

# 幹線道路・鉄道の路線設計に見る 津波危険性へのアプローチ ～仙南・相馬地区と東海道吉原地区を対象に～

赤塚 若久<sup>1</sup>, 家田 仁<sup>2</sup>

<sup>1</sup>学生会員 東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻修士課程 (〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1)  
E-mail:akatsuka@trip.t.u-toyko.ac.jp

<sup>2</sup>フェロー会員 東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻教授 (〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1)  
E-mail:ieda@civil.t.u-toyko.ac.jp

東日本大震災における津波により、東北地方の交通網は甚大な被害を受けた。しかし鉄道が甚大な被害を受けた一方で、旧街道の被害は軽微だったという事例が存在した。本研究の目的は津波が路線設計に影響を与えるかどうかを解明することである。具体的には実際に被害を受けた陸前浜街道仙南・相馬地区と、それと似た交通路が存在する、東海道吉原地区を研究対象とした。

仙南・相馬地区において旧街道では平時は短絡ルート、災害時は迂回ルートの使い分けによる津波対策、明治建設の常磐線は養蚕農家の反対や大津波の間隔が大きいことから海沿いに建設された。

東海道吉原地区では、東海道は三回移転しており、津波が路線設計に影響していた。明治以降の鉄道・国道では高さによって津波危険域を回避していた。ここは津波多発地域であり、明治以降も路線設計に影響を与えていた。

本論文では交通路の防災思想を多重系、減災、移転、高さによる回避の4つに分け事例を紹介する。また災害頻度が路線設計に与える影響の度合いにも触れる。

**Key Words :** 津波, 路線設計, 鉄道, 旧街道

## 1. はじめに

東日本大震災における津波により、東北地方の交通網は甚大な被害を受けた。常磐線の福島県新地町から宮城県岩沼市までの区間の被害は路盤や駅舎流出等、復旧は非常に困難であった。しかし同じ区間を結ぶ、旧街道である陸前浜街道(国道6号線は一部短絡されているものの、概ね旧街道のルートを踏襲している)の津波被害は軽微であり、浸水域とルートを照らし合わせてみると、津波を避けるように迂回している部分も見受けられた。

図1は福島県相馬市から宮城県岩沼市にかけての、東日本大震災による津波の浸水域とこの地域の交通路(陸前浜街道・常磐線)のルートを国土地理院発行地形図上に表したものである。

単純に東日本大震災による津波被害から考えてみると、明治時代に建設された常磐線は津波を考慮しておらず、近代以前に建設された陸前浜街道は津波を考慮していたといえるだろう。

しかし交通路設計には様々な要因が存在するため、一概に近世交通路は津波を考慮し、近代交通路は考慮していなかったと言い切ることはできない。

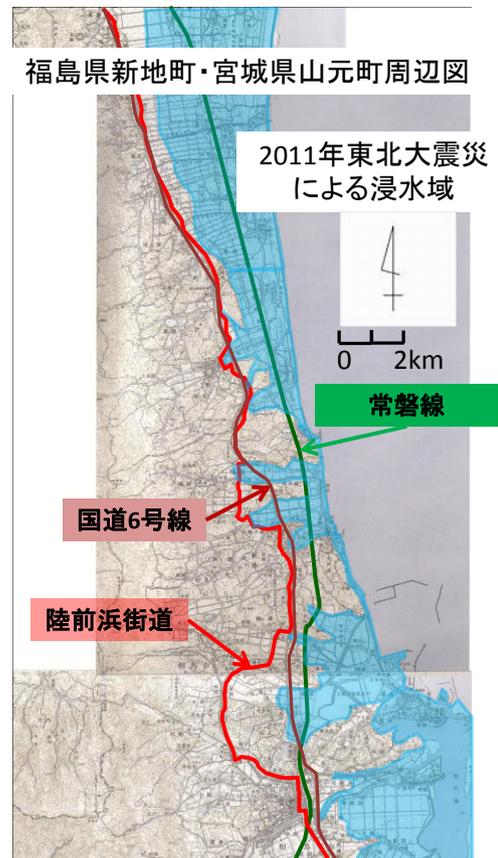


図1 東日本大震災津波による浸水域と交通路

本研究ではなぜこのように交通路設計が時代によって異なるのかを解明し、二地域の事例から交通路設計の思想を大きく四つに分け考察を行う。

本論文の構成は、2章で調査手法と調査地域について述べ、3章から6章では交通路の防災思想を、事例を示しながら紹介した後、7章でまとめを述べる。

## 2. 調査対象地域の選定・分析手法

東日本大震災による津波の被害の違いが顕著であった仙南・相馬地区は第一の調査地域とした。他の調査地域の抽出をするにあたり、東日本大震災による津波に匹敵するような大津波に襲われた歴史があり、かつ重要な(あるいは歴史的に重要だった)交通路が存在する地域を日本地図から抽出した。

以下の表は日本が津波の被害を受けた、マグニチュード8以上の歴史地震を示したものである。

表 1 日本における地震津波

年	マグニチュード	地震	津波被害地域
684	8.25		南海・東海・西海地方
869	8.3	貞観地震	三陸沿岸
887	8.3		五畿七道
1096	8.3		畿内・東海道
1099	8.3		南海道・畿内
1361	8.5		畿内・土佐・阿波
1498	8.4	明応地震	東海道全般
1611	8.1	慶長三陸地震	三陸沿岸・北海道東岸
1703	8.2	元禄地震	江戸・関東諸国
1707	8.4	宝永地震	五畿七道
1793	8.4	寛政地震	陸前・陸中・磐城
1854	8.4	安政東南海地震	東南海道
1896	8.5	明治三陸地震	三陸沿岸
1933	8.1	昭和三陸地震	三陸沿岸
1952	8.2	十勝沖地震	北海道南部・東北部
1960	9.5	チリ地震	太平洋沿岸
2011	9	東日本大震災	三陸沿岸

この表によると大地震やそれによる津波は、三陸地方・東海地方・南海地方に集中していることがわかる。これらの多くは太平洋側にあり、古代から現代にかけての主要都市や交通路が存在している場所である。

次にこれらの地域の主要交通路のルートに注目した。津波危険性が高い交通路は数多く存在するが、今回注目するのは、地形的な制約が少なく津波を回避できるにもかかわらず、海沿いのルートを通っているというような、一見すると不合理な路線設計が存在する場所に着目する。地形的制限が少ない場合は路線選択の幅が広がるため、時代によってルートが変わることが多く、このことから時代ごとの路線設計の思想を考察できる。

一方、山が海岸沿いまで迫っているなど、地形的制約が厳しい地域(紀伊半島全体や東海道由依付近など)は、津波リスクを認識していたとしても、ルートの選択肢がないため、今回の研究では対象外とする。

以上のことより、調査対象地区は福島県・宮城県県境付近の仙南・相馬にかけての地域と、静岡県富士市付近の東海道吉原地区とした。

県史・市史・街道の歴史などの文献調査を中心に調査を行った結果、地域と時代の違いにより、交通路設計思想は4通りに分けられることが分かった。仙南・相馬地区における常磐線は、ある程度までは自然堤防による防御を行い、それを超える災害は避難によって対策する、「減災」、陸前浜街道は平時と災害時で使い分けを行う、「多重系」、東海道吉原地区の旧東海道は「移転」、東海道本線以降の交通路は「高さによる回避」の4通りである。以下ではそれぞれの設計思想について述べる。

## 3. 「減災」

常磐線相馬・岩沼間の開業は1897年であった。図3に示す通り、常磐線のルートは、福島県新地町から宮城県岩沼市の間で、旧街道のルートと大きく異なっているため、本研究ではこの地域に注目して考察する。

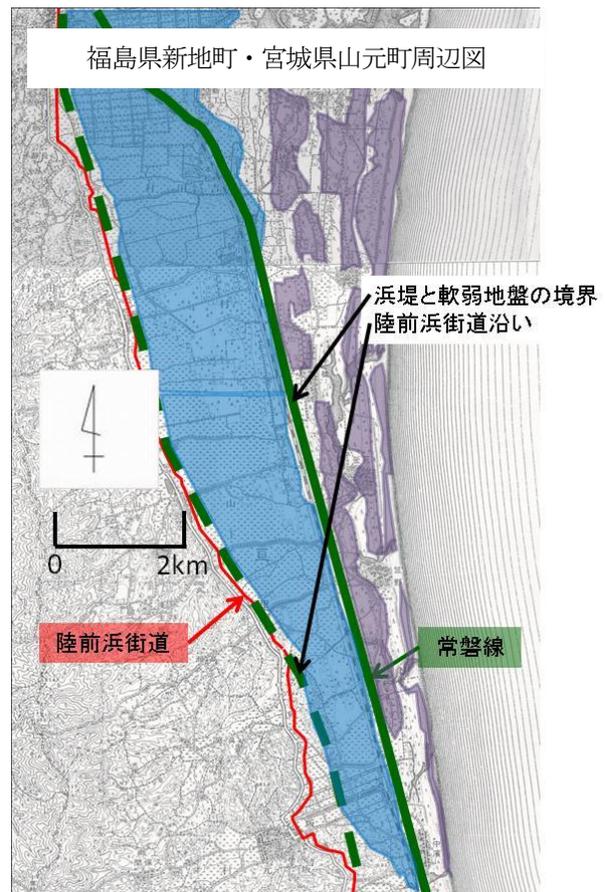


図 2 常磐線の路線設計

常磐線がどこに敷設されようとしていたかについての資料は発見できなかったが、全国の鉄道建設が急がれた明治の時代背景と、当時の技術力を併せて考えてみると、

図2に示したような、二通りのルートが考えられる。つまり浜堤と軟弱地盤の境界線もしくは陸前浜街道沿いの二通りである。

福島県新地町から宮城県岩沼市にかけては、浜堤と山の裾野の間に軟弱地盤である低湿地帯が存在している。当時の土木技術を考慮すると、この地盤は必ず避けなければならない。陸前浜街道沿いのルートの場合、宿場町が存在していたため、集客力が高い。そのため地域輸送という観点から考えると、こちらのルートの方が利便線は高く、また当時この地域の主要産業であった養蚕の商品の鉄道輸送などにより、収益も確保しやすかった可能性がある。

しかし新地町教育委員会への電話インタビューによると、主に養蚕農家達が山沿いのルートへの建設を反対していたとのことである。つまり山沿いの養蚕農家の近辺を蒸気機関車が通る際に、排出される煙が養蚕業に被害があると考え反対したということである。また山沿いのルートは海寄りのルートに比べると勾配が多くなり、また勾配を避けようとするルートを曲げたり、トンネルを掘ったりしなければならない可能性があり、建設費や線形の問題も路線設計に影響したと考えられる。

結局常磐線は周囲に集落がない、海に近い現行のルートと決定した。常磐線の新地駅から浜吉田駅までは10km以上の平坦で長い直線区間が続いており、東日本大震災以前は、常磐線は東北本線に比べ線形が良いという理由で首都圏と東北地方の貨物輸送にとって重要な路線であった。

常磐線開業の前年である1896年には明治三陸津波がこの地域を襲っており、この地域を襲った津波の波高は2~3mであった。そのため津波は浜堤を超え、常磐線はある程度浸水したと考えられる。しかしこの津波は896年の貞観津波、1611年の慶長三陸津波に比べると規模の小さいものであった。新地町や岩沼市の歴史を調べてみると、明治三陸や昭和三陸による津波被害の記録はほとんど書かれておらず、被害は小さかったと考えられる<sup>1)</sup>。この地域を襲った壊滅的被害をもたらすような大津波は、その二つに加え東日本大震災による津波のみであった。常磐線建設時点で慶長三陸津波から既に300年近く経っており、100年に一度程度の津波であれば、明治三陸の例のように浜堤により被害を防ぐことができると当時の人々は考えていたといえる。そのため頻度の低い大津波を意識して路線設計をすることはリアリティがなかったと考えられる。鉄道という輸送機関の特性上、必要以上に路線を曲げたり、勾配を使用したりすることは鉄道の利点を失わせてしまい、費用面でもデメリットが大きい。そのため大津波に対しては防ぐよりも、避難などで対処を行い、明治三陸津波程度のものであれば浜堤によって防ぎ、被害は最小限に留めるといような「減

災」の思想が既に導入されていたのではないかと考えられる。

#### 4. 「多重系」

15世紀初めの陸前浜街道のルートは、大きく迂回する部分を短絡する、直線的だが海に近いルートであった。このルートは現在の国道6号線に近いルートである。こちらのルートが16世紀末期まではメインルートと指定されていた。図3に陸前浜街道の本線と短絡ルートを示す。

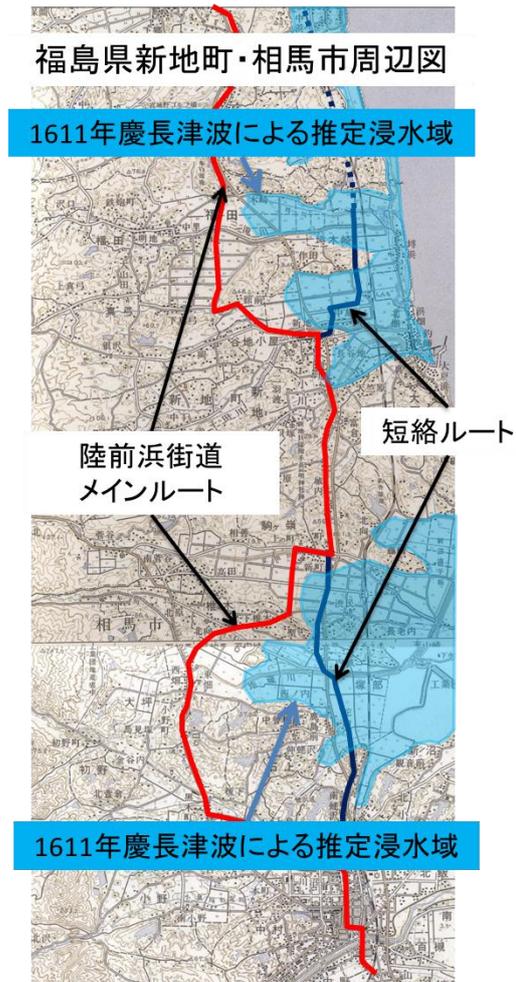


図3 陸前浜街道の使い分け<sup>2)</sup>

江戸時代に入り徳川幕府が街道を整備した時の陸前浜街道(江戸期は岩城相馬街道と呼称)のメインルートは、1604年に山よりのルートに一里塚が設置されたことから、山寄りのルートに指定されたことが分かる。しかしこの街道を管理していた相馬藩の法令によると、幕府が指定した街道以外にも通行が可能になっていた。つまり大きく迂回する山寄りのルートがメインルートであったが、短絡ルートも衰退せず、併用されていたということが分かる<sup>3)</sup>。

1611年に東日本大震災とほぼ同じ規模の慶長三陸津波

がこの地域を襲ったが、メインルートや宿は内陸側にあったため特に大きく被害を受けたという記録はない。慶長三陸津波の後も、短絡ルートは使用されており短絡ルートはほぼ後の国道6号線のルートに引き継がれた。

街道指定後に慶長三陸津波が起こっているため、大津波が街道の路線設計に影響しているとは考えにくい。また慶長三陸津波直後の街道や宿の移転記録も見つかっていない。そのため陸前浜街道成立当初のルートが、津波の影響を受けていたとは言い切れない。福島・宮城県境付近より北は、「減災」の章で記述した通り、浜堤と山の裾野との間に低湿地帯が広がっている。旧街の場合も軟弱地盤は避けたいし、福島県中通りと浜通りの交通を容易にするため、宿場町などが山沿いに建設された結果山沿いのルートがメインルートとなったと考えられる。

旧街道は迂回ルートをメインルートとし、宿も内陸側に整備することにより、結果的に津波に襲われたとしても被害を軽減する対策が出来ていたといえる。平時は短絡ルートを使用し、移動時間を短縮する一方で、災害時は迂回ルートを使用し安全な交通路を確保するという努力がされていた。またこれにより、緊急時の交通路が衰退することを防ぐという工夫がみられる事例である。これを本研究では「多重系」防御方法と呼ぶことにした。

## 5. 「移転」

旧東海道のルートは図4のように、2度変遷している。岳南鉄道吉原本町付近に東海道吉原宿跡が残っているが、この吉原宿は東海道成立当初の宿場の位置とは異なっており、また東海道は建設当初からこのような迂回するルートで建設されていたわけではなかった。

徳川幕府が五街道の一つとして東海道を整備したのは1602年であるが、この時吉原宿は現在のJ R東海道本線

吉原駅付近に設置された。街道成立当初の東海道のルートは、この吉原宿から富士川の岩淵の渡しまでほぼ一直線状に結ぶルートと、富士川を河口付近で渡船する二つのルートが存在していた。最初の吉原宿は元吉原と現在言われている。元吉原は田子の浦砂丘から吹き込む砂が宿場の家屋内に侵入したり、街道を塞いでしまい通行が不能したりするなど、自然に対し脆弱な土地にあった。1639年に高潮がこの地域を襲い、宿場が浸水してしまったことを契機に宿を内陸に「移転」することを決定した。この移転先は中吉原と呼ばれている。

中吉原は現在の富士市依田橋付近に存在していた。ここは元吉原に比べ標高が若干高く、左富士神社付近は当時、浸水が起こった際の避難所とされていた。しかし1680年延宝高潮により中吉原宿は完全に浸水し、壊滅的な被害を被った。そのため住民は元の土地に住む意欲や復旧する意欲をなくし、再度宿を移転せざるを得なかった。このときの高潮で家が流れ着いた限界を新吉原宿の東端として現在まで残る吉原宿が成立した<sup>4)</sup>。新吉原宿成立後の1707年には宝永地震、1854年には安政東海地震というような大規模な地震と津波が起こっているが、宿場と街道の移転が功を奏し、この地域のそれらの大地震による津波被害は軽微であった。この地域は津波や高潮、台風による増水などの浸水被害が多い。浸水被害が大きくなってしまいう原因として、田子の浦砂丘の砂が吉原湊(現在の田子の浦港)を閉塞することが挙げられる。増水した川や高潮や津波により侵入した水が貯留してしまうため被害が拡大してしまう。

17世紀後半辺りから、防潮堤や防潮林、排水路が何度も建設されていたが、いずれも津波や高潮を防ぐことは出来なかったため、街道の安定性を確保するために平面的に津波浸水域を回避するという方法をとった。これが交通路の「移転」による防御方法である。

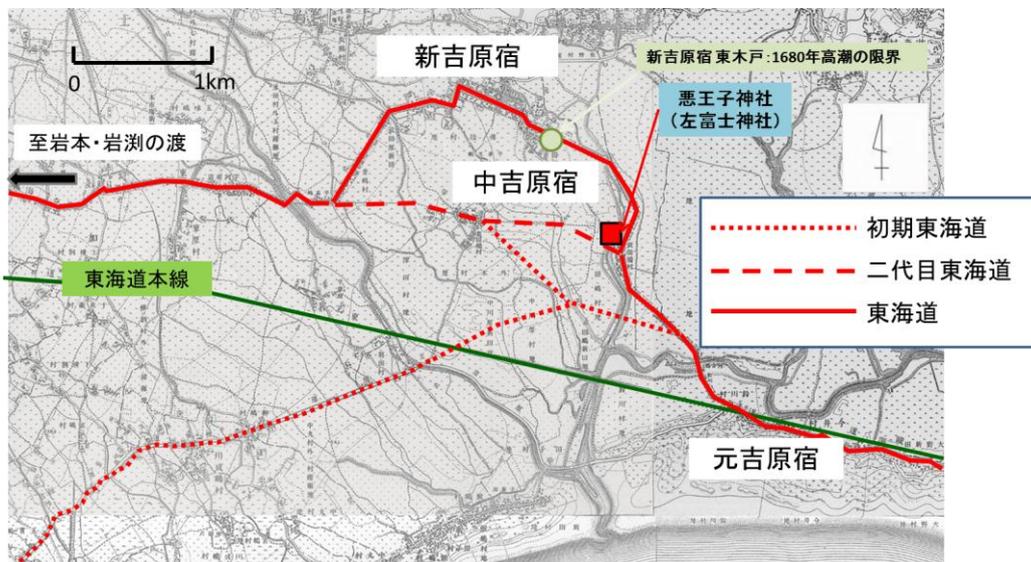


図 4 東海道のルート変遷

## 6. 「高さによる回避」

東海道本線の国府津・静岡間の開業は1899年である。東海道本線のルートは、旧東海道沿いの吉原市街地を経由していない。ルートはほぼ直線であり、延宝高潮で浸水した区域も通過している。

多くの物や人を早く大量に輸送できる鉄道の利点を生かすため、旧街道のような迂回は出来なかった。また東海道本線の路線選定では、富士川を現行ルートのように上流へと迂回せずに、河口付近わたるルートが検討されていた。しかし富士川は毎年のように氾濫をおこし、河口付近の河床地盤が悪いため当時の土木技術では長い鉄橋をかけることが出来なかった。そのため富士川は上流方向へ迂回するルートで建設された<sup>5)</sup>。このため過去の津波・高潮の記憶があったとしても頻度の低い災害のために距離を延ばすことは不可能だった。つまり頻度の高い河川氾濫というリスクは旧街道と同じく平面的に回避を行うが、頻度の低い津波や高潮について迂回は行わないという路線設計となった。

しかし東海道本線には、沼川の河口付近において盛土がされており、路面の海拔が高くなっている。つまり高さにより浸水域を垂直的に回避している。図5は明治20年測量の5万分の1地形図であるが、これによると沼川・和田川の河口付近には、比高4.2mの河川堤防が建設されており、東海道本線はそれを超えるために盛土がされている。東海道本線は最初から津波や高潮の浸水を想定し、それを回避しようとしていたとは考えにくい。河川堤防を高さで超えることにより間接的に過去の浸水域を「回避」できたということが言える。

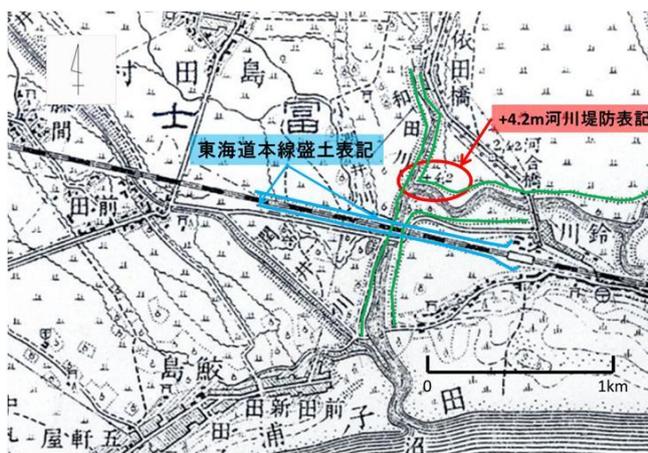


図5 東海道本線の盛土表記

同地区における東海道新幹線・新国道1号線は全て高架線になっている。東海道新幹線工事誌<sup>6)</sup>には路線設計の際に津波を意識していたとは書かれていないが、結果的に過去の浸水域を高さにより回避できている。これらの交通路設計では速達性が最優先され、既存の交通路との干渉を避けた結果、高架という路線設計がされた。

## 7. まとめ・今後の課題

本研究では二つの地域の事例を分析してきた。陸前浜街道仙南・相馬地区では、旧街道は災害時と平時で街道を使い分ける「多重系」の防御を行っていたことが分かった。また常磐線は住民の反対運動や勾配というような要因と、大津波の頻度の低さという要因により、海沿いのルートに決定された。数十年に一度程度の津波は浜堤により防御が可能だが、東北大震災津波のような数百年に一度の津波のためにルートを曲げることは非合理的であった。大津波が発生した際は避難などで対処を行う「減災」の思想が導入されていたと考えられる。

東海道吉原地区では土木技術の未熟さのため、旧東海道は街道と宿の内陸への「移転」がされていた。明治以降の東海道本線や東海道新幹線、新国道1号線では速達性や経済性と、津波回避を同時に満たすため、高さによる「回避」が行われた。この地域は津波のほかにも高潮の頻度も高く、路線設計において津波や高潮のリスクを考えることは、陸前浜街道仙南・相馬地区に比べると合理的であったといえる。

以上のように交通路の路線設計には津波リスクが、程度の差はあるものの、影響を与えていたことがわかる。津波の頻度の差やその時代の土木技術のレベルの違いにより、津波に対するアプローチの仕方が異なっていることも今回の研究により判明した。

今回の研究では対象地域は二つのみであったが、全国をより詳しく探してみれば別の設計思想も存在するかもしれない。また今回扱った二つの事例においても、例えば常磐線建設当時の新聞記事などにより、更に詳しく当時の状況が分かっただろう。今後の課題としては、現地調査も含めたより深い調査が残されているといえる。

### 参考文献

- 1) 宮城縣史刊行会、宮城縣史本編22・災害。
- 2) 澤井祐紀・岡村行信・宋倉正展・松浦旅人・Than Tin Aung・小松原純子・藤井雄士郎、仙台平野の堆積物に記録された歴史時代の巨大津波－1611年慶長津波と869年貞観津波の浸水域－、地質ニュース 624号、36-41項、2006年8月。
- 3) 福島県教育委員会、歴史の道調査報告書陸前浜街道勿来関～新地。
- 4) 鈴木富男著、東海道吉原宿、駿河郷土史研究会、1995年。
- 5) 大庭正八、明治中期の静岡県における東海道鉄道建設とそれに対する地域社会の対応、地理学評論 67A-12 833-857、1994年。
- 6) 日本国有鉄道静岡幹線工事局、東海道新幹線工事誌、1965年。