

津波シミュレーションデータと高分解能 GIS データを用いた動画ハザードマップ作成

三笠 裕介

高木研究室

1. 背景

昨年のプロジェクト研究¹⁾により、高知県の津波シミュレーションデータは、GIS ソフトを用いて利用できるデータへと変換された。現在高知県より発表されている津波動画ハザードマップは、衛星画像の精度、標高データの分解能が低く、時間経過による詳細な被害を知ることは難しい。災害発生時に迅速に非難し、人的被害を少なくするためにも、津波の時間経過による詳細な変動を知ることが重要であると考えられる。



図 3-1 対象地域 IKONOS 衛星画像

2. 目的

本研究では、GIS ソフトで利用できるように変換された津波シミュレーションデータと高分解能の DSM データ、衛星画像を用いて、津波がどのように変動するかをアニメーションにより表現し、津波による被害の可視化を行う。また、高知県沿岸部の津波最高水位データを広く利用できるように 1/25000 の紙地図の大きさに合わせ、Google Earth を用いて様々なユーザーが容易に利用することが出来るようデータ変換を行い、web サーバにより公開する。

3. 使用データ

3.1 人工衛星データ

本研究では IKONOS 衛星画像を使用した。IKONOS 衛星画像は空間分解能 1m(1pixel=1m*1m)の高分解能衛星画像である。本研究で対象とした地域の衛星画像を図 3-1 に示す。

3.2 津波シミュレーションデータ

津波シミュレーションデータは平成 17 年 5 月に高知県より出された津波シミュレーションデータの中から、最終防潮ラインなしの最高水位データと水位時系列データを使用した。水位時系列データはそれぞれの点に対して、2161 個の 10 秒間隔の津波水位データを持っており、津波発生後 6 時間後までのシミュレーションになっている。

3.3 DSM データ

DSM(Digital Surface Model)データは建物や樹木などの高さを含む表層の高さデータである。本研究では、国際航業株式会社により平成 15 年 10 月に出されたデータを使用した。

このデータも津波シミュレーションデータと同じく、IKONOS 衛星画像と同じ範囲の 1m メッシュのデータとし、高さ情報を mm 単位の精度でポイントデータから GIS ソフトで利用出来るグリッドデータへ変換したものを使用した。

4. GIS データ変換

4.1 水位時系列データの内挿

昨年の研究により作られた，水位時系列データの高密度化されたデータを，自作プログラムを用いて，GISソフトを用いて見ることの出来る，1m メッシュのグリッドデータとして書き出した．1m メッシュで書き出されたグリッドデータは，図 4-1 の様に隙間が存在していた為，自作プログラムを用いて再び内挿を行った．



図 4-1 1m メッシュのグリッドデータ

内挿は，任意の大きさのテンプレートを指定し，その中心に値が無ければ，テンプレート内に含まれる値から中心の値を，重み付き平均法を適用し求めた．内挿に用いた式を以下に示す．

$$H = \frac{\sum (w_i * h_i)}{\sum w_i} \quad (\text{式 4-1})$$

$$w_i = 1 - \frac{d_i}{d_{\max}} \quad (\text{式 4-2})$$

H ：内挿される値

w_i ：各値の重み

h_i ：テンプレートに含まれる既知の値

d_i ：テンプレート中心から各値までの距離

d_{\max} ：テンプレート内の最大距離

内挿に用いたテンプレートの大きさは 35m*35m のサイズの正方形を用いた．これは，内挿前の既知点間の間隔が 15m 程あり，その範囲以上で多くの点を計算範囲に含めるためである．図 4-2 は内挿後のグリッドデータである．



図 4-2 内挿後1m メッシュのグリッドデータ

内挿された水位時系列データから，ランダムにポイントを選び，その地点での津波水位の変動を図 4-3 に示す．横軸が時間(s)，縦軸が水位(m)となっている．

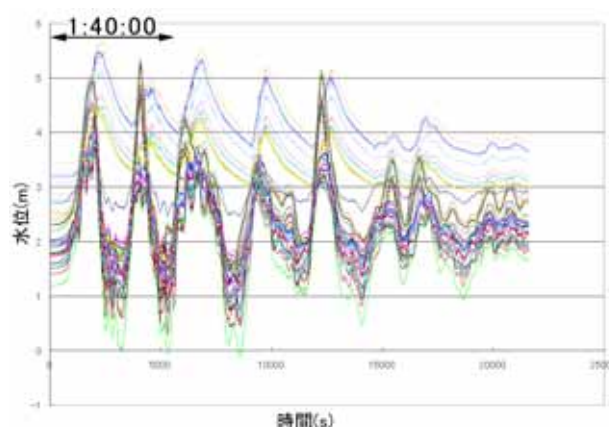


図 4-3 津波水位変動グラフ

水位時系列データは津波到達 0 秒後から 6 時間後までのデータが 10 秒毎にあるが，その全てを変換することは困難であり，今回のアニメーション作成では図 4-2 のグラフから津波到達 0 秒後から 1 時間 40 分後までをアニメーション化した．これは，この時間帯において，津波の大きな変化が 2 回ほど確認でき，第一波と第二波の間にどれだけの時間があるのか，また到達直後からどの程度の時間で，被害が拡大するのかを知ることが出来るためである．

4.2 DSM を用いた浸水範囲の決定

内挿処理において高密度化された，水位時系列データを時間毎に DSM と比較し，DSM のデータよりも津波のデータの方が高い場所を浸水範囲として，浸水範囲の津波画像と，その高さ情報を取得した．図 4-4 は

浸水範囲画像の一例である。



図 4-4 浸水範囲画像

浸水範囲の画像は，自作プログラムを用いて，1m メッシュの浸水範囲データから作成した。

5. 動画ハザードマップの作成

5.1 衛星画像の重ね合わせ

アニメーション化をするにあたり，津波の被害がどのように拡大し，どれだけの範囲に影響が出るのかを分かりやすくするために，浸水範囲画像と IKONOS 衛星画像を重ね合わせた。重ね合わせは，自作プログラムを用いて行った。この重ね合わせの際に誤差が生じてしまった。この誤差は，浸水範囲画像の書き込み位置を指定する際に，整数値での位置指定しか出来なかったために生じた誤差である。この誤差を GIS ソフト上で計測したところ，基になったデータよりも地上座標で東方向に 50cm 北方向に 90cm の誤差が発生した。しかし，もともとの津波データの精度を考えると，許容できる範囲の誤差であると考えられる。図 5-1 は津波画像と IKONOS 衛星画像を重ね合わせたものである。



図 5-1 浸水予測図と衛星画像の重ね合わせ結果

5.2 3次元画像の作成

衛星画像と DSM データ，津波水位データを用いて 3

次元画像を作成する。3次元画像の作成は，2004年度プロジェクト研究²⁾において作成されたプログラムを改良し行った。

衛星画像と，その各 pixel に対応する DSM を重ね合わせることで，衛星画像の各 pixel の色情報が DSM に記されている高さ情報を持つようになり，図 5-2 のような仮想の立体モデルが出来上がる。

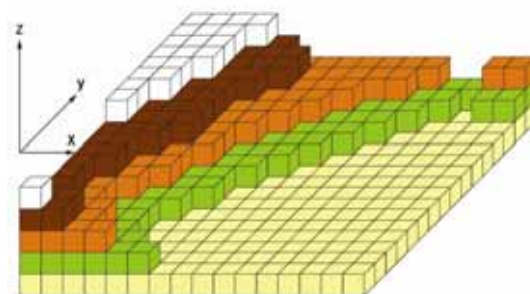


図 5-2 仮想立体モデル

この空間に仮想的にカメラを設置し，立体化された衛星画像を投影面に書き込む。投影面は衛星画像の左下点の座標を $(X, Y, Z) = (0, 0, 0)$ として任意の位置に設置し，その後カメラの向きを ϕ (仰角)， κ (水平角) で指定する。投影方法の概念を図 5-3 に示す。

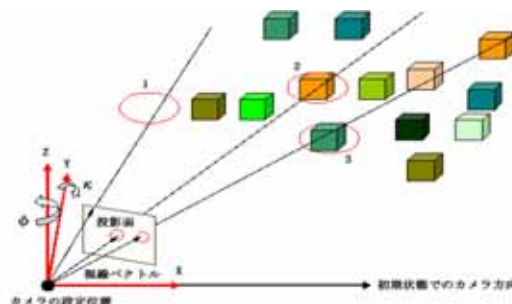


図 5-3 投影方法

設定した任意の位置から投影面に向かう視線ベクトルを延長し，その延長線が立体モデルに当たった場所にある色情報を投影面に書き込む。図 5-3 において，1 の状態の時には，延長線が当たる点がないので色情報は投影面に書き込まれない。2 の状態のときには投影面に色情報が書き込まれる。3 の状態のように延長線が複数の点に当たる場合は，投影面に近い色の情報が優先されて書き込まれる。図 5-4 は書き出した画像の例である。



図 5-4 3D化された衛星画像

5.3 アニメーション化

作成した3次元画像を用いて動画ハザードマップを作成する。動画には10秒毎の津波浸水予測図を600枚使用し、津波発生から1時間40分間をシミュレーションしたものを作成した。また、画像はそれぞれ異なる視点からのものを3種類・3次元化させず平面のままで見つめたものを1種類、計4種類をそれぞれ作成した。

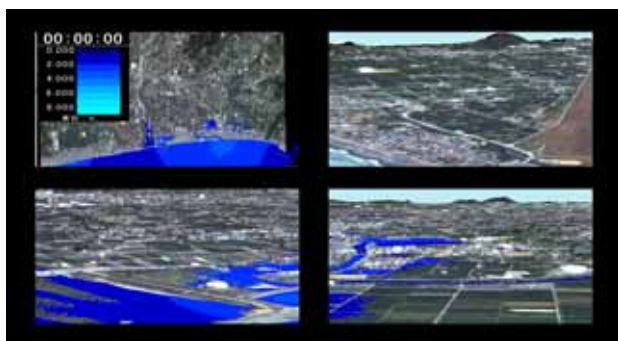


図 5-5 津波アニメーション

6. 国勢調査結果を用いた津波被害予測

最高水位データと、国勢調査データを重ね合わせ、1984年と2003年の紙地図を基に、対象地域での津波による被災者数を予測する。最高水位データの範囲に含まれる家屋数を、今年度のプロジェクト研究³⁾により作成されたデータを用いて算出した。集合住宅などの家屋は複数のpixelから構成されているため、算出された家屋数とその構成pixel数をプログラムにより集計し、1pixelあたりの人口を掛けることにより、津波最高水位データの範囲に重なる家屋の全人口を推定する。表6-1、6-2は推定結果である。

表 6-1 1984年対象地域における推定被害人口

種類	件数	人口
一般家屋	752	2964.1
集合住宅	2	64.9
密集地	12	795.3

表 6-2 2003年対象地域における推定被害人口

種類	件数	人口
一般家屋	918	3618.4
集合住宅	21	369.1
密集地	31	418.3

表6-1、6-2の結果から、予測される被災者数は1984年の地図では約3800人、2003年の地図では約4400人になる。約20年間で対象地域の人口は増加傾向にあるので、今後被災者数は増加すると考えられる。またこの予測被災者数は、夜間に地震による津波の被害が出たものとして考えるため、昼間に発生するとこの数値よりも多くの被害が予測される。

7. 考察

今回の研究で、津波の時間経過による変動が分かった。また、DSMデータを用いることで浸水区域の詳細な予測が可能となった。しかし、DSMでは、建物の情報を持っていないので、今回の研究では、浸水被害等を把握することが出来なかった。そのため今後、建物の情報と標高を記したDEM(Digital Elevation Model)データを用いて、浸水被害などを考慮しなければならない。被害予測の結果、人口の変動が沿岸部で増加傾向にあり、人的被害が大きくなる恐れがあるため、今後の避難場所等の設置場所や規模が重要になると考えられる。現在、当研究で得られたデータをGoogle Earthを通して、提供できるよう準備中である。

8. 参考文献・資料

- 1) 真辺春助：高知工科大学社会システム工学科2005年度学士論文
- 2) 青木祐二：高知工科大学社会システム工学科2004年度学士論文
- 3) 高村英治：高知工科大学社会システム工学科2006年度学士論文