

Tsunami Disaster Evacuation Planning considering with Vertical Drop of the Evacuation Route*

By Masaaki MINAMI** · Akira ANDO*** · Ryuichi AKATANI****

本地域を対象とした継続的な既存研究¹⁾²⁾³⁾，ならびに避難あるいは防災交通網の立案に関わる既存研究⁴⁾⁵⁾⁶⁾を基礎とし，地域固有の地形条件や住居配置等を考慮した実効性の高い避難計画の支援を目指すものである。

本研究では、岩手県田老町を対象地域とした。本対象地域は、過去に数度の津波災害を経験し、近い将来においても三陸沖を震源とする津波の発生が予測されていることから、全国的にも津波防災対策の先進地域として知られている。田老町は、28ヶ所の第一避難場所ならびに18ヶ所の第二避難場所を指定している。本研究では、図1および表1に示す田老町田老地区の第一避難場所、17ヶ所を分析対象とした。

***正員，岩手大学工学部建設環境工学科

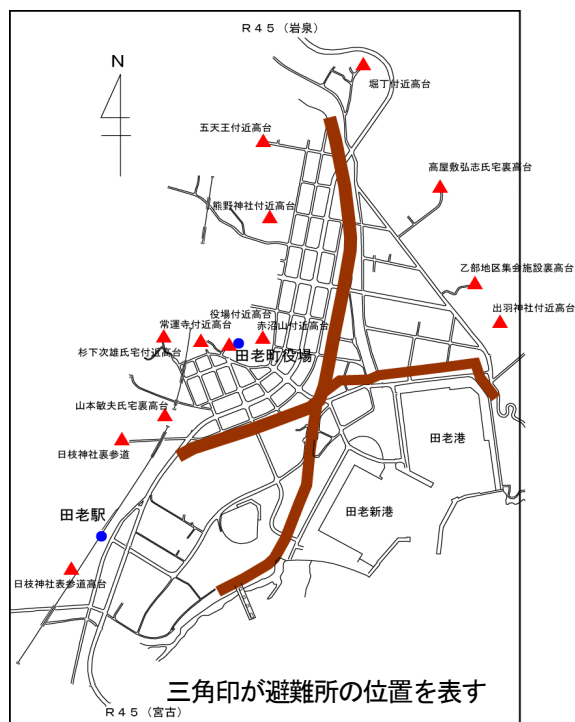


表 1 研究対象とした避難場所一覧

避難対象地域		第一避難場所	
行政区	地区		
大平1	駅前・野中	2	日枝神社表参道高台
	中倉	3	アイノ山高台
		4	旧国道高台
大平2	中田	5	山本敏夫氏宅裏高台
	小林沢	6	日枝神社裏参道
小林	国道沿線	7	杉下次雄氏宅付近高台
	堺町	8	常運寺付近高台
田中	全地区	9	役場付近高台
田の沢	全地区	10	第一小学校付近高台
上町	全地区	11	赤沼山付近高台
中町	全地区		
下町	全地区		
川向1	全地区		
川向2	全地区		
上荒谷	全地区	12	熊野神社付近高台
中荒谷	全地区	13	五天王付近高台
下荒谷1	全地区	14	堀丁付近高台
下荒谷2	全地区	15	高屋敷弘志氏宅裏高台
乙部1	野原	16	乙部集会施設裏高台
乙部2	青砂里	17	出羽神社付近高台
	三王田老港	18	山王閣付近高台

表2 対象とした第一避難場所への避難路に関する調査データ（文献7再掲）

第一避難場所名	避難路開始地点の標高	A	B	避難路最終地点の標高	C	最大勾配	平均勾配	形状の概要
2 日枝神社表参道高台	3.899m	35m	60m	17.022m	90m	19% (10.8°)	17% (9.6°)	不整備傾斜路
3 アイノ山高台	10m	0m	14.5m	95m	233m	100% (45.0°)	36% (19.8°)	山道
4 旧国道高台	10.78m	0m	90m	-	-	5% (2.9°)	4% (2.3°)	傾斜路
5 山本敏夫氏宅裏高台	5.904m	57m	-	10.395m	60m	14% (8.0°)	8% (4.6°)	不整備傾斜路
6 日枝神社裏参道高台	7.079m	150m	-	11.654m	180m	7% (4.0°)	3% (1.7°)	傾斜路
7 杉下次雄氏宅付近高台	6.126m	20.5m	-	13.341m	31m	45% (24.2°)	23% (13.0°)	傾斜路, 階段
8 常運寺付近高台	6.344m	12m	-	11.817m	18.3m	53% (27.9°)	52% (27.5°)	階段
9 役場付近高台	5.0585m	-	-	9.914m	35m	18% (10.2°)	12% (6.8°)	傾斜路
10 第一小学校付近高台	5.667m	32m	54m	14.906m	59.3m	24% (13.5°)	15% (8.5°)	不整備傾斜路
11 赤沼山付近高台	4.6415m	32m	75m	19.793m	93.2m	21% (11.9°)	20% (11.3°)	傾斜路, 階段傾斜路, 階段
12 熊野神社付近高台	6.563m	12m	22m	35.4175m	90.3m	71% (35.4°)	41% (22.3°)	階段
13 五天王付近高台	9.404m	9m	35m	22.56m	109m	18% (10.2°)	10% (5.7°)	傾斜路
14 堀丁付近高台	11.707m	0m	110m	19.059m	170m	10% (5.7°)	4% (2.3°)	傾斜路
15 赤屋敷弘志氏宅裏高台	5.314m	190m	230m	17.466m	245m	9% (5.1°)	3% (1.7°)	傾斜路
16 乙部集会施設裏高台	3.058m	50m	75m	21.227m	110m	26% (14.6°)	19% (10.8°)	階段傾斜路
17 出羽神社付近高台	2.4085m	66m	82m	19.7625m	118.4m	32% (17.7°)	15% (8.5°)	階段
18 山王閣付近高台	2.3465m	80m	113m	56.8955m	600m	19% (10.8°)	8% (4.6°)	傾斜路

注) A;昭和三陸大津波の最大高さ(標高10m)に到達するのに必要な避難路開始地点からの水平距離

B;明治三陸大津波の最大高さ(標高14.5m)に到達するのに必要な避難路開始地点からの水平距離

C;避難路最終地点標高到達時の水平距離

3. 水準測量による地形データの収集

本研究では、避難経路が有する高低差が避難者に与える負荷を考慮した避難計画の立案を支援することを目標とした。その目標に照らして十分な精度を有する既存データは存在しないため、現地での水準測量により標高データを収集した。

平成16年6月24日から7月1日および平成16年7月22日から9月3日にかけて、対象地域内の住宅等建築物の戸数・位置および玄関向き把握、ならびに街路網の標高および対象第一避難場所への避難路の標高の水準測量と幾何的形狀の計測を実施した。本調査の詳細は、文献7に述べられる。

この実測に基づく基礎データをもとに住宅894戸、商・工業施設36棟、集合住宅5棟33戸ならびに街路網からなるデータベースを作成した。

表2は、本調査をもとに、避難路（避難用として定められた通路で、開始地点と終着地点（避難場所）が明示されているもの）の特性をまとめたものである。過去の大津波（昭和三陸大津波および明治三陸大津波）の最大高さに到達するために必要な水平移動距離、平均勾配、最大勾配等を求めている。実際の津波避難者は、津波発生時点の位置から避難路開始地点に到達し、避難路を経て避難場所に至ることになり、坂や階段を通行せざるを得ない場合が多いことが明らかとなった。

4. 避難計画支援システムの開発

(1) システム概要

本研究で開発した避難計画支援システムは、データベ

ースおよび避難経路の探索システムからなっており、一種の地理情報システムをなしている。

データベースは、分析対象とした全建物と全街路網からなっている。街路網データに現地測量から得た標高値を投入し、高低差を算出できるようにした。避難経路の探索は、最短経路探索に基づき、各建物の玄関位置から避難場所への経路ならびに経路上の標高値を出力することが可能となっている。

(2) 街路網および標高データ

田老町田老地区の道路・歩道からなる街路網ならびに建物の表示例は図2のようである。青色で示しているのが、本研究における全対象街路である。図2は、本避難計画支援システムの初期画面に相当する。この街路のネットワークデータに、建物玄関位置、ならびに各地点の標高データベースをリンクすることで経路探索ならびに高低差の計算を実行している。

図3は、各地点の標高の表示例である。赤色の棒グラフが標高値を表している。実行画面においては凡例が示され、具体的な標高値を示すことが可能である。沿岸部から内陸に向けて、標高値が大きくなっている様子が表されている。田老町では、過去の津波災害から原地復興を成し遂げる際、街路網を高所へと直線的に向かうように整備してきており、そのことが見て取られる結果となっている。

(3) 最寄り避難場所の分析例

図4は、各建物からの最寄りの第一避難場所を探索し、避難場所ごとに建物を色分けした実行例である。この図は、建物から第一避難場所への水平距離を用いた際

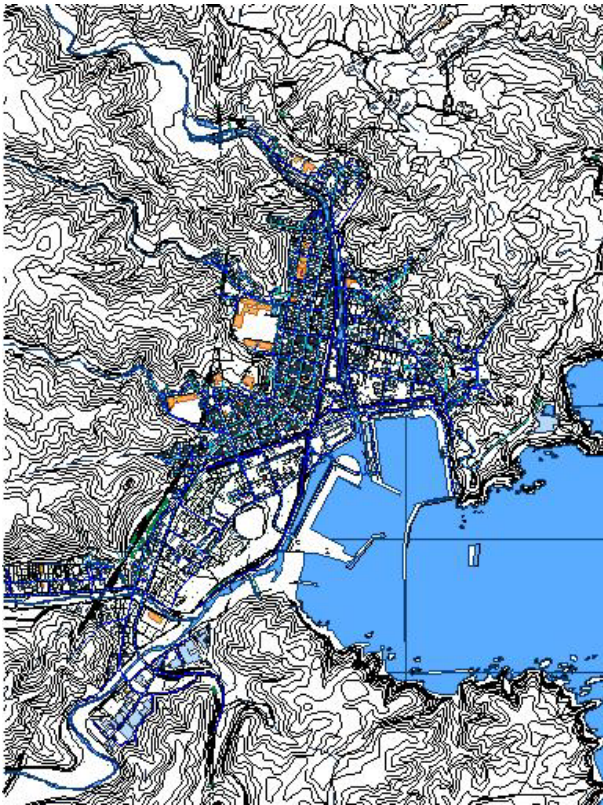


図2 対象街路網および建物

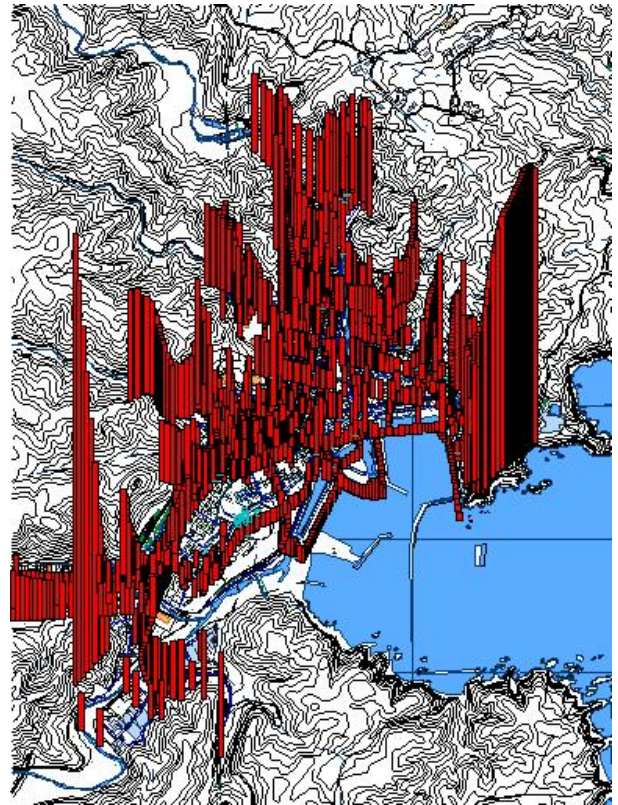


図3 標高値の表示例

の実行例である。最も近い避難場所を視覚的に一目で見分けることができる。

これにより水平距離のみを指標とし、建物からの避難を前提とした場合について、最寄りの第一避難場所に避難することになる世帯数および人数を知ることが可能となった。

また同様に、水平距離および高低差を考慮した場合、あるいは世帯属性により建物を分類した場合等について、最寄りの第一避難所への世帯数や人数を分析することが可能である。これらの分析機能は、避難場所の容量、避難所要時間、世帯属性等を考慮した避難場所指定の検討や避難場所整備等の避難計画の立案に有用になるものと考えられる。

(4) 個別家屋からの避難経路分析例

図5および図6は、ある建物から避難する第一避難場所を指定し、最短経路となる避難経路を赤色線で示したものである。図中には、避難経路、避難経路上の標高値、および平均避難速度を与えたときの避難経路所要時間を表示している。

図6は、拡大した場合の表示例であり、黄色の棒グラフで各地点での標高を表示している。避難経路上の高低差による登坂をイメージしながらの分析が可能となる。

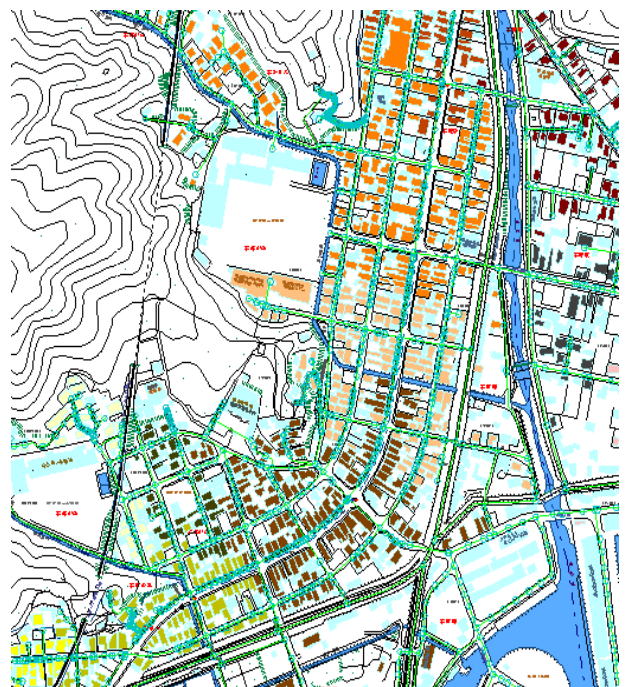


図4 最寄り避難場所別での建物色分け表示の実行例

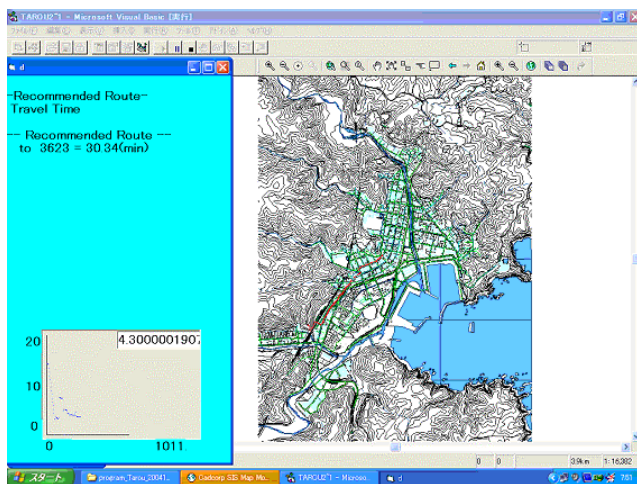


図5 個別建物からの避難経路上標高値の表示例

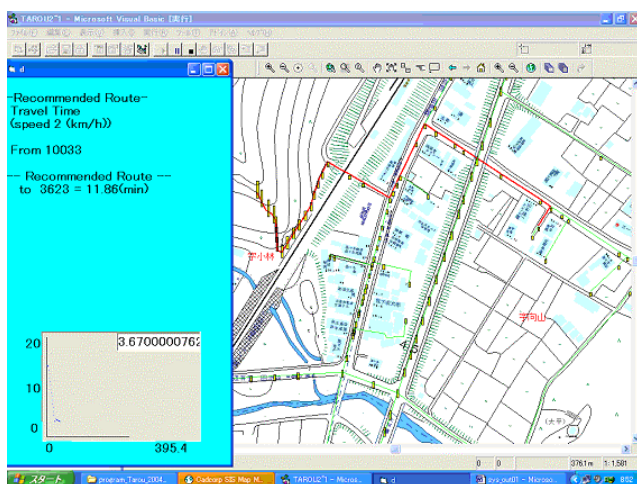


図6 個別建物からの避難経路上標高値の表示例
(拡大図)

5. おわりに

本論文では、津波避難計画における避難経路の高低差の存在を重視し、現地調査に基づいた標高値を有する避難計画支援システムの開発成果をまとめた。

全建物からの最寄り避難場所の探索、個別家屋からの避難経路の分析など、いくつかの分析機能を通して、避難計画の立案に必要な基礎的な情報が得られることを示した。

避難経路の高低差を考慮した避難場所の決定・避難経路の改良整備、現状の容量を考慮した避難場所の追加・改良など、避難計画に含まれる施設整備およびソフト整備のための分析に利用できるものとする。今後、分析機能やデータベースについて、さらに精緻化を進める予定である。

なお、本論文の基礎となるデータ整備は、岩手大学都市計画学研究室において中嶋佑介君（平成16年度修士論文）ならびに平柳圭君（平成16年度修士論文）が中心となり、幾度となく現場に通って取り組んだものであることを銘記する。

参考文献

- 1) 安藤 昭, 佐々木栄洋, 赤谷隆一, 三浦剛史: 岩手県沿岸域の津波防災に関する史的研究, 土木学会論文集, No.639/ IV-46, pp.1-11, 2000
- 2) 村松広久, 安藤 昭, 五十嵐日出夫, 赤谷隆一: 津波防潮堤建設による市街地への影響, 第 25 回日本都市計画学会学術研究論文集, pp.703-708, 1990
- 3) 佐々木栄洋, 安藤 昭, 赤谷隆一: 津波常襲地域における地理情報システムを用いた土地利用解析, 第 36 回日本都市計画学会学術研究論文集, pp.91-96, 2001
- 4) 南 正昭, 高野伸栄, 佐藤馨一: 道路網における代替ルートの整備水準の一評価法に関する研究, 土木学会論文集, No.535/ IV-30, pp.67-77, 1996
- 5) Masaaki MINAMI: The Highway Network Structure Design Assuring the Connectivity, 16th Congress of IABSE, 2000, CD-ROM
- 6) 南 正昭, 日高康晴, 林達也: 街路閉塞を考慮した密集市街地における防災街区の整備計画に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.18, No.2, pp.297-304, 2001
- 7) 南 正昭, 中嶋雄介, 安藤 昭, 赤谷隆一: 避難経路の高低差が津波避難者に与える負荷に関する基礎的研究, 投稿中