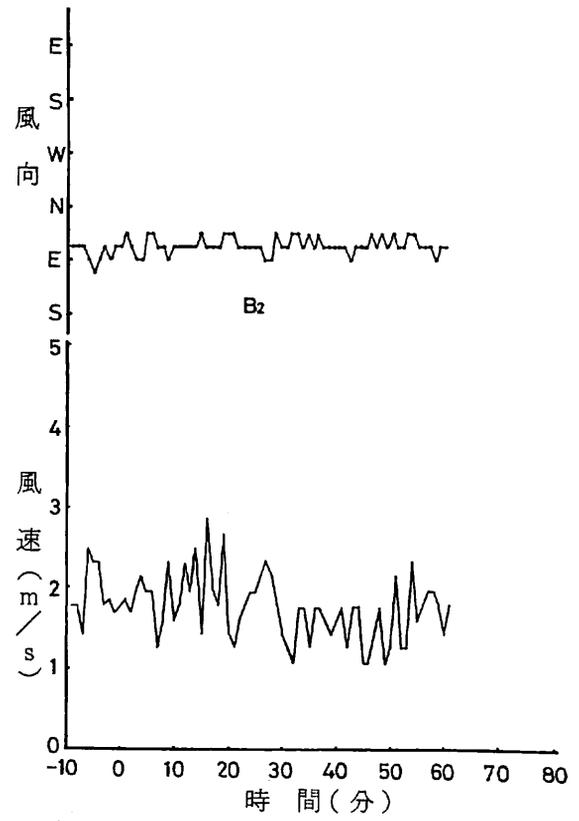
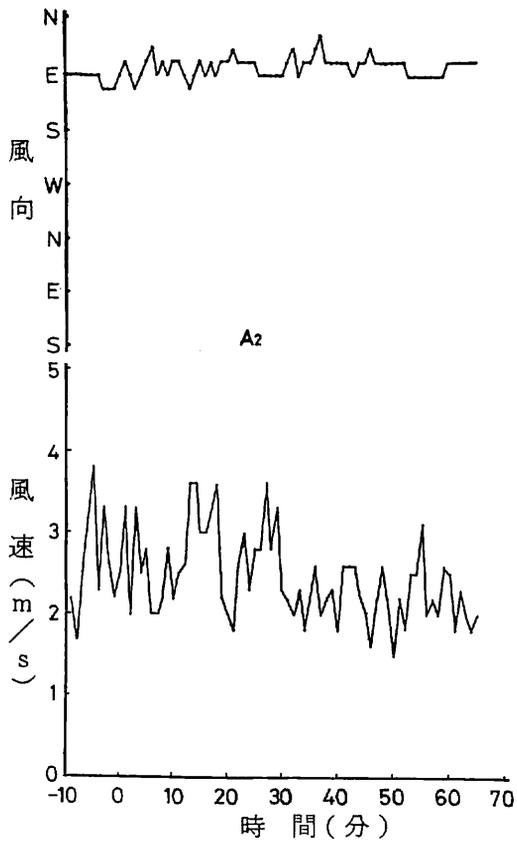
2-6-3 風向風速

第二実験時の風向風速の時間変化を図示したものが第20図であり、点火前および後の10分間の平均値から風向風速の分布を求めたものが第21図(a)(b)である。A₂点では風向は東または東北東であり、風速は2～3 m/s前後であった。第21図においてD₂、E₂、F₂点の各点の風向風速の時間変化で、点火前には1 m/s前後の弱い風速であったものが、点火後には3 m/s以上の風速の風が生じ、風向の分布からも火災の風下に変動の激しい渦運動が生じたことが推定され、それを証明するように煙の渦運動が観察され、一部16ミリカメラで記録された。E₂点においては風向風速計の三脚が倒れる程強い風が瞬間的に生じた。風向風速の測定点の近くには燃えつきた板の破片が多く落下して、上昇気流の強かったことを示していた。実施本部付近で測定した自記風向風速計の記録を第22図に示す。この記録は火災から十分離れているから自然風の乱れの大きさを推定することができる。

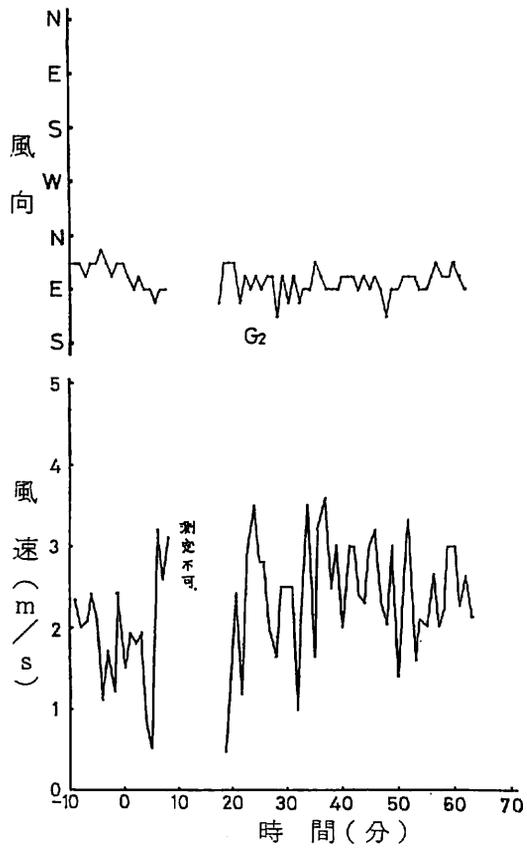
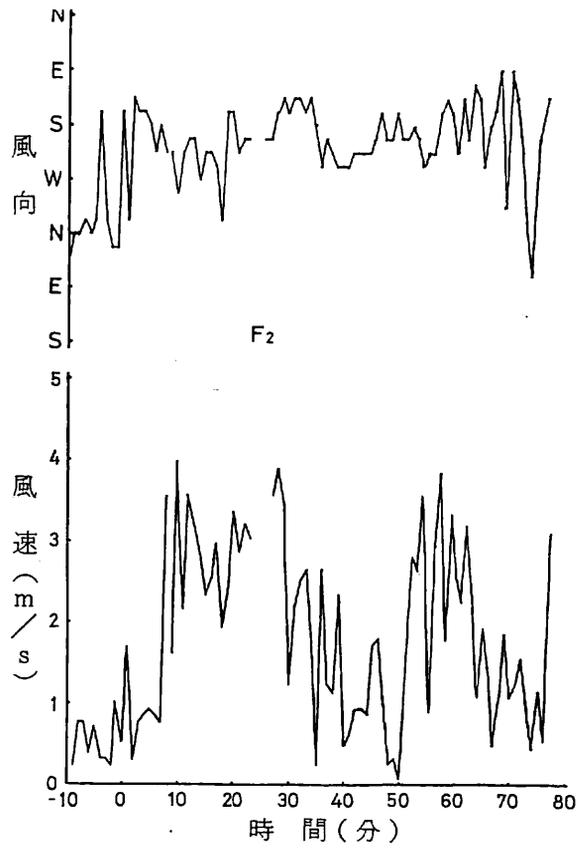
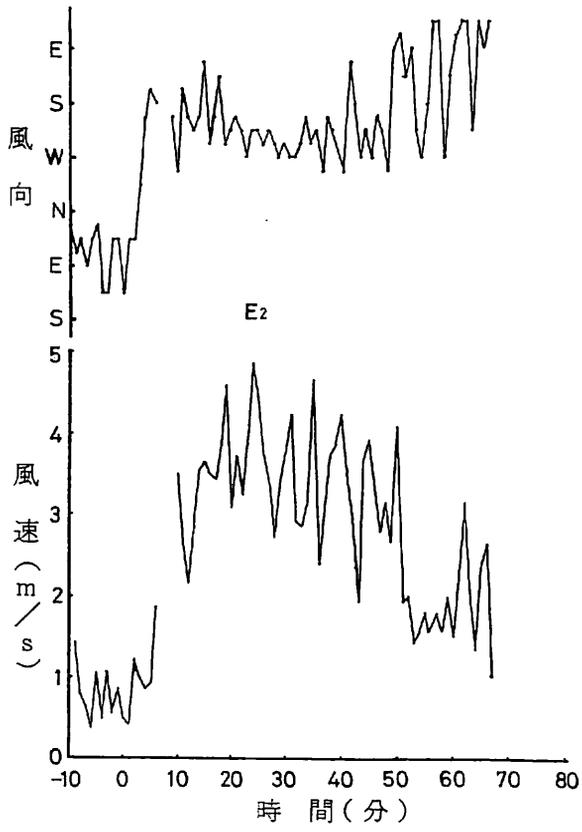
2-6-4 火災の観察記録

火災の周辺において各家屋の火災の性状を記録したものが第7表である。B16号とB17号には前もって屋根に薬剤が散布されており、B15号はB16号と同じ位置で1点点火して、薬剤が散布されている家屋とされていない家屋の火災の拡大状況を観察するための家屋とした。B25号は前もって転倒させてあり、B26号の非転倒家屋との火災の拡大状況の比較を行なった。B15とB16号およびB25と26号の家屋の可燃物と乾燥状況等が同一になるように注意したが、これが必ずしも達成されていないので厳密な比較は出来ないが、B16号の家屋はB15号の家屋に比較して室内の延焼拡大は早かったが、屋根の燃焼はB15号の方が盛んであり、家屋の倒壊は16号の方が遅い傾向がみられた。

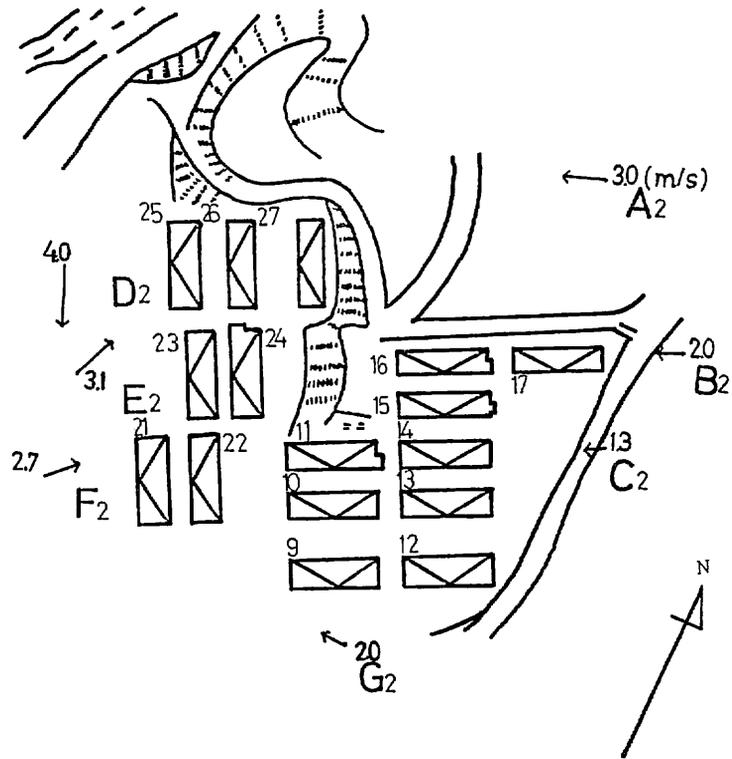
以上のような傾向は薬剤が主に屋根に集中しており、1階に流下した個所の可燃物は初めから湿



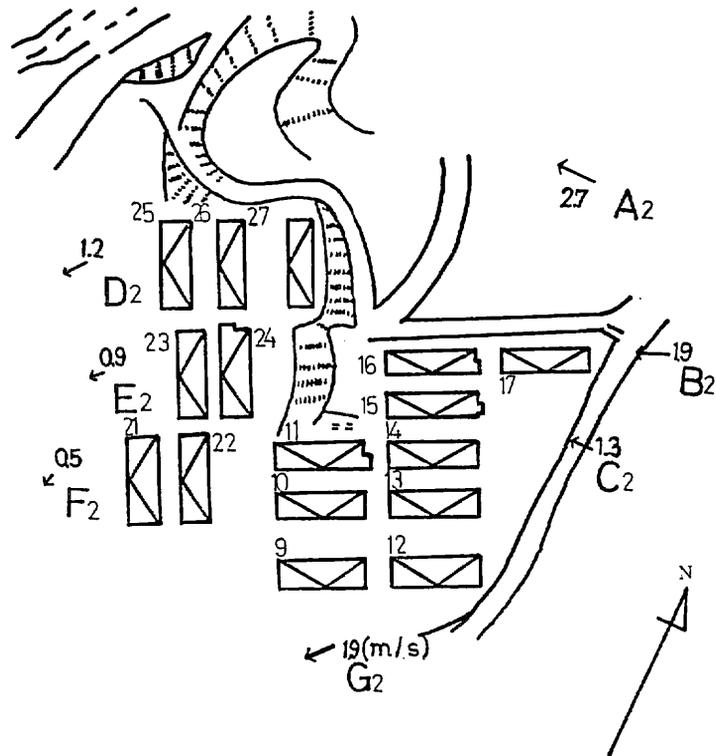
第20図 風向風速の時間変化



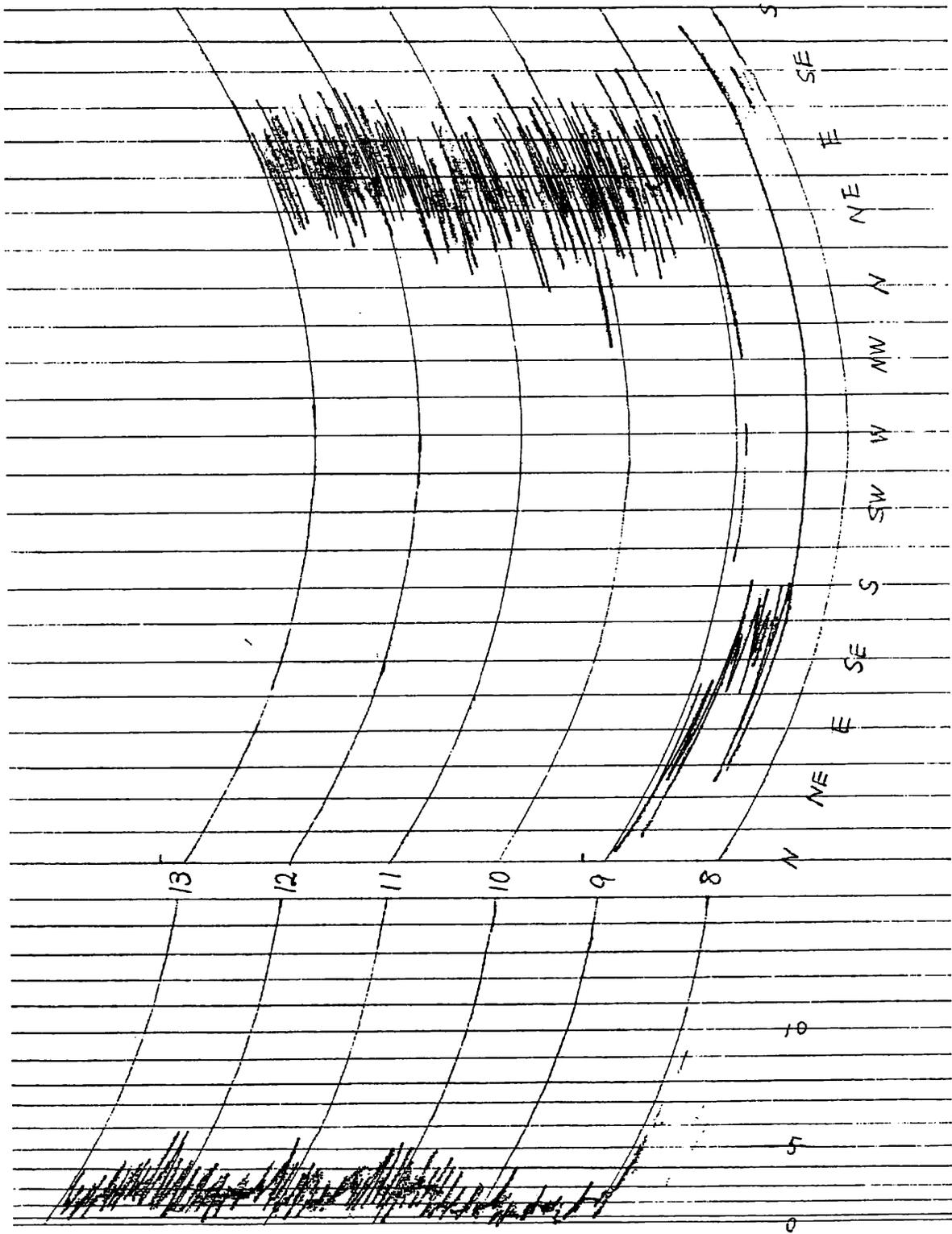
第 20 図 風向風速の時間変化



第 2 1 図 (a) 風向風速の分布 第二実験 点火前 1 0 分間の平均



第 2 1 図 (b) 風向風速の分布 第二実験 点火後 1 0 分間の平均
(1 1 ~ 2 0 分)



第 2 2 図 第 2 実験時の風向風速 (本部付近)

っていて燃焼に関係しなかったためと思われる。転倒家屋と非転倒家屋の火災状況の差は直接家屋構造に関係していて、非転倒家屋では1階の屋根から火炎が2階の窓を通じて2階の屋根に伝わるのに対して、転倒家屋では2階屋根が1階屋根になっていて、2階屋根に延焼するのは転倒家屋の方が早い。

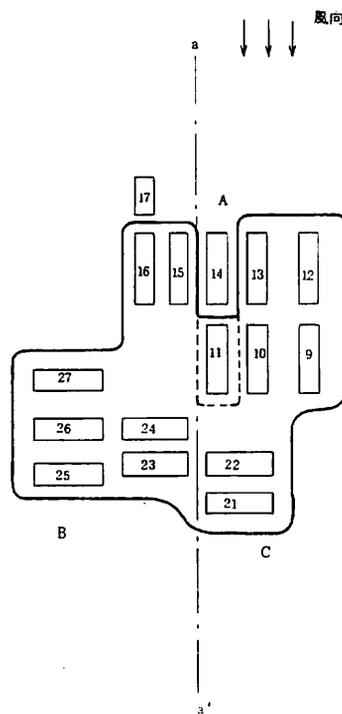
2-6-5 火災の同時延焼線図

火災の風下側からは煙のために観察が困難であった。B9号は内部からの着火がうまく行かないで、B12号の火災が家屋間にあった可燃物を通して延焼した。

2-6-6 上昇気流の挙動

第二実験においては火災区域が第23図のように凹凸のある形になり、これが火災の上昇気流の挙動に多大な影響を与えた。凹凸の原因は家屋の配置、点火場所、点火の成否に関係しているが、B14号には点火されておらず、B9、11号は点火がうまく行かず3点点火の予定が1点点火のようになった。風向に対して火災の正面部(A)には凹部が生じて、図のa-a'の線で2つの領域に分離されるような形になった。点火の初期ではB11号の点火が遅れていたためこの傾向が強かったが、点火後20分ではB11号の燃焼も盛んになりこの傾向は弱まった。

図のB、C点は火災の風下部になり、この付近で上昇気流の馬蹄型の渦が生じて温度や煙等の拡散に影響を与えた。第24図のように、渦の回転方向は場所によって異なり、図のB点では反時計方



第23図 第二実験の火災領域の形



第24図 第2実験で風下側から観察した場合の上昇気流の概念図と風向の分布

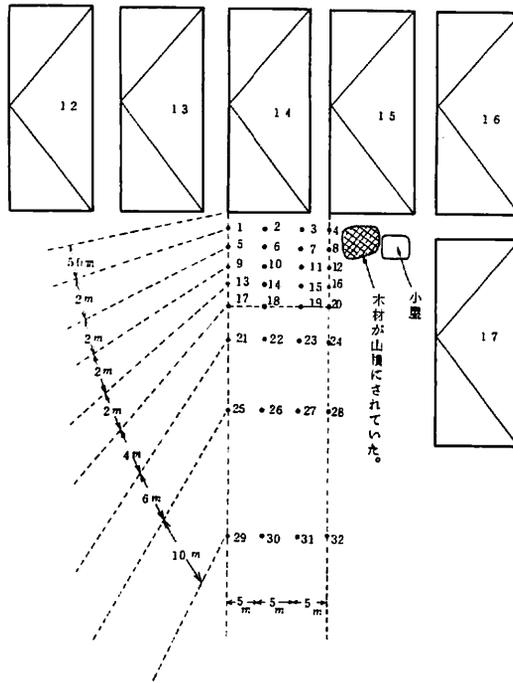
向、C点では時計方向の回転になり、その強さは時間的に著しく変動した。点火後7～20分では反時計方向の回転が優勢であり、点火後20～30分では時計方向の回転が優勢になり、その以後では両方の回転の渦は同じような強さであった。渦の強さは渦の直径と風速に関係があるが、それは火災の規模と勢力に関係しているようであった。点火後14分頃にはa-a'の線を境界にして上昇気流が完全に2つに分離した現象が生じた。点火後2～5分では煙が多量に発生したが、火災の上昇速度が弱くて、煙が地面に沿って拡散したために測定点を変更させる要因になった。風下斜面が上昇気流の渦運動の発生にどの程度寄与したかは不明である。

2-6-7 温度分布と放射照度の変化

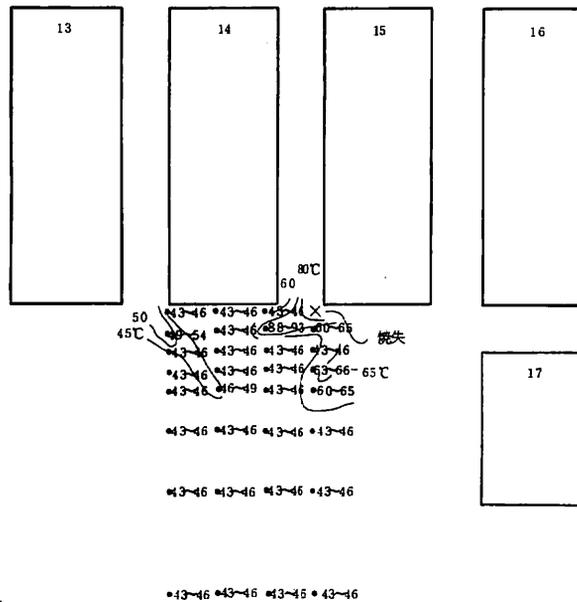
B14号の北東側でサーモラベルで周囲気流の温度分布を求めたが、その結果は第25図(a)、(b)に示す。サーモラベルは厚さ6mmの15cm×15cmのベニヤ板に張って地上に配布した。この配布点は意に反して風上側になって気流の温度よりは火災からの放射伝熱によるベニヤ板の昇温を示しているようである。火災周辺の放射照度の分布を第26図に示した。測定点A₂点においては点火後43分頃に放射照度が大きくなっている家屋A9号の燃焼開始が遅れたことによると思われる。

2-6-8 写真の吟味

全家屋の中で一番乾燥していた家屋はB12号であり、非常に早く燃焼した。この状況は35ミ

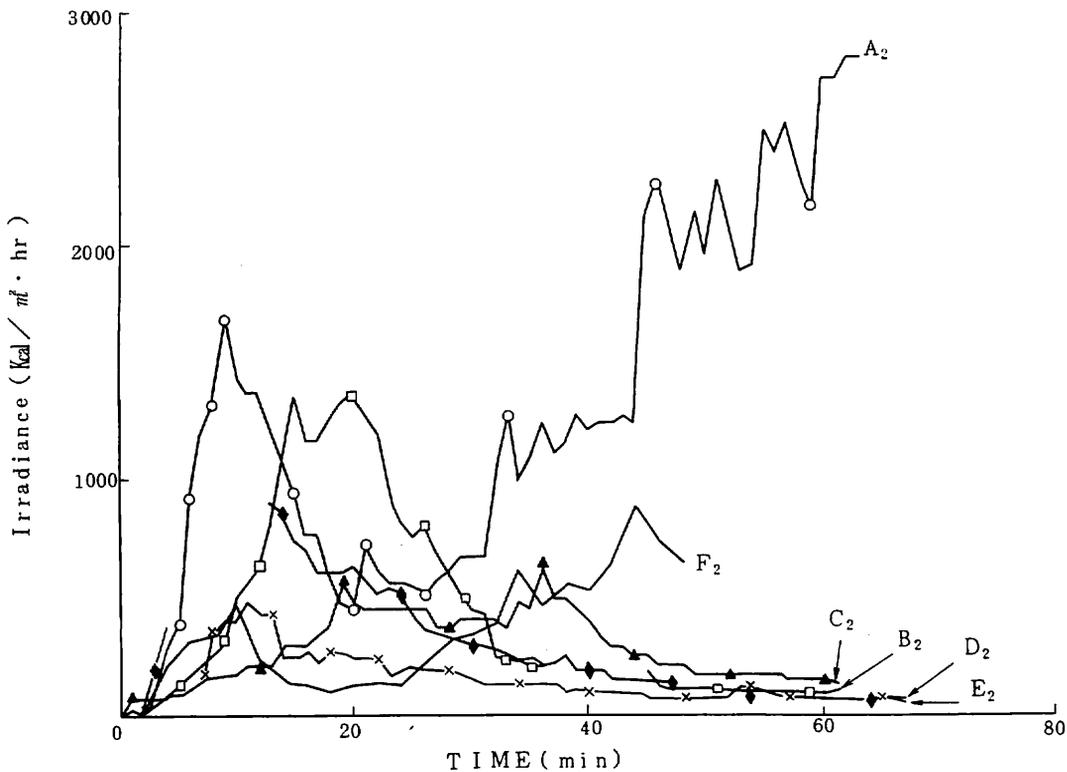


第 2 5 図 (a)サーモラベル配置図



※ 測定領域は火災の風下になったために温度よりはむしろ火災からの放射熱に敏感に反応したようである。

第 2 5 図 (b)サーモラベルによる温度分布の測定結果 (第二実験)



第 2 6 図 第 2 実験における放射照度の時間変化

リカメラで撮影した。B 9号は点火がうまく行なわれずに、B 1 2号の炎が間の木材を伝わってB 9号に延焼したことがわかった。また、8ミリカメラで薬剤の散布状況と散布家屋の燃焼状況を撮影・記録した。

2-6-9 結果の検討

第二実験の主目的の一つは薬剤の散布による延焼抑制効果を確認することであり、これについては他の班で確認してあるためにここでは火災の性状について触れる。

B 1 6号はB 1 5号に比較して、室内の火災の拡大速度はむしろ大きいのが、薬剤が屋根にかかっている延焼を抑制したように思われ、家屋の燃焼による倒壊はB 1 6号の方が遅かった。B 1 7号はその位置が風向が急変して火災の風上になってしまい、薬剤が散布されたために延焼しなかったのか、それとも薬剤が散布されなくても延焼しなかったのかについては判断出来ないが、B 1 6号とB 1 7号の間にも可燃物があって延焼の媒体になるものがあったが、この可燃物に薬剤が多量にかかっていたのでB 1 7号への延焼防止の役目を果たしていたと思われる。

B 2 5とB 2 6号の転倒家屋と非転倒家屋における火災の拡大状況の差は炎が建物外に噴出する時間が転倒家屋の方が早く、火災の拡大速度もやや大きいような結果になったが顕著な差ではなかった。

第二実験の燃焼性状の特性は要約すれば14棟もの実大家屋火災が台地状の上辺と一斜面上にあり、斜面が風下斜面になったという点である。幅が有限長の風下斜面上では、火災旋風が発生し易くかつ火災の煙と熱の拡散状況が複雑であることが模型実験の結果から予測された。火災に伴った大旋風というものは発生しなかったが、その種(たね)になると考えられる上昇気流の馬蹄型渦が生じた。それと共に火災の風下には煙と熱が拡散して来て視程が悪くなり、熱くなった。この付近で風向風速と放射照度の測定を行っていたが、風が強くなりまた放射伝熱が強くなった。それらの理由のために火災の風下側の近くは人命の危険性が予測されたので、一定の所まで退避するように観測・測定者に指示した。火災の風下側には煙が充満して特殊な火災環境が形成されて、視程は悪いうえに飛火が落下しており、人の声は燃焼音にかき消された。火災のために強い風が誘起されて煙や熱の拡散を助長した。火災の室内実験の結果から、上昇気流の風下側に三次元の馬蹄型渦の発生することが予測されていたが、大規模な火災実験においてもそれが発生していることが証明された。この渦の発生には風下斜面に火災があったということがかなり寄与しているものと思われた。この風下斜面の風向に直角方向の幅が十分に長かったが、この幅が有限であれば渦運動はもっと盛んになり、旋風になったと思われた。

2-7 成果および今後の課題

実験の目的の一つは、火災の延焼と火災の上昇気流についての風の乱れの少ない風洞による火災実験の結果が、乱れの多い自然風の中での実大火災の結果の予測にどの程度寄与するかを調べることであり、風の乱れが異なる環境下での火災の相似則の問題を解明することである。また、火災の延焼等に及ぼす地形(斜面)の効果について調べるのも一つの新しい目的であった。

実験の準備期間中に前線が停滞して雨の多い日が続き、かつ実験の開始直前に前線の通過のためと思われるが風向が急変したりその上に実験中にガスが発生したりして種々の障害となり、野外実験の難しさを体験させられたが、以下に述べるような成果を得ることが出来た。

(1) 隣接家屋への延焼性状の観察、測定と吟味

第一実験において、火災が斜面上の風上と風下の隣接家屋へ延焼するかどうかは一つの重要な問題点であった。これには家屋の配置、可燃物の種類と配置、点火方法、木材の含水率、地形の状況、気象条件、温度と煙の拡散状況、炎の噴出状況等の非常に多くの因子が複雑に関係している。第一実験の結果は火災が風下と風上の両方に延焼しなかったが、この火災事例について種々の資料を得て、この資料を吟味することによって火災が延焼しなかった事実についての理論的な説明がつけられた。

(2) 火災の観察記録

各家屋について、火災の性状の時間変化を詳細に観察・記録した。この記録から火災の燃焼状況

の特性と火災の拡大速度等についての検討が可能になった。

火災は1階屋根の開口部付近から屋外に噴出して、この炎が2階屋根に移る場合が多かった。また、火災は1階よりも2階の高い部分先頭になって拡大したが、これも室内実験の結果と一致していた。A12号における火災の拡大速度は非常に小さく10～40cm/m程度であった。

(3) 自然風の乱れの効果

自然風下の火災実験は室内火災実験と異なり、実験中に風向が変化したり、風の乱れの強さが大きいために火災の燃焼状況も変化する。今回の第一実験においては、点火後51分頃に風向が南西から南東よりに変化したために上昇気流の傾きの方向が変化し、かつ火災によって発生した煙の拡散状況も変化した。自然風の乱れのため、上昇気流の水平に対する傾き角も時間的にかなり変化した。これらの風向・風速の変化は、火災の燃焼状況にそれ程大きな影響を与えなかった。第二実験においては、実験開始の約1時間前に風向が南東から北東よりに変化したため、風向が南東であるという条件で準備していた測定場所が不適當になって測定の障害になった。第二実験中においては、風向・風速があまり変化せず、自然風の乱れは火災性状に余り影響を与えなかった。今回の実験のように、自然風の乱れが火災性状に大きく影響を与えなかったのは、火災実験が同時多発型の実験で火災の延焼がなかったことによると思われる。

(4) 火災周辺の風向風速の分布

火災の周辺の地上の風向風速の時間変化と分布状況をピラム式風向風速計で求め、また、炎上家屋周辺の気流のflow patternを、8ミリカメラと16ミリカメラで撮影された煙の流れ具合から求めた。火災から一定距離離れた地点で、第一実験では風向風速が余り火災によって変化していないが、第二実験ではかなり火災によって変化して、風向と風速の乱れが大きくなったが、それらの資料を得ることが出来た。

(5) 火災の上昇気流の挙動

第一実験においては火災の上昇気流の水平に対する傾き角度と煙の水平方向への拡散角度についての資料を35ミリカメラの写真(平賀技官提出資料)から得ることが出来た。

また、第二実験においては、火災の上昇気流の循環(circulation)についての資料(NHKの16ミリフィルム;1コマ/s)を得ることが出来た。この資料から、火災の上昇気流の風下側の両側に正と負の循環が一つずつ生成して時間的に著しく変動しているが、この変動はその付近の火災の勢力に関係していた。

(6) 飛火

飛火の分布状況を調べるために、ビニールシートを敷いて、その上に落下して焦がす飛火の直径と温度の高低を推定することを試みたが、予想に反して、ビニールシートを焦がす程の高温の飛火は殆ど生じなかった。しかし、温度の低い屋根の野地板等の燃えかすの飛散物は多く発生し、特

に第二実験においては煙のために薄暗くなった大気中を黒い燃えかすが飛び交って落下する様子は異様な雰囲気を形成した。この燃えかすが飛火の場合には、衣服や頭の髪を焦がして直接人身に危険を与えるために、非常に危険な火災環境を形成することになるが、今回の実験でこの燃えかすが温度の高い飛火にならなかった理由について更に検討する必要がある。

(7) 薬剤の散布状況および延焼抑制状況の観察・撮影記録

8ミリカメラ、または肉眼によって、消火薬剤の散布状況と火災の拡大の抑制状況を撮影・観察して記録した。これから薬剤の散布の概略図を得た。薬剤の効果については第5章空中消火実験に報告されている。

(8) 火災に及ぼす地形の効果

地形（斜面）が火災の延焼や上昇気流に与える効果について調べたが、第一実験では火災が延焼しなかったこともあってその効果が明瞭に出なかった。また、第二実験において、風下斜面の上昇気流の循環の形成への寄与についても著しく影響を与えていないようであった。今回の場合には、地形の効果は地形が風向風速の分布に寄与して、その風向風速が火災に寄与するという間接的な形で火災に影響を与えた。

函館大火（1934年）の場合には火災の風下側に凹地（川）があり、この近くに避難していた多くの人々が死亡した記録があるが、これは強風下においては煙が凹地に滞留したためと思われるがこの例のように火災によって発生する煙や熱は地形によって著しく変化して拡散する場合があるので、火災と地形と風の三者の関係を種々な条件のもとに明らかにする必要がある。

付 記

延焼状況の地上観測・測定は、岩手県の消防学校の協力を得て行なった。消防学校の学生との打合せの時間が十分なくて、実験の変更等に対して敏速な対策が取れなくて、満足のいかない点もあったが、学校側の積極的な協力を得て、予想以上の成果が得られた。ここに深く感謝の意を表します。

別表は消防学校の観測・測定班である。

第3表 各家屋の火災の観察記録

観測者 菅原義美

概要

柱 3寸5分
カモイ 3寸5分×1寸5分
天井下地 1寸×1寸
屋根 タルキ 2寸×1.5分
外の戸 上部 4枚入のガラス
下部 杉板
床 松板 5分
1.5分、1.8分の根太
2階持ち 3寸5分×6寸
屋根 4板切りのトタン
2階の根太 1寸5分×2寸
スレート張りの壁(1坪の)部屋もある
押入 ペニヤ張り
棚は松板
階段 10段で松板
基礎 コンクリート

8号の概要

平屋 下から半分トタンがない
2階の屋根 異常なし
玄関 屋根のトタンなし 板 所々なし
外壁 トタンの4枚張り(下地は板 すき間なし)
2階の外壁はよど板
ハーフ板 トタンで巻いている
鼻がくし トタン

9号の概要

屋根のトタン 板がなし
外壁 なみトタン (下地 板 すき間なし)
ハーフ板 トタンで巻いている
鼻がくし ほとんど取れてなくなっている

窓ガラス (手前から)

- 1 世帯目 全部ある
- 2 " 全々なし
- 3 " 一部破損
- 4 " 半分位破損
- 5 " 一部破損 (1割程度)
- 6 " 全部ある

平屋の外壁 ナミトタンの外壁であるが破損部分はよど板となっている

よぎ天はトタン

はり間ののぎ天は破損

窓ガラス 2割程度破損

鼻がくし ハーフ板 (板)

○ 壁 ベニヤ板

戸 障子

天井 ベニヤ板

床 松板

柱 10cm角

○ 2階 天井 ボード張り (8板) 舟底

壁 ボード

床 タタミ

○ 石炭庫 外回りはブロック 間切は松板

○ 廊下 壁 2.5mmのベニヤ板

天井 ベニヤ板

床 1.5cm松板

○ 屋内の概要

窓は木製 戸はベニヤ張り及び障子

1階の廊下は土壁にベニヤ張りをしている

1階の1畳半の部屋は天井、壁がボード張り

床はタタミ

通路 天井は屋根の下地そのままの天井

壁 上部の方は土壁

下部ははめ板

土間は土

燃焼状況 9号

9:30 台所及び8帖の部屋に障子及び板のきれはしを積み灯油をかけて点火（布きれにも灯油を注ぎ）。

点火棒により点火。

31 点火により部屋が燃えた。2階に火が移った。ガラスのない2階の窓から煙が出た。

32 屋根のあいている所から煙が出た。

全体的に煙が満延状態となった。

建物から5m離れた所にも煙が来た。

2階の窓にも火が移った。屋根からやや上部に黒い煙が見えた。

35 2階の梁が燃えた。外壁からも煙が出てきた。

8号の方にも煙が移った。屋根のタルキが燃え始めた。

37 1階の板、階段、押入等が燃えた。

2階の梁、タルキ等が8分どおり火が移り燃え始めた。ガラスの崩れる音がした。梁間ののぎ天井からも煙が噴出した。

40 屋根が燃え始めた。1階よりも2階の屋根の方が延焼が激しい。またもガラスの崩れる音がした。煙は最初の頃よりも出なくなった。

煙が上から下へ降り始めた。煙による視角はまだ大丈夫である。

42 2階の梁、タルキ等が燃え、空が見えた。

1階の方はあまり燃えない。

45 梁間、のぎ天井が燃え、のぎ天井に近い外壁が燃え始めた。

46 梁間の上部の外壁からの煙が多量に出始めた。

8号の建物に熱が移りやや熱くなった。

2階の部屋には9割近く火がまわった。

盛んにガラスの落ちる音がした。窓のサンが時にはよく燃えた。火の勢いが弱まってきた。

50 梁間の外壁の中ごろまで煙が出てきた。

屋根から何かが落ちる音がした。

風が吹くので音をたててメラメラ燃えている。

55 窓の上が全体的に燃えている。

梁間のナミトタンから火が出てきた。

南側はあまり燃えていない。

1階の柱（火元）のまわりが燃え倒れそうになっていた。2階の根太のタルキが燃えて落

ちそうになった。屋根からタルキが数本落ち、屋根が途中まで垂れ下がってきた。ガラスの落ちる音がした。

10:00 屋根の板がほとんど落ちてしまった。

1階は火元付近がよく燃えあとはあまり燃えない。屋根の落ちる音がした。梁、束のまわりが燃えくずれそうになった。北側の1階の部屋の柱及び2階もちがよく燃えている。

01 北側の屋根が落ちた。南側の1階の外壁が盛んに燃えている。2階の中央部の外壁のナミトタンが内側に倒れそうだ。

04 北側の鼻がくしが落ちた。むな木が落ちそうだ。北側ののぎ天井がしっかりと燃え、そこから火が出た。北側の1番下の外側からも火が出た。

05 屋根板はほとんど落ち、タルキがまだ少し残っていた。北側の1階の付近の燃えが激しくなってきた。

10 煙はあまり出ないが、北側と南側から三間ばかりきた所とその上から主に出ていた。北側のむな木が落ちた。南側の2階の窓枠がまだ少し燃えていた。

12 母屋が落ちそうになった。2階ナミトタンが1枚落ちた。

15 北側の鼻がくしも落ちそうだ。

16 北側の梁間の2階と1階の境目が燃えが激しくなった。煙が全体的にまた多くなった。2階の方は大分燃え屋根もほとんど落ちそうだ。

20 梁間のナミトタンから黄色い煙が出てきた。

なお1階の奥行の外壁はあまり燃えない。

建物全体はまだ倒れる心配はない。

21 北側から5間目の屋根が崩れ落ちた。

南側から5間目の2階の外壁が崩れ落ちそうだ。

ガラスの落ちる音がした。

煙のまわりが一層激しくなった。

25 1階の南側から5間目の屋根が燃え始めると共にガラスの落ちる音がした。

依然として北側の梁間の外壁が燃えている。また黄色い煙が出てきた。

28 北側げ屋が燃え始めた。上部下部の外壁ともに1階の床が燃え床が落ちている所もあった。壁のベニヤ板が燃え隣の部屋が見えた。

全然燃えていない部屋もあった。

30 どうごし、タルキが落ち、2階の床が全くなくなっている部屋もあった。1階の壁のベニヤ板が燃えた。

35 北側では床下が特によく燃えていた。

10:35 鼻がくしが落ちた。外壁ののぎ天井の近くのナミトタンが落ちた。北側の2階の外壁が建物からはがれ落ちそうだ。

北側のげ屋が4割程度延焼 屋根の形がほとんどなくなった。外壁の崩れる音がした。けたはほぼ原形どおりであるが全体的に焼けていた。げやのよど板が盛んに燃えている。北側のナミトタンが落ちた。げやの延焼が激しくなった。

1階の柱が燃え倒れそうになっているのもあった。

2階もちはまだ落ちないが、根太は落ちてなくなっていた。南側のげやの屋根が落ちた。

45 部屋の中に入れるような状態の所もあった。

けたの落ちている所もあった。

1階のボードのはってある所はほとんどまだ燃えていない。火のまわりが大分おさまってきたが、まだ少し燃えている。煙はあまり出ていない。

50 1階から空が見渡せた。

12号

11:35 平屋の屋根が8割程度延焼。トタンが1枚落ちた。黒煙が上がった。屋根裏が盛んに燃え、屋根のトタンが落ちそうだ。

40 風のあおりで火の勢いが増した。煙が上空に舞い上がった。屋根のトタンが落ちた。

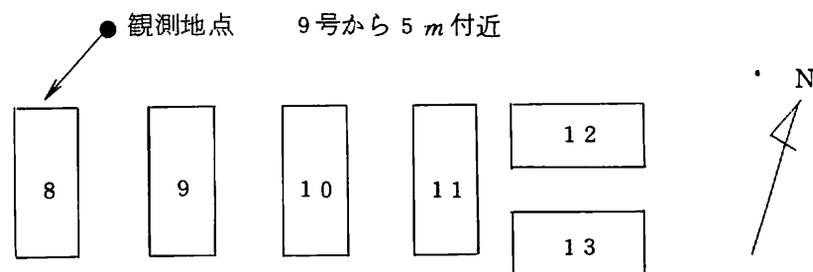
平屋の中が盛んに燃えた。強風にあおられ火の粉が飛んだ。

43 屋根が落ちた(2割程度)。2階の柱が燃えて屋根から煙噴出。異様な臭いがした(プラスチックが焼ける臭い)。

45 8割程度燃え尽した。屋根のトタンに穴があいた。2階の外壁のトタンがグラグラ揺れ落ちそうだ。平屋の上部の屋根が落ち下部の屋根も落下寸前、煙が空高く舞い上がった。

46 外壁が燃え尽す寸前、トタンの落ちる音がした。

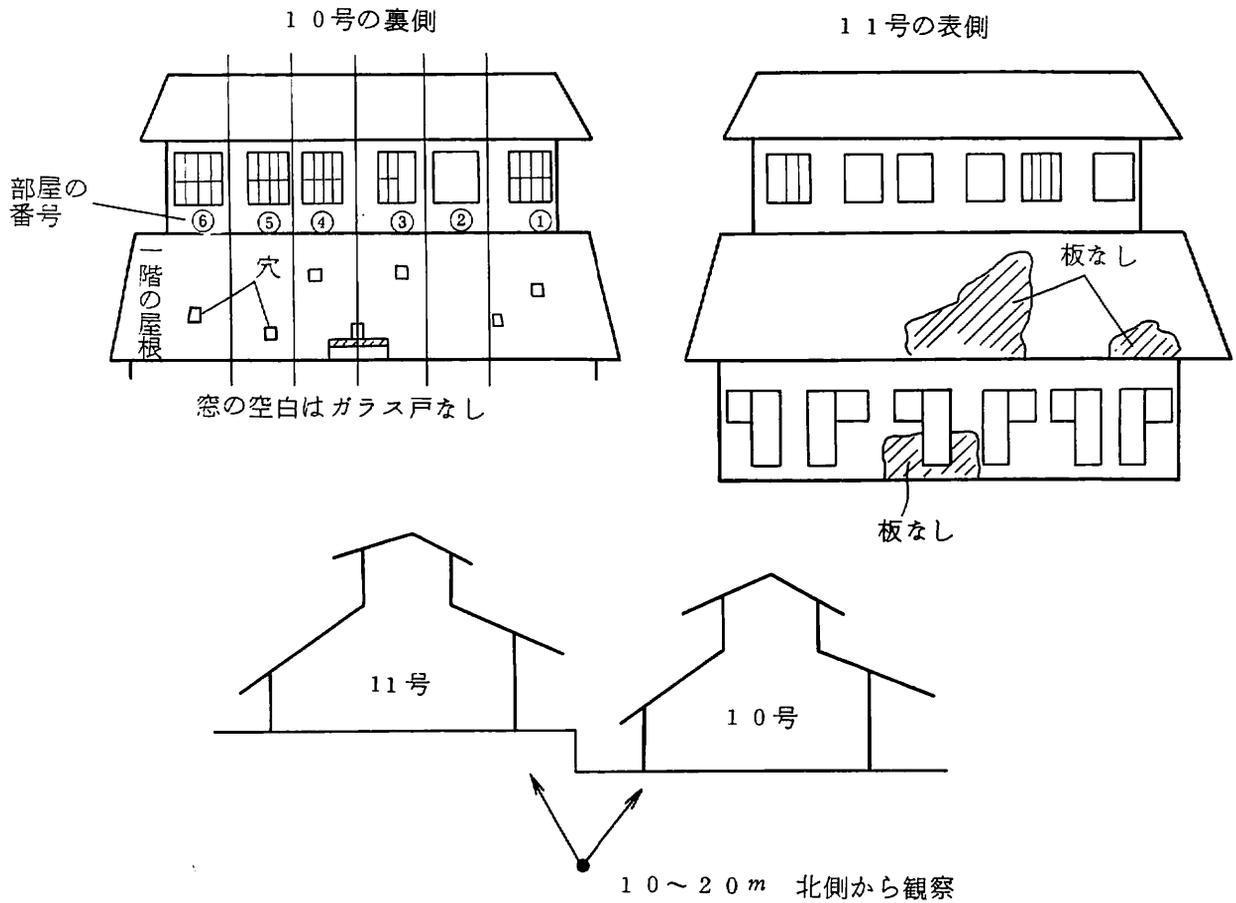
47 屋根からは黒煙が舞い上がり、内は赤い火が噴出して盛んに燃えた。



- 9 : 3 0 点火。 1階の屋根の穴から煙噴出。
- 3 2 煙多く10号の屋根が見えなくなった。
- 3 3 炎10号の屋根①の上のこわれた所から噴出。
2階①の窓のこわれた所から炎が1 m位噴出。
- 3 4 2階の炎2 m位。煙が濃く見にくい。
- 3 5 2階の炎なめるように上に3 m位。
- 3 6 1階屋根が燃え始めた。穴から炎噴出。
- 3 7 2階屋根③が燃え始めた。炎が広がり最大の長さは4～5 m。
- 3 8 飛火始める。2階屋根全体に火がついた。
- 3 9 屋根の2階中央の炎が大きくなった(5 m位)。
- 4 0 全体的に炎がいくぶん小さくなった。煙も薄くなる。
- 4 1 1階の屋根の炎が風下に向けて上っていた。
- 4 3 煙の流れ北へ。
- 4 4 2階の屋根板がほとんどなくなり角材だけ燃える。
- 4 5 1階の屋根燃えにくい。
10号の北側(棟の横側)の下の方のトタンのこわれた所から炎が噴出し始めた。
- 4 7 同じく上記の炎の2 m位横に小さい炎噴出。
- 4 8 同じく棟の横側の入口の上から炎噴出。
- 4 9 2階の屋根板がほとんどなくなった。
- 5 0 煙は北へ低い所を流れた。
- 5 2 北側、棟の横側に小さい炎が4ヶ所に噴出。
- 5 3 2階屋根の八方から炎噴出。
- 5 5 棟の横側のトタンのすき間から炎噴出。
- 5 6 棟の横側の入り口の屋根の下から炎噴出。
- 5 8 2階屋根のタルキの一部(①の上)が落ちた。
- 10 : 0 2 1階屋根が少しずつ下の方へ燃え続けた。
- 0 3 棟の横側のトタンの裏板の一部が落ちた。トタンはブラブラ。
- 0 4 棟の前側の屋根の下から炎が噴出し始めた。
- 0 5 2階屋根の角材の火②の上一部消えた。
- 0 6 煙また下の方を北へ流れた。
- 0 7 煙、上を北へ流れた。

- 10:08 1階の屋根①の部分のトタンの下の板が落ちてトタンが窪んだ。
- 10 棟の横の入口の上の板がほとんど燃え尽した。
- 13 煙が濃くなった。
- 14 横側のトタンが2枚落ちた。その中側の角材が倒れた。
- 16 ①の部分の1、2階北側に倒れた。
- 17 1階屋根からの炎は少ない。
- 18 倒れた所の材 燃え続けた。
- 20 1階屋根①の上方が落ちた(一部)。
- 21 " " 全部落ちた。
- 22 " 下方はまだ残っていた。
- 24 各部の柱は火が消え残っていた。
- 25 ②の上の屋根は残っていた。
- 27 横側の入口付近の板燃え続けた。
- 30 27分から30分までは煙の噴出が激しい。
煙は広く下の方を北へ流れた。
- 31 横側の板、トタン等の一部が落ちた。
- 32 中央③の屋根のトタンが落ちた。
横側のトタンが2枚落ちた。
- 34 横側のトタンの裏の板が数枚落ちた。
- 36 ②の屋根はまだ残っていた。
- 38 ガラスの落ちる音が聞えた(10号の表側と思われる)。
- 39 横側入口の右側の所のトタンが1枚落ちた。
- 40 " " " の内側の板が落ちた。
- 41 " " " が1枚落ちた。
- 42 " の所のトタン板が2~3枚落ちた。
- 44 炎少なく青い煙が多い。
- 45 観察終了。

観測地点 10号と11号の間の北側10~20mの地点

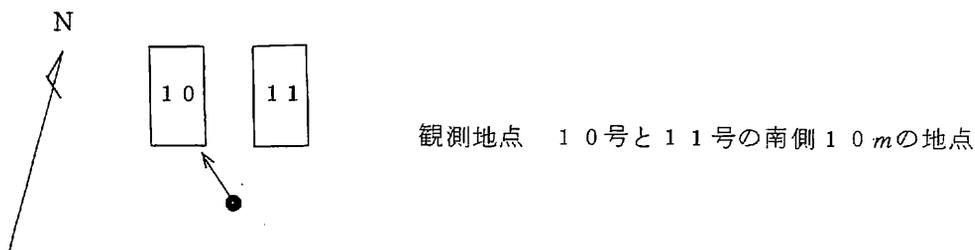


10号

観測者 及川政喜

- 9:30 点火直後に屋根の間から煙が見えた。
 10号の2階の手前の部屋の窓から煙噴出。
- 31 10号の2階の手前の部屋の窓から2m位の火が見えた。
 32 " " " " 3m位の炎噴出。
 煙で1.5m位手前しか見えなくなった。
- 33 1階の手前の屋根から煙噴出。
 34 2階の" " 火が走り出した。
 煙で目の前が見えなくなった。
- 35 2階の屋根を火が広がった。
 2階の手前の窓ガラスが全部落ちた。
- 36 10号の横壁の板が燃え出した。
 37 横壁の板が少し落ちた。

- 9 : 3 8 手前の窓わくがすっかり落ちた。
- 3 9 1 0号1階の屋根の中央が燃え出した。
- 4 1 煙が少なくなった。1階の屋根の下の方も燃え出した。
- 4 4 2階の手前と2番目の部屋の屋根の間から1 m位の火が見えた。
- 4 6 2階の屋根の手前側が少し落ちた。
- 4 7 1階の屋根の中央部が1 m位の炎を出して燃えた。
- 4 8 1階の手前の屋根が下がり出した。
- 4 9 " " 8 0 cm位下がった。
- 5 0 1階屋根の炎の高さが5 0 cm位になった。
- 5 1 5番目の2階から1階にかけてまだ燃えている。
- 5 3 手前の横壁のトタンのない左側の部分が縦1 m横2 m位に渡り落ちた。
- 5 4 1階の屋根の燃えている部分が下の方に下がってきた。
- 5 6 " " の手前の部屋と2部屋目の間の屋根が落ちた。
- 5 7 2階の2部屋目の窓ガラスがまだついていた。
2階の屋根の手前側がすっかり落ちた。
- 5 8 2階の手前の部屋の屋根の下部分が落ちた。
- 1 0 : 0 0 2階の2部屋目の窓わくが落ちた。
- 0 2 1階の屋根の下の方が1 m位の炎を出して燃え出した。
1階の手前の部屋の屋根がすっかり落ちた。ただ屋根の端の方がちょっと残った。
- 0 4 2階の横壁の右側のトタンの付いていた土壁が落ちた。
- 0 5 5番目の部屋の2階窓付近から1階屋根にかけてまだ燃えていた。
- 0 6 2番目の1階の屋根が落ちた。
- 0 8 5番目の部屋の燃えが少なくなった。
- 0 9 煙がひどくなり時々1.5 m先しか見えなくなった。
- 1 0 2階の4番目の屋根が焼け落ちた。
- 1 3 横壁の2階の上方の左側の板が落ちた。
- 2 5 2番目と3番目の間の1階の屋根が落ちた。



- 1 0 : 3 2 1階の手前の部屋と2番目の部屋の間壁が落ちた。
 2階の3番目の部屋の屋根が落ちた。
 3 4 2階の4番目の柱が1本落ちた。
 4 1 2階の3番目の部屋の床が落ちた。

1 2号

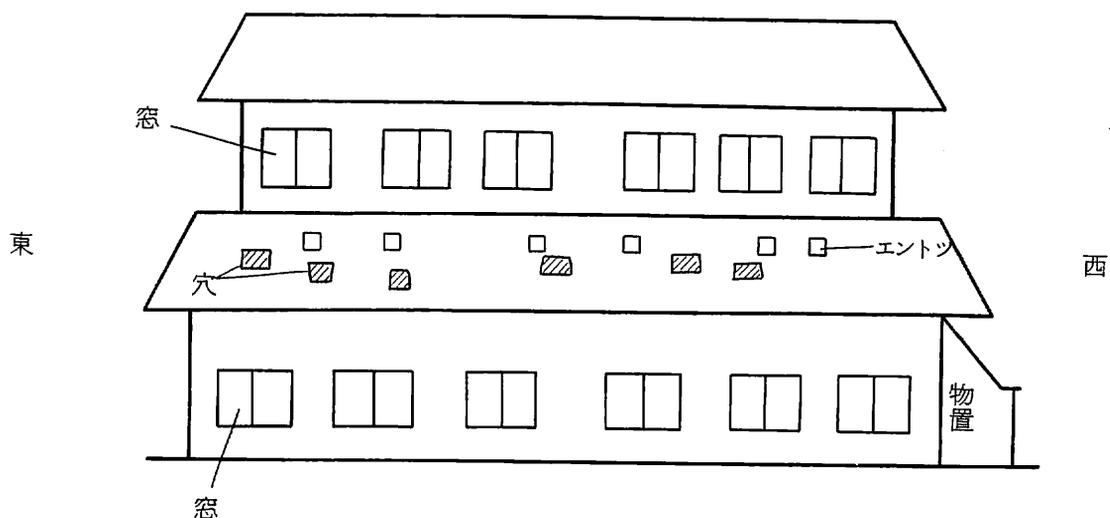
観測者 岩淵信光

- 9 : 3 0 1 2号の東から2部屋目の台所に点火。
 左2番目の穴から炎噴出。
 3 2 " " 炎1 m噴出。
 3 3 " " 炎2 m噴出。
 3 4 穴全部から煙噴出。左から2つ目の穴付近の炎が長さ2 m巾3 mになった。
 3 5 1 2号は左半分が煙に包まれた。
 2階の左から2つ目の窓付近へ2つ目の穴より炎広がる。
 3 6 " " " から炎噴出。
 3 7 " " " の炎長さ1 m。
 " " " の炎長さ1 m巾3 m。
 3 8 左より2つ目の部屋の屋根の炎長さ1.5 m
 3 9 " " " の炎長さ2 m。
 " 1つ目の穴から炎噴出長さ1 m。
 4 0 " 2つ目の部屋の2階のトタンがはがれた。
 " " " " の窓ガラスが割れた。
 4 1 " " " " の屋根の骨組が見え始めた。
 " " " " の物が落ちる音がした。
 4 2 " " " " に炎と煙がうず巻いた長さ5 m。
 4 3 " 1つ目の穴より炎噴出長さ1 m。
 " " 付近の炎の長さ1 m巾2 m。
 4 5 " " 部屋の2階の窓から炎噴出。
 " 3つ目の部屋の2階の窓から炎噴出長さ3 mでうず巻いていた。
 4 8 左端の部屋の屋根全体に炎が噴出。
 4 9 左より2部屋目の所の窓の下のトタンがへこんだ。
 5 1 左より2部屋目と3部屋目の2階の屋根のトタンがまがり壁、柱が見えた。
 5 2 左端の2階の屋根の骨組が見えた。

- 9 : 5 3 1階の左から3番目の窓ガラスが割れた。
- 5 5 左より2部屋目の屋根のトタンが3～4枚落ちた。
- 5 6 左より2つ目と3つ目の下の窓のまわりの板がほとんど焼け落ちた。
- 5 7 左より2部屋目の屋根の柱が2本落ちた。
- 1 0 : 0 1 左より2部屋目と3部屋目の屋根のトタンが落ちた。
左より2部屋目から“シュー”という音がして黒煙が出た。
- 0 3 右より3部屋目の2階の窓上方より炎噴出。
- 0 5 右より2つ目の穴から炎噴出長さ2 m。
- 0 7 左より2部屋目の2階屋根より太い柱が落ちた。
- 0 9 右より3部屋目の2階屋根の炎長さ3 m。
- 1 0 左より2部屋目から3部屋目まで1階の屋根がほとんど落ち、2部屋目の階段が見えた。
- 1 3 左より4部屋目までの2階の屋根が骨組だけになった。
- 1 9 左より2部屋目の左側の壁が落ちた。
左より1部屋目の部屋でガラス容器の爆発音がした。
- 2 1 右より3部屋目の1階の屋根の炎長さ2 m。
- 2 2 左1階残して左より3部屋目までトタンが落ちた。
- 2 7 右より2部屋目と3部屋目の境の屋根から炎噴出。
- 3 2 右より3部屋目の1階屋根の真ん中が半分落ちた。
- 3 3 “ ” “ がほとんど落ちた。
- 3 4 右より2部屋目の1階と2階の境から炎噴出。
- 3 5 右より2部屋目の2階の屋根の所々に炎噴出。
- 3 6 炎が全体に弱まった。
- 3 7 右より2部屋目の2階より煙がうず巻いて噴出。
- 4 0 左1部屋目よりガラスと物の落ちる音がした。
- 4 2 右1つ目の穴より炎噴出。
- 4 6 右より2部屋目の2階屋根から炎噴出。
- 4 7 “ ” “ の炎長さ1 m。
“ ” と3部屋目の屋根の境2 mあけて炎が噴出。
- 5 0 右より2部屋目の2階より物の落ちる音がした。
- 1 1 : 0 0 “ ” 2階の屋根は骨組が残り板が燃えた。
- 0 1 “ ” “ ガラス戸が落ちた。
- 0 3 “ 3つ目の窓とまわりが燃えた。

- 1 1 : 0 5 右より 2 部屋目の 1 階屋根のトタンの下板がほとんど落ち、トタンと骨組が残った。
- 0 6 右端の部屋の 2 階の屋根から炎噴出 (長さ 1.5 m)。
 " " 1 階の屋根より 2 ~ 3 ヶ所炎噴出。
- 1 3 " " " の裏板が燃え始めた。
 " " " 右端から炎噴出。
- 1 5 " " " " 炎長さ 1 m。
- 1 7 " " " のトタンがへこんだ。
- 1 9 " " 2 階の屋根がほとんど落ち骨組が残った。
- 2 3 右端の物置に移り始めた。
- 2 5 右端から爆発音がした。
- 2 7 右端 1 階の屋根のトタンの間より炎 1.5 m 噴出 (2 ヶ所)。
- 3 1 物置近くのトタンが 1 枚落ちた。
- 3 6 右端 1 階窓の上方からほとんど炎噴出 (長さ 2 m)。
 3 9 " 屋根の全面に炎がまわった。
 4 3 " の窓の横の板が燃え始めた。
 右より 2 番目の 1 階の窓の横板が燃え始めた。
- 4 5 物置より 2 階側面に向って炎噴出。
- 4 7 右端 1 階の柱が 2 本倒れた。

観測地点 12号の北側



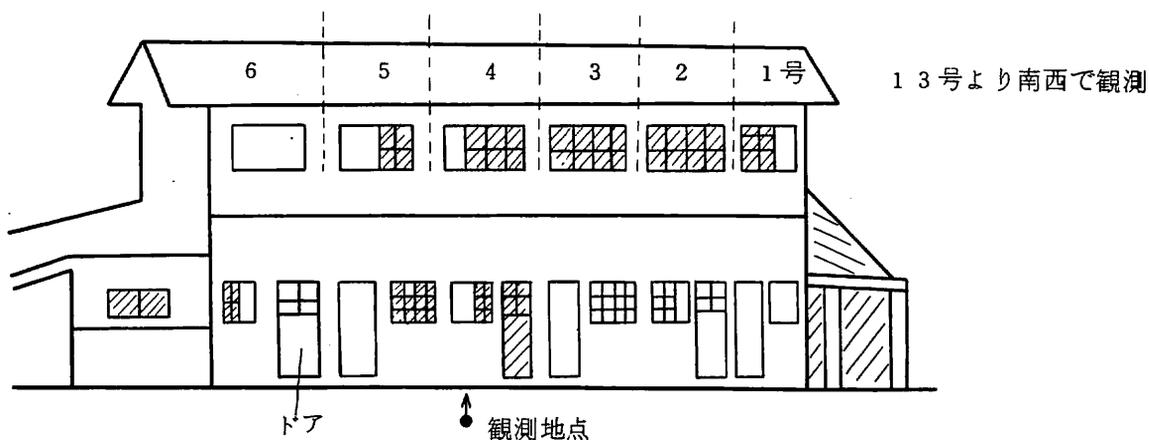
- 9:20 発煙筒点火。
- 30 点火（1階の1号）。
2階1号の窓から煙が出始めた。
- 31 屋根から煙が出始めた。
- 32 2階1号に火がついた。4号まで煙がいった。
1階の1号が激しく燃えていた。
- 33 2階の1号が激しく燃え出した。
" " の窓ガラスが割れた。
- 34 " 窓から1m位の炎が噴出。後に3m位の炎が出始めた。
- 35 2階1号の屋根が燃え始めた。
- 36 " " から炎噴出 約50cm。
" " の窓ガラスが割れた。
- 37 " " が激しく燃え出した。
" 2号からの煙が激しくなった。
- 38 裏側から炎が出始めた。
- 39 1階1号の屋根が燃え出した。
" " の天井から火のついた物が落ち出した。
- 40 2階2号の窓わくが燃え落ちた。
- 41 " 1号のトタンが落ちてきた。
- 42 " 2号の中が煙でいっぱいになった。
- 43 炎が裏の方へ向いていった。
2階1号の屋根が落ちてきた。
- 44 裏の方がすでに燃えていた。
- 45 盛んに中で何か落ちる音がしていた。
2階の2号に炎がまわった。
- 46 2階の2号にも炎がまわってきた。
2階の1号の屋根が激しく燃えた。
- 47 2階の2号の中が激しく燃え出した。
2階の2号の屋根から20cm位の炎が出始めた。
- 48 4号まで煙がまわった。
2階の2号の窓ガラスが割れ出した。

- 9 : 4 9 2階の1号の屋根が落ち出した。
2階の2号の屋根から1 m程の炎噴出。
- 5 0 1階の1号で激しい物音がした。
2階の2号の炎が衰えた。
- 5 1 2階の2号の壁に火がついて燃えている。
1階の2号が燃え出した(炎の長さ2 m位)。
- 5 2 2階の2号の窓わくが燃え出した。
2階の1号はほとんど柱と壁だけになった。
- 5 3 1階の1号がかなり燃えてきた。
- 5 4 2階の2号の窓ガラスがほとんどこわれた。
4号の屋根から煙が激しく出始めた。
2階の2号の炎が衰えた。
- 5 5 2階の1号がほとんど柱と壁だけになった。
- 5 6 2階の2号の屋根が落ち出した。
1階の2号の裏の方が激しく燃えている。
- 5 7 2階の2号の炎が大きくなり激しく燃え出した。
1階の2号が燃えて物が激しく落ちた。
- 5 8 2階の3号に炎が移ってきた(まだ小さい火)。
屋根裏をつたって燃え移っているようだ。
- 5 9 3号の屋根から50 cm程の炎が出始めた。
- 10 : 0 0 1階の2号で焼け落ちたものが激しく燃えている。
- 0 1 2階の1号の柱が折れかかった。
- 0 2 4号の屋根から黒い煙が出始めた。
- 0 3 4号の屋根からわずかに炎が見えた。
2階の3号の火が消えていた。
- 0 4 4号の屋根から30 cm程の炎が出始めた。
- 0 5 1階の1号、2号で焼け落ちた物が激しく燃えている。
- 0 6 2階の1号の屋根が落ちた。
- 0 7 4号の屋根が所々燃え始めた。
- 0 9 風にあおられて1階は裏の方へ燃えていった。又、2階は屋根をつたって4号まで行きそ
うであるが進みにくい。
- 1 0 1階の1号の裏側はほとんど焼け落ちた。

- 1 0 : 1 1 4号に煙がいっぱいになり、5号にも煙がいった。
- 1 2 2号の屋根はほとんど燃え落ちて柱がかなり燃えている。
- 1 3 1階の3号が燃え出した。
" の裏側が激しく燃え出したが、2階の3号は煙がいっぱいでわからない。
- 1 6 1階の3号がかなり激しく燃えてガラスがとけていた。
- 1 7 1階の4号の裏の方に炎がまわった。
2階の4号にも炎がまわった。右側の壁が倒れた。
- 2 0 中の5号のガラスが割れ出した。
- 2 1 2階の3号のガラスが割れ出した。
- 2 2 4号が1、2階とも激しく燃え出した。
- 2 3 5号に煙が充満してきた。
- 2 4 3号が激しく燃え出した。2階の4号が激しく燃え始めた。
- 2 5 2階の3号の窓ガラスがほとんどこわれた。
3号の裏の方で何か大きな物が落ちた。
2階の4号の窓から炎が出始め(50cm)窓ガラスがこわれ始めた。
- 2 6 4号の屋根からの煙が激しく、50cm位の炎が噴出。
- 2 7 2階の4号の窓から1m、屋根から2m位の炎噴出。
- 2 8 " の窓わくが燃え始めた。
" が激しく燃えている。
- 2 9 4号の1、2階が激しく燃えている。
4号の屋根が激しく燃え出した。
- 3 0 2階の5号に炎がまわり出した。
- 3 1 " がかなり燃え出した。
" 4号の屋根はほとんど柱だけになった。
- 3 2 6号の屋根から煙が出始めた。
1階の2号の方でかなり物が落ちていた。
- 3 3 2階の5号が激しく燃え出した。
- 3 4 1階の5号に炎がまわり出した。
2階の5号の炎が1階に落ちた。
- 3 5 1階の5号の中のガラスが割れた。
2階の5号の窓から1m程の炎噴出。
" の窓ガラスが割れ始めた。

- 1 0 : 3 6 5号の屋根が燃え始めた。
6号にも煙が充満した。
5号の屋根と2階が激しく燃えている。
- 3 7 1階の5号の壁が激しく燃え出した。
5号と6号の屋根が激しく燃えている。
- 3 8 2階の5号がますます激しく燃えている。
- 3 9 1階の6号に炎がまわり始めた。
2階の5号の屋根がかなり燃えている。
- 4 0 1階の5号の裏が激しく燃えている。
1階の4号の表が激しく燃え出した。
- 4 1 2階の5号の屋根が落ち出した。
- 4 2 " " ほとんど柱だけになった。
- 4 3 1階の4、5号で焼け落ちた物がかなり燃えている。
- 4 4 1階の6号の裏の方がわずかに燃えている。
- 4 5 2階の4号の屋根の柱が落ちた。
2階の6号が燃え出した。
- 4 6 2階の5号の屋根の柱が落ち出した。
- 4 7 1階の5号の裏側が激しく燃えた。
- 5 9 2階の6号の屋根から1.5 m位の炎噴出。
- 1 1 : 0 0 " が激しく燃えた。6号の左側に炎が見えた。
- 0 1 " の屋根が落ち始めた。
- 0 2 1階の6号が激しく燃えかなり焼け落ちてきた。
- 0 3 6号の左が大分激しく燃えてきた。
2階の6号の屋根からかなり焼け落ちた。
6号の屋根の炎が左端までに至った。
- 0 4 2階の6号の壁が倒れた。
- 0 5 6号の左側が2 m位延焼していた。
1階の6号が激しく燃えた。
- 0 6 2階の6号の裏側の壁が落ちた。
- 0 7 2階の6号の屋根の左端に1 m程の炎噴出。
煙は依然としてももの凄い。
- 0 8 2階の5号の屋根の一部と2階の6号の左側の壁が落ちた。

- 11:09 4、5号の屋根と壁がかなり落ちた。
- 11 3、4、5号の裏側の屋根の壁が落ちた。
- 12 2階の1号の屋根のトタンが落ちた。
- 13 2階の4号の " "
- 15 " " の木が落ちた。
- 16 6号の裏の方でガラスの割れる音がした。
- 17 2階の5号の屋根のトタンが落ちた。
- 18 6号の左側の延焼部分の火勢が衰えた。
- 2階の5、6号の屋根及び6号の壁が落ちた。
- 19 2階の4号の屋根のトタンが落ちてきた。
- 20 2階の6号の左側の壁が落ちた。
- 21 5号と6号の裏側の屋根が落ちた。
- 23 6号の裏側のトタンが落ちた。
- 24 1階の6号の中の壁が崩れた。
- 27 2階の6号の左が倒れかかった。
- 29 " の屋根のトタンが落ちてきた。



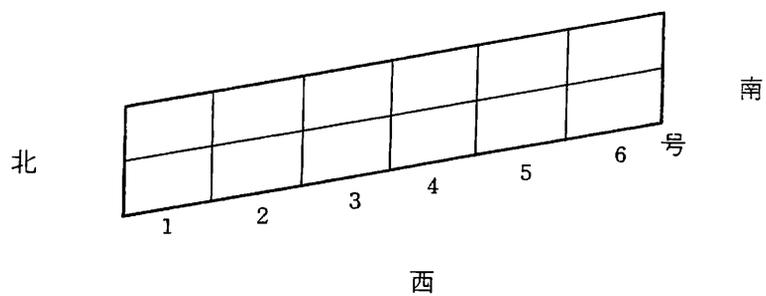
観測者 米沢隆也

- 9:30 点火。1、2階の窓から煙が出始めた。
- 32 2号2階から火が出始めた。3～4号から煙が出始めた。
家がほとんど煙に包まれた。
- 33 2号の屋根から火が出た(2m)。

- 9 : 3 4 火の向きが3号方向に移った。
- 3 5 2階の火の粉が1階の屋根に飛び落ちた。
- 3 6 屋根裏から煙が2、3、4号方向に進んだ。
- 3 7 4、5、6号が煙につつまれた。
- 1階屋根裏に火が見えた(2~3m位)。
- 3 9 火の勢いが強くなった。火は1~2号全域に広がった様子。
- 4 1 5、6号 煙が勢いよく出た。
- 4 2 3号1階の屋根から火が見えた。
- 4 4 4号の2階屋根から1m位の火が見えた。
- 4 5 4、5号の2階から火が見えた。
- 4~6号の火は風のため屋根一面に広がった。
- 4 7 部屋裏の煙が下方向に吹き出した。
- 4 8 1階の西方面から火が見え始めた。
- 4 9 5、6号の1階屋根が燃え出した。
- 5 0 北側の壁から煙が出た。
- 5 1 西側の屋根裏が燃え出した。
- 5 2 全ての2階から火が出た。
- 5 4 火の勢いが弱くなった。
- 5 6 6号の1階の窓から火が出た。
- 1 0 : 0 0 2階屋根の柱が落ち出した。
- 0 4 1号北側の壁からわずかに火が見え出した。
- 0 7 煙が西側に勢いよく出た。
- 1 1 屋根一面に出ていた火がおさまった。
- 1 5 1号北側より火が少し見えるだけ煙が少し見えた。 広さは小。
- 2 1 煙、火の勢いが強くなった。
- 屋根の西側、柱が全面に落ちた。
- 2 4 北側の壁が崩れた。
- 3 0 トタンがはげ始めた。
- 3 4 北側だけが勢いよく燃えていた。
- 3 5 1号を除いて他はくすぶり続けた。
- 4 5 北側が北方に崩れた。

観測地点 9から北に約4.5mの地点

東



第7表 各家屋の火災の観察記録

各棟の燃焼状況観察

観測者 福田 敏 維

着火 9時55分

9号

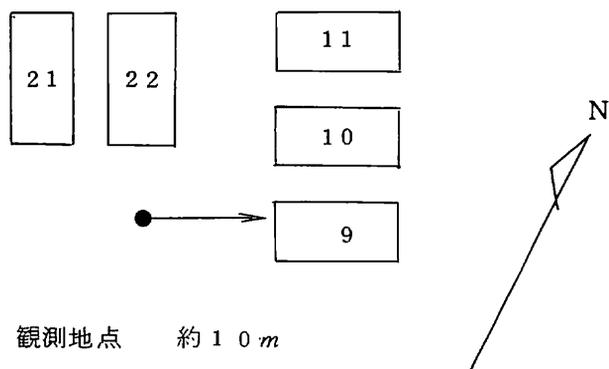
- 9 : 5 7 南側3番目の1階屋根から出火。
2階の窓から煙噴出。
- 10 : 0 4 12から延焼。
11 2階の屋根から煙噴出。
13 1階の窓に着火。
14 屋根の煙が黒っぽくなった。
19 屋根から火炎噴出。
21 窓から火炎噴出。
22 トタン3枚落下(屋根)。
24 1階の屋根約 $\frac{1}{3}$ が燃焼。
29 屋根に2mくらいの火炎噴出。
33 12から延焼の屋根が一部なくなった。
36 窓から出火。
39 トタンが滑り落ちた(屋根)。
41 //
47 2階のトタンが1枚はがれ落ちた。
49 ガラスにひびが入り少しずつ割れ落ちた。
50 屋根の一部が崩れてなくなりトタンが落ちた。
52 2階のトタンがたれ下がった。
54 トタンが落ち1階の屋根がぬけた。
55 2階の屋根が両端を残してなくなった。
1階は南側を残し柱になった。
59 南側のガラスの入った窓が落ちた。
- 11 : 0 0 一部柱が倒れた。
02 2階の真ん中の壁が倒れた。
07 南側と一部を残し倒壊。

10号

- 9:59 1階の南側の部屋の窓と屋根が燃焼。
- 10:05 2階の屋根着火。
- 08 一部骨組になる(2階)。
- 10 1階から炎が噴き出た。
屋根全部に火がついた。
- 11 炎の一部が屋根から2mぐらいになった。
- 13 窓が落ちた。
- 16 2階のトタンが落ちた。
- 19 1階と2階の柱が倒れ下にあった木材に延焼。
- 27 屋根のトタンがたれ下がった。
2階の柱が倒れた。
- 30 屋根のトタンが落下。
- 31 2階の柱、トタンが落下。
- 32 2階の屋根、柱が倒れてなくなった。
- 35 トタン1枚倒れた。
- 38 ほとんど骨組だけになった。

11号

- 10:01 1階と2階から出火(南側)。
- 13 炎が1階から2階へ吹き上がった。
- 28 2階の2本の柱が倒れた。
- 41 トタンが落ち、続けて柱が4、5本倒れた。



12号

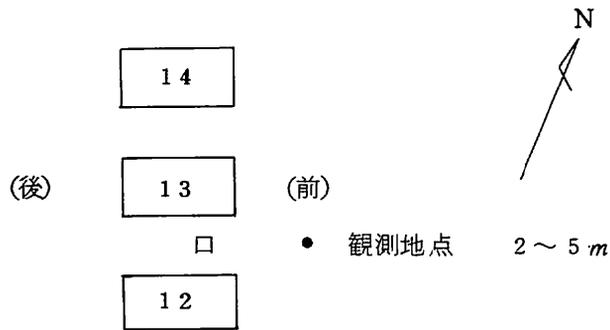
観測者 高橋康夫

- 9:56 後方から煙噴出。
58 屋根煙穴部分から火柱 1.5 m 噴出。
59 後方窓部分から火柱 5 m 噴出。
10:00 屋根から 5～6 m 火柱噴出。
01 1階屋根が完全燃焼し始めた。
04 前屋根燃え始めた（火柱は 2 m）。
05 全体の屋根が燃え始めた（火柱は 4～5 m）。
07 屋根完全燃焼状態
10 火柱、中央部分で 10 m。
2階の窓が崩れ始めた。
13 2階の部屋が中央から崩れ落ちた。
26 完全に燃え落ちた。
42 燃え焦げた柱が 4～5 本立っていた。
45 前側の物置に延焼。

13号

- 9:56 中央から煙噴出。
57 後方から煙噴出。
58 中央部出入口から火柱 2 m 噴出。
59 2階に引火。
10:01 後方の1階屋根が燃え始めた。
03 後方の1階屋根から 10～12 m の火柱噴出。
07 1階屋根全体燃焼状態。
12 1階2階の部屋の窓から火柱 10 m。
15 2階の窓、柱が崩れ落ちた。
16 前の方に火が移動した。
18 後方の屋根が崩れてきた。
後方から2番目の部屋の屋根が崩れた。
21 後方の1階の1～2の屋根が崩れた。
23 後方の1階の柱だけかなり燃えて崩れかけてきた。
24 中央部分が崩れた。
26 残りの屋根も崩れ落ちた。

- 10 : 28 通路用柱引火。
 40 物置の柱が崩れてきた。
 47 通路用の屋根が燃え始めた（屋根はほとんど柱だけ）。
 48 中央部に柱わずかトタン2枚。
 前は柱とわずかトタン3枚。



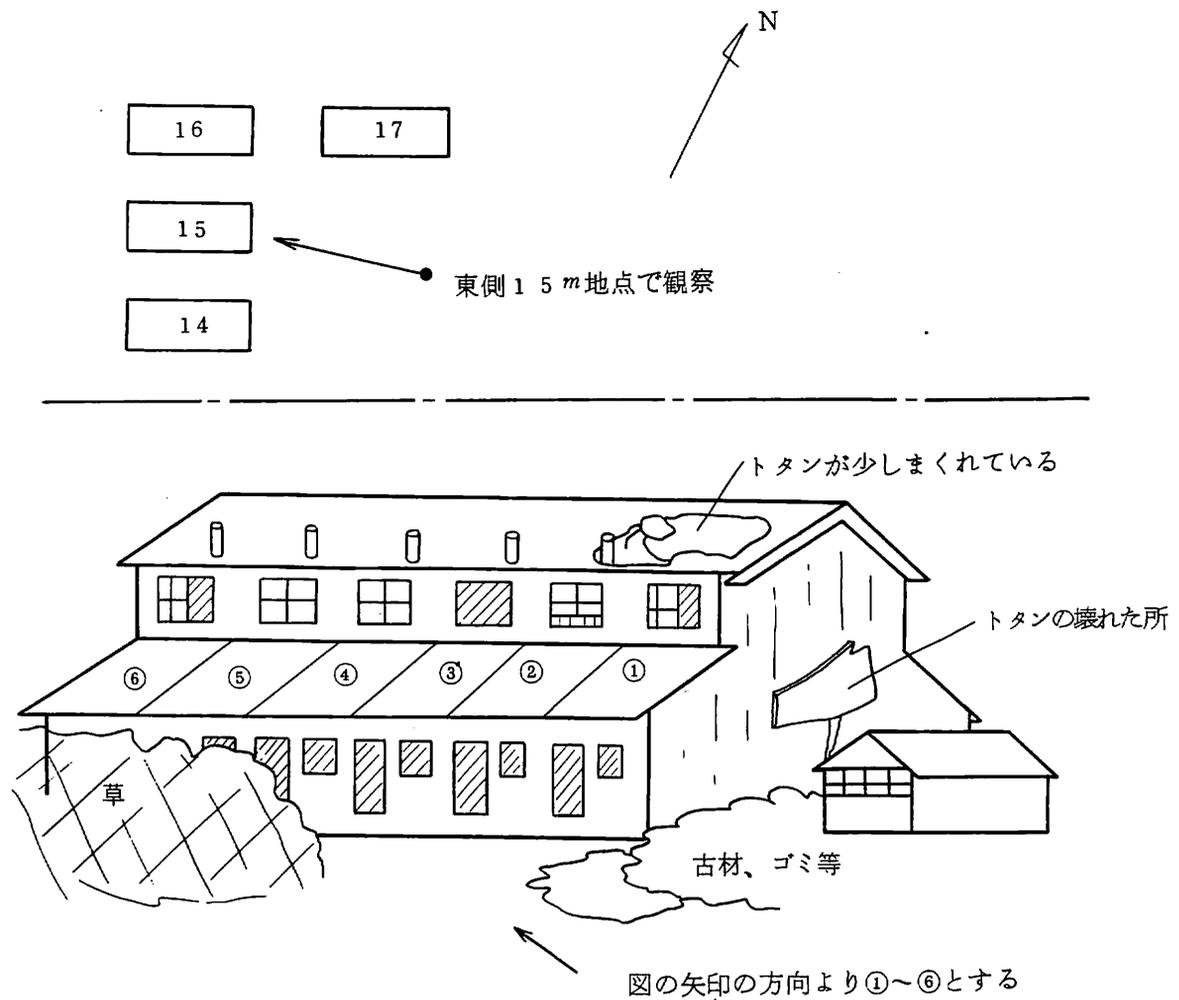
15号

観測者 東 館 繁 治

- 9 : 56 ③の1階から煙噴出、続いて2階から噴出。
 57 煙が濃くなる、2階③の窓から火が出た（長さ1m）。
 58 1階屋根のトタンのすき間から煙噴出。
 2階全部の窓から煙噴出。
 59 火は見えぬ煙だけ。
 10 : 00 1階③の窓のまわりの木燃焼、続いて2階③の窓のまわりの木も燃焼。
 01 ③の屋根から火が小さく出た。
 2階③の窓のまわりの木の一部分落ちた。
 02 煙が全体から濃く出た。
 03 白い煙が出た。
 04 " が多くなった。
 05 2階は白い煙が多く見えない。
 1階③の窓燃え続け、2階③の窓の上の屋根に引火。
 06 1階③の窓の火炎1m位。
 07 2階 " 1.5m。
 08 1階③の窓の炎が南に広がった。

- 1 0 : 0 8 1階③の屋根に小さい火が全体についた。
煙が多く2階は見えない。
- 0 9 ①②④⑤⑥の1階の窓からの煙は依然少ない。
- 1 0 1階③の窓の火、屋根をなめるように燃えた。
④の2階の窓から50cm位の火炎噴出。
- 1 1 2階③の上の屋根から火炎が大きく噴出(長さ3m)。
- 1 2 2階④の屋根にも引火、火炎の長さ2m。
- 1 3 煙濃くなり大きい中央の炎がわずかに見えた。
- 1 4 中央の火炎5m、依然煙濃く見えず。
- 1 7 ②③④の2階屋根は火炎が大きい。
④⑤の1階屋根に引火。
- 1 8 2階①の一番東よりの端から依然濃い煙噴出。
- 1 9 2階①の屋根の火炎2～3m。
煙で見えないうちに①～④の2階窓と③④の窓の上の屋根全体に引火。
- 2 0 2階①の窓の火炎の長さ1m位。
④⑤の2階の窓からも火炎が1m。
- 2 1 1階②の窓から火炎噴出、長さ0.5m。
- 2 2 2階③④の間のトタンブラブラ。
- 2 3 2階③の屋根落下。
- 2 4 2階の屋根全体に引火。
大きい火炎は④の上となり①も大きい。
- 2 5 1階③の屋根のトタンが落ちた。
- 2 6 ④の屋根が骨組だけになった。
- 2 7 2階①の火炎の長さ5～6m。
1階③の屋根が落ちた。
- 2 8 2階①の窓の木が1階の屋根に落ち燃え続けた。
- 2 9 2階④の屋根が落ちた。2階④のトタンブラブラ。
②の窓のまわりは燃えつくし骨組だけになった。トタンがブラブラ。
- 3 1 ①の火炎衰えず、東側、棟の横側の屋根の下から小さい火が噴出。
- 3 2 1階⑤の屋根に引火。
棟の中央部③④はほとんど燃えつくした。
- 3 3 2階⑤の屋根落下、続いて2階②の屋根も落下。

- 1 0 : 3 4 ①の屋根の東側 時々火の粉が落ちた。
3 5 2階②の柱がぐらついた。
3 6 2階⑥の屋根が窪んだ。
3 7 所々のトタン1～2枚ずつ落ちた。
3 8 2階②の柱が倒れた。
3 9 2階②の屋根のトタンが2枚落ちた。
4 0 2階①の屋根の東側の先端がぐらついた。
4 1 ②④の1階の屋根が落ちた。
4 2 2階⑥の屋根が崩れたが、柱は少し残った。
2階①の屋根が落ちた。
4 3 2階④の柱がぐらついた。
4 4 1階②の窓の木が南側に落ちる。
1階①の北側の屋根の上端に火炎が見えた。
4 5 1階②の窓付近の柱がぐらついた。
4 6 2階の屋根は全部なくなり、両側の東西のトタンが残っていた。
4 7 ①の東側、棟の横のトタンのない板のすき間から時々小さい火炎が噴出。
4 8 ②の窓の所の柱が2本倒れた。
4 9 2階⑥の横側のトタンが落ちた。④の柱1本倒れた。
5 0 ①の東側棟の横側のトタンのない所の板が燃えた。
①の中央部が落ちて東側のトタンが南へ傾いた。
5 1 ②の柱1本倒れた。
5 2 ⑥の南側、棟の横側の柱、トタンが落ちた。
5 3 ④⑤の柱が倒れた。
5 4 ①の東側、棟の横の2階のトタンが南へ倒れた。
5 5 ④⑤の柱が東側に2本倒れた。
5 6 ①の横側のトタンが2～3枚落ちた。
⑥の横側の柱が落ちた。
5 8 東西の両方1階が残り燃え続けた。
①の東側、棟の横のトタンが西側に2枚落ちた。
5 9 ①の窓の柱が1本倒れた。
1 1 : 0 0 ①の東側、棟の横の中央部のトタンが30cm位口を開く。
0 2 観察終了。



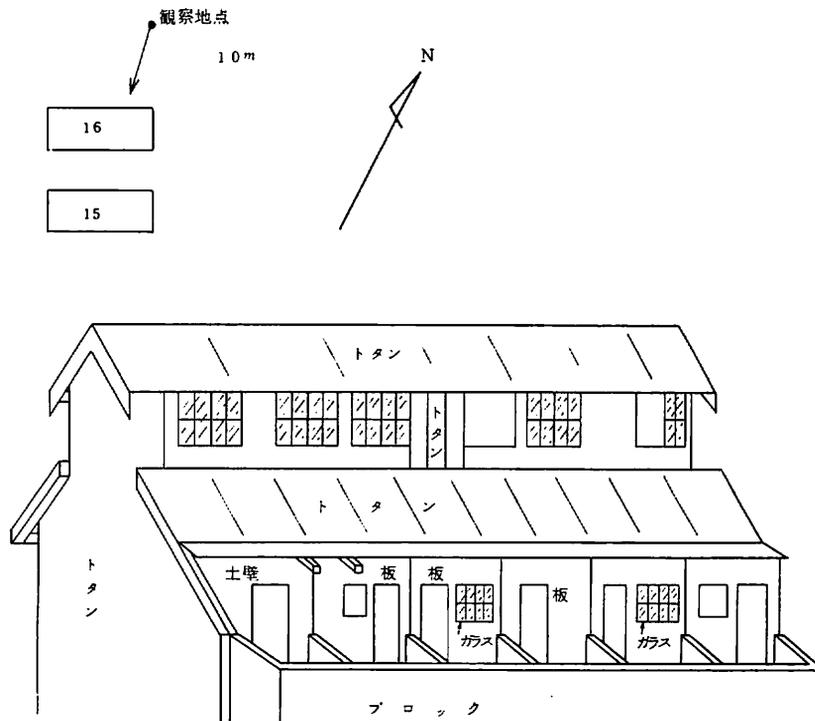
16号

観測者 及川政喜

- 9:55 左から3番目の1階屋根と2階の窓から煙噴出。
 56 左から3番目の煙で右側が全然見えない。
 57 左側2番目の2階の窓から煙噴出。
 2階の左から3番目の窓に火が見えた。
 1階の左から3番目の手前の入り口が燃焼。
 58 1階の左から3番目の手前の入り口に1m位の火炎。
 59 左から3番目の2階の窓と1階屋根から2m位の火炎噴出。
 10:00 2階の左2番目窓から煙噴出。
 01 左3番目の2階窓と1階屋根から4m位の火炎噴出。

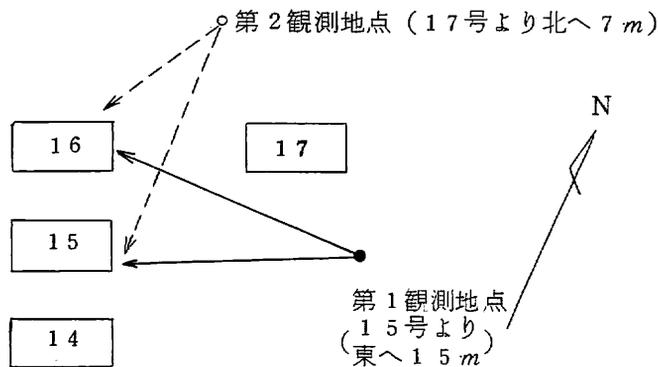
- 1 0 : 0 2 左 2 番目の 1 階から煙噴出。
左 3 番目の 1 階の部屋、床の方が燃焼。
- 0 3 左 3 番目の 1 階窓ガラス落下。
- 0 4 1 5 号の左側は 1 6 号の左側屋根より煙が多く噴出。
- 0 5 1 階左 3 番目の屋根落下。
- 0 6 2 階左側から 2 番目の部屋が燃焼。
- 0 7 2 階左側から 2 番目の窓から火炎が噴出。
- 0 8 1 階と 2 階の左 3 番目の屋根が骨組だけになった。
- 0 9 2 階右側 2 番目の屋根が燃焼。
- 1 0 2 階右側 2 番目の部屋と 1 階屋根から 5 m の炎。
- 1 3 1 5 号の左端が煙で見えない。
- 1 4 1 階の左 3 番目の屋根のトタンが落ちた。
2 階の左 3 番目の屋根が低くなった。
- 1 5 2 階の左側の部屋と 2 番目の部屋の間が燃焼。
- 1 6 2 階の左 2 番目の屋根が全般にわたり燃焼。
- 1 7 2 階の左 2 番目の窓から 5 m 位の火炎噴出。
1 階の 2 番目の部屋の中も燃焼。
- 1 8 2 階の右から 2 番目の屋根が燃焼。
- 1 9 2 階の左側の窓が煙で見えない。
2 階左から 3 番目が落ちた。
- 2 0 2 階左から 2 番目の屋根板が落ちかけた。
- 2 1 2 階左 2 番目のガラスが落ちた。
- 2 3 2 階左側の窓から火炎噴出。
- 2 4 2 階左側の屋根が燃え始めた。
2 階右側 2 番目の窓わくが落ちた。
- 2 5 2 階左 2 番目と右 3 番目の骨組が崩れ落ちた。
- 2 6 2 階左側端のガラスが落ちた。
- 2 7 1 5 号は右端の屋根まで燃えたが、1 6 号はまだ右 2 番目の 2 階の屋根まで。
- 2 8 2 階の右端の屋根が燃え始めた。
- 2 9 1 5 号の 2 階左端が燃えたが 1 6 号はまだ。
- 3 0 1 階左端の部屋が燃え始めた。
- 3 1 右端の 2 階は燃えているが、1 階の部屋は燃えていない。

- 10 : 32 1階右から2番目の手前の板壁が燃え始めた。
- 33 2階右端の屋根が全般にわたり燃え始めた。
- 34 2階左端部屋の屋根の右側が崩れ始めた。
- 35 2階右側2番目の屋根に残っていたトタンが落ちた。
- 36 1階右側の部屋の中が燃焼。
- 38 2階左端の部屋の屋根で左端の部分だけが残った。
- 40 右端の2階屋根から1階屋根にかけて盛んに燃焼。
2階は屋根板が崩れトタンが残った。
- 41 右端1階の屋根から3m位の火炎噴出。
- 42 右端2階の屋根が低くなり始めた。
- 45 右端2階の屋根が崩れた。
- 48 右端1階の屋根が骨組だけになった。
- 49 右端2階の南側の壁が落ちた。
- 50 左2番目の1階屋根のトタンが落ちた。
- 51 右端2階側面内側の左側が燃焼。
- 52 右端2階の屋根が落ち側面の壁が内側に斜になった。
- 56 右から2番目と1番目の間の部屋の1階の骨組が崩れた。
- 58 右側側面の壁全体が燃焼。



- 9:56 15号東より3部屋目1階より黒煙噴出。
 16号 " " " 炎出始めた。
- 58 15 " " 2階の窓より炎が見えた。
 16 " " " 炎出始めた。
- 59 15 " " " 西方へ黒煙噴出。
 16 " " " 炎1m。
- 10:00 15 " " " 西方へ白煙噴出。
 16 " " " 炎2m。
- 02 15 東より1部屋目の窓より白煙。
 16 東より3部屋目の窓より炎2~3m。
- 03 15 東より1部屋目の2階の煙で見えない。
 16 東より3部屋目の1階屋根から炎1m。
- 04 15 東より1部屋目の2階窓からの白煙で見えない。
 16 東より3部屋目の2階窓付近 炎2m。
- 05 15 東より3部屋目の1階窓より炎が少々噴出0.5m。
 16 " 3部屋目の2階窓と1階屋根より炎2~3m。
- 07 15 " 3部屋目の2階と1階窓より炎1m。
 16 " 2部屋目の2階窓より炎1m。
- 08 15 " 3部屋目の1階窓より炎1m。
 16 " 4部屋目の2階窓より炎1m。
- 09 15 " 1部屋目の2階窓よりの白煙で見えない。
 16 " 2部屋目と3部屋目の2階窓より炎2~3m。
- 10 16 " 2部屋目と3部屋目と4部屋目の2階窓より炎2~3m。
 東より2、3、4部屋目の1階屋根より炎噴出。
- 12 15 " 3部屋目の1階窓より炎1m。
 " " 2階窓より炎と黒煙2~3m。
 16 " " 2階窓の上部くずれた。
- 13 15 " 2部屋目の2階の窓より炎3m。
- 14 15 " 1部屋目の2階の屋根炎1m。
 16 " 2部屋目の2階窓の上方(屋根の部分) 炎1m。
- 16 16 " 2部屋目の2階屋根炎1m。

- 1 0 : 1 6 1 5号東より 1 部屋目の 2 階窓からの煙で見えない。
- 1 7 1 5 " 3 部屋目の 1 階窓の上方の屋根炎 1 m。
- 1 6 " 2 部屋目の 2 階の窓の上方の屋根部分の骨組みが見えた。
- 2 0 1 6 " 2、3 部屋目の 2 階の屋根の骨組が見えた。
- 2 1 1 5 " 1 部屋目の 2 階窓の炎 1 m。
- 2 3 1 5 " 1 部屋目の 2 階窓の炎 2 m。
- " " 2 階屋根の炎 1.5 m。
- 1 6 " 2 部屋目と 3 部屋目の 2 階境目なし。
- 2 5 1 5 " " の 1 階窓の横に炎 1 m。
- 2 6 1 5 " 1 部屋目の 2 階の窓の上方の屋根の炎 2 m。
- 1 6 " " " 下の屋根の炎 0.5 m。
- 2 7 1 5 " 3、4 部屋間の 2 階のトタンが 2 枚落ちた。
- 2 8 1 5 " 1 部屋目の 2 階窓と屋根の炎 2 m。
- 1 6 " " と 2 部屋目の 2 階窓の境のトタンが落ちた。
- 3 0 1 5 " 1 部屋目の 2 階窓と屋根の炎 2 ~ 3 m。
- 1 7 号の北側 7 m へ移動して観測。
- 4 2 1 5 号左端の部屋の 2 階の骨組くずれた。
- 1 6 号 " はトタン数枚と骨組になった。
- 5 0 1 5 号 2 階はほとんどなく柱の骨組が西側に数本残った。
- 1 6 " 2 階の両側面と両側の屋根が少し残った。
- 5 4 1 5 " 東側 2 階の側面のトタンが倒れた。
- 1 6 " 東側側面のトタンと屋根が少し残った。
- " 西側側面の壁炎 1 m。
- 5 6 1 5 " ほとんどくずれた。西側の骨組が少し残る。
- 1 6 " 西側より 2 部屋目の骨組がくずれた。



21号

観測者 伊藤 弘

9:56 煙のため見えず。

10:05 2階全体から火炎噴出。

10 煙のため見えず。

15 北側を残してくずれ落ちた。

18 北側もくずれ落ちた。

22号

9:56 煙のため見えず。

10:05 中ごろを残して火炎が噴出した。

17 南側1棟めの屋根がくずれ落ちた。

19 2棟めの屋根もくずれ落ちた。

20 北側2棟がくずれ落ちた。

25 屋根が少しずつくずれた。

45 柱を残してほとんどくずれ落ちた。

23号

9:56 煙のため見えず。

10:00 全体が炎に包まれた。

19 全体がくずれ落ちた。

24号

9:56 煙のため見えず。

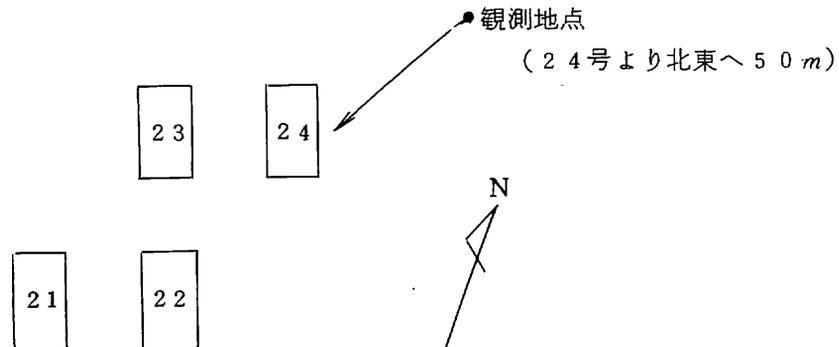
10:00 中頃より炎が見えた。

13 南側の炎が強まった。

21 北側くずれ落ちた。

30 南側3棟めを残して2階が全部くずれ落ちた。

50 1階の1棟を残してほとんどくずれ落ちた。



25号転倒状況（南西側から見て）

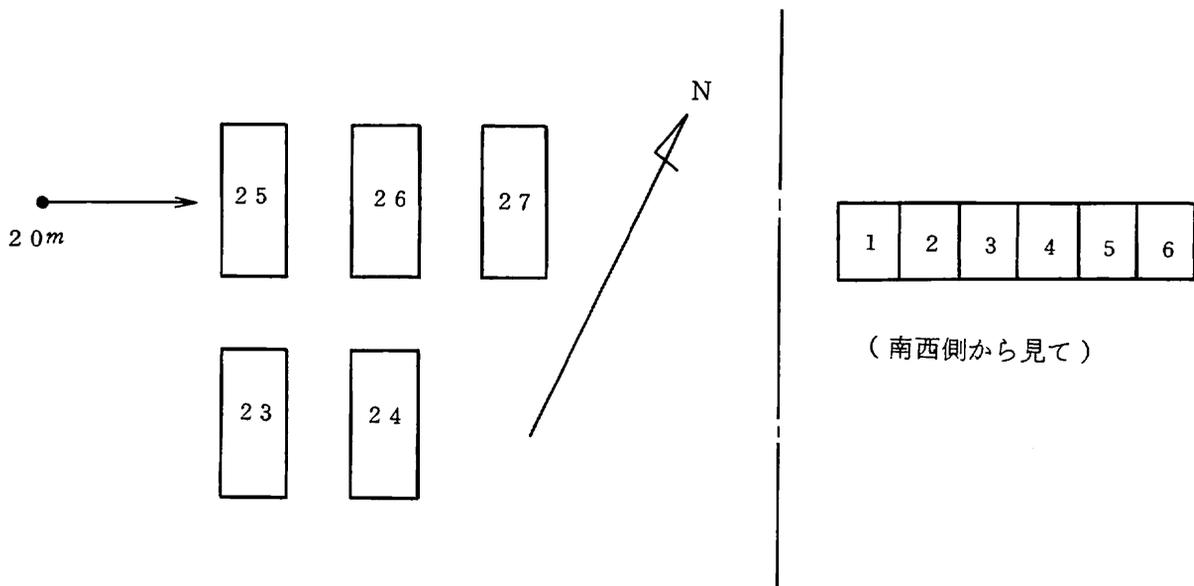
- ① 1、2、6の転倒が激しい（1、6は形なく転倒している）。
- ② 2階、柱が残っていて家らしき形が残っているのは、3、4、5。1階は全て転倒している。
- ③ ガラス戸及びガラスは全てなし。
- ④ 屋根のトタンは半分なし、残りはボロボロである。

燃焼状況

- 9：56 火は点火点から勢い良く上へ。
- 57 点火（4、6）の屋根から煙噴出し始めた（1m）。
煙は白から黒に変わった。
- 58 煙は屋根全体に広がった。
- 59 煙のため観測不可能、一時待機。
- 10：05 黒い煙がものすごい勢いで噴出。
東の方へ火が移った。東側から2m位の勢いで火炎噴出。
- 06 6は全体が火につつまれた。火は西の方へ流れた。
- 08 4～6は全て火につつまれた。
1～2の方から煙が出た。
- 09 4、6の屋根がくずれた。
- 10 火の勢いが強くなった。1階の火は吸い込まれるように上の方へ。
- 11 炎は西の方へ勢いはますます強くなった。
- 12 4、6は柱が倒れた。4、6の屋根が燃え落ちた。
- 13 1、3の所で煙がものすごい勢いである。
- 14 炎が強くなったり弱くなったりした。
- 15 炎はしだいに2～1の方へ進んだ。
- 16 煙が1の屋根裏から出た。煙が白から黒に変わった。
- 18 2の屋根から火が出た。火は屋根を2～1の方へ走った。
- 19 1～2の中に火が入った。
- 21 2の屋根から火が2m位噴出。
火は2～1の屋根へ移った。
- 22 火は屋根を走って完全に1に移った。
- 23 1の火の勢いが強い。
- 26 屋根の柱が燃え尽きて下に落ち出した。

- 10:27 火は1～6全体に移り燃え出した。
- 29 1階の転倒していた部分の燃えぐあいでは火が強くなったり弱くなったりした。
- 31 4の炎は下火になった。6、1、2はさかんに燃えた。
- 32 トタンが紙のように火を包んでいた。
- 34 1の北壁が南の方へ燃え落ちた。
- 35 全体的に下火になった。
- 36 2階の柱は残っていた1を含めて全て落ち、火はトタンの間から出ている。
- 41 1の壁が南側に倒れた。これをもって2階の柱その他のものが全て一面になった。
- 42 炎は北、南の方向へ回り始めた。
- 43 炎は倒壊した東へ進み燃えていた。
- 1、4の部分で2m位の炎が見えた。
- 46 火はトタンの下で燃えている状態である。
- 51 火は下火になった。

25号 観測地点 南西側 約20mの地点
 点火場所 4、6



屋根 1階の屋根のトタンは7割程度破損して、ない。

その間から屋根板がまばらに見える。

2階の屋根の中央部（東北側）トタンが2坪程度ない。

2階の屋根の西側のトタンはほとんど破損していない。

外壁 板張り及びフミトタン

軒天井はトタンで張っている所が少々（全体の3.5割程度）あるが、ほとんど破損していない。

内部 天井は2階の床の板張のまま。

（1階）壁 土壁及びプラスター仕上、板張

床 松板 4分の厚さ

戸 内部の部屋の間切は障子、押入のふすま戸

階段室 真壁のプラスター仕上

天井、床は板張

（2階）押入1つ、8帖間1つ

天井 舟底天井 板張

壁 プラスター仕上

床 タタミ

燃焼状況

9：58 26号に着火ののち、南側、西側に着火。

黒煙が平屋の部分からで、火の勢いが激しい。

10：00 煙で建物が見えなくなった。

02 平屋の柱、屋根に火が移った。黒煙が上空に舞い上がった。平屋の屋根が5割程度燃えた。

03 平屋の屋根から2階の外壁、軒天井に火が移った。

04 2階の屋根が燃え始めた。

中央部の屋根に炎が舞い上がり黒煙を出した。

05 黒煙から灰白色の煙となった。

北西側の屋根にも火が移り黒煙を上げた。

06 1階の中央部にほとんど火がまわり倒れそうだ。

08 灰白色の煙が8号の方へ空高く舞い上がった。

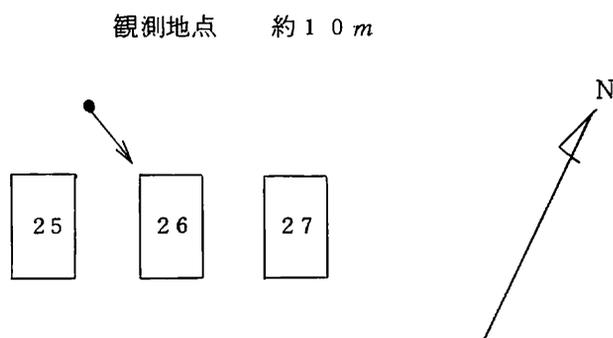
10 2階の屋根の7割近くが燃えた。

1階の屋根が落下、西側の外壁の8割近くが燃えた。

南側の方はほとんど火がまわった。

- 10:12 北側の屋根からも盛んに煙が噴出し、火が少し見えた。
- 14 煙の色は灰白色である。
24号にも延焼し5割程度燃えていた(24号でも点火したのでやや不明確)。
建物全体の8割程度が火につつまれた。
- 15 内の造作物が倒れ落ちた。
煙はあまり出なくなり、火の勢いが激しくなり屋根からは炎が2~3m程度の高さまで来た。
- 16 1階の屋根は5割程度崩れ落ちた。
- 18 北側のナミトタンの外壁はまだ残っている(現形どおり)。
炎の高さが5~7m程度に達した。
- 20 北東側の1階屋はまだ燃えていないが、あと少しで燃えそうである。
- 22 南側の方は柱などのまわりが燃え、火の勢いがややおさまった。
南側の屋根が落下、それと共に一瞬黒煙を上げた。
- 24 建物の約半分が崩れ落ちた。
- 25 北側の屋根の火の勢いはあまり強くないが全体的に燃えている。黒色の煙と灰白色の煙が混っている。
- 26 北側の2階・1階の屋根がパチパチ音を立てて少しずつ燃えている。
- 28 北東側の1階の屋根の半分はまだ燃えていない。
- 30 北西のはり間が盛んに燃えている。
なおナミトタンの外壁は現形どおり。
- 32 北西側の1階の部屋が盛んに燃えている。
- 34 2階の屋根の火の勢いが8割程度おさまった。
- 35 2階の屋根からタルキが落下。
- 36 北東側から北側付近の1階の屋根の燃えが弱く1~2割。
- 38 北側に張ってある26と書いた看板に引火。
- 39 北側から4間目の2階の屋根が落下。
- 40 2階の屋根が落下し黒煙を上げた。なお黒煙はすぐにおさまった。
- 42 残っているのは北側のはり間1間と5間の梁間、北北東の1階の屋根の一部分だけ。
- 43 北西側の2階の屋根が落ちた。
- 44 北側の1階の屋根からトタンが1枚落ちた。
- 46 北側の1階の屋根及び下の方は4割程度燃えあとはまだ燃えずに残っている。
- 48 灰白色の煙噴出。残っている柱は倒れかかった。

- 10 : 49 西側の下で（柱2階もち等）が盛んに燃えている。
- 50 北側の外壁（ナミトタン）は倒れる寸前であるが、まだ倒れない。
- 52 北側の26と書いた看板はあたりの部分が少し燃えただけで残っている。
- 53 北側の外壁は音をたてていきなり崩れ落ちた。
- 54 倒れた後白い煙が噴出。
- 55 建物の8～9割程度が焼け落ちた。
- 56 東と西側の中間が盛んに燃えている。
- 58 全体的に火の勢いが弱まってきた。
黒みがかった黄色い煙が瞬間的に出てすぐ消えた。
- 59 北東部の外壁が黒い煙を出して燃えている。
- 11 : 00 北東付近で倒れ落ちた物が音をたてて燃えている。
- 11 燃えている所の煙は灰色であるが上に上がる程煙が黒くなった。
- 12 燃えている所は全体の2割程度。



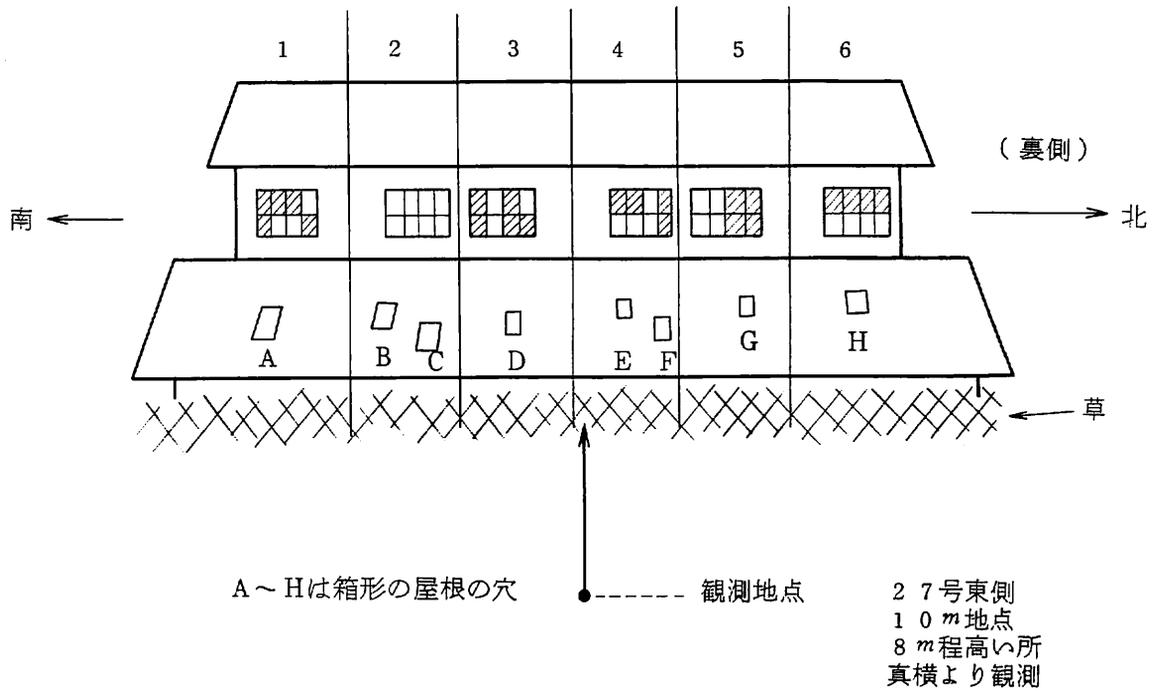
27号

観測者 藤原幸男

- 9 : 56 2階1の窓から煙が出てきた。
- 57 4、5、6の窓から煙が出てきた。
- 58 1の箱穴よりわずかに炎が見えた。
- 59 6のガラスがわれて炎が噴出。
- 10 : 00 1と6の窓付近の屋根が燃え出した。
- 1、5、6の屋根と窓より1m程の炎が噴出。
- 01 5の窓ガラスがわれた。
- 02 6の表側の屋根より5m程の炎が上がった。
- 1、5の表側の屋根からも3m程の炎が上がった。

- 10:04 1、5、6の2階の部分と1、6の1階の中が激しく燃えている。
- 05 A・Hより風が吸い込まれて表側に燃えている。
- 06 5の窓ガラスが完全にこわれた。
- 07 3の2階に2m程の炎があがった。
- 09 1、6の表側の屋根の骨組が落ち始めた。
- 10 炎が4、5の屋根に上がった(1m)。
- 11 5と6の間のしきりがなくなっていた。
2の屋根より約2mの炎が上がった。
- 13 1と6の屋根がほとんどトタンと骨組だけになった。
1～6の全てに炎がまわった。
- 14 5が激しく燃えている。
- 16 1と6の裏側の屋根が落ちそうになっている。
- 17 1の屋根が落下、続いて6の屋根が落下。
5の屋根も6に引っぱられるようにして落下。
- 19 2、3、4が激しく燃え出した。屋根より4m程の炎が噴出。
- 20 5と6の落ちた所が激しく燃えている。
右脇にあった小屋らしき物に引火。
- 23 2の中の炎がおとろえた。
1の柱が倒れ始めた。
- 24 3と4の窓わくがなくなった。
- 25 1の壁が崩れ屋根が落ちた。
- 26 4の屋根が落ち始めた。
- 28 4の表の方が崩れ出した。4の屋根が半分落ちた。
- 29 6の柱が倒れ残っていたトタンが落ちた。
- 30 2、4、5の屋根が落ちてきた。
- 31 2と3の間が激しく燃え出した。
- 32 5の残っていたトタンが落ちた。
- 33 4、5の屋根が落下。
- 34 4の2階の柱が倒れた。
- 35 右端の小屋が激しく燃え始めた。
- 37 2と3の裏側の所が一部残っているだけで屋根はほとんど落ちてしまった。
- 39 2と3の屋根が落ち始めた。

- 10:40 4の所の裏側で残っていたトタンが落下。
- 41 3の屋根が落ちた。
- 42 2の屋根が落ち始めた。6の所の柱が倒れトタンが落ちた。
- 45 3の屋根がほとんど落ちた。
- 46 6の右にあった小屋がほとんど焼けた。
- 49 2の屋根が少しずつ落ちている。
- 50 2の裏側の屋根が激しく燃えている。
2の屋根が落下。
- 55 4の所の柱にひっかかっていたトタンが落ちた。
- 11:00 2の所をわずかに残してほとんどが落ち柱も倒れている。



市街地火災の延焼性状等に関する実験協力

岩手県消防学校事務分担表

S 4 9. 8. 2 8 ~ 2 9

班 係 別		人員	1号室	2号室	3号室	4号室	5号室	6号室	7号室	8号室	
1. 受以外 等の係 験13 班名	(1) 受付班 (庶務関係を含む)	5	渋谷愛一郎	新沼公明	石崎信彦		柳本繁男			萩生田正彦	
	(2) 警備班	3	高橋 修	柏崎英美				佐藤勇男			
	(3) 救護班	3				へり観測	助手		佐藤昇造 本田重信 濱手貞利		
	(4) 広報班	2			田家正明 清川育宣						
2 実 験 班 関 係 51 名	(A) 風率 向等 の 風測 速定 、 含 水	(1) 発煙筒および模型火災の点火と煙の観察記録および撮影	5		野崎益弘	小原 司	永田勤一		新山文雄	觸沢 正身	
		(2) 火災と地形による風向、風速の変化の測定と記録、整理 測定位置の実測	7	薄衣健二		和山康弘	藤田 茂 吉見政志	佐藤健裕 高橋淳美			佐々木 誠
		(3) 木材の含水率の実測と整理	2		菊地 勝						鎌田 祥
	(B) 飛 火 測 定	(1) 測定位置の実測 ビニール・シートの配布、回収 飛火の分布とその直径についてのビニール・シートのデータ整理	4	朴沢正男 上川富久 川崎光則 長畑隆史							
		(2) 重い飛火の分布と重量、位置の実測 直接測定による飛火のデータ整理 大きい飛火の写真撮影	4		福田敏維	高橋康夫 伊藤 弘					
	(C) 温 度 ・ 輻 射 測 定	(1) 熱電対の配線と回収	4		山崎定昌		高橋利広	中村優介		中村 豊	
		(2) テンプ・プレートのついたベニア板の配布、回収、記録整理	4				菅原正司 島山孝悦		三浦則夫 山崎光彦		
		(3) サーモ・ペイントの観察、記録、整理	4			堀野利雄			猪股義徳 水野幸三		佐藤公也
		(4) 記録計の作動と温度変化のデータ整理 輻射計の設置場所の実測と取付、回収 輻射計の指示値の読取、記録、整理	5		高橋 弘			小田島昭次		藤原宗男 猪又康洋	高橋主夫
	(D) 延 焼 状 況 の 観 察	(1) 各棟毎の延焼状況の観察記録	6	菅原義美			米沢隆也	東館繁治 及川政喜	藤原幸男		岩淵信光
(2) 全家屋の延焼状況の観察記録		2					橋本信孝		湊 盛海		
(3) 全家屋についての同時延焼線図の作成		2		玉川康平		佐々木徳喜					
(4) 8ミリによる煙と炎の観測撮影		2						菅原祥二	橋 正美		

注 氏名のアンダーラインの者は、長とする。

第 3 章 火災上空の放射照度と温度測定

3 火災上空の放射照度と温度測定

目 次

まえがき	101
3-1 測定方法	101
3-1-1 放射照度と温度	101
3-1-2 ヘリコプターの高度	102
3-2 測定結果	105
3-2-1 放射照度と温度	105
3-2-2 ヘリコプターの高度	109
3-3 考察	110

3 火災上空の放射照度と温度測定

まえがき

航空機（主にヘリコプター）が火災上空を消防活動のために飛行する場合、種々の影響が考えられるが、ここでは火災による上昇熱気流の影響について、その資料を得るために火災上空の放射照度と温度をヘリコプターに測定器を吊り下げて飛行することによって測定した。実火災規模の実験の場合、火災側面での放射照度、温度等の測定は行なわれるが、従来高所の場合はポールを建て、それに測定器を取付けて測定する等の方法がとられていた。しかしこの方法では測定できる高さに限度がある。そこで本実験では初めての試みとして以下で述べる方法でヘリコプターを使って測定した。またヘリコプターの高度は地上2地点から三角法により測定した。

3-1 測定方法

3-1-1 放射照度と温度

ヘリコプターに図1に示すような約81mの測定索を吊り下げ、火災上空を低速、または停止飛行して放射照度と温度を測定した。

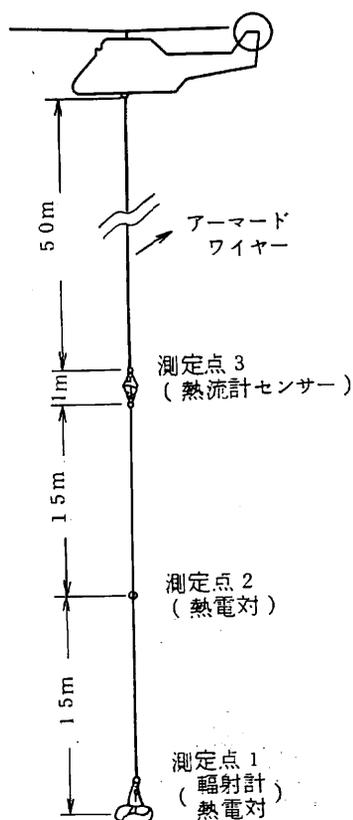


図1 ヘリコプター機体下に吊り下げられた測定器とその位置

各測定点は図1のように決めて、ヘリコプター基地で測定索に熱流センサー（ここでは放射照度と温度を同時に測定できるように使用している。）、ふく射計、熱電対を設置した。これを機内に設置した記録計、指示計器に接続して同乗した測定員が記録した。吊り下げ作業はヘリコプター基地で行なわれ、実験場に向った。現場上空ではパイロットと地上誘導員との無線連絡により高度と位置を変えて測定を行なった。

使用器材

- イ) ふく射計：東京精工、RE-2型
- ロ) 熱電対：C・A、 ϕ 0.3 mm
- ハ) 熱流計：昭和電工、HFM-300型
- ニ) 携帯用指示電圧計：横河電機、12 mVフルスケール
- ホ) 高感度記録計：東亜電波、EPR-2TD
- ヘ) 吊り索：アーマードワイヤー、 ϕ 4.5 mm
- ト) ヘリコプター：東消所属、SA-300型

3-1-2 ヘリコプターの高度

ヘリコプターの高度は写真1に示すような装置で三角法により測定した。

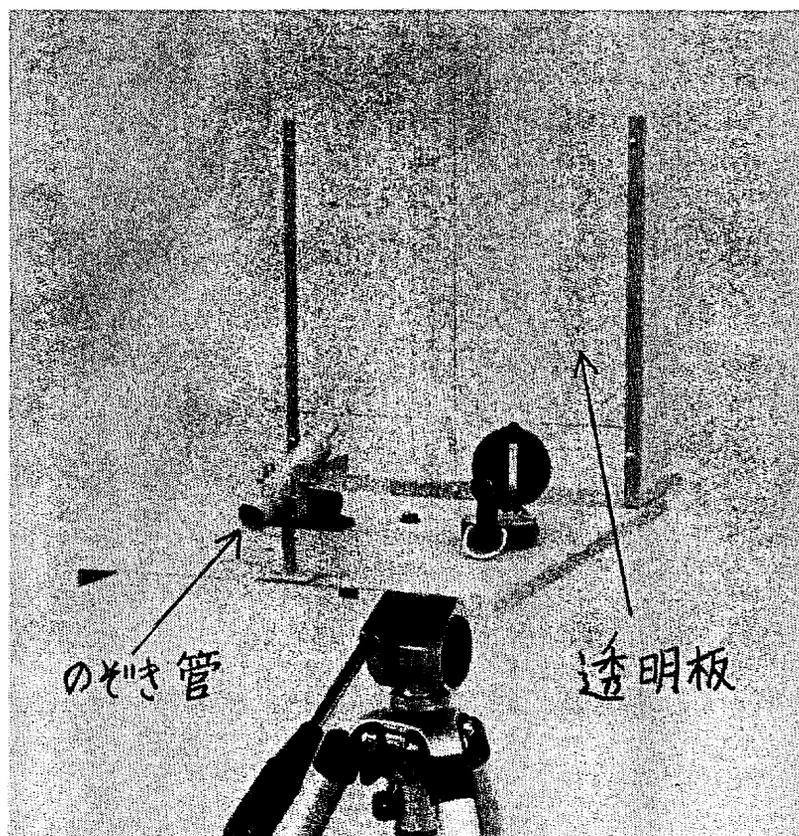


写真1 高度測定装置

図2に実験場と高度観測装置の位置関係を示す。

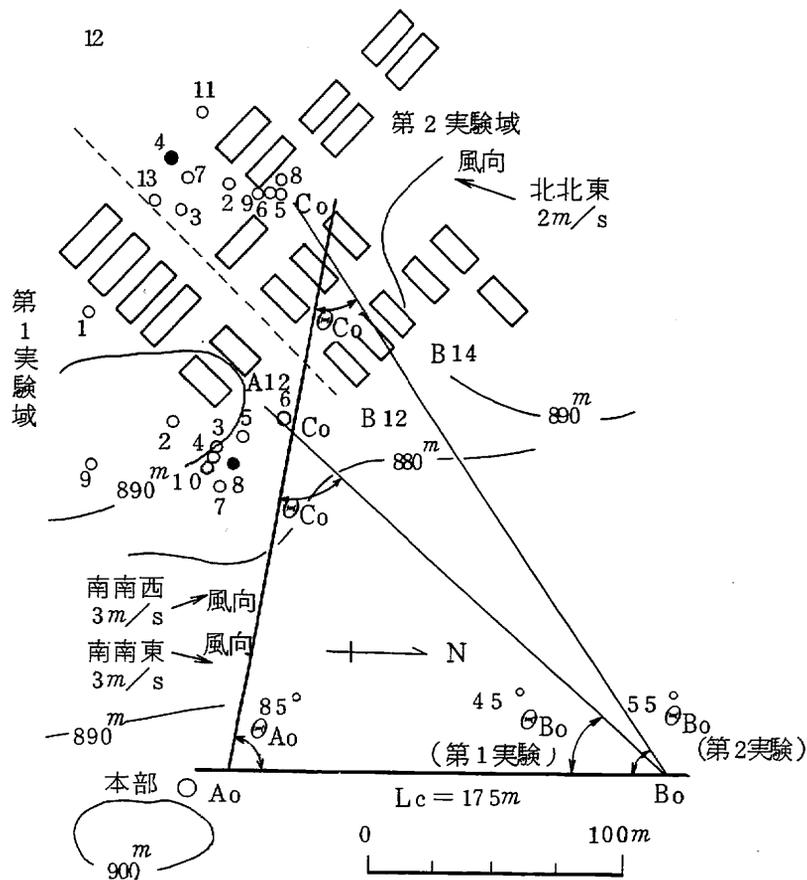


図2 実験場とヘリコプター高度測定装置設置位置 (A o , B o)

図3に示すように二観測点(Ao・Bo)から同時刻に「のぞき管」を通して位置を観測し、その位置を透明板にマーク(MARKED POINT)する。例えば図4に於て、Bo観測点からMARKED POINTの位置にヘリコプターが観測されたとすれば、この点からXB, YBの値が読み取れ、これらの値のうちのXBと既定値(300mm:のぞき管と透明板の距離)からZ、theta_Bxが算出できる。ここでtheta_Bxは図4に示すように、あらかじめヘリコプター飛行予定地域(火災実験上空)を観測できるように測定装置を設置したときの装置と水平面上の基三角形(図1.2.3の△AoBoCo)と実際にヘリコプターを観測したときに得られる新三角形(図3.4の△AoBoC1)との変位角である。基三角形は装置を設置したときに図2に示すようにLc, theta_Ao, theta_Boを実測してその値を求めているので、これらの値からAoCo(=Lc・sin theta_Bo/sin theta_Co), BoCo, LCoを求めることができる。theta_Ao±theta_Ax, theta_Bo±theta_Bxがヘリコプターの飛行によって得られた、装置と水平面上にある新三角形のAo, Bo観測点での角度である。この角の値からAoC1(Ao観測点から飛行中のヘリコプターまでの水平距離)、BoC1さらにこれらの値とYA, YB(図4)から求めたtheta_AY, theta_BYの値からヘリコプターの高度H(tan theta_BY = H_B / BoC1 or tan theta_AY = H_A / AoC1)を求めることができる。

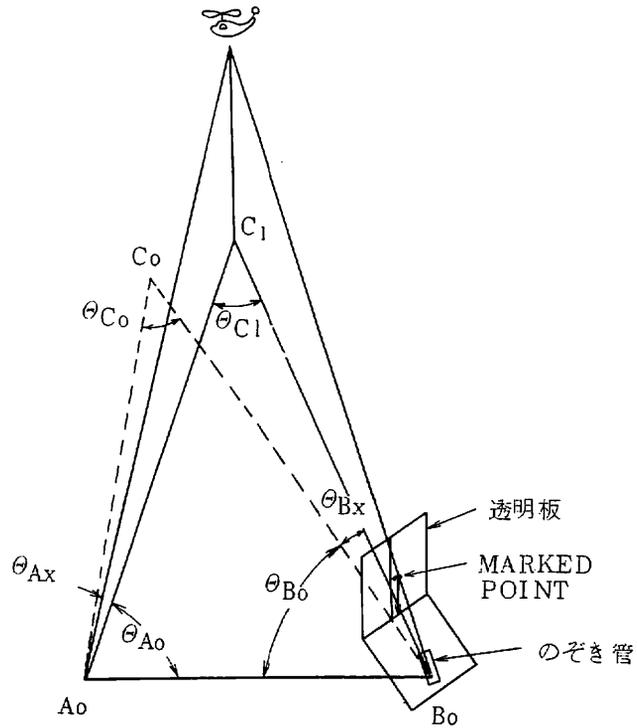


図3 高度測定装置とヘリコプターとの関係

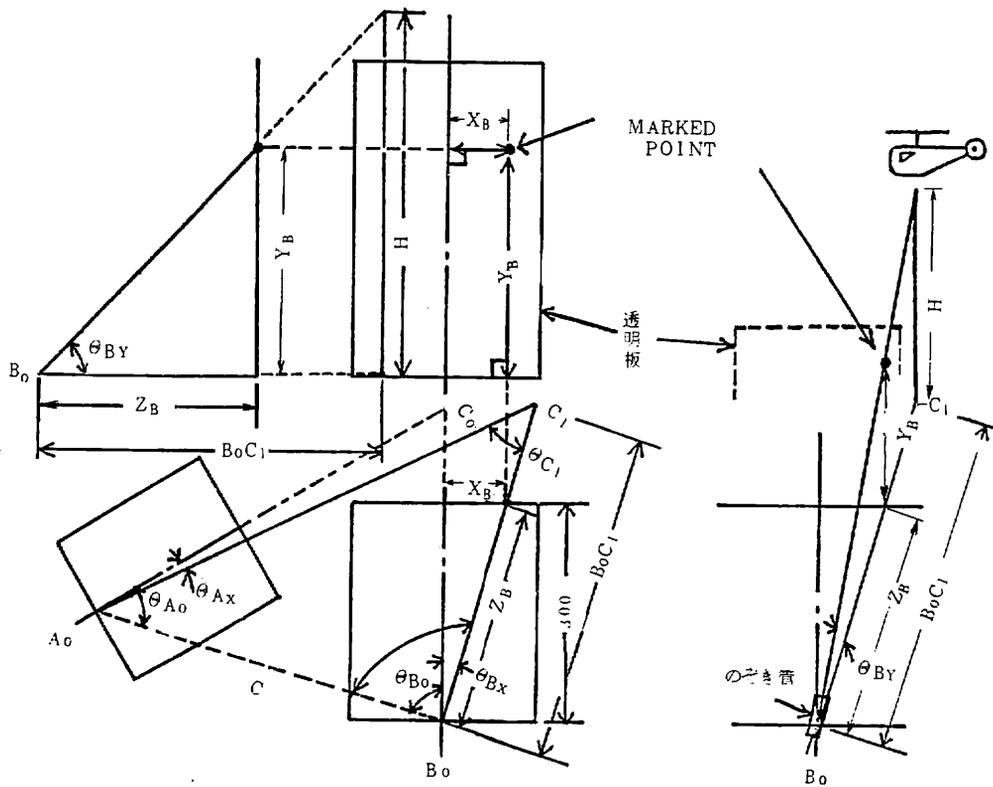


図4 MARKED POINTと各長さ、角度の関係

3-2 測定結果

3-2-1 放射照度と温度

第1日目の実験は10時0分から測定を開始したが、10時20分に濃霧が発生しヘリコプターの飛行が不可能になって緊急退避するまでの測定を行なった。この退避に当って測定索を上空でヘリコプターから切り離れたが、接地の際の若干の衝撃により断線異常を生じたが当日の実験後チェックでは異常を示さず発見し得なかった。測定結果を表1、図5に示す。

表1 各測定点の測定時刻と放射照度、温度の関係(第1実験)

測定点 時間	1		2	3		測定点 時間	1		2	3	
	放射照度 kcal/m ² h	温度 ℃	温度 ℃	放射照度 kcal/m ² h	温度 ℃		放射照度 kcal/m ² h	温度 ℃	温度 ℃	放射照度 kcal/m ² h	温度 ℃
10:00		15				10:11	684.8	30	30	165	19
:01	60.9			30	15	:12	799.0	40	27	140	19
:02	91.3			46	15	:13	342.4	44		200	19
: "	152.2			56	15	: "	380.4			225	19
:03	296.8			150	16	:14	913.1			175	19
:04	456.5			130	17	:15	608.7			150	19
: "	608.7			130	16	: "	684.8			250	19
:05	593.5			165	17	:16	760.9			160	19
: "	684.8			135	17	:17	875.0	40		170	19
:06		24				:					
:07	243.5			175	18	:					
:08		38	30			:					
:09	38.0	30	30	155	18	:					
: "	38.0			80	18	:					
:10	760.9	25	30	155	18	:					
: "	684.8			290	20	:					

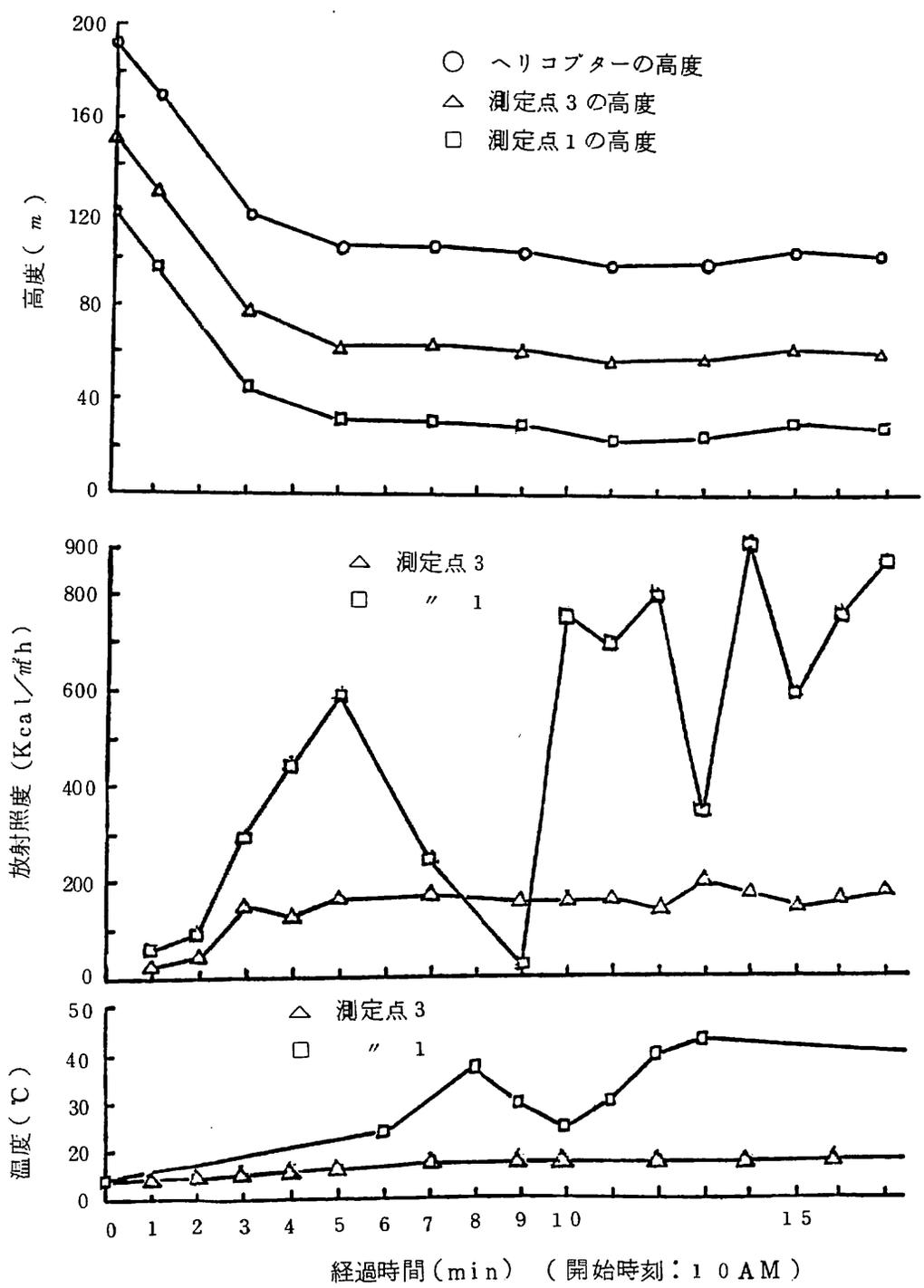


図5 経過時間に対するヘリコプターの高度、放射照度、温度の関係(第1実験)

表2 各測定点の測定時刻と放射照度、温度の関係(第2実験)

測定点 時間	1		2	3		測定点 時間	1		2	3	
	放射照度 Kcal/m ² h	温度 ℃	温度 ℃	放射照度 Kcal/m ² h	温度 ℃		放射照度 Kcal/m ² h	温度 ℃	温度 ℃	放射照度 Kcal/m ² h	温度 ℃
10:03			13			10:14		127	10		
:05	228.5		3		22	:14:30	スケールオーバー	150	32		36
:06			3			:15		76	10		36
:07	571.2		3		22	:15:30		164	48		
:08	スケールオーバー		75		26	:16	スケールオーバー	64	47		37
:08:20	#				28	:16:20		115			
:09	#		8		29	:16:50		98			
:09:30	82.4		40		30	:17	スケールオーバー	83	50		
:10	60.7		60		30	:17:30	#		65		39
:10:30	スケールオーバー		91		31.5	:17:50	381.7	74			40
:11	#		5		35	:18	496.0	50	3		34
:11:30	#				34	:18:30	321.0		30		32
:12	#		10		36	:19		10			
:12:30			100		36	:21:30	マイナス表示				
:13			8								
:13:30	スケールオーバー		103		36						

(注) スケールオーバーは

914Kcal/m²h以上を示す

第2日目はヘリコプター基地で前日と同様各測定器を設置、チェックしたが吊り上げ直前に熱流計センサーの放射照度測定部が故障して測定不能となった。測定は10時3分に開始した。測定結果を表2、図6に示す。なおスケールオーバーの表示は測定器を準備する段階で感度の選定が不適当であったために生じた結果である。

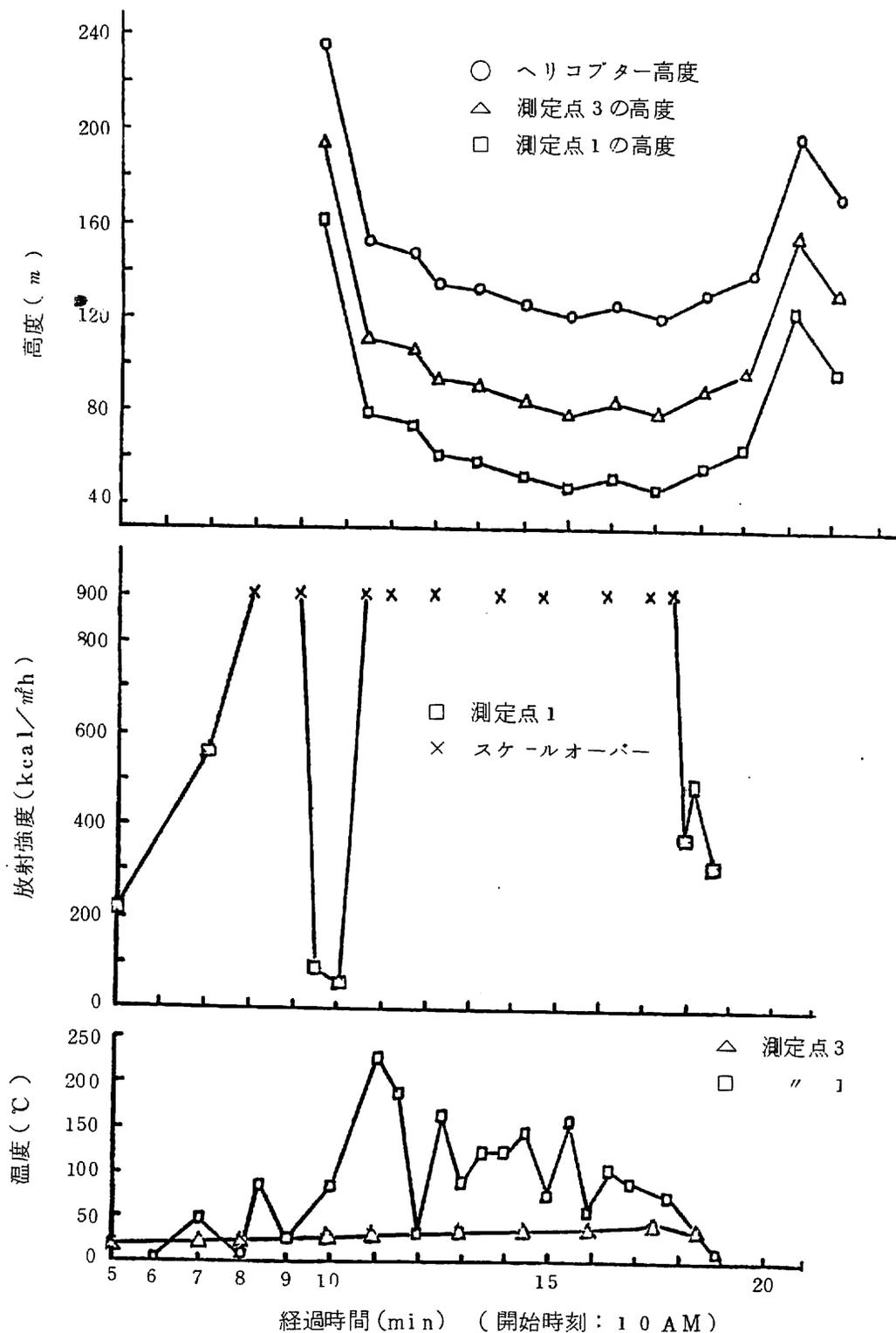


図6 経過時間に対するヘリコプターの高度、放射照度、温度の関係(第2実験)

3-2-2 ヘリコプターの高度

計算結果を表 3.4 図 5.6 に示す。

表 3 MARKED POINT X_A, Y_A, X_B, Y_B と計算結果 (第 1 実験)

No	時刻	X_A	Y_A	X_B	Y_B	$\theta_{A_0} \pm \theta_{X_A}$	$\theta_{B_0} \pm \theta_{X_B}$	θ_{C_1}	$A_0 B_0$	$B_0 C_1$	$A_0 B_1$	H_A	H_B	$H(m) = (\frac{H_A + H_B}{2}) + h$
1	10:01	119.0	330.0	39.0	221.0	106.	37.	35.	175.0	286.8	182.6	186.7	196.4	196.
2	:02	72.5	372.5	57.5	230.5	98.	34.	47.	175.0	235.5	133.7	161.4	175.9	173.
3	:04	35.5	283.0	57.0	173.5	91.	34.	54.	175.0	216.1	121.7	114.0	124.1	123.
4	:06	37.5	225.0	56.0	141.0	92.	34.	53.	175.0	217.6	123.1	91.6	101.5	101.
5	:08	5.0	221.0	41.0	150.5	85.	37.	56.	175.0	208.5	126.4	93.1	104.6	101.
6	:10	31.5	213.5	25.5	153.0	79.	40.	60.	175.0	196.6	129.1	91.4	99.7	100.
7	:12	54.0	232.0	79.5	137.0	95.	30.	54.	175.0	213.7	107.8	82.0	96.0	97.
8	:14	25.0	208.5	49.5	138.0	89.	35.	54.	175.0	214.6	125.0	86.6	98.4	99.
9	:16	57.0	243.0	76.0	143.0	95.	30.	53.	175.0	216.7	111.4	88.7	101.4	97.
10	:18	62.5	221.0	65.0	137.5	96.	32.	50.	175.0	225.3	122.8	88.5	101.1	99.
														h (m)
A	12	36.5	9.5	57.0	6.5	91.	34.	53.	175.0	216.6	121.9	3.8	4.6	4.2

表 4 MARKED POINT X_A, Y_A, X_B, Y_B と計算結果 (第 2 実験)

No	時刻	X_A	Y_A	X_B	Y_B	$\theta_{A_0} \pm \theta_{X_A}$	$\theta_{B_0} \pm \theta_{X_B}$	θ_{C_1}	$A_0 B_0$	$B_0 C_1$	$A_0 C_1$	H_A	H_B	$H(m) = (\frac{H_A + H_B}{2}) + h$
1	08:30	49.5	243.0	1.0	206.5	94.3	54.8	30.8	175.0	340.5	279.1	223.0	231.2	230.
2	09:30	21.5	184.0	12.0	162.0	89.0	52.7	38.1	175.0	283.0	225.1	137.7	152.4	148.
3	10:30	45.0	178.5	29.0	140.5	93.5	49.4	36.9	175.0	290.2	221.0	130.0	134.4	135.
4	11:00	71.0	174.5	41.0	128.5	98.3	47.2	34.4	175.0	305.9	226.9	128.4	127.5	131.
5	12:00	4.0	165.0	4.0	143.0	85.7	54.2	40.0	175.0	271.5	220.9	121.4	129.4	129.
6	13:00	8.5	156.0	5.0	136.0	86.6	54.0	39.3	175.0	275.6	223.5	116.1	124.9	124.
7	14:00	62.0	156.5	38.0	115.5	96.6	47.7	35.5	175.0	299.0	222.9	113.8	112.7	116.
8	15:00	14.0	154.0	9.0	133.0	87.6	53.2	39.0	175.0	277.5	222.6	114.1	122.9	122.
9	16:00	18.0	145.5	4.5	122.0	88.4	54.1	37.4	175.0	287.8	233.3	112.9	116.8	118.
10	17:00	51.5	137.0	5.0	112.5	94.7	54.0	31.2	175.0	336.5	273.3	123.0	124.3	127.
11	18:00	56.0	160.0	18.0	125.0	95.5	51.5	32.8	175.0	321.0	252.6	132.4	131.4	135.
12	19:00	92.5	204.0	21.5	153.0	102.1	50.9	26.9	175.0	377.3	299.5	194.6	183.8	192.
13	20:00	72.0	228.5	45.0	164.0	98.4	46.4	35.0	175.0	301.4	221.0	163.6	160.2	165.
														h (m)
B	14	37.5	6.5	30.5	4.0	77.8	49.1	52.9	175.0	214.4	166.0	3.5	2.8	3.1

飛行中のヘリコプターの高度は A_0 、 B_0 両観測点から測定した値が同じ値になるはずであるが、本実験では最大 14.6 m 、最小 0.9 m の差があった。しかし同装置の検定のために行なった固定高さの測定によると、 AB 間の距離（本実験の A_0B_0 に相当）を巻尺で 78.9 m 、 θ_A 、 θ_B の角度付コンパスで 77.5° 、 37.5° と実測した値で計算すると、 A 点からの高さは 34.3 m 、 B 点からの高さは 34.9 m という値が得られた。固定高さの巻尺による実測値が 33.7 m であったから A 点からの誤差は $+0.7\text{ m}$ （ 1.78% ）、 B 点からの誤差は $+1.2\text{ m}$ （ 3.5% ）である。図3に実験値から計算された A_0C_1 、 B_0C_1 の値をマークしたものを示す。幾分のずれを生じている。これ等の距離の測定も上記の検定のために行なった測定では、 AB 間の距離 78.9 m 、 $\theta_A=77.5^\circ$ 、 $\theta_B=37.5^\circ$ の実測値から計算すると、 AC （実験で A_0C_1 相当） $=53.0\text{ m}$ 、 BC （同 B_0C_1 ） $=84.9\text{ m}$ の値が得られたが、実測値は $AC=52.0\text{ m}$ 、 $BC=81.3\text{ m}$ であり誤差は各々 $+1.0\text{ m}$ （ 1.9% ）、 $+1.8\text{ m}$ （ 2.1% ）である。本実験で生じている誤差は両観測点のレベルの違い、透明板に飛行中のヘリコプターの位置をマークするさいの位置及び時刻のずれ、ヘリコプター機体の確認位置のずれ、また両観測点間の距離を測距儀（本実験に使用した測距儀は 100 m 以内までの測距離には比較的良好な値が得られるが、それ以上の距離になると個人差がかなり入る。実測値 175 m を A 者 200 m 、 B 者 230 m 、 180 m 、 D 者 220 m 、 130 m と測定した。誤差は最大 $+31\%$ 、 -26% の開きをみた。）で測定したこと、さらに、 θ_{A0} 、 θ_{B0} を角度付コンパスで測定した等によるものと思われる。

本実験では高度測定装置の設置位置が実験場に比して高所(h)にあったためヘリコプターの高度を測定すると同様の方法で3棟の実験家屋を選んで高差を測定した。最終的に、ヘリコプターの高度は $H=(H_A+H_B)/2+h$ とした。なお、 H_A 、 H_B は観測点 A_0 、 B_0 から測定された測定装置と水平面からの高度である。

3-3 考 察

第1日目の実験では前日までの雨の影響で燃焼状況はかんばしくはなかった。測定された最高放射度、温度は各々測定点1（実験場上空約 17 m ）で $875\text{ kcal/m}^2\text{ h}$ 、 44°C （実験場での位置は図2の●印で示す。）を示した。ヘリコプターはこの測定のために約17分間実験場上空約 $100\sim 200\text{ m}$ の間を飛行した。

第2日目の実験では燃焼状況はほぼ満足すべき状況に近く、測定された最高放射照度（計測器感度選択ミスのためスケール・オーバー）、温度は測定点1（実験場上空 62 m ）で 236°C （実験場での位置は図2の●印で示す。）を示した。ヘリコプターはこの測定のために約13分間実験場上空約 $130\sim 250\text{ m}$ の間を飛行した。

ヘリコプターの飛行限界雰囲気温度は各機種により異なり一定しないが全備重量 20500 lb の

機体で停止飛行の場合飛行限界温度 31℃、100ノットで飛行の場合は 55℃というデータがある。これを参考にすると 2 日目の実験では測定点 3、つまり実験場上空約 90 m、での温度が 40～50℃の範囲内にあるのでこの位の高度がヘリコプターを火災上空で飛行させるときの限界とこの実験から推測される。

また、ヘリコプター塔乗観測者によれば、400 m 高度に在る煙熱気流に突入して計測を試みたとき、機体に煙が接したと思われる時点で機体が振動を含む揺動を発生し、これら気流から離脱すると消滅することを確認した。この間感熱指示に至らなかった。このことから熱による機体への影響もさることながら、煙による視界の困難さや揺動による危険性の影響も十分に考慮すべきことが考察された。

これらの測定は今回がはじめての試みであり、ヘリコプターの安全を考えて、測定点 2 の温度が 50℃以上にならないように飛行したことや、機体下に 81 m のワイヤを吊り下げたこと、事前準備の不十分な点、計測器の取扱ミス等のため十分な資料を得ることはできなかったが、火災上空の熱測定の一方法がたしかめられたことも一つの成果であろう。

以 上

第 4 章 赤外撮像法による空中偵察実験

4 赤外撮像法による空中偵察実験

目 次

まえがき	115
4-1 実験方法および装置	115
4-2 実験および結果	118
4-3 考 察	119
4-4 写真および説明	119
あとがき	124
参考資料	125

4. 赤外撮像法による空中偵察実験

まえがき

都市で大地震が発生すると、同時多発性の延焼火災が発生することが予想される。このような状況に即応する各種対策作業を行なうためには刻々の火災状況に関する的確な情報、現状把握が必要となる。この一手段として、米国、カナダなどで山火事に対して使用されている、上空からの赤外撮影法が市街地火災にも使用可能か否か、検討する資料を得るため実火災での実験を行なった。

4-1 実験方法および装置

実験は、日本気象協会所有の米国 Daedalus 社製航空機搭載型赤外撮像装置 マルチスペクトラル スキャナー (MSS) 「MOOEL DS-1250」を専用機に搭載、実験場をカバーできるように飛行し、赤外映像、可視映像の観測をしながら撮影を行なった。

飛行基地は、実験場に近しい花巻空港を使用し、実験場とは連絡を密にするため、電話と航空無線を使用した。また航空機には実験の担当者が同乗し、機上での指示、およびスチール写真の撮影を行なった。

実験に使用した装置は、資源探査、公害調査などを主目的として開発されたもので、赤外映像と可視映像が同時に測定できるようになっている。主な性能は次に示すとおりである。

走査本数：80本/秒

走査角度： $77^{\circ} 20'$

瞬間視野角： 2.5 mrad

ジャイロ内蔵：補正角度 $\pm 5^{\circ}$

波長帯域：可視域 $0.38 \sim 1.10 \mu\text{m}$ のうち $0.6 \sim 0.65 \mu\text{m}$ を使用

：赤外域 $9.5 \sim 12 \mu\text{m}$

検出素子：可視域 シリコンホトダイオード

：赤外域 Hg Cd Te (77°K)

図-1に装置のオプティカルヘッドの原理図を示す。赤外域はDICHROICで反射し、Hg Cd Teで検出、可視域はDICHROICを透過し、プリズムで10波長帯に分光し、シリコンホトダイオードで検出している。

この他、マルチスペクトラルスキャナーと同時に下方の状況を撮影するために、35ミリスチールカメラ(キャノンモータードライブ)を航空機の床面に設置して使用した。

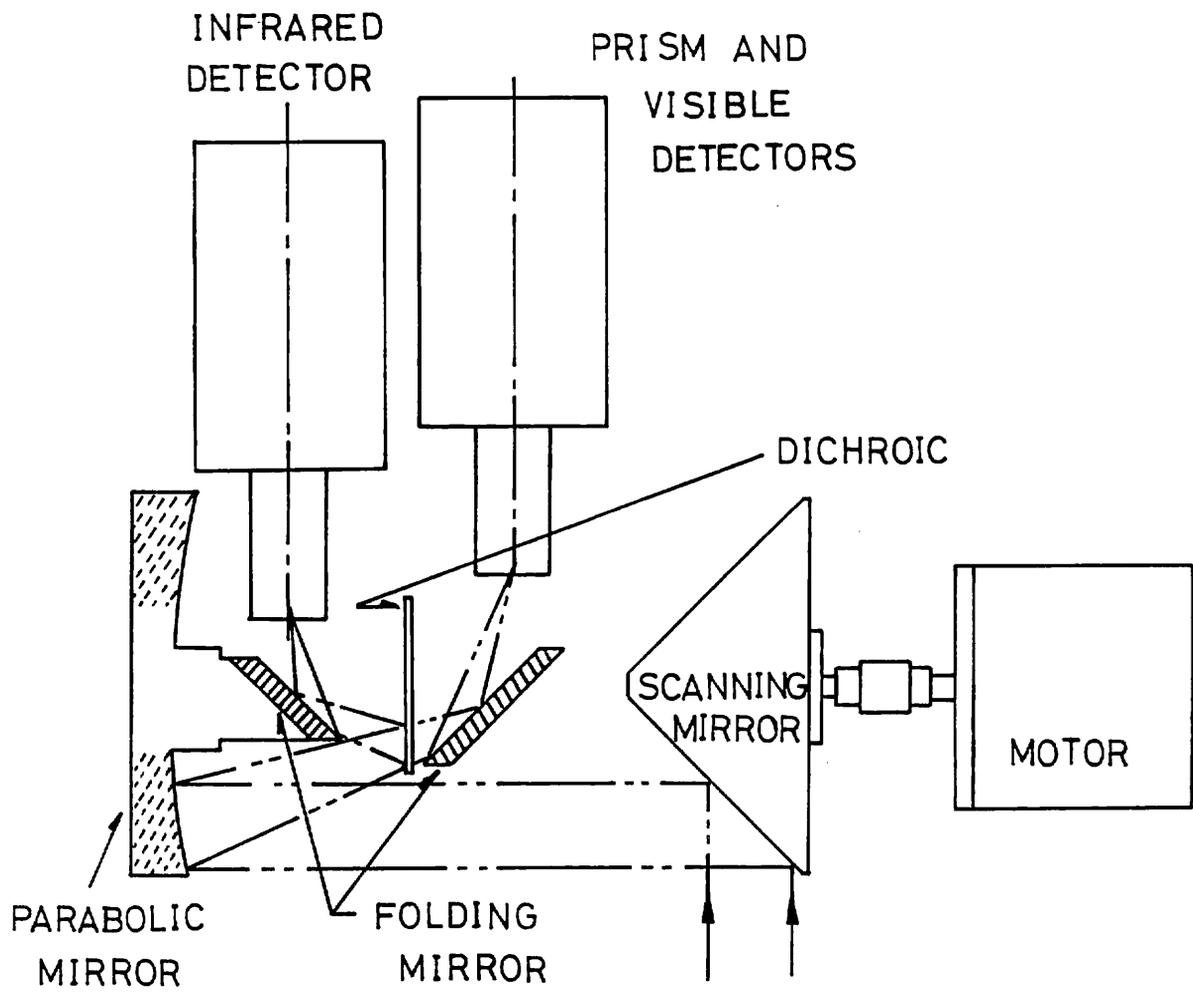


図-1 オプティカルヘッドの原理図

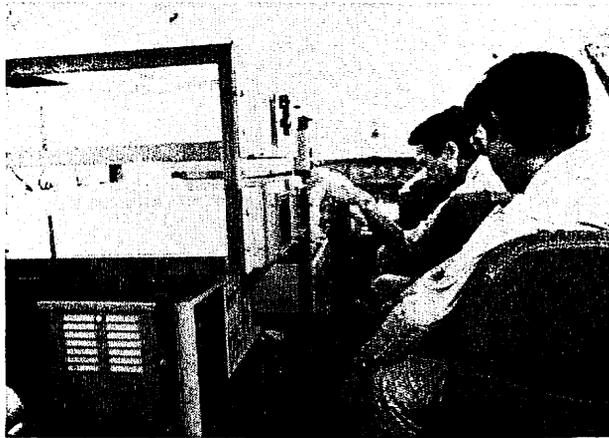


写真-1 (a) マルチスペクトラル・スキャンナー本体

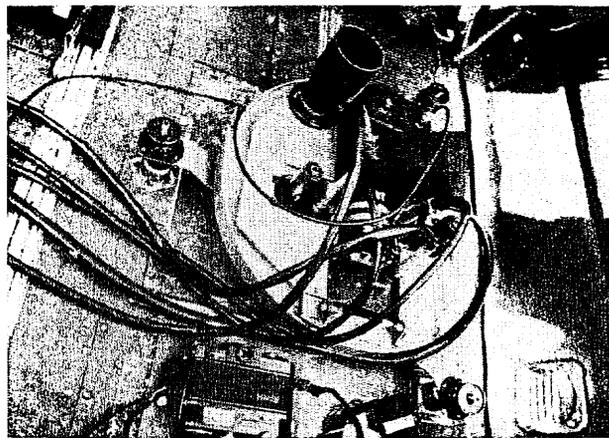


写真-1 (b) マルチスペクトラル・スキャンナー
オプティカルヘッド及び35ミリスチールカメラ

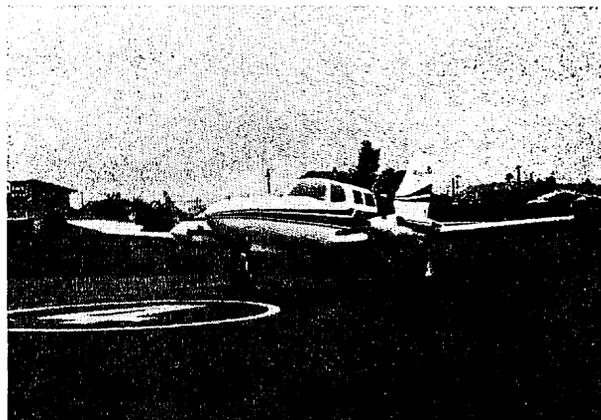


写真-2 スキャンナー塔載機セスナ C-402型

4-2 実験および結果

実験は28日が天候不良のため飛行できず、29日に実施した。

当日、花巻空港では、実験担当者が実験本部と電話連絡で、実験開始時刻の確認をして航空機が離陸、点火予定時刻の20分前から現地上空で撮影を開始した。観測および撮影は点火前の状況を3回、燃焼中の状況を4回、燃焼後（まだ「おき」がある状態）の状況を3回、合計10回それぞれ条件を変えて行った。撮影時の条件は表-1に示すとおりである。表中の基準温度幅は赤外域の撮影条件である。

表 - 1

撮影 NO	測定時刻	高度 (m)	速度 (Km/h)	走査幅 (m)	基準温度幅(℃)		備 考
					下限値	上限値	
1	9:37	2010	225	1790	11.0	36.4	点火前
2	9:41	2050	217	1860	11.0	36.4	〃
3	9:47	2050	230	1860	11.0	36.4	〃
4	9:59	1850	217	1540	11.0	36.4	点火4分後
5	10:03	1830	221	1500	11.0	(150)*	点火8分後
6	10:07	1830	221	1500	(0)*	(250)*	点火12分後
7	10:10	1850	217	1540	(0)*	(320)*	点火15分後
8	12:24	1080	161	300	11.5	(110)*	燃焼後
9	12:27	1060	161	270	11.5	(110)*	〃
10	12:29	1090	161	320	11.5	(310)*	〃

高度は海拔の値で、実験場は海拔890mである

*のついた()内の値は推算温度値である。走査幅は海拔890m面における値である。

実験の結果は次のようであった。まず、点火前の状況では、赤外撮像法を使用することにより、多少雲の層はあったが、雲を透して地上の状況が確認できた。(写真-3~写真-4)

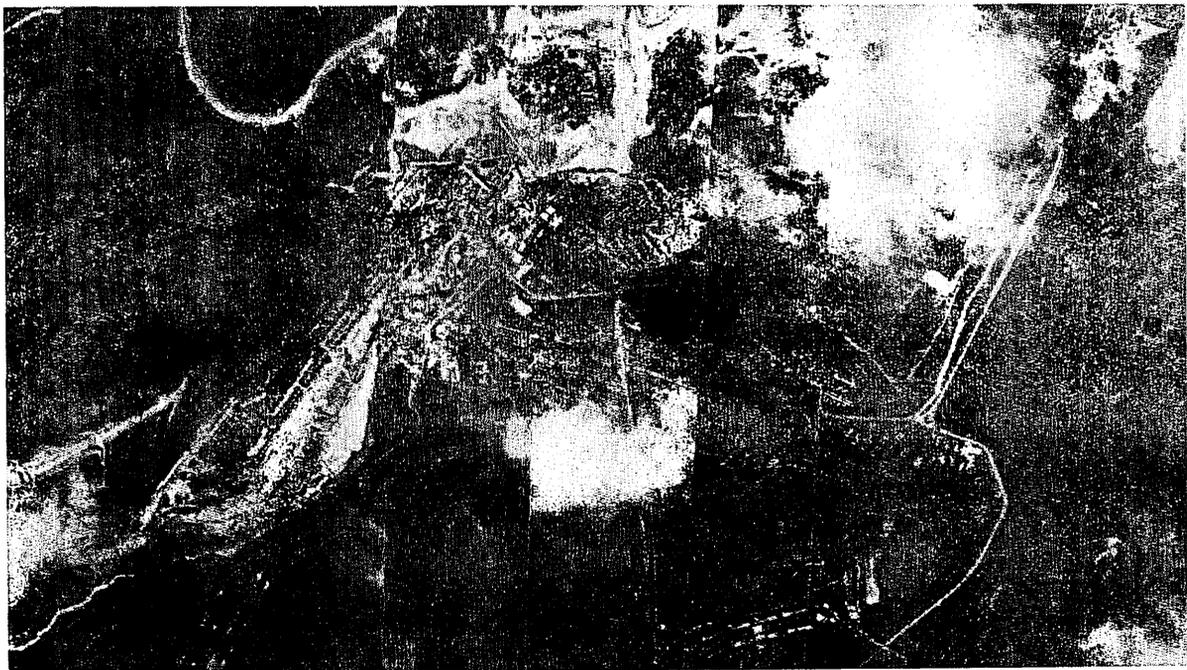
次に燃焼中の状況では、点火前と同じ基準温度幅で撮影したところ、燃焼域が他の地域と区別がつかない映像となってしまった。(写真-7)そこで燃焼域をはっきり区別させるため、基準温度の上限値を数百℃にして撮影をした。この結果、煙を透して燃焼域を確認することはできたが、周囲状況のわかりにくい画像となった。(写真-8、写真-9)

燃焼後の状況撮影では、燃焼煙も少なく飛行に支障がなかったので、赤外撮像装置の条件、航空機の実速条件が許す最低の高度で撮影した。(写真-10)

4-3 考 察

赤外撮像法での偵察活動で、燃焼煙および多少の雲を透して地上状況（燃焼域とその周辺状況）を把握できることが確められた。しかし、今回実験に使用した赤外撮像装置は、赤外域での検出温度が -10°C ～ $+50^{\circ}\text{C}$ となっている。これを数百 $^{\circ}\text{C}$ まで幅を拡げて使用したため主な使用目的とはずれ、鮮明な映像を得ることはできなかった。今後、検出温度範囲を常温付近から高温まで拡くしても鮮明な映像が得られる装置、たとえば、常温付近に対する赤外検出器、高温付近に対する赤外検出器をもった装置などを開発することによって、赤外撮像法は市街地火災の偵察手段としても十分活用できるものと思われる。

4-4 写真および説明



点火前のスチール写真（撮影No. 3）



写真-4 点火前の可視映像（撮影No.3）

点火前の状況を可視域の $0.6 \sim 0.65 \mu m$ 波長でとらえた映像で、写真-3と同時に撮影したものである。（撮影No.3）

○印で示したところが実験場の家屋群。1で示した白い部分は、雲。2で示した白い部分は、土の露出しているところ。3で示した白い線は未舗装道路。4で示した白い線は、川。7で示したところはアスファルト舗装道路である。

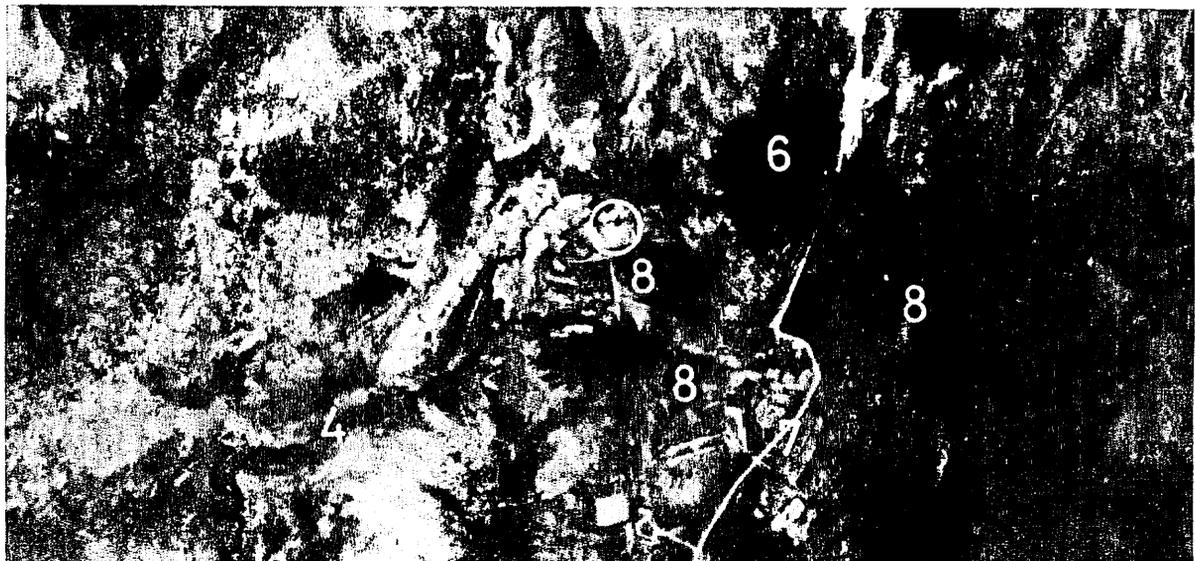


写真-5 点火前の赤外映像（撮影No.3）

点火前の状況を赤外波長でとらえた映像で、写真-3と同時に撮影したものである。(撮映No.3)
赤外映像では、白い部分が温度が高く、黒くなるほど温度が低いことを示している。

○印で示したところが実験場の家屋群で、家の配置がわかる。4で示した黒い線は川で水温が低いことがわかる。6で示した黒い部分は厚い雲によって地面からの放射熱が吸収されたと思われるところ。7で示したところはアスファルト舗装道路。8で示したところは沼である。

写真-3、写真-4と比較してみると、赤外撮像法を利用することによって多少の雲であれば、雲を透して地上状況を確認できることがわかる。

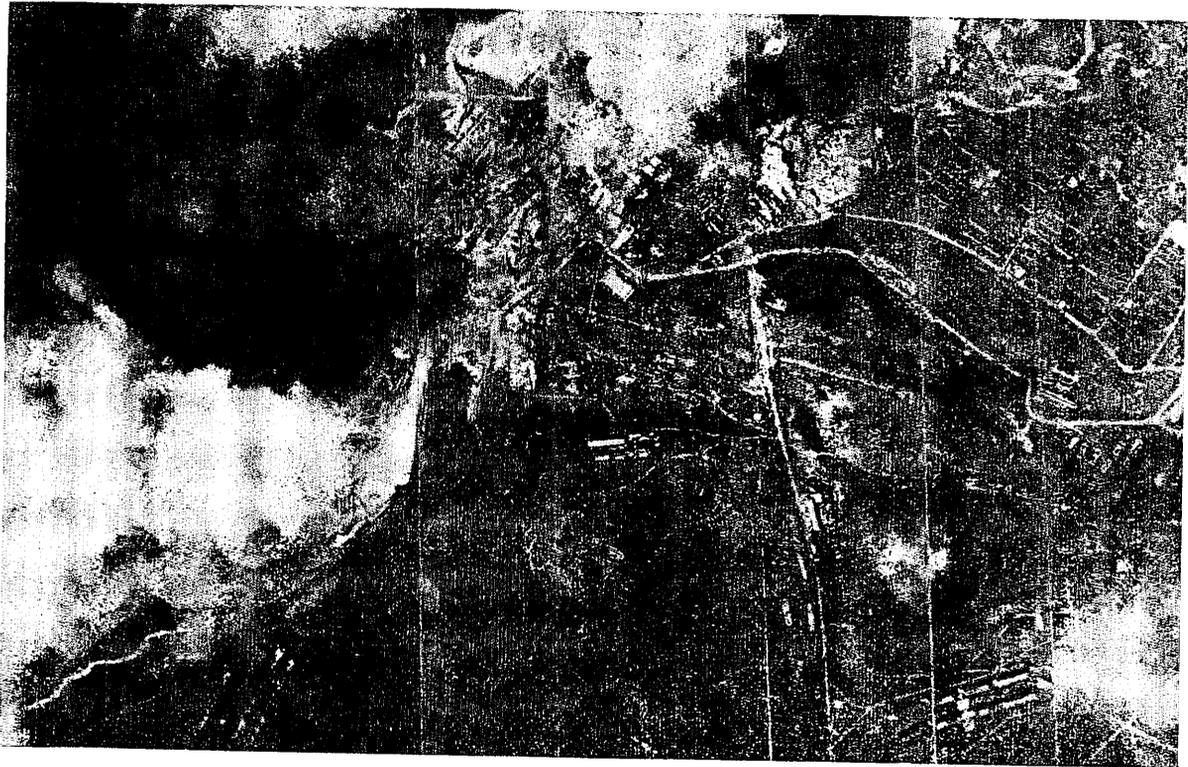
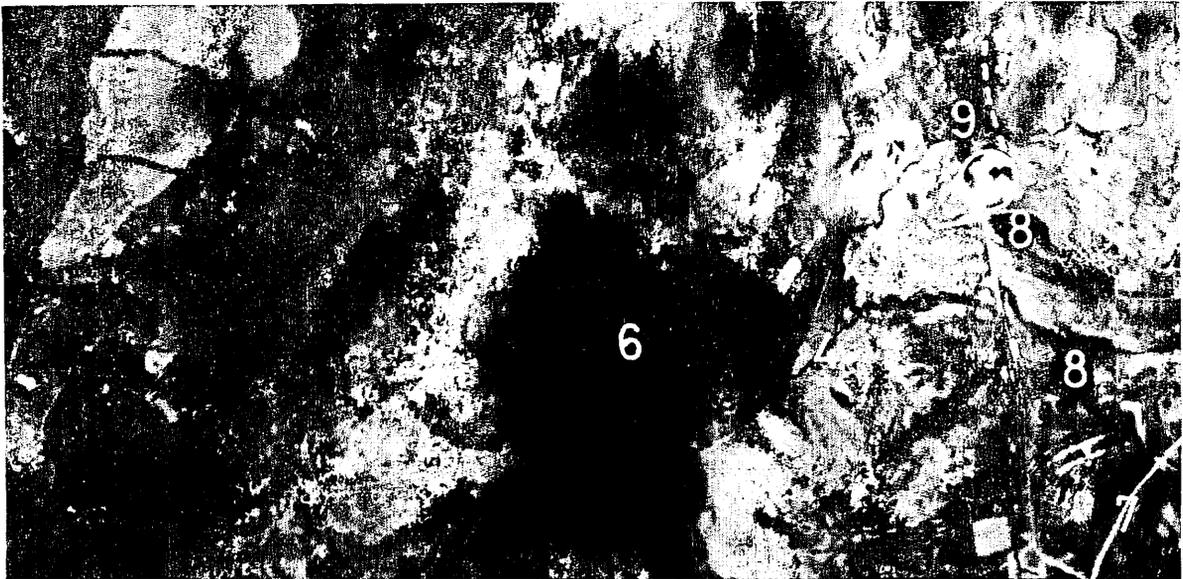


写真-6 点火後4分に撮影したスチール写真(撮影No.4)



写真－7 燃焼中の赤外映像（撮影No.4）

点火後4分に撮影した赤外映像で、写真－6と同時に撮ったものである。（撮影No.4）

○印で示したところが燃焼現場。4で示した黒い線は、川。6で示した黒い部分は、厚い雲によって地面からの放射熱が吸収されたと思われるところ。8で示したところは、沼。9で示した点線で囲まれた部分は、上空からみたとき燃焼煙で覆われているところである。

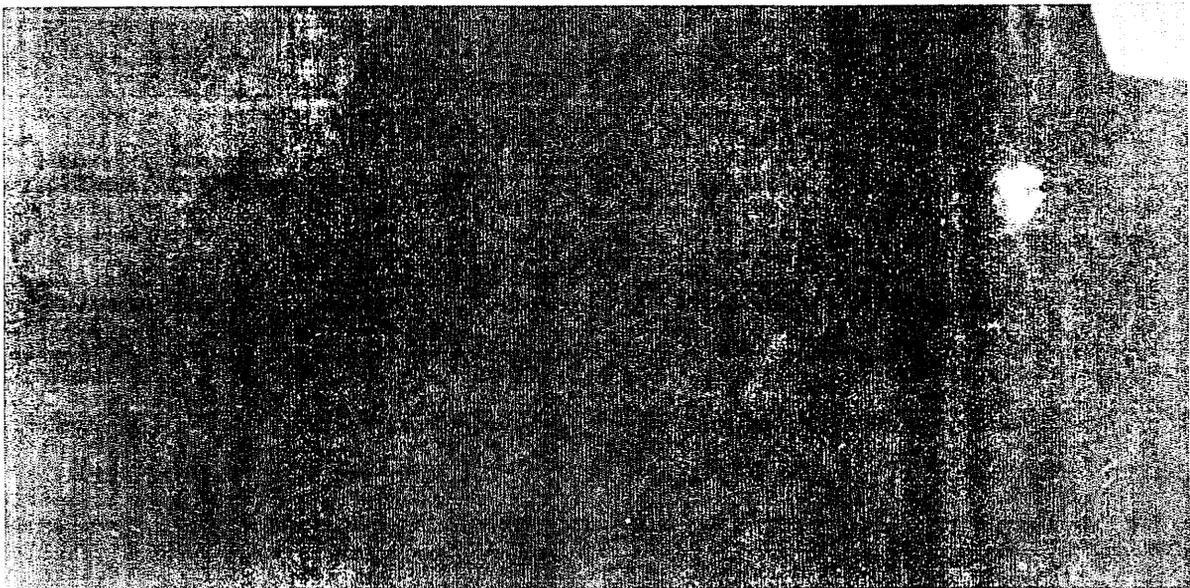
赤外撮影法を利用すれば、燃焼煙（木造家屋の）を透して地上状況を確認できることがわかった。ただ、この映像を撮影する際基準温度幅の上限を36.4℃としたため、この温度以上はみな白い映像となり、燃焼位置を確認できる映像とはならなかった。



写真－8 燃焼中の可視映像（撮影No.6）

点火後12分に撮影した可視域波長による映像である。（撮影No.6）

この時は、航空機が燃焼煙をつきって撮影を行なった。2で示した白い部分は、土の露出しているところ。3で示した白い線は、未舗装道路。4で示した白い線は、川。5で示した白い部分は燃焼煙である。



写真－9 燃焼中の赤外映像（撮影No.6）

点火後12分に撮影した赤外域波長でとらえた映像で、写真－8と同時に撮ったものである。（撮影No.6）

この撮影は、燃焼域を他地域とはっきり区別できるように基準温度幅の上限値を250℃（推算温度値）にして行なった。白い部分が燃焼域で他地域とはっきり区別できた。



写真-10 燃焼後の赤外映像（No.8）

燃焼後（一部ではまだ燃焼中）の状況を撮影した赤外域波長での映像である。（撮影No.8）

4で示した黒い線は、川。8で示した部分は、沼である。

この撮影では燃焼煙も少なく、航空機が低空で飛行しても危険でなかったため、高度を低くして（地上約190m）撮った。燃焼家屋の配置、他の家屋配置状況がよくわかる。

あとがき

実験の当日には、東京消防庁のヘリコプター（ビューマSA330F）、報道関係の航空機等が上空を飛びかうので、実験機の安全確保のため、仙台空港長に対し、「ノータイム要請」を行なった。また、飛行高度の設定では、周囲の山の標高、燃焼煙の立ちあがり considering して、地上1000mとした。この結果、実験中の飛行安全が確保できたものと思われる。ただ一度、煙の中を航空機がつかまって撮影を行なったが、機体に大きな振動を生じ、危険を感じた。今後の実験では危険防止のため煙の中へは機体を入れない方がよいと思われる。

今回の実験で、各種便宜をいただいた、財団法人日本気象協会、東邦航空株式会社の方々に感謝いたします。

〔参考資料〕

- 1 熊野、笹原 : 煙をとおしての熱像視に関する予備実験、
昭和45年、日本火災学会秋季学術講演会

- 2 熊野、神、笹原 : 火災延焼域の赤外線撮像偵察法に関する予備的実験
昭和50年、日本火災学会研究発表会

第 5 章 空 中 消 火 実 験

第 5 章 空中消火実験

目 次

ま え が き	129
5-1 実験の概要	129
5-2 実施要領	129
5-2-1 使用機材	129
5-2-2 消火剤の補給、散布	129
5-2-3 散布パターン・付着量の測定	130
5-2-4 火災拡大状況の記録	132
5-3 実験結果	133
5-3-1 散布パターンおよび付着量	133
5-3-2 火災拡大状況	135
附 記	139

5. 空中消火実験

まえがき

大都市では大震火災対策として、各地区毎に避難場所を設定しているが、地区住民が実際に避難する為に要する歩行時間は、遠い所では2時間以上かかる場合もある。この間、避難者を火災の熱、煙、ガス、飛火等から保護し、避難行動を安全に終らせるために各種の対策が講じられている。その一つとして水利の損耗その他の状況により地上消防活動のみでは不十分な場合、航空機より消火剤を散布し、避難者の安全ならびに避難路の確保をはかる方法が考えられる。この方法の可能性について検討の資料を得るため、東京消防庁航空隊の協力を得て野外実験を行った。

5-1 実験の概要

ヘリコプターに懸吊した1800ℓ型消火剤散布機より、未燃焼実験家屋に消火剤を散布する。消火剤として磷酸第1アンモニウム(MAP)15%、ソジウムカルボキシメチルセルローズ(CMC)1.5%の水溶液を用いた。散布後、その密度パターン、付着量の測定を行い、引続き家屋に点火して、家屋内の炎、屋根への延焼および屋根の燃焼崩壊の時間経過を記録して、消火剤非散布家屋との延焼状況の比較を行った。

5-2 実施要領

実験は、昭和49年8月29日 8時30分から11時まで第2実験場を使って行った。

5-2-1 使用機材

a. ヘリコプター	東京消防庁所属 SA330F	1機
b. 消火剤	MAP	800Kg
(5200ℓ)	CMC	80Kg
	赤色染料	0.5Kg
c. 消火剤散布機	水のう1800ℓ型	2基
d. 消火剤混合装置		2台
e. 散布密度測定装置		1式

5-2-2 消火剤の補給・散布

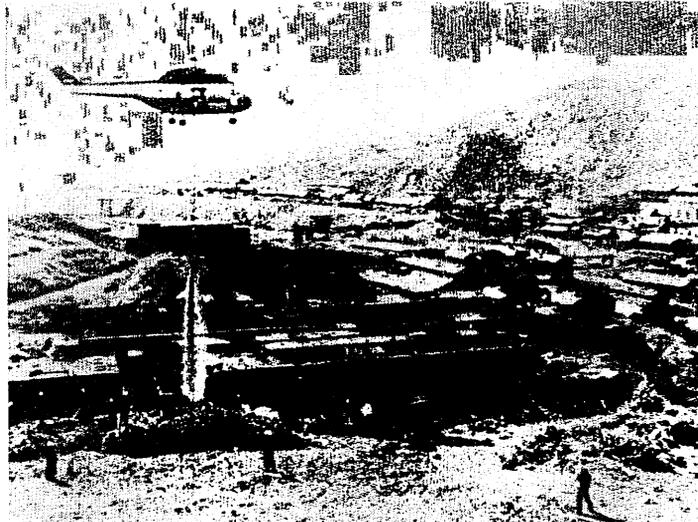
実験家屋から約200mの位置に消火剤補給基地を設定した。近傍の沼の水をポンプアップし、2台の混合装置を用いて消火剤を調製、2基の散布機に1回につき1300ℓづつ、各2回順次注入補給した。

沼の水は硫酸根を含み計測の結果は、PH=4.5であった。当初使用機器に対する腐食、ならび

に消火剤に対する影響が考えられたが、事前に行った試算と、試料によるテストから、pH に変化のないことを確認し、そのまま沼の水を使用することとした。(章末の資料参照)

ヘリポートは実験家屋から約 1 Km の台地にある、旧松尾小学校校庭に設定した。

散布は家屋番号 B-17、B-16 の 2 棟に 2 回ずつ、計 4 回実施した。散布時の機速は約 35 Km/h、対地高度は約 40 m であった。(写真 1 参照)



家屋は B-16 号棟、ヘリコプターの速度がおそいので、消火剤は棒状になって落下している。

写真-1 ヘリコプターより消火剤を散布中

5-2-3 散布パターン、付着量の測定

測定区および測点の配置を図-1に示す。図中の○印(18点)は、散布密度測定のため屋根上にセットされた、20 cm × 20 cm の受液開口部を有するビニール袋を示す。×印(10点)は、散布域を調べるため地上にセットされた 20 cm × 20 cm の沓紙を、□印(9点)は消火剤の付着量(残留量)を計測するため屋根上にセットされた、15 × 15 cm の表面積を有する木片を示す。

消火剤を散布後、各測点試料の重量増を秤量し散布量および付着量を求めた。

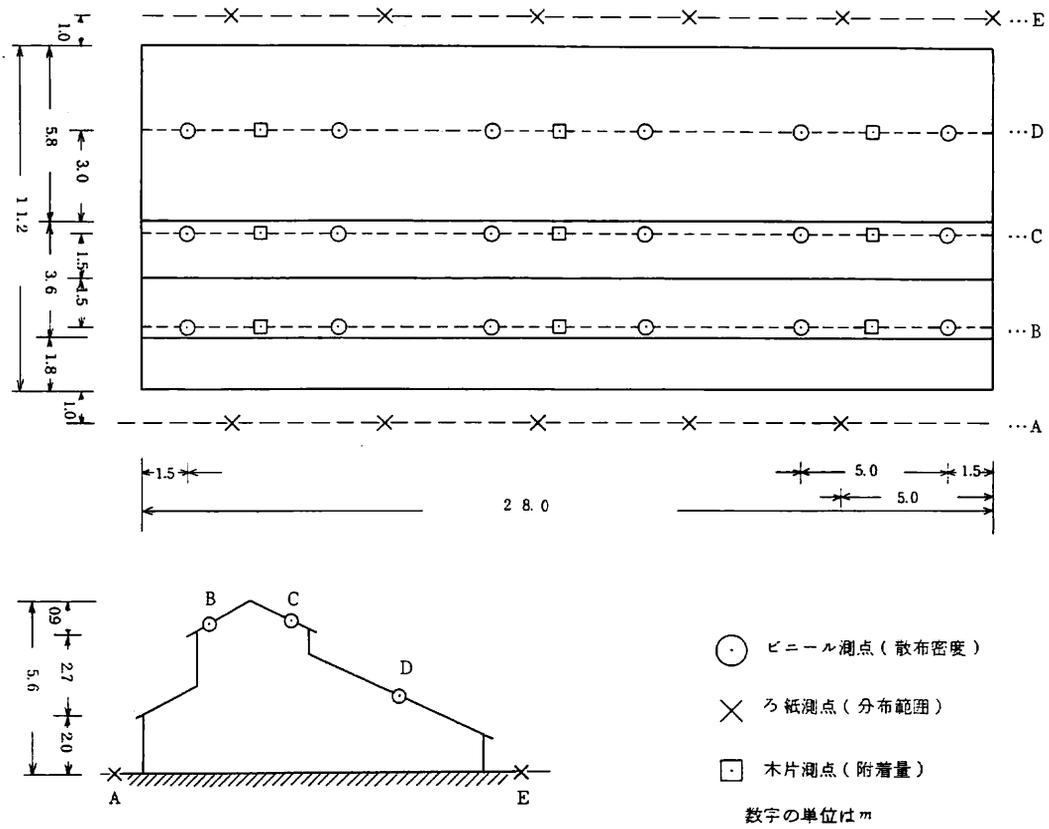
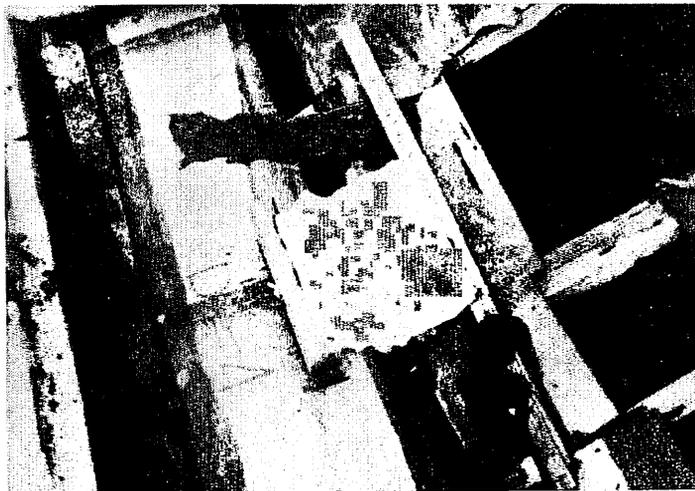


図1 消火剤散布量および付着量測点配置図

写真2に、ビニール袋のセット状態を示す。



ビニール袋の受液開口部の大きさは
 20 cm × 20 cmである。

写真-2 消火剤散布量測定用ビニール袋

5-2-4 火災拡大状況の記録

消火剤散布家屋B-16、非散布家屋B-15に同時点火し、延焼の状況を観測記録する。観測者は実験家屋から15mおよび10mに位置し、窓等の開口部を通して室内の炎の動き、屋根への着火、屋根の焼け落ちの時刻を、部屋毎に1分間隔で記録した。

図2、図3に、家屋番号B-15、B-16の外観図、建材の含水率、観測者の位置等を示す。

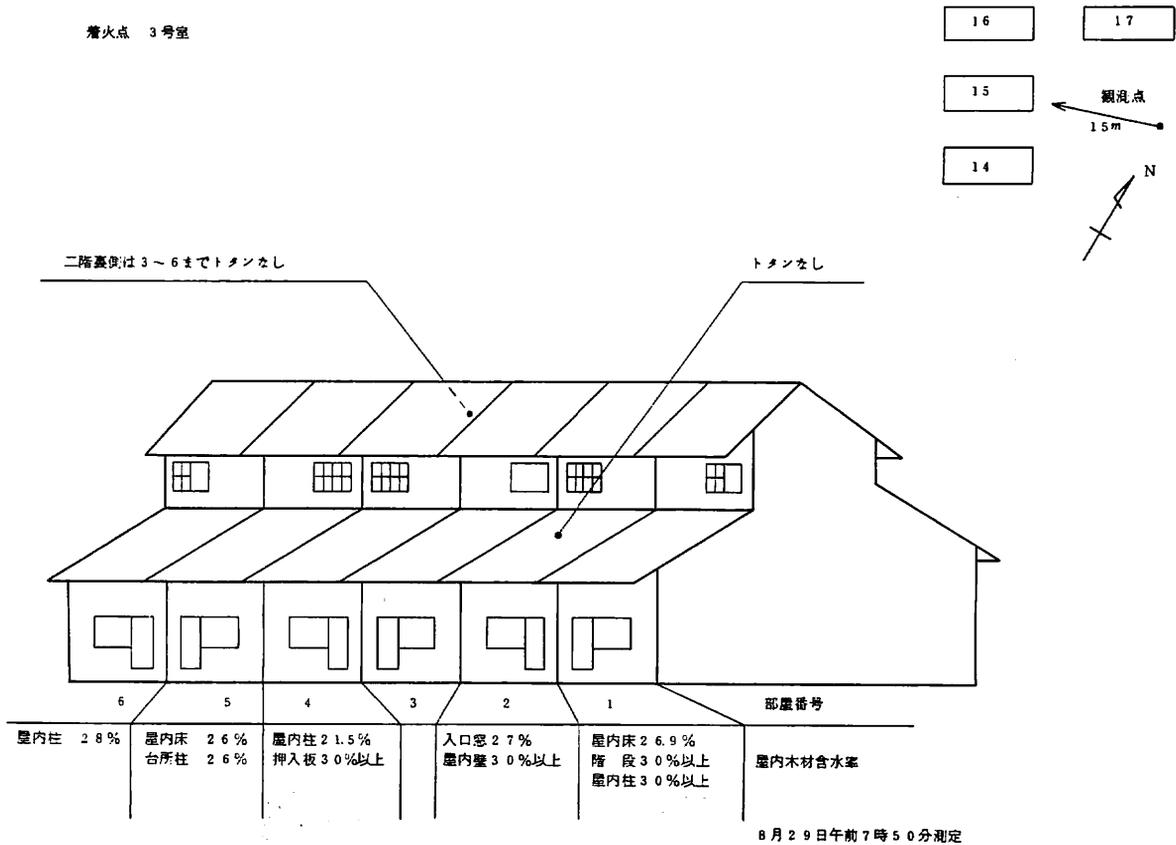


図2 家屋番号B-15の外観図（消火剤非散布）

図中の●印は観測者の位置を示す

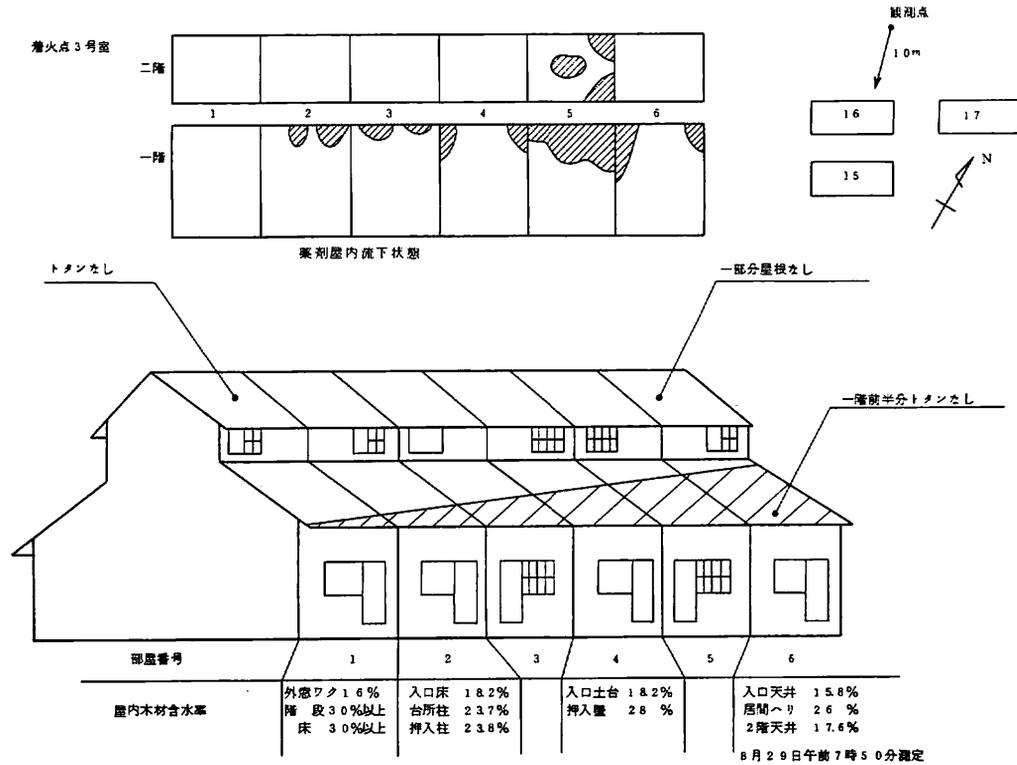


図3 家屋番号B-16の外観図(消火剤散布)

図中の●印は観測者の位置を示す

5-3 実験結果

5-3-1 散布パターンおよび付着量。

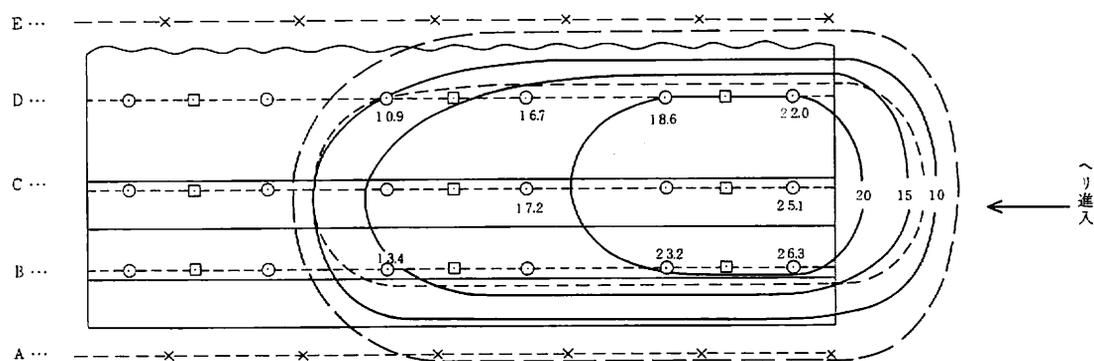
散布実施の諸元を次に示す。

家屋番号	散布番号	ヘリコプター		消火剤 散布量 (ℓ)	気 象					散 布 パ タ ー ン		
		高 度 (m)	機 速 (Km/h)		風 向	風速 (m/s)	気温 (℃)	湿度 (%)	天候	散布巾 (m)	散布長 (m)	散布密度 (ℓ/m ²)
B-16	第1回	約40	約35	1,300	東	2	25	48	○	15	20	平均：10~15
	第2回	"	"	"	東北東	1.5	25	48	○	10	25	最高：31
B-17	第3回	"	"	"	東	1.7	25	50	○	10	25	平均：10~15
	第4回	"	"	"	北北東	1.7	25	45	○	15	20	最高：26

家屋番号B-16、B-17における、消火剤散布密度およびパターンを図4、図5に示す。

木材試験片による付着消火薬剤量は平均して $1.1 \sim 1.5 \text{ l/m}^2$ であった。

尚実験中の風向・風速を図 6 に示す。

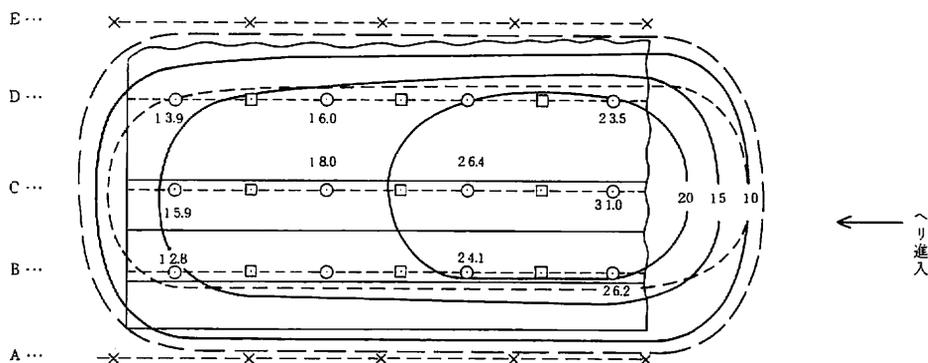


図中の数字は消火剤散布密度 (l/m^2) を示す

機種	SA330F
機速 (km/h)	≈ 35
散布高度 (m)	≈ 40
消火剤	MAP15%:CMC1%
散布量 (L)	≈ 2600
風向	東ないし東北東
風速 (m/s)	2~1
散布幅 (m)	10~15
散布長 (m)	20~25
最大密度 (l/m^2)	26

図 4 消火剤散布パターン (B-16)

図中の数字は散布密度 (l/m^2) を示す



図中の数字は消火剤散布密度 (l/m^2) を示す

機種	SA330F
機速 (km/h)	≈ 35
散布高度 (m)	≈ 40
消火剤	MAP15%:CMC1%
散布量 (L)	≈ 2600
風向	東ないし北北東
風速 (m/s)	2~1
散布幅 (m)	10~15
散布長 (m)	20~25
最大密度 (l/m^2)	31

図 5 消火剤散布パターン (B-17)

図中の数字は散布密度 (l/m^2) を示す。

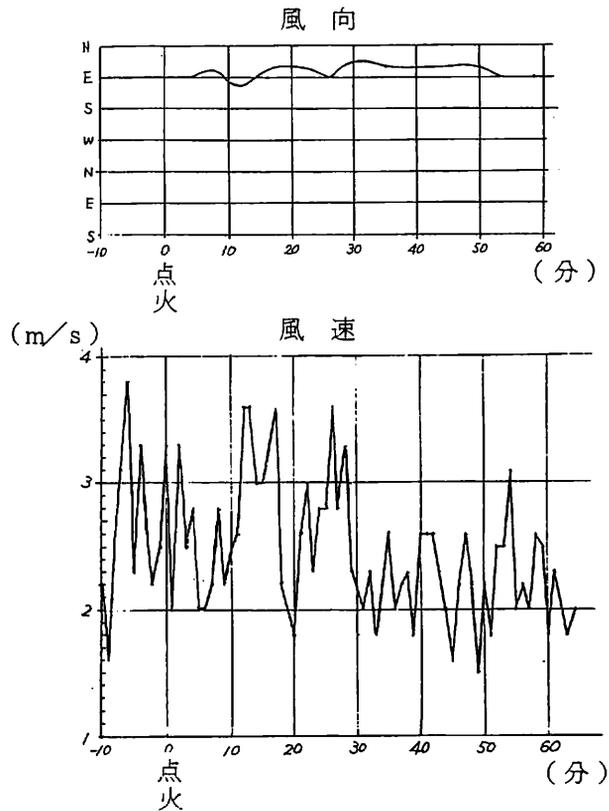


図6 実験中の本部附近の風向風速

5-3-2 火災拡大状況

点火は9時55分、点火場所はB-15、B-16共に1階の3号室とし、同時に行った。

火災拡大の時間経過を表1-(a)および(b)に示す。記録・観測は、火災性状地上計測班が行った。

(a)は消火剤を散布していないB-15、(b)は消火剤を散布したB-16の値である。

表1 火災拡大経過時間表

(a) B-15棟(消火剤非散布家屋)

		1号室	2号室	3号室	4号室	5号室	6号室
屋根に引火	2階	時分 10:19	10:17	10:05	10:12	10:24	10:24
	1階	—	—	—	10:17	10:17	—
屋根焼落ち	2階	10:42	10:33	10:23	10:29	10:33	10:42
	1階	—	10:41	10:25	10:41	—	—

(b) B-16号棟(消火剤散布家屋)

		1号室	2号室	3号室	4号室	5号室	6号室
屋根に引火	2階	時分 10:24	10:16	10:08	—	10:09	10:28
	1階	—	—	9:59	10:03	10:10	10:40
屋根焼落ち	2階	10:34	10:20	10:19	10:25	10:35	10:52
	1階	—	10:50	10:05	—	—	—

図7-(a)および(b)は、表1をグラフに表したもので、横軸に点火位置からの距離を、縦軸に時間を示す。横軸の距離は3号室の中心を0とし、各室の中心迄の距離を以て表した。時間は各室毎に、1階2階を問わず、早い方の時刻を代表値とし、風上側と風下側の算術平均値をとった。

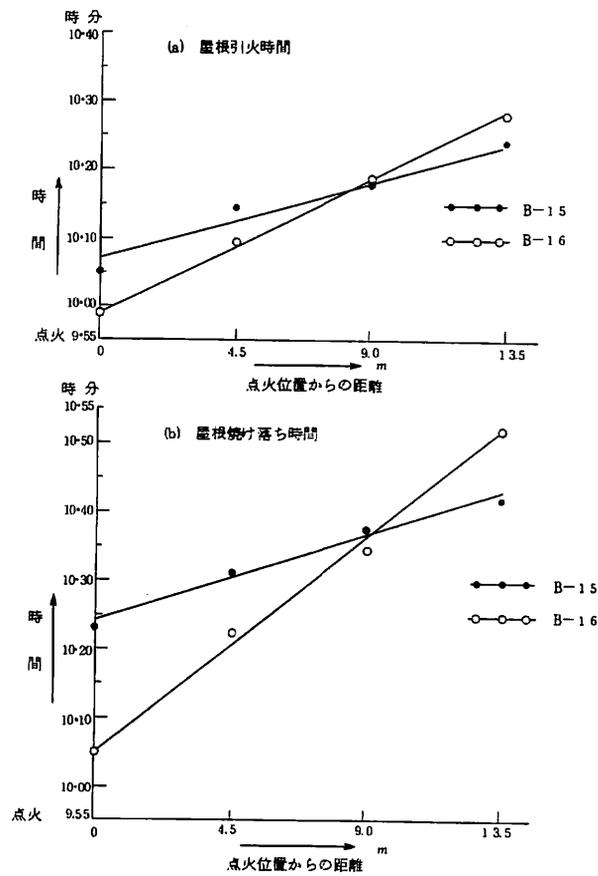


図-7 火災拡大速度線図

図7-(a)はB-15およびB-16の屋根に着火した時刻を、(b)はB-15およびB-16の屋根が焼け落ちた時刻を示している。

図から、風上側・風下側の平均値は、おむね直線上にあるといえる。この直線の傾斜から火災拡大速度を求めると次の通りである。

図7-(a)では B-15号棟が 0.81 m/min

B-16号棟が 0.45 m/min

図7-(b)では B-15号棟が 0.75 m/min

B-16号棟が 0.28 m/min

何れの場合も、消火剤を散布したB-16号棟の方が、火災拡大速度がおそくなっていることがわかる。

写真3は、火災末期のB-15号棟、B-16号棟の燃焼状況で、B-15は殆んど焼け落ち、炎もまだ見えるが、B-16の消火剤が密にかかった部分(東端)は、焼け残ったまよりん酸アンモニウム特有の白煙を出して居り、炎も殆んど見えない。

写真4は燃焼後の両棟の間通路を示す。写真の右側がB-16で東端が焼け残っている、通路に散在する木片には屋根から流下した消火剤が多量にかかっており、その為全く延焼の跡が認められない。

今回の実験では、連日の降雨の為、家屋内外の漏れがひどく、隣接家屋からの延焼を望めなくなった。そのため、消火剤散布後、屋内に点火しその効果を調べることとなり本来の延焼阻止効果を期待することが出来なかった。しかし、前述の火災拡大速度および写真記録から明らかなように消火剤の効果を確認することができた。



B-15は殆んど焼け落ちている

B-16の東端は隣安特有の白煙を出し焼け残っている

写真-3 火災末期におけるB-15とB-16との燃焼状況の比較



B-16の屋根から流下した消火剤のため
周辺の木片は焼けていない

写真-4 鎮火後のB-16周辺の状態

(附記)

空中消火用消火剤の水素イオン濃度

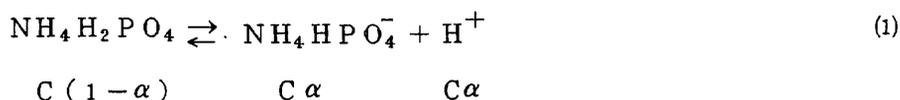
本文の5-2-2に記したように、実験現地はもともと硫黄鉱山であったためか、使用予定の沼の水は、弱酸性でpH=4.5であった。このまま消火剤用に使用した場合、(1)使用機器が腐食されないか、(2)消火剤としての効果がうすれないか。等が心配された。これ等について十分検討してから使用の可否を決定すべきであるが、時間の余裕等の関係から、取敢えずpHのみに着目し、蒸留水を使用した場合と、実験地沼の水を使用した場合との消火剤(磷酸第一アンモニウム15パーセント水溶液)の水素イオン濃度を比較し、大差がなければ、そのまま使用することとした。

方法として (1)計算による比較 (2)試料による確認を行った。

(1) 消火剤の水素イオン濃度(計算)

水温20℃に於てMAPを27g、水を100gの割合に溶解させた飽和溶液のpHは3.5である。これよりpH=4.5の水1ℓにMAP150gを溶解させた時のpHを求める。

MAP水溶液が酸性を呈する反応は、主として次式による解離によると考えられる。



MAPの、水1ℓに加えられたモル数をC、解離度を α とすると、(1)式の平衡定数Kは次の様に表示することができる。

$$K = \frac{[\text{NH}_4\text{HPO}_4^-][\text{H}^+]}{[\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4]} = \frac{C\alpha \cdot C\alpha}{C(1-\alpha)} = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha} \quad (2)$$

命題により、飽和溶液のPHは3.5であるので $\text{PH} = -\log[\text{H}^+]$ の関係から $3.5 = -\log C\alpha$ 即ち、 $C\alpha = 10^{-3.5}$ (モル) (3)

一方 $C = 27 \times 10 / 115$ (MAPの分子量) = 2.35(モル)であるので $\alpha \ll 1$ となる。

よって(2)式において $1-\alpha \cong 1$ となり

$K \cong C\alpha^2$ が導かれる。

ここで(3)式より $\alpha = 10^{-3.5}/C = 10^{-3.5}/2.35$ と、Cの値を代入して $K = 0.426 \times 10^{-7}$ (4)を得る。(4)式で得たKの値は、大略この濃度のMAP水溶液に適用できるものである。

次に消火剤として、PH=4.5の水にMAPを溶解させた場合のPH値を求める。

水1ℓにMAP150gの割合で溶解させた時の濃度をC₀、MAPの解離度を α 、原水中の水素イオン濃度を a とすると、原水中の H^+ はほとんど硫酸又は亜硫酸のような強酸から生成されていると思われるので、解離度は1であり、 $a = 10^{-4.5}$ とみなしてよい。

よって(2)式の平衡方程式を考えると

$$K = \frac{C_0 X \cdot (C_0 X + a)}{C_0 (1 - X)} \cong X(C_0 X + a)$$

即ち $C_0 X^2 + a X - K = 0$ でこれをXについて解くと

$$X = \frac{-a + \sqrt{a^2 + 4 C_0 K}}{2 C_0} \quad (5)$$

となりここで $C_0 = 150 / 115 = 1.304$ 、 $a = 10^{-4.5}$ 、 $K = 0.426 \times 10^{-7}$ を(5)式に代入すると

$$X = 5.345 \times 10^{-4.5} \text{ となる。}$$

この溶液中に存在する H^+ の総量は $(C_0 X + a)$ モルであるので $PH = -\log(C_0 X + a)$ にXの値を代入すると、 $PH = 3.6$ が得られる。

(2) 試料(沼の水)を使用した場合の水素イオン濃度

8月19日(気温32.5℃)に行った試験の結果では、蒸留水で溶解したMAPの15%水溶液のPHは3.5で、同時に試験した、実験に使用する沼の水(8月14日採取、PH=4.5)で溶解したMAP15%水溶液のPHも3.5であった。

第 6 章 火災状況の写真記録

6 火災状況の写真記録

目 次

6-1	概 要	143
6-1-1	観測地点	143
6-1-2	観測地点の位置	143
6-1-3	使用カメラおよびフィルム	143
6-2	記録の方法	143
6-3	記録写真	146
	第1実験	146
	第2実験	152

6 火災状況の写真記録（定点観測）

6-1 概要

6-1-1 観測地点

観測地点として第7地点、第8地点、および第2地点（第2実験のみ）の3点を設定した。図-1に実験場との関係位置を示す。

各観測点は、実験家屋に対し、平行又は垂直であり、家屋全域が観察出来るようにした。従って第7地点と第8地点は、家屋を観察する場合、直角関係にある。第2地点は、第8地点と実験場中心とを結ぶほぼ直線上にある。

6-1-2 観測地点の位置（実験場中心より）

a) 第7地点	水平距離	約 350 m
	垂直距離	約 40 m
	見下し角	約 8°
b) 第8地点	水平距離	約 700 m
	垂直距離	約 100 m
	見下し角	約 9°
c) 第2地点	水平距離	約 290 m
	垂直距離	約 35 m
	見下し角	約 7°

6-1-3 使用カメラおよびフィルム

a) アサヒペンタックス S. P.

望遠レンズ使用 $f = 105$ $F = 2.8$

b) キヤノンフレックス

望遠レンズ使用 $f = 100$ $F = 2.0$

c) ニコレックス

ズームレンズ使用（ズームニコール） $f = 50 \sim 300$ （約100mmにて使用） $F = 4.5$

d) フィルム フジカラー N100 ASA 100

6-2 記録の方法

定点写真観測者は、測定点より、1分毎に写真撮影を行ない、移動観測者は、写真撮影の他、全定点観測者へ撮影開始、実験終了の指示、連絡など行なった。

1分毎の合図は、本部席のスピーカーによる報時を用いる予定であったが、主たる定点観測所である第7地点および第8地点が本部より、はなれており、風などの影響のため聞きとりやすく、又

同時性に欠けるため中止した。2～3のことを試みたのち、次の様に行なった。

各定点写真観測者より見える位置（実験家屋附近）で移動観測者が旗をふり、点火の合図とした。その後は各自の時計（ストップウォッチ）により、1分毎に撮影した。又、トランシーバーにて、約10分毎に移動観測者が合図確認した。写真班の構成は、1日目は7名、2日目は8名で行なった。その分担は次の通りである。

	第 1 実 験	第 2 実 験
第 7 地 点	1 名 カメラ 2 台	2 名 カメラ 1 台
第 8 地 点	1 名 カメラ 1 台	1 名 カメラ 2 台
第 2 地 点	0 名	1 名 カメラ 1 台
移 動 者	1 名	1 名
16mm 映 画 員 (依 託)	4 名	3 名

フィルムは、1本36枚どりを使用したが、火災実験の際は、1本30枚（1分間隔であるので1本30分）とし、その前後に図-2の様な記号を撮影記入した。これは、類似した画面が予測されたため、実験後の整理の手助けとしようとしたものである。

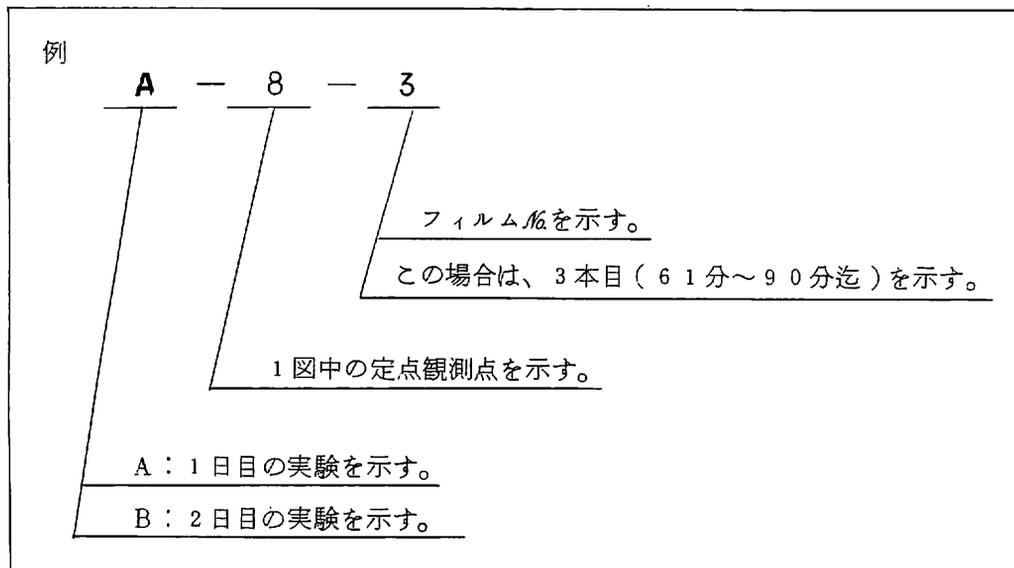


図-2 写真記録の記号

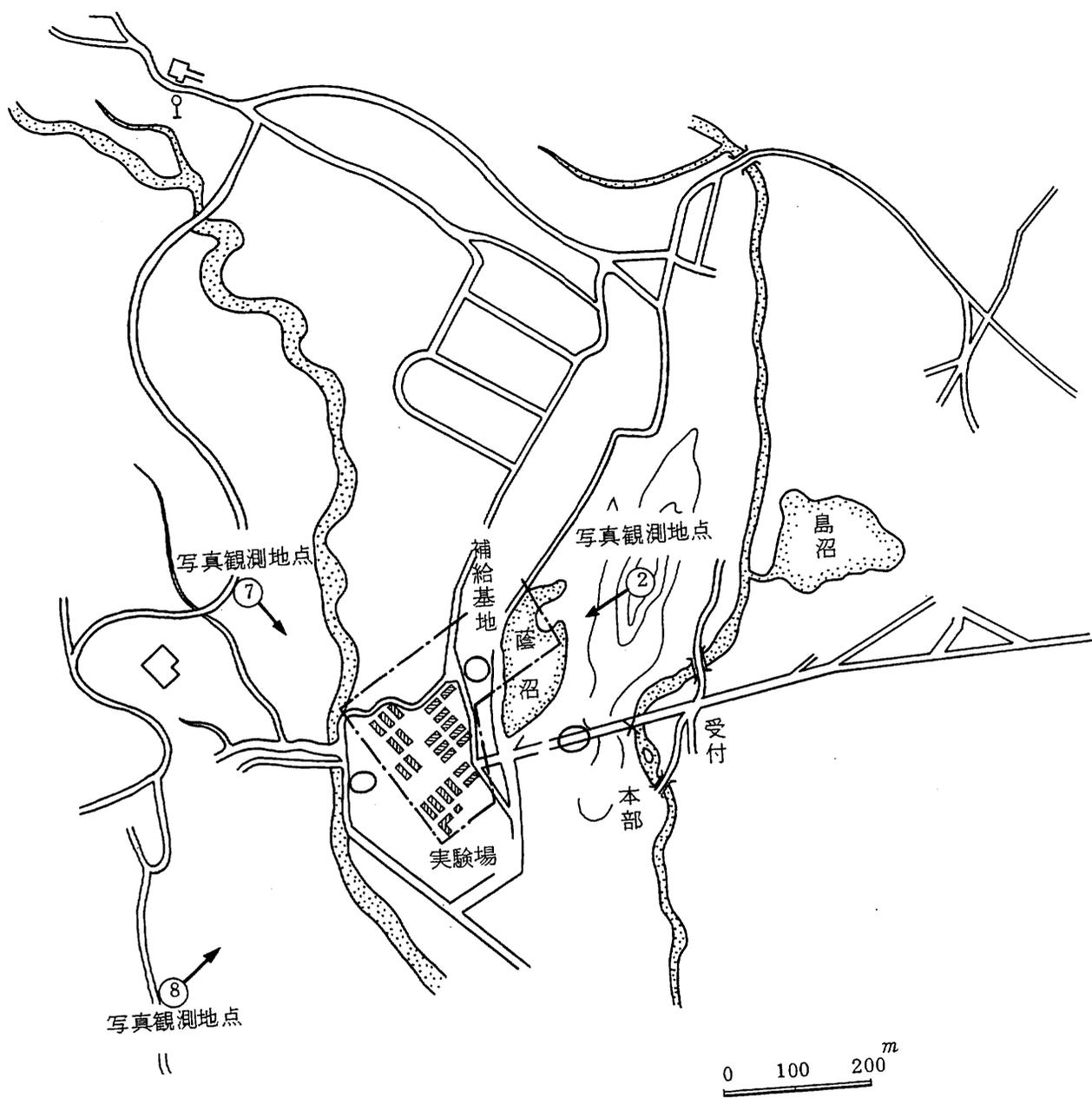


図-1 写真観測点配置図

6 - 3 記録写真

第1実験

点 火

点火後 2分

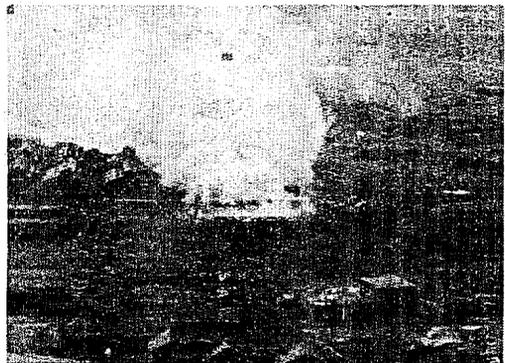
A-7
(第7地
点より
撮影)



点 火

点火後 2分

A-8
(第8地
点より
撮影)

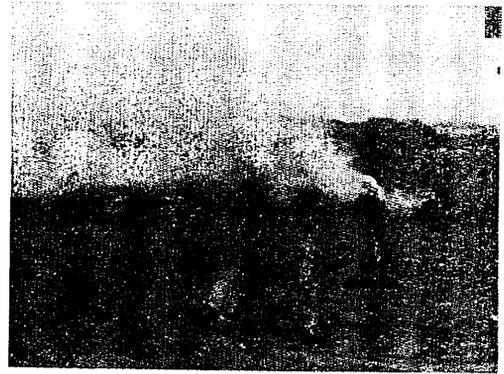


第 1 実験

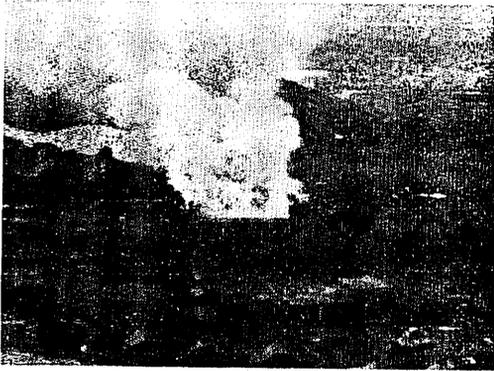
点火後 5 分

点火後 10 分

A-7



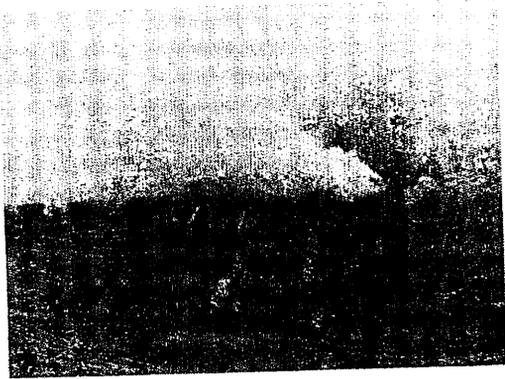
A-8



第 1 実験

点火後 15 分

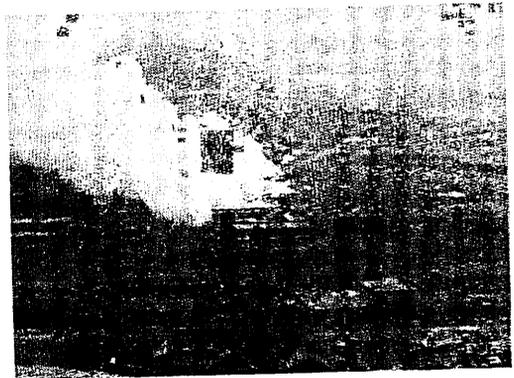
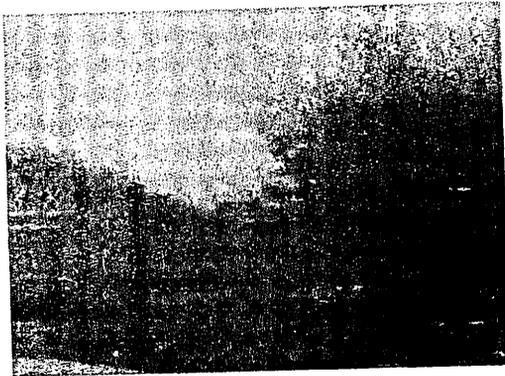
A-7



点火後 20 分



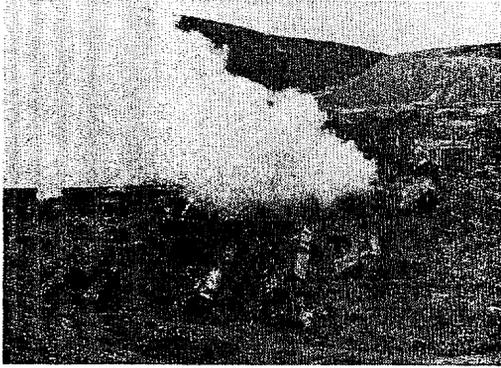
A-8



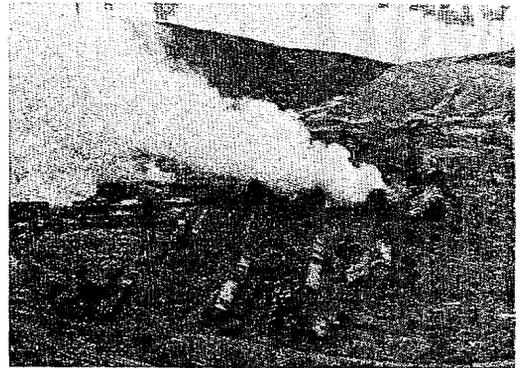
第 1 実験

点火後 2 5 分

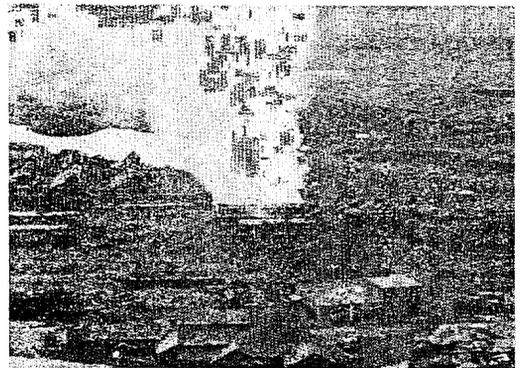
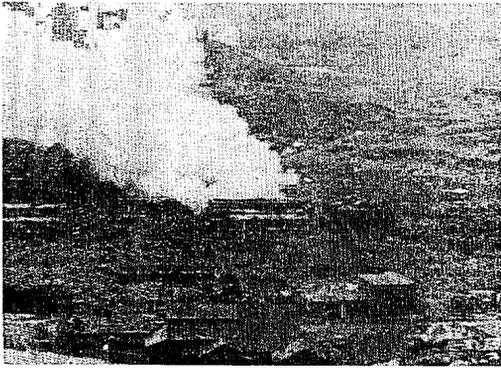
A-7



点火後 3 0 分



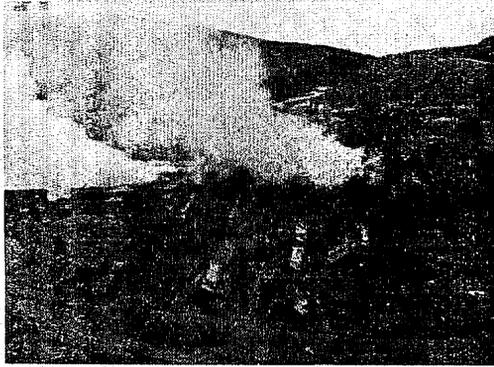
A-8



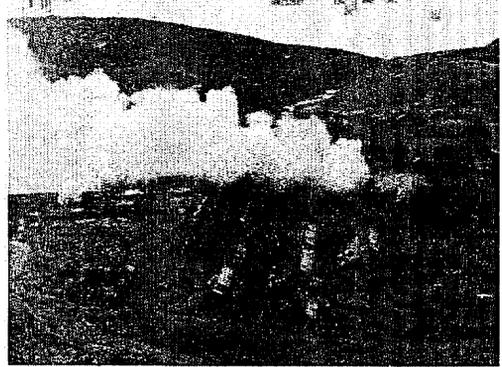
第1実験

点火後35分

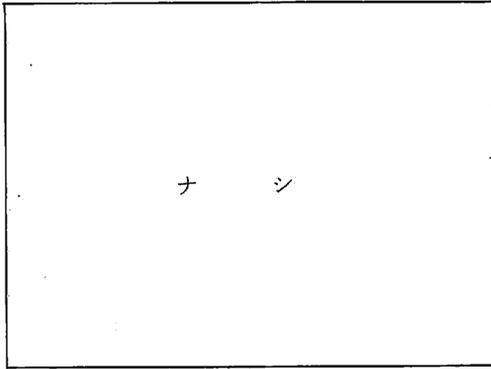
A-7



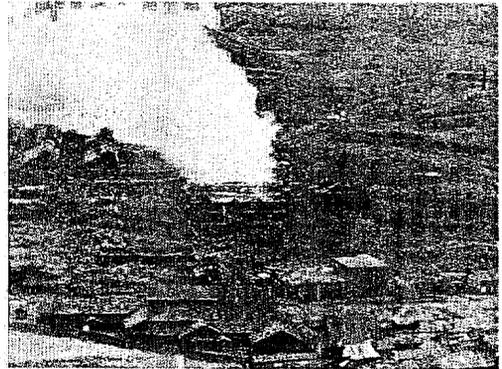
点火後40分



A-8



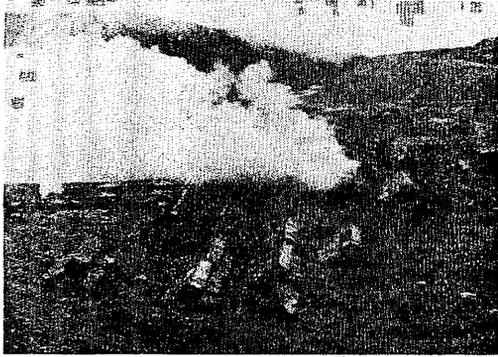
ナ シ



第 1 実験

点火後 4 5 分

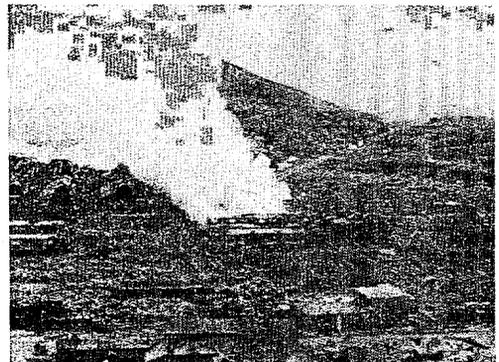
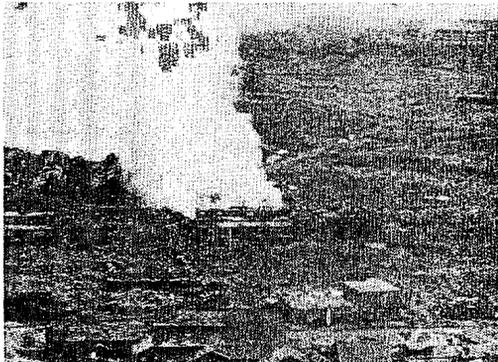
A-7



点火後 5 0 分



A-8

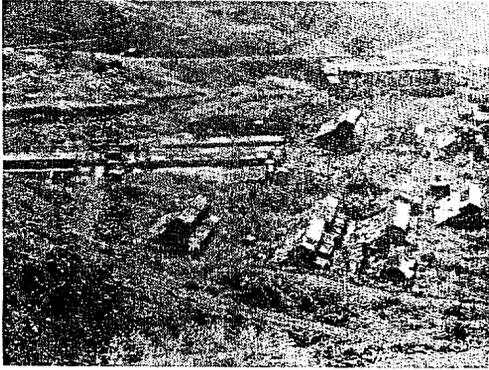


第2実験

点 火

点火後 2分

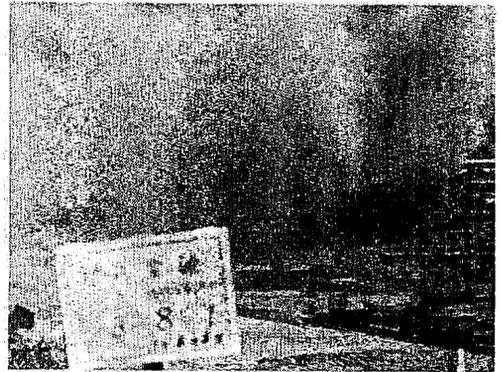
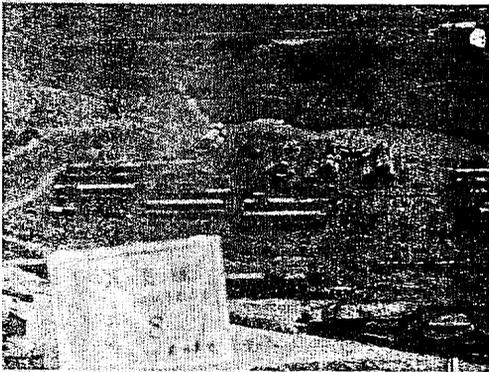
B-7
(第7地
点より
撮影)



点 火

点火後 2分

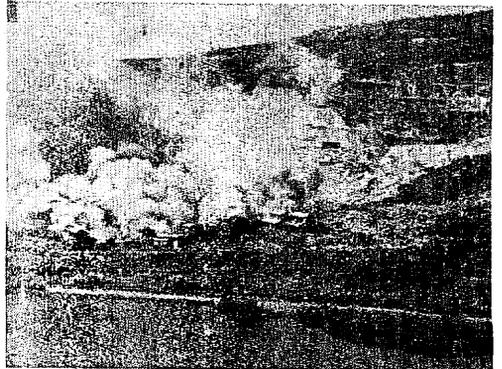
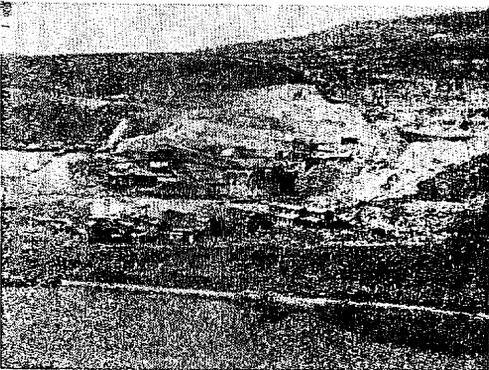
B-8
(第8地
点より
撮影)



点 火

点火後 2分

B-2
(第2地
点より
撮影)

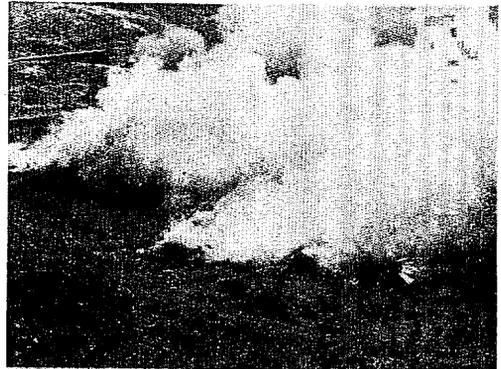
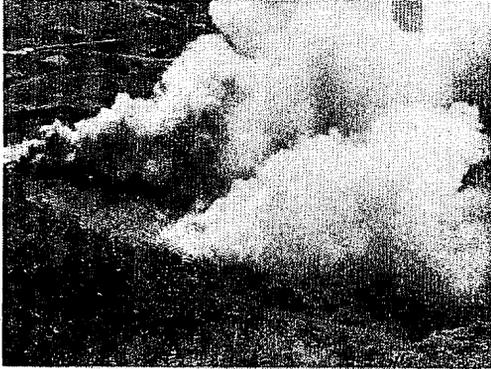


第 2 実験

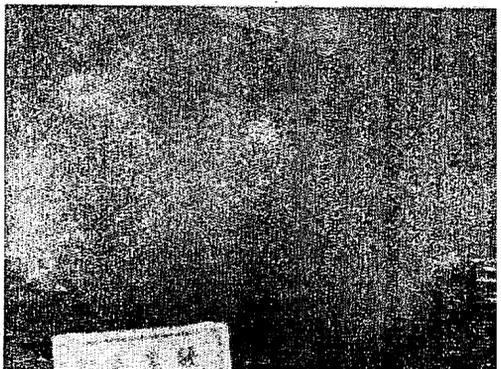
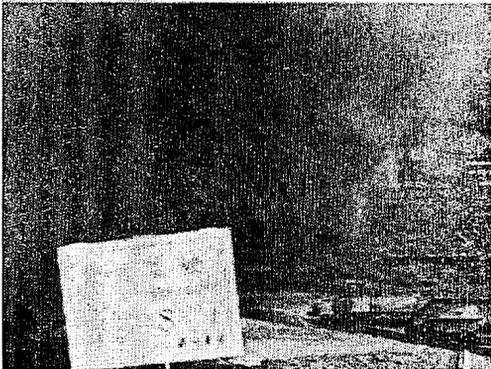
点火後 5 分

点火後 10 分

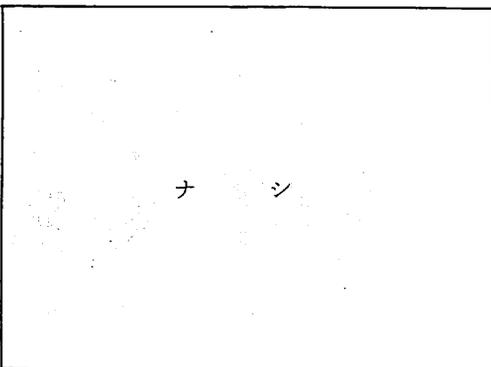
B-7



B-8



B-2

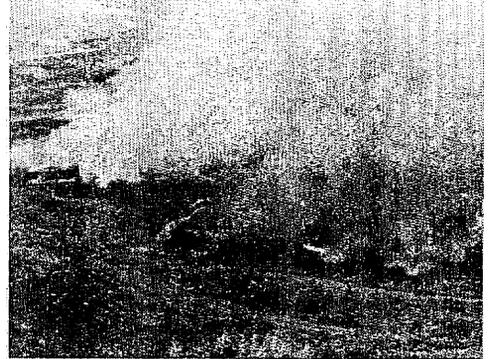
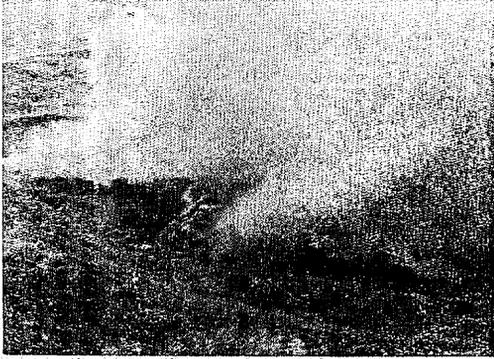


第 2 実験

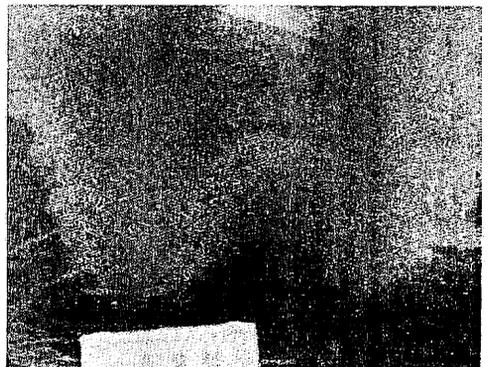
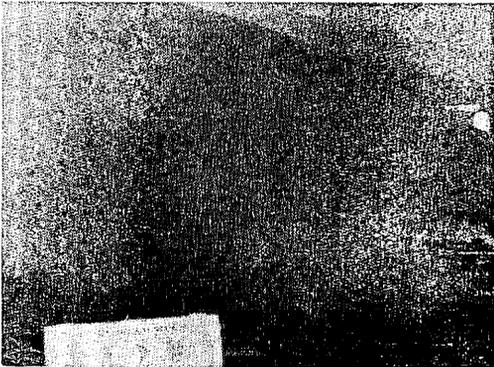
点火後 1 5 分

点火後 2 0 分

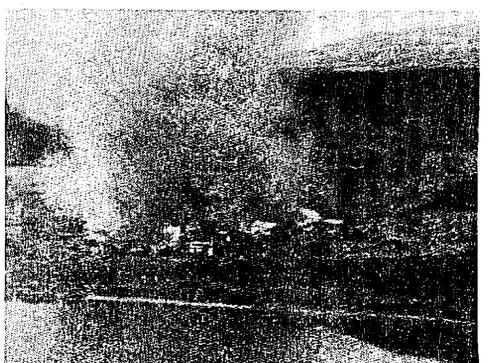
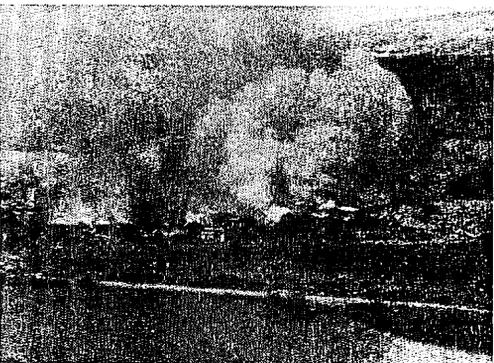
B - 7



B - 8



B - 2



第2実験

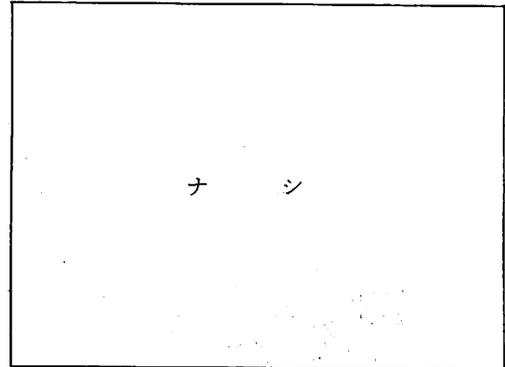
点火後25分

B-7

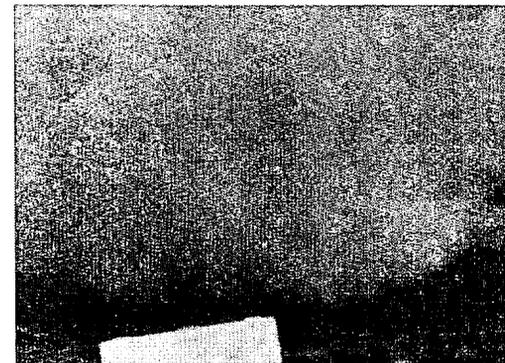
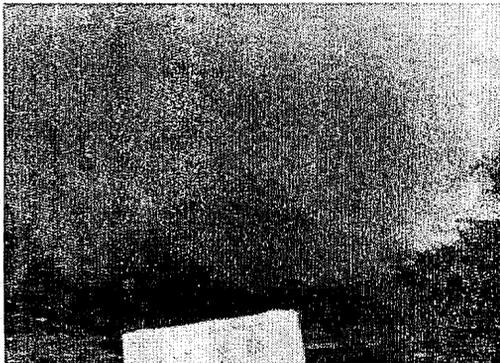


点火後30分

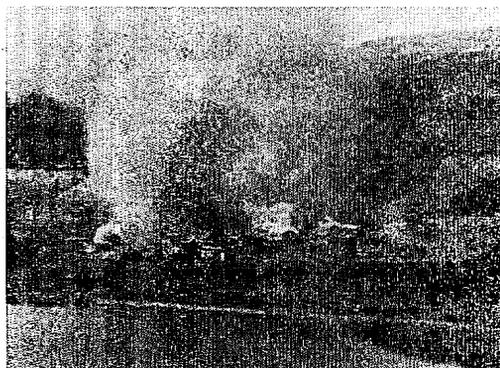
ナ シ



B-8



B-2



第 2 実験

点火後 3 5 分

点火後 4 0 分

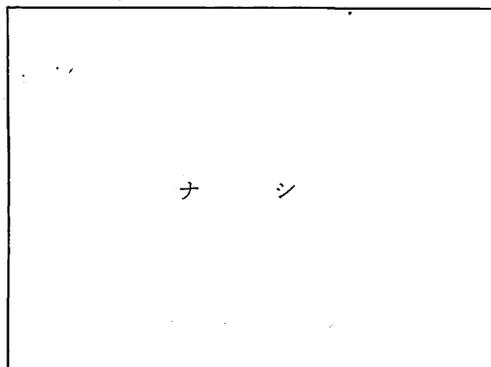
B-7



B-8



B-2



第 2 実験

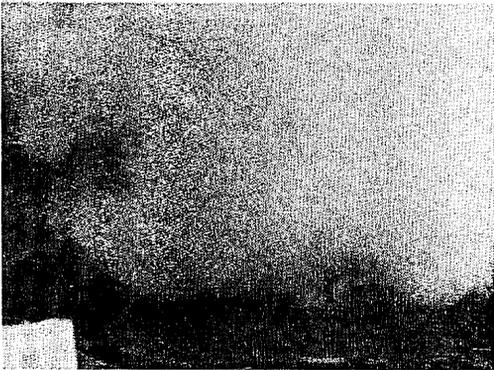
点火後 4 5 分

点火後 5 0 分

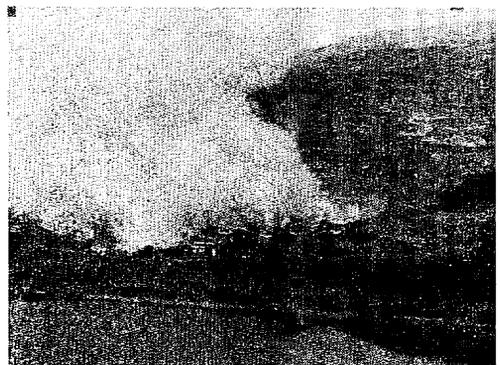
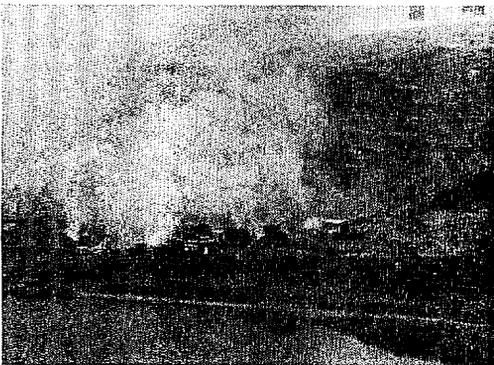
B-7



B-8



B-2

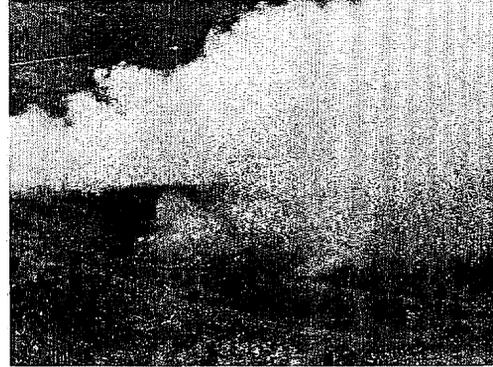
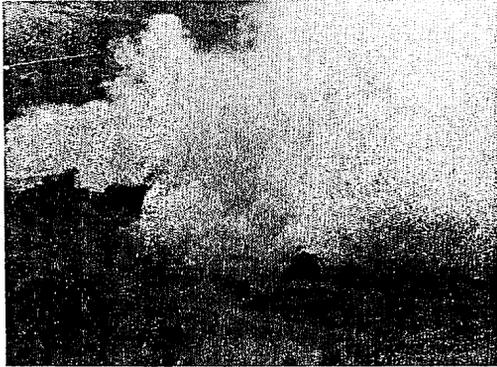


第 2 実験

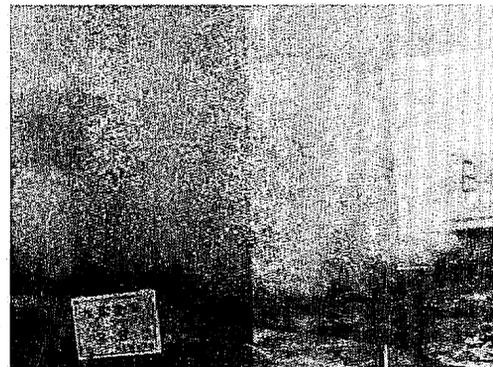
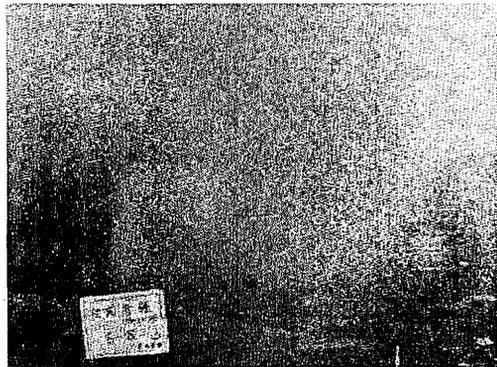
点火後 5 5 分

点火後 6 0 分

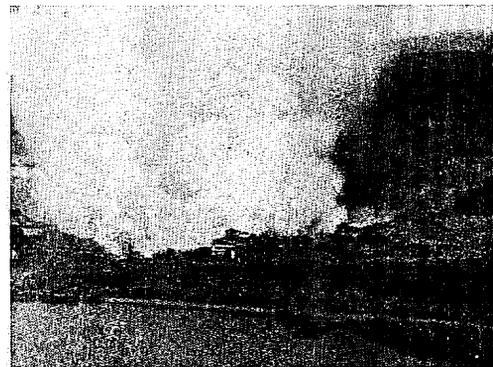
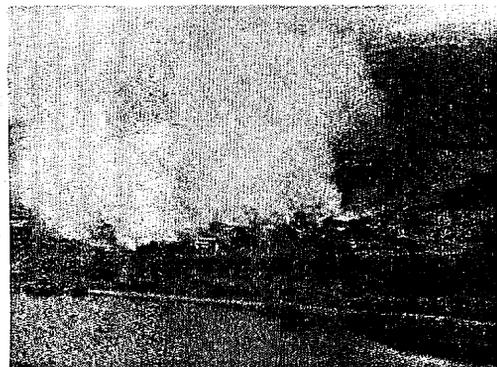
B-7



B-8



B-2



消防研究所技術資料

第 6 号

昭和50年 7 月

自治省消防庁消防研究所

東京都三鷹市中原 3 丁目14番 1 号(〒 181)
電話 (0422) 44-8 3 3 1(代)
