

研究レポート

緑の空間と防火効果

明治大学農学部 教授 岩 河 信 文

1 はじめに

防火対策を考える場合、構造物による不燃化は一つの有効な対策である。しかるに、従来からの不燃化の動向を見ると、その進捗ははかばかしくない。従って、これと並行して実施し、補う対策が必要となってくる。

本稿の主題である防火対策に緑の空間を活用する手法は、正にこの対策の一つとして位置づけられるもので、燃えるものの無い空間の配置も不燃化の一つと考えている。

我が国最古の防火対策は、建物の類焼を防ぐのに空間(空地)を設けるというものであった。時代は下って大火事の大変多かった江戸時代にとられた防火対策もこの空地を設ける方法が主体であった。燃え易い江戸八百八町を守るには空地を設けることが最良の防火対策だったのである。

災害に際しての空地の効果は、1923年の史上最大の火災でも証明された。関東大震災での避難地である。ところが、この避難地である空地を調べてゆくと、同じ面積ながら避難者の「ほぼ全員が焼死したところ」と「安全であったところ」のあることが分

かった。この明暗を分けた原因を辿って行くと、そこに樹木の存在が明かになってきたのである。なおも調べて行くと、樹木は火災の焼け止まりにも有効であることが判明した。

防火対策として用いる空地は、裸地ではなく、そこに樹木の存在する空地、即ち「緑地」でなければならないのである。この火災を防ぐ樹木とは、実際にどの位「火」に強いものなのか、検証してみたい。

2 空地の防火効果

1) 我が国最古の防火空間

718年の養老律令のなかに、「凡倉、皆於高燥処、置之。側開池渠。去倉五十丈内、不得置館舎」とある。これが我が国最古の防災対策といわれているもので、倉庫周辺には防火用水利を備えたうえ、他の建物からの類焼を防ぐため、50丈の空間を設けるべきことを示している。史上最古の防災対策は、「空地による防火対策」なのである。

2) 江戸の防火空間

江戸時代は、火災が多発した時期で、ために各種の防火空間が設けられたのもこの時代である。幕府は多発する火災を防ぐべく、極めて厳重できめの細かい制度を設けたが、燃え易い江戸の街を火災から守るには「空地」を置くことが最も有効な方法であった。

江戸の街の空地を「明地(アキチ)」という。繁華街にも、川端にも、道の結節点にも、広狭さまざまな明地があった。明地は、遊園地や公園ではない。何も置かず、何も造らず、文字通りの「明いた土地」であった。明地は、その用途により、会所地(カイショチ)、河岸端(カシバタ)、突抜(ツキヌケ)、火除地(ヒヨケチ)、広小路(ヒロコウジ)などと呼ばれている。

「会所地」は、江戸の区画割りとともに成立した周りを町で囲まれた明地である。

街路で区切られた1区画は、縦・横各々60間。屋敷地は街路に面した間口をもち、総て奥行きは20間に決められている。従って、区画の中央に四力町に囲まれた出口を持たない閉鎖された20間四方の空地が残される。その後、明暦の大火を契機に、火災対策からここを貫通する道がつけられ閉鎖性が解消された。この新道の開設により会所地には新たに「防火という機能」が加わり、明地としての価値を高めることとなった。

「火除地」は、防火のため特に指定された明地である。江戸の大火の要因である「乾の風」を配慮して、主として江戸城の北西に設けられ、延焼遮断帯としての役割を果たした。江戸城北の丸にあった御三家の屋敷が城外に移され、跡を明地にされたのもこの一環である。なお、火除地は、火災を受けた広い範囲の焼跡を指定するのが普通であっ

た。

「広小路」は、現在まで僅かに遺構を残している明地である。道路を拡幅して造成され、20~36間という広幅員。交通の便から街路の交差点や橋詰などを拡幅したのもあるが、当初から防火のために設けられたものもあった。幕府は、災害時の救済として御救小屋なる収容施設を造り給食もしていたが、多くは火除広小路に設けられていた。

「明和撰要集八」によると、「宝暦十年大火の節、江戸橋迄焼落ち候へども、広小路火除にまかりなり火移り申さず、隣町末々迄御慈悲とありがたく存じ奉り候」と広小路の存在に町人は感謝している。延焼阻止の効果はあったのである。

「防火堤」は、火災を遮断するため武家地と町人地との境に築かれた空間である。

幅は20~30m、高さは約7mと推定される。

その造成に当たっては、空閑地を利用したものではなく、街を整理したもので、移転・立退き料も出している。堤は盛土であり、川底を凌った土を利用した。上には松が植えられ、防火の役目を果たした。

この外、樹木の栽培場であった「植溜」が、大火の際の避難所として役立った実績から、湯島広小路や両国広小路沿いなどに設けられた。その一つの面積は、約4000平方メートルという。

3) 空地の面としての効果

1923年の関東大震災の直後、林業試験場の河田技師が避難地としての空地の安全性や焼跡の樹木の被害について調査をされた。これは我が国における「火災と樹木」に関する研究の第一歩となる記念すべき報告であ

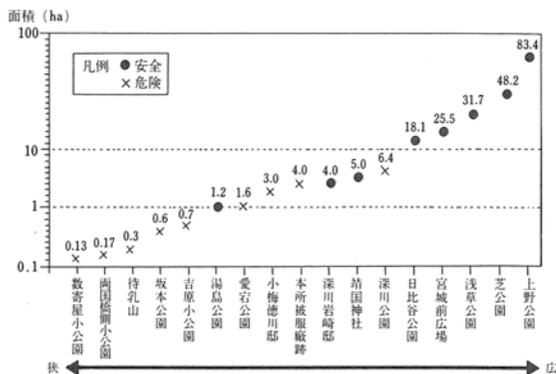
った。

同報告から関東大震災での避難地の安全性について整理してみると、安全であったものは、面積が大きかった、池があったという理由によるほか、樹木が火を防いだことによるものが多いということに注目したい。

火流の方向と避難地の安全性との関係を見ると、火流に正体した場合は最も条件が悪く危険性が高い。しかるに、深川の岩崎邸、芝公園、上野公園などはその豊富な植え込み等のため火流を正面から受け止めながらも、多くの人命を守り、立派に避難地としての役を果たしたのである。これは樹木の防火効果のうち「面としての効果」である。一方、樹木の無い裸地であった本所旧陸軍被服廠跡では、南から迫った炎がこの空地で二つに分かれ、東から西へ巻き込まれて火災旋風が発生し、関東大震災死者総数の半数以上にのぼる3万人を超える命がここで失われる結果となった(表1)。

樹木の存在は空地(避難地)の安全性確保に大きく寄与しているわけである。

表1 関東大震災における避難地の安全性(岩河、1976)



4) 空地の線としての効果

空地による延焼阻止効果を高める要素としての樹木は、火災時の「焼止まり」についても顕著である。焼け止まりには、色々な力が加わっている。一つは人的な力であって、消防力がこの代表的なものといえよう。二つは自然の力であって、風向、風速の変化、降雨、地形の変化、河川等とともに、緑の空地があげられる。一般にはこれらの力が複合して作用し、火災の拡大を阻止すると考えられるが、いま、このうち緑の空地の関与する部分を調べてみると、焼止まりに空地が関連するのは、総延長の30%を上回ることが分かる。そして、これらの場合、空地というのは総て樹木を主体とした緑の空地のことなのである。これらは樹木の防火効果のうち「線としての効果」である(表2)。

3 火と樹木

樹木は人命・財産を護る。古事記「神代記」では、伊諾那岐尊が、先立たれた最愛の妃伊諾那美尊に一目会いたいと黄泉の国に訪ねていかれたが、その恐ろしさに表1 関東大震災における避難地の安全性(岩河・1976)たまらず逃げ帰るとき、鬼の追跡から逃れるのにエビヅル、タケ、モモの3種の樹木に助けられている。人(神)を庇護した樹木の話としては、これが「はしり」であろうか。

ブナなどの幼樹を風雨や寒気から保護するために常緑樹のモミやマツが植えられる。これらは保護樹すなはち NurseTree 或は MotherTree といわれる。風

表2 大火の焼け止りに係わる緑地 (岩河, 1976)

場 所	発生年月日	被 災 状 況				焼け止まり線			備 考	
		焼 失 建物数	被災土地 面積	当時の人工	被災者数	死者	総延長 A	樹木関連 B		B/A × 100
			m ²	人	人	人	m	m		
関東大震災	'23.9.1~8	218,994	3,588.0	2,478,233		39,065	64,500	21,500	33.3	関東大震災
静岡	'40.1.15~16	5,275	115.5	207,328	27,513	3	3,880	880	25.4	
飯田	'47.2.29	1,134	21.4		1,210		2,700	9,900	33.3	
福井	'48.5.28	2,409	69.2	35,400	2,407	937	5,400	2,600	48.1	福井地震
熱海	'50.4.13	979	14.2		5,508		2,660	1,000	38.5	
鳥取	'52.4.17~18	5,480	132.0	63,185	26,000	2	5,600	4,200	30.0	
岩内	'54.9.25~27	3,208	105.7	23,301	16,622	60	6,553	1,400	21.3	洞爺丸・台風
新潟	'55.10.1	980	19.1	265,719	5,396	0	4,650	950	20.4	台風22号
能代	'56.3.20~21	1,047	31.6	63,421	6,037		4,096	1,380	33.7	
酒田	'76.10.29~30	1,774	22.5	97,723	3,201	1	2,850	300	10.5	
平均	(10件)								31.5	

に弱いカカオの幼樹の保護樹は, MadredeCacao と呼ばれている。このように, 樹木には「保護する」という力が備わっているのである。

本稿の主題である「防火」についても, この樹木の「保護する力」を基に, 各地で様々な利用が見られる。

その一つ, 「火に耐える力」は古くから認識されている。飛騨高山の名物「ほう葉みそ」は, ホウノキの葉の上にみそを乗せ, コンロで焼くが 9 葉が炎上した話は聞かない。島根地方の「焼き豆腐」は, 豆腐をアオキの葉に包んで焼くが葉が燃えることはない。7 回かまどにくべないと燃えないところからナナカマドという名のついた木もあるように, 樹木は比較的火には強いものといえよう。

一方, 「火を遮る力」についても, 古くは保元の乱(1156)で有名な左大臣藤原頼長の文庫周辺の芝垣(シラカシの垣根)が書物を火災から守るものであったといわれるように, その利用の歴史は古い。

火を防ぐ火伏木(火防木)として, 筑波山の北はモチノキ, 南ではシラカシ, 更に南の水海道ではサンゴジュが使われている。静岡市や浜松市ではイヌマキ, 伊豆ではサンゴジュが防風を兼ねた火伏木である。この外, 島根の築地松, 礪波平野のスギを主体とした屋敷林, 関東北部のシラカシの垣根(カシグネ), 沖縄の部落を囲むフクギなど, 人命, 財産を庇護するために設けられた樹木として名高いものがある。

図鑑等から「火と樹木」に関する記述を抽出・整理してみると…

(1) 材が難燃と云うもの:

ミズナラ, ナナカマド, チークノキ, キリ, カシワ, ニセアカシア, タイワンネムノキ

(2) 材に水分多く難燃と云うもの:

ミズナラ, ショウベンノキ, アワブキ, ミズギ, サンゴジュ

何となく水っぽい名前が多い。

(3) 日本の三大防火樹と称せられるもの:

サンゴジュ 古来「火防せの樹」と称す。

イチョウ 火くいの木, 火防せいちよ

う、火防の木、水吹き公孫樹、霧吹きいちようなどの名あり。

コウヤマキ 火防せの樹と称す。

その他、ヤマモモ、スダジイ、マテバシイ、シラカシ、セイヨウヒイラギ、フクギ、アオキに火に強いことが記されている。この外、ナンテン(庭中に植え、火災を避くべし)、ソテツ(強く火患をさく)、シキミ(軒に吊し、鎮火まじないとす。毎朝カマドに一葉つつ投ずれば、火防の効あり)などの言い伝えが見られるが、実効の程は定かではない。

以下、火と樹木について調査、実験などから紹介してゆくこととする。

4 樹木の防火効果

樹木の防火事例は、飛騨古川町の大火の際、神社の大イチョウが水を吹いて社への延焼を防いだ話、房総君津市で列植されたマテバシイが延焼を防いだ話、日比谷公園の松本楼が炎上した時、周囲のイチョウが水を吹いた話など、各地の火災現場における調査がある。

仙台市と利府町の山火事は、全山しかも広大な面積を焼き尽くした。中に、周囲を囲むシラカシの木立に守られて焼失を免れた青紫神社の古い木造の社が印象的であった。

遠州秋葉山の山火事では、全山が焼土と化した。中腹の神社は社周辺の杉木立のお蔭で無事であった。この神社は、三尺坊という水の神の社であり、水の神が火を防いだと当時評判になった。

こうなると何となく神懸って来る。

1) 酒田市大火

線としての効果のうち特殊な例は、1976年10月29日の酒田市大火であろう。この時の新聞は挙って樹木の火災延焼防止効果を報じた。曰く、「上空の火の粉をそらせた大木`揺れる防火帯`：相生町民はいま『お寺さま』に頭があがらない。この町が無傷ですんだのは、火の粉に面してたち並ぶ十ヶ寺境内の樹木数百本が`緑の防火壁`となってくれたからだ。この寺の中央に位置する海安寺の広瀬智一住職。『大木は風と火の粉にあおられるたびに弧を描いて本堂のうえにたわみ、火の粉を上方へそらせた。揺れる防火帯になったということ』(朝日新聞、原文のまま)。曰く、「水と緑：防火にも役立つ」(山形新聞)。

樹木が風にそよいで火の粉を舞い上げ、延焼を防いだという。ところが実際現地では樹木の被害状況と焼止まり効果のみられる部分を調査したところ、表2に見られるように、酒田の場合は焼止まり総延長のうち樹木関連は僅か10%。これが、何故樹木が火を防いだと殊更大きく報道されるほど、酒田の人々にその効果が印象づけられたのであろうか。

酒田市大火での樹木による焼止まりは、やや顕著なところが2箇所見られるに過ぎない。焼失区域の北側はいわゆる寺町で、ケヤキとクロマツを主体とした高さ20mを超える樹林が連なり、緑が豊富であった。

当初、火はこの寺町に向かっていたが、途中から東へ方向を変え、寺の樹林に並行した方向に進んだ。

防風林に関する研究によると、空隙の少ない、即ち高密度な樹林では、一旦遮断された風も樹林のすぐ背後に渦をなして巻き込んでくる。ところが空隙の多い樹林であると林の中を抜ける風と上方を通る風との相乗効果によって、樹林直後への影響は少なくなる。特に密度50%ほどの樹林が最も好ましい。寺町の樹林はまさにこの密度に近い林であった。その上、樹木は風によって枝葉が動く。従って、酒田の場合飛来する火の粉を樹木が枝葉を振るって舞い上げ、遠方へ飛散させる効果があった。事実、火の粉の落下分布調査によると、当初の風下に当たる寺町の背後には殆ど落ちていない。焼止まりとして火災前線に接しない場合でも、樹木にはこのような線としての効果もあるのである。



2) オークランド大火

1991年10月19日、米国西海岸オークランド市の東部丘陵地で発生したボヤが、米国史上第二という大火災に拡大した。オークランドヒル火災である。このボヤは、パークビューの火が斜面の枯草に燃え移ったもので、夜になる前に鎮火し(たと思い)、消防士たちは全員山を下りた。ところが、翌20日の朝、くすぶっていた火が息を吹き返し、

市民からの通報で消防が駆けつけたときは既に遅く、火は山を吹き下りてくる乾燥した熱い東風に煽られて拡大し、遂には消防活動の及ばぬほどの大火となり、760haという広大な地域を灰塵と化してしまったのである。

被害の概要:死者26名、負傷者150名、被災面積760ha、焼失家屋2843棟、損害家屋193棟、焼失集合住宅433戸、家屋の損害額15億3700万ドル



焼失地域は、大きな谷で南北に分断されており、谷の中央を片側3車線のFreeway24号がほぼ東西に走っている。通常ならば十分焼止まりとなり得るこの広幅員の道路を火は難なく飛び越えてしまった。飛火である。大量の枯草、落葉、長い乾燥に耐えてきた樹木の葉などが飛火の材料になった。しかも、当地の住宅が殆ど木造であり、その上、屋根はshakeWoodと呼ばれる木材を縦割り

にした小片で葺かれていたことが、飛火の勢力を助長した大きな要因となった。更に、被災面積拡大の要因は、家屋の近傍の地表に放置された枯葉と落葉の炎上ではないかと考える。焼失地域ほぼ全域にわたって地表は炎が走った形跡があった。典型的な地表火である。樹木は、地表の炎の熱で変色はしているが、炎上してはいない。樹木の黒焦げ、炎上が確認されたのは、家屋の焼失跡の周辺である。建物は地上を這ってきた炎に負け、庭の樹木は建物の炎に負けたものと考えられる。

現地では、7600haを焼き尽くし、ほぼ3000棟もの家屋を灰にしたオークランドヒル火災のなかで、幸運にも焼け残った家と樹木との係わり、並びに焼失区域周縁(焼止線)と樹木の存在について主に調査をしてきた。以下にその事例を紹介したい。

(1) 棟間の樹木により類焼を免れた家

この家の北隣から一面の焼失区域、即ち、ここが焼け止まりである。焼失した隣の屋敷の境には高さ25mほどのCoastRedwood

(*Sequoiasempervirens*)が2本枝を上げている。この樹々が衝立となったためか、家屋は外壁は勿論、最も火に弱い窓枠(木製サッシ)にも被害は認められなかった。

消防による散水の形跡はなかったもので、この家はこの樹木の力に守られ、類焼を免れたということになる。

Redwoodは、耐火力は際だって強いものではないが、炎上せずその形状を留めた場合には、衝立となってその遮熱効果をもたらす。更に、この葉は地上に落ちて水分含有量が多く、従って火炎が地上を走る速度を

抑制する力がある。



(2) 家を囲む樹木により焼失を免れた家

周囲一面焼け野原の中に家が一軒残っていた。この家は、斜面に沿って建てられており、階段を上った2階が入口である。

道路に面した階段の手摺と窓の手摺は焼け落ちており、全くの無傷というわけではない。しかし、壁面(塗壁)も屋根も焦げてはいなかった。

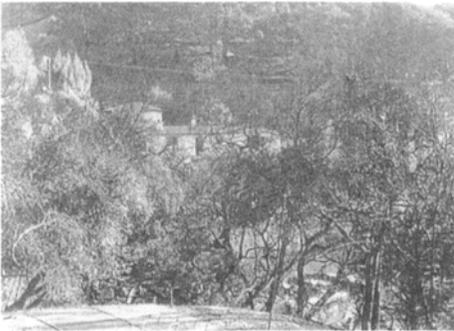
この家の北は道路であり、その先は谷となって落ち込んでいる。この谷を見ると、家から近い側の斜面の樹木は葉が変色した程度であったが、谷の向側の樹木は根元から焦げ、葉も落ちている。この谷の火炎の流れが家から遠い側の斜面で激しかったことが窺われる。また、向側斜面の家屋や下草、樹木などの炎上に伴う輻射熱や熱気流は、道路側の樹木(葉が変色したのみ)によって遮

られ、この家屋には及ばなかった。

道路から南側は比較的緩い斜面で、家は
この最下部にある。南は Montorey Pine

(Pinusradiata)の林が接している。樹高
はさして高くは無いが、地形の高さが加わ
って 20m を超える松林の如きものである。
これらの樹々は、葉が変色したのみであっ
た。

東と西は、疎林であったが、下草は青々と
した緑のままであり、火炎が地表を走った
形跡はなかった。この様に、この家は、近く
の地面が燃える物がなかったことと、南北
の樹林が熱を遮ったことにより炎上を免れ
たものと考えられる。



(3) 斜面下の樹木により類焼を免れた家

この RockRidge 地区は、火が北から南に向
かって流れたとされている所である。

この家の北側は、芝生と空地で建物はな
い。芝生は緑色を保っており、地上を火が走
った形跡はない。北側には燃えるものがな
かったわけである。飛火については、屋根
(瓦葺)、壁(モルタル塗)からみて、この家は
比較的抵抗力があったはずである。

更に、家の北面を覆っている一本の大木
(CaliforniaLiveOak/Querucusagrifolia) が
火の粉を防いだと思われる。この樹は土地
在来のもので、火には強い。葉は緑色を残し
ていた。この家の前面の CochraAv. は、車道
と歩道、更に両側の住宅前庭の空地を加え
ると、約 20m 幅の空地帯である。

北から南に走った火は、この家の向側に
連なる家屋を次々に灰にしていった。しか
し、これら炎上家屋からの熱はこの空間に
より軽減され、この家を炎上させるには至
らなかった。風が北風(この家に対し横
向き)であったことも幸いであった。

ここは我が国でいう背割区画であり、地
形的に 5m ほど低くなっている西側区画の家
屋は全て焼失している。上の段の東側区画
は、この下段からの炎を受けて焼失したが、
当家は東側の区画で唯一焼け残った。

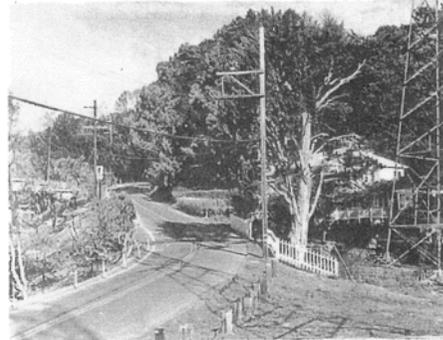
上の段にあるこの家が例外的に下からの
延焼に耐えたのは、家屋の下に枝を広げた
CaliforniaLiveOak が熱を遮ったことが大
きな要因である。樹木は焼失家屋側は茶色
に変色しているが、裏側であるこの家の側
は緑色を保っており、炎上した下段の家屋
からの延焼を防いだ。筆者のこれまでの火
災実験の体験からいえば、この樹木の規模

(枝張り 15m, 高さ 10m ほど)であると、片側が炎上しても反面は葉の含水率にも殆ど変化はない。熱の影響が反対側には及ばないのである。



防火機能を発揮できたわけである。

これが火災現場における典型的な緑の焼止まり線である。



(4) 焼止まり線について

Skyline 地区の焼け止まり線は、主として東の屋根上を走る BroadwayTerraceAv. である。B. T. Av. は、焼失区域の南から東にかけて、曲りくねって屋根を登り、Skyline と結ばれている。焼け跡は、ここで明確な境を示していた。

坂を登ってきた火がその頂上で障害物にあうと、勢力が減衰する。ここでは樹木が障害物になった。斜面を登り、道路を越えようとした火の勢いも道沿いの樹木群によって阻止されている。片面をあぶられ、変色しながらも樹木としての形を残したため、その

5 樹木の防火力

1) 熱的環境と樹木の対応

都市防火の一環として樹木を活用する場合、樹木が〈炎上せず、形状が維持され、遮蔽物となる〉ことが必須の要件である。

ここで念頭に置かなければならないことは、樹木が

- (1) 火にどこまで耐えるか(耐火力)
- (2) 熱をどれだけ遮断するか(遮熱力)

という2点である。樹木の防火力は、この二つの力により支えられる。

樹木への熱の影響は、当初は熱に直面す

る葉(樹冠)への影響である。但し、熱を受けてもそのまま樹葉の温度は上昇しない。樹葉は熱を受けると水分を放出し、この気化熱への変換によって温度上昇は暫時おさえられる。また、重なり合った葉は、樹冠への熱の浸透を防ぐとともに、その複雑な形状はラジエータのように熱の放射に役立つと考えられる。

一方、燃焼することなく、樹木の形状が維持されたものについては、その背後への熱の浸透を防ぐ遮熱力が期待できる。この形状維持には、3つの場合が考えられる。

第1は、熱を受けても熱収支のバランスが崩れず、その葉が熱分解するに至らない場合で、これはいわば定常状態に近いといえる。

第2は、熱分解はしたが、発火の条件が整わず発火に至らない場合である。最も耐火力の弱い針葉樹の場合でも、輻射熱 $12,000\text{Kcal}/\text{m}^2\text{h}$ 未満、温度 400°C 未満であるとエネルギーとしては不足で発火しない。この場合も、先の場合と葉の生理的性状は異なるが樹木としての形状は維持されることになる。

第3は、発火はしたが、燃焼条件が整わず消えてしまう場合で、この現象を「立消」という。燃焼条件のうち、一般には酸素の供給は十分と考えられるから、受熱量が不足ということに成る。表層の葉が発火、燃焼しても、次層の葉が同時に燃焼するだけの熱が及んでいないということは、この次層の葉が、表層の葉によって熱から遮蔽されていることであり、樹木の遮熱力を示すものに外ならない。この立消えの場合、一般には樹葉の炎上範囲は小規模のため樹木の形状は

維持される。筆者の行った多くの実験では、樹冠の前面の $1/3$ が一気に炎上したのが最も大きな例で、他は表層の一部の葉が炎上するに過ぎない。

2) 樹木の耐火限界値

樹木、特にその対熱面としての樹葉は、高熱を受けると変色するが、これと同時に烈しく蒸気を発生し、折れ曲がるように変形する。この変形が終る頃には黒褐色に変色している。ここで耐火限界値を超える熱の場合は発火し、以下の場合には黒焦げから次第に白色化するものと、黒焦げのまま裂け目が出来てくるものがある。このような状態に成ったものは決して発火しない。

$20,000\text{Kcal}/\text{m}^2\text{h}$ 或は 550°C 以下の熱では、発火後、赤点 (RedSpot) が次第に拡大し、葉全面に広がってゆくが、炎となることは無い。特に、サンゴジュは炎を出すことが稀である。発火しても炎をあげないということは9防火上極めて大切な条件であり、最も有効な防火樹として推薦できるものである。

樹木が炎上するのは、変色の過程で、未だ分解生成ガスが発生中に、高熱を受けることが必要なようである。従って、輻射熱だけで発火という可能性は一般に極めて低いと思われる。接炎或は有炎口火の接触があって樹木の炎上はやっと成り立つわけで、遮熱物として有効なものといえよう。

樹木の耐火力を評価する尺度として筆者の実験により得られた発火限界値(無炎発火)は表3の通りである。

表3 樹木の耐火限界値 (岩河, 1981)

	常緑広葉樹	落葉広葉樹	針葉樹
発火限界 輻射熱 (Kcal/m ² h)	13,400	13,900	12,000
温度 (℃)	455	407	409

樹木は、凡そ輻射熱で、12,000Kcal/m² h、表面温度で 400℃が発火限界である。この限界値以下の受熱では、接炎のない限り樹木の発火、炎上はない。

3) 樹木の遮熱力

遮熱力は、樹木が壁となってその背後への熱を遮断する力で樹木が熱に耐え、焼失することなくその形状を維持したとき、遮熱力が期待出来ることになる。

一般に、樹木の衝立は一般の壁と異なり、空隙をもっているのが本来の姿である。

従って、遮熱の能力も、100%密な壁体(理想体)と比較した場合、割り引きをして考えねばならない。理想体と異なり、火熱は樹木(主として樹冠を考慮)の空隙中に浸透してくるものである。

樹冠表面の葉温は一般に気温より高いが、樹冠内部には気温より低い冷温域が存在することは、実大火災実験の際に確認された。しかし、樹冠内への熱の浸透に抵抗する冷温域も、やがては浸透する熱によって外部へ押し出される。熱の樹冠内への浸透は、樹冠の空隙率によって様々となるが、葉張りの1/3程までと考えている。これは、樹木の引火、炎上範囲と一致するものである。

遮熱率は、樹帯を構成する樹木の列数および樹木の間隔並びに配植の如何によって差がみられる。1列植えの場合、樹木の間隔

が葉張りの1/2以下の場合には80%を示す。ところが、間隔を葉張り1本分まで広げると60%に低下する。2列植えの場合は、輻射熱の遮蔽には交互植えが優れている。

3列植えの場合は、樹木の間隔を葉張り1本分離しても、95%の遮熱率を示す。遮熱という点からいえば、樹木は3列あれば十分といえよう。

表4 配植パターンと遮熱率 (岩河, 1979)

	1列	2列	3列
正列	1-1 ●●● 73.0%	1-2 ●●●● 89.2%	1-3 ●●●●● 94.6%
交互(ちどり)		2-2 ●●●● 94.6%	2-3 ●●●●● 94.6%
正列	3-1 ●●●● 48.7%	3-2 ●●●●● 67.6%	3-3 ●●●●●● 78.4%
交互(ちどり)		4-2 ●●●●● 86.5%	4-3 ●●●●●● 94.6%
正列	5-1 ●●●●● 24.3%	5-2 ●●●●●● 40.6%	5-3 ●●●●●●● 48.7%
交互(ちどり)		6-2 ●●●●●● 56.8%	6-3 ●●●●●●●● 91.9%

6 おわりに

筆者は、一番良き時代に防災の研究をしていたらしく、野外実大火災実験を数多く手掛けるという好運に恵まれた。26棟もの家を燃すことが出来たのは、研究者として私の前にも後にも例がない。ここで得られた貴重な数多くの事柄を各方面に広くお伝えすることが我が仕事と思っている。本稿では、野外実大火災実験について触れる余裕がなかったが、いずれその機会はあるものと期待している。

以前の実験は、樹葉を小型炉に入れて、その発火温度・性状などを観察するという、主に葉1枚を対象としていた。

筆者は、樹木は生き物であるから、土に根の生えた樹木そのものを対象とすることが望ましいと考え、実験は鉢植えの樹木を大

型の輻射炉の前に並べることから開始した。その後、鉢植え実験とそれを補うための樹葉の実験を交互に繰り返したが、野外における実大実験の必要性を痛感し、極力それを手掛けるように努力していった。幸いにして多くの事例を体験することが出来た。

この実大実験で未だ為し得ないことが一つある。火災時における樹木総体としての蒸気発生性状の測定である。1枚の葉については、筆者の実験でほぼその性状は把握されている。常緑広葉樹 17 種、落葉広葉樹 8 種、針葉樹 6 種について、各々 9 段階の熱量について受熱時の葉の性状変化、蒸気の発生開始及び継続時間を記録している。

1枚の葉(葉裏の気孔)から出される蒸気でも、10cm 下の灰を吹き飛ばす程強力である。こうして体内の水分を気化し、体温の上昇を防いでいるのである。この葉を千、万と着けている樹木総体では、如何ばかりのものか興味のあるところだが、未だ観測された例はないのである。イチョウが、水吹き公孫樹、霧吹きイチョウなどと呼ばれる由縁はここにある。更に、この樹木の集合である林や森となれば、そこから発生する水分は計り知れないものとなる。

緑の空間から発せられる水分が街をすっぽりと包んで、火災の拡大を阻止することを期待したい。

緑の空間を市街地へ適切に配置することは、市街地火災の拡大防止に有効であり、人命、財産、更には都市機能の安全を約束するものである。

裸の空地は極力避けねばならない。防火力の高い樹木を豊富に取り込む必要がある。空地の安全性を高めるための助っ人の一員として、樹木は間違いなくその役を果たすであろう。

樹木は、樹冠の一部が炎上することがあっても、立消えの特性があるため、なお防火力は維持され、延焼防止に役立つことを各種実験で示してくれている。樹木により遮蔽されていれば、樹木前面の家屋が燃え落ちる時点になっても、樹木背後は常温を若干上回る程度にしか温度は上がらない。

樹木の活用は、大火時の延焼防止や避難地・避難路の安全性の向上に役立つなど、街の安全性確保に極めて有効な手段である。