

地震火災発生時における消火活動目標の検討

A Examination as for Aim of Fire Fighting Activity at Simultaneous Multiple Fires after a Large Earthquake

杉井 完治¹

Kanji SUGII¹

¹ 総務省消防庁消防大学校 消防研究センター
National Research Institute of Fire and Disaster

Simultaneous multiple fires after a large earthquake set the fire service of the disaster-stricken area to very adverse conditions, delay of fire fighting activity beginning and insufficient number of corps. In normal circumstances, the fire service is aiming at the obstruction of fire-spreading for neighboring buildings, and it is now almost succeeded due to reinforced strength of fire service. However, it is highly possible that the aim cannot be achieved is high at the simultaneous multiple fires after a large earthquake. In this paper, an adverse condition of the simultaneous multiple fires is assumed, and it introduces the result of the case study to think about an appropriate aim and the activity method at that time. We start finding the enclosure inside a block have come into view there.

Keywords: Aim of Fire Fighting Activity, Simultaneous multiple fires, Fire Spread, Enclosure Inside a Block

1. はじめに

火災は急激な拡大現象であり迅速な対応を要するが、震災時には119番通報の輻輳・途絶等による覚知の遅れ¹⁾、道路障害、水利不足などにより、消防機関の活動が遅延する可能性は高い。さらに、同時多発火災（以下、震災時の同時多発火災を「地震火災」という）が発生すれば1火災に投入できる消防隊数は少なくなる。そのため被災地の消防機関は、「活動開始の遅れ」・「少数部隊での対応」という不利な条件に直面することになると考えられる。近隣・広域応援隊の到着には数時間～6時間以上が見積もられている²⁾ので、被災地消防の初動活動は極めて重要である。そこで本研究では、初動における効果的な消火活動に関して具体的な検討を行い、その結果から、震災時の目標としての「ブロック内封じ込め（ブロック間延焼の阻止）」について述べる。

2. 震災時における目標設定の必要性

日本の消防力は、大火の撲滅を目指して整備されてきた。消防庁告示の整備基準（現在は「指針」）^{3) 4)}では「隣棟延焼阻止」を可能にするための時間目標¹⁾が設定され、その時間内に放水が開始できるよう、消防署所・ポンプ車の必要量が配置密度の形で定められている。この基準の下に整備が進んだ結果、建物密集度がかなり高くても大規模な延焼火災に発展することは少なくなった。

一方、震災時には条件が悪化するため、平常時の目標である隣棟延焼段階よりも拡大した火災を、少数部隊でどのように制御するかが焦点になると考えられる。しかしこれまで、その状況下、どのような活動を行うべきかについて、特に目標の設定という観点からは具体的な検討が行われてこなかった²⁾。

また、筆者らは、消防機関の持つ震災時消防活動計画に具体性・実効性が確保されにくいという問題を指摘してきた¹⁾。それは、具体的な目標を持たなければ、情報活動を含め実際の活動をどのような時間制約の中で行う

べきかが不明確になると考えるからである。以上から筆者は、適切な目標を設定することは、事前計画でも応急対応でも必要不可欠であると考えている。

なお、本稿では、市街地を区画する概念として一般的な「街区」に代え、「ブロック」を用いる（図1）。これは、都市計画ではなく消防活動を考慮する際には、一般には街区の区画線として認識されない空間や耐火建物を含んで区画を設定する必要があるためである。図中のA～Eは、それぞれが独立したブロックを示している。

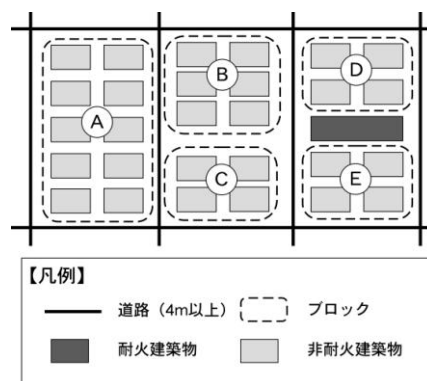


図1 消防活動を考慮した「ブロック」の概念

3. 震災時の目標：ブロック内封じ込め

火災は連続的に延焼拡大するが、状況の飛躍的な変化から、表1のように段階を区分することができる。震災時、隣棟延焼の阻止を目標にできないとすれば、ブロック間延焼を阻止する段階を次の目標と考えることができる。大規模な街区火災以降の段階は、発生する時間帯および必要消防力の点から、被災地における初動の目標としては適当でないと考えられる。以上から、震災時における目標を「ブロック内封じ込め」に仮置きし、その段階における消防活動の具体的な検討を行うこととする。

出火建物独立燃焼→(隣棟着火)
 →隣棟延焼～出火ブロック内延焼
 →(隣接ブロック着火)→大規模な街区火災～市
 街地大火

表1 火災拡大の段階区分

4. 震災時の消火活動戦術

目標をブロック内封じ込めとし、少数部隊で対応する際の戦術について検討する。これにヒントを与えるのは、覚知の遅れ、消防署所間が離れているため後着隊の到着に時間を要したことなど不利な条件が重なり、ブロックのほぼ全てが焼損した火災事例⁷⁾である。劣勢に置かれた消防隊は、主にブロックを囲む道路上から放水を行った。その結果、ブロック外縁部の建物外壁が燃え残り(図2上)、ブロックの奥部は1階床面まで燃え落ちている(図2下)という焼損結果となった。



図2 ブロック外縁部の外壁が燃え残り、内部は原形をとどめていない状況。文献⁷⁾から引用。

この時の消防活動は、震災時の不利な条件における活動を考える上で、重要な示唆を与えていると筆者は考える。すなわち、次のような戦術である。

- ・ ブロック外縁面の温度を下げることを主眼とした放水活動を行い、かつブロック間延焼の危険性が高い箇所に焦点を置き、事前注水を行うとともに、着火すれば即座に消火する。
- ・ ブロック内部の発熱量を抑制し延焼速度を緩和する目的で、ブロック内部への注水を行う。

ブロック内部における延焼の進行に応じて筒先位置を徐々に後退させる必要が生じ、ブロック間延焼の発生個所に放水が届かなくなることも考えられるが、上記の活

動により時間を稼ぐことができれば、出火建物やその周囲の建物では燃え落ちが始まり、ブロック間の延焼力を失うことが期待できる。このような活動戦術を採れば、少数の部隊でもブロック間延焼を阻止できる可能性があると考えられる(もちろん地区の密集度等によって成否は左右される)。

5. ケース・スタディ

5.1 モデル市街地における検討

震災時との対比を行うため、モデル市街地における平常時の標準的な消火活動を考える(図3)。モデルとしたのは、木造+防火造建物の建築面積が地区面積に占める割合が45%程度の密集地区である。隣棟延焼の直前段階(出火建物から火煙が噴出)で活動を開始し、人命救出など、放水以外の活動は必要ないものと仮定する。この段階であれば、延焼の可能性がある隣棟間(出火建物と①、②、③の間)の防御を担当する延焼阻止筒先が配備される。特に、延焼すると大きく拡大する背面(出火建物と③の間)の防御が重視される^{5) 6) 8) 9)}。出火建物を直接消火する主火制圧筒先も配備されるが、隣棟延焼が切迫あるいは既に始まっているなど、それが意味をなさない状況では配備されない場合もある。

次に、延焼を阻止する活動と隣棟間隔について検討する。隣棟間隔が概ね2m以下になると、その空間に筒先を入れて行う活動はほぼ不可能になる。これは、輻射熱や落下物の危険性が増大することと、注水対象である壁面等と筒先の角度が浅くなって注水効果が低下するからである。したがって道路等に筒先を配置し、棟間に向けて放水することになるが、前述した角度の問題で有効な注水効果が得られず、延焼阻止は困難になる。平常時には、このような悪条件を克服するため、多数の隊を一挙に投入する出動体制のほか、延焼先の建物内部へ進入する活動戦術がとられる。建物間に空間がある場合は、延焼先建物の窓や物干場等から延焼を迎え撃つ形の放水を行う。建物同士が接している場合には、延焼開始段階の延焼先建物に進入し、最上階天井部を破壊し小屋裏への注水を行う方法⁷⁾があり、危険は伴うが、この場合における唯一的な効果を持つ。

一方、震災時には活動開始が遅れると考えられるが、それがどの程度となるのかについては、災害状況に大きく左右されるので確定的な値を決めることは困難である。

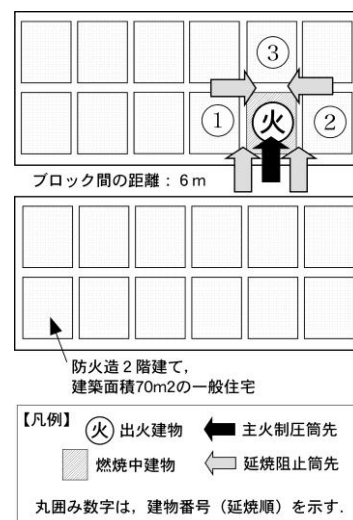


図3 モデル市街地における平常時の消火活動

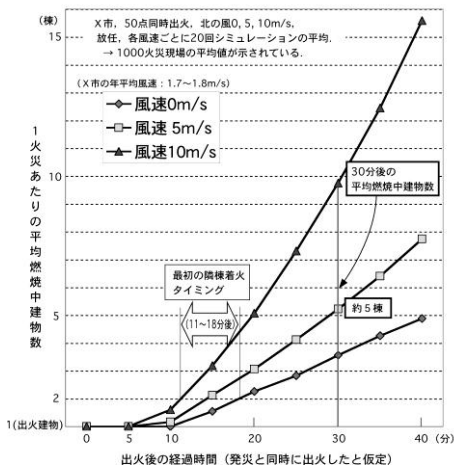


図4 1火災あたりの平均燃焼中建物数。文献10)の図に筆者が一部加筆。

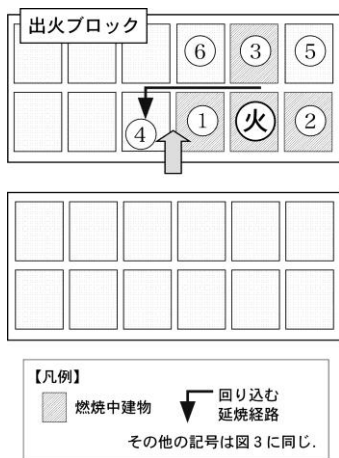


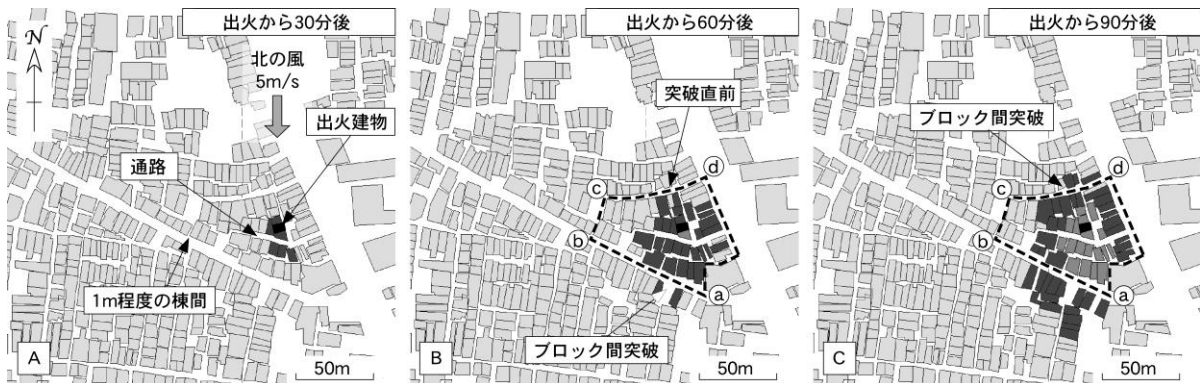
図5 背面からの延焼の回り込み

仮に放水開始時間が出火後30分になるとすれば、そのとき、密集度の高いX市では平均5棟（風速5m/s）が燃焼中である（図4）。ここでは、その時点で放水活動を開始したと仮定する（図5）。放水開始時間の値は、震災時の条件悪化を考慮して仮に置いたものであって、より早期の活動が不可能であるという意味ではない。これは平常時よりも極めて困難な状況であるにも関わらず、火災が多発すれば1火災あたりの投入隊数が少なくなる（事前計画で1～2隊と定める消防本部が多い¹⁾）ため、極めて劣勢な条件で対応することになる。さらに、建物の脆弱化および余震の危険性により屋内進入やブロック内部への進入は禁忌事項になると考えられるので、背面の延焼を遮断することは不可能と言える。そうなると、建物①から④への延焼を道路側から阻止できても、背面から回り込む延焼によって、いずれ建物④は失われる。これらは、震災時、ブロック内部で延焼を止めることはほぼ不可能だと考える必要性を示すものである。

次に、隣接ブロックに延焼が開始された状況を想定する。この時、道路等から出火ブロックの防御に当たっている筒先が、放水目標を延焼先ブロックに切替えることを考える。着火直後であれば即座に消火することも可能だが、タイミングが遅れた場合、延焼を後追いつする形の放水は効果が小さいので、延焼阻止は困難になる。震災時において建物背面の防御がほぼ不可能であることは既に述べたとおりである。つまりこれらは、延焼が次のブロックに進むと、延焼先ブロック全体への延焼拡大が高い可能性で決定づけられることを意味している。最初のブロック間延焼を阻止することは極めて重要であろう。

5.2 実市街地における検討

モデルを用いた検討を基礎に、密集地を多く有するX市のある地区を対象として、震災時における消防活動の



【火災現場の条件】

- ・ 木造、防火造建築物が非常に狭い間隔で密集。
- ・ 東側には、約20mの道路。
- ・ 南西方面には、極めて密集度の高い地域（木防建べい率70%程度）。
- ・ a-bの道路幅は約6m。c-dの道路幅は約4m。
- ・ b-c間の一部は、1mほどの棟間空間。

注：D図のみ縮尺を変え、より大きな範囲を示している。

図6 実市街地における延焼拡大状況

あり方についてケース・スタディを行った(図6)。使用したシミュレーション・プログラムは、総務省消防庁消防研究センターが開発した「消防力最適運用支援システム」¹¹⁾である。火災は地震発生直後に発生するものとし、北の風5m/sの放任条件とした。放水開始時間は、5.1と同じく発災後30分とした。

出火建物の南方向には幅員2~3mの通路があるが、出火から30分後にはその南側に延焼が進んでいる(図6A)。出火から60分後には南側の6m道路(a-b線)を越えて南側に延焼が始まるとともに、c-d線の北側への延焼危険が生じている(図6B)。出火から90分が経過すると、延焼はc-d線を越えて北側に拡大を始める(図6C)。180分が経過した図6Dでは、南・西方向へ大きく拡大しているのがわかる。

この状況に対応する消防活動を検討する。広幅員道路に面するため、d-a間を防御する必要はない。しかし、密集度が高いため、出火建物付近で延焼を阻止することは極めて困難であると考えられる。そこで、空間の連続状況からみて、a-b-c-dを一つのブロックと認識し、延焼の拡大をそのブロック内に局限化することが目標になると考えられる。ただし、b-c間には1m程度の区画空間しかない部分がある。しかし、この線でブロックを区画しなければ、非常に広大な領域が一つの単位になる(図6Dの点線領域)。これは初動期における防御目標としては明らかに大きすぎる。したがって、b-c間の防御が困難であるとしても、このラインを守る活動を行うべきであると考えられる。なお、南西方面には極めて密集度の高い地区があるため、部隊数が足りない場合はb-c-dの防御を諦め、a-bの防御を最優先とすることも必要になるだろう。

5.3 活動目標の設定とその効果

これまでに述べてきたように、地震火災発生時、隣棟延焼の阻止を目標として活動すると、建物背面を回り込む延焼を遮断することができず活動が無意味化するばかりか、かえってブロック間延焼の阻止が疎かになる可能性がある。また、ブロック間延焼を許すと、延焼先ブロック全体に延焼する可能性が高い。したがって、隣棟延焼の阻止にはこだわらず、ブロック間延焼の阻止すなわち「ブロック内封じ込め」を目標とし、その達成にポイントを絞った活動を行うことが必要になると考えられる。この時重要になるのは、消防力を含む現場の諸条件を考慮して、適切なブロックを設定する作業である。ブロック境界を定めにくい密集地区では難しい作業になると思われるが、どのような条件であっても、その場その時において適切な防御目標を具体化する作業は必要不可欠である。「ブロック内封じ込め」は、その際のキーワードとしても必要なものであると筆者は考えている。

さらに、具体的な目標設定は、消防機関の持つ震災時活動計画に具体性と実効性を与えることに繋がると考えられる。例えば、各都市においてブロック間延焼の発生する時間分布を求めることができれば、そこから逆算する形で、例えば情報収集に許される時間の見積もりができる。すなわち「可能な限り早く」という記述ではなく、「およそ〇分後までに」という具体的な記述が可能となり、多くの時間を要すると考えられる情報収集手法は、その時間帯においては不十分であることが明確になる。このように、できるだけ明確な目標イメージのもと初動活動の方法を吟味・淘汰することが、震災時活動計画の立案作業に際しては極めて重要であると筆者は考える。

7. おわりに

震災時において、隣棟延焼の阻止チャンスが過ぎ去った状況を想定し、その際の目標として適当と考えられる「ブロック内封じ込め」について検討した。この目標は、ブロック内の全てを焼損させることにもなるが、震災時の悪条件を考えれば現実的な目標であり、それを達成することが被災地消防による最良の結果であると考えられる。

今後は、ブロック間延焼の生じる時間分布を求めるなど、「目標を時間の形でどう表現するか」に着目した検討も進めたいと考えている。

謝 辞

本稿における主張および解釈上の誤りはすべて筆者の責に帰するものですが、京都市消防局の濱田康寛、白木貞二郎、樋口多加志、吉田 豊、司馬田 宏、石田正人、藤江卓也の各氏からは火災防御活動についてご指導を受けました。東京大学大学院都市工学専攻の関沢 愛教授並びに消防研究センターの座間信作博士、新井場公德博士、遠藤 真氏にも討論をいただきました。以上の方々には深く御礼申し上げます。

補 注

- (1) 出火後8分程度の時間とされている(出動後6.5分)。
- (2) 大火に苦しんだ時代の戦術教本^{5) 6)}には、防御線を設定し、周囲街区への延焼を防ぐ戦術についての記載があるが、震災時を前提していないため、部隊の増強によりそれを達成するものとされている。

文 献

- 1) 杉井完治、関沢愛、岡部弘志、遠藤真、座間信作、新井場公德：震災直後期における消防機関による実効性のある災害情報収集体制構築の必要性、地域安全学会論文集、No. 10、pp. 89-96、2008。
- 2) 鄭炳表・新井場公德・杉井完治・座間信作・岡部弘志・関沢愛：地震災害に対する緊急消防援助隊の到達時期について、地域安全学会梗概集、No. 23、pp. 13-16、2008。
- 3) 自治省消防庁：消防力の基準、昭和36年自治省消防庁告示第2号、1961。
- 4) 総務省消防庁：消防力の整備指針、平成17年消防庁告示第9号、2005。
- 5) 矢島安雄：消防戦術、全国加除法令出版、pp. 230-237、1971。
- 6) 坂本正：改訂火災防御論、全国加除法令出版、pp. 116-117、1973。
- 7) 杉井完治・篠原雅彦：佐渡市相川の木造密集地における延焼火災の調査、消防研究所報告、105号、pp. 11-22、2008。
- 8) 東京消防庁警防研究会編：新消防戦術 第2編 一般火災、pp. 2022-2023、1993。
- 9) 財団法人消防科学技術総合センター：火災防ぎよ、pp. 54-55、2006。
- 10) 杉井完治：震災時の消防力運用計画と災害情報の収集・処理態勢について、火災、Vol. 59、No. 1、2009。
- 11) 関沢愛・高梨健一・遠藤真・座間信作・山瀬敏郎・篠原雅彦・佐々木克憲：リアルタイム延焼予測に基づく消防活動支援情報の出力システム- 消防活動支援情報システムの支援用エンジンとして-、地域安全学会梗概集、No. 11、pp. 117-120、2001。