

市街地模型による延焼性状に関する実験的研究(追報)

高原栄重*・関根孝
建設省建築研究所

Some results on an Experiment of Fire spread characteristics using models (Further Report)

By

H. Takahara and T. Sekine

Building Research Institute, Ministry of Construction, Tokyo

Abstract

Some results on an Experiment of Fire spread characteristics using models are given.

Using the wooden models of the urban area with different values of building coverage, an experiment was made to find out relations between amount of open space and fire spreading characteristics.

The results were as follows.

- 1) On the windward the fire was extinguished at the zone where open space ratio is 30-40%.
- 2) On the sideward the fire was extinguished at the zone where open space ratio is 30-50%.
- 3) On the leeward the fire was extinguished at the zone where open space ratio is 60%. Fig. 10 shows the open space ratio of extinguishable line and the spreading velocity of fire.

According to this observation, the extinguishable line tends to converge on the place where open space ratio is 70-80% in any side of the wind.

1. 研究目的

建築研究所はこの総合研究に於て、市街地模型による延焼性状の実験的検討という課題を分担してきた。昭和45、46年度におけるその研究の内容は「防災科学技術総合研究報告」第31号(1973)において述べたので、ここでは昭和47年度の実験についての概要を報告する。

分担課題の目的は市街地火災の燃えすすみの状態を調べることである。このため45年度では小規模の木材クリブの延焼を、46年にはやや大きい規模で同クリブの延焼をそれぞれ東京江東区の埋立地で野外実験を行なった。47年度は、比較的広い面積に空地(オープンスペース)を変化させた模型(写真1参照)をつくり、その風上よりの1区画に点火してこれの燃え拡がり方と、空地の効果について野外実験を行なった。

なお、この実験の以前に高原は、空地(オープンスペース)の類焼に関して1つの事例を調査する機会を持った。その大略は次のとおり。

昭和46年8月30日、熊本県山鹿市東中町の市街地火災の実態調査*

この調査は、ある火災条件下で延焼を切断するために必要なオープンスペースの量を把握するため、高原が火災発生5日目に現地へ行って実測したものである。

この火災は風速 $1.0\text{ m/sec} \sim 1.2\text{ m/sec}$ の条件下で、防火木造を主にした建蔽率62%、容積率103%の市街地において、焼失戸数35戸、焼失面積 $5,600\text{ m}^2$ の火災規模の場合には、消防力による相当の給水があっても、次のような空間が必要であることを記録した。

*現在、本州緑化株式会社

*市街地火災の類焼安全距離に関する実験調査

高原栄重 建築研究資料 No. 1 MARCH 1972

行なっているのですが、空地の効果がどの程度のものであるか判断できなかったが、距離を実測した所では8.2m以下では類焼する事例を観測した。

上記は焼失面積が約6,000㎡程度のふつりの火災(非地震)の場合についての1つの事例であって、より大規模の火災あるいは大地震に伴う火災の場合には、事情がちがってくる。

本邦では昭和8年8月の東大火災実験くらい、建物火災の実験は数多く行なわれているが、木材を広く並べた延焼に関する模型的検討についてはあまり行なわれていない。

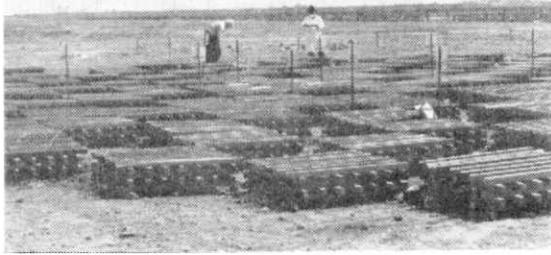


写真-1 クリブ模型のセット

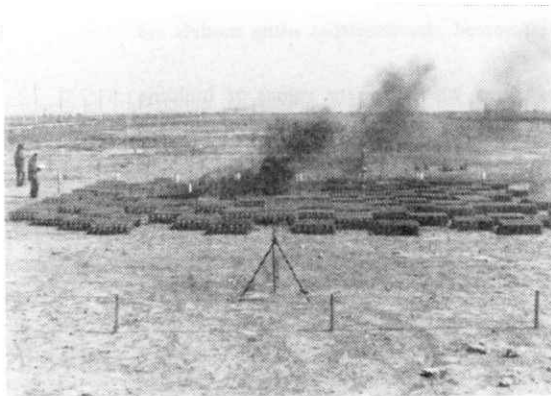


写真-2 中央の1区画12点火の直後

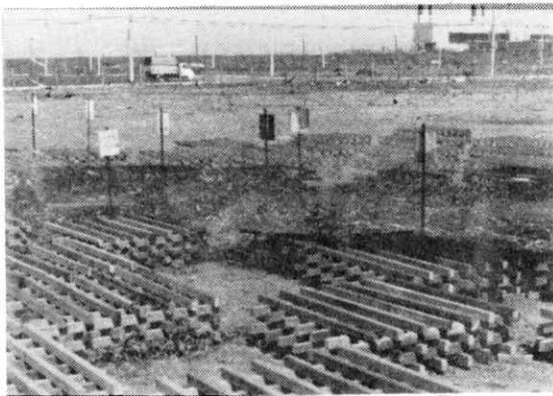


写真-3 焼け止まりの区画

イ) 風上では類焼を防止するためには焼失家屋から3~10m以上の距離を確保できる空間が必要である。

ロ) 風側では10~18m以上の距離を確保する空間がないと類焼する危険性がある。

ハ) 風下では、この火災事例では風下に当る所に堅牢な土蔵群が存在し、注水も此処を重点的に

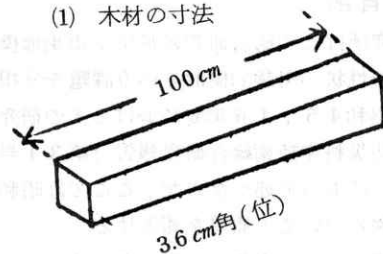
2. 昭和47年度野外実験

図1のような木材セット(以下クリブという)を図2のように配置し、空地率を異にした市街地模型となし、これのほぼ中央の一面に点火した。

(1) 観測項目

- イ) クリブの時刻別燃え上がり状況及び焼け止まり線を形成した風向別建蔽率
- ロ) クリブの含水率 電気抵抗型含水率計
- ハ) 時刻別風速 ビラム型風向風速計及び熱線風速計(アネモサーモメーター)併用
- ニ) 時刻別温湿度 磁気温湿度計
- ホ) 地平面の温度分布 テンプレート(示温プレート)

(1) 木材の寸法



(2) セットの造り方

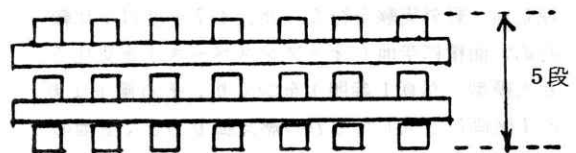
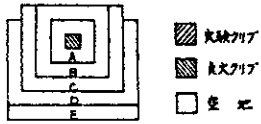


図-1 クリブの構造(材料-ミツガ)

| モデル | 空地率 | クランプ数 |
|-----|-----|-------|
| A | 19% | 22 |
| B | 24% | 32 |
| C | 30% | 34 |
| D | 30% | 30 |
| E | 37% | 11 |
| 合計 | | 133 |



風上部 30%~40%
 風側部 30%~50%
 風下部 60%

ii. 空地率が延焼速度に与える影響

表-2 延焼速度関係データ測定表

図-9 風向別, 空地率と延焼速度図

図-10 空地率が延焼速度に与える影響のグラフ

① 風向別, 延焼速度は空地が少なくなるに従って増加する。

② 延焼速度は風下が最も速く, 風側, 風上の順に遅くなる(図-9および図-10を参照)

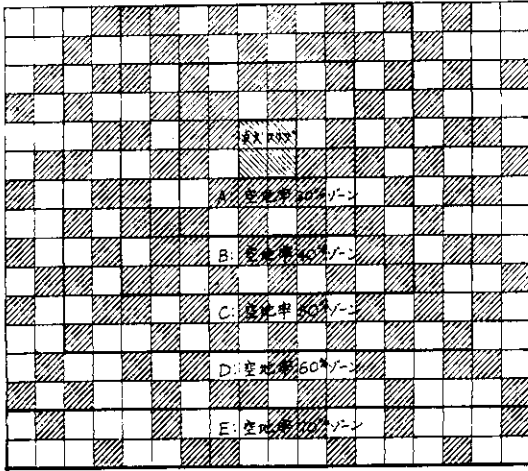


図-2 実験模型配置図

なお, 今回はオープンスペースによる焼け止まり線の確認が主目的であったので, 熱気流の垂直分布の測定は割愛した。

(2) 実験日時等

実験実施 昭和48年3月6日(火)

場所 江東区新砂地先第14号埋立地

点火時刻 午前11時55分点火, 12時

50分終了(風下方向のクリブの延焼の止りまで長くかかったので, 約1時間の実験となった)

(3) 観測データ

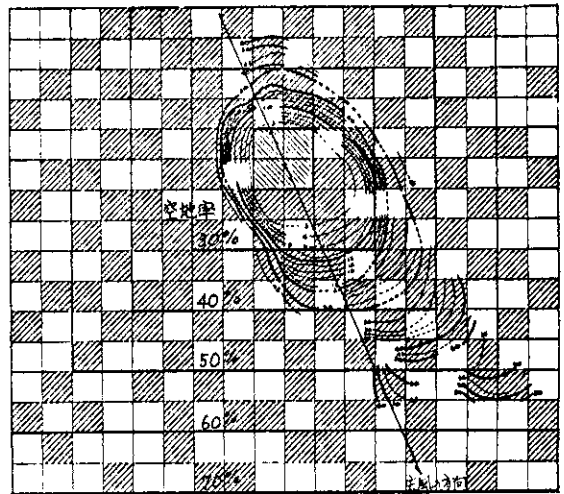
- イ) クリブの時刻別延焼記録(図-3)
- ロ) 時刻別風速(図-4)(表-1)
- ハ) 時刻別温湿度(図-5, 図-6)
- ニ) クリブの含水率(実験開始直前)(図-7)
- ホ) 地平面の温度分布(鎮火直後)(図-9)

3. 実験結果

i. 焼け止まり線の空地率

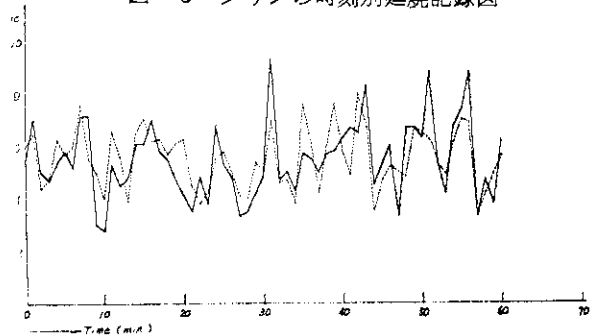
ここに空地率とは一定の地表面積の上にあるクリブの存在する面積を, その地表面積で除したものの逆数とする。

上記実験の条件下において焼け止まり線を形成した空地率は概ね次のとおりであった。



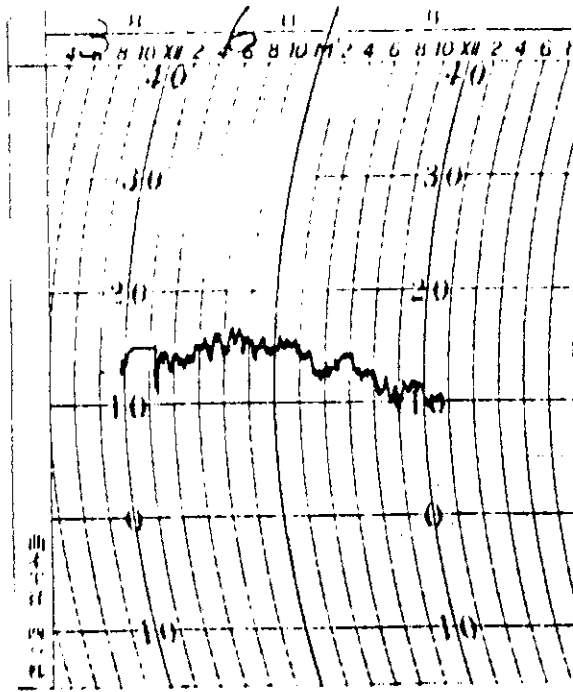
(注) 図中の数字は点火後のファイアフロントの着火時刻(単位:分)

図-3 クリブの時刻別延焼記録図



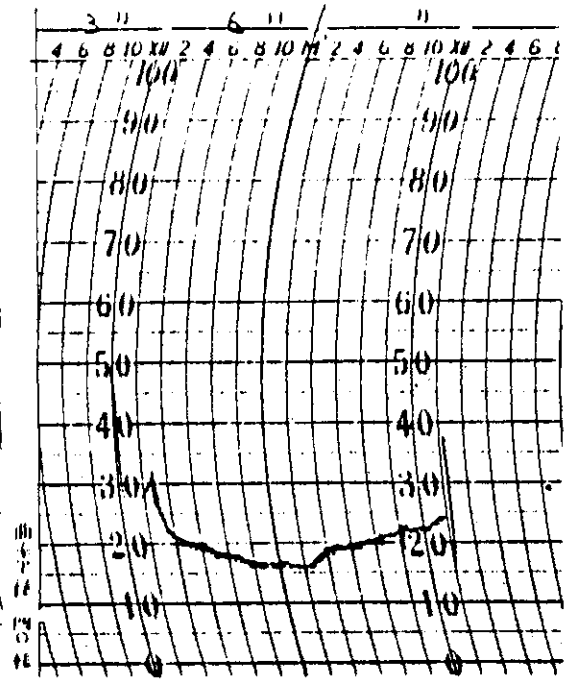
—ピラム型風向風速計による値
 ---熱線風速計による地上90cmの高さにおける風速

図-4 時刻別風速図



3月6日AM11:25~PM14:50

図-5 時刻別温度



3月6日AM11:25~PM14:50

図-6 時刻別湿度

表-1 風向・風速記録表

| 経過時間 (分)T _i | 計器の読み み値 S _i | 風速 (m/S) (S _i - S _{i-1}) / 60 | 風 向 (16方位) | 備 考 | 経過時間 (分)T _i | 計器の読み み値 S _i | 風速 (m/S) (S _i - S _{i-1}) / 60 | 風 向 (16方位) | 備 考 |
|---------------------------|----------------------------|---|---------------|-------|---------------------------|----------------------------|---|---------------|-----|
| 点 分前 | | | | | 29 分後 | 9310 | 4.2 | NNW | 5.4 |
| 点 分前 | | | | | 30 " | 9600 | 4.8 | N | 5.0 |
| 点 分前 | | | | (m/S) | 31 " | 160 | 9.3 | NNW | 7.0 |
| 点 1分前 | 0 | | NW | | 32 " | 440 | 4.7 | NW | 4.6 |
| 点 点 | 330 | 5.5 | " | 6.0 | 33 " | 740 | 5.0 | " | 4.7 |
| 1分後 | 750 | 7.0 | " | 6.5 | 34 " | 1000 | 4.3 | WNW | 3.8 |
| 2 " | 1050 | 5.0 | " | 4.4 | 35 " | 1340 | 5.7 | NW | 7.6 |
| 3 " | 1330 | 4.7 | WNW | 4.8 | 36 " | 1670 | 5.5 | NNW | 6.2 |
| 4 " | 1655 | 5.4 | NNW | 6.3 | 37 " | 1970 | 5.0 | " | 4.2 |
| 5 " | 2000 | 5.8 | " | 5.7 | 38 " | 2310 | 5.7 | NW | 6.0 |
| 6 " | 2310 | 5.2 | " | 6.0 | 39 " | 2660 | 5.8 | N | 7.6 |
| 7 " | 2740 | 7.2 | N | 7.6 | 40 " | 3040 | 6.3 | " | 5.9 |
| 8 " | 3170 | 7.2 | NNW | 5.6 | 41 " | 3440 | 6.7 | NW | 4.9 |
| 9 " | 3350 | 3.0 | " | 5.0 | 42 " | 3800 | 6.0 | " | 8.0 |
| 10 " | 3520 | 2.8 | " | 4.0 | 43 " | 4300 | 8.3 | NNW | 6.7 |
| 11 " | 3840 | 5.3 | " | 6.6 | 44 " | 4570 | 4.5 | NW | 3.5 |
| 12 " | 4110 | 4.5 | " | 5.6 | 45 " | 4890 | 5.3 | NNW | 4.7 |
| 13 " | 4400 | 4.8 | NW | 3.9 | 46 " | 5250 | 6.0 | " | 5.2 |
| 14 " | 4765 | 6.1 | " | 6.5 | 47 " | 5450 | 3.3 | N | 5.0 |
| 15 " | 5130 | 6.1 | NNW | 7.1 | 48 " | 5850 | 6.7 | " | 4.8 |
| 16 " | 5550 | 7.0 | " | 6.2 | 49 " | 6250 | 6.7 | " | 6.7 |
| 17 " | 5900 | 5.8 | " | 6.3 | 50 " | 6630 | 6.3 | " | 6.5 |
| 18 " | 6230 | 5.5 | " | 5.7 | 51 " | 7155 | 8.8 | " | 6.2 |
| 19 " | 6510 | 4.7 | " | 6.1 | 52 " | 7470 | 5.3 | NNW | 5.3 |
| 20 " | 6900 | 6.5 | NW | 6.3 | 53 " | 7720 | 4.2 | " | 4.9 |
| 21 " | 7110 | 3.5 | " | 4.5 | 54 " | 8120 | 6.7 | " | 6.1 |
| 22 " | 7400 | 4.8 | " | 3.8 | 55 " | 8560 | 7.3 | " | 7.0 |
| 23 " | 7630 | 3.8 | " | 4.3 | 56 " | 9090 | 8.8 | " | 6.9 |
| 24 " | 8040 | 6.8 | " | 5.5 | 57 " | 9280 | 3.3 | NW | 3.4 |
| 25 " | 8360 | 5.3 | WNW | 5.8 | 58 " | 9560 | 4.7 | W | 4.2 |
| 26 " | 8650 | 4.8 | NNW | 5.0 | 59 " | 9790 | 3.8 | WNW | 4.8 |
| 27 " | 8850 | 3.3 | WNW | 4.1 | 60 " | 170 | 6.3 | " | 5.6 |
| 28 " | 9060 | 3.5 | " | 4.0 | | | | | |

- ・材種 米つが
- ・含水率 (実験当日)

| № | 含水率 | № | 含水率 |
|---|------|----|------|
| 1 | 9.0% | 7 | 9.0% |
| 2 | 7.0 | 8 | 8.8 |
| 3 | 8.3 | 9 | 13.0 |
| 4 | 8.5 | 10 | 8.2 |
| 5 | 8.2 | 11 | 9.2 |
| 6 | 8.2 | | |

>148 とは配置したテンプレート の測定目盛が全部 変化したもので実際の温度はテンプレートの 測定可能範囲の上限值148℃より高温であら うと思われるもの。

<43 とは配置したテンプレート が全然変化せず温 度はテンプレートの測定可能範囲の下限值43 ℃より低温であるもの。

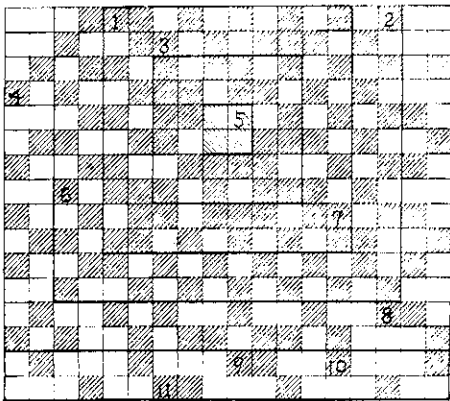


図-7 クリブ含水率

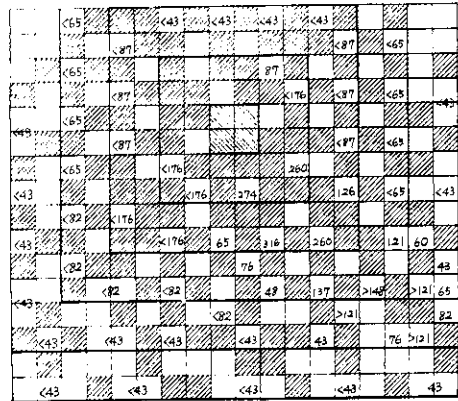


図-8 地面の最高温度分布図

表-2 延焼速度関係データ測定表

| 方向 | ゾーン | 総面積 | クリブ面積 | 空地面積 | 燃焼クリブ面積 | 空地率 | 燃焼時間 | 燃焼速度 |
|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|------|----------------------|
| | | m ² | m ² | m ² | m ² | % | min | cm ² /min |
| 風 | A ₁ | 7.2 | 5.5 | 1.7 | 5.5 | 24 | 10 | 5,500 |
| | A ₂ | 3.8 | 3.2 | 1.6 | 2.2 | 42 | 10 | 2,200 |
| | A ₃ | 6.4 | 4.4 | 2.0 | 4.4 | 31 | 10 | 4,400 |
| | A ₄ | 8.5 | 5.2 | 3.3 | 3.7 | 39 | 10 | 3,700 |
| 下 | A ₅ | 7.9 | 3.7 | 4.2 | 2.6 | 53 | 20 | 1,300 |
| | A ₆ | 6.1 | 3.1 | 3.0 | 2.7 | 49 | 20 | 1,350 |
| 風 | B ₁ | 1.3 | 0.6 | 0.7 | 0.6 | 54 | 10 | 600 |
| | B ₂ | 1.5 | 1.2 | 0.3 | 1.2 | 20 | 10 | 1,200 |
| | B ₃ | 2.0 | 1.8 | 0.2 | 1.8 | 10 | 10 | 1,800 |
| | B ₄ | 1.0 | 0.6 | 0.4 | 0.4 | 40 | 10 | 400 |
| | B ₅ | 5.7 | 2.0 | 3.7 | 0.9 | 65 | 20 | 450 |
| 風側(右) | C ₁ | 1.4 | 0.9 | 0.5 | 0.9 | 36 | 10 | 900 |
| | C ₂ | 0.7 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 57 | 10 | 400 |
| | C ₃ | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 50 | 10 | 200 |
| 風側(左) | D ₁ | 3.5 | 2.55 | 0.95 | 2.55 | 27 | 10 | 2,550 |
| | D ₂ | 1.8 | 1.4 | 0.4 | 1.4 | 22 | 10 | 1,400 |
| | D ₃ | 2.1 | 0.5 | 1.6 | 0.5 | 76 | 10 | 500 |

- 空地
- ▨ 未焼クリブ
- ▩ 燃焼クリブ
- ▧ 点火クリブ

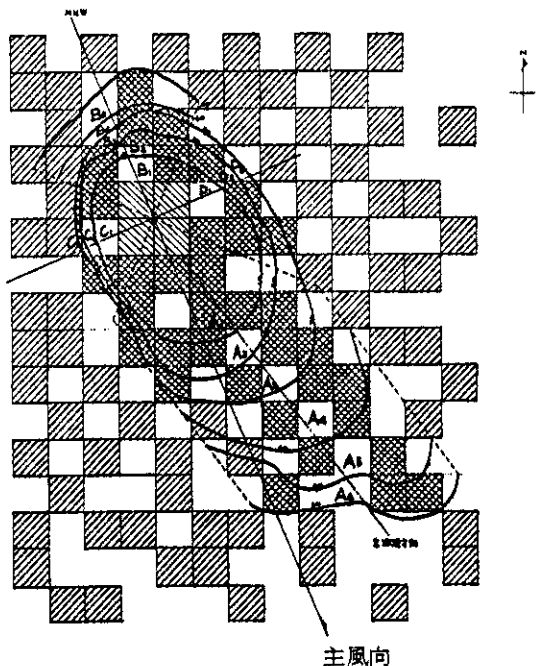


図-9 風向別・空地率と延焼速度図

② 風向別各延焼速度は空地の割合が大きくなるに従って速度を落しながら、空地率で70～80%附近のところで焼け止まる方向に収束する。

iii. この実験は、各クリブの積み上げ高さ(h)は地上約20mであり、高さは均一に揃えられ、また、図-2にみる如く、空地の長さ(L)は一辺1mであった。したがって $h/L = 0.2$ である。風向に沿った断面で、このていどの木材(燃料)の配置では図-10のような“燃えすすみ”であり、図-9よりすれば、延焼正面の風向に沿った方向にクリブの少ないところで焼け止まりがみられた。この実験では、上記実験条件下で、最も延焼速度の大きい風下方向においては空地率60%程度で焼け止まった。

なお、この種の実験(延焼と空地)は事例が極めて乏しい。更に、継続して追求する必要があることを認めた。

実験担当者

- | | |
|--------------|-------------|
| 第一研究部 | 高原 栄重 |
| 1st Res.Div. | H. Takahara |
| | 杉山 照 |
| | H. Sugiyama |
| | 鈴木 義喜 |
| | Y. Suzuki |
| 第五研究部 | 関根 孝 |
| 5th Res.Div. | T. Sekine |
| 試験室 | 最上 宏二 |
| | K. Mogami |

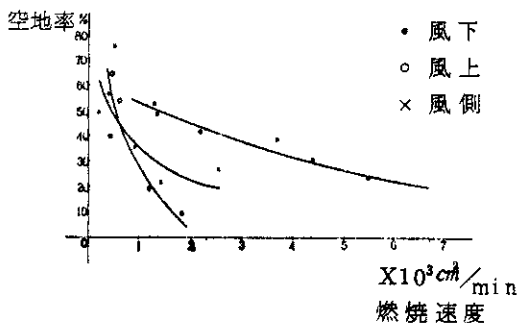


図-10 空地率が延焼速度に与える影響(風向別)