

II - 73

津波災害に対する防災対策の定量的評価に関する研究

気仙沼市総務部総務課危機管理室 正員 ○佐藤健一

東北大学大学院工学研究科 正員 今村文彦

五洋建設株式会社 藤原直樹・豊田泰晴・野口哲史・高橋秀三

1. はじめに

我が国は現在に至るまで、三陸沿岸をはじめとして津波による甚大な被害を受け続けている。このため、防災施設整備の推進が図られてきたが、その効果や機能評価は十分に行われていなかった。社会資本整備に対し、限られた財源の有効活用が求められる今日、これらを定量的に評価し住民との合意形成を構築することは、防災事業を展開する上で不可欠である。このような状況を鑑み、本研究では、宮城県気仙沼市を対象に、資産分布（人口分布・建物分布等）と地理的特性を GIS を用いて分析し、津波による被害額や津波対策の費用便益比を定量的に評価することを目的とする。

2. 津波による被害推定について

i) 対象津波の考え方

将来の津波を予測することは極めて困難であるが、本研究では過去地震津波データから対象領域に影響するものを抽出して、震源位置により宮城県沖、三陸沖、北海道東部地震に分類し、評価対象津波として考えた。特定津波に限定せず、気仙沼市に襲撃する可能性のある複数津波を評価対象とする新しい考え方である。

ii) 津波発生確率

発生確率は被害額の期待値化に不可欠である。対象津波別に過去の発生間隔を調査し、これが対数正規分布に従うものとして将来の津波発生確率を算定した（柴田, 2002）。この場合、陸域を含めた地震の場合よりデータが少ないため、検定を行い係数の推定には十分注意を払った。

iii) 直接被害と機能被害

津波による被害には、人的被害、家屋・家財被害、インフラ被害、農業・漁業被害、社会機能停止による被害などが考えられる。さらに、各被害は「直接被害」と被災から復旧までの活動停止・停滞による「機能被害」に大きく分類される。本検討では、従来から最も重要な被害項目であると考えられている、人的、家屋・家財、漁業における直接被害及び漁業における機能被害を評価対象とした。

iv) 被災エリア

被害を受ける範囲は、陸上域では津波の遡上範囲となり、本来は数値シミュレーションで算出すべきであるが、ここでは簡易方法として来襲する津波高さ、防潮堤などの防災施設性能（天端高）、および陸上部の標高値から算出する方法を採用した。沿岸域では、津波が影響する範囲と考えられる湾内全域とした。

v) 被害率

得られた浸水・沿岸情報に対して、被害対象物と被災レベル（浸水深さや通過津波高さ）より被害率を考慮した被害額算定を以下に行った（首藤, 1992）。

3. 被害額の算定について

i) 資産分布

資産分布については基礎データ（平成 12 年度国勢調査データや施設位置など）と評価単価から算出する。例えば、「人的被害＝人口×人命評価額、家屋被害＝浸水面積×1m²あたり評価額；宮城県（平成 8 年）125 千円/m²」とする。図 1 に家財資産の事例を示す。

ii) 被害額・期待被害額の算出

各資産分布に対して被災エリアを重ね合わせ、それを合計することで被害額を算出した。この時、各種データの範囲や分解単位が異なるので、GIS を用いて規格化し、位置の対応から算出している。

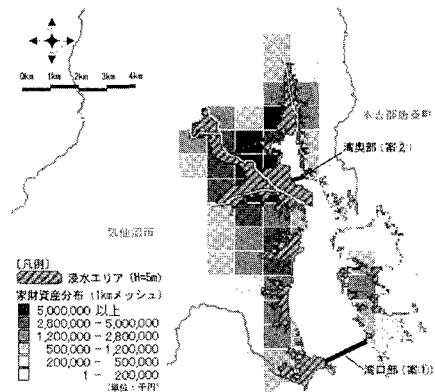


図1：家財資産と被災エリア（既存整備、津波高：5m）
各整備条件（施設天端高）別に津波規模と被害額の

曲線を算出し、その結果を図2に示す。津波高が5m未満では、被害額は緩やかに増加するが、5～6mの間で急激に増加する。これらは、気仙沼市内の資産の空間分布や既設防災施設の整備状況等に関連し、防災対策を構築する上で重要な情報となる地域特性が表れた結果である。

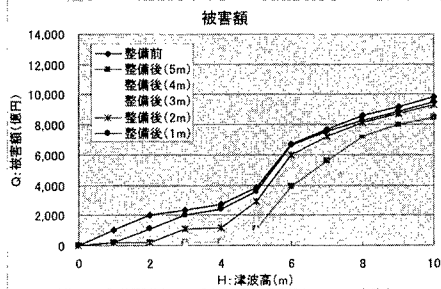


図2:被害額曲線(施設天端高別)

さらに、被害額に津波発生確率を乗じることにより、被害額を期待値化する。期待被害額は、整備施設の耐用年数中の津波発生確率を考慮した被害額であり、事業評価には不可欠な指標である。

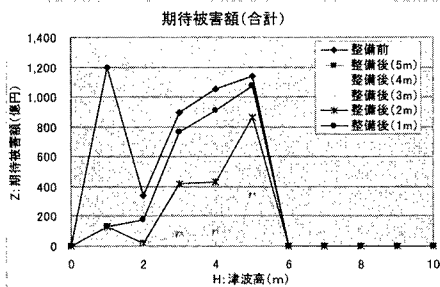


図3:期待被害額曲線(施設天端高別)

津波高1mにおける期待被害額が大きい原因は、1回当たりの被害額は小さいものの、その発生確率が大きいためである。また、6m以上の津波高に関する期待値が0であるのは、気仙沼における対象津波では、そのような大規模な津波が発生する確率は低いからである。

4. 新規施設の選定と整備費の算定

ここでは、防災対策として新規防災施設整備を考え、その整備費(建設費)の概略を算出する。図1に示すように、湾口防波堤(案①)と湾奥部水門(案②)の2種類を考えた。気仙沼市の市街地(湾奥部)は、資産が集中しているにもかかわらず、土地収用や景観上の問題から防災施設整備が不十分である。一方、市街地以外では防災施設が既に整備され、被害軽減が図られている。また、建設条件においても、水門長および平均水深

等が有利である点から、湾奥部水門(案②)を新規施設として選定した。水門ゲート長さに応じた建設コスト等を考慮して整備費を算出している。

5. 費用便益比による整備評価

湾奥部での各整備条件における、整備費用と期待できる効果(被害軽減額)から算出した費用便益比を図4に示す。何れも高い便益比を出しており、有効性が示される。その中でも、水門高: $\alpha=4.0\text{m}$ が最も効率的であることがわかる。

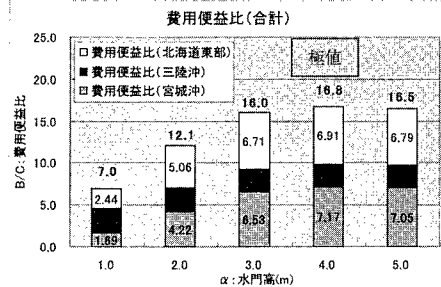


図4:費用便益比(湾奥部)

今回、地形・資産分布を考慮して対象津波種別に防災対策の評価手法を構築できた。ここでは、図1のように地図上で地域特性を分析することで、どのエリアのどの資産が防災施設の限界を超えて被災するかが認識でき、住民との合意形成などを計る際に有用となる。

6. 今後の展望

以上、防災施設というハードを今回は対象としたが、ソフト対策も項目として検討していく必要がある。まずは、効果的な情報発信や住民の意識改革、組織体制の見直しを取り入れた防災システムの内容の整理とその効果を評価していきたい。

謝辞：本検討を進めるにあたり、(株)ウェザーニューズ 井元 修司氏および、気仙沼海岸防災研究会に多大な協力を頂いた。記して、感謝の意を表します。なお、標高データは、国土地理院発行数値地図 50m メッシュ(標高)を利用した。

参考文献：

- 柴田 明徳(2002)：宮城県沖地震の再来と都市の耐震性、第1回 東北大学災害制御研究センター公開講座講演資料集, pp. 5-9.
- 首藤 伸夫(1992)：津波強度と被害、東北大学津波工学報告, 第9号, pp. 101-136.