

# 報告

# 阪神・淡路大震災に よる神戸市長田区・ 須磨区における樹木 の延焼防止機能の事 例調査

山本晴彦\*・早川誠而\*・鈴木義則\*\*

## Survey on Fire Prevention Function of Trees in Nagata Ward and Suma Ward of Kobe City at the Great Hansin-Awaji Earthquake

Haruhiko YAMAMOTO\*, Seiji HAYAKAWA\* and Yoshinori SUZUKI\*\*

### Abstract

The 1995 Hyogo ken Nambu Earthquake struck the Kansai area at 5:46 on January 17, causing catastrophic damage in Kobe and adjacent area. The some private houses, factories and stores were destroyed by fires occurred immediately after the earthquake. We were investigated fire prevention function of trees in Nagata ward and Suma ward of Kobe city. Sugawara-Dori park and Daikoku park in Nagata ward had fire prevention function of trees. But, Mikura-Dori park, Shin-Nagata park, Mizukasa-Nishi park in Nagata ward and Tokiwa park in Suma ward did not have not fire prevention function of trees.

キーワード：阪神・淡路大震災，公園，神戸市，樹木，延焼防止機能

Key words : Great Hansin - Awaji Earthquake Disaster, Kobe city, Park, Fire prevention function, Trees

### 1. まえがき

1995年1月17日午前5時46分，兵庫県の淡路島北部を震源とした兵庫県南部地震が発生した。本地震は，マグニチュード7.2の都市直下型地震

で，神戸市，芦屋市，西宮市，宝塚市，北淡町などで6,425名の死者が確認され，住宅等の被害は全壊110,457棟，半壊147,433棟であり（自治省消防庁，1996年12月26日現在），被災総額は約10

\* 山口大学農学部  
Faculty of Agriculture, Yamaguchi University  
\*\* 九州大学農学部  
Faculty of Agriculture, Kyushu University

本報告に対する討論は平成9年12月末日まで受け付ける。

兆円にも及ぶものと推定されている。

本震災で発生した市街地火災により神戸市長田区を中心に多数の建築物が焼失したが、都市公園の緑地や建物周辺の庭木によって住宅等への延焼を防止した事例も認められた。そこで、本研究では家屋の焼失地域を調査するとともに、公園緑地や建物周辺に植栽されている庭木の延焼防止機能「焼け止り」についての事例調査の概要を報告する。

## 2. 阪神・淡路大震災の発生時における気象的特徴

阪神・淡路大震災の地震発生前後の神戸市における気象的特徴をみるため、神戸市のほぼ中央部に位置する神戸海洋気象台（神戸市中央区山手2-1）で観測された気温、相対湿度、風向、風速および視程の経時変化を図1に示した。神戸海洋気象台は今回の調査対象とした菅原・御蔵地区から約3.9 km、最も遠い鷹取地区では約6.3 km 離れているが、30年平年値の統計があり観測測器の信頼性を考慮に入れて神戸海洋気象台の気象データを用いた。

地震が発生した日時は1995年1月17日5時46分であるが、発生時刻頃の風速は5 m/s 以下で弱く、日中も弱風の状態であったことがわかる。18日になってもこの傾向は継続したが、午後から風速が高くなり約5 m/s であった。このように、地震発生以降の風速は弱風状態であったため、風

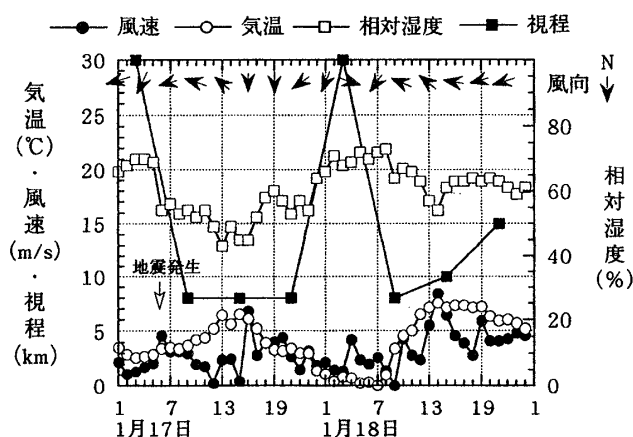


図1 1995年1月17日から18日までの神戸海洋気象台の気象概況

による火災の拡大は抑制されたと考えられる。

図2には、神戸海洋気象台における1975年から1990年における16年間の月別平均風速とその標準偏差を示した。1月における平均風速は $3.7 \pm 0.3$  m/sで、1年の内で最も平均風速が高い月であり、冬季に平均風速が高く夏季に低くなるのがわかる。また、図3には1月における時刻別(3時、9時、15時、21時)風速の階級別頻度(%)を示した。3時、9時および21時においては平均風速2.0 m/s以下の頻度が26~33%であるのに対して、15時では5.0 m/s以上の頻度が45%も認められており、風速が日中に強く夜間に弱いという傾向があった。図2と図3からみて、地震発生以降の平均風速は平年値をやや下回る傾向にあったもの考えられる。しかし、図3に示されているように日中においては、平均風速が5.0 m/s以上の頻度もきわめて高いため、地震発生時に強風に遭遇した場合には、火災の拡大が懸念される。

図1には相対湿度の推移も同時に示したが、17日の日中は約50%、夜間でも約70%と低く、18日もこの傾向は継続している。このため、大気中の水蒸気圧が低く乾燥状態にあったため、地震直後に発生した火災が鎮火しなかった原因の一つと考えられる。さらに、火災が同時に多数発生したため、防火用水の不足・枯渇をまねき、倒壊家屋による交通遮断なども重なり、消火活動の遅れにより延焼が大きく拡大したと推論できる。

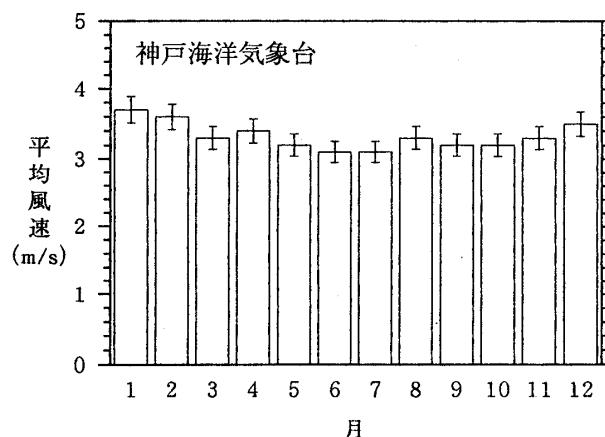


図2 神戸海洋気象台における月別平均風速

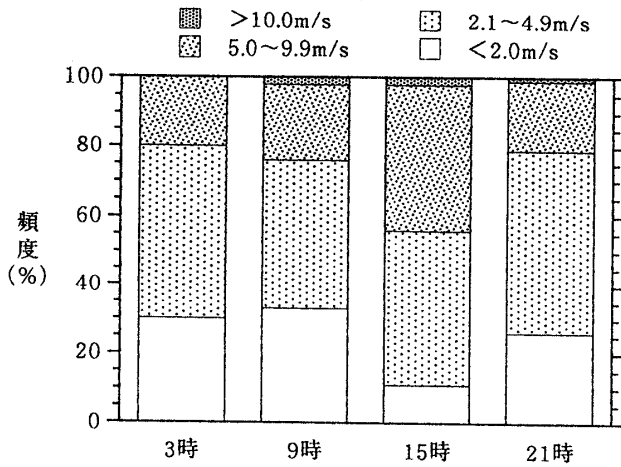


図3 神戸海洋気象台における時別平均風速

### 3. 神戸市長田区および須磨区における焼失地域の概要

筆者らは、神戸市長田区および須磨区一帯の地域を対象に、震災直後から焼失した地域の現地調査を行った。筆者らが作成した焼失箇所を図4に示した。長田区および須磨区内では、鷹取地区

(JR 鷹取駅の南東部一帯および北東部一帯), 長田地区 (JR 新長田駅南部一帯), 菅原・御蔵地区 (菅原道商店街一帯および御蔵公園周辺), 御船町4丁目地区 (長田区役所南西部一帯), 久保町6丁目地区 (二葉小学校北部一帯), 太田町6丁目地区 (太田中学校南東部一帯) などの約6ヶ所において火災によって木造建築物を中心に家屋, 工場, 商店などが焼失し, 焼失面積は約35haであった。

### 4. 菅原・御蔵地区における樹木の燃烧状況と延焼防止機能の事例

筆者らの現地調査から, 本震災において神戸市長田区および須磨区一帯で火災が発生し木造家屋を中心に焼失した。現地調査では, 長田区や須磨区内の焼失地区の中で小規模な公園緑地や家屋の周囲に植栽された庭木に火災の延焼を防止する効果が認められたので, ここでその事例を示す。また, 街路樹の被害状況についても以下に事例を示す。

写真1には国土地理院によって1995年1月

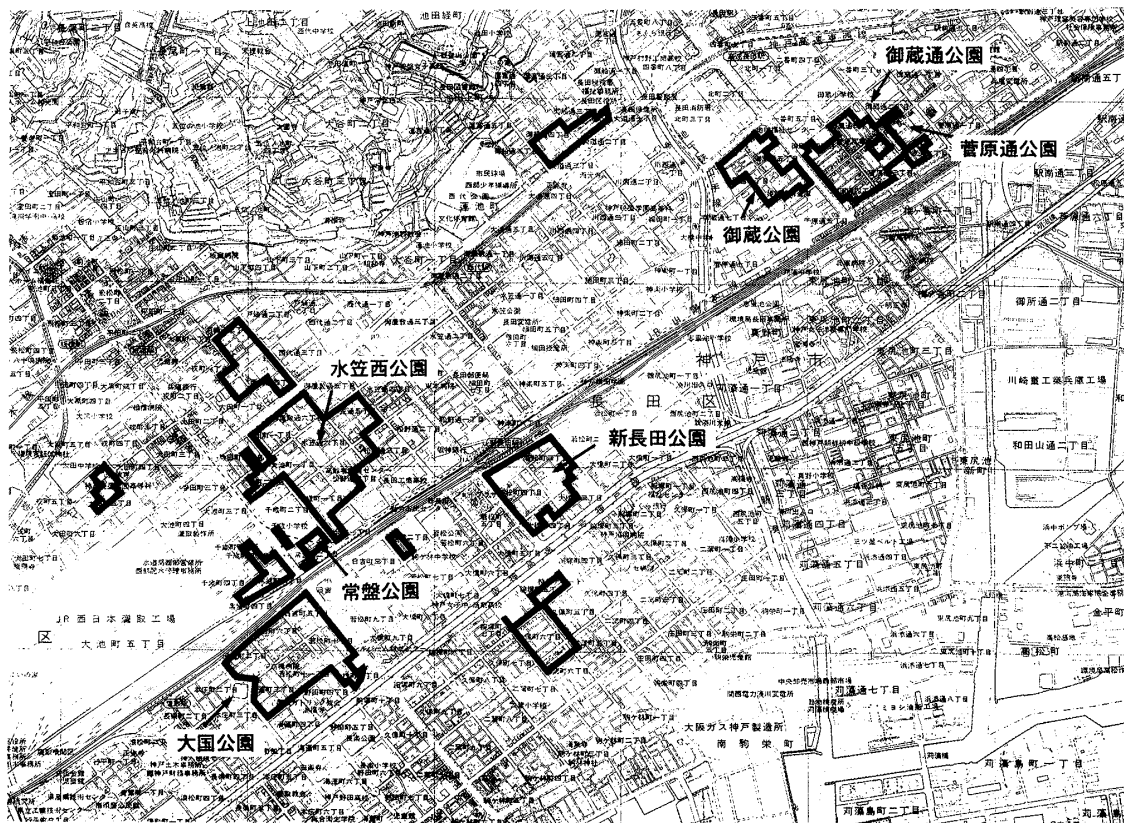
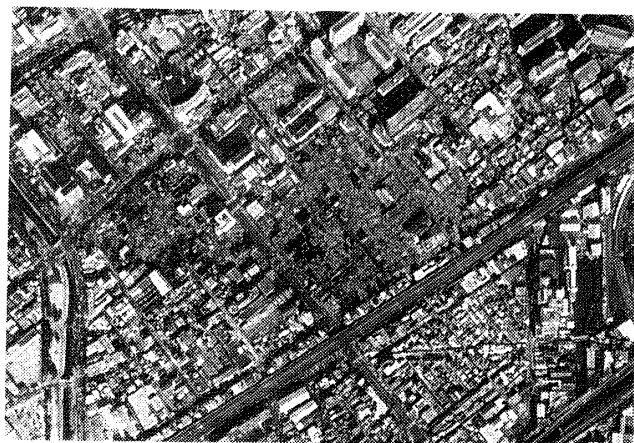


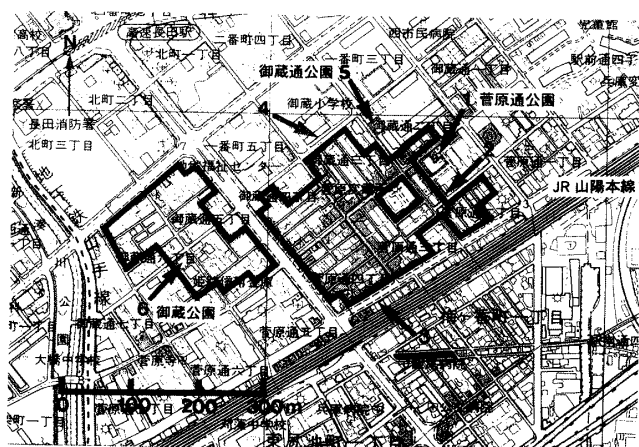
図4 阪神・淡路大震災による神戸市長田区, 須磨区の焼失地区

21日に撮影された菅原・御蔵地区の空中写真を、**図5**には菅原・御蔵地区の焼失した区域を示した。菅原・御蔵地区では震災発生直後から火災が発生し、約7.7haにわたり家屋、工場、商店などが焼失した。

**図5**(1)に位置する菅原通公園の植栽図を**図6**に示した。菅原通公園は北西に約6m、南西に約2.8mの道路に面し、北と南東は低層住宅、東は高層住宅に囲まれた敷地面積が約1,360m<sup>2</sup>の小規模な公園である。図中に示すように常緑性高木のクスノキ、ヒイラギモクセイ、落葉性高木のツバキ、ナンキンハゼ、低木性常緑のアオキ、ヒラドツツジなどが植栽されている。とくに、焼失地域に隣接した南西側道路より公園内に約8m入っ



**写真1** 空中写真による菅原・御蔵地区の焼失地域 (1995年1月21日, 国土地理院撮影, 1:11,000)

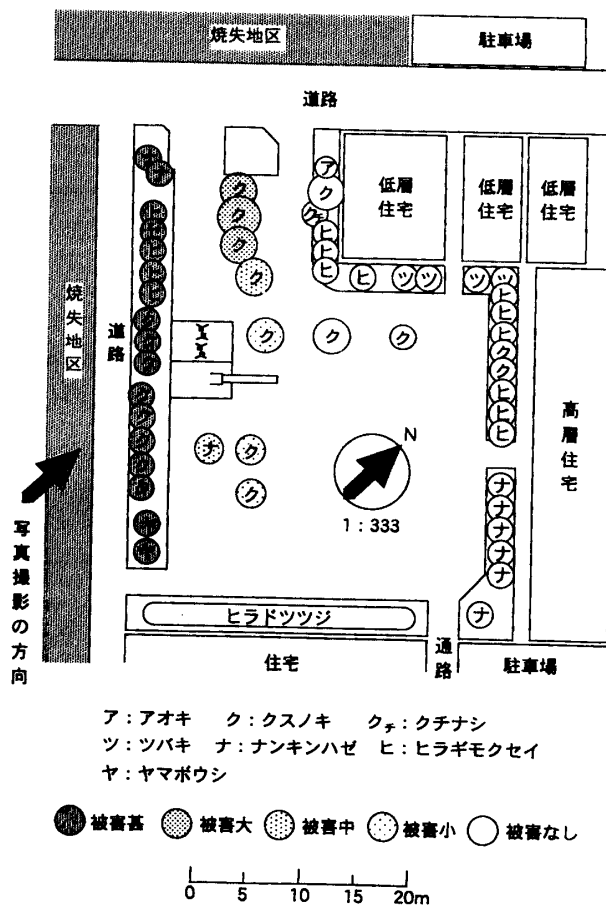


**図5** 神戸市長田区の菅原・御蔵地区における焼失地区 (図中で示した数字は、文章の番号に対応)

た箇所には、樹高9~11mのクスノキが北西から南東方向に5本植栽されている。また、公園内には約700m<sup>2</sup>のほぼ正方形のオープンスペースが配置されている。

**写真2**は菅原通公園を南側から撮影(**図6**の矢印から)したものである(1995年3月23日撮影)。公園南西部分の焼失地域の近くに植栽されている樹高1.5~2.5mのクスノキ、ナンキンハゼ、ヒイラギモクセイなどは燃焼の程度が著しいが、公園の内部に入るにしたがって高木のクスノキの燃焼程度が低くなり、焼失地域に隣接した南西側道路から約17m離れた公園のほぼ中央部に植栽されている高木のクスノキに至っては燃焼した形跡は認められなかった。同様に、公園東側のナンキンハゼやヒイラギモクセイなどの樹木にも燃焼した形跡は認められなかった。

**菅原通公園**



**図6** 菅原通公園の平面図および樹木の燃焼状況

以上のことから、菅原通公園では道路をはさんで焼失地域に隣接した低木性常緑のクスノキ、ヒイラギモクセイ、公園内部の高木性クスノキなどの植栽や公園内のオープンスペースの配置がなければ火災が北西方向に延焼した可能性があることから、公園緑地とオープンスペースの配置により火災の延焼を防止する機能、いわゆる「焼け止り」の効果があったものと推定された。

写真3には図5(2)の菅原通公園南側にある住宅の庭木(樹高約2m)が燃焼状態を示した(1995年3月2日撮影)。低層住居の前庭に栽植された庭木と住居側面のモルタル壁の相乗効果により延焼が食い止められていることがわかる。

写真4は図5(3)のJR山陽本線北側の車道(幅約12m)に隣接する南側の歩道(幅約2m)に栽植された街路樹(トウカエデ)の被害の状況である(1995年3月21日撮影)。樹木の樹皮が黒く焦げており大火災の様相を物語ることができる。

写真5は図5(4)の御蔵小学校の側壁と校舎の間に栽植されている樹木(樹高6~8m)の燃焼した状態である(1995年3月21日撮影)。約6mの道路をはさんで南側の家屋は完全に焼失していることから、校庭内の植栽と背後のオープンスペースの効果により校舎側壁への延焼が免れた可能性が示唆された。

写真6は図5(5)の御蔵通公園に栽植されているクスノキ(樹高7~9m)の燃焼の状態である(1995年3月21日撮影)。公園から約6mの道路をはさんだ南西側の火災により、クスノキの葉の一部に燃焼による可視被害が生じている。

写真7は図5(6)に位置する御蔵公園(面積約450m<sup>2</sup>)の焼失の状態である(1995年3月23日撮影)。火災により公園に隣接する低層住宅や工場が焼失したため、公園内に栽植されているクスノキなどの樹木はほぼ全焼の状態であった。

## 5. 長田地区における樹木の燃焼状況と延焼防止機能の事例

長田地区には、新長田公園、常盤公園、水笠西公園などの小規模な都市公園が分散して配置され

ている。その中でも、JR新長田駅の東側に位置する新長田公園の周辺は、商工業の低層ビル、工場や小規模な低層住宅が密集している地域である。

写真8には国土地理院によって撮影された菅原・御蔵地区の空中写真を、図7には長田・久保地区の焼失した区域を示した。長田・久保地区では震災発生直後から火災が発生し、約6.2haにわたり工場、低層家屋、商店などが焼失した。

新長田公園の平面図を図8に示した。公園の面積は約1,500m<sup>2</sup>で、常緑性高木のアラカシ、クスノキ、シラカシ、落葉性高木のイチョウ、オオシマザクラ、キンモクセイ、ケヤキ、ナンキンハゼ、ヤマザクラ、低木のウバメガシ、トウネズミモチなどが栽植されている。公園内には縦33m、横22mの長方形の約720m<sup>2</sup>のオープンスペースが配置されている。また、公園の西側および南側に隣接して3階建ての鉄筋コンクリート造の工場があり、東側には約3mの道路に隣接している。

写真9は新長田公園内に栽植されているケヤキの燃焼状況を公園内から撮影したものである(1995年3月3日撮影)。写真から、栽植されていた樹木の燃焼程度は大きかったことがわかる。しかし、公園の西側に栽植されていた樹木は、工場側壁が焼失をまぬがれたため他の箇所(樹木と比較して)燃焼程度はやや低い傾向にあった。

以上のことから、新長田公園の周辺地域ではほぼ全焼の状態であったため、公園内に栽植されたクスノキ、ケヤキ、シラカシ、ナンキンハゼなどの高木によっては火災の延焼が防止できなかったものと考えられる。

写真10は図7(2)のJR新長田駅前通りの東側の約3mの歩道に栽植された街路樹の燃焼の状況を示した。歩道をはさんで東側の建造物は焼失しており、街路樹の東側半分の樹皮のみが焼けただけであることが写真からよくわかる。

## 6. 鷹取地区における樹木の燃焼状況と延焼防止機能の事例

写真11には国土地理院によって撮影された鷹取地区の空中写真を、図9には鷹取地区における焼失した区域を示した。鷹取地区は、約19.4ha



写真8 空中写真による長田・久保地区の焼失地域  
(1995年1月21日, 国土地理院撮影, 1: 11,000)

にわたり小規模のゴム工場, 低層住宅, 商店などが焼失した。

大国公園の植栽図を図10に示した。大国公園は約50m四方の正方形をした面積約1,900m<sup>2</sup>の小規模な公園であり, 4方を約4mの道路と約1.7~3mの歩道で囲まれている。公園には, 高木のクスノキ, カナリーヤシ, イチョウ, クログネモチが植栽されており, 公園内には約1,100m<sup>2</sup>のオープンスペースが配置されている。

写真12は公園の南側から撮影したものである

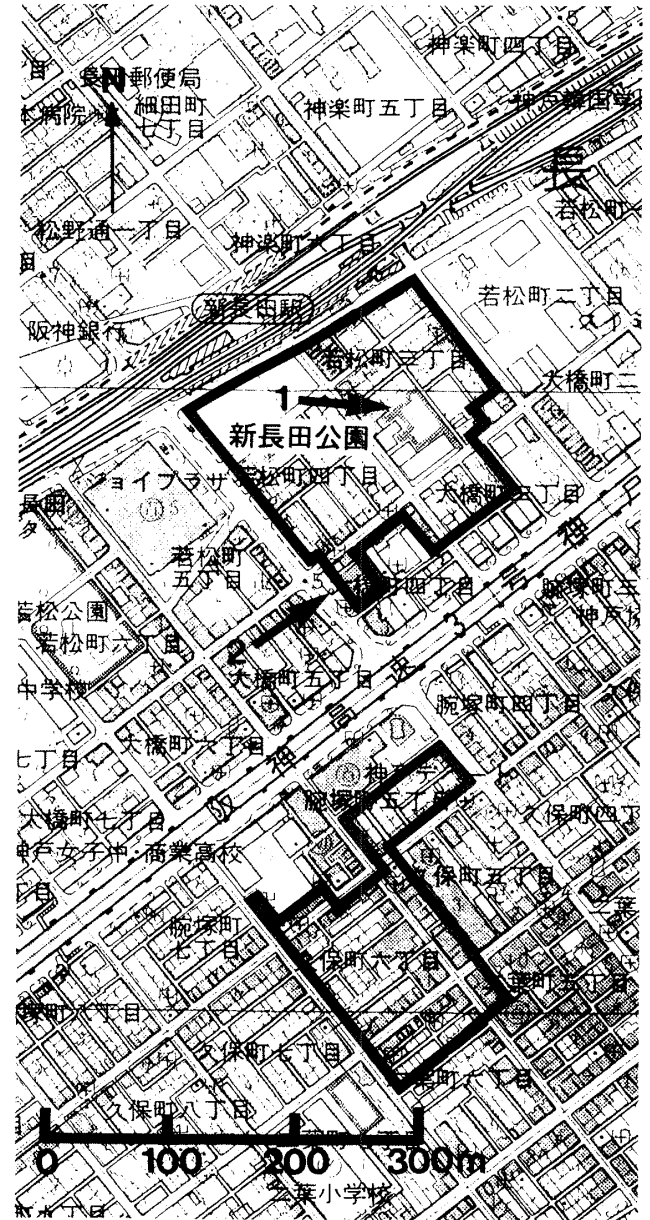


図7 神戸市長田区の長田・久保地区における焼失地区

(1995年3月2日撮影)。公園東側の焼失地域に隣接して植栽されている樹高8~10mのクスノキの燃焼程度は大きかったが, 焼失地域から離れて植栽されているクスノキの燃焼程度は比較的低いことが写真からもわかる。

図9からも明らかのように, 大国公園の南西側一帯は家屋の焼失が認められなかった。これは, 第一には住民の懸命な消火活動が行われ火災の延焼を食い止めたこと, 第二には菅原通公園と同様に大国公園のクスノキなどの常緑性高木の植栽や

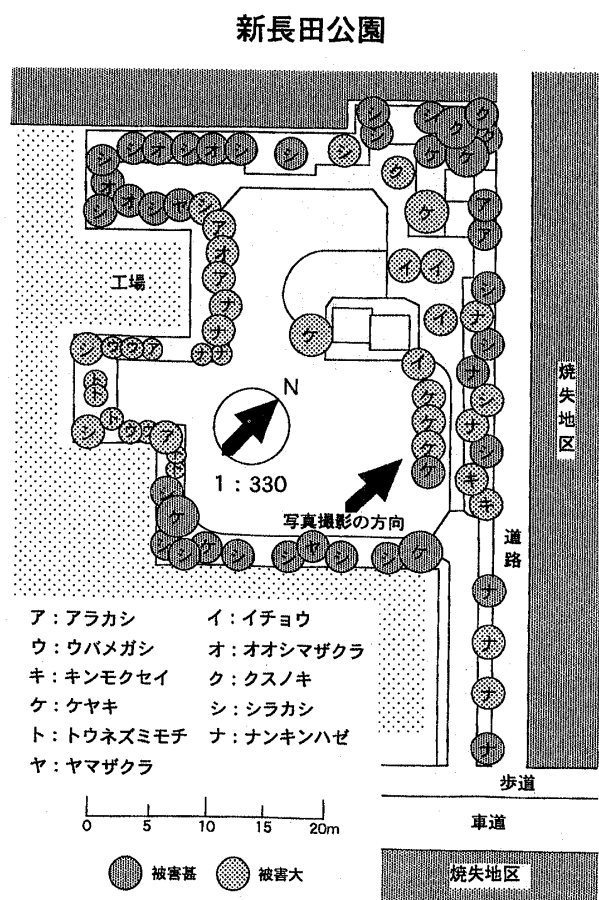


図8 新長田公園の平面図および樹木の燃焼状況

公園内のオープンスペースが火災の延焼を防止する機能が発揮されたことによるものと考えられる。

写真13には12m道路の南西側の約2mの歩道に植栽された街路樹の燃焼状況を示した。街路樹の表面が黒く焼けて炭化しており、火災の凄まじさを物語ることができる。

写真14はJR山陽本線の鷹取駅の北側に位置する常盤公園の植栽の燃焼状況である(1995年3月21日撮影)。常盤公園は面積約390m<sup>2</sup>の小規模な公園であり、高木ではクスノキ、ケヤキ、低木ではオトメツバキ、ヒラドツツツジ、スドウツゲ、アベリア、ユキヤナギ、チョウセンレンギョウなどが植栽されている。公園北西側に位置する千歳小学校は延焼を逃れており、約6mの道路をはさんで隣接した部分のクスノキやケヤキの燃焼程度は低かった。しかし、それ以外の大部分の高木は燃焼の程度が大きかった。

## 7. 公園内の植栽被災率と延焼防止機能について

筆者らの現地調査の結果から、神戸市長田区および須磨区に立地する小規模な7つの公園を対象に、公園内の植栽の被災状況と植栽の延焼防止機能を取りまとめたものが表1である。植栽の被災率(%)は、次式に示すように植栽されている高木の本数に占める火災により被害を受けた本数に被害程度により重みづけを行い算出した。

$$\text{植栽の被災率(\%)} = \{(\text{被害甚の樹木数} \times 100) + (\text{被害大の樹木数} \times 75) + (\text{被害中の樹木数} \times 50) + (\text{被害小の樹木数} \times 25) + (\text{被害なしの樹木数} \times 0)\} \div \text{全樹木数}$$

現地調査を実施した中で、菅原通公園、御蔵通公園および大国公園における植栽の被災率は、それぞれ38%、10%、58%であった。この3つの公園では、公園周辺における焼失地域が図6、10に示したように1~2方位のみであり、公園の周縁部に植栽されたクスノキなどの常緑性高木などが火災を遮断することにより公園内部に植栽された樹木の被災率が低くなった。さらに、公園内に設けられたオープンスペースの存在が相乗効果となり、後背部への延焼防止すなわち「焼け止り」の現象が発揮されたと考えられる。

しかし、御蔵公園、新長田公園、水笠西公園および常盤公園では植栽の被災率がそれぞれ90%、89%、66%、92%と高率であった。これは、4つの公園とも公園の周辺地域が地震後の大火災により大部分が焼失したことにより、植栽の被災率が高くなったことが原因と考えられる。このことから、公園内に植栽された樹木の延焼防止機能が発揮できなかったものと推察できる。

以上の現地調査を総合的に解析した結果、神戸市の長田区と須磨区に立地する小規模の公園における延焼防止効果は、公園内の樹木の植栽の状況、公園周辺の火災状況や延焼方位、住民の消火活動の状況により大きく異なることが明らかになった。



写真2 菅原通公園における植栽の燃焼状態（図6には写真撮影を行った方向を示している）

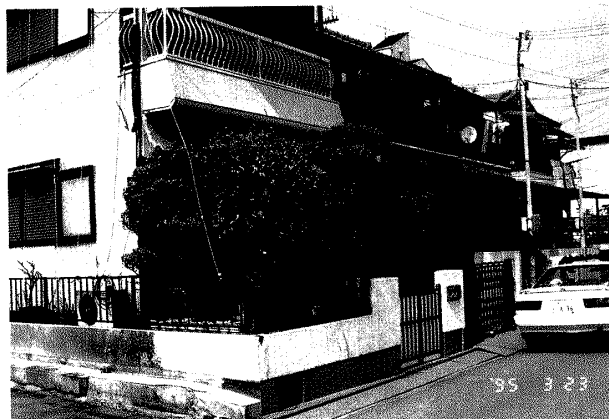


写真3 菅原通公園の南側にある住宅の庭木の燃焼状態



写真4 JR山陽本線北側の街路樹の燃焼状態



写真5 御蔵小学校に植栽された樹木の燃焼状態（矢印は燃焼部分を示している）



写真6 御蔵通公園に植栽されたクスノキの燃焼状態（矢印は燃焼部分を示している）



写真7 御蔵公園に植栽された樹木の燃焼状態





写真9 新長田公園における植栽された樹木の燃焼状態(図8には写真撮影を行った方向を示している)



写真10 JR新長田駅前通りの街路樹の燃焼状態



写真12 大国公園に植栽された樹木の燃焼状態(図10には写真撮影を行った方向を示している)

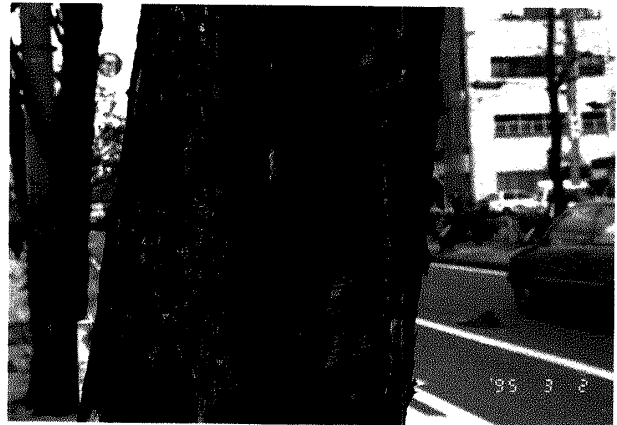


写真13 街路樹の樹皮の燃焼状態

## 8. あとがき

岩河(1984)は、関東大震災において河田(1924)が報告した資料を整理、分析し、火災時には緑地空間が延焼遮断帯として機能し、市街地火災においては延焼の拡大を阻止すると報告している。今回の現地調査においても、地震後の火災時における公園や庭木などの樹木の植栽における延焼防止の機能が再確認された。

本震災1年半後の1996年6月現在の調査では、火災により燃焼した菅原通公園、御蔵通公園および大国公園のクスノキなどの樹木は、樹勢を回復しつつある。ただし、樹木の燃焼程度の大きかった公園では、樹木を伐採しその跡地には仮設住宅



写真14 常盤公園における樹木の燃焼状態

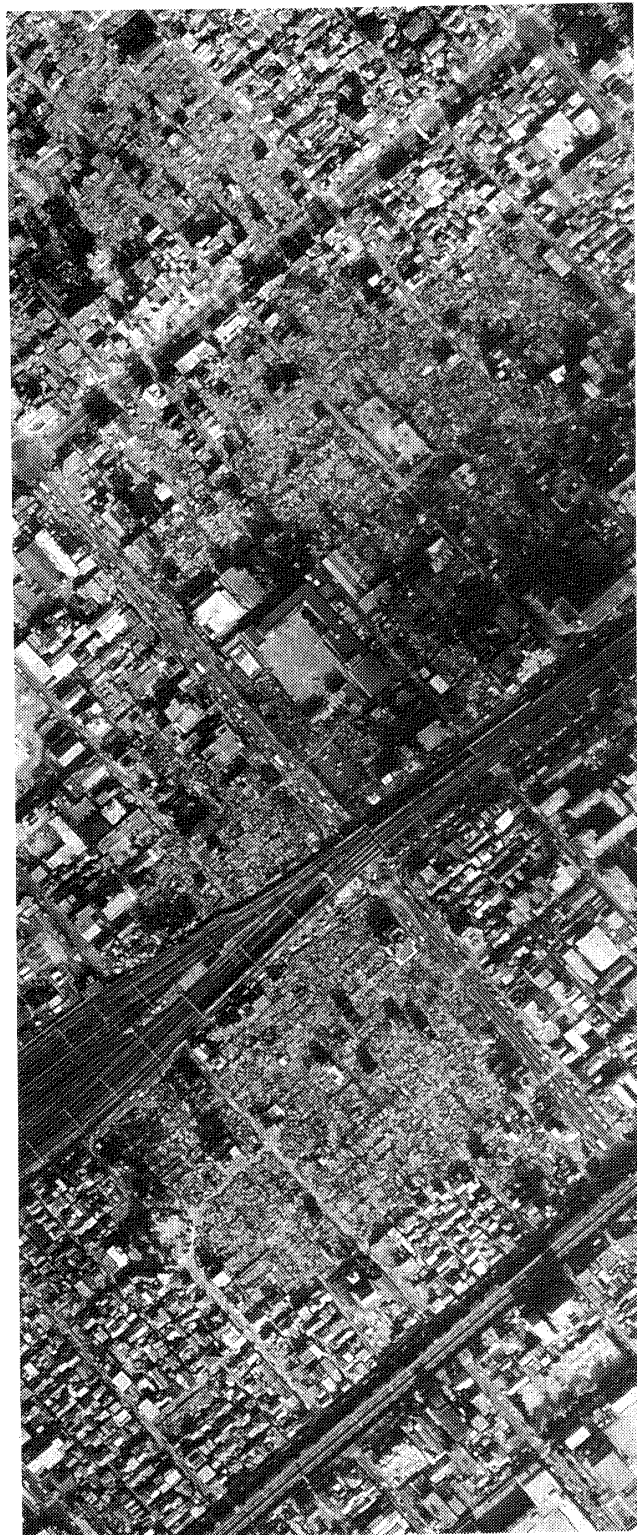


写真 11 空中写真による神戸市長田区・須磨区の鷹取・常盤地区における焼失地区  
(1995年1月21日国土地理院撮影, 1 : 11,000)

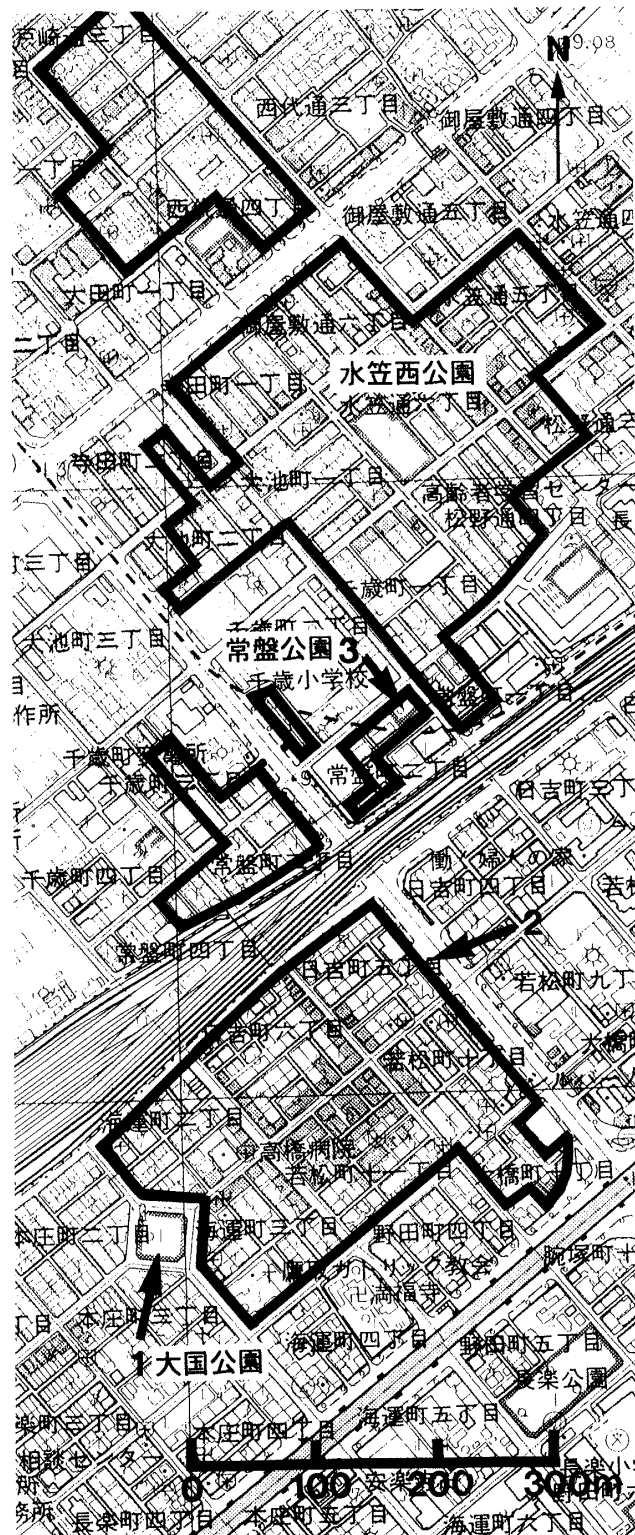


図 9 神戸市長田区・須磨区の鷹取・常盤地区における焼失地区

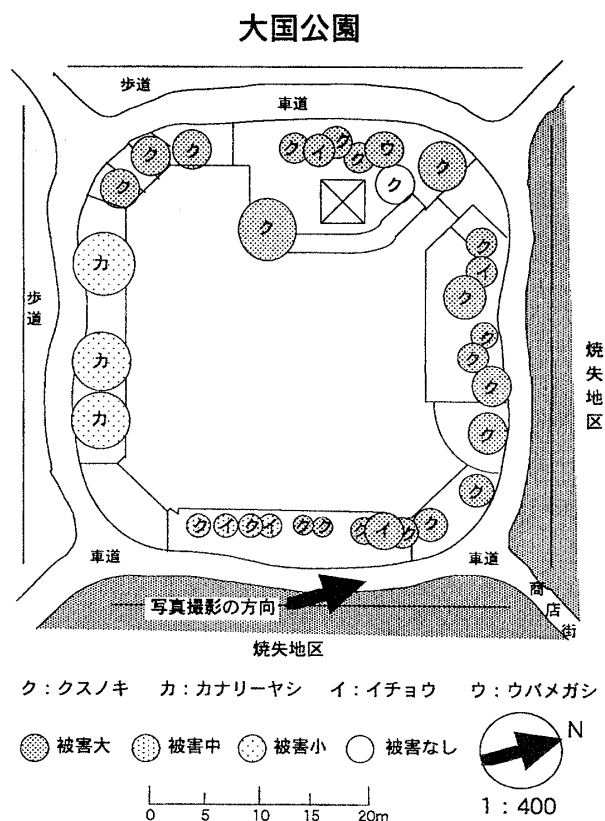


図 10 大園公園の平面図および樹木の燃焼状況

表 1 公園における植栽の被災率と延焼防止機能

公園名	行政区	植栽の被災率	延焼防止機能
菅原通公園	長田区	38%	あり
御蔵通公園	長田区	10%	あり
御蔵公園	長田区	90%	なし
新長田公園	長田区	89%	なし
水笠西公園	長田区	66%	なし
大園公園	長田区	58%	あり
常盤公園	須磨区	92%	なし

が建設されている。

本調査の結果では、公園に植栽されている樹種間により燃焼の程度が異なっていることが明らかになったことから、今後は樹種間の物理的かつ化学的な耐火能力について実験により検討を進める予定である。

## 謝 辞

本報告を作成するに当たっては、神戸市土木局西部事務所から公園整備に関する植栽平面図のご提供を頂いた。さらに、財団法人日本地図センターからは空中写真のご提供を、大阪管区気象台から

は気象データのご提供を頂いた。また、樹木の調査に当たっては、株式会社多々良造園代表取締役の多々良孝一氏のご協力を得た。さらに、公園平面図の作成に当たっては、山口大学農学部農業環境学講座専攻生田畑宗徳氏のご協力を得た。ここに、厚く謝意を表します。

## 参 考 文 献

- 1) 岩河信文, 樹木の防火機能に関する研究—樹木の耐火限界—, 造園雑誌, Vol.46, No.5, pp.152-157, 1983.
- 2) 岩河信文, 都市における樹木の防火機能に関する研究, 造園雑誌, Vol.48, No.1, pp.26-31, 1984.
- 3) 河田 杰, 避難地としての公園及広場, 土木学会誌, Vol.10, No.2, pp.403-424, 1924.
- 4) 河田恵昭, 阪神大震災—兵庫県南部地震による被害の概要とその教訓—自然災害科学, Vol.13, No.3, pp.225-234, 1995.
- 5) 気象庁, 日本気候表 その1, pp.478, 1991.
- 6) 神戸海洋気象台, 地上気象観測日表(1995年1月17日, 18日), 1995.
- 7) 中村貞一, 防火植栽の基礎的研究, 京大農学部演習林報告, Vol.26, 1956.
- 8) 斉藤康平・岩河信文, 樹木の防火機能に関する研究—樹木による延焼遮断効果算出法—, 造園雑誌, Vol.46, No.5, pp.158-163, 1983.
- 9) 斉藤康平・岩河信文・根岸 茂, 屋敷林の防災機能に関する実証的研究, 造園雑誌, Vol.53, No.3, pp.157-162, 1990.
- 10) 社団法人 日本造園学会, 阪神・淡路大震災の復興に向けての緊急声明, ランドスケープ研究, Vol.58, No.3, pp.249-262, 1995.
- 11) 武内和彦, 自然とともに生きる都市づくり, ビオシティ, Vol. 4, pp.24-27, 1995.

(投稿受理: 平成8年7月19日)

訂正稿受理: 平成9年1月8日)