

平成 22 年 4 月 10 日現在

研究種目：若手研究 A
 研究期間：2007～2009
 課題番号：19681019
 研究課題名（和文）デジタルアース時代に対応した津波被災地認定技術の開発と認定結果公開手法の検討
 研究課題名（英文）Searching tsunami affected area and its visualization by digital earth technology
 研究代表者
 越村 俊一（KOSHIMURA SHUNICHI）
 東北大学・大学院工学研究科・准教授
 研究者番号：50360847

研究成果の概要（和文）：本研究では、巨大津波災害発生直後の迅速な被害の推計／把握を目的とし、津波数値解析、人口統計を用いた GIS 分析、および高分解能衛星画像によるリモートセンシング技術を融合した「津波被災地認定技術の基盤を築き、評価結果の公開手法を検討した。本研究で開発した被災地認定手法を、2004 年以降の巨大地震津波災害に適用し、その国際災害救援における意義や課題について検討した。

研究成果の概要（英文）：This study proposes a method to search and detect the impact of tsunami disaster by integrating numerical modeling, remote sensing and GIS technologies, which consist of four damage mapping efforts, 1) Regional hazard/damage mapping effort to search the potential impacted region, 2) Damage estimation effort using the numerical modeling of tsunami inundation and fragility function for structural damage, 3) Local damage mapping effort using the analysis of high-resolution optical satellite imagery to detect the extent of tsunami inundation zone and the structural damage. The method is implemented to the recent tsunami events to identify the structural damage probabilities within the inundation zone, combined with the post-tsunami survey data.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	3,500,000	1,050,000	4,550,000
2008 年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2009 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
総計	6,800,000	2,040,000	8,840,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学・自然災害科学

キーワード：GIS, リモートセンシング, 津波災害, 被害推計

1. 研究開始当初の背景

巨大災害の発生直後は、激甚な被災地内の情報がある期間欠落し、災害救援活動が難航するとともに情報の途絶えた激甚被災地が置き去りになる(情報空白期)。2004 年 12 月に発生したスマトラ島沖地震津波直後の国際社会はまさにこの状況に陥った。インド洋全

体に波及した津波被害の全貌の把握は、甚大な被害を受けた被災地からの情報が断片的であったこともあり、大幅に遅れた。実際、津波被災国であるミャンマーからの情報は全く届かず、Satake ら(2006)を中心とする調査隊が現地入りするまでその被災状況の全貌は全く分からなかった。

この「情報空白期」を如何にして乗り切るか、限られた時間の中で情報の途絶えた激甚被災地を発見し、国際社会が連携して災害救援・復旧活動を展開するための意思決定情報を積極的に得る「早期被災地認定」の思想は、国際協力により津波被災地の早期復旧を図るという点で津波予警報技術の国際展開と並んで極めて重要である。

「早期被災地認定」の考え方を具現化するために必要な技術は、数値シミュレーションにより沿岸部の津波外力(津波高,浸水深等)を求め,被害関数等を用いて人的・物的被害の程度を推定する「被害推計技術」,衛星画像や航空写真から実被害を詳細に調査する「被害把握技術」,そしてこれら2つの技術を統合する「GIS技術」である。特に,近年は地理情報や衛星画像情報を利用するGIS技術が革新的な発展を遂げており, GoogleEarth/Map など,マップサービスが地理情報処理技術のパラダイムを変えたといつてよい。これらマップサービスの恩恵により,利用者はGISの概念を理解せずともリアルタイムでインターネットサーバから衛星画像や地図を取得し,優れたインターフェースを使って自在に地球をブラウズできるようになった。この概念は「デジタルアース」と名づけられ,災害研究のみならず,環境,犯罪,テロなどの数多くの社会問題への取り組みに活用されている。

2. 研究の目的

本研究では, (1) 巨大津波災害発生直後に迅速に被害の推計を行い,推計結果に応じて (2) リモートセンシング技術による詳細な被害把握を行ったのちに「激甚被災地を認定」し,その結果を (3) 優れたマッピングインターフェースを通じて国際社会で共有するという,全く新しい「津波被災地認定技術」の基礎を築くことを目的として研究を推進した。具体的には以下に列挙する課題に取り組んだ。

- (1) 全球型津波伝播・浸水シミュレーションモデルによる津波被害の推計
- (2) 津波高と浸水域に対応した津波曝露人口指標の推計モデルの開発
- (3) 衛星画像解析による津波被災地の面的把握と被害判読
- (4) 被害推計・把握情報の統合による被災地認定基準の策定
- (5) Google Earth を用いた被災地認定結果表示用モジュールの開発と認定結果公開手法の検討

3. 研究の方法

以下の3つの分析を一連の処理として実施することを前提に要素技術を開発した。図1に本研究の構造を示す。技術開発を行う際の対象範囲は,第一にインド洋沿岸諸国と

するが,最終的には地球全体に拡張することを視野に入れて戦略的に研究を推進した。

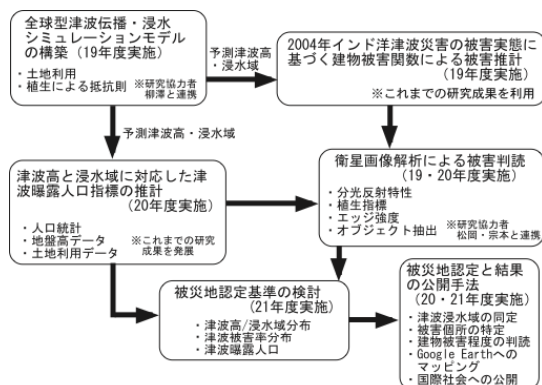


図1 本研究の構造と被災地認定までの流れ

- ・ 全球型津波伝播・浸水シミュレーションモデルによる津波被害の推計
- ・ 浸水シミュレーションデータを利用した建物被害評価
- ・ 衛星画像解析による津波被災地の面的把握と被害判読

さらに,得られた結果を効果的に配信し,災害救援活動に利用するための公開手法を, GoogleEarth のマッピングインターフェースに基づき検討した。

予想した米領サモアの津波高さ(3m以上を表示)と人口分布

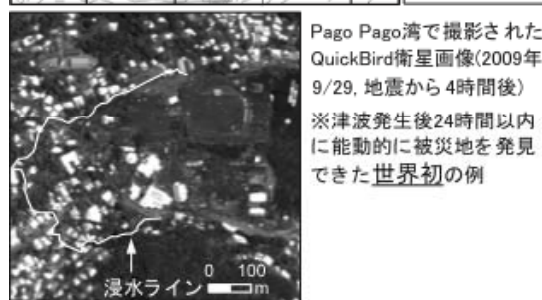
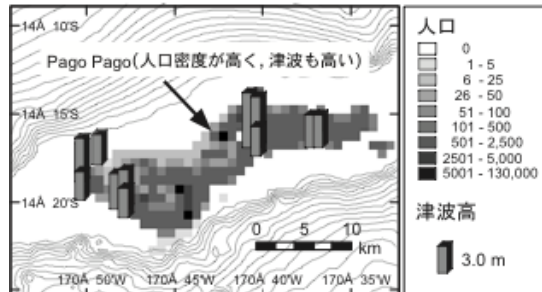


図2 2009年9月にサモア沖で発生した津波の被災地探索結果

4. 研究成果

本研究で提案した被災地認定技術を最近の津波災害事例に適用した結果をします。図2は,2009年9月29日に米領サモア近海で発生した津波災害の被災地を探索した最

新の結果である。数値計算で予測した津波高と人口分布との関連で被災地を探索、そこでの被災状況を衛星画像で確認した、本申請課題のアプローチを実践したものである。地震発生の一報を受けてから津波高の予測計算を6時間で完了し、米領サモアの中央部(図の矢印で示した Pago Pago 湾奥)が被災地の一つとなり得ることを発見した。その後衛星軌道の状況を調査し、米国 QuickBird 衛星が偶然にも地震後4時間で定常撮影を行っていたことが分かり、発災後24時間以内に能動的に被災地を発見した世界初の例となった(www.tsunami.civil.tohoku.ac.jpで公開)。この結果を世界で最も早く国連の災害救援機関に伝えて協力を要請し(国際災害チャータおよび国際津波情報センター)、申請者自身が災害発生5日後の10月4日に被災地入りし、実際の被害状況を確認することができた。

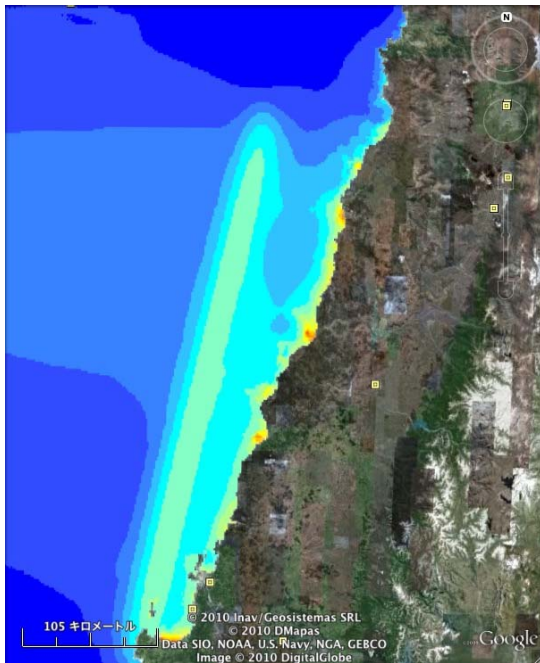


図3 2010年チリ沖地震津波の解析結果の表示例

また、2010年2月27日に南米チリ沖で発生した巨大地震津波を対象とし、津波数値解析と人口統計データのGIS分析を統合して、津波の被災地を探索した。また、津波解析の結果をGoogle Earth KMZ形式に変換し、Google Earth上での衛星画像の閲覧と併せて被災地の探索を行った(図3)。津波はTalcahuanoからValparaisoに至る1000km以上の海岸に來襲し、特にTalcahuano, Constitucion, Valparaiso周辺の都市で被害が甚大である可能性が高い。津波被災地の目安を予想津波高4m以上、人口1000人以上として被災地を探索した結果、被災地の可能性が高

い地域が14カ所見つかった。現在のところ、甚大な被害が報告されているのはValparaiso, Talcahuano, Constitucionの3地域であるが、それ以外にも比較的小規模の集落が被災地、孤立している可能性があることが分かった。本手法に基づき、巨大地震発生から24時間以内に被災地を探索し、災害救援が必要な地域や孤立した被災地を見つけ出すことが本研究の目標である。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計20件)

査読付き国際誌

1. Koshimura, S., Y. Namegaya and H. Yanagisawa, Tsunami Fragility - A new measure to assess tsunami damage, Journal of Disaster Research, Vol. 4, No. 6, pp.479-488, 2009.
2. Koshimura, S., T. Oie, H. Yanagisawa, and F. Imamura, Developing fragility functions for tsunami damage estimation using numerical model and post-tsunami data from Banda Aceh, Indonesia, Coastal Engineering Journal, JSCE, Vol.51, No.3, pp.243-273, 2009.
3. Koshimura, S., M. Matsuoka and S. Kayaba, Integrated approach to assess the impact of tsunami disaster, Safety, Reliability and Risk of Structures, Infrastructures and Engineering Systems, Furuta, Frangopol & Shinozuka (eds), Taylor & Francis, London, pp.2302-2307, 2009.
4. Santos, A., S. Koshimura, and F. Imamura, The 1755 Lisbon Tsunami : Tsunami Source Determination and its Validation, Journal of Disaster Research, Vol.4, No.1, pp.41-52, 2009.
5. Yanagisawa, H., S. Koshimura, K. Goto, T. Miyagi, F. Imamura, A. Ruangrassamee, and C. Tanavud, Damage of mangrove forest by the 2004 Indian Ocean tsunami at Pakarang Cape and Namkem, Thailand, Polish Journal of Environmental Studies, Vol. 18, No. 1, 35-42, 2009.
6. Yanagisawa, H., S. Koshimura, K. Goto, T. Miyagi, F. Imamura, A. Ruangrassamee, and C. Tanavud, The reduction effects of mangrove forest on a tsunami based on field surveys at Pakarang Cape, Thailand and numerical analysis, Estuarine, Coastal and Shelf Science, 81, pp.27-37, 2009.
7. Koshimura, S., Y. Hayashi, K. Munemoto, and F. Imamura, Effect of the Emperor seamounts on trans-oceanic propagation of the 2006 Kuril Island earthquake tsunami, Geophysical Research letters, 35, L02611,

doi:10.1029/2007GL032129, 24, 2008.

査読付き学術誌

8. 越村俊一, 行谷佑一, 柳澤英明, 津波被害関数の構築, 土木学会論文集B, Vol.65, No.4, pp.320-331, 2009.
9. 萱場真太郎, 越村俊一, 地表物の分光反射特性を考慮した都市域津波被災地の衛星画像解析, 土木学会海岸工学論文集, 第56巻, pp.1421-1425, 2009.
10. 宗本金吾, 越村俊一, 今村文彦, 海山列に着目した遠地津波の最大波遅延要因の分析と予報精度向上に向けての課題, 土木学会海岸工学論文集, 第56巻, pp.286-290, 2009.
11. 柳澤英明, 越村俊一, 今村文彦, 渡部弘之, 江頭達郎, 1945年パキスタン・Makran地震津波に基づくパキスタン沿岸域での津波ハザードの検討, 土木学会海岸工学論文集, 第56巻, pp.306-310, 2009.
12. 越村俊一, リモートセンシング技術を用いた新しい津波災害研究の展開, 自然災害科学, Vol.27, No.3, pp.249-256, 2009.
13. 竹内雅彦, 越村俊一, 目黒公郎, 多目的ブイを用いたネットワーク型津波警報システムの人的被害軽減効果に関する研究, 土木学会海岸工学論文集, 第55巻, pp.1416-1420, 2008.
14. 萱場真太郎, 越村俊一, 村嶋陽一, 高解像度衛星画像を利用した津波被害の把握手法に関する研究, 土木学会海岸工学論文集, 第55巻, pp.1456-1460, 2008.
15. 柳澤英明, 越村俊一, 宮城豊彦, 今村文彦, 2004年インド洋大津波におけるマングローブ林のフラジリティ関数, 土木学会海岸工学論文集, 第55巻, pp.286-290, 2008.
16. 宗本金吾, 越村俊一, 今村文彦, 千島海溝で発生する津波の後続波の特性に関する研究, 土木学会海岸工学論文集, 第55巻, pp.296-300, 2008.

国際学会Proceedings (査読無し)

17. Koshimura, S. and T. Araki, Developing a tsunami simulation code with Lattice Boltzmann Method, Proceedings of the 3rd International Conference of Estuary & Coasts, pp.658-664, 2009.
18. Koshimura, S., M. Matsuoka, and S. Kayaba, Tsunami hazard and structural damage inferred from the numerical model, aerial photos and SAR imageries, Proceedings of the 7th International Workshop on Remote Sensing for Post Disaster Response (CD-ROM), 2009.
19. Kayaba, S. and S. Koshimura, Satellite

image classification for detecting tsunami impact, Proceedings of the 7th International Workshop on Remote Sensing for Post Disaster Response (CD-ROM), 2009.

20. Koshimura, S. and S. Kayaba, Tsunami damage detection using high-resolution optical satellite imagery, Proceedings of the 6th International Workshop on Remote Sensing for Post Disaster Response (CD-ROM), 2008.

[学会発表] (計6件)

国際会議

1. Koshimura, S., Fragility curves for structural damage by the 1993 Okushiri tsunami, Eos Trans. AGU, 90(52), Fall Meet. Suppl., Abstract OS33B-08, 2009年12月16日(サンフランシスコ・米国).
2. Koshimura, S. and Y. Namegaya, Tsunami Fragility : A New Measure for Estimating Tsunami Damage, Asia Oceania Geosciences Society (AOGS), August, 2009年8月15日(シンガポール)
3. Koshimura, S., H. Yanagisawa and T. Miyagi, Mangrove's fragility against tsunami, inferred from high-resolution satellite imagery and numerical modeling, International Tsunami Symposium, July, 2009年7月14日(ノボシビルスク・ロシア)
4. Koshimura, S. and S. Kayaba, Tsunami damage detection using high-resolution optical satellite imagery, PACON 2008: Energy & Climate Change on June, 2008年6月3日(ホノルル・米国)
5. Koshimura, S., M. Matsuoka, and S. Kayaba, Multi-Scale Approach to Assess the Impact of Major Tsunami Disaster, Asia Oceania Geosciences Society (AOGS), June, 2008年6月19日(釜山・韓国)
6. Munemoto, K. S. Koshimura, and F. Imamura, A numerical analysis of the later phase tsunami accompanied with the earthquake occurred along The Kuril Trench, Asia Oceania Geosciences Society (AOGS), June, 2008年6月19日(釜山・韓国)

[図書] (計0件)

[産業財産権] (計0件)

[その他] 該当無し

6. 研究組織

(1)研究代表者

越村 俊一(KOSHIMURA SHUNICHI)
東北大学・大学院工学研究科・准教授
研究者番号 : 50360847

(2)研究分担者
該当なし

(3)連携研究者
該当なし