

環境と防災

自治省消防庁 危険物判定指導官

小林 恭一

はじめに

先日、「環境と防災」というテーマで本誌に何か書いてほしい、という依頼があり、引き受けることとなった。

「防災」とは読んで字のごとく、「災害を防止すること（広辞苑）」という意味であり、環境の保全や改善とも関係がないことはないが、これまでまともに「環境と防災」という切口で考えたことはなかったので、手元にまとまった資料もなく、考察もオリジナルに行わなくてはならなかった。

また、一言で「防災」と言っても、「災害」の中には火災、地震災害、崖崩れ、洪水など様々な種類があるが、それらのすべてが消防行政の範疇にあるわけではないので、筆者があまり詳しくない分野もある。

そこで本稿では、「環境と防災」を「環境と火災及び火災対策」という程度の意味に捉えて、若干の考察を行ってみることとしたい。

1. 環境と火災及び火災対策との関わり

環境と火災や火災対策との関わりについては、4つの側面があると考えられる。

第1は、火災対策が火災による環境破壊を

防止するという側面である。

火災は、通常、木材等の有機物の燃焼現象であるから、大量のCO₂を発生させる。このCO₂が地球温暖化にとってマイナスの働きをすることは言うまでもないので、このことだけ考えても、火災対策は地球環境にとってプラスの働きを持っていると言うことが出来る。

第2は、環境対策が火災対策上もプラスの働きを持っているという側面である。

たとえば、広い意味での環境対策である公園や緑地の整備が、市街地大火の防止にも役立つなどということであり、崖崩れ防止や洪水対策など火災以外にも広げて考えれば、環境対策が防災対策にも有効であるのは当然と言えるかもしれない。

第3は、火災対策そのものが環境を破壊するかも知れない、という側面である。

たとえば消火剤の1種であるハロン消火剤は、フロンと同様、オゾン層破壊に一役かってしまう。従って、この意味では、火災対策が地球環境にとってマイナスの働きも持ちうると思えなければならない。

第4は、地球の温暖化防止などの環境対策が火災危険を増すことも有り得るため、環境対策と火災対策との整合を取らなければならないことがあるという側面である。

たとえばクリーンエネルギーとして期待さ

れている電気自動車の蓄電池の材料として有力な金属ナトリウムは、火災危険が極めて高いため、環境対策を推進する場合には、当然のことながら、火災対策上の配慮も十分に行わなければならない。

概観しただけでも以上のような関係が考えられるので、以下、この4つの側面についてもう少し詳しく考察してみることとしたい。

2. 火災対策は環境対策にも有効

(1) 火災対策はCO₂の排出をどの程度抑制しているか

1でも述べたように、火災対策がCO₂の排出抑制に効果があるのは当然であるが、それではどの程度効果があるのだろうか。

まず、建物火災について考えてみよう。建物火災の焼損面積は平成元年で約1731千㎡（消防庁 火災年報）であるから、建物火災によるCO₂の排出量は、建物の焼損面積1㎡当りの可燃物の量がわかれば計算できるはずであるが、これがなかなか難しい。一口に「建物」と言っても、住宅から工場まで用途が違えば内部の可燃物量は様々であるし、構造的に見ても木造と耐火構造では可燃物の量が相当に違うからである。

そこで、いささか乱暴ではあるが、「日本の建物の平均的な可燃物量は（焼損面積で3分の1を占める）住宅の可燃物量で代表できる」と仮定して考えることとすると、平成元年中に約21万tの可燃物が火災によって燃焼しCO₂を空气中に排出した、と計算出来る。

（注1） 建物火災によって燃焼した可燃物量の算定方法（平成元年）

木造（防火木造を含む）建築物の焼損床面積（消防庁火災年報） 1350千㎡

木造以外の建築物の焼損床面積（同上） 381千㎡

木造住宅に用いられる建材用木材の量（財団法人住宅・木材技術センター） 0.179㎡/㎡

建材用木材の平均比重（一般的に用いられる換算値）

0.5

耐火構造共同住宅（公団住宅）に用いられる可燃物（造作材と積載可燃物の合計）の総量（消防研究所）

51.8kg/㎡

建物火災によって燃焼した可燃物の量

$$1350 \times 0.179 \times 1000 \times 0.5 + (1350 + 381) \times 51.8 = 210491 \text{ 千kg} \rightarrow \text{約} 21 \text{ 万t}$$

これは、消防法や建築基準法などの安全対策や消防活動などの火災対策を行ってきた結果の数字であるから、単純に考えれば、これらの対策が不十分だった場合に予想される数字とこの数字との差が、火災対策によって排出が抑制されたCO₂の量となる。

（注2） ちなみに、都市構造や消防力が整備されておらず、社会体制も混乱が続いていた戦争直後の時代には、市街地大火が頻発し、建物焼損面積も現在の2倍以上であった（火災年報）。

昭和21年 3534千㎡

昭和22年 3891千㎡

当時の人口（約78百万人）に比べて現在の人口（約122百万人）は約1.6倍であるから、火災対策が当時の程度のままなら、現在の火災被害は実際の3倍程度にはなっているはずであり、防災対策によって建物火災によって燃焼する可燃物量を40万t程度減らしているとも考えることもできる。

しかし、よく考えてみると、ことはそう単純ではない。建物は火災に遭わなければ、耐用年数をまっとうして、やがて取り壊され建築廃棄物となる。この建築廃棄物は、焼却されたり埋め立てに用いられたり山中に廃棄されたりするが、焼却されるものはもちろん、埋め立てられたり廃棄されたりしたものも、木材や天然繊維等は微生物によって分解され、長い目で見れば結局CO₂を排出してしまうと考えられるからである。

従って、火災対策によるCO₂の排出抑制効果は、建物火災については、建物の耐用年数を（火災による被害が大きい場合に比べて）長くするという「省資源」対策として効果があると考えられるべきなのであろう。

この効果がどのくらいかを推計するのは難しいが、平成元年の建築物の焼損床面積が1731千㎡で着工建築物の床面積269210千㎡（建設省 建築統計年報）の0.6%程度であるから、建物の耐用年数に対する火災対策の貢献度もその程度のオーダーであると見るのが妥当であろう。

人工の物件の火災によるCO₂の排出について

ては、いずれも建物と同様のことが言えると思うが、ちなみに最近件数が増加している車両火災についてみると、平成元年の車両火災件数は5744件であり、国内の車両生産台数（輸出車両を除く）約800万台の0.7%程度に相当するので、車両火災対策のCO₂排出抑制に対する貢献度も、建物火災の場合と同じ様なオーダーであると考えて良さそうである。

これに対して林野火災は、植物が燃えてCO₂を発生させるだけでなく、火災に遭わないでいれば光合成によってCO₂を消費してO₂を生産していた植物がなくなり、場合によっては荒地になってしまったりするので、長い目で見ても、CO₂の増加に直接影響を及ぼすと考えられる。

林野火災は一般の人にはなじみが少ないかも知れないが、日本でもかなりの被害がある。

平成元年の林野火災の焼損面積は2117haであるが、建物火災とは異なり、気象条件の違いなどによる年毎の変動幅が大きく、平成元年までの10年間でも、最低1969haから最高7666haまで大きな差がある。10年間の平均は4181haである（火災年報）。

これに対して、森林の伐採面積は平成元年で200千ha（農林水産省 農林水産統計）であるから、火災によって燃えてしまう林野の割合は伐採面積の2.1%にあたり、建物火災に比べて、火災の影響が1桁大きいと考えられる。

（注3） 外国では火災といえば林野火災を指す国も少なくなく、半年以上燃え続けるなど、被害も日本とはけた違いに大きくなる場合もある。

例；中国大興安嶺の林野火災（1987年5月6日～5月26日）

焼損面積 1000千ha

米国イエローストーン国立公園の林野火災
（1988年6月～11月）

焼損面積 560千ha

（2）火災による煤塵等の影響

火災が発生すると、CO₂以外にも、煤塵などの比較的大きな空中浮遊物からCO等の気体に至るまで、様々な燃焼生成物が発生する。

小規模な火災の場合には、煤塵等は比較的短時間のうちに地上に落下するため、局地的には大気汚染等を引き起こしたとしても、地球規模の環境破壊につながる恐れは少ないと考えられるが、市街地大火や大規模な林野火災、巨大原油タンク（日本で最大の原油タンクは353千klの容量がある）の火災のような場合には、燃焼の規模が極めて大きくなるため、煤塵等が成層圏にまで吹き上げられ、地上への直達日射量を減らすことが有り得ると考えられている。

ちなみに、湾岸戦争で発生し、半年以上も燃え続けたクウェートの油井火災の場合は、1日当たり500万バレル（795千kl）の原油が燃え、ススの発生量が1日当たり10万t、その一部が成層圏まで上がり、今年（1990年）の末には北半球の平均気温を2度低める（今冬の暖冬傾向から見ると、この予測ははずれているようだが）、と推測した人（ドイツ マックスプランク研究所のパウル・J・クルツェン）もいるほどである。

このクウェートの油井火災くらいの規模になると、環境に対する影響は極めて大きく、比較的小規模な予想であるアメリカ国防省コンサルタントのリチャード・D・スモールの予想でも、1日当たり200万バレル（318千kl）の原油が燃えて1万6千tのススが発生し、煙は最大1kmまで上昇して、（地球規模ほどではないにしても）湾岸諸国の環境に重大な影響を与えるとしているのである。

（赤木昭夫「クウェートの油田火災」'91予防時報166）

これらの数字は、日本の1日当りの原油消費量約508千kl（通商産業省 通産統計ハンドブック）とか、日本の建物火災による1年間の燃焼可燃物量の推計値21万t（前述）などと比較しても極めて大きく、CO₂の排出量にしても同様の規模であるから、消火不能になった火災が環境破壊に及ぼす影響がどんなに大きいかを、端的に表していると考えられる。

(3) その他の燃焼生成物の影響

火災はコントロールされない燃焼であるから、可燃物が燃料として消費されたり廃棄物がゴミ処理場で燃却されたりするコントロールされた燃焼に比べて、環境に悪影響を及ぼす燃焼生成物がより多く直接大気中に排出される可能性がある。

それらの燃焼生成物の中には、COやHCNのように毒性が極めて強く、火災時に直接人命を奪うものがあることはもちろんであるが、化学製品が身のまわりで大量に使用されるようになってきているので、短期的局所的な毒性物質以外にも、分解されにくく長期間にわたって蓄積されて、長い年月の間に地球環境に悪影響を及ぼす物質が火災時に生成されていないとは限らない。

火災の際にどのような物質がどの程度生成するか、という点に関しては各種の研究がある。

表1は、高分子材料の主な燃焼生成ガスをまとめたもの(守川時生「火災時の有毒ガス」)であるが、さらに各高分子材料ごとに定量的な値を求めた研究もある。ちなみに、化学工業製品のうち生産量の多いポリエチレン(平成元年生産量2775千t 通産統計ハンドブック)、ポリスチレン(同2011千t)、塩化ビニル樹脂(同1985千t)、ポリプロピレン(同1756千t)及び生産量は少ないがHCNの発生量の多いポリアクリロニトリル(同602千t(但しアクリロニトリルの生産量))について例示すれば、表2のようになる。

これらの生成物が長期間分解されずに環境中に留まり地球環境に悪影響を与える否かについては今後の研究を待たなければならないようだが、上記のような日常的に用いられる化学製品の場合には、木材や天然繊維等に比べて著しく妙な燃焼生成物が出来ているわけではないようなので、住宅や事務所ビルなどの通常の火災については、当面そう心配することはなさそうである。

ただ、これらの研究は火災時の短期的な毒

表1 各種高分子材料の主な燃焼生成ガス

物質名	発生ガス(CO, CO ₂ を除く)
セルロース	アクロレイン,ホルムアルデヒド,低級脂肪酸,アセトアルデヒド
ポリエステル	アセトアルデヒド,ベンゼン
絹	HCN, NH ₃ , アセトニトリル
羊毛	HCN, NH ₃ , アセトニトリル, 硫化カルボニル, 硫化水素
ナイロン	HCN, NH ₃ , アセトニトリル
ポリアクリロニトリル	HCN, アセトニトリル, アクリロニトリル, NH ₃
ポリウレタン	HCN, NH ₃ , イソシアネート, ベンゼン
ポリエチレン	アクロレイン,ホルムアルデヒド,低級脂肪酸,メチルアルコール,アセトアルデヒド
ポリプロピレン	アクロレイン,ホルムアルデヒド,低級脂肪酸,メチルアルコール,アセトアルデヒド
ポリスチレン	スチレンモノマー,トルエン,ベンゼン
ポリメチルメタクリレート	メチルメタクリレート,アクロレイン
フェノール樹脂	フェノール,ベンゼン
メラミン樹脂	HCN, NH ₃
ユリア樹脂	HCN, NH ₃
ホリ塩化ビニル	HCl, ベンゼン, トルエン
フッソ樹脂	HF

(守川時生「火災時の有毒ガス」より)

性を念頭においてなされた面が大きいようなので、長期的な地球環境への影響という観点からの今後のウォッチングは必要であるかも知れない。

一方、化学工場や危険物施設等が火災になった場合には、住宅や事務所ビルなどの一般的な建物が火災になるのと比べてはるかに危険な燃焼生成物が発生する可能性があると考えておかなければならないだろう。また、原子力発電所や放射性物質の取扱施設が火災になると、放射能汚染などの深刻な環境汚染が発生する可能性があることも当然である。

もちろんこの種の施設が火災になった場合の通常の危険性については十分に認識されて

表2 代表的化学物質の燃焼生成物

(「火災燃焼生成物の毒性」(消防庁予防課監修)より作成)

	CO ₂	CO	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	C ₆ H ₁₄	C ₇ H ₁₆	C ₈ H ₁₈	C ₉ H ₂₀	CH ₃ OH	CH ₃ CHO	アクロ レイン	HCl	ベンゼン	HCN	NH ₃	アセト ニトリル	アクリロ ニトリル
ポリエチレン	120	120	2.5	18	1.6	12	2.5	-	6.2	10	8.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ポリスチレン	619	178	6.5	18	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ポリ塩化ビニル	<8	7.0	1.7	0.98	1.7	0.73	0.83	-	-	0.30	-	230	11	-	-	-	-	-	-	
ポリプロピレン	21	25	1.5	2.1	2.1	3.3	27	-	4.8	5.6	7.9	3.9	-	-	-	-	-	-	-	
ポリアクリロニトリル	73	12	3.4	0.6	0.79	0.27	1.4	-	2.0	-	-	-	-	-	-	6.6	2.6	3.0	5.6	

単位：試料1gr当たりmg

燃焼条件 ポリスチレン 加熱温度 700℃、空気供給量 100ℓ h 試料 0.1gr
 ポリスチン以外の物質 加熱温度 500℃、空気流量 220ml 分 試料 0.1gr

おり、消防用設備等を完備することはもちろん、建設される地域を限定したり、住宅や学校、病院等と一定の距離を離したりするなど、様々な厳しい安全対策が取られているため、(爆発、火災等により死傷者が出る事故もないではないが)相当の範囲にわたって長期間住民に危険が及ぶような事態は、日本では発生していない。

しかしながら、近代産業が扱っている化学物質は極めて多様化しているため、これまで深刻な事故が起きていないからといって油断することは出来ない。

燃焼によって、短期的にも長期的にも環境に重大な影響を及ぼす恐れがある物質が発生する可能性があると言われているものに、PCB(ポリ塩化ビフェニール)がある。PCBは、耐熱、耐薬品性、絶縁性にすぐれているため、コンデンサー、トランス等の絶縁体、熱処理用の熱媒体、印刷インクの添加物等として広く使われていた有機塩素化合物であるが、カネミ油症事件の原因となったことなどそれ自体の危険性が指摘されたため、1972年に製造中止になった。

このPCBは、比較的低い温度で燃焼させると、同じく有機塩素化合物であるダイオキシン(ポリ塩化ジベンゾダイオキシン)を発生すると言われている。ダイオキシンは、分子中の塩素の数によって70以上の種類がある(そのうち2-3-7-8四塩化ジベンゾダイオキシンは「史上最強の毒物」と言われている)が、ごく微量でも皮膚・内臓障害を引き起こし、強い発ガン性、催奇形性も有する

など強力かつ多様な毒性を持つ上、非常に安定な物質で水に溶けず半永久的に毒性がなくならないため、食物連鎖の過程で濃縮されるおそれもあると指摘されている(「現代用語の基礎知識」)。

従って、変電施設等の火災でPCBが絶縁油として用いられているトランス等が燃えた場合には、ダイオキシンが発生し、従業員や消火活動を行う消防隊員だけでなく、付近の住民にも被害を与え、鎮火後も現場付近一帯が汚染されて使用できないとか、付近の農作物や水産物を汚染して長期的に住民の健康を蝕むなどといった深刻な環境汚染を引き起こす可能性がある。

さいわい、日本ではそのような事故が起きる前にPCBが製造中止になり、既に使用され又は使用済みのものについては、高度な処理技術によって廃棄処理されたり、厳重な保管体制下におかれたりしているということなので、過度に心配する必要はないようであるが、この種の物質が今後も登場してくる可能性は否定できないので、今後とも注意を払っていく必要があるだろう。

3. 環境対策は火災対策に有効か

(1) 公園や緑地の効果

環境対策を進めると火災対策上もプラスになるだろうか。水質汚染が改善されたり空気がきれいになったりすると、火災件数が減少したり火災による死者が少なくなったりする、ということは残念ながらもなさそうである(大

気汚染により呼吸器系に障害があると火災時に煙を吸い込んだ時にダメージを受けやすい、などということはあるそうだが、証明は難しい)が、1でも述べたように「環境」や「防災」という概念を少し広げて考えれば、様々な例が考えられる。

たとえば、市街地環境改善の一環として整備された公園や緑地が市街地大火防止のための防火帯として機能するとか、大規模な都市公園を大震災火災時の避難地を兼ねて整備する、などということはいくも行われているし、行われて当然である。

一般に樹木は、火災に対し、①枝葉や幹に多量の水分を蓄えているため燃えにくい、②放射熱遮断、③熱気流の上方拡散、④飛火の補足、⑤延焼防止等の防火機能を持っているが、油脂分を多く含む杉や松等は燃え易いなどという面もあるので(吉武孝「森林の防火機能と延焼防止対策」)、樹種を選んで街路樹や庭木を整備すれば(表3参照)、環境の整備と同時に延焼の防止も図ることができることになる。

森林や緑地の整備は、土地の保水力を高めるとともに地盤を強化するので、洪水や崖崩れの防止にも有効であり、防災対策全体に大きな効果があると考えてよいだろう。

(2) 石膏ボードと焼損面積

環境対策が火災対策に間接的に好影響を及

ぼした例として、脱硫石膏が焼損面積を減少させるのに効果があったという例がある。

原油には硫黄分(S)が含まれているので、そのまま燃料として用いられると、SOxを発生して酸性雨の原因になるなど大気汚染の元凶となってしまう。このため、昭和40年代以降は原油の精製・消費の過程で脱硫するようになったが、これにより大量の石膏(CaSO₄)が公害対策の副産物として生産され、建材(石膏ボード)として、大量に用いられるようになった。

石膏ボード自体は以前からあったが、昭和50年代の初めに石膏ボードを多用する北米大陸の2×4工法が導入されたこと等もきっかけとなり、重量感のある板厚の大きい壁材が安価(合板の価格に比べて1/3)に手に入ること、乾式工法で施工が早いこと、釘や鋸が使えるため施工が容易なこと、壁紙に馴染み易いことなどの特性が人手不足の時代に現場の職人に支持され、昭和40年代に建築基準法の内装制限に関する規定が強化されたこともあって、建物の内装材料として、アツという間に合板の地位を奪ってしまった(図1参照)。現在では、従来鉄筋コンクリートで造っていた耐火建築物の間仕切り壁まで石膏ボードで造るようになってきているほどである。

建物の内装(壁や天井)を不燃性の材料(石膏ボードは建築基準法上は「準不燃材料」)

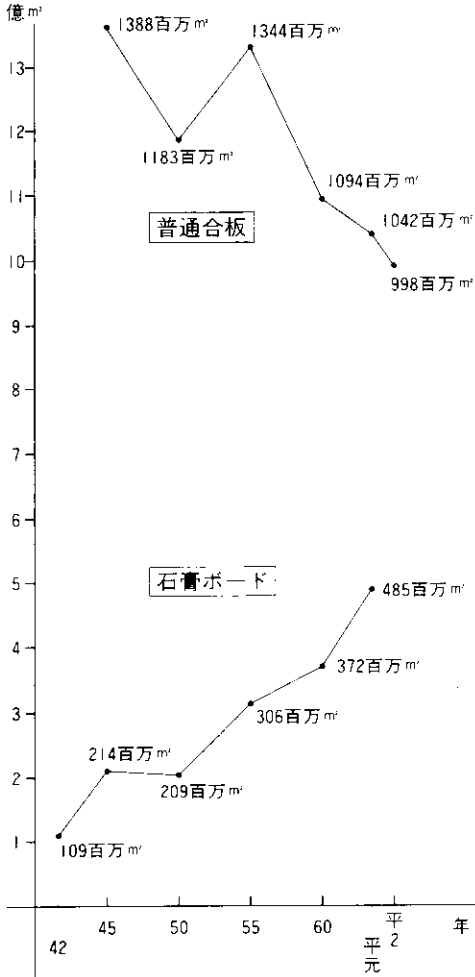
表3 植物の防火性

(吉武孝「森林の防火機能と延焼防止対策」)

防火力	樹種
大	イヌマキ、コウヤマキ、コウヨウザン、スダジイ、アカガシ、シラカシ、タブノキ、ヤブニッケイ、モチノキ、クロガネモチ、ネズミモチ、シャリンバイ、カナメモチ、ヤマモモ、タラヨウ、ツバキ類、サザンカ、モッコク、サカキ、シキミ、キョウチクトウ、サンゴジュ、マサキ、アオキ、ヤツデ、ユズリハ、ヒメユズリハ、カラタチ
中	ヒノキ、サワラ、カラマツ*、イチイ、イチヨウ*、マデバシイ、ウバメガシ、カシワ*、ヒイラギ、ミズキ*、イチジク*、センダン*、ユリノキ、キリ、アオギリ、プラタナス、ヒサカキ、トベラ、イヌツゲ、クチナシ、アジサイ、ツツジ類、ハコネウツギ
小	カヤ、モミ、ポプラ類、タチヤナギ、シダレヤナギ、アラカシ、ケヤキ、クスノキ、サクラ類、ウメ、カリン、エンジュ、ニセアカシア、フジキ、カエデ類、カキ、サルスベリ、シナノキ、バラ類、ハギ類、ニシキギ、アセビ
危険	アカマツ、クロマツ、ダイオウシヨウ、ヒマラヤシーダー、スギ、タイサンボク、キンモクセイ、シュロ、マダケ、オカメザサ、クマザサ、アズマネザサ、ウイーピング、ラブグラス**、コシダ**

*夏期の着葉時は防火力が高い **冬期の枯葉・枯草が危険。

図1 石膏ボードと普通合板の生産量の推移

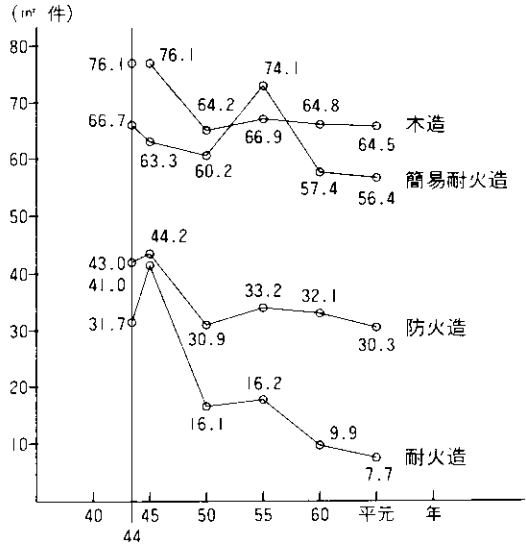


(注1) 普通合板の生産量：林野庁林産課調べ
(注2) 石膏ボードの生産量：通商産業省「工業統計表」

で造ることは、火災の拡大の防止に極めて有効であるため、石膏ボードが内装材として一般的に使用されるようになった結果、新築建築物の比率の高い耐火構造や防火構造の建築物については、図2のように、火災1件当りの焼損面積が顕著に改善された(このように改善が進んだ原因としては、耐火建築物については、この他に既存建築物に対する自動火災報知設備やスプリンクラー設備の遡及適用などの消防法の強化も大きいと考えられるが、防火構造の建築物については内装不燃化の効果の方が大きいと考えられる)。

このように、「風が吹けば桶屋が儲る」に

図2 火元建物の構造別の1件当たり焼損面積



も似た因果関係ではあるが、環境対策が間接的に火災対策にプラスの影響を及ぼしたと言えることが出来ると考えられる。

(注4) 石膏ボードの需要が大きくなり過ぎたこと、第2次オイルショック以降日本の省オイル化が進んで原油の使用量が減ったこと、硫黄分の少ない原油が輸入できたこと等のため、現在では脱硫石膏だけでは国内の石膏ボードの需要を満たすことが出来ず、半分近くを輸入に頼っているということである。(社)石膏ボード工業会

4. 火災対策が環境に悪影響を及ぼす場合

(1) 消火剤の環境に対する影響

火災対策が環境に悪影響を及ぼすことがあるとすると、どのような場合であろうか。消防自動車を運転すると排気ガスが出る、などということはもちろんあるが、消防ポンプ自動車やはしご付消防自動車等は合計2万4千台程度であり、日本の全自動車数の0.04%程度のオーダーに過ぎないし、たとえ仮に全国的に自動車の数を削減すべきである、ということになったとしても、消防自動車は最後まで削減の対象にすべきでないものの1つであろう。こう考えると、火災対策の中で最も環境に影響を及ぼしそうなものは、火災の際に

用いられる消火剤かも知れない。

一般に、最良の消火剤は、安価で大量にどこでも入手出来る「水」と考えられているが、より少ない量で効率的に消火できるようにしたいとか、水では消火できないとか、他の危険性が伴うため水で消火すべきではない、などの理由で、水以外の消火剤が用いられる場合もある。

日本で用いられている消火剤を分類整理すると、表4のようになる。このうち、ハロゲン化物系の消火剤の問題については(2)で詳し

く触れるので、ここでは省略すると、液体消火剤と粉末消火剤を使用した場合にどの程度環境を汚染する可能性があるか、ということが検討しておくべき点となろう。

表4を見ると、まず目につくのは界面活性剤である。界面活性剤は合成洗剤等に添加されている物質で、合成洗剤とともに使用抑制運動等の対象として時々名前が上がるが、環境庁の「公害の状況に関する年次報告(平成2年度)」等で見ると、環境上特に問題がある物質にはなっていないようである。いず

表4 消火剤の種類と生産量

名 称		成 分	年 間 生 産 量
気 体 消 火 剤	不 燃 性 ガ ス	二酸化炭素	—
		水蒸気	—
	ハ ロ ゲ ン 化 物	ハロン1211 ハロン1301	24 t (1988年) 1,616 t (1988年)
液 体 消 火 剤	ハ ロ ゲ ン 化 物	ハロン2402	46 t (1988年)
	水		—
泡 消 火 剤	水 溶 液	強 化 剤 アルカリ金属などの塩類 (K ₂ CO ₃ 等) の水溶液	117kl (1990年)
		浸 透 剤 界面活性剤水溶液	0.8kl (1990年)
	泡	蛋白質加水分解物 蛋白質加水分解物+界面活性剤 界面活性剤 { 炭化水素系界面活性剤 フッ素系界面活性剤	1443kl (1990年度) 474kl (1990年度) 486kl (1990年度)
固 体 消 火 剤	粉 末	炭酸水素ナトリウム 炭酸水素カリウム リン酸塩類 炭酸水素カリウムと尿素の反応物 塩化ナトリウム 硫酸カリウム 硫酸アンモニウム	約1800 t (1990年度)
		特 殊 固 体	膨張ひる石 膨張真珠岩 乾燥砂

注1) ハロゲン化物の生産量は消防庁予防課「ハロン抑制対策検討委員会報告書」による。

注2) 水溶液系液体消火剤の生産量は、日本消防検定協会調べ

注3) 泡消火剤の生産量は、日本消火装置工業会調べ

注4) 粉末消火剤の生産量は、日本消火器工業会調べ

れにしる、界面活性剤系の消火剤の年間生産量は1000t程度で、合成洗剤の943kt、界面活性剤の1065kt（いずれも平成元年度通産統計ハンドブック）の0.1%程度に過ぎない。

強化液消火剤や粉末消火剤に用いられるアルカリ金属塩類や燐酸塩類、硫酸アンモニウム等は、肥料に用いられるなど日常生活でもおなじみの物質で、環境上特に問題がある物質とは考えられないが、年間生産量も1800t程度で、硫酸アンモニウム（1722kt 同上）の0.1%程度、複合肥料（2971kt 同上）の0.06%程度のオーダーである。

泡消火剤のうち、「蛋白質の加水分解物」というのは耳慣れない言葉だと思うが、油面を覆って油火災を消火する容易に壊れない丈夫な泡を発生させるための物質で、主として牛や馬の蹄等から作られるものである。類似の物質は考えつかないが、天然系の物質であり、生産量も多くないので、地球環境に影響を及ぼすなどという種類のものではないと考えてよいだろう。

以上見てきたように、液体消火剤と粉末消火剤については、地球環境への悪影響、という意味では特に問題はなさそうであるし、量的にも他の用途に用いられる場合の0.1%又はそれ以下の量であり、焼損床面積の着工床面積に対する割合（0.6%程度）などと比べても、妥当であると考えてよさそうである。

ただ、短期的、局部的に見れば、消火や訓練に用いられた泡消火剤が下水に流れ込んで河川の水が汚れた、などという苦情は、消防の現場レベルでは時々ある話であり、十分に希釈してから処理する等、事後の泡消火剤の処理方法等には、注意を払っているところである。

(2) ハロン消火剤とオゾン層の破壊

大気中に放出されたフロンガスが、分解されないまま長い時間をかけて成層圏に達し、そこで強い紫外線によって分解され、これによって発生したハロゲン（弗素（F）、塩素

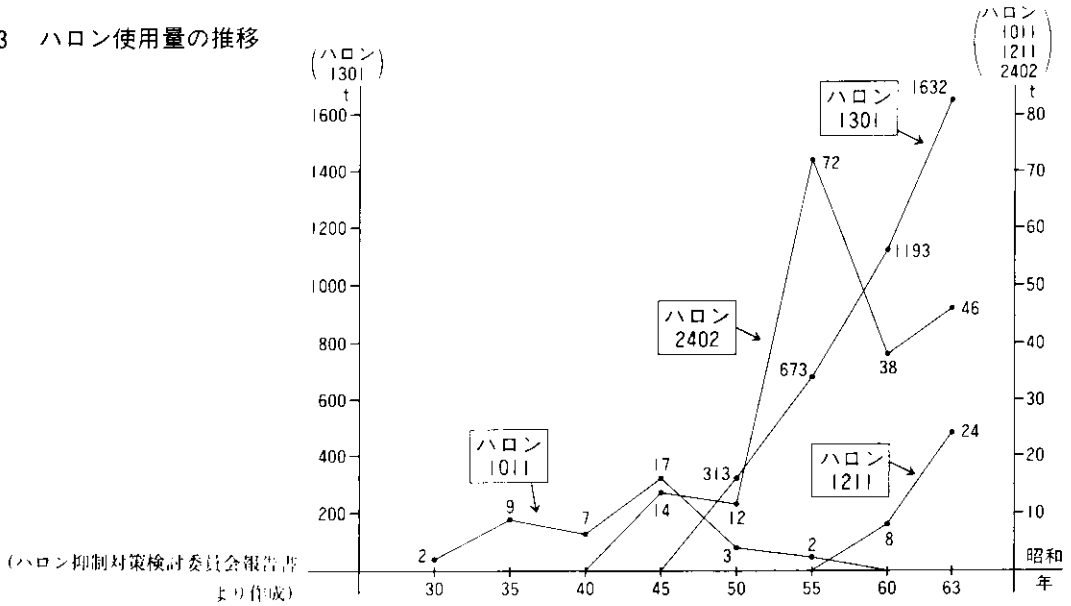
（Cl）、臭素（Br）等）の原子が触媒の働きをしてオゾン層を破壊するとか、オゾン層が破壊されると有害な紫外線の地上への照射量が増大し、皮膚癌や眼疾患等の増加や免疫力の低下など人の健康に悪影響があるだけでなく、生体系にも悪影響を及ぼす、などという理論は、現在では既に常識になっており、この理論に基づいて、世界的な規模でフロンの使用抑制が行われ始めていることはご承知のとおりである。

ハロンは、フロンと同様、炭素（C）とハロゲン元素等からなる化合物で、熱によって分解され、これによって発生したハロゲン原子の負触媒作用により燃焼を妨げる効果を持つため、主としてガス系の消火剤として使われてきた。

ガス系の消火剤は、消火剤として水や泡消火剤を使えない火災（電気系統、コンピューター、化学薬品、美術品、古書等の火災）の消火に主として用いられる。この分野では古くからCO₂が用いられてきたが、CO₂は窒息作用によって消火するため、現場にいる人間も窒息して死亡する可能性があり、使用方法が難しいとされている。これに対してハロンは、それ自体も多少毒性がある上、熱分解により弗素ガス（F₂）や塩素ガス（Cl₂）等も発生するが、比較的低濃度で消火出来るためCO₂に比べて危険性が少なく、ガス系の消火薬剤の中では比較的使用方法が易しいと言われ、情報化社会の進展に伴い、コンピュータールーム等様々な場所で「安全でクリーンな」消火薬剤として使用されるようになってきた（図3参照）。

ところが、オゾン層の破壊に関する研究が進むと、ハロンもフロンと同様にオゾン層を破壊する可能性があると考えられ、しかも、その力（オゾン層破壊係数）は、通常のフロンに比べて3～10倍にもなる（表5参照）ということが定説になって、フロンと同様、生産や消費を段階的に縮小し、西暦2000年には原則として全廃することが国際的に合意され

図3 ハロン使用量の推移



た(第2回モントリオール議定書締結国会議における「オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書(1987年9月)」の改訂についての各国合意(1990年6月))。

日本におけるハロンの使用量は表5のとおりである。その大部分を占めるハロン1301でも年間1600tあまりで、フロンの生産量(1986年で約13万t)の1%強であり、しかも原則として火災にならないと使用されないものであるから、過去に生産されたハロン(ハロン1301で1988年までの累積約1万3千t。表5参照)の大部分はまだ大気中に放出されずに残っていると考えられる。従って、現在までのオゾン層の破壊にハロンはあまり影響していないはずであるが、長い年月の間には結局大気中に放出され、将来のオゾン層の破壊に一役かかってしまうと考えられ、他の消火剤に比べて類似物品(フロン)に対する生産量の割合が1桁大きいこと、オゾン層破壊係数を考えるとさらに1桁影響度が大きいことなどを考えれば、ハロンの使用抑制に関する各国の合意は当然の措置であろう。

消防庁では、このような動きに合わせ、ハロンの生産量と消費量を来年1月までに1986年当時の量(ハロン1301で約1350t)に戻すとともに、1995年にはその50%、2000

表5 ハロンの使用量等

	分子式	オゾン層破壊係数 (ODP)	使用量	
			昭和63年	累積
ハロン1211	CF ClBr	3.0	24.2 t	154.2 t
ハロン1301	CF Br	10.0	1632.9 t	12,676.5 t
ハロン2402	C F Br	6.0	45.5 t	805.1 t

(「ハロン抑制対策検討委員会報告書」より作成)

年には全廃することを念頭において、当面の抑制措置を示している(平成3年8月16日付け消防予第161号、消防危第88号消防庁予防課長、危険物規制課長通知)。

ハロン消火剤を使用しなくなったからといって、火災危険性や消火剤の放出による人命危険性を増大させることは出来ないので、今後、安全で環境にも問題のないハロン代替消火剤を開発していくことが世界的にも課題となっている。

5. 環境対策が火災危険を増す場合

一口に「環境対策」と言っても、環境にかかる人間の行為は多面的かつ重層的であるから、環境にとって良かれと思って行った対策が、思いもよらなかった影響(当の環境自体も含めて)各方面に及ぼすことは、十分あり

そんなことである。

そのような中で、環境対策を行うと火災危険が増大する、というケースは、比較的単純であるから予測もし易く、対策も立て易い。

(1) 脱ガソリン自動車の火災対策

たとえば、電気自動車の蓄電池として用いられる金属ナトリウムの問題がある。電気自動車の蓄電池としては、従来の鉛蓄電池のほか、ニッケル・カドミウムタイプの蓄電池など様々なタイプのものが研究されているようだが、現時点で特に有望とされているものの1つに金属ナトリウム・硫黄タイプの蓄電池がある。

このタイプのものは、鉛蓄電池に比べて単位重量当り2～3倍の蓄電能力があるが、消防法上金属ナトリウムは第3類（自然発火性物質及び禁水性物質）の危険物に、硫黄は第2類（可燃性固体）の危険物に該当し、金属ナトリウムを10kg以上、硫黄を100kg以上貯蔵し又は取り扱う場合はそれぞれ消防法の危険物規制の対象となるなど、きわめて火災危険の高い物質である。

特に金属ナトリウムは、消火のために水をかけると激しい発熱反応を起こし、同時に爆発性の水素ガスを発生するという性質を有しているため、消防活動上まことにやっかいなものである。このような金属ナトリウムを積載した電気自動車が交通事故を起こして道路上に金属ナトリウムが散乱するようなことを考えると、ガソリンなどと比べても、はるかに問題が多いと考えられる。

もちろん、この種の危険性はあらかじめ分かっていることであるから、安全対策を講じることも可能であろうし、実際に安全対策も含めた開発や研究がなされているようであるが、消防活動なども含めた総合的な安全性がせめて現在のガソリン自動車並みになることは、最低限必要であろう。

ガソリン自動車の代替車として現在研究されているものを見るだけでも、アルコール自動車についてはアルコールの燃焼範囲が広い

ため条件次第では燃料タンクの内部で爆発する可能性がある（ガソリンは濃度が高過ぎると燃焼しないので、燃料タンクの内部で爆発することはない）とか、水素自動車については水素分子がタンクやパイプの構成材の分子の間に潜り込んで脆性破壊を起こし、水素が漏れて爆発の可能性があるなどといった危険性があると言われており、これらが実用化されるためには、自動車そのものだけでなく、燃料ステーションや燃料輸送システムまで含めた総合的な安全対策が、少なくとも現在のガソリン並みのレベルになる必要があるだろう。

(2) 断熱性の向上と火災危険

建物の断熱性の向上は、省エネルギー対策ひいては環境対策に大きな効果がある。建物の断熱性を向上させるためには、断熱材を用いて外壁や屋根等の断熱性能を上げるとともに、建物の密閉性を向上させることが必要であるが、両者とも建物火災の性状に大きな関係がある。

断熱材にはグラスウールやロックウール等の不燃性のものもあるが、発泡スチロール等の可燃性のものもある。発泡スチロールの主成分はポリスチレンであるから、これが燃焼すると、表2のような燃焼生成ガスが発生し、特にCOが大量に発生する。従って、断熱材として発泡スチロールを使った建物の火災では、CO中毒による危険性が高くなることになる。

一方密閉性を向上させると、火災の初期の段階で酸素の供給が不足することになる。これは燃焼の拡大を遅らせ、場合によっては自然鎮火することもあるなどプラス面もあるが、薫焼状態が続きCO₂に比べてCOの発生量が多くなるとか、消火のためにドアを開けると急に酸素の供給が増えて爆発的に燃焼が拡大するバックドラフト現象が起きやすくなるなどのマイナス面もある。また、密閉性が高くなると、火災発生時の物音が聞こえないとか焦げくさい臭いがわからないなど、火災の発

見が遅れがちになるとか、避難誘導の放送が聞こえないなどといった弊害も出てくる。

このように、建物の断熱性や密閉性の向上に伴い、火災性状が変化してきているので、火災感知や避難誘導など火災初期における対応についても、消防隊の活動についても、従来とは異なったハード面、ソフト面の対応が必要になってきている。

このように環境対策は、今後多様な分野で様々なかたちで推進されることとなると思うが、付随して起こると考えられる安全上の問題についても、当然万全の対策が講じられなければならないと考えられる。

おわりに

環境と火災や火災対策との関係を4つの側面から見えてきて言えることは、

- ① 環境対策と火災対策との関係はプラス・マイナス両面があるが、プラス面の方が大きい。
- ② マイナスになる場合もあるが、技術的に解決可能であり、実際にもその方向で進んでいる。
- ③ 量的には、通常は他の分野の1%未満のオーダーの影響度であるが、林野火災の影響度はもっと高く、またコントロール不能になった火災やハロン問題のように地球規模の環境破壊につながる場合もある。

ということだと思うが、産業技術の進歩に伴いさらに多様な物質が使われるようになる可能性もあり、一方で環境対策や火災対策も変化していくであろうから、火災対策に携わる者として、今後ともこのような問題に継続的に注意をはらっていきたいと考えている。

SUMMARY

Preparatory Process to UNCED

MORIYA, Masaru

Head, Shiga Office for UNEP, IETC, Shiga Prefectural Government

This article outlines the preparatory process to the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED) to be held in June, 1992, Rio de Janeiro, Brazil. The issues being discussed at the preparatory meetings are described in such a manner that significant position difference is emphasized between developed countries and developing countries, e.g. concerning additional financial resources, transfer of technologies and forest conservation. Explanation is also given to the expected outcomes of UNCED, country reports to be submitted to the third preparatory meeting and NGOs' participation in the UNCED process.

Regional Cooperative Initiative Against Global Warming

YAGISHITA, Masaharu

Director, Control and Cooperation Division, Global Environment Department, Environment Agency

Countermeasures for global warming taken by developing countries are indispensable from the long-term viewpoint. Adverse effects of global warming will be more serious in those countries where social and economic infrastructures are fragile. It is important to draw a strategy which enable each developing country to attain sustainable development while taking necessary measures against global warming. The strategy should be based on a survey carried out for individual country. It is also important to establish a system in which developed countries support projects proposed according to the strategy. To realize such an idea in the Asia and Pacific region, the author introduces an Asia and Pacific Regional Cooperative Initiative Against Global Warming.

Global Consensus on Forest Conservation

IKEDA, Yoshikazu

Assistant Director, Control and Cooperation Division, Global Environment Department, Environment Agency

Because of rapid deforestation of tropical forest for decades, there have been intensive discussions on forest conservation and its sustainable management since 1980. In particular, international negotiation on world-wide forest conservation has begun through UNCED (Earth Summit) process. At the second preparatory committee meeting for UNCED, it was agreed that the nature of global consensus on forest should be at minimum a non-legally binding authoritative statement of principles. However, the discussion on the substance of global consensus had not started until the third preparatory committee meeting in last August. There seemed to be a big gap in the position between developing and developed countries concerning financial assistance mechanism.

Negotiation for A Convention on Biological Diversity

MIYOSHI, Nobutoshi

Assistant Director, Wildlife Protection Division, Nature Conservation Bureau, Environment Agency

By the decision 16/42 of the Governing Council of the United Nations Environment Programme (UNEP) on 31 May 1991, the Intergovernmental Negotiating Committee for a Convention on Biological diversity (INC), which is formerly called the Ad Hoc Working Group of Legal and Technical Experts on Biological Diversity, was established and the third session of the INC was convened in Madrid, Spain from 24 June to 3 July 1991. The next session of the committee will be held in Nairobi, Kenya from 23 September to 2 October 1991. This convention is expected to be signed on the occasion of the United Nations Conference on Environment and Development in Brazil in June 1992.

Integrating Environment and Economics: Is It Possible, and How?

KATO, Hisakazu

Director, Office of Overseas Environmental Cooperation, Global Environment Department, Environment Agency

Sustainable development has become a universally accepted goal of every national economy. In order to achieve that goal, efforts to better integrate economic and environmental policies are essential. Economic policy instruments such as taxation, charges, deposit-refund systems, emissions trading and other fiscal measures are being proposed, and increasingly applied in some countries, as a means of achieving that objective through an effective use of market mechanism. In this report, the author first reviews the history of development and debate over the use of economic instruments for environmental purposes, then describes the on-going work of the OECD in this area, and concludes that, while greater use of market mechanism certainly needs to be pursued and encouraged, it should at the same time be considered in the wider perspective of a country's environmental policy taking into account the need for clearly stated environmental goals and standards, for strict enforcement of laws and regulations, and the need for institutional support mechanisms such as that provided by Environmental Impact Assessments.

Madagascar Wonderful Nature

MINAMIKAWA, Hideki

Director, Office of Public Relations, Minister's Secretariat, Environment Agency

At the dawn of history, the Madagascar island was covered with forest. The once green island is red in places where the laterite soil is covered only with a stumpy grass. Forest areas represent only 10 percent of the island's surface. Madagascar is a museum of living fossils. Any animals could have lived there, yet the best known are not found at all. Madagascar supports some distinctly unusual forms of animal life, refugees from prehistory, which sometimes make the country seem like a huge museum.

Report on Japan-France Conference on Amenities

SATO, Takafumi

Planning and Coordination Division, Planning and Coordination Bureau, Environment Agency

Amenity is one of the important categories of the today's environmental administration. It is very significant for Japan and France to deepen mutual understanding of their performance in the field of amenity. Both governments have been promoting the activities of the "Amenity in the Urban Environment" as a project under the Japan-France Science and Technology Cooperation Agreement, and have met every year to discuss actual cases and to exchange information since 1985. The theme of the 7th conference, which was held from 28 October to 2 November 1991 in Japan, was "Amenity and Ecology in Urban Areas: Concept and Practice."

The Present Situation of Activities of the San Francisco Bay Conservation and Development Commission

HOSONO, Hiroshi

Deputy Director, Planning Division, Air Quality Bureau, Environment Agency

The author reviews the annual report and related materials on the activities of the San Francisco Bay Conservation and Development Commission. The report clarifies such points as the procedures concerning regulatory activities by the project types and relation between the Bay Plan and the federal coastal zone management system. Further the report introduces the dealings with the sea level rise problems by the Commission.

Environment and Disaster Prevention

KOBAYASHI, Kyoichi

Fire Defense Agency, Ministry of Home Affairs

Relation between the environment and disaster prevention regarding fire is dual. Those affirmative are fire prevention measures inhibiting gas emission such as CO₂ and green belts preventing spread of fire. Those negative are halon extinguishant which destroys ozone layer and electric motor vehicle battery using ignitable metallic sodium. Quantitative environmental impact assessment of each factor is less than one percent. Environmental effect of forest fire, however, is the greatest and there is the possibility that the fire results in serious environmental destruction caused by uncontrollable big fire or halon. As the development of industrial technology makes more variety of risks, the close attention should be paid on the relation between the environment and disaster prevention.