

# 地震津波シミュレーション

|     |                      |
|-----|----------------------|
| 業務名 | 牟岐漁港津波検討調査業務（12-724） |
| 委託者 | 徳島県                  |
| 担当者 | （荒井康宏）柴木秀之           |

## 1. 調査の目的

東海から四国にかけての沖合にあるプレート境界「南海トラフ」で、今世紀前半にもマグニチュード8級の巨大地震が発生するといわれている。同トラフの大地震は、100～150年間隔で起き、毎回、激震に加えて大津波を引き起こし、沿岸各地に甚大な被害を与えてきた。

そこで本調査は、徳島県海部郡にある牟岐漁港の背後域を浸水から防護するため、地震津波シミュレーションで必要な防波堤の延伸、防波堤の嵩上げ高及び防潮堤の嵩上げ高を求め、設計に反映することを目的として行った。また、施設天端高によって背後域がどの程度浸水するかも本調査で予測した。

## 2. 調査内容

調査全体の流れは、図 - 3 のとおりである。

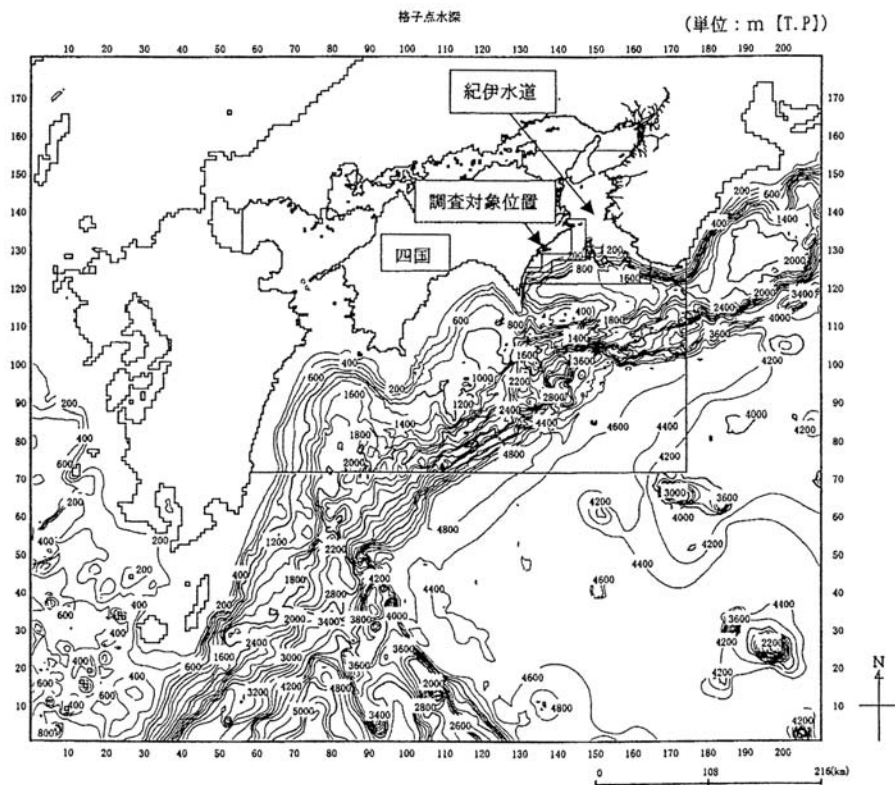


図 - 1 津波の計算対象範囲と牟岐漁港の位置

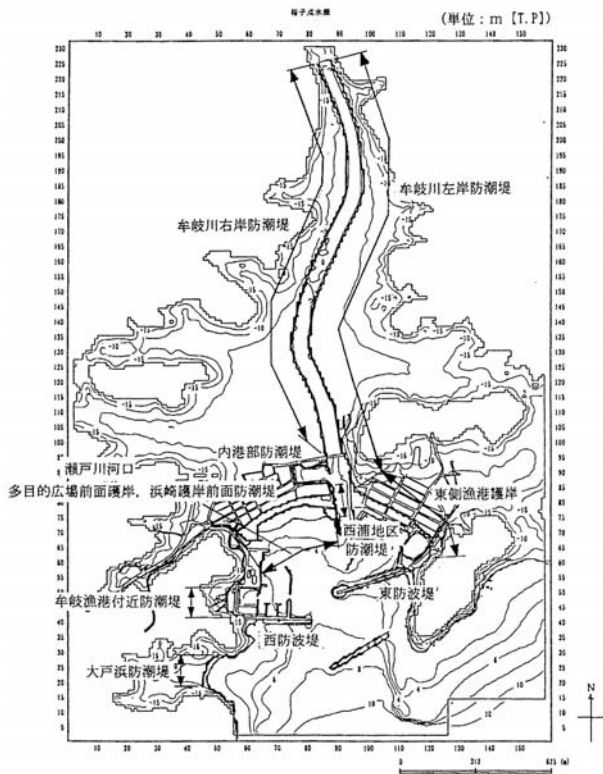


図 - 2 牟岐漁港全体図とその周辺地形

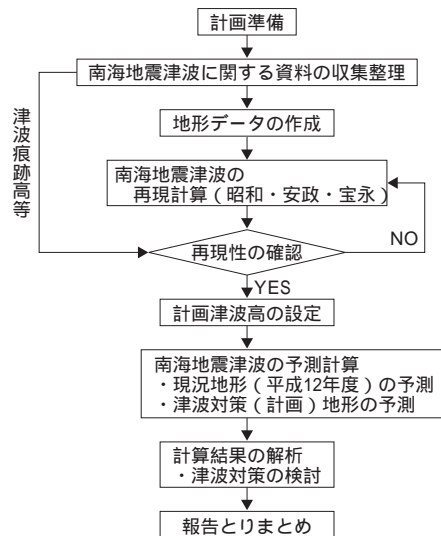


図 - 3 津波検討調査フロー

津波の高さ：平常潮位からの高さ AB

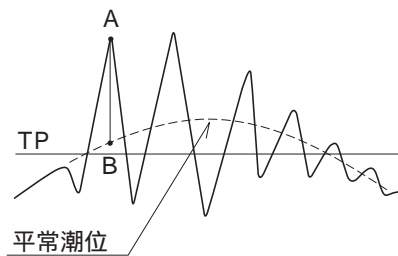


図 - 4 津波の高さ

### 3. 南海地震波に関する資料の収集整理

#### 津波高に関する資料

牟岐漁港において、高い津波高を記録した既往津波として、宝永南海地震津波（1707年）、安政南海地震津波（1854年）、昭和南海地震津波（1946年）があげられる。宝永南海地震津波は牟岐で6.0mの津波高を記録し、安政南海地震津波は5～6mの津波高、昭和南海地震津波は4.5mの津波高を記録した。

- 1) 渡辺偉夫：日本被害津波総覧、東京大学出版会、1985年
- 2) 村上仁士ら：南海道地震津波誌、牟岐町、1996年

#### 津波初期水位に関する資料

津波計算を行うためには、津波の波源域における海底地盤変位を推定する必要がある。これは、津波の初期条件となる地震発生直後の波源域の海面水位分布が、海底地盤変位とほぼ等しいと仮定されるためである。この波源域における海底地盤変位を推定する方法として、地震断層モデルによる地盤変位分布の計算方法を用いる。地盤断層モデルとは、地震に伴い生じる断層を矩形で近似し、断層運動を6個のパラメータで表現するものである。

南海地震に関するパラメータは、複数提案されているが、本計算に用いるものは、相田（1981）<sup>1)</sup>モデルを基本モデルとして、再現計算に利用する。図 - 5 に南海地震津波の断層モデルを示す。

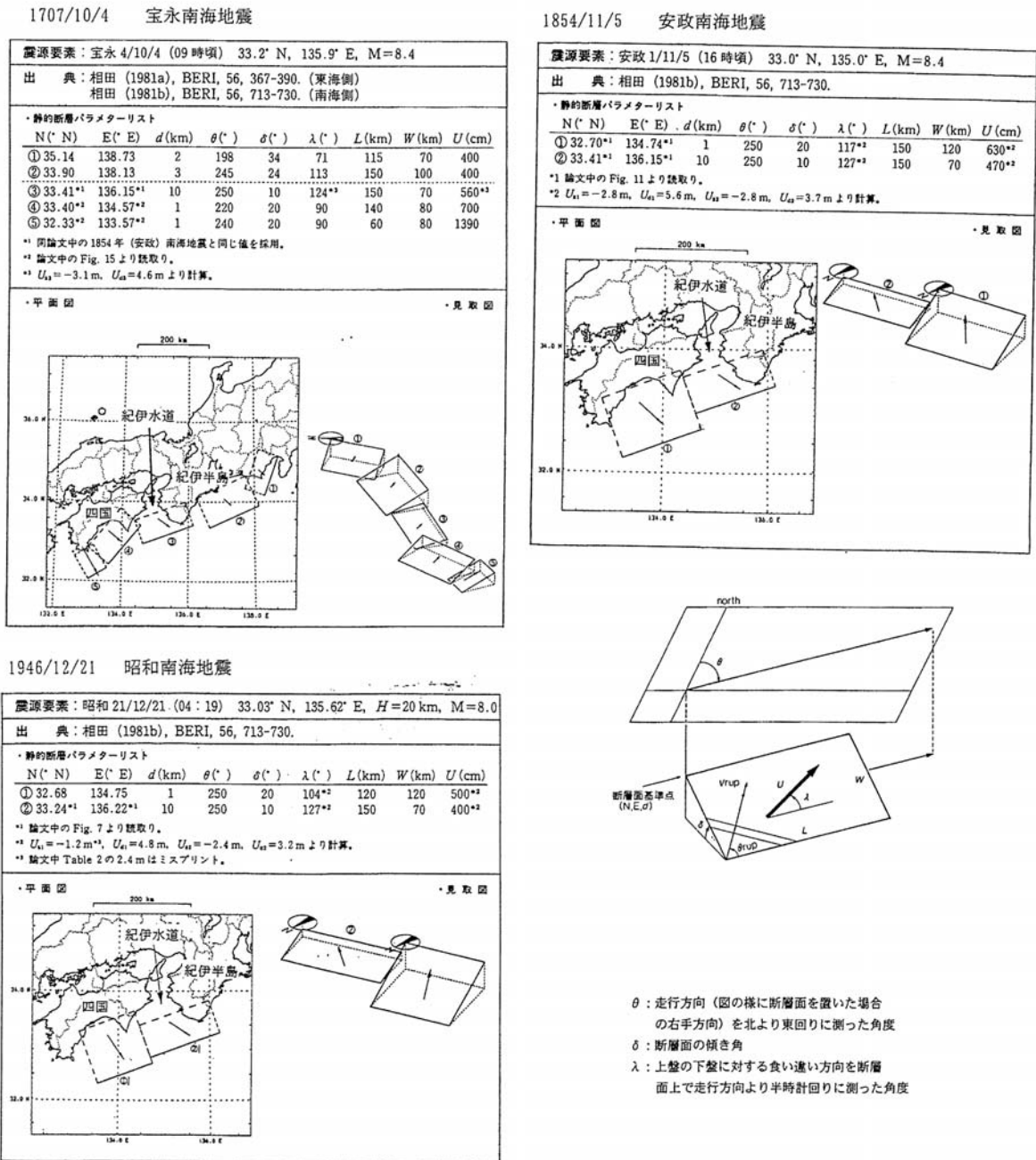


図 - 5 南海地震津波の断層モデル

#### 4. 地形データの作成

海底水深・陸域地盤高・構造物天端高のデータを入力し、津波計算に用いる地形データの作成を行う。津波計算に用いる地形データの作成範囲は、四国沖から紀伊半島沖にかけての外洋（津波波源域を含む）から牟岐漁港区域とする。

津波は、比較的周期が短い長波（数分から数10分）であるため、波長もそれに伴い短い。波長の1/20～1/30以下の格子間隔により、波形を近似する必要がある。このような津波の波形近似精度を確保するために、地形近似精度も高める必要がある。そこで、牟岐漁港沖（出羽島を含む範囲）を100m格子、牟岐漁港沖を50m格子、牟岐漁港周辺を25m格子、牟岐漁港内を12.5m格子で地形近似を行い、津波波形の近似

精度を高めるように配慮している。なお、漁港内の格子は、一般的に50m格子程度で計算可能であるが、河川及び構造物形状を表現できる格子として12.5mを使用する。また、漁港内では浸水も考慮するため、陸域も地形データを作成した。

## 5. 津波数値計算モデル

津波のような波動を支配する系は、運動量の保存と質量の保存の2つである。2つの保存則は、各々、運動方程式と連続の式より記述される。

津波の数値計算は、地震に伴う地盤変位を直接海面変動に置き換えて、自由波の伝播を2つの方程式により、時間の経過にしたがって解くものである。

津波のように、波長の長い波の運動は、水中の圧力は静水圧分布によりほぼ近似が可能であり、水平流速方向の流速成分 ( $u, v$ ) は鉛直方向にほぼ一様な分布と仮定することができる。このような近似により、2つの方程式は、海底から水面までの流速を鉛直方向に積分する浅水理論によって表される。この浅水理論は、波高  $H$  と波長  $L$  の比で表される波形勾配  $H/L$  と水深  $h$  と波長の比  $h/L$  がいずれも小さいものと仮定することにより、厳密な運動方程式から導かれる。浅水理論式は、長波近似を行っていることから、非線形長波理論式とも呼ばれている。

## 6. 数値計算プログラムの構成

津波数値計算全体の処理過程を図 - 6 に示す。計算プログラムは計算処理別に分類された複数のサブルーチンと、これらサブルーチンをコントロールするメインプログラムにより構成されている。このうち、外洋域伝播計算は津波再現計算においてのみ行う計算であり、これによって沿岸域遡上計算における境界条件となる水位・流量の時間データを抽出する。

## 7. 南海地震津波再現計算

津波再現計算に使用する地震津波は、安政、宝永、昭和南海地震津波とする。

津波計算は、地震に伴って生ずる海底地盤変位と同等の水位分布を初期条件とし、この初期水位分布により発生する自由波の伝播を時間的に追跡する計算である。

作成した津波来襲当時（昭和21年時）の地形データで津波値計算を行い、津波来襲時の津波痕跡値（推定値）と計算値を比較し、計算値が津波痕跡値を説明可能であることを確認する。再現性の評価は、牟岐漁港周辺における最大津波高（痕跡値）の沿岸分布、津波到来時間分布の比較をもとに判断する。ここで、再現対象津波は、痕跡値データの比較の豊富な昭和南海地震津波を行い、安政、宝永南海地震津波についても確認を行う。

図 - 7 に相田の断層パラメータと断層パラメータから計算される初期水位分布を示す。

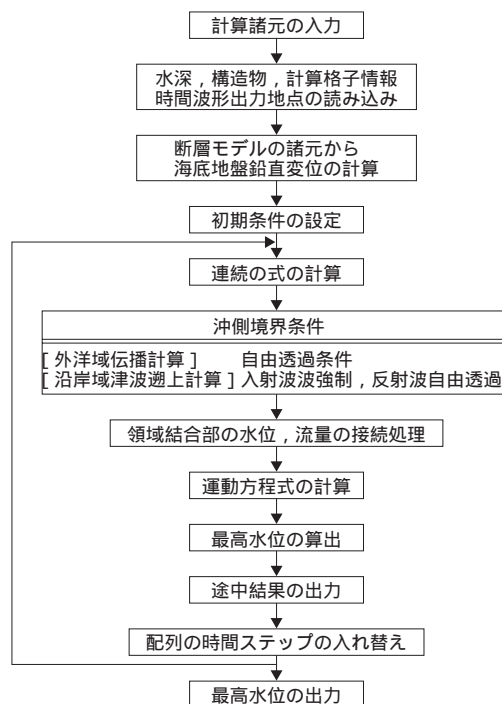


図 - 6 津波計算プログラムのフロー

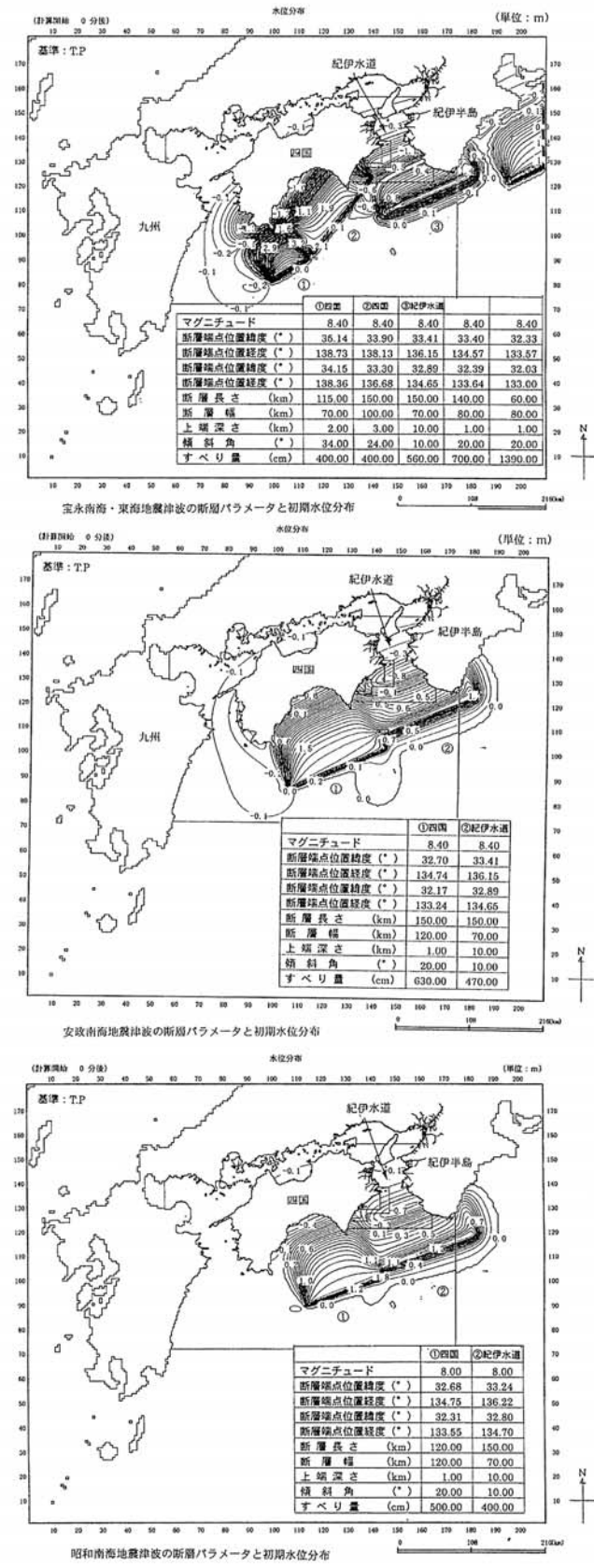


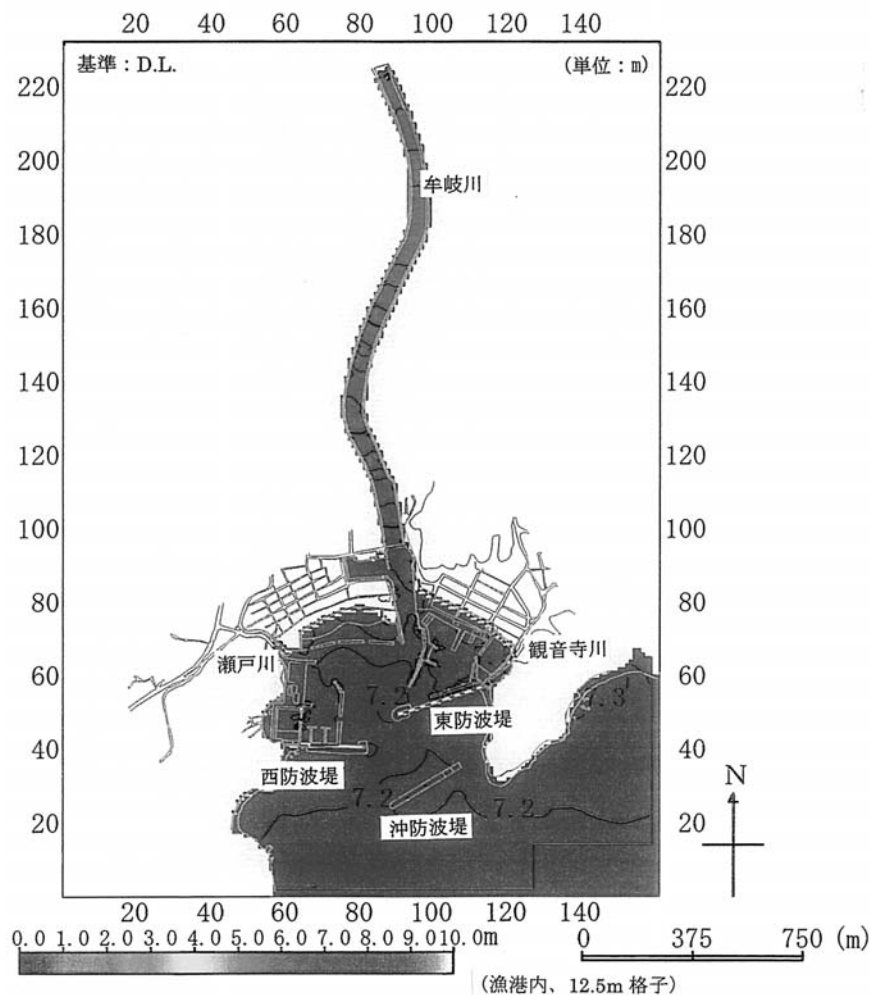
図 - 7 南海地震津波の断層パラメータと初期水位分布

## 8. 予測計算

牟岐漁港に襲撃する（再現計算を行った3つの）津波のなかで、最も津波高が大きくなる地震津波は、宝永南海地震津波である。

しかし、今回予測計算に用いる計画津波は、「平成8年度徳島県地震防災アセスメント報告書」により、安政南海地震規模の防災アセスメントを進めているので、県内の津波防災対策の整合性に配慮し、安政南海地震津波を計画津波とした。

沖防波堤延伸に加え、背後域に越流しない高さまで東西防波堤および防潮堤を嵩上げした場合の計画津波による予測計算の結果を図-8に示す。沖防波堤付近で最大水位が、D.L.+7.2mになることがわかる。図-9に昭和南海地震津波に対応する高さ（沖防波堤でD.L.+6.2m）で漁港施設を整備した場合に計画津波が襲撃したときの最大水位分布と背後浸水域を示す。



注) 計算で用いた潮位は  $H.W.L.=T.P.+1.15m (=D.L.+2.0m)$  である。  
上図より 2.0m 引いた値が最大津波高分布図となる。

図-8 計画津波による最大水位分布  
(背後域に越流しないように漁港施設整備を行った場合)

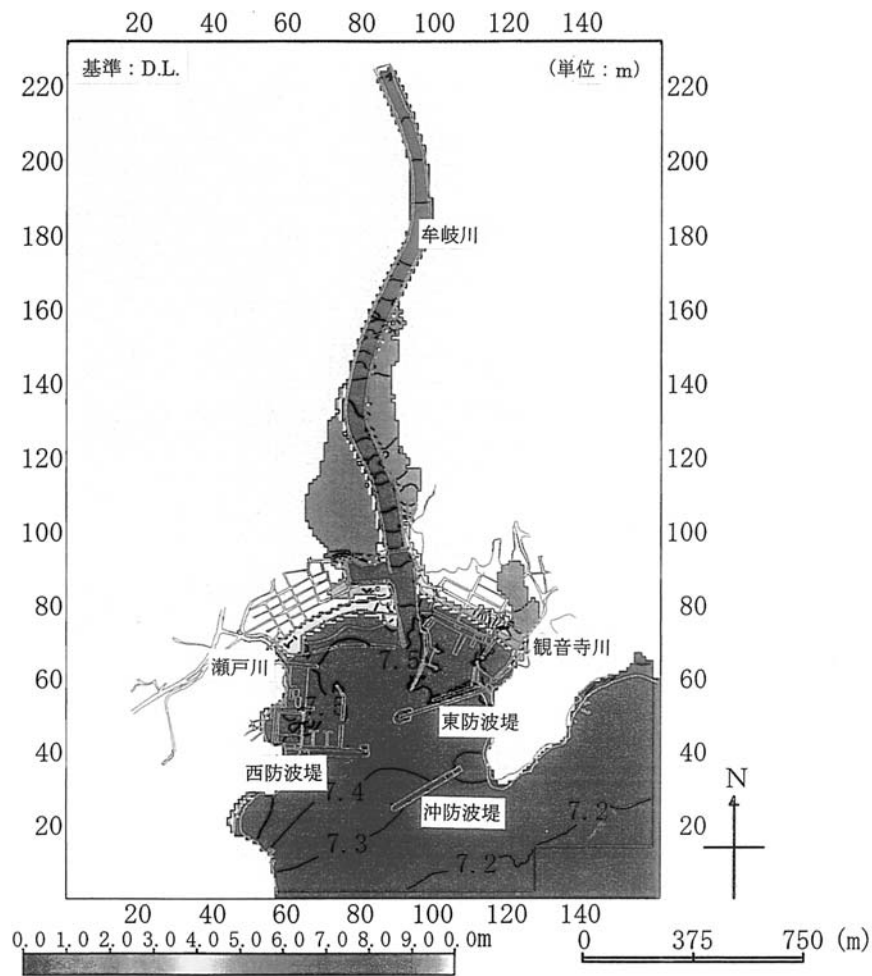


図 - 9 計画津波による最大水位分布  
(昭和南海地震津波に対応した漁港施設整備を行った場合)

### 9. 成果の活用

以上の調査結果をもとに、今後、津波防災計画との連携した漁港施設整備が進められる予定である。

### 参考文献

- 1) 相田勇 (1981) : 南海道沖の津波の数値実験 地震研究彙報 Vol.56 pp.71 - 101