

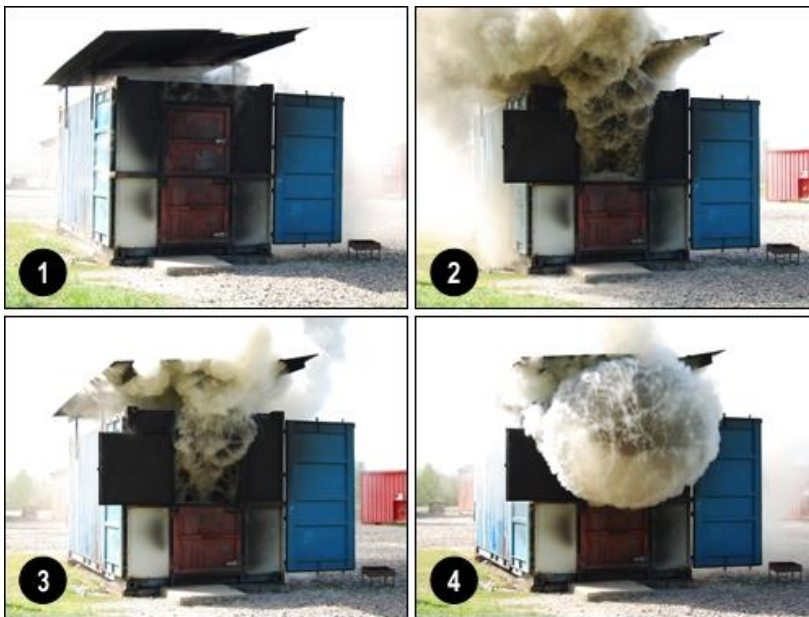
# バックドラフト

以前掲載した記事では、火災の進行について詳しく見てきた。私たちは、空気が不足すると火災の挙動が変わることに気づいた。換気流路（開いている窓、ドア、換気口などの風の出入口）によって、火災が換気不足になるかどうかが決まる。この換気流路が変化することによって、いくつかの特徴的な燃焼現象が現れる。これは消防署が窓やドアを開けることも含まれる。もしくは、同じ窓でも内外の温度差によって（熱応力の影響によって）割れることもある。玄関のドアを開けて中に入るだけでも、換気流路は変化する。換気不足の火災で換気流路を変更すると、逆に状況が悪化することが多々ある。換気不足の火災は様々なシナリオがあるが、まずはバックドラフトの事例を紹介したい。

## 12. バックドラフト

### 12.1 現象の説明

バックドラフトは、長年にわたって多くの消防士を死亡させた現象である。このような事故では、換気が重要な役割を果たす。バックドラフトの前提条件は、密閉された火災で区画内に十分な火災ガスが満たされていることである。区画の特性（気密性、断熱性など）のために、火災は換気不足になる。区画内の火災ガスの濃度は燃焼範囲の上限レベルを超えている。このような状況では扉を開放するなど、換気流路を変更しなければ、火災は自然消火する。



しかし、このような場合に換気流路を変更すると、非常に強力な燃焼現象が起こる。新鮮な空気が区画に流れ込むのだ。この空気の追加により、暖かい火災ガスと冷たい新鮮な空気の混合が生じる。追加された空気により、火災ガスは希釈され、希釈されたガスは混合ガスとなり燃焼領域に入る。

図 12.1 換気不足の火災がバックドラフトを起こすまでの様々なステップ。ステップ 1：区画が閉じられる。ステップ 2 と 3：ドアが開けられ、双方向の流れが発生する。ステップ 4：バックドラフトが起こる。  
(写真：Ed Hartin)

この時点では、燃料（暖かい火災ガス）と酸素（冷たい空気）がうまく混ざっている。唯一欠けているのは、バックドラフトを引き起こすのに十分な（熱）エネルギーである。燃焼するためには、混

合ガスに点火しなければならない。90年代、チッティはバックドラフトの発生に関する研究を行い、バックドラフトはくすぶっていた燃料から炎が復活することによって発生することを発見した。彼の研究により、元の火元を着火するだけでは、区画内の混合ガスに点火するためには（熱）エネルギーとしては不十分であることが明らかになった。バックドラフトを引き起こすためには十分なエネルギーが必要なため、炎が現れなければならない。

バックドラフトは、火災ガスが窓から吹き出すことで発生する。これは「カリフラワー雲」と表現されることもある。このような火災ガスの発火は内部から起こる。炎が構造物の内側から外側に向かって流れ、火災ガスを通る。これには圧力波と非常に強い温度上昇が伴う（図 12.2 参照）。そして、バックドラフトにより発生する最高温度は、フラッシュオーバーよりも高い。

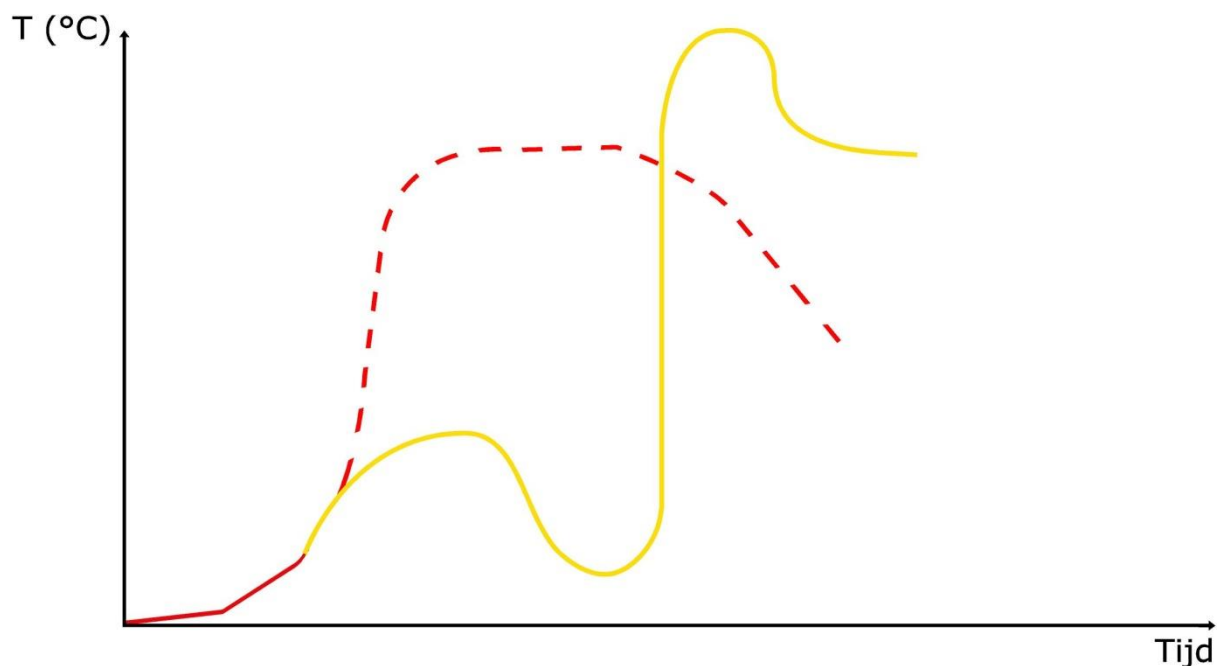


図 12.2 バックドラフト (画像: Karel Lambert)

## 12.2 バックドラフトの兆候

火災現場で活動する消防士にとって、バックドラフトに巻き込まれないようにするための手段は、この燃焼現象の発生兆候を見抜くことである（図 12.3 参照）。バックドラフトの危険性を評価するには、いくつかの指針がある。状況評価でこれらの指針を観察することは、消防士の義務である。バックドラフトの兆候を短時間で発見することで、多くの人命を救うことができる。

文献で最も多く記述されているのは、窓が黒くなる現象である。これは、高温の火災ガスが冷たい窓に接触することによって火災ガスが収縮することで生じる。このメカニズムは、寒い冬の時期に暖かい部屋の内側の窓へ水蒸気が結露することと似ている。実際には、茶色や茶黄色の変色も見られる。窓の断熱性が高ければ高いほど、この現象は起こりにくくなる。窓が大きな黒い放熱板として機能しているケースも報告されている。この窓の前に立つ者は誰でも、ガラスを通して放射される熱を感じることができるだろう。

また、隙間から煙が押し出される現象もバックドラフトの兆候である。このような場合、亀裂の奥の区画内に深刻な過圧がかかっていることは明らかだ。煙は連続的に流れ出るものと、脈動的に流れ出るものがある。煙がドアの下から出る場合は、区画全体が過圧になっていることを意味する。

煙の色は黒から茶黄色まで様々である。黒煙は燃焼ガスの濃度が高いことを示す。一方、褐色の煙は、熱分解ガスの濃度が高いことを示している。

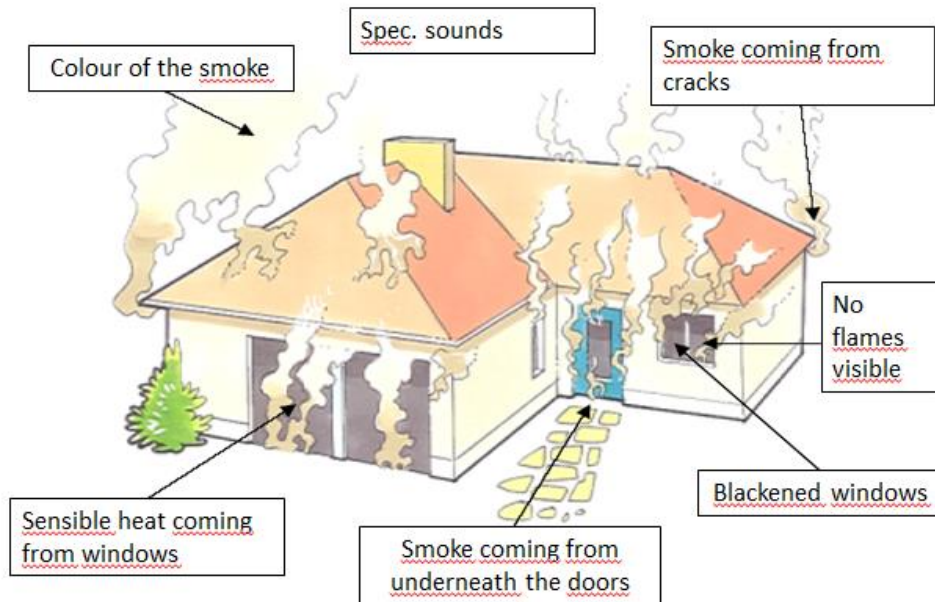


図 12.3 バックドラフトの発生指針

そして、炎がないこともバックドラフトの兆候として挙げられている。しかし、これには重要なポイントがある。炎がないことは慎重に解釈すべきであるということだ。これはある区画内に炎がない場合、それがバックドラフトの兆候になるということであり、隣の区画に炎があれば、バックドラフトの危険性がなくなるというわけではない。両方の区画が完全に分離している場合もある。例えば、最初の区画ではバックドラフトが発生する前の状況であり、2番目の区画では窓が開けっ放しになっているために火災が発展しつつある状況が考えられる。

もうひとつのケースとしては、窓などの区画から火災ガスが出た直後に着火するパターンである。どちらの場合も炎は見えるが、バックドラフトの危険はないと安易に判断してはならない。

### 12.3 バックドラフトを避けるには？

バックドラフトの発生が考えられる状況への対処として、一つ目の手段は消防署が統一した答えを持つことだ。過去には、いくつかのテクニックが適用され、成功を収めてきた。難しいのは、適切なタイミングで適切な戦術を選択することである。

今までの本には、バックドラフトが発生する指針を発見したら、換気するように書かれていた。区画のできるだけ高い位置に換気孔を作り、高温の火災ガスを上へ逃がす。こうすることで、過圧が下がり、煙の層が上昇し、コンパートメントの下方に冷たい空気の層が生まれる。下方に開口部を作らないので、新鮮な空気はほとんど区画に入らない。理論的には、高い位置にある換気孔に向かって一

定の空気の流れがないため、混合気は発生しない。火災ガスを換気することで、バックドラフトに必要な気体燃料の濃度を下げているのだ。この方法は、火災ガスが建築物の外に出たときに引火する可能性がある。この発火は、最初の区画の外で第二の火災を引き起こす可能性がある。そのため、換気口には充水したホースを準備しておくのが原則である。このホースを扱う消防士は、いかなる場合でも内部に水を向けてはならないことを理解しておく必要がある。彼らの任務は、出口から出る火災ガスが熱すぎる場合に、それを冷ますことである。

この戦術で遭遇する可能性のある問題点は、換気孔を作れないことだ。複雑な構造の建物では、高い位置に換気孔を設けることができないことが多い。このような建物には、別な手段が必要になる。

別な手段としては、小さな水滴のミストを区画内に噴射する方法がある。バックドラフト発生指針が見られる状況で、区画に小さな開口部があったケースが過去に記録されている。その開口部とは、割れた窓や溶けてしまった排水口などである。その開口部は、くすぶっている火に十分な新鮮な空気を供給するには小さすぎた。しかし、ノズルでアクセスするには十分な大きさだった。このような場合、3D パルス技術でバックドラフトが不可能なレベルまで内部の火災ガスを冷却することが可能だ。3D 技術によって、内部の大気を不活性化し、蒸気で窒息させることで火の勢いを制御するという二重の効果が得られるのだ。

しかし、ほとんどの場合、ノズルを挿入できる開口部はない。それなら、開口部を作る必要がある。密閉された区画では、これはそう簡単ではない。スウェーデンでは、この問題を解決するために特別な道具が開発された。コブラは非常に高い圧力で作動するノズルである。ポンプが約 300 気圧の水を特殊なノズルガンに供給する。ポンプで水に小さな微粒子を加えることができる。



図 12.4 訓練現場で活躍する Cobra。消火ガスは完全に不活性化され、冷却される。(写真提供: Willem Nater)

高圧の水と微粒子の組み合わせにより、この水流は高い切断能力を発揮する。この水流で防火扉、コンクリート壁、鉄骨に穴を開けることができる。水と微粒子の混合物が建築要素に穴を開けると、微粒子の供給は停止される。水は止まらないので、間接的な消火が行える。流量が限られているため（約 60 l/分）、Cobra 1 台で消火できる量は限られている。しかし、スウェーデンでは、1 つの火災現場に最大 6 台の Cobra が投入された事例が記録されている。たいていの場合、多くの PPV ファンを併用して連結区画を過圧状態にする。そうすることで、高温の火災ガスの漏れを防ぎ、火災の拡大を防ぐことができる。

バックドラフトを避けるための最後の方法は、ドアの開閉方法を変更することである。通常のドア・エントリーでは、ドアは 20cm ほど開ける。その後、ドア開口部から 3 つの短いパルスを室内へ打ち込む。もし、バックドラフトが発生する兆候があれば、ドアをもう少し開き、毎分 400～500 リットルの流量を使用できるようにして、噴霧角度は約 30° に調整し、円運動を行う。放水後ドアは閉じる。このようにすればドアを開ける時間をより短くできる。もちろんこの方法でも空気は中に入っていく。しかし、噴霧角度の狭いストレート放水では、空気が構造物の奥深くまで流れ込むことは少ない。乱気流は少なくなり、バックドラフトの可能性は角度の広い噴霧注水よりも小さくなる。区画には空気以外に数十リットルの水が注入される。この量の水は、火災ガスの冷却を確保する必要がある。また、流量が多いほど、必要に応じて火災を攻撃する消防士の保護にもなる。最初のサイクルの後、バックドラフトがなければ、すべての危険が回避されるまでこれを繰り返す。

#### 12.4 参考文献

- [1] *Hartin Ed*, [www.cfbt-us.com](http://www.cfbt-us.com)
- [2] *Lambert Karel*, *Brandgedrag*, 2010
- [3] *CCS-Cobra training program*, Boras, Zweden, maart 2010
- [4] *Gaviot-Blanc*, Franc, [www.promesis.fr](http://www.promesis.fr)
- [5] *Lambert Karel & Desmet Koen*, *Binnenbrandbestrijding, versie 2008 & versie 2009*
- [6] *Grimwood Paul*, *Hartin Ed*, *Mcdonough John & Raffel Shan*, *3D Firefighting, Training, Techniques & Tactics*, 2005
- [7] *Bengtsson Lars-Göran*, *Enclosure Fires*, 2001
- [8] *Chitty R*, *A survey of backdraught*, 1994

Karel Lambert