

## 第5 避難困難地域の検討

本章では避難可能時間の中に、避難対象地域外に避難可能な地域を除いた避難困難地域を抽出します。

### 1 各種条件の設定

#### (1) 津波到達時間の設定

津波到達時間は、「豊橋市 2014」の理論上最大想定モデル（ケース①）で最短到達時間となるためこの時間を設定します。

図8 津波到達時間予測図（理論上最大想定モデル ケース①）

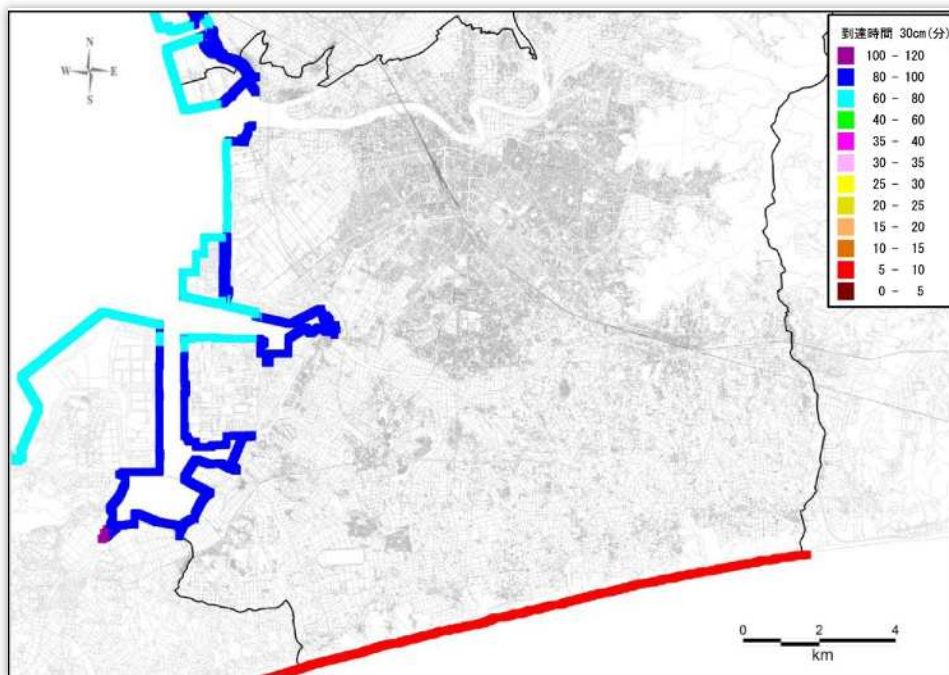
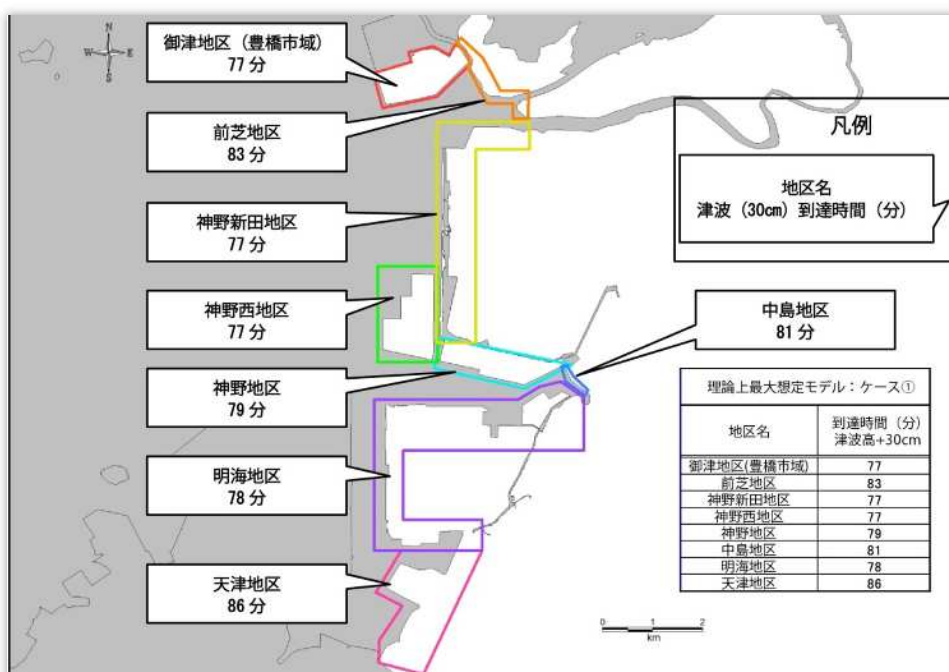


図9 津波到達時間予測（三河湾側）



## (2) 避難可能距離の設定

避難可能距離は、徒歩を前提として、避難開始から津波到達時間までに避難目標地点、または津波避難ビルや津波避難場所等へ避難することが可能な距離とします。

「津波防災まちづくりの計画策定に係る指針（第1版）平成25年6月 国土交通省都市局都市安全課・街路交通施設課」を参考に、「健常者」、「健常者に比べ、歩行に時間がかかることが予想される人」（以下「老人単独」という）、「車いす、ベビーカー」（以下「車いす等」という）の3パターンの避難者を設定し、危険側の評価にならないよう避難速度を、以下のように設定しました。（表4参照）

### ・歩行速度（平地）

健常者：60.0 [m/分]	←	1.0m /sec×60sec
老人単独：24.0 [m/分]	←	0.40m /sec×60sec
車いす等：42.6 [m/分]	←	0.71 m /sec×60sec

### ・昇降速度（津波避難ビル等の階段を昇降する際の歩行速度をいう）

健常者：30.0 [m/分]	←	0.5m /sec×60sec
老人単独：12.6 [m/分]	←	0.21m /sec×60sec
車いす等：12.6 [m/分]	←	0.21m /sec×60sec

また、表5より、液状化による歩行速度の低減を考慮し、上記の歩行速度の65%としました。これにより、歩行速度は、以下のように設定し検討しました。なお、昇降速度は、上記のとおりとしました。

表3 避難速度一覧

	区分	計算式	速度
歩行速度	健常者	60.0 [m/分] ×0.65	39.0 [m/分]
	老人単独	24.0 [m/分] ×0.65	15.6 [m/分]
	車いす等	42.6 [m/分] ×0.65	27.6 [m/分]
昇降速度	健常者	0.5m /sec×60sec	30.0 [m/分]
	老人単独	0.21m /sec×60sec	12.6 [m/分]
	車いす等	0.21m /sec×60sec	12.6 [m/分]

表4 各種調査等における避難速度

	項目	速度	備考	出典
平地	健常者			
	一般の人	1.0m/s		津波避難ビル等にかかるガイドライン(H17,内閣府)
	自力のみで行動出来にくい人(位置、経路等になれていない人)	1.0m/s	堀内三郎,1972.	津波避難対策推進マニュアル検討会報告書(H25,消防庁)
	健常者に比べ、歩行に時間がかかることが予想される人			
	老人単独歩行	1.3m/s(平均)	足立啓・小松和郎・荒木兵一郎,1980, 障害者を考慮した住宅団地の研究(その1) 歩行行動から見た障壁の分析.日本建築学会大会学術講演梗概集 別冊 建築計画・農村計画.	津波避難ビル等にかかるガイドライン(H17,内閣府)
		1.1m/s	俵元吉,1976.	津波避難対策推進マニュアル検討会報告書(H25,消防庁)
		0.9m/s(平均値) 0.4m/s(最低値)	岡田光正・浅野博光・俵元吉,1978,自由歩行速度と歩幅に関する調査研究 主として老人や子供の場合について.	日本建築学会近畿支部研究報告
	歩行困難、身体障害者、乳幼児、重病人等	0.5m/s		津波避難ビル等にかかるガイドライン(H17,内閣府)
	子供を連れて人	1.0m/s(平均値) 0.47m/s(最低値)	岡田光正・浅野博光・俵元吉,1978,自由歩行速度と歩幅に関する調査研究 主として老人や子供の場合について.	日本建築学会近畿支部研究報告
	患者	0.91m/s(平均値) 0.17m/s(最低値)	岡田光正・浅野博光・俵元吉,1978,自由歩行速度と歩幅に関する調査研究 主として老人や子供の場合について.	日本建築学会近畿支部研究報告
	足の不自由な人	0.84m/s(平均値) 0.66m/s(最低値)	岡田光正・浅野博光・俵元吉,1978,自由歩行速度と歩幅に関する調査研究 主として老人や子供の場合について.	日本建築学会近畿支部研究報告
	自力のみで行動出来にくい人(重病人、障害者等)	0.8m/s	堀内三郎,1972.	津波避難対策推進マニュアル検討会報告書(H25,消防庁)
	身障者等の歩行速度(急いで)	C1:1.2m/s C2:0.44m/s	日本建築学会,1980.	津波避難対策推進マニュアル検討会報告書(H25,消防庁)
	車いす、ベビーカー等を使っている人			
	障害者の歩行速度(車いす利用者)	0.91m/s(平均)	足立啓・小松和郎・荒木兵一郎,1980, 障害者を考慮した住宅団地の研究(その1) 歩行行動から見た障壁の分析.日本建築学会大会学術講演梗概集 別冊 建築計画・農村計画.	津波避難ビル等に係るガイドライン(H17,内閣府)
	ベビーカーを押している人(自由歩行速度)	0.9m/s	3俵元吉,1976.	津波避難対策推進マニュアル検討会報告書(H25,消防庁)
		1.07m/s(平均値) 0.71m/s(最低値)	岡田光正・浅野博光・俵元吉,1978,自由歩行速度と歩幅に関する調査研究 主として老人や子供の場合について.	日本建築学会近畿支部研究報告

	項目	速度	備考	出典
階段昇降速度	健常者			
	自力のみで行動出来ない人(位置、経路等になれていない人)	0.5m/s	堀内三郎,1972.	津波避難対策推進マニュアル検討会報告書(H25,消防庁)
	健常者に比べ、歩行に時間がかかることが予想される人			
	老人	0.21m/s	足立啓・小松和郎・荒木兵一郎,1980, 障害者を考慮した住宅団地の研究(その1) 歩行行動から見た障壁の分析. 日本建築学会大会学術講演梗概集 別冊 建築計画・農村計画.	津波避難ビル等にかかるガイドライン(H17,内閣府)
		0.42~0.61m/s	岡田光正・浅野博光・俵元吉,1978,自由歩行速度と歩幅に関する調査研究 主として老人や子供の場合について.	日本建築学会近畿支部研究報告
	自力のみで行動出来ない人(重病人、障害者等)	0.4m/s	堀内三郎,1972	津波避難対策推進マニュアル検討会報告書(H25,消防庁)
	子ども連れ	0.56m/s	岡田光正・浅野博光・俵元吉,1978,自由歩行速度と歩幅に関する調査研究 主として老人や子供の場合について.	日本建築学会近畿支部研究報告
区分無し	0.49~0.79m/s (上げの高さによって異なる)	岡田光正・浅野博光・俵元吉,1978,自由歩行速度と歩幅に関する調査研究 主として老人や子供の場合について.	日本建築学会近畿支部研究報告	
群衆	群衆歩行	1.1~1.2m/s が限界	東京都市群交通計画委員会,1972.	津波避難対策推進マニュアル検討会報告書(H25,消防庁)
		ポテンシャルモデルにより、避難速度が変わる	(独)防災科学技術研究所 防災情報システム研究センター,平成16年度,文部科学省「大都市大震災軽減化特別プロジェクト」大都市特性を反映する先端的な災害シミュレーションの技術の開発.	津波災害時の避難行動シミュレーションモデルの開発等(H16,目黒公郎)
障害物	塀の倒壊、瓦の落下など	通常の50%		徳島県由岐町
	上り坂	通常の45%		徳島県由岐町
北海道南西沖地震による津波時の事例				
(浸水していない地域)				
年齢別	20~29歳	0.87m/s	北海道南西沖地震津波時の年齢階層別平均避難速度,日本建築学会	津波避難対策推進マニュアル検討会報告書(H25,消防庁)
	30~39歳	1.47m/s		
	40~49歳	1.03m/s		
	50~59歳	0.68m/s		
	60歳~	0.58m/s		

出典：『津波防災まちづくりの計画策定に係る指針（第1版）』

平成25年6月 国土交通省都市局都市安全課・街路交通施設課

表5 避難危険度算定における「メッシュ算定方式」と「町丁目算定方式」の比較

避難危険度算定における「メッシュ算定方式」と「町丁目算定方式」の比較

	メッシュ算定方式	町丁目算定方式
1. 道路面積 (震災時通行可能な道路面積)	・第5回市街地状況調査より、幅員6.5m以上の道路の面積とするが(ただし、軟弱地盤地域では幅員7.5m以上、沿道に空地又は耐火建物がある場合は5.5m以上)、有効道路面積の最小値を $125\text{m}^2 (=500^2 \times 0.05)$ と設定し、最低5%は避難道路として使うことができるものとする。	・対象リンクの道路幅員に「幅員増加分」を考慮する。 ・幅員増加分：幅員6.5m未満の道路が各町丁目において5%が存在すると仮定し、そのうち対象リンクの両側100m以内の道路を幅員増加分とする。
2. 有効道路面積	・道路面積から移動系および固定系の障害物による遮蔽面積と、延焼道路遮蔽面積を除いた面積とする。	
3. 避難人口	・メッシュ内の避難人口(昼間・夜間)	・一時集合場所毎の人口(昼間・夜間)
4. 道路混雑による速度低減率	・群集密度=避難人口/(有効道路面積/2) ・速度低減率は群集密度の関数により設定する。 ・人口密度が0から $1.5\text{人}/\text{m}^2$ までは、速度低減はないものとする。	
5. 障害物道路遮蔽面積	・移動系：放置自転車やバイク( $1\text{m}^2/\text{台}$ )、自動車( $10\text{m}^2/\text{台}$ ) ・固定系：木造建物；建物倒壊危険度のランクをベースとして設定倒壊率を採用する。木造建物1棟当たりの倒壊による遮蔽面積原単位は $20\text{m}^2$ 、ブロック塀(倒壊による遮蔽面積原単位： $1\text{m}^2$ )、電柱等(転倒時： $35\text{m}^2$ 、非転倒時： $0.25\text{m}^2$ )、電話ボックス( $0.7\text{m}^2$ )、自動販売機( $2\text{m}^2$ )、看板( $5\text{m}^2$ )	
6. 路面性状(液状化による速度低減率)	・液状化による速度低減ウェイト 0.65：広範に液状化が発生する可能性が大きい 0.85：一部の地域で液状化が発生する可能性がある 1.00：ほとんど液状化は発生しない	
7. 延焼による道路遮蔽面積	・道路面積から移動系および固定系の障害物による遮蔽面積を除いたものに、各メッシュの延焼面積率を乗じて算定する。	・火災延焼モジュールとして「消防活動情報管理システム(Fire Information Management System; FIMaS)を利用する <sup>17)</sup> 。
8. 避難速度	・基準速度：90m/分(昼間)、60m/分(夜間) ・避難速度=基準速度×道路混雑による速度低減率×路面性状(液状化)による速度低減率	
9. 避難所要時間	・メッシュ通過時間=通過距離/避難速度 ・避難所要時間：避難場所までのメッシュ上の通過距離を各メッシュ内の避難速度で除したものを累積したものである。	・避難所要時間：一時集合場所毎の避難所要時間
10. 避難危険量	・(延べ避難時間) = (避難時間) × (避難人口) ・(昼夜平均危険量) = $14/24 \times (\text{夜間危険量}) + 10/24 \times (\text{昼間危険量})$	
11. 避難危険度	・第1章の表1-2によっている。	

出典：『地震時の被害特性に基づいた地域別の脆弱性に関する実証的分析』

2000年11月 筑波大学 システム情報工学研究科

### (3) 時間帯

時間帯は、避難開始種別ごとに、昼もしくは夜の2パターンとしました。なお、夜の避難速度（歩行速度・昇降速度）は、昼の避難速度の80%としました。

出典：『津波避難対策推進マニュアル検討会 報告書』

平成25年3月 総務省消防庁国民保護・防災部防災課

### (4) 避難開始時間

「豊橋市2014」における人的被害の想定では、発災後「直接避難（以後、「すぐ避難」という）」、「用事後避難」、「切迫避難・避難しない」の3パターンの避難開始時間を設定しています。

本指針では、全員が避難するものとして特定避難困難者数を推計するため、「切迫避難・避難しない」は考慮せず、発災後「すぐ避難」、「用事後避難」の2パターンの避難開始時間を設定しました。ここで、用語の定義を以下に示します。

- ・すぐ避難・・・昼は地震発生後5分、深夜は地震発生後10分で避難開始する。
- ・用事後避難・・・地震発生後、何らかの用事を済ませた後に避難することで、昼は地震発生後15分、深夜は地震発生後20分で避難開始する。
- ・切迫避難・・・津波が迫ってから避難する。

## 2 避難困難地域の設定

避難困難地域は、津波到達予想時間までに、避難行動対象地域外（避難の必要がない安全な地域）に避難することが困難な地域です。

避難行動対象地域から、避難可能地域を除外し、避難困難地域を設定します。なお、避難可能距離については、下記の式により算出しました。

$$\text{避難可能距離 } L[\text{m}] = \text{歩行速度 } V_w[\text{m/分}] \times \text{避難可能時間 } T_p[\text{分}] \div 1.5 \text{ (避難距離と直線距離の比)}$$

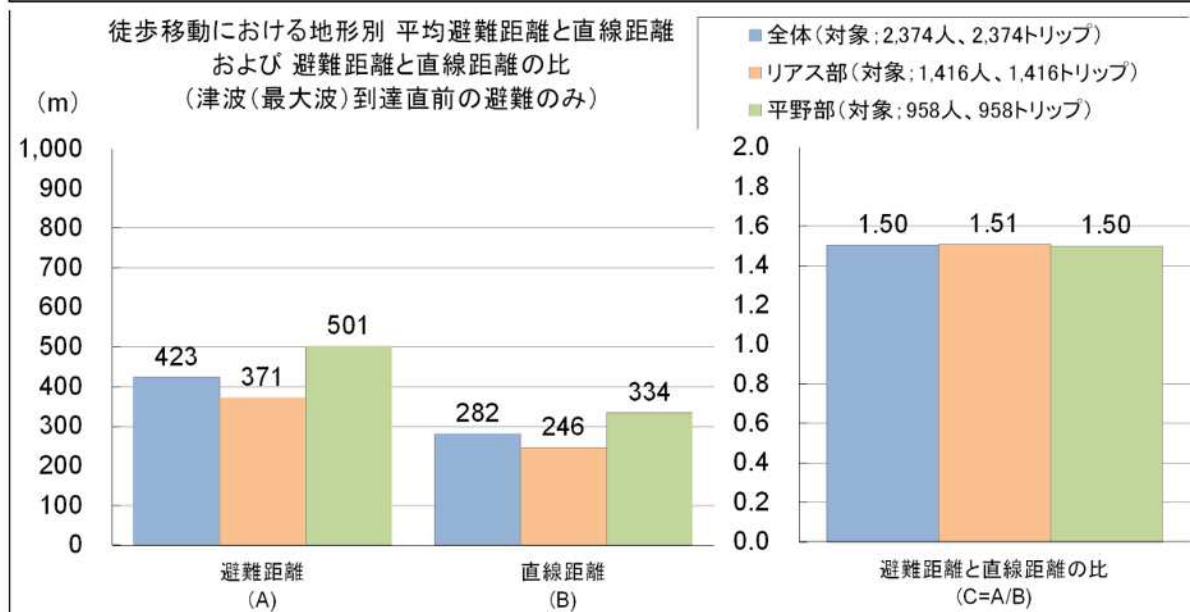
- ①歩行速度  $V_w$ ……表3『避難速度一覧』のとおり
- ②避難可能時間  $T_p$ ……津波到達予想時間  $T_a$ －避難開始時間  $T_s$
- ③避難距離と直線距離の比……図10を参考に設定

図10 避難距離と直線距離の比

### (6) 避難路

#### ①避難距離と直線距離の比

・実際に歩いた「避難距離と直線距離の比」は、「全体」が1.50、「平野部」が1.50、「リアス部」が1.51であった。

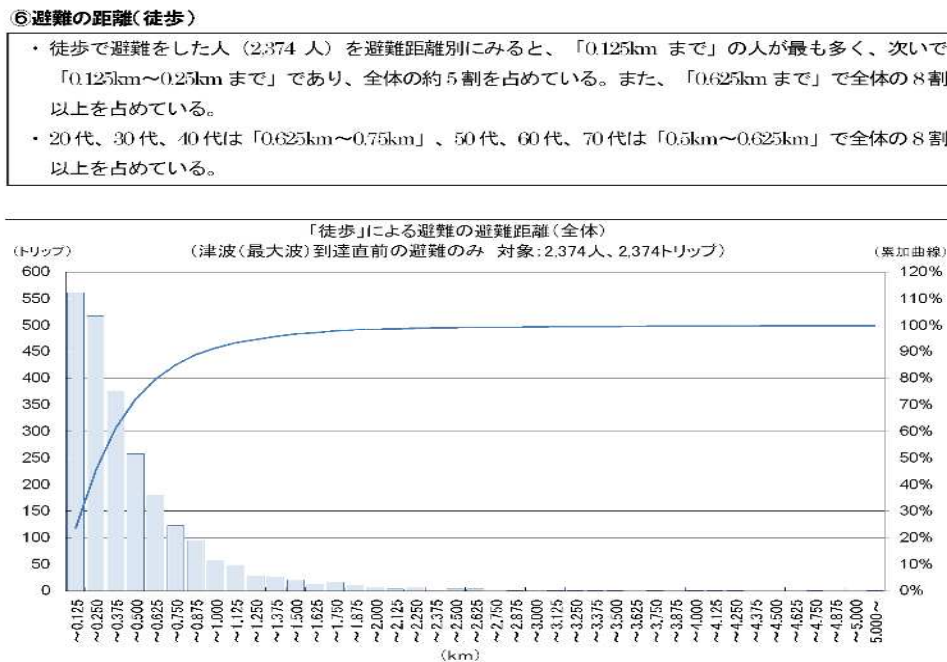


\*分析対象 ; 津波到達前に避難を開始した人 (D-1、D-2 ; 5,524人) の内、徒歩で避難した人 (2,374人)

出典 : 『津波避難を想定した避難路、避難施設の配置及び避難誘導について (第3版)』  
平成25年4月 国土交通省都市局街路交通施設課

また、東日本大震災における避難距離の統計結果によると、2km以上歩いて避難した人の割合は、極めて少ない結果となっています（図11参照）。また、老人単独や車いす等の避難は、健常者の避難に比べて、避難できる距離は短くなると考えられます。したがって、これらの統計結果を参考に、避難可能距離の上限を、以下のように設定しました。

図11 「徒歩」による避難の避難距離(東日本大震災における避難距離の統計結果)



出典：津波避難を想定した避難路、避難施設の配置及び避難誘導について（第3版） 平成25年4月  
国土交通省都市局街路交通施設課

区分	避難可能距離の上限
健常者	距離：2km まで
老人単独、車いす等	距離：0.5km まで※

※出典：『津波避難対策推進マニュアル検討会 報告書』平成25年3月 消防庁国民保護・防災部防災課

前述の条件を基に、津波避難困難地域の設定を行ったものを図12に示します。

なお、避難困難地域の設定は、歩行速度（3パターン）、時間設定（2パターン）、避難開始時間（2パターン）の計12パターンがありますが、指針の基本となる避難困難地域の設定にあたっては、より多くの方が該当すると思われる以下の条件で設定を行います。

○津波避難行動指針における避難困難地域の設定パターン

歩行速度：健常者

時間設定：昼

避難開始時間：すぐ避難



図 1 2 避難困難地域図

