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学生員 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学生員 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@mail.kitami-it.ac.jp

⁵フェロー 九州大学大学院教授 工学研究院社会基盤部門 (〒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ついて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 evacuation 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、釧路港は国際バルク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、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

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⁾

峻している。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部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

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-3 津波最大高さ L_r

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)

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、最奥部の湖東岸でも 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最大級の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

表-4 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	L1	L2	避難可能距離	建設年(1980年以降)
大楽毛西	A1	16.5	大学及び専門学校	○	489	556	489	不明
	A2	12.0		○	489	764	489	不明
	A3	15.6	共同住宅	×	489	304	304	×
	A4	14.5		×	489	236	236	×
	A5	14.5		×	489	225	225	×
大楽毛	B1	15.9	病院	○	489	475	475	○
	B2	12.0	中学校及び高校	○	489	400	400	不明
	B3	13.1		○	489	195	195	×
	B4	13.1	共同住宅	○	489	202	202	×
	B5	13.1		○	489	205	205	×
大楽毛北	C1	16.6	高校	○	489	440	440	○
大楽毛南	D1	12.0	大学及び専門学校	○	489	626	489	×
星が浦南	E1	13.9	処理施設	○	489	757	489	不明
星が浦大通り	F1	13.1	共同住宅	○	489	199	199	不明
釧路新道	G1	9.1	(橋梁)		489		489	○
	G2	7.8			489		489	○
	G3	8.6			489		489	○
	G4	8.4			489		489	○
	G5	6.1			489		489	○
	G6	5.6			489		489	○

表-5 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	L1	L2	避難可能距離	建設年(1980年以降)
新釧路町	H1	8.8	共同住宅	○	501	101	101	不明
	H2	8.4		○	501	115	115	不明
川北町	I1	10.8	工場	○	501	168	168	○
	I2	21.5	共同住宅	○	501	299	299	○
	I3	11.0		×	501	101	101	×
	I4	11.0		×	501	105	105	×
	I5	11.0		×	501	90	90	×
	I6	11.0		×	501	93	93	×
	I7	11.0		×	501	95	95	×
	I8	11.0		×	501	97	97	×
	I9	13.0		○	501	99	99	×
	I10	11.6		○	501	113	113	×
	I11	15.0		×	501	133	133	×
	I12	15.0		×	501	138	138	×
	I13	11.0		×	501	136	136	○
	I14	13.8		×	501	155	155	×
堀川町	J1	10.6	共同住宅	×	501	99	99	×
	J2	10.6		×	501	130	130	×
	J3	10.6		×	501	120	120	×
	J4	10.6		×	501	106	106	×
	J5	11.1		×	501	118	118	○
	J6	11.1		×	501	119	119	○
	J7	20.6		○	501	212	212	○
	J8	10.6		×	501	90	90	×
	J9	13.6		×	501	155	155	×
	J10	14.0		○	501	177	177	×
	J11	20.4		○	501	312	312	×
古川町	K1	16.0	処理施設	×	501	381	381	×
	K2	14.0	共同住宅	×	501	131	131	×
	K3	9.8		○	501	68	68	不明
入江町	L1	12.6	病院	○	501	116	116	○
	L2	18.8	共同住宅	×	501	173	173	○
	L3	21.6		×	501	283	283	○
光陽町	M1	12.4	小学校	○	501	195	195	○
双葉町	N1	12.6	小学校	○	501	210	210	○
	N2	13.2	役所	○	501	139	139	○
	N3	13.2	病院	×	501	239	239	×
	N4	15.0	共同住宅	○	501	259	259	○
	N5	14.6		×	501	338	338	○
	N6	14.6		×	501	338	338	○
	N7	14.6		×	501	338	338	○
	N8	14.6		×	501	338	338	○
	N9	14.6		×	501	338	338	○
	N10	14.6		×	501	338	338	○
	N11	14.6		×	501	338	338	○
	N12	14.6		×	501	338	338	○
	N13	14.6		×	501	338	338	○
松浦町	O1	10.8	共同住宅	○	501	130	130	○
	O2	14.6		○	501	214	214	○
	O3	12.6		○	501	70	70	×
	O4	12.6		×	501	104	104	○
川上町	P1	13.4	共同住宅	○	501	105	105	○
	P2	14.8		○	501	149	149	○
	P3	31.6		○	501	346	346	○
	P4	34.6		○	501	253	253	○
	P5	24.6		○	501	277	277	○
	P6	16.6		○	501	162	162	○
旭町	Q1	15.6	社会福祉施設	○	501	180	180	○
	Q2	12.0	商業施設	○	501	112	112	×
	Q3	10.6		○	501	82	82	○
	Q4	27.4		○	501	522	501	○
	Q5	21.6	共同住宅	○	501	280	280	○
	Q6	29.2		○	501	0	0	×
	Q7	11.4		○	501	101	101	○
	Q8	12.4		×	501	56	56	○
	Q9	21.0		○	501	301	301	○

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

図-7 釧路川右岸地区の避難場所と避難可能範囲

表-6 検討結果のまとめ

被災レベル	人命の損失	身体的被害※	家財の損害	日常生活への影響	対応する地域 (図-6.7との対応)	主な対応策
0	無	無	無	無	被災地域外	救援拠点の整備、浸水地域からの避難路整備
1	無	無	無	有	浸水しないがライフライン停止	避難場所の増設、浸水地域からの避難路整備、ライフラインの冗長化
2	無	無	有	有	浸水地域だが避難場所に安全に避難可能 (図-6.7の避難可能範囲内部)	避難の徹底、早期の浸水地域外への避難、避難場所での物資の備蓄、浸水地域外への避難路整備
3	無	有	有	有	浸水地域で避難可能だが、避難先が遠い、避難場所の設備が不十分 (図-6.7の避難可能範囲の外縁部、避難可能範囲で避難場所の設備が不十分な箇所)	素早い避難、避難場所での物資の備蓄、避難場所の増設、浸水地域外への避難路整備
4	有	—	有	有	浸水地域で避難場所が無い (図-6.7の避難可能範囲外)	素早い避難、避難場所の建設、避難場所が十分ある地域や浸水地域外までの避難路整備

※ 避難行動中の怪我、避難場所に滞在中の病気

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。建物の耐震性については大まかな目安を1981年(昭和56年)の建築基準

法施行令の改正として、1980年発行の住宅地図²⁵⁾を利用してそれ以降に建築されたと推定される建物を後述の表-4、表-5に○で表した。

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比較的速やかに避難できる可能性を考慮して、道路との立体交差

部を避難場所とした。

(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、文献26), 27)を参考に、次の式(1)、式(2)で計算される距離によって判断する。

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

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

ここで、

L_1 : 建物への避難可能距離 (m)

P_1 : 歩行速度 (m/秒) = 0.9m/秒 (表-2)^{28), 29)}

T : 避難に使用できる時間 (秒) = 600 秒

t_1 : 津波が届かない高さへ階段で上る所要時間 (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²⁸⁾

P_1 は文献28), 29)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30)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 は文献28)を参考にした。さらに、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なる。本研究では次の式(3)を用いて建物の概算収容力と周辺の人口密度から避難可能距離 L_2 を算出した。

$$L_2 = \sqrt{\frac{C}{D} \pi} \quad (3)$$

ここで、

L_2 : 収容力を考慮した建物への避難可能距離 (m)

C : 収容可能人数 (人)

D : 地域人口密度 (人/m²)

収容可能人数 C については基盤地図情報²⁴⁾で得られた建物の面積に対して、避難場所として利用可能と考えられる階数(屋上が利用可能な場合も屋上も

含む)を乗じ、1名あたりの面積として3m²を除した値を用いた。また、地域人口密度 D は基盤地図情報における当該町域の面積と釧路市統計書²³⁾における当該町域の人口から算出した。

以上で求めた L_1 および L_2 のうち、値の小さなものを避難可能距離として取り扱うこととし、現地調査で選定した避難場所と避難可能距離を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に対して、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、フィールドは上述の避難可能距離を入力した「避難可能距離」フィールドを選択する。さらにディゾルブタイプはALLを選択し、円が重なり合わないような図形を作成する。図形は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-4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白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か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。

図-6中央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より海岸側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。現状では住宅地の一部が避難可能範囲から外れるものの、避難意識の向上でより長い避難可能時間を確保できれば、避難場所への避難は可能と期待できる。さらにこの地区は、西側の丘陵上にある釧路空港に近く、北見方面の内陸部から釧路に至る国道240号線と釧路新道が交差する点でもある。このため発災時の救援拠点を後背の丘陵上に整備することが今後の検討課題として考えられる。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なかったが、団地内に緊急的な避難可能な構造物を設けるとともに、自動車により釧路新道を経て浸水範囲外へ避難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。本研究では駅周辺の住宅密集地は範囲内になったが、隣接地域からの受け入れも含めて収容力の詳細な検討がさらに必要である。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で隣接地域に避難を検討することができると思われる。

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思われる。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。中長期的には道路のかさ上げや、標高の高い避難場所を隣接して造成するような対策が考えられる。

(5) 釧路川右岸地区の避難可能範囲と考察

表-5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で、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ほとんど無くなっている。したがって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事で、「命を守る」防災を達成できると期待できる。ただし、川北町や堀川町の共同住宅では建設年が古い建物が多いため、建物の構造や耐震性および利用状況に応じた収容力に関する詳細な検討も具体策を策定する際には必要である。

また、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、避難時の入口の開放などの具体的な手順についても検討が必要になる。通常は一般の住宅となっているため、食料などの物資の備蓄や冬季間など避難者が避難場所に長時間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。このような点について、津波避難の基本的な目標地点は安全な高台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。

(6) 検討結果のまとめ

本研究では、釧路市のうち大楽毛地区と釧路川右岸地区を対象範囲として、現地の状況に基づく既存構造物への津波に対する避難可能性を検討した。津波によって受ける被害を人命、怪我や病気、家財の損害、日常生活への影響に分けて階層化し、それぞれのレベルに対して上記の検討結果を整理して表-6を作成した。表-6では被災地域外をレベル 0 とし、直接浸水しない地域でもライフラインの停止などで影響を受ける地域をレベル 1、浸水地域で安全に避難ができ、避難先で食料や物資が利用可能で人命や身体への被害がほとんど無い場合をレベル 2、避難中に津波に遭遇して怪我をしたり避難先の環境が不十分で病気になる人が発生する場合をレベル 3、避難できずに死者が発生する場合をレベル 4 とした。

図-6、図-7 で対象とした地域は全域で浸水が予測されるのでレベル 2 以上となる。このうち、図中で色づけされた範囲は安全に避難可能と考えられるためレベル 2 となる。このような地域では、より確実に避難できるよう訓練の徹底や、避難中に必要な物資の充実が対応策の中心となるだろう。また、早期に浸水地域外に避難ができればより安全性が向上するので避難路の整備も考えられる。次に色づけされた範囲の外縁部は場合によっては避難行動が完了する前に津波が到来する可能性がありレベル 3 と考えられる。このような場合には、式 (1) の避難に使用できる時間 T を長くするために素早く避難を行うとともに、避難場所の増設も検討されるべきである。図-6、図-7 で避難可能範囲外となった場所は現状で

はレベル 4 となるが、レベル 3 と同様の迅速な避難や避難場所の設置で安全性の向上を図るほか、避難場所が十分ある隣接地域へ自動車などで迅速に避難できるよう避難路の整備も有効と考えられる。避難場所の建設が有効であることは明らかだが、そのような対策が短期的に難しい場合でも、避難時間 T がより長くなれば、避難可能範囲が広がるためレベル 3, 4 はより安全なレベルへの移行が期待できる。

本研究では釧路市内の一部地区を対象として調査を行ったが、他の地区でも比較的容易に同様の検討を行うことができるため、本研究の手法は都市全体の津波減災対策を進める上でも有効と考えられる。

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。また、冬季間の対策についても別途検討が必要である。

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.（2012年7月1日閲覧）
- 2) 国土地理院：電子国土基盤図，<http://portal.cyberjapan.jp/site/mapuse/index.html>，2009.（2012年8月21日閲覧）
- 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.（2012年9月20日閲覧）
- 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，pp.275-306，1968.
- 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，pp.181-190，1995.
- 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.（2012年8月21日閲覧）
- 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.（2012年8月21日閲覧）
- 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，<http://www.npa.go.jp/archive/keibi/biki/higaijokyo.pdf>，2012.（2012年9月12日閲覧）
- 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 ～津波新想定への衝撃～，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) 清水永康博：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.（2012年9月20日閲覧）
- 22) 釧路市：500年間隔地震津波ハザードマップ，<http://www.city.kushiro.lg.jp/common/000008812.pdf>，2012.（2013年2月8日閲覧）
- 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.（2012年9月20日閲覧）
- 24) 国土地理院：基盤地図情報ダウンロードサービス，<http://fgd.gsi.go.jp/download/#>，2012.（2012年9月1日閲覧）
- 25) 日本地図編集社：釧路市住宅明細地図昭和55年度版，1980.
- 26) 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.
- 27) 大塚久哲，箴島隆司，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.
- 28) 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.
- 29) 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.
- 30) 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年8月21日閲覧）

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

We discuss evacuation planning from tsunami disasters in Kushiro City. The city has not experienced severe tsunami disasters since the recorded history of the 19th century. However, "Ainu", an aborigine of Hokkaido, has been brought down past severe tsunami disasters by word of mouth. In addition, geological evidences indicate them as well. The Hokkaido Prefectural Government announced new data and maps obtained by the tsunami simulation that is reconstructed on account of the geological evidences of the past huge tsunami disasters. We performed on-site investigation by using geographical survey, and used GIS analysis. Then, we concluded that survivability will increase without new evacuation buildings for tsunami disasters if we use tall buildings and elevated highways which have been used, as temporal evacuation sites.