風による火災への影響

消防署は非常に伝統的な組織であり、過去にやってきたやり方で物事を進めようとする傾向がある。経験重視のアプローチは、消防署としてのやり方の核となる考え方だ。それが私たちの強みである。しかし、このアプローチの欠点は、進化のスピードが遅く、新しい状況に適応するためには事件や事故が必要なことだ。

急速な火災進行のような稀な火災現象が、消防士の死傷者の大部分を占めている。多くの消防士はこの稀な現象に出会わないため、特定の火災現象に対する理解が不足しているという現実に直面することはほとんどない。私たちの伝統的な経験重視のアプローチと相まって、致命的な事故が発生した後、私たちはほとんど何も学ばず、今後どのようにすればよいのかわからなくなってしまうのである。

「伝統を守らないことは、過去から学ばないことだ、
伝統を破ることを怠ることは、今日から学ぶことを怠ることだ。」

世界の主要都市の消防署は、非常に多くの火災に対処しているため、特定の火災現象に出くわす頻度が高い。ニューヨーク市消防局（FDNY）では 90 年代、同じような事件で何人もの死者が出ている。

1　アパート火災の標準的な戦術。

アパート火災の消火活動には、世界中で同じ戦略と戦術が用いられる。消防士は階段を上り、あるいはエレベーターで出火階より下の 1 階か 2 階まで行く。そこで連結送水管にホースへつなぎ、消火活動の準備をする。消火活動の準備ができれば、火災が起きている（と思われる）アパートのドアまで階段を上り、出火階の廊下を進んでいく。目的のドアに到着すれば効率的な消火活動を開始する。

この活動ができる背景には、階段とアパートのドアが火災に十分に耐え、消防士がアパートのドアまでたどり着けるという前提があり、消防士はドアが閉まっていることによって火災による影響から守られている。消防士がアパートのドアを開けて放水をすると、アパートの外に火煙を「押し出す」ことができる。

2　ヴァンデリア通りの火災。

1998 年 12 月 18 日、ニューヨークのヴァンダリア通り沿いのビルの 10 階で火災が発生した。到着時、消防士たちは外からアパートの中がオレンジ色に光っていることを確認。消防士たちは階段を上がり、出火したと思われる部屋へ向かいながら猛烈な熱気と煙に見舞われる。アパートに到着した消防士たちは、ドアを開けて消火活動を開始する。ドアを開けた直後、消防士たちは炎に包まれる。メーデーを出すことはできても、炎と熱から逃れることはできない。倒れた消防士を救出しようとしても無駄だった。廊下の温度が非常に高いため、救助隊は階段から先に進むことができなかったのだ。

その後の調査で、アパートの正面が強風（最大風速毎秒 11m）にさらされていることに気づいた。

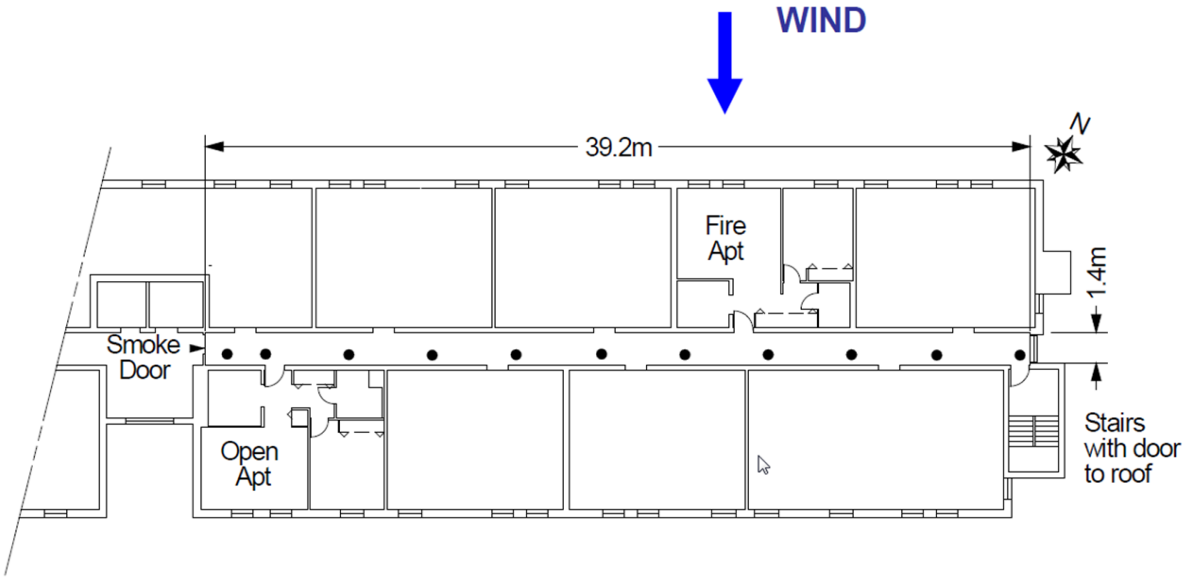

図 1 10 階フロアの概要 *（図：Dan Madrykowski）*

3　風による火災。

この火災の数年前と数年後にも、ニューヨークでは同じような火災が何度か起きている。いずれも強風にさらされたアパートでの火災だった。伝統的な戦術と戦略で火災を攻撃すると、そのたびに放水隊員を失うことになる。

FDNY の内部でも、このような死亡事故について疑問を呈する声が出始めた。もっと良い消火方法があるのではないか？こうした人々は、火災の挙動を研究していた国立標準技術研究所（NIST）の 2 人のエンジニアと接触した。

3.1　研究所での検証

3.1.1　テスト内容

NIST の研究所では、実物大のアパートを作り研究を行った。普通のアパートにあるような家具が置かれた。アパートは廊下に面しているため、ヴァンダリア通りと同じ状況になる。

正しい風量をシミュレートするために、彼らはエアーボートで使われる大きな扇風機を使用した。この構成で、風のあるときとないときで 8 回火をつけて、いくつかの新しい戦術がテストされた。

3.1.2　テストの結果

火災の成長が非常に早かったことはすぐにわかった。窓が割れると、火に酸素がたくさん供給された。この火災で問題となったのは、煙と火災ガスの排出する方向だった。過剰な煙と火災ガスのため

に、アパートは加圧されている。このアパート内の圧力と、窓にかかる風によって生じる圧力は、脆弱なバランスを保っている。言い換えれば、火災は風によってアパート内に抑え込まれているのだ。

この圧力が加わっている状態で、ある瞬間にアパートのドアが開けられると、開いた部屋から廊下に向かって圧力が流れる。風は大量の煙と可燃性ガスを廊下へ押し流す。大量の酸素とともに、この混合ガスは直ちに発火する。実験ではドアが開かれると、廊下は 1500℃にも達する地獄絵図となった。このような状況下で消防士が生き残る見込みがないことは、火を見るよりも明らかだ。

3.2　ガバナーズ・アイランド（ニューヨーク州）

研究所でのテストの後、彼らは実際の状況でテストを繰り返すのに適した建物を探した。ニューヨーク州のガバナーズ島に 7 階建てのビルを見つけた。このビルで 14 回の燃焼テストが行われた。大型の加圧換気装置が架台に設置し、開口部に対して正面に吹く風によってどのように圧力が発生するかをシミュレートした。

結果は、研究所でのテスト結果とほぼ同じであった。アパートのドアを開けると、火は数秒で完全に燃え上がる。ドアが開いている間に窓が割れた場合も、同じような火災の進行が見られた。

3.3　風による影響の指標

複数の死亡事故から学んだ教訓のひとつは、風が火災の進行に非常に重要な役割を果たすということだ。そのため、指揮官は、建物に向かってどのような風が吹いているかを認識することが消火活動上極めて重要である。

これまで、火煙が風によって押し込まれ、アパートの外から排出されない状況を見てきた。現実には、燃えているアパートの窓から煙と炎が脈動していることに気づくかもしれない。もうひとつの可能性は、煙と炎が非対称に窓から排出されていることだ。これははっきりと確認でき、風による火災に対する最も重要な指標である。図 2 はガバナーズ島での実験の写真である。風を模擬した大きな換気扇が見える。この風が、火煙が窓から排出できず、アパートの中に閉じこもる理由である。写真では、炎が窓の右下に出ているのがわかる。これは異常な火災進行である。インターネットには、この風による火災の指標を研究するためのムービーがたくさんある。NIST では、風による火災の研究プロジェクトの成果をまとめた DVD を配布している。

図 2 火煙の非対称の排出 *（写真：Scott Stillborn - OFS Photographer）*

4　新たなアプローチが必要？

これらのテストを通じて、私たちの古典的な戦略や戦術では安全に消火できない火災が存在することが科学的に示された。これらの火災を他の火災と区別する最も重要な要因は風である。そのため、これらの火災は「風による火災」と名付けられた。試験の検証中、調査員たちはすでにこれらの火災を消火する別の方法を考えていた。

4.1　最低限の水

研究室でのテストとガバナー島でのテストでは、アパート内の火煙を冷却するためにストレート形状の放水を行った。こうすることで、火災の温度上昇を防ぐことができた。

プロジェクトを通じて開発されたのが ”床下ノズル ”である。これはチューブの先端に取り付けられたノズルである。チューブの先端は 45 度に曲がっている。この形状により、火災が発生したアパートの下の階から放水することができる（図 3 参照）。このノズルは主に高層ビル用に開発された。

もちろん、はしご車からアパートの天井に向けて放水を行っても同じ効果がある。しかし、ほとんどのはしご車は約 40 メートル（120 フィート）までしか届かない。

他のタイプのノズルもいくつかテストされた。ブレスナン・ノズル（図 4 参照）は、窓の前に垂れるまで壁面を降下させてから放水を行うタイプのノズルであり、ウォーターミストを発生させることで、火災に対して良好な結果を得られた。

この新しい戦術は、まず外部からの攻撃で熱放出率をコントロールしてから、チームと連携して内部攻撃を行うことを意味している。よって、緻密な指揮系統と優れた連携が最も重要だ。

図 3 床下ノズル（*写真：NIST*）

図 4 ブレスナン・ノズル *（写真：Elkhart Brass）*

4.2　風力制御装置：ウィンド・コントロール・デバイス（WCD）

もう一つの戦術は、風が火に及ぼす影響を止めることだった。そこで「風力制御装置」が設計された。これは要するに巨大な防火シートと言える。これを火災の上下の消防士が窓の前に設置する。そうすることで、風はアパートの火災に影響を与えなくなる。風によって発生する過圧がなくなり、火災の換気が止まる。こうして火災の勢いは弱まり、熱放出率も低下する。

しかし、風の影響を防火シートによって防いだとしても、火はまだ強い勢いで燃え続けている。そのため、消火のために古典的な屋内進入を行う必要がある。快適性と安全性を考慮して、米国の消防士はファンを利用した陽圧攻撃（PPA：Positive Pressure Attack）を採用している。戦術的に配置された複数のファンによって風を送り消火活動のサポートを行う。風を送るということは火災に影響を与えることになるため、各部隊の完璧な連携が非常に重要になる。この戦術を取る場合は、緻密な指揮系統と確実な通信網が不可欠である。

図 5 風力制御装置の使用 *（写真：NIST）*

NYFD は、この 2 つの新しい戦術を日常の業務手順に導入した。まず、数台の消防車に、床下ノズルと WCD（風力制御装置）が配備された。その上で、消防士がこれらの新しい戦術を習得できるよう、訓練プログラムが構築されている。ニューヨークでは、風による火災の消火活動中にこれ以上消防士が死なないことを願っている。ベルギーの消防士たちは、ニューヨーク消防局の仲間たちから、高い犠牲を払った教訓を学ぶ時なのだ。

5　参考文献

[1] *Madrzykowski Daniel & Kerber Steven, NIST, Evaluating firefighting tactics under wind driven conditions, april 2009*

[2] *Hartin Ed,* www.cfbt-us.com

[3] *NIOSH, 1999-01, Three Firefighters die in a 10-story highrise apartment building, augustus 1999*

[4] *Madrzykowski Daniel,* www.fire.gov

[5] *Mcbride Peter, Wind Driven fires, presentation 3D-Firefighting Course, October 2009*

[6] *Madrzykowsky Daniel, Kerber Steven, Wind-Driven Fire Research: Hazards and Tactics, maart 2010*

[7] *Lambert Karel, Brandgedrag, 2010*

[8] *Madrzykowski Daniel, presentation Ottawa F.I.R.E. 2010, may 2010*