

東京都における広域避難場所指定の経緯と論点

2013/11/22 市古太郎（首都大学東京）

1.戦後の都市防災対策の経緯の中で

(1)浜田稔「都市防火の工学的研究」（建築学体系21：建築防火論，1970年）

- ・安全性評価（人体が許容可能な輻射熱量の計算）
 - 「関東地震時の火災延焼図」からの組み立て
 - 人体が許容可能な許容輻射熱の限界：2,050kcal/m²h
 - 必要前面距離N(m)：300m（理想火炎状態：炎の高さ55m，において）
- ・上記「浜田理論」が現在の東京都の広域避難場所安全性評価にも修正踏襲されている。

(2)熊谷良雄（2006）東京の都市化と防災

- ・新潟地震（1964）「地方中心都市を戦後初めて襲った地震，典型的な『都市震災』」
- ・1965年0メートル市街地防災拠点整備方式樹立調査
- ・1969年江東地区再開発基本構想
- ・白髭東：「市街地大火による輻射熱から避難者を守る（2050Kcal/m²h）のための後退距離が十分に確保できる敷地形状ではなかったため，高層の住棟を既存市街地側に建設することによって輻射熱を遮蔽」

2.広域避難場所指定に関する調査内容（第6回と第7回でほぼ共通）

(1)「避難場所」の安全性評価

想定火災域／想定火災域で発生する熱量設定／必要前面距離／避難有効面積の算定
別途，現地調査を実施（池などの水面部分や傾斜地の除外）

(2)地区内残留地区の算出と選定

- (a)木造（防火木造を含む；以下同じ）建物が50棟以上連担しない。
- (b)地区内に耐火建物・準耐火建物の建築面積が全建築面積の7割以上を占める。
- (c)上記の町丁のつらなりが65ha以上の面積にわたり広がっている。
- (d)地の状況から火災が発生した場合に逃げ切れなくなるような状況がみられない
- (e)地区外の人にとって必要な避難場所を内在させる地区は指定しない。
- (f)地区外の人にとって必要な避難場所へ向かう経路上にあたる地区は指定しない。

(3)避難道路の選定条件（S49初回指定より変更無し）

- (a)地区割当により割り当てられた避難場所までの距離が3km以上の道のりになる地域に避難道路を指定する。
- (b)避難道路の幅員は原則15m以上とする。ただし、これに該当する道路がない場合は7.5m以上とする。
- (c)避難道路は交差ししない。避難道路上の避難は一方通行を原則とする。
- (d)最遠地点からの避難道路はなるべく1本とする。（分散避難しない）

(4)地区割当の検討要件

- (a)「地区割当計画」については従来計画との継続性に留意するものとし、区域全域の人々の一斉避難を必要とする最悪の場合をも想定する。したがって、避難計画人口は、各区の町丁目単位ごとの昼間人口・夜間人口のうちの最大値をとって算出する。

- (b)地区割当の決定に際しては、前回の改定と同様、原則として町丁、町内会、自治会区域を単位とし、地区によっては河川・主要道路・鉄道等の境界を考慮する。
- (c)避難有効面積の確保：避難人口の1人当たり面積を1㎡以上確保できるようにする。
- (d)遠距離避難の解消：避難場所までの距離が3km以上となる地区を極力解消する。

※地区割当問題の問題についての関連研究.

- ・武末裕樹，鈴木勉，糸井川栄一（2008）地震火災リスクを考慮した避難危険性の評価に関する研究，日本都市計画学会学術研究論文集43-5，pp.25-30
- ・高橋洋二，兵藤哲朗（2005）避難経路および避難場所の危険度に着目した避難計画の評価に関する研究 -江東区地域防災計画における広域避難計画の安全性向上に関するケーススタディ-，日本都市計画学会学術研究論文集40-3，pp.691-696

3.個人的な問題意識

(1)東京都指定避難場所の運用に関する区市標準マニュアルの策定

※少なくとも次の2つの視点から策定おくと有効と思われる.

①日常時の維持管理方法

- ・地震火災発生時の避難場所利用の視点から見た維持管理上の留意点について（低木の剪定など）
- ・管理（所有）主体に応じて配慮する面も出てくるだろう.
- ・有効面積率に関係する「樹木」など，避難場所の環境整備（リニューアル）についての検討もあり得るだろう.

②災害時の運用にかかる標準手順

- ・都と区の連絡連携体制はどうなるのか.
- ・すでに災害時の利用計画が立てられている（立てるべき）避難場所の有無を，指定担当部署として把握しておく必要があるのでは．（計画内容として想定されるのは物資配布拠点など）

(2)二段階避難の視点からみた地区割当の妥当性の検証

- ・一段階目（一時集合場所や避難所（小中学校））を経由しての東京都指定避難場所への避難行動について，各区で多様な対応準備が検討されている.
- ・現在の委員会検討では，国勢調査の集計単位である町丁目（場合によっては細分し面積按分）の中心からの距離で検討しているが，二段階避難行動を当てはめた場合，どれだけ乖離が生じるか．つまり，一時集合場所から避難場所への距離との差はいかほどか．現在の算出方法はどの面で妥当性があるのか，を検討.

9 都市防火

9.1 大都市における大震災火災時の避難

a. 特徴 大都市における大震災火災時の避難は重要な問題である。

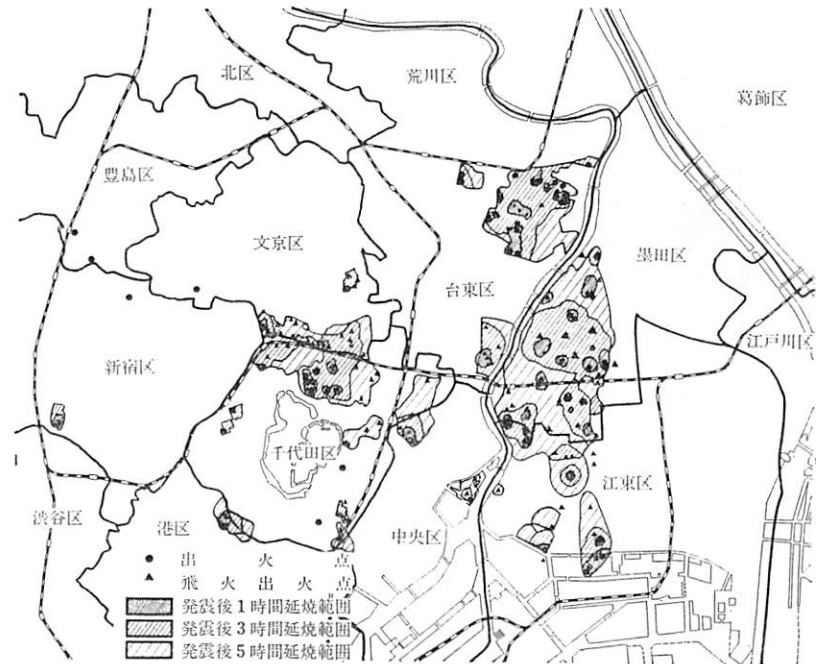
防火蓄積をもたないままに安易に膨張した大都市は、いつかは大悲劇に見舞われる運命にあった。大正12年9月1日関東大地震での東京の大火がそれである。震度階は6。始めは南風12 m/secで焼け、6時間後、西風から北風が変わったので、もはや焼くものがなくてようやく止まった。もし東風から北風に変っていたら、下町のみならず、山手方向も焼けただろう。1回の火災では世界の火災史上最大であり、死者5万9千人にのぼった。このうち安全地帯として約10万m²の敷地を有する横網町被服廠跡には大群衆が撤出した家財道具とともに殺到し、発震後約5～6時間めに4万人もの焼死者を出した。

9.1 図「関東地震時の火災延焼図」によれば、発震後5時間では広範囲に延焼が拡大して、火に囲まれ避難が不可能となるが、発震後3時間ではそれほど広範囲な延焼拡大はみられない。都市に防火力がないのならば、せめて避難に計画性があれば人の焼死だけは救われよう。

地震火災は市街地面積が広範囲であると、避難に安全な場所までの距離が大となり、その間に火に囲まれてしまう危険を含んでいる。しかし特別な例として昭和9年の函館大震災火災では、市街地面積はさほど大きくないにもかかわらず多くの死者を出したのは、安易に海岸が安全だと考えた結果である。

9.1 図から明らかなように、発震後少なくとも3～4時間以内に避難が完了できるような避難計画を立てることがこの問題の第一条件である。

b. 避難場所の選定条件 避難場所における人命の安否を左右するものは、主として周辺に迫る大火災から避難地が受ける輻射熱である。このほかに旋風や煙の流動等もあるが、これらは過去の火災の実例からみて、輻射熱



9.1 図

に対して安全な距離があれば問題がないように思われる。かくて避難場所の安否のきめでは輻射熱によるものとして、市街地から避難地までの間に保有すべき距離を定める方法を記そう。この方法は何分にも大火災の現象がいまだ十分には解消されていないので、不十分な点もあるが、一応現時点で、過去のデータを総ざらえて浜田が組み立てたものである。

1) 許容輻射熱

(1) 避難地では収容する人間が、火災の輻射に耐えねばならないし、またそこに持ち込まれる可燃物についても同様である。これらは過去の研究から出発した。

木材等：藤田金一郎博士は、種々の可燃物が種々の条件で、輻射受熱で出火に至る限界を研究し、このうち、すぎの大古板が、無風で、有炎火粉をかぶる場合を、代表的な場合としてとり上げると、その安全限界受熱は、2,500 kcal/m²h¹⁾。

1) 火災便覧 p.143

人間：浜田は、碓井憲一博士らと人間の許容輻射熱を研究した²⁾ ことがあり、このうちから、利用できる結果を要約すると、

輻射受熱 3,440 kcal/m²h で、耐熱時間 2秒～6秒

輻射受熱 1,720 kcal/m²h で、耐熱時間 49秒～3分27秒

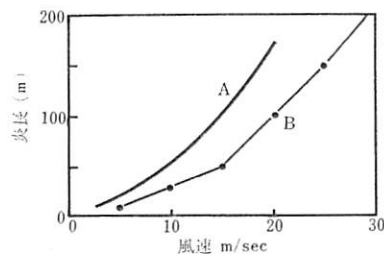
ただし、これは直立火面に対し、人間が直立で直面している場面である。避難地では、人間は後を向くとか、物をかぶるとか強い輻射から身を避ける工夫をするから、これよりは耐輻射力はよい。そこで、避難地の地面上に火炎に正対して立つ垂直面で（高さ0）、2,050 kcal/m²h をもって、人間の許容輻射熱の限界とし、可燃物もこれなら発火に至らないとした。

(2) 藤田金一郎博士は、純木造市街地が無限直線で空地と接する場合に、人間が安全なためには、前方 300 m 離れるとよいと提唱している。本項ではこの提唱値を前項と対比して、その妥当性を検討してみる。そこで、上記条件で、市街地が、境界線へ向かって焼けて、ちょうど境界線まで焼けた場合の、輻射受熱を検討する。ただし、風速 12 m/sec とした。この計算には、火災の形状、大きさが必要である。この種の研究は非常に少なく、ここでは下記によった (9.2 図、9.3 図)。

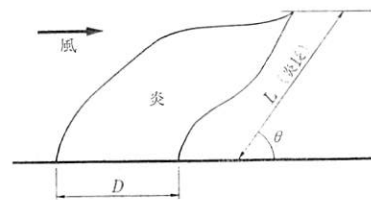
(a) 浜田が、かつて理論的に求めた値は、9.2 図の A 曲線（ただし建ぺい率 0.4）。

(b) 吉本吉造氏が、消防の長い経験から提唱した値は、9.2 図の B 曲線。

両者はかならずしも一致していないが、両者の平均をとり、風速 12 m/sec に対し、炎長は 55 m とする。



9.2 図



9.3 図

2) 碓井憲一：耐輻射熱報告 内務省防空研究所年報 1942-8

つぎに炎の傾きは、浜田の研究³⁾ をやや拡張して下式による。

$$\tan \theta = \frac{4Dmn}{v^2}$$

ここに θ ：炎の風下における傾き角 D ：火炎の奥行 [m] m ：建ぺい率
 n ：延焼速度比⁴⁾（純木造市街地で $n=1$ ） v ：風速 [m/sec]

D については、理論的に $D=Vt$

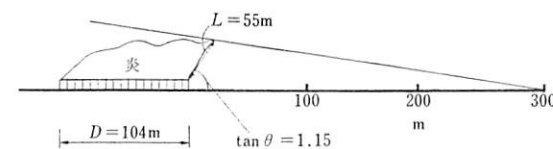
ここに V ：延焼速度 [m/h] t ：1棟が着火から燃え落ちるまでの時間 [h]
 風速 12 m/sec では V および t は下記が適値と考える。

$$V=441 \text{ [m/h]}^{5)} \quad t=0.235 \text{ [h]} \quad (\text{名古屋火災実験等による})$$

以上から、 $m=0.4$ 、 $n=1$ の場合には

$$D=104 \text{ [m]} \quad \text{で} \quad \tan \theta = 1.155 \quad \text{となる。}$$

上記のように炎の形状と大きさを仮定し、炎の輝面部分の面の温度を 850 °C とすると、輝面率 0.338 で、前面 300 m の受熱がちょうど許容輻射熱 2,050 kcal/m²h となる (9.4 図)。以上は純木造市街地から安全避難地までの保有距離は 300 m が妥当という藤田説を理屈をつけて逆算したものであるが、大體了承しやすい線と思われるので、浜田は、これを一つの基礎として、以下のように伸展させた。



9.4 図

b. 実際の市街地への適用 実際の市街地は前項に比し、下記の点で異なる。

(a) 市街地と空地との境界線は、直線としても有限長である。

(b) 市街地の構成は純木造だけではない。これについては、既発表の報文⁶⁾ に従い、建物を耐火造・純木造・防火造とし、建ぺい率を組み合わせ、

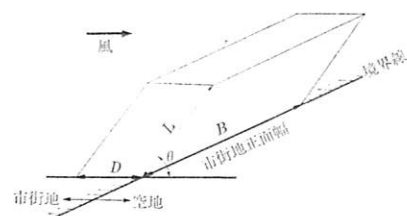
3) 浜田 稔：炎の流れに関する研究 災害の研究 V, 1959

4) 延焼速度比 $n = \frac{a+b}{a+\frac{b}{0.6}} (1-c)$ ただし $a+b+c=1.0$ (a :純木造, b :防火木造, c :耐火造)

5) 浜田 稔：東京下町地区の大震災火災時の避難に関する研究 東京都防災会議への報文, 1966

6) 前掲注 4) と同じ

延焼速度比に要約する。そして任意の延焼速度の場合に (a) が求まるように



9.5 図

する。

市街地の正面幅が有限の場合、炎の形をモデル化して 9.5 図に示す斜六面体とする。燃焼中の土地の面積 BD からの単位時間の発熱量 Q_1 は、

同時に上面への対流失熱 Q_2 と土地を除く 5 面への輻射失熱 Q_3 との和に等しく、炎は定常状態にあるものと考ええる。そして $Q_1 - Q_2 = Q_3$ は上記 5 面の面積に比例するとすると、 α を定数として、輻射失熱については、

$$\alpha mnBD = 2LB + 2LD \sin \theta + BD$$

なる関係式が得られる。

$B = \infty$ の場合の L を L_∞ とすると

$$\alpha mnD = 2L_\infty + D \dots \dots \dots (9.1)$$

この両式から α を消失すると

$$L(B + D \sin \theta) = L_\infty B \dots \dots \dots (9.2)$$

この (9.2) 式は、 L_∞ をパラメーターとして一般の B の場合の L を示す式である。 $m=0.4$, $n=1$ の場合と、一般の m , n の場合とに (9.1) 式を適用すると、

$$\frac{mn}{0.4} = \frac{2L_{\infty mn} + D}{2L_{\infty, 0.4, 1} + D} \dots \dots \dots (9.3)$$

なる関係式が導かれる。

なお D は m , n に影響されないで、 m , n の一般の場合も $D=104$ m とする。 $L_{\infty, 0.4, 1}$ は前述したように風速 12 m/sec で 55 (m) をとる。

かくて、(9.3) 式は、幅 $B = \infty$ の一般市街地の $L_{\infty mn}$ を与えるものである。

そこで実際の市街地に適用して、それぞれの m , n の場合の $L_{\infty mn}$ を求めると 9.1 表のようになる。

しかし平均的に同じ (木造：防火造) でも、純木造が部分的に集まっている部分があることも考えあわせて 9.2 表の値をとる。

9.1 表 $L_{\infty mn}$ 理論 ($m=0.4$, 風速 12 m/sec)

市街地の混成	延焼速度比 n	$L_{\infty 0.4n}$	$\tan \theta$
耐=0, 木:防=4:6	0.715	24.5	0.826
" " =2:8	0.652	17.8	0.753
" " =0:1	0.60	12.2	0.693

注 耐:耐火造, 木:純木造, 防:防火造

9.2 表 $L_{\infty mn}$ 実際 ($m=0.4$, 風速 12 m/sec)

市街地の混成 (平均値)	延焼速度比 n	$L_{\infty 0.4n}$	$\tan \theta$
耐=0, 木:防=4:6	0.88	42.2	1.011
" " =2:8	0.84	37.9	0.971
" " =0:1	0.80	33.6	0.925

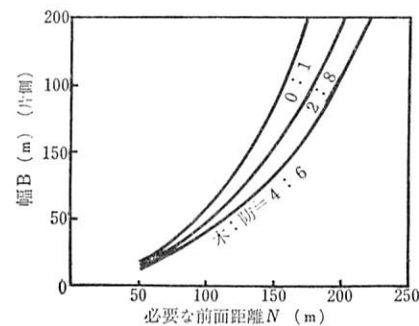
さらに、炎の性状については、輝面部分の温度は 850°C とし、輝面率は、防火木造の混在で燃焼速度がおくれ、したがって黒煙が少なくなることを考えて、輝面率は 0.5 とする。すると、許容輻射熱 $= 2,050 \text{ kcal/m}^2\text{h}$ となるための角関係 ϕ は下記となる。

$$\phi = \frac{\text{輻射受熱}}{\text{輻射放熱}} = \frac{2,050 \text{ kcal/m}^2\text{h}}{39,350 \text{ kcal/m}^2\text{h}} = 0.0521 \dots \dots \dots (9.4)$$

最後に、 $L_{\infty mn}$ が 9.2 表の値であるとして、任意有限幅の場合の L_{mn} を (9.2) 式から求め、角関係が (9.4)

式となるべき、市街地幅中央での必要前面距離 N を算出する。その結果を図示すると 9.6 図となる。

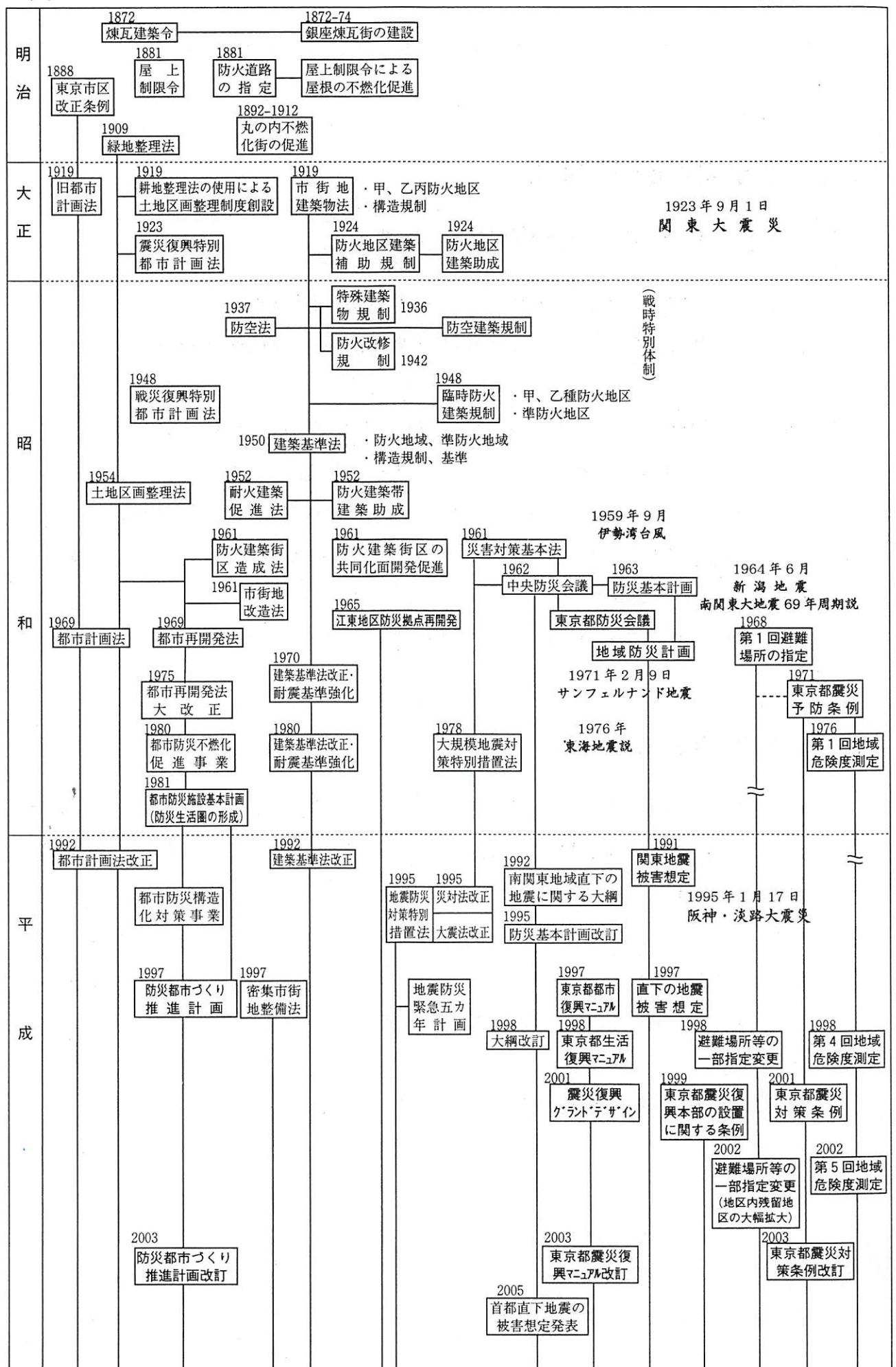
これにより、市街地が、耐火造 $= 0$ で純木造と防火造とからなる場合、一般市街地からどれだけ離れていれば輻射熱に耐えられて安全かが求められるわけである。



9.6 図

c. 避難者行動様相

1) 避難指示時間 出火は発震直後に生ずるものである (参考: 関東地震では独立延焼の 73% が発震後 30 分までに生じた)。そして、ある時点で一地区内では一斉に避難が開始されるとする。その後、避難民は、出火点と隣接する

図 3.6 東京を中心とした防火・防災対策の流れ¹⁴⁾を改変

避難場所等の概要

1 概 要

拡大する火災から都民が安全に避難するため、事前に避難場所を指定し、日常から都民へ周知を図る必要がある。都は、区部を対象に東京都震災対策条例に基づいて、震災時の火災に対し安全な場所を「避難場所」として指定している。また、避難場所へ自由に避難することが困難な地域について、避難者を円滑に安全に誘導するため必要な道路を「避難道路」として指定している。

なお、大震災火災時に火災が拡大する恐れがない地区を「地区内残留地区」として指定している。

避難場所及び避難道路の指定は、市街地状況の変化及び人口の増減などを勘案し、概ね 5 年ごとに見直しを行っている。

2 避難場所・避難道路の指定の経緯

昭和 4 3 年 東京都地域防災計画で 4 2 箇所が指定

昭和 4 6 年 避難場所適地選定調査を東京理科大学浜田稔教授に委託し、都、区、警察署、消防署が参加して避難場所と避難適地の調査を実施

昭和 4 7 年 7 月 震災予防条例に基づき、避難場所 1 2 1 箇所指定

昭和 4 9 年 4 月 同条例に基づき、避難道路 5 6 系統、総延長約 307km 指定

昭和 5 4 年 4 月 第 1 回見直し

平成 1 4 年 1 2 月 第 5 回見直し

3 避難場所及び避難道路の指定の内容

避難場所	指定数	総面積 (ha)	避難有効面積 (ha)	避難計画人口 (人)	1 人当り面積 (㎡/人)
1 4 年度	170	5,802	3,222	9,831,700	3.28
9 年度	167	5,955	2,983	11,015,000	2.71
増 減	3	△ 153	239	△ 1,183,300	0.57

避難道路	該当避難場所数	系統数	路線数	総延長 (km)
1 4 年度	1 9	2 5	9 7	1 0 2 . 1
9 年度	2 3	3 5	1 2 2	1 2 4 . 0
増 減	△ 4	△ 1 0	△ 2 5	△ 2 1 . 9

4 避難場所の安全性等基準（避難有効面積）

避難場所の総面積の全てが利用可能ではないため、避難者がその避難場所内にあって、火災等から生命を守るために、安全を確保できる部分を有効面積としている。

○ 火災のふく射熱から安全な領域がどれだけあるかを評価する方法として、浜田教授のふく射熱算定式を用いる。避難場所の周囲で市街地大火が発生した場合でも、2,050Kcal/㎡h の熱量を受けない範囲を安全性のある領域としており、原則として 1 人当たり 1 ㎡を確保することとしている。

○ ふく射熱からの遮蔽効果として、建物、樹木を考慮する。

○ 避難場所内部には、震災時に避難者の安全性を著しく損なう恐れのある施設が存在しないこと。

○ 避難に適さない場所は、避難有効面積から除外するか、利用可能率により控除する。(例：建物、幹線道路、池、崖、樹林、墓地、駐車場等)

5 地区割当計画

避難に当たっては、区部全域の人々の一斉避難が必要となる最悪の場合をも想定して、各避難場所ごとに避難のための地区割当計画を作成している。

○ 地区割当は、原則として町丁、町内会、自治会区域を単位とし、地区によっては主要道路、鉄道等の境界を考慮する。

○ 避難計画人口は、各区の町丁単位ごとの将来人口を算出して、昼間人口・夜間人口のうちの最大値をとって算定する。

6 避難道路の基準

避難道路は以下の基準により指定する。

○ 避難場所までの距離が約 3 km 以上の遠距離避難地域、または火災による延焼の危険性が著しい地域について指定する。

○ 原則として幅員 1 5 m 以上とする。ただし、該当する道路がない場合 7 . 5 m 以上とする。

○ 現に使用可能な道路とする。

○ 避難道路の交差はないものとし、一方通行を原則とする。また、異なる避難道路は、あまり接近しないものとする。

○ 同じ避難場所へは最小限に絞り、最遠地点からの道路はなるべく 1 本とする。

7 根拠法令等

- 避難場所及び避難道路の指定 震災対策条例第 47 条及び第 48 条
- 避難場所及び避難道路の基準 震災対策条例施行規則第 23 条及び第 24 条

地区内残留地区の概要

1 概 要

都は、区部を対象に東京都震災対策条例に基づいて、震災時の火災に対し安全な場所を「避難場所」として指定しており、大震災時に火災が拡大する恐れがない地区を「地区内残留地区」として指定している。

2 地区内残留地区指定の経緯

昭和47年7月 震災予防条例に基づき、耐火建物内残留 1地区指定
昭和54年4月 第1回見直し
平成10年3月 第4回 名称を地区内残留地区と変更し5地区指定
平成14年12月 第5回

3 地区内残留地区指定の内容

	指定数	総面積 (ha)	地区内退避人口 (人)
14年度	18	4,461	2,059,200
9年度	5	1,007	1,447,800
増 減	13	3,454	611,400

4 地区内残留地区の基準

都心部等で、土地の高度利用が進み、事務所、共同住宅等が中高層建築物に変わってきた結果、地域全体の不燃化が進み大規模な延焼火災の恐れがない地域が増加した。このことにより、「避難場所による保護」の必要性がなくなりつつある地区では、万一火災が発生しても地区内の空地・空間に退避すればよく、避難場所に避難する必要はないとの観点から、委託調査結果に基づき、平成9年度の見直しから指定を行った。

- 木造建築物が50棟以上連担しない。
- 地区内に耐火建築物・準耐火建築物の建築面積が全建築面積の7割以上を占める。
- 上記の町丁の連なりが65ha以上の面積にわたり広がっている。
- 現地の状況から火災が発生した場合に、逃げ切れなくなるような状況がみられない。

5 根拠法令等

- 地区内残留地区の指定 震災対策条例第47条

避難場所の課題

1 現状での問題点

○ 遠距離避難等を伴う避難場所がある

火災から都民を安全に避難させるための避難場所であるが、以下のような避難場所があり、その改善が課題となっている。

遠距離避難のある避難場所	6箇所
避難有効面積が1人1㎡未満の避難場所	13箇所

内訳は別紙のとおり

○ 避難場所が区部で偏在している

避難場所は、一定の広さを持ち火災に対する安全が確保できる広場等を指定しているため、その適地は限られてしまい地域的に偏在してしまっている。

2 避難場所の担保性

○ 民有地が2割もある

現在指定している避難場所の総面積のうち約2割が民有地である。

民有地率別避難場所数（50％以上）

90％以上	80％以上	70％以上	60％以上	50％以上	計
10	4	4	5	7	30箇所

○ 土地所有者等の協力を得て指定

民有地である避難場所は、土地協力者の協力を得て指定を行っている。こうした土地所有者等の善意で成り立っているにも関わらず避難場所指定のメリットがない。

○ 開発規制の手立がない

避難場所となっている都市計画公園等は、都市計画法等の法令による規制はあるが、避難場所として開発等を規制する手立がない。

避難場所等の指定変更の概要

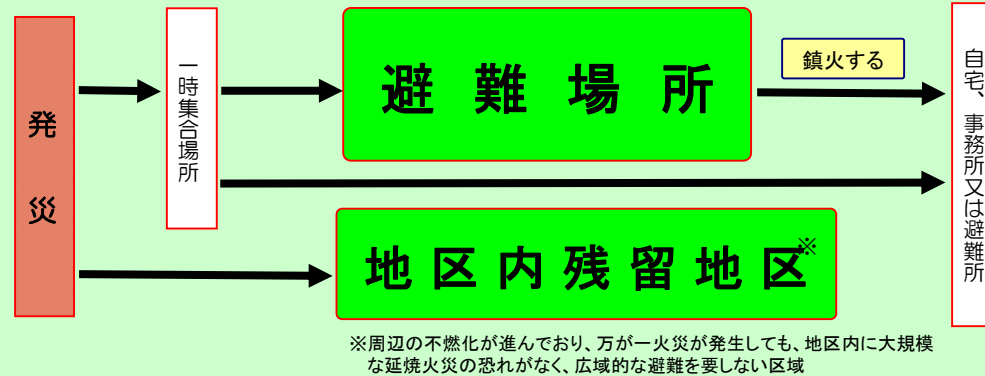
2013. 5. 10

都市整備局

避難場所の概要

- ・住民は震災時に拡大する火災が鎮火するまで、一時的に避難場所へ避難
- ・震災対策条例に基づき、区部は都が指定
- ・おおむね5年ごとに見直しを実施

地域防災計画(避難者対策)の位置付け



避難場所の要件

- ・面積は、およそ5ha以上
- ・土地の利用状況が、空地や耐火建物群、河川敷、グラウンド、学校、公園・緑地などの場所
- ・避難者が放射熱の影響の少ない安全な場所まで後退できる奥行きがある場所

避難場所の新旧対照表

区 分		現行 (2008)	変更 (2013)
避難場所	箇所数	189か所	197か所
	避難場所面積合計	5,914ha	5,811ha
	避難計画人口	981万人	964万人
地区内残留地区	区域面積合計	9,020ha	10,044ha
	区域内人口	256万人	307万人

避難場所等の指定変更の概要

「首都直下地震による東京の被害想定」をふまえ

- ・避難場所内の液状化による利用スペースの減少を考慮
- ・津波の予測がある避難場所を一部又は全部を廃止

液状化を考慮した
避難場所数

98か所



液状化(亀裂)の事例
(千葉県幕張海浜公園)

津波による浸水のおそれがある
避難場所の廃止

- ・浜離宮（中央区）
- ・多摩川河川敷・
六郷橋一帯（大田区）
- ・一部廃止9か所（荒川河川敷等）

地区内残留地区拡大事例(六本木・赤坂地区)

