

津波からの避難時間に注目した社寺の 一時避難場所利用に関する有効性評価 ～東日本大震災で被災した宮城県石巻市北上町十三浜を対象として～

A study on potency of local shrines and temples as a tsunami shelter from the view point of
evacuation time in East Japan earthquake

～case study for Jyusanhama Kitakami town Isinomaki city Miyagi prefecture～

川邊悟史¹・林倫子²・大窪健之³

Kawabe Satoshi, Hayashi Michiko and Okubo Takeyuki

¹立命館大学院 理工学研究科 博士前期課程 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

Ritsumeikan University, Graduate school of Science and Engineering

²立命館大学助教 理工学部都市システム工学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

Research assistant professor Ritsumeikan University, Dept. of Civil Engineering

³立命館大学教授 理工学部都市システム工学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

Professor, Ritsumeikan University, Dept. of Civil Engineering

A lot of local heritages such as shrines and temples were used as a tsunami shelter when East Japan earthquake has occurred. Historical shrines and temples have moved each time when they experienced tsunami to avoid it. So shrines and temples have potential as a tsunami shelter. This paper intend to verify validity of reduction of evacuation time by shrines and temples.

Keywords: tsunami evacuation, evacuation time, location of local heritage, East Japan earthquake

1. はじめに

(1) 研究の目的と背景

2011年3月11日に発生した東日本大震災では、人々が津波から逃れるために社寺などの地域文化遺産へ逃げ込んだ事例が数多く存在する。歴史ある社寺などは、過去に津波災害を経験しては移動することを繰り返してきたため、災害に遭いにくい場所に立地している可能性がある。そのため社寺には津波発生時に一時避難場所として有効なものが多く存在すると考えられる。昨年にも大窪ら¹⁾による調査により東日本大震災の際に多くの地域文化遺産が避難所として活用されたことは報告されている。しかしながら、その社寺を避難場所として機能させた際の有効性に関する研究はない。そこで本研究では、宮城県石巻市北上町十三浜の

各集落を対象としてそれらの社寺が津波一時避難場所としてどれほど有効かを検証するために、地域の社寺を津波一時避難場所として機能させた場合、どれほどの人が避難所要時間を短縮できるか、短縮された時間の総量はどれほどになるかを避難経路とこれに応じた時間を積算することにより検証することを目的とする。

(2) 研究対象地域概要



本研究で対象とする宮城県石巻市北上町十三浜は、南三陸海岸の南端に位置し、山々が海にせまり絶壁をなしている地理的環境の上、津波避難ビルが存在しない大小 13 の漁村集落で構成されている。海岸線は比較的出入りが少ない方であるが、大小の島々が点在し、リアス式海岸の典型とも言える²⁾ため、東日本大

震災においても大きな被害が発生した。この地域は古くから三陸沖を震源とするプレート境界型地震による津波の被害に遭ってきた。縄文時代には貞観地震、現代でも、明治 29 年の明治三陸沖地震津波、昭和 8 年の昭和三陸地震津波、昭和 35 年のチリ津波により大きな被害を受けてきた。

以上より北上町十三浜が津波常襲地域であること、津波避難ビルの存在しない 13 の集落が存在し、集落ごとに社寺が存在していることから、同じ集落単位での比較が可能であり、他地域のリアス式海岸地形の漁村集落に適用するための研究汎用性があるため、この宮城県石巻市北上町十三浜を本研究の対象地域として選定した。

2. 対象地域における津波浸水範囲と社寺の距離関係

(1) 石巻市と女川町における社寺と津波浸水範囲との距離関係

石巻市、女川町内の社寺のうち津波浸水被害を受けたものと、浸水被害を辛くも免れ一時避難場所となりえたものの数を『東日本大震災津波詳細地図』に記載の津波浸水範囲をもとに調査した。ただし、後者については、『津波対策推進マニュアル検討報告書』において、津波避難可能な距離が 500m と定められていることから、津波浸水範囲から 500m 以内の社寺のみ

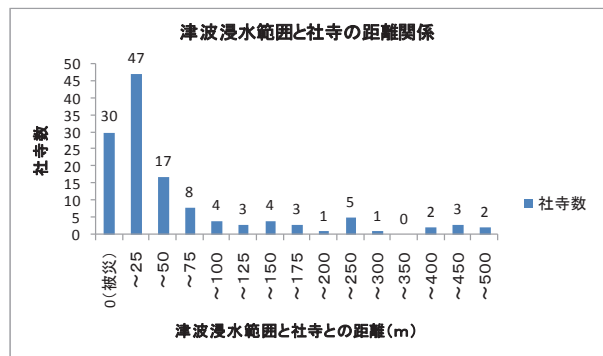


図 2 津波浸水範囲と社寺の距離関係

を対象とし、津波浸水範囲からの距離も計測した。対象となった社寺は、全 130 社寺にのぼるが、そのなかで 30 の社寺が津波浸水範囲内にあり、100 の社寺が津波浸水範囲から 500m 以内にあった。(図 2 参照) したがって、石巻市、女川町内でも、全 130 の社寺に当てはまるわけではないが、100 の社寺に

ついて、津波一時避難場所になりうる可能性を持っていたと考えられる。

(2) 十三浜における社寺の被害

十三浜における津波浸水範囲と社寺の距離関係を表1にまとめ、図3のグラフに整理した。十三浜においても全16社寺中11の社寺が津波浸水範囲外に立地しており、これらはすべて、津波浸水範囲から125m以内に立地し、そのうち9社寺は津波浸水範囲から25m以内と非常に近い位置に立地していた。従って、全ての社寺が津波に対して安全であるとは言えないが、11社寺については津波一時避難場所となりえた可能性があった。

なお、神社は12社中2社のみ被害を受けているのに対し、寺院は4寺院中3寺院が津波の被害を受けている。これは、神社が、宗教上の理由から比較的高台に立地しているのに対し、寺院は、生活の便がよく比較的標高の低い土地に立地しているためであると推測される。

ただし小滝集落は、過去に高台へ集団移転をしたため、今回の東日本大震災では集落内に津波浸水被害を受けていない。従って、そもそも津波避難行動の必要が無かったことから、本研究では検証の対象としない。

3. 社寺を津波一時避難場所とした場合の避難所要時間の短縮量の算出方法

社寺を津波一時避難場所とした際に、避難所要時間への程度寄与するかを調べるために、集落内の各地点から最短ルートで津波浸水範囲外に脱出する際にかかる時間（避難所要時間）を算出する。一般に、避難行動とは、安全が確保された避難場所に辿り着く行為を表すため、避難場所に到着した時点で避難完了とみなす。しかし、津波避難の際は、津波浸水範囲の外に出ることさえできれば、所定の避難場所に到着しなくても安全がある程度確保できたと言える。従って、本研究では、津波到達線と道路の交点を避難完了地点として設定し、この地点に到達するまでの時間を評価する。また、本研究では社寺が津波一時避難場所となった場合に地域にどれほどの効果がみられるのか評価するために、

- ①社寺を津波一時避難場所とし、その参道が避難完了地点として考慮される場合
 - ②社寺を津波一時避難場所として考慮せず、その途中の参道を避難完了地点として考慮しない場合
- の避難所要時間の差分を社寺の避難所要時間短縮効果として算出し、地図上に表す。

(1) 避難の際に使用できる道路の抽出方法

本研究の検証においては、原則として国土地理院発行2万5千分の1スケール「デジタル標高地形図」に記載されている道路（真幅道路、記号道路、街路、庭園路、石段）を避難経路とする。ただし、「デジタル標高地形図」に記載されていないが「Google Earth」においてその存在が確認できる道、現地調査を通して確認できた道も避難経路として加えた。

表1 十三浜における社寺と津波浸水範囲の距離関係

集落名・社寺名	津波到達線からの距離(m)
追波・釣石神社	125
吉浜・熊野神社	25
月浜・長観寺	25
月浜・五十鈴神社	75
立神・稲荷神社	25
立神・峯松寺	0
長塩谷・春日神社	0
小室・五十鈴神社	25
大室・山神社	25
白浜・鹿島神社	0
白浜・西蔵寺	0
小泊・稲荷神社	25
相川・熊野神社	25
相川・地福寺	0
小指・稲荷神社	25
大指・五十鈴神社	25

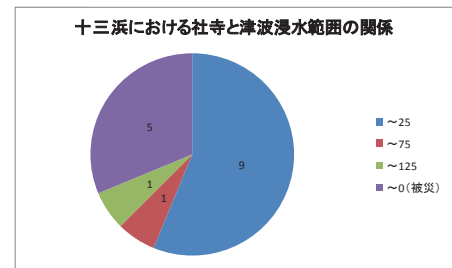


図3 十三浜における社寺と津波浸水範囲の距離関係

(2) ノードと避難完了地点の設定

道路上の分岐点、行き止まりなどの特徴的なポイントにノードを設置する。また、津波到達線と避難経路の交点上に避難完了地点を設定する。津波浸水範囲の判定には「Google Earth」（東大生研地球環境工学研究グループ：東日本大震災初動対応プロジェクトによる津波到達線のデータ）と「東日本大震災津波詳細地図」を用いた。「Google Earth」と「東日本大震災津波詳細地図」から判定できない津波浸水範囲の詳細な判定は現地調査において避難完了地点と思われる場所の周辺の漂着物、津波痕から津波到達高さを調べ発見された漂着物の高さをもとに位置情報の精査を行った。社寺の参道における避難完了地点についても同様にして判定をした。

このため、各集落には複数の避難完了地点が存在することとなり、この中には、津波の被害を免れた社寺の参道も含まれる事となる。

ただし、避難者の避難速度 1 m/sec^5 は階段の歩行は考慮されていないため、道路から参道上の避難完了地点までの避難所要時間は筆者が現地にて歩測により時間を計測した。



図 4 ノードの設置と避難完了地点の設定
(月浜集落を例とした場合)

(3) 避難所要時間の算定方法

各ノードから避難完了地点まで移動する際に要した時間を避難所要時間とする。避難者の避難速度は 1 m/sec とする。本研究では計算手順を簡便にするため、避難所要時間は各リンク内で同一の値をとることとし、各リンクについてはリンク両端の各ノードからの避難所要時間のうち大きい方の値をリンクの避難所要時間として採用する。(図 5 参照)

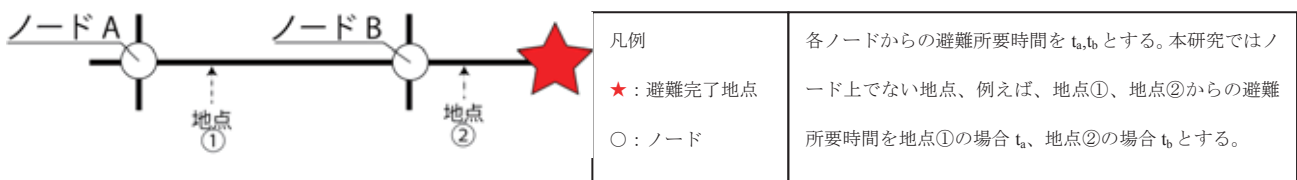


図 5 各リンク AB の避難所要時間の算出方法

(4) 各ノードにおける最短避難所要時間の算出

本研究では、集落における各地点から最も近い避難完了地点にすべての人が避難すると仮定した。なお、避難完了地点は、集落内におけるすべての道路と津波到達線の交点に設定する。その上で、各ノードのから最短距離の避難完了地点に避難が完了するまでの避難所要時間を計算する。すべてのノードについて計算され、かかる時間ごとに凡例(図 6)に従って、リンクが色付けされた図を、最短避難所要時間図(図 7、図 8)とする。なお、図 7 は社寺を津波一時避難場所と考え、その参道の途中に避難完了地点がある場合の最短避難所要時間図で、図 8 は社寺を津波一時避難場所とせず、その参道を避難完了地点として考えない場合の最短避難所要時間図である。図 7、図 8 を比較して、リンクの色が変化した部分は避難所要時間が短縮されている。

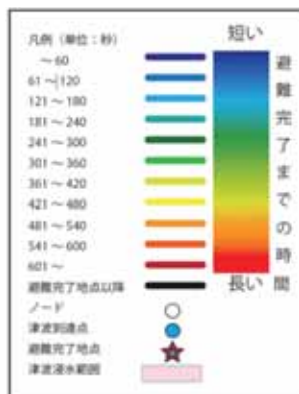


図 6 避難所要時間の凡例



図 8 最短避難所要時間図（社寺有）



図 7 最短避難所要時間図（社寺無）

（５）避難所要時間短縮効果の算出

社寺を津波一時避難場所として考慮した場合と考慮しない場合の避難所要時間の差分を求め、社寺が寄与する避難所要時間の短縮効果を算出する。算出された結果は地図上に凡例（図 9 参照）にしたがって図示する。

（６）社寺を津波一時避難場所にした避難所要時間の短縮効果の総和の算出評価

「（５）避難所要時間短縮効果の算出」で求めた避難所要時間短縮効果は時間量にすぎず、それによって実際にどの程度の人々の避難に役立つかは評価ができない。従って、避難所要時間が短縮された各リンクを、どのくらいの人々が避難に用いるかを考慮に入れるため、各リンクに与えられた

短縮時間にそのリンクに面した建造物の数を重みづけした。それらを集落ごとに足し合わせたものを避難所要時間短縮効果の総和とする。その方法として、まず「デジタル標高地形図」に記載されている

建物について、「Google Earth」や「電子国土ポータル（電子国土基本図・オルソ画像）」を用いて、建物がどのリンクに接しているかを調べる。その建物数とリンクの差分を掛け合わせた。それらによって避難所要時間短縮効果を確認することができた

その結果をもとに、各集落における社寺を津波一時避難場所にした際の効果を評価する。

4. 対象地域の各集落における避難所要時間とその考察

前章に述べたような方法を用いて、そのほか 10 の集落について避難所要時間短縮効果図を作成した。（図 11～図 20）それらの図と避難所要時間短縮効果の総和（図 21）をもとにして避難所要時間短縮効果の総和に影響を与える要因について考察を行う。

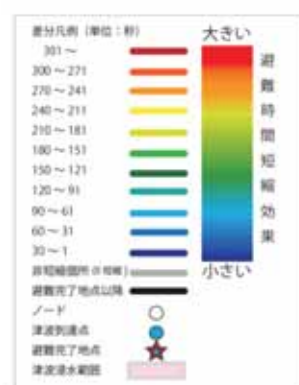


図 9 避難所要時間短縮効果凡例



図 10 避難所要時間短縮効果図

対象地域の集落は3方向を山に囲まれ、もう一方を海に囲まれた扇状地であり、その扇端に集落が発展している。そして、その何本かの尾根筋が集落に張り出す構造となっている。そして、十三浜において神社は尾根筋に立地していることが多く、寺院は谷筋に立地する傾向にある。

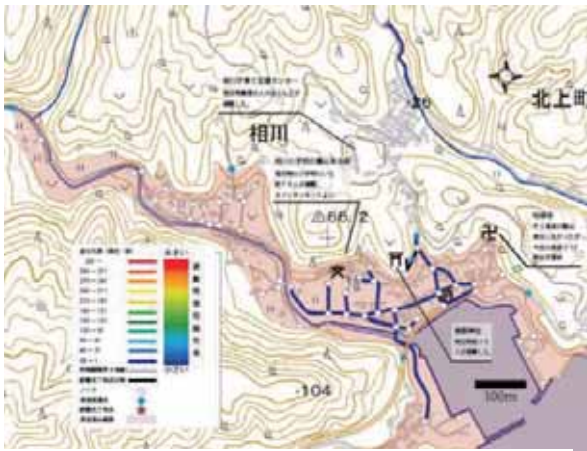


図 11 相川集落の避難所要時間短縮効果図



図 12 大指集落の避難所要時間短縮効果図

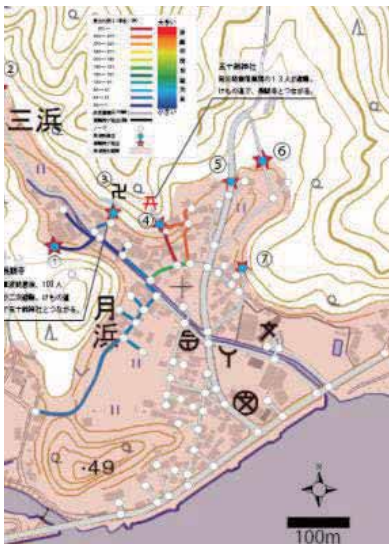


図 14 月浜集落の避難所要時間短縮効果図

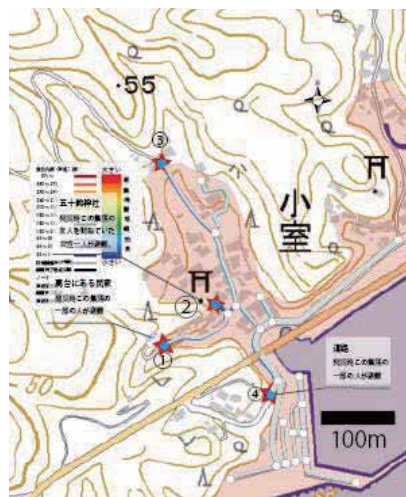


図 13 小室集落の避難所要時間短縮効果図

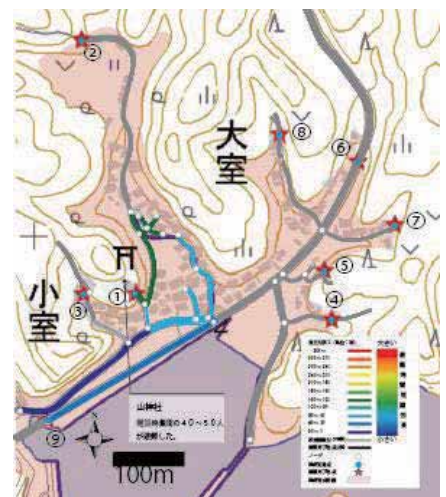


図 15 大室集落の避難所要時間短縮効果図

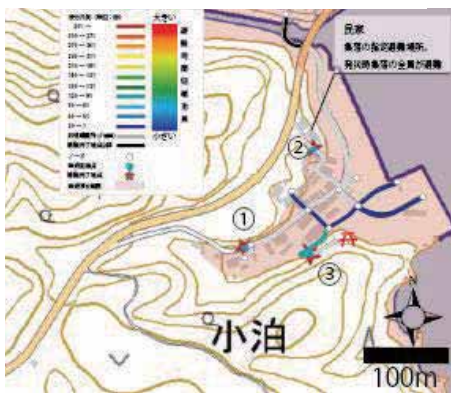


図 17 小泊集落の避難所要時間短縮効果図

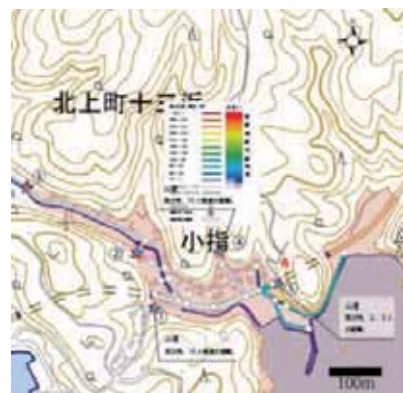


図 16 小指集落の避難所要時間短縮効果図

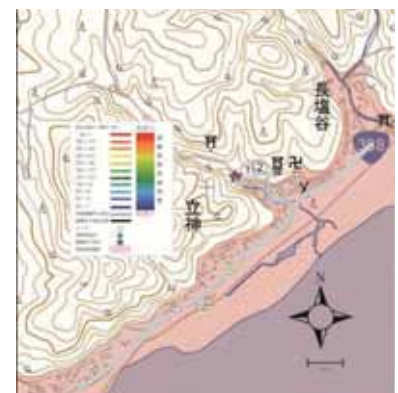


図 18 立神集落の避難所要時間短縮効果図

図11～20は3章の過程により作成された十三浜各集落の避難所要時間短縮効果図である。以上の図12～21より、社寺を津波一時避難場所として機能させた場合の避難所要時間短縮効果を変化させる要因として、①社寺が立地している周辺の津波遡上高さ、②社寺周辺の避難完了地点の数の距離の2つの要因が考えられる。

①については、谷筋は尾根筋より勾配が

緩やかであるが、その分津波も遡上しやすく、避難距離が伸びるため避難にかかる時間が長くなる。そのため、尾根筋を登る道は勾配が急であるが、津波が遡上しにくく、短い水平距離の移動で標高の高い場所に移動することができる。そのため追波集落、月浜集落、大室集落のように、谷筋への津波遡上距離が大きいほど尾根筋に避難することの時間的メリットが大きくなるので、避難所要時間短縮効

果の総和は大きくなる。逆に相川集落、大指集落、小指集落、立神集落のように、谷筋への津波遡上距離が小さいほど尾根筋へ避難することの時間的メリットは小さくなるため、避難所要時間短縮効果の総和は小さくなる。

②については、相川集落、小室集落、小泊集落のように、社寺の周辺に近い避難完了地点の数が多いほど、社寺に避難した場合に避難所要時間が最も短くなる人は少なくなる。そのため、避難所要時間の総和も小さくなる。逆に、追波集落、大室集落、吉浜集落、月浜集落のように社寺の近くに避難完了地点が少ない場合、社寺に避難した場合に避難所要時間が最も短くなる人が多くなるため、避難所要時間短縮効果の総和も大きくなる。

以上の結果から、社寺を津波一時避難場所として機能させた場合の避難所要時間短縮効果を変化させる要因として、①社寺が立地している周辺の津波遡上高さ、②社寺周辺の避難完了地点の数と距離の2つの要因が考えられる。



図 19 追波集落の避難所要時間短縮効果図



図 20 吉浜集落の避難所要時間短縮効果図

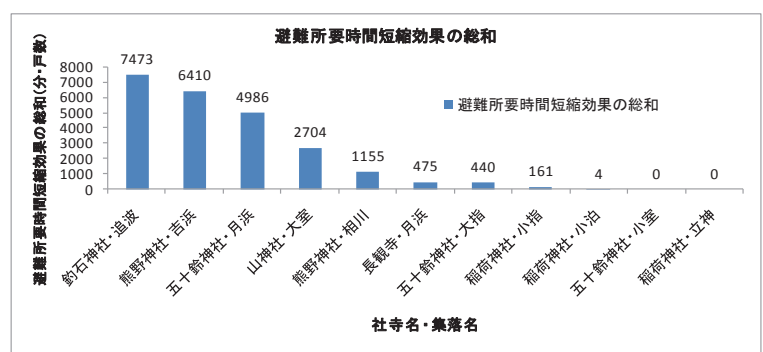


図 21 避難所要時間短縮効果の総和

ただし、小室集落については、ノードを設置できる地点が少なかったことなどから、②の避難所要時間短縮効果をうまく表すことができなかった可能性がある。また、立神集落では、②神社に避難することより①の谷筋に避難した方が避難所要時間が短かったため、神社による避難所要時間短縮効果が見られなかった。

5. 結論

本研究では、宮城県石巻市北上町十三浜において、各集落における社寺を利用した場合の避難所要時間の短縮効果に着目し、津波一時避難場所として有効性の高い社寺の立地状況の抽出を行った。調査から、石巻市、女川町における社寺は津波浸水範囲と距離が近いものの、津波の被害を受けていないものが多いことが明らかとなった。また、十三浜における地図を用いた避難所要時間短縮効果の検証では、社寺を津波一時避難場所にした場合とそうでない場合の避難所要時間の変化に着目し、社寺を津波一時避難場所とした場合に、短縮された避難所要時間の総和の差を地域ごとに比較し、その要因をについて考察を行った。避難所要時間短縮効果の総和を大きくする要因としては、社寺が尾根筋に立地している場合①もっとも近い谷筋の津波遡上高さに依存すること、②その谷筋を通る道からからほかにどれだけ避難経路が存在するかに依存することが明らかとなった。

本研究では、集落の各所から避難所への移動に要する時間の簡易な計算方法を考案し、これにより実際のフィールドを対象として有効性の評価を行った。しかしながら本研究の範囲ではサンプル数が十分でなくタイプ別の分類や考察まで至らなかったため、今後サンプル数を増やす必要がある。また、近い将来に発生が危惧されている東海・東南海・南海地震での想定津波被災域を対象に、地域の社寺などの避難所としての有効性を評価するなど他地域の防災計画に活かせるよう計算手法を改善していく必要がある。

謝辞

本研究は、G-COE「歴史都市を守る文化遺産防災学」（平成20年～平成24年）および私立大学戦略的研究基盤形成支援事業「文化遺産を核とした観光都市を自然災害から守るための学術研究拠点」（平成22年～平成26年）に基づく研究成果の一部である。また調査を進めるにあたって、被災地の皆様には多大なるご協力をいただきました。被災地の一日も早い復興を祈るとともにここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 大窪健之・林倫子・伊津野和行・深川良一・里深好文・建山和由・酒匂一成・大岡優：東日本大震災における地域文化遺産の避難所としての活用実態，歴史都市防災論文集 vol.5, pp329-334, 2011-7
- 2) 北上町商工会・観光 北上町商工会
- 3) 原口強・岩松暉：東日本大震災津波詳細地図 上巻，古今書院 2011
- 4) 総務省消防庁：津波対策推進マニュアル検討報告書，3.3.2 pp38
- 5) 総務省消防庁：津波対策推進マニュアル検討報告書，3.3.2 pp38