

災害時における道路閉塞を考慮した 広域避難場所の設定

学生氏名：渡邊 修吾

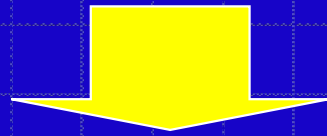
担当教員：皆川 勝

はじめに

- ◆ 兵庫県南部地震では建物の倒壊により多くの道路が閉塞された。これは車両の走行とともに住民の避難を妨げた。
- ◆ 兵庫県南部地震においては、道路閉塞により避難場所への移動に、平常時の2～2.5倍の距離を有する地区があった。

研究目的

- ◇ 東京都の避難場所の設定は、震災時に道路閉塞によって移動距離が増加することを考慮していない。



- ◇ 震災時の移動距離の増加を考慮した避難場所の再検討を行う。

土地利用



→大規模な建築物が多く建つ場所が少ない。

用途地域

第1種低層住居地域

第2種低層住居地域

第1種中高層住居地域

第2種中高層住居地域

第1種住居地域

第2種住居地域

準居住地域

近隣商業地域

商業地域

準工業地域

工業地域

工業専用地域

避難場所

- ◆ 敷地の短辺が300m以上，面積10万 m^2 以上の空地.
- ◆ 周辺市街地大火による輻射熱に対し，安全を確保できる有効面積が確保できる.
- ◆ 収容人員に対して，利用可能な避難空間として原則1人当たり1 m^2 を確保できる.
- ◆ 避難場所ごとの地区割当計画は，町丁，町内会，自治会区域を考慮.

重点整備地域

- ◆ 東京都は震災時に大きな被害が想定される地域として25の重点整備地域を指定している。更に重点整備地域の中から緊急に整備を進めるべき地区として選定した11の重点地区を指定している。

木造住宅密集地域
整備プログラム

重点整備地域

- 1 大田区大森中地域
- 2 大田区西蒲田地域
- 3 林試の森周辺・荏原地域
- 4 世田谷区役所周辺・三宿・太子堂地域
- 5 南台・本町(渋)・西新宿地域
- 6 杉並区高円寺南地域
- 7 中野区大和町・野方地域
- 8 南長崎・長崎・落合地域
- 9 東池袋・大塚地域
- 10 池袋西・池袋北・滝野川地域
- 11 板橋区大谷口周辺地域
- 12 文京区千駄木・向丘地域
- 13 西ヶ原・巢鴨地域
- 14 北区十条地域
- 15 北区志茂地域
- 16 荒川区荒川地域
- 17 台東区浅草北部地域
- 18 足立区千住地域
- 19 足立区西新井駅西口一帯地域
- 20 江東区北砂地域
- 21 墨田区北部・亀戸地域
- 22 江戸川区平井地域
- 23 葛飾区立石・四つ木・堀切地域
- 24 松島・新小岩駅周辺地域
- 25 江戸川区南小岩地域

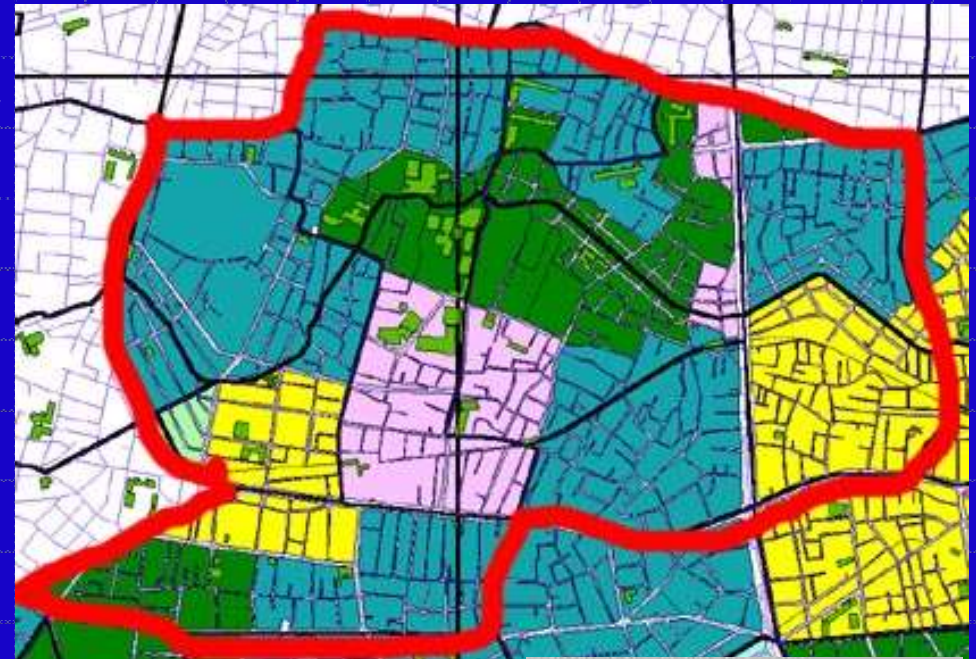
重点地区

- 1 大森中地区[大田区]
- 2 林試の森周辺(荏原北・目黒本町)地区[品川区・目黒区]
- 3 世田谷区役所周辺地区[世田谷区]
- 4 中野南台地区[中野区]
- 5 東池袋地区[豊島区]
- 6 十条地区[北区]
- 7 大谷口地区[板橋区]
- 8 町屋・尾久地区[荒川区]
- 9 西新井駅西口周辺地区[足立区]
- 10 鐘ヶ淵周辺地区[墨田区]
- 11 立石・四つ木地区[葛飾区]

重点整備地域の中から緊急に整備を進めるべき地区として選定した11地区

世田谷区における重点整備地域

- ◇ 大部分が第1種低層住居専用地域に指定されている。



Setagaya_gaiiku3.shp

| |
|--------------|
| 近隣商業地域 |
| 準工業地域 |
| 商業地域 |
| 第1種住居地域 |
| 第1種中高層住居専用地域 |
| 第1種低層住居専用地域 |
| 第2種住居地域 |
| 第2種中高層住居専用地域 |
| 第2種低層住居専用地域 |

解析

- ◆ 道路閉塞を考慮しない場合の避難場所への移動距離と、考慮した場合の移動距離をもとに距離増加率を求める。
- ◆ 震災時における避難場所までの物理的な距離を元にした避難場所の再検討を行う。

道路閉塞による避難場所までの距離増加を考慮していない経路(東京都の避難場所の設定方法)は、避難場所までの最短経路とする。

解析方法

道路に対して倒壊する建物数

東京消防庁の設定する構造別年代別建物全壊率を用いてサンプル地区の建物全壊数を求める。

道路に対して倒壊する建物数

$$= \text{建物全壊数} \times \text{道路対面率} \times (\text{倒壊数} / \text{全壊数})$$

※ (倒壊数 / 全壊数)

兵庫県南部地震において全壊した建物が道路に倒壊した建物の割合

| | 震度 | 6弱 | 6強 | 7 |
|-----|------------|------|------|------|
| | 地表加速度(gal) | 478 | 637 | 849 |
| 木造 | ~S35 | 11.3 | 32.0 | 67.0 |
| | S36~S55 | 7.5 | 20.5 | 45.0 |
| | S56~ | 2.0 | 6.0 | 12.0 |
| S造 | ~S46 | 7.7 | 22.0 | 45.0 |
| | S47~S56 | 2.6 | 7.0 | 15.0 |
| | S57~ | 1.2 | 3.0 | 7.5 |
| RC造 | ~S46 | 14.5 | 22.2 | 35.0 |
| | S47~S56 | 4.5 | 9.7 | 21.0 |
| | S57~ | 0.2 | 2.1 | 7.0 |

本研究では震度7を想定して建物倒壊数を求める。

※道路対面率

- ◆ 道路対面率とは、地域において道路に面している建物数の全建物数に対する割合のことを言う。道路に面していない建物の被害は道路閉塞に関与しない事から、道路に面している建物だけを考慮する。東京消防庁の研究によると以下の式で精度よく求められるとある。
- ◆ $\text{道路対面率} = 2360.39 \times (\text{道路線密度}) + 0.18 \times (\text{平均建ぺい率}) - 5.05$

閉塞パス数の算定

- ◆ 地区内における幅員別パス数を集計する.
- ◆ 各幅員別パス数に通行不可となる割合を乗じて閉塞パスを求める.

兵庫県南部地震において両側から建物が倒壊した場合の倒壊幅の合計値とその発生確率

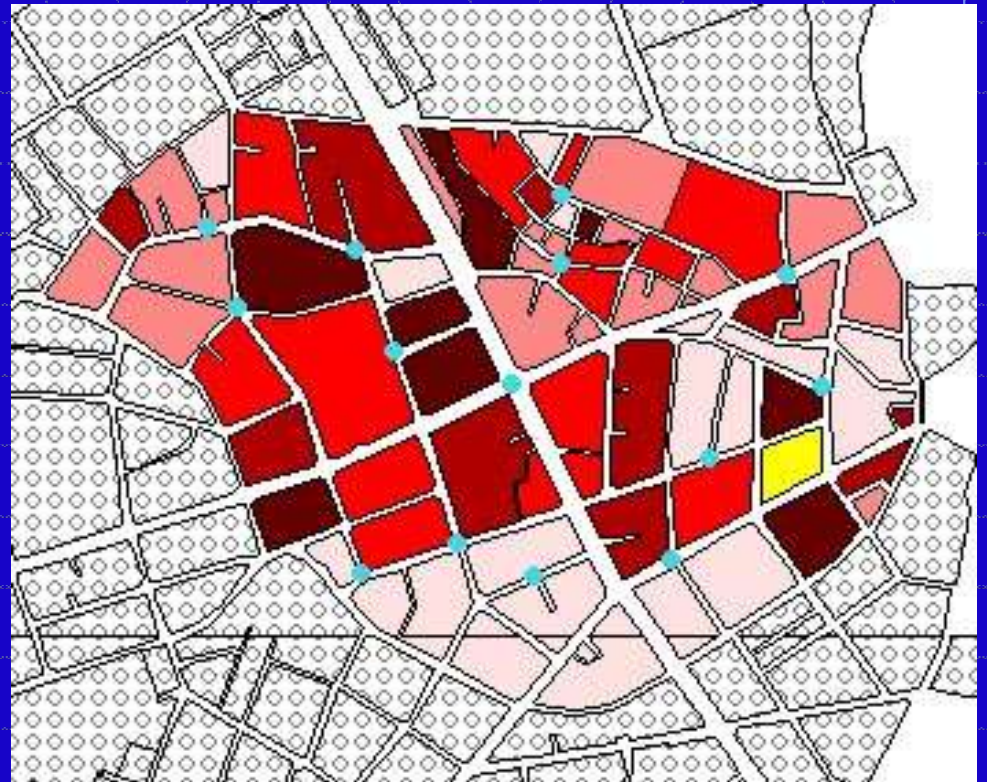
| 倒壊幅の合計値 | 発生確率(%) |
|---------|---------|
| 2m以上 | 98 |
| 3m以上 | 94 |
| 4m以上 | 83 |
| 5m以上 | 67 |
| 6m以上 | 46 |
| 7m以上 | 25 |
| 8m以上 | 11 |
| 9m以上 | 4 |
| 10m以上 | 1 |
| 11m以上 | 0.3 |

東京消防庁が試算した幅員別閉塞パスの割合

| 幅員レベル | 通行不可% |
|--------|-------|
| 4m未満 | 42 |
| 4~6m | 33 |
| 6~8m | 29 |
| 8~10m | 13 |
| 10~12m | 5 |
| 12m~ | 2 |

閉塞パスの設定

- ◆ 先に求めた街区ごとの倒壊建物数を元に街区のランク付けを行う。道路の接している街区のランクの高い順に閉塞パス数分通行不可とする。



道路率と線密度による距離増加率の傾向

◇ 対象地区：

成城四丁目，北烏山六丁目，瀬田四丁目
→線密度の低い地区

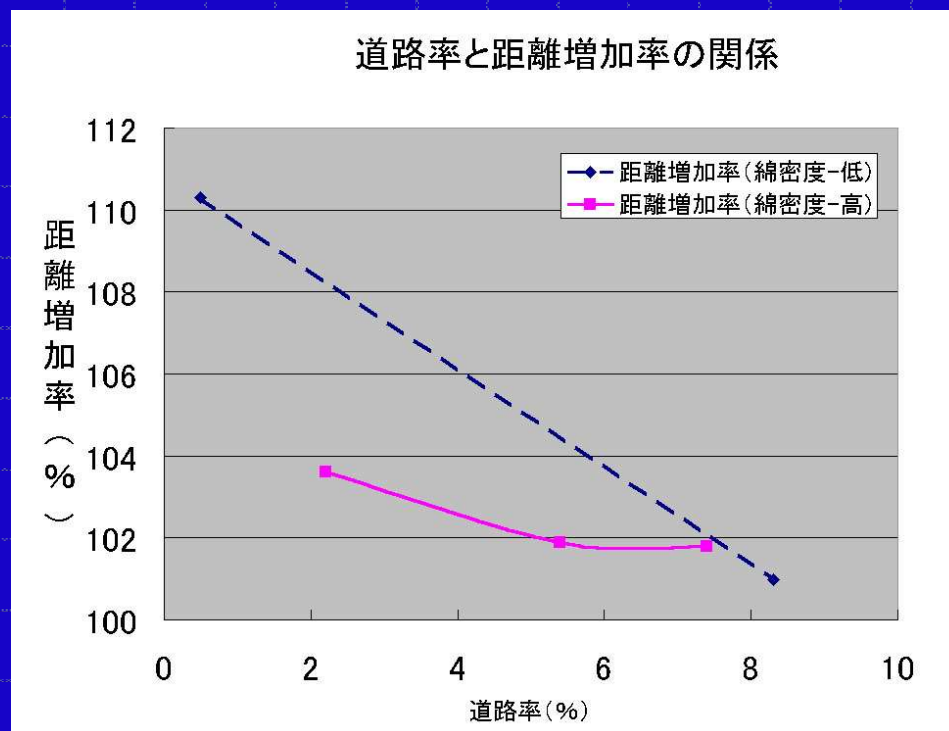
深沢三丁目，下馬三丁目，桜丘三丁目
→線密度の高い地区

◇ 線密度が高い地区と低い地区の距離増加率の傾向を分析した。

解析結果

- ◆ サンプル地区の道路率と距離増加率の関係をプロットしグラフを作成した。
- ◆ 線密度の高い地域では距離増加率の違いがあまり見られなかったが綿密度の低い地区では開きがあった。

| | 距離増加率 | 線密度 |
|--------|-------|-------|
| 成城四丁目 | 110 | 0.028 |
| 北烏山六丁目 | — | 0.032 |
| 瀬田四丁目 | 101 | 0.033 |
| 深沢三丁目 | 104 | 0.044 |
| 下馬三丁目 | 102 | 0.048 |
| 桜丘三丁目 | 102 | 0.041 |



重点整備地域における解析

- ◆ 世田谷3, 4丁目について解析を行った。世田谷3丁目は20%程度, 世田谷4丁目は50%程度の距離増加率となった。
- ◆ 避難場所が隣接しているため他の避難場所候補地との比較は行わなかった。

| 町丁目 | 震災時 | 通常時 | 距離増加率 |
|----------|------|-----|-------|
| 世田谷3丁目1 | 801 | 651 | 0.23 |
| 世田谷3丁目2 | 1110 | 941 | 0.18 |
| 世田谷3丁目3 | 732 | 631 | 0.16 |
| 世田谷3丁目4 | 868 | 736 | 0.18 |
| 世田谷3丁目5 | 630 | 508 | 0.24 |
| 世田谷3丁目6 | 712 | 570 | 0.25 |
| 世田谷3丁目7 | 817 | 675 | 0.21 |
| 世田谷3丁目8 | 574 | 478 | 0.20 |
| 世田谷3丁目9 | 875 | 735 | 0.19 |
| 世田谷3丁目10 | 695 | 565 | 0.23 |

| 町丁目 | 震災時 | 通常時 | 距離増加率 |
|----------|-----|-----|-------|
| 世田谷4丁目1 | 771 | 550 | 0.40 |
| 世田谷4丁目2 | 541 | 371 | 0.46 |
| 世田谷4丁目3 | 694 | 463 | 0.50 |
| 世田谷4丁目4 | 590 | 403 | 0.46 |
| 世田谷4丁目5 | 604 | 403 | 0.50 |
| 世田谷4丁目6 | 432 | 289 | 0.49 |
| 世田谷4丁目7 | 454 | 288 | 0.58 |
| 世田谷4丁目8 | 413 | 275 | 0.50 |
| 世田谷4丁目9 | 305 | 207 | 0.47 |
| 世田谷4丁目10 | 254 | 169 | 0.50 |

避難場所の再検討

- ◆ 避難場所の候補地が複数考えられる弦巻1丁目の避難場所の再検討を行った。
- ◆ 馬事公苑, 駒沢公園が同程度の距離にある両方とも収容人数に余裕がある。



サンプル地区の概要

- ◆ 大部分が第1種低層住居専用地域と第1種中高層住居専用地域に指定されている。
- ◆ 馬事公苑が広域避難場所として指定されている
- ◆ 弦巻1丁目内に12ポイントを設定し、各々の馬事公苑、駒沢公園までの最短距離と道路閉塞を考慮した距離を求める。



| 弦巻1ポイント | 馬事公苑(平常時)(m) | 駒沢公園(平常時)(m) |
|---------|--------------|--------------|
| 1 | 1350 | 1413 |
| 2 | 1593 | 1134 |
| 3 | 1497 | 1288 |
| 4 | 1294 | 1449 |
| 5 | 1396 | 1347 |
| 6 | 1259 | 1497 |
| 7 | 1181 | 1574 |
| 8 | 1352 | 1404 |
| 9 | 1505 | 1325 |
| 10 | 1334 | 1477 |
| 11 | 1391 | 1419 |
| 12 | 1450 | 1178 |

解析結果

平常時においては12ポイント中7ポイントで馬事公苑・東京農業大学までの距離の方が短くなったが、震災時になると12ポイント中11ポイントで駒沢オリンピック公園までの移動に要する距離の方が短くなった。



| 弦巻1 ポイント | 馬事公苑 (平常時)m | 馬事公苑 (震災時)m | 増加率 % | 駒沢公園 (平常時) | 駒沢公園 (震災時) | 増加率 % |
|-------------|----------------|----------------|----------|---------------|---------------|----------|
| 1 | 1350 | 1977 | 46 | 1413 | 1632 | 15 |
| 2 | 1593 | 2032 | 28 | 1134 | 1303 | 15 |
| 3 | 1497 | 2075 | 39 | 1288 | 1411 | 10 |
| 4 | 1294 | 1987 | 54 | 1449 | 1688 | 16 |
| 5 | 1396 | 1972 | 41 | 1347 | 1629 | 21 |
| 6 | 1259 | 2066 | 64 | 1497 | 1768 | 18 |
| 7 | 1181 | 1718 | 45 | 1574 | 1853 | 18 |
| 8 | 1352 | 1916 | 42 | 1404 | 1573 | 12 |
| 9 | 1505 | 1670 | 11 | 1325 | 1447 | 9 |
| 10 | 1334 | 1802 | 35 | 1477 | 1691 | 14 |
| 11 | 1391 | 1856 | 33 | 1419 | 1514 | 7 |
| 12 | 1450 | 2021 | 39 | 1178 | 1250 | 6 |

解析結果

- ◆ 駒沢オリンピック公園は約10万人収容人口に余裕があると考えられる。駒沢オリンピック公園の収容人数を考慮しても弦巻1丁目については避難場所を変更した方が望ましいと考えられる。

| 避難場所名 | 駒沢オリンピック公園一帯 | 馬事公苑・東京農業大学一帯 |
|-----------------------------|--------------------|-------------------|
| 総面積 (m ²) | 507900 | 558200 |
| 有効面積 (m ²) | 259700 | 290400 |
| 避難計画人口 (人) (余剰面積) | 157600 (102100) | 94200 (196200) |
| 一人当たり面積 (m ² /人) | 1.65 | 3.08 |

結論

- ◆ 広域避難場所の設定についてはその収容人数等、他の要素についても考慮が必要なたため一概には言えないが、今回解析したように距離増加を考慮した震災時の物理的な距離によって設定する事で、より有効な避難計画となるのではないかと考える。