

釧路市における既存構造物への 津波避難に関する基礎的検討

宮森 保紀¹・内海 晃太²・清水 俊明³・山崎 新太郎⁴・大塚 久哲⁵

¹正会員 北見工業大学准教授 社会環境工学科 (〒090-8507 北見市公園町 165)

E-mail miyamoya@mail.kitami-it.ac.jp

²非会員 北見工業大学 大学院社会環境工学専攻 (〒090-8507 北見市公園町 165)

E-mail m1252200020@std.kitami-it.ac.jp

³非会員 北見工業大学 社会環境工学科 (〒090-8507 北見市公園町 165)

E-mail fa090080@std.kitami-it.ac.jp

⁴非会員 北見工業大学助教 社会環境工学科 (〒090-8507 北見市公園町 165)

E-mail yamasaki@std.kitami-it.ac.jp

⁵フェロー 九州大学大学院教授 工学研究院建設デザイン部門 (〒819-0395 福岡市西区元岡 744)

E-mail otsuka@doc.kyushu-u.ac.jp

本研究は北海道釧路市を対象として、既往の津波災害ならびに 2012 年に公表された最大の想定津波について纏めるとともに、今後の減災対策の構築に向け基礎的な検討を行ったものである。釧路市では明治期以降は人的被害を伴う津波災害は報告されていないものの、それ以前には大規模な津波が発生した可能性がある。想定される最大津波に対して、既存の建築物や道路施設を緊急で一時的な避難場所として用いることに現地調査を踏まえた検討を行った。その結果、建物への一時的な避難や自動車による道路施設への避難を効果的に行えば、人的被害を防止することはおおむね可能と思われる結果が得られた。

Key Words: tsunami evacuation, Kushiro City, tsunami shelter building, evacuation highway

1. はじめに

北海道東部太平洋岸の釧路市は、これまでもプレート境界型の規模の大きい地震が繰り返し発生しており、大津波の発生も懸念されるとともに対策が行われてきた。一方、2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震を契機に、各地で津波想定の見直しが進められている。北海道防災会議により 2012 年 6 月に公表された津波浸水予測図¹⁾では、釧路市では市街地の広範囲が浸水するとされ、対策の大幅な見直しが必要となっている。

津波に対する防災対策としては、防潮堤の整備、居住地域の高台移転や高台化、避難などがあるが、釧路市ではこれまで避難対策を中心としてハザードマップの作成や津波緊急一時避難施設の指定を行ってきた。しかしながら、最新の津波浸水予測図では、浸水範囲に居住する人口は 10 万人以上となる。このような巨大津波に対しては、行政主導の避難誘導では十分な対応はできない。住民の自助による避難

場所の確保と避難行動の実行を基本に中長期的な都市構造の改善や、周辺地域との連携により減災を図ることが望まれる。

本研究は、釧路市における巨大津波に対する減災対策の推進に貢献するための基礎的検討の一環として、現状の釧路市街地の状況を概観するとともに、既往の津波被害について文献調査を行った。さらに公表された津波浸水予測図で想定された津波に対して、一部地域を対象として住民が緊急的に避難できるような建物や土木施設の現状を調査し、避難場所としての利用可能性を検討したのでその結果を報告するものである。

2. 釧路市で予測される津波被害

(1) 釧路市の地理

釧路市は、北海道の東部太平洋岸に位置し、人口は北海道内 4 位の約 18 万人で道東の拠点都市であ



図-1 釧路市の地理²⁾

表-1 釧路市の既往津波被害

発生日	地震・津波名	震央	マグニチュード(M)	津波高(m)	釧路市の主な被害
1960/5/23	チリ地震津波	チリ沖	8.5	3.4	住宅の床上浸水 43戸 住宅の床下浸水 47戸 漁船破損 65隻
1968/5/16	1968年十勝沖地震	三陸沖	7.9	1.1	住宅の床上浸水 1戸 住宅の床下浸水 5戸
1994/10/4	北海道東方沖地震	北海道東方沖	8.1	1.6	住宅の床上浸水 3戸 住宅の床下浸水 2戸
2003/9/29	2003年十勝沖地震	十勝沖	8.0	1.2	
2011/3/11	東北地方太平洋沖地震	三陸沖	9.0	2.3	住宅の床上浸水 68戸 住宅の床下浸水 150戸 住宅以外の建物床上浸水 350棟

る。図-1のように市街地は東西の丘陵地に挟まれた釧路川、阿寒川の下流域に発達しており、北側には日本で最も広い釧路湿原、南には太平洋が広がる。主要産業は、後背地を含む農林業、沖合・遠洋漁業、食品加工や製菓、製紙業であり、国内唯一となった坑内掘り炭鉱も有する。交通機関は、釧路港は国際戦略港湾に指定され、釧路空港は国管理の拠点空港に指定されているものの、高規格道路は整備中で開通していない³⁾。

(2) 既往の津波被害

表-1は参考文献4)~10)に基づき、記録が残る明治期以降の釧路市における津波被害をまとめたものである。当地における津波被害は浸水による土地や

建物の被害が大半で人的被害は記録されていない。2011年東北地方太平洋沖地震による津波については、釧路市測量設計事業協会が釧路港周辺の浸水状況調査を行っており、図-2のように沿岸部を中心として最大1.5m程度の浸水被害があった¹¹⁾。図-2の調査対象範囲外でも、釧路川支流のアセツリ川でも津波の遡上と周辺住宅地への浸水被害が報告されている¹²⁾。

明治期以前の釧路市における地震・津波痕跡については、参考文献13)に纏められている。当地では文書で津波の状況を詳細に記録したものはないが、アイヌの口碑伝説が採録されている^{14),15)}。このうち清水¹⁵⁾は北海道の津波に関するアイヌの口碑伝説全般について調査と可能性の評価を行っており、

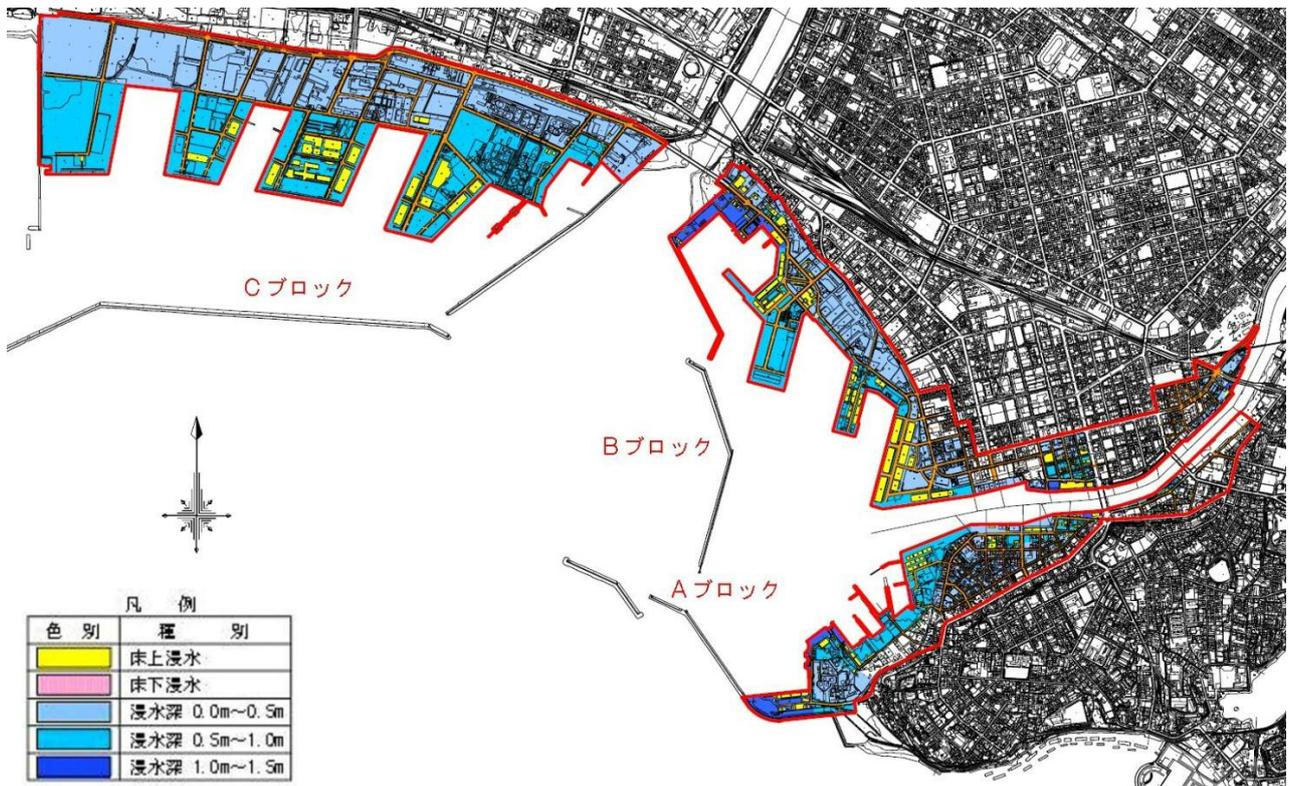


図-2 2011年東北地方太平洋沖地震津波の浸水状況¹¹⁾

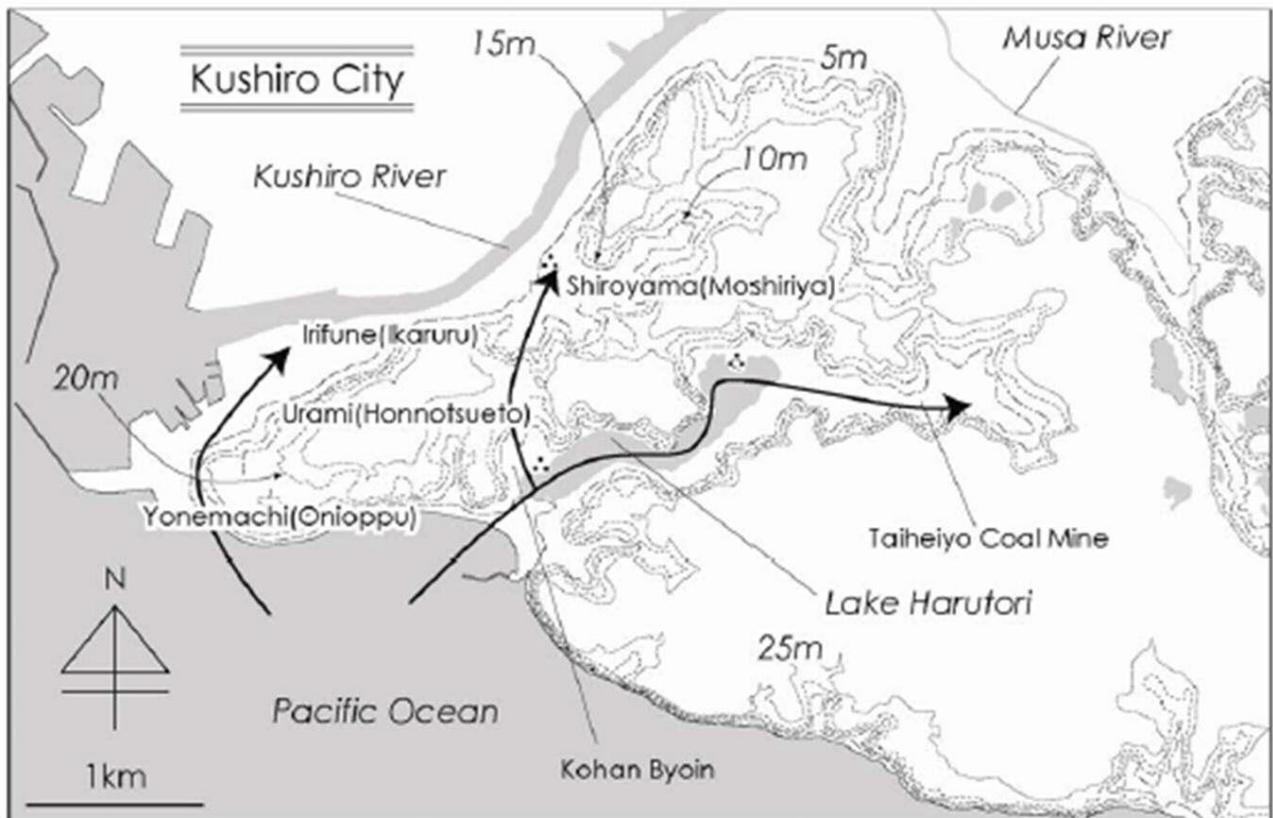


図-3 アイヌの口碑伝説による津波¹⁵⁾

釧路での津波については図-3のように具体的な地名と浸入経路を示し口碑伝説に信頼性があることを示唆している。これらの口碑伝説によると、時代は不

詳ながら、大昔、津波は春採湖に浸入して最奥まで到達するとともに、春採湖北西岸の柏木から釧路川左岸の城山に流れ出たとされている。春採湖周辺



図-4 500年間隔地震津波ハザードマップ²²⁾

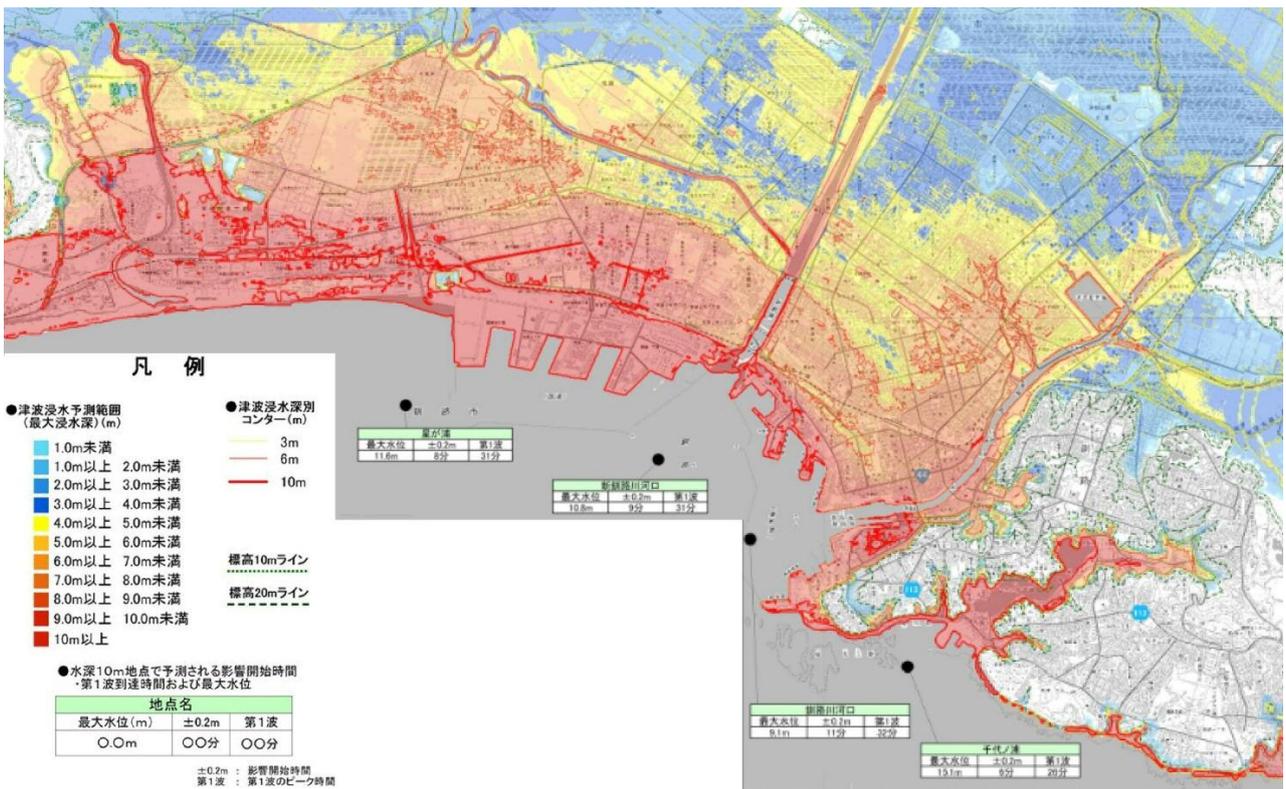


図-5 北海道防災会議による津波浸水予測図¹⁾

にはアイヌの砦跡やそれ以前の遺跡が多くあることから、古くから人が定住し津波の目撃談も残された可能性がある。参考文献 16), 17) では春採湖のボーリングコアから津波の発生年代を推定し、13世紀と17世紀に大規模な津波があったことを示す結果を得

ている。一方現在は市街地となっている釧路川より西の海岸部は、都市化される前は標高数mの砂丘で背後の湿原よりやや高い地形だった。この砂丘地には擦文文化期の遺跡が報告されているが¹⁸⁾、明治期に鳥取県士族により開拓がはじまるまでの数百年間

表-2 歩行速度 P_1

P_1	老人単独歩行: 1.3m/sec(平均)
	群衆歩行: 0.88~1.29m/sec(晴眼者)
	障害者の歩行: 0.91m/sec (平均, 車いす利用の場合)

表-4 避難可能距離 L_1

市町村名	避難可能距離(m)
大楽毛地区	489
釧路川右岸地区	501

は定住者もほとんどなかったと思われる¹⁹⁾。なお、擦文文化は北海道に特有の文化区分で本州の文化区分では飛鳥時代から平安時代に相当する²⁰⁾。

(3) 予想される津波被害

釧路市では従来根室沖から十勝沖を震源とするマグニチュード 8.6 のいわゆる 500 年間隔地震などを想定したハザードマップの整備、避難施設の指定を行ってきた^{21), 22)}。500 年間隔地震津波ハザードマップ(図-4)では沿岸部の港湾地区では浸水深 2m 以上、市街地中心部から釧路川下流部右岸では浸水深 1~2m 未満あるいは 1m 未満とされている。また、西部の大楽毛(おたのしけ)地区では沿岸部で浸水深 1m 未満と予測されている。避難施設としては広域避難場所 126 箇所、指定避難場所 181 箇所に加え、津波緊急一時避難施設として、ホテル、小・中学校、民間施設 42 箇所を市街地中心部などに指定している。

一方、北海道防災会議が 2012 年 6 月に公表した報告書¹⁾では、市内のかなり広範な地域への浸水が予測されている(図-5)。沿岸部各所の沖合の水深 10m 地点での最大水位は 9.1~15.1m で到達時間は約 30 分である。釧路川より西側では全域で浸水が予測され、浸水深は海岸近くでは 10m 以上、内陸側でも 3m 以上となっており、津波は市街地後背の湿原にまで到達する。東部の春採湖周辺では海に面した千代の浦では 10m 以上、最奥部の東岸でも 6~10m 以上の浸水深となっている。また釧路川を遡上する津波が、左岸の城山、貝塚で浸水し、市街地東側の高台を取り囲むようになる。この予測結果は上述のアイヌの口碑伝説と整合的である。図-5 から浸水範囲を大まかに読み取り、各町の人口および面積データ^{23), 24)}から浸水面積と浸水範囲内の人口を概算した。浸水範囲は釧路市(市町村合併前の旧釧路市)の面積の約 8 割、人口は 10 万人以上となった。住民 10 万人

表-3 津波最大高さ L_t

対象地区	津波最大高さ(計算使用数値)(m)
大楽毛地区	10(12)
釧路川右岸地区	8(9)

が地震発生後 30 分間で市の東西の高台に避難することは非常に困難である。また避難誘導を行政が組織的に行うことは、人員数、情報や指示の伝達時間、職員の被災可能性を考えると必ずしも合理的ではない。したがって、当面は住民の自助による被害軽減を図るとともに、中長期的に都市構造の改善や、避難道路の整備などを進めることが必要と考えられる。本研究ではこのような予測される津波被害に対する被害軽減策の一環として、これまでは公的に避難施設として指定されていない、既存の構造物を活用することについての基本的な検討を行う。

3. 避難可能施設の検討

(1) 調査対象地域

本研究では、釧路市に巨大津波が来襲した場合の浸水面積が広大で、避難が必要な人口も多いことから、住民の自助的避難策として、既存の中高層建築物を活用することの可能性について検討する。

予備調査の結果、本研究での対象地区は図-1の①、②とした。①は大楽毛西・大楽毛・大楽毛北・大楽毛南の各町と星が浦北・星が浦大通・星が浦南の各町のうち星が浦川より西の地区であり、以下、大楽毛地区と記す。②は釧路川右岸の新釧路町・川北町・古川町・入江町・堀川町であり、釧路川右岸地区と記す。大楽毛地区は沿岸の低地であり区内を流れる阿寒川がある一方、避難できるような高い建物が少ない。標高は約 5m 程度で最大想定津波のような大規模の津波が発生した際には地域全体が水没する可能性がある。釧路川右岸地区は標高が約 2m 以下であり、堤防高さも低い。中心市街地から近く比較的住宅が密集している。高い建物は川沿いには少なく、川よりやや内陸にはアパート、マンションなどの高い建物があるものの古いものが多い。

(2) 現地調査による建物などの選定

本研究では対象地域と隣接した地域で避難可能な建物の状況を調べるため現地調査を行なった。大楽毛地区では山側にバイパス道路である釧路新道の整備が完了しているため、釧路新道に架かる橋梁やカルバートも調査対象とした。

現地調査ではレーザー距離計 Nikon



図-6 大楽毛地区の避難場所と避難可能範囲

表-5 選定した避難場所（大楽毛地区）

町区分	コード	建物の高さ(m)	建築物区分	屋上の有無
大楽毛西	A1	16.5	大学及び専門学校	○
	A2	12.0		○
	A3	15.6	共同住宅	×
	A4	14.5		×
	A5	14.5		×
大楽毛	B1	15.9	病院	○
	B2	12.0	中学校及び高校	○
	B3	13.1	共同住宅	○
	B4	13.1		○
	B5	13.1		○
大楽毛北	C1	16.6	高校	○
大楽毛南	D1	12.0	大学及び専門学校	○
星が浦南	E1	13.9	処理施設	○
星が浦大通り	F1	13.1	共同住宅	○
釧路新道	G1	9.1	(橋梁)	/
	G2	7.8		
	G3	8.6		
	G4	8.4		
	G5	6.1		
	G6	5.6		

LASER1000AS と GPS 機能付きデジタルカメラ CASIO EX-H20G を用いた。距離計は構造物の高さを測定するために、デジタルカメラは建物の状況と位置を記録するために用いた。距離計による高さの測定は、水平距離 10~50m 離れた位置で建物の壁面上端から 30~50cm 低い位置を照準して測定した。得られた値に、測定者の目の高さを加えた値を建物の高さとした。GPS 機能付きデジタルカメラで撮影した写真には位置情報が付属しているため、地図上に撮影位置を表示させて確認することができる。また、測定した建物について、屋上の状況、外階段など

により外部からの避難が可能かどうかなどを可能な範囲で調査した。

北海道防災会議による最大想定津波では大楽毛地区の沿岸部で浸水深約 10m、釧路川右岸地区において浸水深約 8m になると想定されている。そのため、大楽毛地区では高さ 15 m 以上、または 12m 以上で屋上のある建物を選定する。その理由としては、建物の高さを 1 階当たり 3m と仮定すると、浸水深 10m の場合 4 階だと $3 \times 4 = 12$ m の高さとなるが、4 階部分が 1m 浸水してしまうため危険である。そのため 4 階で屋上のある建物または 5 階以上の建物を目安として上記の値を決定した。釧路川右岸地区も同様の理由で、釧路川右岸地区では高さ 12m 以上または 9m 以上で屋上のある建物を選定した。なお、建物の選定に際しては、構造上の耐震性や津波に対する安定性、災害発生時の入口の開放も考慮することが必要であるが、ここでは基礎的検討として高さのみを基準として選定した。また、釧路新道の橋梁については、上記で定めた高さに達していないものの道路沿いに避難できることを考慮して、道路との立体交差点を避難場所とした。

(3) 避難可能距離の算出と避難可能範囲の可視化

上述のようにして選定した建物に対する避難可能距離の算出を行なった。避難する方法としては高い

表-6 選定した避難場所（釧路川右岸地区）

町区分	コード	建物の高さ(m)	建築物区分	屋上の有無	
新釧路町	H1	8.8	共同住宅	○	
	H2	8.4		○	
川北町	I1	10.8	工場	○	
	I2	21.5	共同住宅	○	
	I3	11.0		×	
	I4	11.0		×	
	I5	11.0		×	
	I6	11.0		×	
	I7	11.0		×	
	I8	11.0		×	
	I9	13.0		○	
	I10	11.6		○	
	I11	15.0		×	
	I12	15.0		×	
	I13	11.0		×	
	I14	13.8		×	
堀川町	J1	10.6		共同住宅	×
	J2	10.6	×		
	J3	10.6	×		
	J4	10.6	×		
	J5	11.1	×		
	J6	11.1	×		
	J7	20.6	○		
	J8	10.6	×		
	J9	13.6	×		
	J10	14.0	○		
	J11	20.4	○		
古川町	K1	16.0	処理施設	×	
	K2	14.0	共同住宅	×	
	K3	9.8		○	
入江町	L1	12.6		病院	○
	L2	18.8	共同住宅	×	
	L3	21.6		×	
光陽町	M1	12.4		小学校	○
	N1	12.6	小学校	○	
	N2	13.2	役所	○	
	N3	13.2	病院	×	
	双葉町	N4	15.0	共同住宅	○
		N5	14.6		×
		N6	14.6		×
		N7	14.6		×
		N8	14.6		×
		N9	14.6		×
		N10	14.6		×
		N11	14.6		×
		N12	14.6		×
N13		14.6	×		
松浦町	O1	10.8	共同住宅	○	
	O2	14.6		○	
	O3	12.6		○	
	O4	12.6		×	
川上町	P1	13.4	共同住宅	○	
	P2	14.8		○	
	P3	31.6		○	
	P4	34.6		○	
	P5	24.6		○	
	P6	16.6		○	
旭町	Q1	15.6	社会福祉施設	○	
	Q2	12.0	商業施設	○	
	Q3	10.6		○	
	Q4	27.4	共同住宅	○	
	Q5	21.6		○	
	Q6	29.2		○	
	Q7	11.4		○	
	Q8	12.4		×	
	Q9	21.0		○	

$$t_1 = L_t / P_2 \quad (2)$$

ここで、

L_1 : 高台への避難可能距離 (m)

P_1 : 歩行速度 (m/秒) = 0.9m/秒 (表-2)^{27),28)}

T : 避難に使用できる時間 (秒) = 600 秒

t_1 : 津波が届かない高い建物へ階段を用いて上るのに要する時間 (秒)

L_t : 津波最大高さ (m) (表-3)

P_2 : 階段昇降速度 (m/秒) = 0.21m/秒²⁷⁾

P_1 は参考文献 27), 28) を参考に 0.9 m/秒に設定した。避難に使用できる時間 T は 600 秒 (10 分) とする。これは、北海道防災会議による最大想定津波の予測到達時間として 31~32 分とされていることと、参考文献 29) の調査により、東日本大震災における地震発生から避難開始までに要した時間は生存者で平均 19 分、亡くなった方は平均 21 分であったことに基づく。この避難開始までに要した時間と最大想定津波の予測到達時間 31~32 分を比較すると、避難に使用できる時間 $T=600$ 秒 (10 分) はやや安全側の数値となる。 t_1 で用いる津波最大波高 L_t は前節で決定したように表-3 の値を用い、階段・上り昇降速度 P_2 は参考文献 27) を参考にした。以上により各対象地域の避難可能距離を計算すると表-4 のようになった。なお、建物への避難を論じる場合には、建物の収容力と範囲内の人口も勘案することも必要と思われるが、本研究では地区ごとの一般的な傾向を把握することを主目的として考慮していない。

後述する現地調査で選定した避難場所と表-4 の避難可能距離を ArcGIS10.0 に入力して避難可能範囲を可視化した。

GIS に入力する基礎データとして、国土地理院の基盤地図情報ダウンロードサービスで提供されている基盤地図情報縮尺レベル 25000 を用いた²⁴⁾。基盤地図情報ダウンロードサービスで提供されるデータは北海道全域の基盤地図情報であるため、ArcMap 上で対象地域のデータのみを抽出した。次に、各地区で選定した建物を基盤地図情報の建築物データから選択してエクスポートすることにより避難場所のレイヤを作成した。釧路新道の橋梁については、当該位置に新しくデータを追加して建築物と同様の処理を行うこととした。

次に各避難場所を中心とした避難可能範囲を ArcToolBox のバッファを用い可視化する。バッファの入力フィーチャには、円の中心となる避難場所のレイヤを選択し、距離は表-4 で算出した避難可能距離を入力する。さらに ArcToolbox の多重バッファ

建物に徒歩で避難すると仮定する。高い建物・高架橋への避難が可能な範囲の算出方法としては、参考文献 25), 26) を参考に、次の式 (1), (2) で計算される距離によって判断する。

$$L_1 = P_1 \times (T - t_1) \quad (1)$$



図-7 釧路川右岸地区の避難場所と避難可能範囲

を用いて、前述のバッファと同じ手順によって円が重なり合わないよう図形をグラデーションにして中心に近いほど濃く表示する。これは、避難は直線的に行われるのではなく道のりに沿うものであるため、各円の外縁部では条件によって対象の建物に避難できる可能性が低くなることを感覚的に表現したものである。

(4) 大楽毛地区の避難可能範囲と考察

表-5 および図-6 は大楽毛地区に関する避難場所と避難可能範囲である。図-6 において橙色の円は建築物に関する避難可能範囲、緑色の円は橋梁に関する避難可能範囲となっている。

まず、当地区の地理について説明する。阿寒川が図の中央やや西側で湾曲しながら南へ流れている。緑の円を結ぶ道路はバイパス道路の釧路新道で水色の点が橋梁とボックスカルバートである。釧路新道はほぼ全線が土工で施工されており、阿寒川より西側は崖に沿って切土と盛土が混在し、東側は盛土区間である。釧路新道の北側は農地が湿原であり人家はほとんどない。

阿寒川は河口近くで西に湾曲しているが、その東側が大楽毛駅を中心とする市街地である。この市街地を東西に貫くように JR 根室本線と国道が走っている。国道は阿寒川を渡った地点で帯広へ向かう 38 号（西向き）と、北見方面へ向かう 240 号（北向き）

に分かれる。さらに、この図の範囲より西側の丘陵上に釧路空港がある。

大楽毛市街地の北東側の避難場所が無い部分は、製紙工場とその敷地である。図中の東側は住宅地、商業施設、工業施設、農地、未利用地が混在している。阿寒川西側の大楽毛西はやや標高が高く、湾曲部より上流側は高等専門学校とその周辺は住宅地となっている。下流側は国道や鉄道を挟んで海岸近くに水産団地が立地している。

次に現地調査で選定した避難場所について考察を加える。阿寒川右岸の大楽毛西は地区内ではやや標高が高く、高等専門学校の建物など避難可能な場所も比較的多くある。このため周辺の住宅地の避難場所としての機能が果たせると期待できる。さらにこの地区は、西側の丘陵上にある釧路空港に近く、北見方面から山地を経て釧路に至る国道 240 号線と釧路新道が交差する点でもあるため、発災時の救援拠点となる可能性もある。一方、海岸部の水産団地については、現状では候補となる避難建物が見受けられなかったが、団地内に避難可能な構造物を設けるとともに、自動車による釧路新道への避難を検討することで安全性を向上させることが期待できる。

阿寒川左岸の大楽毛市街地は、避難場所として病院 1 棟（コード B1）が選定された。本研究では建物の収容力については検討していないが、避難建物を充実させることと、隣接する製紙工場用地の活用が考えられる。海岸部の大楽毛南は、避難場所の空白域になっている。この地域は現状では住宅やその他の建物も少ないため、自動車と徒歩を組み合わせた避難を検討することができると考えられる。

調査範囲東側の地域は、中層の建物が分散して存在しており、これらを活用することで緊急時の安全性がある程度確保できると考えられる。しかしながら、大楽毛北などでは円の外側に住宅地がある部分もあるので、避難建物の充実と後背の釧路新道との効果的な連携を検討する余地がある。全体として当該地区は、東西 4.5km 南北 2km ほどの範囲であるが場所により状況が異なる。緊急時に一時避難が可能と思われる施設の分布にも偏りがあるが、避難施設の充実と効果的な自動車での避難も検討することで、地域の安全性を向上させることが可能と考えられる。

また、釧路新道については津波浸水予測図では、浸水の可能性が指摘されているものの、周辺より標高は高く浸水深は浅いため、効果的に活用することで地区の安全性を高めることが期待される。

(5) 釧路川右岸地区の避難可能範囲と考察

表-6 および図-7 は釧路川右岸地区に関する避難場所と避難可能範囲である。

まず、当地区の地理について説明する。調査対象地域は図中の水色線で囲まれた部分であり、長さ方向は約 2km、横断方向は約 1km の範囲である。調査範囲の東縁は釧路川、南縁は JR 根室本線、古川町の北東縁は釧路川支流のアセツリ川である。

新釧路町、川北町、堀川町は鉄北地区と呼ばれる地区の一部であり、JR 釧路駅および市中心部は調査範囲の南西に隣接している。古川町、入江町は愛国地区と呼ばれる地区の一部であり、鉄北地区と愛国地区の境界は旧運河を埋め立てた帯状の柳町公園になっている。両地区とも西側に市街地が連なっている。

調査範囲内の東側は釧路川に並行して国道 44 号線が通過しており、新釧路町南端の JR 根室本線とはアンダーパスで交差している。アンダーパス内の標高は海拔 0m 以下である。釧路川を挟んだ対岸は台地上の地形になっているが、古川町の北東の貝塚大橋と新釧路町の南東の旭橋で渡河することとなる。

対象地区内の内、国道沿線の新釧路町には橋梁工場や木材加工場があり、古川町には下水終末処理場があるものの、それ以外は住宅と中小の商工業施設などで構成される市街地になっている。住宅は戸建住宅、2・3 階程度の民間アパート、中高層の公営住宅や民間マンションが混在している。なお、調査範囲は図-7 中の水色線で囲った範囲であるが、隣接地域に避難可能な建物がある場合は、当然そちらへの避難も考えられるため隣接地域の建物についても調査を行った。

次に現地調査で選定した避難場所について考察を加える。選定された建物は公営住宅や民間マンションを中心に 67 棟であった。新釧路町、古川町、入江町には選定された建物は少ないが、隣接地域にある建物の避難可能範囲内に入っており、調査範囲全体で空白は無くなっている。当地区では本研究で取り上げたような共同住宅などを避難場所にするので、「命を守る」防災を達成できると期待できる。しかしながら、地域内の人口も多いため建物の収容力についても今後は検討する必要がある。

実際にこれらの建物を緊急時の一時的な避難施設として活用するためには、建物の耐震性の確認などの物理的な面に加えて、避難時の入口の開放などの具体的な手順についても仔細な検討が必要になる。さらに冬季間など避難者が避難場所に留まることが難しい場合には、多数の避難者を速やかに救出する方法についても検討が必要であろう。

一方で津波避難の基本的な目標地点は、あくまでも安全な高台などであるとの考えに立てば、避難道路についても検討する必要がある。当地区は幹線国道が海拔 0m 以下を通過することや、東側の高台に渡る橋が限られていることから地区外への短時間の避難には課題が多くある。高台への避難道路を新設することや長期的には居住地域の高台移転の促進も考慮すべきである。また、当地域には下水処理場や行政の出先機関、赤十字血液センターなど、被災した場合の影響が大きい施設も点在している。これらの施設については、個別に高い津波対策を施すことが必要であろう。

4. おわりに

本研究は釧路市を対象として、その地理的特徴と既往の津波災害ならびに 2012 年に公表された最大の想定津波について纏めるとともに、今後の総合的な減災対策の構築に向けた基礎的な検討を行ったものである。釧路市では明治期以降は人的被害を伴う津波災害は報告されていないものの、それ以前には大規模な津波が発生した可能性があり、それは 2012 年の津波浸水予測と整合的であった。今後の減災対策として、既存の建築物や道路施設を緊急で一時的な避難場所として用いることについて市内の大楽毛地区と釧路川右岸地区を対象に現地調査を踏まえた検討を行った。その結果、各地点の地理的条件は異なるものの、建物への一時的な避難や自動車による道路施設への避難を効果的に行えば、人的被害を防止することはおおむね可能と思われる結果となった。既存の建物などを避難場所として活用するためには個別に具体的な検討と取り組みが必要であり、市民のより深い理解と積極的な取り組みが望まれる。一方、避難建物や避難道路の整備は必ずしも十分な水準ではなく、長期的には都市構造を抜本的に見直す必要もあると思われる今後の課題である。

謝辞：本研究の実施にあたり、北見工業大学の早川博准教授には GIS の取り扱いについてご指導いただきました。北見工業大学の伊藤陽司准教授、高橋清教授、渡邊康玄教授には示唆に富む有益な助言をいただきました。東邦コンサルタント(株)の工藤英雄氏、釧路市立博物館の戸田氏には貴重な情報を提供いただきました。ここに記して感謝申し上げます。

参考文献

1) 北海道防災会議地震火山対策部会地震専門委員会：北

- 海道太平洋沿岸に係る津波浸水予測図について, <http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sm/ktk/bsb/tunami/index.htm>, 2012.
- 2) 国土地理院: 電子国土基盤図, 平成 21 年 8 月 31 日, <http://portal.cyberjapan.jp/site/mapuse/index.html>, 2009.
 - 3) 釧路市: 釧路市勢要覧 2012, http://www.city.kushiro.hokkaido.jp/www/contents/1339631654627/files/youran2012_all.pdf, 2012.
 - 4) 気象庁: チリ地震被害報告, 気象庁技術報告第 8 号, 1961.
 - 5) 第一管区海上保安本部: 第一管区海上保安本部調査報告, 1968 年十勝沖地震調査報告, pp275-306, 1968.
 - 6) 都司嘉宣, 荒井賢一: 北海道東方沖地震の津波, 平成 6 年文部省科学研究費総合研究(A)突発災害(NO. 06306017)調査研究成果報告書 平成 6 年(1994)北海道東方沖地震およびその被害に関する調査研究, pp181-190, 1995.
 - 7) 北海道建設部: 過去に発生した道内各地域の主な地震被害, <http://www.pref.hokkaido.lg.jp/kn/ksd/jisshinhighai.htm>, 2011.
 - 8) 岡田成幸, 豊田信博: 1994 年北海道東方沖地震に対する地域行政体の対応, 平成 6 年文部省科学研究費総合研究(A)突発災害(NO. 06306017)調査研究成果報告書 平成 6 年(1994)北海道東方沖地震およびその被害に関する調査研究, pp. 197-210, 2005.
 - 9) 平成 15 年十勝沖地震北海道災害対策釧路地方本部: 平成 15 年(2003 年)十勝沖地震に係る対策及び被害, 釧路総合振興局, <http://www.kushiro.pref.hokkaido.lg.jp/ts/tss/bousai/H15tokatiokihigai.pdf>, 2003.
 - 10) 警視庁: 平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震の被害状況と警察措置, 警察庁緊急災害警備本部広報資料, 平成 24 年 9 月 12 日, <http://www.npa.go.jp/archive/keibi/biki/higaijokyo.pdf>, 2012.
 - 11) 釧路市測量設計事業協会: 平成 23 年東北地方太平洋沖地震津波 浸水状況調査, 2011.
 - 12) NHK 札幌放送局: 北海道クローズアップ その時 どう逃げ切るか ~津波新想定 of 衝撃~, 2012 年 9 月 7 日放送, <http://www.nhk.or.jp/sapporo/kitakuro/archives/2012.html#120907>, 2012.
 - 13) 澤田恭平: 釧路市における地震・津波痕跡, 釧路市立博物館報, No. 409, pp. 3-5, 2012.
 - 14) 佐藤直太郎: 続・佐藤直太郎郷土研究論文集, 釧路叢書第 9 巻, 釧路市, 1968.
 - 15) 清水水康博: 北海道における津波に関するアイヌの口碑伝説と記録, 歴史地震, 第 20 号, pp. 183-199, 2005.
 - 16) 七山太, 牧野彰人, 佐竹健治, 古川竜太, 横山芳春, 中川充: 釧路市春採湖コア中に認められる, 千島海溝沿岸域における過去 9000 年間に生じた 20 層の津波イベント堆積物, 活断層・古地震研究報告, No. 1, pp. 233-249, 2001.
 - 17) 添田雄二, 七山太: 北海道東部太平洋沿岸, 春採湖コア中に認められる急激な古環境変化と巨大地震津波との関係, 地学雑誌, vol. 114 (4), pp. 626-630, 2005.
 - 18) 澤四朗, 西幸隆, 松田猛: 釧路市大楽毛砂丘の遺跡について, 釧路市立郷土博物館紀要, 第 9 輯, pp. 37-42, 1982.
 - 19) 佐藤尚: 釧路川紀行, 釧路新書 2, 釧路市, 1977.
 - 20) 長沼孝, 榎森進, 田端宏, 三浦泰之, 池田貴夫, 越田賢一郎: 北海道の歴史〈上〉古代・中世・近世編, 北海道新聞社, 2011.
 - 21) 釧路市: 釧路市地域防災計画ダイジェスト版, <http://www.city.kushiro.hokkaido.jp/www/contents/1179905321239/files/digest1104.pdf>, 2007.
 - 22) 釧路市: 500 年間隔地震津波ハザードマップ, <http://www.city.kushiro.hokkaido.jp/www/contents/1141823239893/files/tunamia1201.pdf>, 2012.
 - 23) 釧路市: 平成 23 年釧路市統計書, <http://www.city.kushiro.hokkaido.jp/icity/browser?ActionCode=content&ContentID=1148520703145&SiteID=0>, 2012.
 - 24) 国土地理院: 基盤地図情報ダウンロードサービス, 2012 年 9 月 1 日, <http://fgd.gsi.go.jp/download/#>, 2012.
 - 25) 津波避難ビル等に係るガイドライン検討会, 内閣府政策統括官(防災担当): 津波避難ビル等に係るガイドライン, 2005.
 - 26) 大塚久哲, 箆島隆司, 梶田幸秀, 山崎智彦: 立地条件を考慮した東北地方太平洋沿岸地域の津波避難支援, 土木学会論文集 A1(構造・地震工学), Vol. 68, No. 4(地震防災工学論文集第 31-b 巻), pp. I_1081-1090, 2012.
 - 27) 足立啓, 小松和郎, 荒木兵一郎: 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計画系 55(建築計画・農村計画), pp. 1233-1234, 1980.
 - 28) 芳村隆史, 早瀬秀雄, 荒木兵一郎: 視覚障害者の安全歩行空間計画に関する研究(その 4) 駅構内における歩行追跡調査, 日本建築学会大会学術講演梗概集計画系 55(建築計画・農村計画), pp. 1229-1230, 1980.
 - 29) 株式会社ウェザーニューズ: 東日本大震災 津波調査(調査結果), http://weathernews.com/ja/nc/press/2011/pdf/20110908_1.pdf, 2011.

(2012. 9. 21 受付)

A BASIC STUDY OF TSUNAMI EVACUATION TO SHELTER BUILDINGS AND CIVIL STRUCTURES IN KUSHIRO CITY

Yasunori MIYAMORI, Kota UCHIUMI, Toshiaki SHIMIZU, Shintaro YAMASAKI
and Hisanori OTSUKA

A result of basic study of tsunami evacuation in Kushiro City is presented. The city has not experienced severe tsunami event since the Meiji era. However a legend of native people and geological data show the evidence of super large scale tsunami before the era. In 2012, new tsunami simulation was delivered from the Hokkaido prefectural government and it shows very wide area of the city would be suffered by a tsunami disaster. For the mitigation of such tsunami disaster, temporally evacuation to existent buildings and civil structures are proposed. From on-site investigation, loss of life could be avoided by the proposed policy in consideration with evacuation area.