

平成22年 5月31日現在

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2007～2009

課題番号：19310117

研究課題名（和文）津波堆積物から見た巨大型南海地震の再来周期

研究課題名（英文）Recurrence Intervals of Mega Nankai Earthquakes  
recorded in tsunami sediments

研究代表者

松岡 裕美（MATSUOKA HIROMI）

高知大学・教育研究部自然科学系・准教授

研究者番号：60222296

研究成果の概要（和文）：宝永南海地震（西暦1707年）のように南海地震と東南海地震が連動する巨大型南海地震の再来周期を明らかにすること目的として、土佐湾沿岸域の津波堆積物の調査を行った。その結果、土佐市蟹ヶ池において過去2000年間の履歴を解明することができた。この結果は日向灘沿岸域で明らかにされている履歴と良い一致を示し、巨大型南海地震は300-350年程度の周期で発生していることが明らかになった。

研究成果の概要（英文）：We investigated core sediment from ponds and lakes along the coast of southwestern Japanese Islands along the Nankai Trough to reveal pre-historical evidence of Nankai earthquakes. The average recurrence interval of tsunami events were 300-350 years. This value was much larger than the value, 100-200 years, of the historical events. This result implies that relatively large Nankai earthquakes only have been recorded in the sediments.

交付決定額

（金額単位：円）

|        | 直接経費       | 間接経費      | 合計         |
|--------|------------|-----------|------------|
| 2007年度 | 6,800,000  | 2,040,000 | 8,840,000  |
| 2008年度 | 5,900,000  | 1,770,000 | 7,670,000  |
| 2009年度 | 2,300,000  | 690,000   | 2,990,000  |
| 年度     |            |           |            |
| 年度     |            |           |            |
| 総計     | 15,000,000 | 4,500,000 | 19,500,000 |

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：津波堆積物、津波、地震、南海地震、巨大地震、再来周期、自然災害、地質学

## 1. 研究開始当初の背景

南海地震は世界で最も過去の履歴が歴史的に明らかにされている地震であるが、その地震の規模、つまり震源域の範囲は過去3回の昭和、安政、宝永の地震で異なっていたことが知られている。特に巨大だった宝永地震のような地震が過去にどのような頻度で発

生していたのかを知ることは、地震学的に興味深いことであると同時に、次の南海地震に備える防災という観点からも重要なことである。私たちは、これまで過去の南海地震の履歴を明らかにすることを目的として、浜名湖から九州にかけての西南日本の南海トラフ沿岸域の湖沼で津波堆積物の研究を行っ

てきた。その結果、九州東岸の日向灘に面した龍神池の堆積物から、この池を襲った南海地震の津波は過去 3300 年間に 8 回あり、最後の 1 回は宝永地震に相当することがわかった。宝永地震では安政、昭和の地震に比べて四国西部や九州で特に津波被害が大きかったことが知られており、震源域がより西方に延びていた巨大型の南海地震であると考えられている（相田、1981；羽島、1986）。このことから、巨大型南海地震が過去に 350～700 年程度の再来周期を持って発生していた可能性が高いことが明らかになった。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、土佐湾沿岸域において津波堆積物を調査し、龍神池で明らかになった巨大型再来周期を検証することにある。土佐湾沿岸域もやはり宝永地震の際は特に大きな津波が襲来したといわれている。地質記録は地域的な環境変化の影響を受けることも多いため、いくつかの地域のデータを対比させながら結果を導き出す必要がある。土佐湾沿岸地域ではただす池において約 1300～4000 年前までの津波履歴が明らかになっているが、最近 1300 年間の記録は残されておらず、是非この期間のデータが欲しい。また、多くの地域のデータを集めることで、過去の南海地震の震源領域の広がりについて実証的な検討を進めたい。

## 3. 研究の方法

研究方法は、なによりも湖沼の湖底から堆積物を採取し、分析することである。まず、過去に津波が来襲し津波堆積物が保存されている可能性がある湖沼を地形図や航空写真などをもとに見出し、実際に現地でも地形調査を行って検証する。湖沼におけるコアリングによって湖底の堆積物を採取し、研究室に持ち帰り分析する。さらに、堆積物中の津波イベントを認定し、年代測定によってその時期を明らかにする。いくつかの地点での津波履歴を明らかにすることにより、過去の南海地震の震源域の地域的広がりについて検討する。

本研究においては、土佐湾沿岸域の土佐市の蟹ヶ池、高知市の絶海地の池、住吉池、南国市の石土池で調査を行った（図 1）。絶海地の池では砂層を発見できたが、それが津波堆積物であるという確証を得ることはできなかった。住吉池では何枚かの津波堆積物を確認することができたが、年代測定の結果から 4000 年前～5500 年前のものであることが分かり、最近の津波記録は得ることができなかった。また、石土池についても 5000～7500 年前の堆積物が観察できたが、それ以降の堆積物記録は残されていなかった。そこで本研究では、主に蟹ヶ池において津波履歴の研究

を進めた。

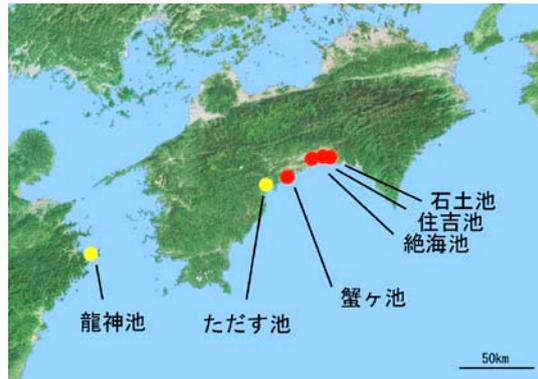


図 1. 本研究で調査を行った湖沼(赤丸)および、これまでに津波履歴が明らかになっている湖沼(黄丸)。

蟹ヶ池は高知県の横浪半島の先端に位置し、東側が海に向かって開けている。周囲は標高 100～250m 程度の山に囲まれ、集水面積は狭く顕著な河川はない。北側の海岸は竜の浜と呼ばれる砂浜で、標高 5m 程度の浜堤をなしている。池は直径約 200m で水深は 1m 程度、海岸と池の距離は約 200m である。

この池では本研究のはじまる前年にあたる 2006 年度にコアを採取し、津波堆積物が存在していることを確認していた（岡村、2007）。本研究では 2007 年度に 4 本、2008 年度に 8 本、2009 年度に 6 本、3 年間で合計 18 本のコア試料を採取し研究を行った。2007 年度の調査では池の東側でコアを採取し何回かの津波イベントを確認できたが、特に最終イベントの堆積物が下位の堆積物を大きく剝削してしまい、詳しい履歴はわからなかった。そこで 2008 年度は池の西側で調査を行った。ここでもやはり最終イベントが下位を大きく削り込んでいることがわかった。年代測定の結果から、この最終イベントは宝永地震の津波であることが明らかになった。2009 年度は池の最も陸側、つまり南側の地点でコアリングを行い津波履歴の解析を試みた。

## 4. 研究成果

KNG09-1～KNG09-6 の 6 本のコア試料から 5 つのイベントを確認することができた（図 2）。コアの長さはおよそ 350 cm だが、湖底から 150cm 程度の現世の泥を避け、そこから下位の堆積物のみを採取しているので、実際の深度は約 500cm に達している。コアの上部 30cm は細長い繊維質の草本類からなる植物片を多量に含む泥から成っており、深度 30cm に最上部の砂層がある。コアの 30cm～250cm は主にシルトからなるが、4 層の砂層と 1 層の粘土層を含み、これらを上位からイベント I から V とした。最下位のイベント V の砂層は最も厚く、50cm に達する。それより下位は木片や葉など木本類からなる植物片を豊富に

含むシルト層となる。コアの上部 30cm、中位の 30cm~250cm、下位の 250cm~350cm では堆積環境が大きく異なると考えられ、本研究では中位の 30cm~250cm をこの池が津波記録計として働いていた層準として扱う。

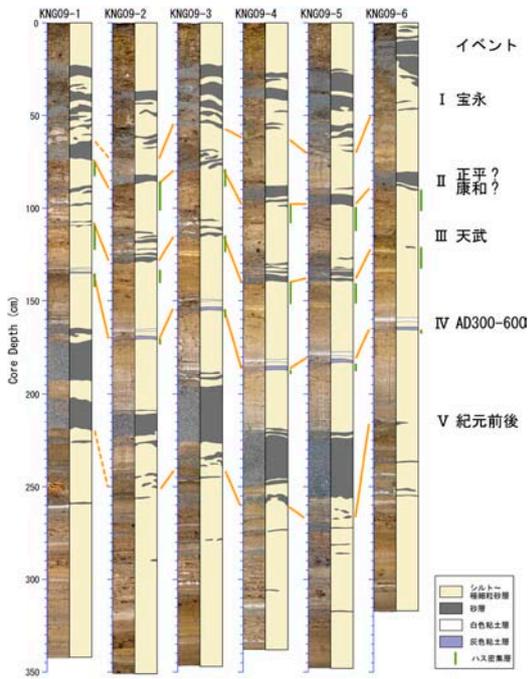


図 2. 蟹ヶ池のコア堆積物写真と模式図。5 つのイベント層準が確認できる。

イベント I、II、III、V とした 4 枚の砂層は、極細粒から極粗粒の砂で、一部に礫も含まれる。砂はほとんどが風化していない暗灰色の砂の比較的淘汰のよい砂で、浜堤および海底からもたらされたと考えられるが、粗粒の砂は、明らかに白く風化した池の周囲の陸域からもたらされたと考えられるものも含まれる。特に礫は海成ではなく陸源のものが多く、高エネルギーで陸斜面の浸食を経て運搬され堆積したものと考えられる。この地域では過去 300 年間に高潮の大きな被害は報告されていないことから、これらの堆積物は南海地震の津波によるものと考えられる。イベント IV としている粘土層は下位の約 2cm の厚さを持つ暗灰色の粘土と上位の 1~2cm 厚の白色粘土の 2 枚から構成されており、一部に植物片などが含まれるが、砂は含まない。一般的に白色の粘土層は池の周囲の風化した粘土が流入して形成され、洪水などによっても堆積するが、津波など海水の流入によっても形成されると考えられ、イベント III の砂層中にも、白色粘土層が見られる。ここではイベント IV も津波の海水流入イベントを示していると考えられる。

コア KNG09-4 の粒度分析結果を図 3 に示す。植物片 (500  $\mu\text{m}$  以上) の割合は、イベント I

の砂層より上位およびイベント V の砂層より下位で高くなっており、ここで大きく堆積環境が変化していることが分かる。中粒砂 (緑線) および粗粒砂以上 (橙線) の粗粒な堆積物は、特にイベント層準でのみ見られることがよくわかる。イベント II、III、IV の砂層および粘土層の下位では数センチの厚さにハスが堆積している。ハスは砂層中でも堆積しているが、これは削剥されたものが再堆積したものである。ハスは淡水で生育し、海水には弱いことが知られている。このハスの堆積層の分布は、地震に伴った津波海水の流入と地盤の沈降によってハスが絶滅し、淡水環境に戻りハスが繁茂しそこへ再び津波が流入するという繰り返しの表していると考えられる。

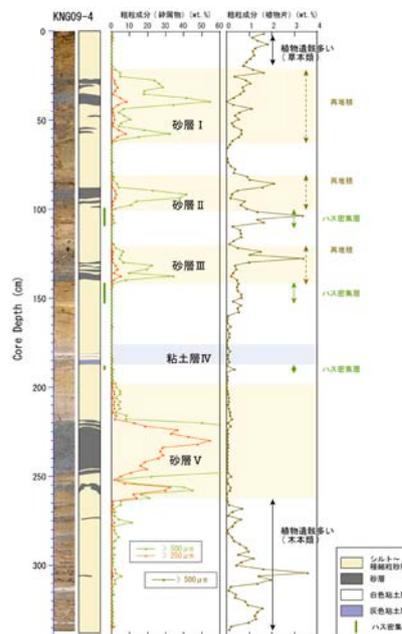


図 3. 粒度分析結果。5 つのイベント層準は明瞭に区別できる。

これらのイベントの年代を知るために放射性炭素年代測定を行った。測定は(株)地球科学研究所に依頼し、ベータ社で行った。蟹ヶ池では 3 年間で 81 試料を測定した。試料は植物片を用いて行ったが、特にハスについては古い年代を示す傾向が強いことがわかった。年代測定の結果からイベント I は西暦 1707 年の宝永地震、イベント II は西暦 1361 年の正平地震もしくは 1099 年の康和地震、イベント III は西暦 684 年の天武地震に相当することが分かった。イベント IV は AD300-600 年、イベント V は紀元前後の年代を示している。イベント I は下位を大きく削り込んでおり、下位の数百年間の記録を消去している可能性が高い。同様にイベント V の下位についても 500 年程度の年代ギャップが見られる。

イベントII、III、IVについてはおおきな年代差は見られず、先に述べたようにハス層が残っていることと合わせて、大きな削り込みがないことがわかる。

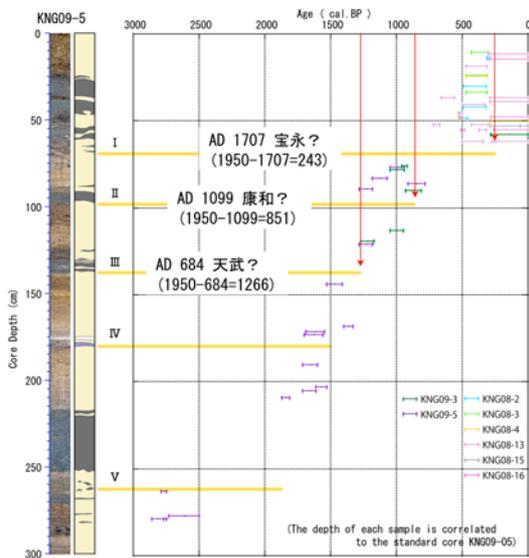


図4. 蟹ヶ池における放射性炭素年代測定結果. 暦年較正には INTCAL04 を用い、測定結果は  $1\sigma$  の範囲で示す

蟹ヶ池において明らかになったイベント I ~ V の年代と過去の研究によって明らかになっている日向灘に面した龍神池と土佐湾に面したただす池のイベントを対比した (図5)。蟹ヶ池の過去 2000 年間のイベントは龍神池のイベントとよく一致している。イベント II が正平地震なのか康和地震なのか決定できなかったが、龍神池では正平地震はあるが、康和地震のイベントはない。ただし、龍神池においてもイベント 2 と 3 の間は年代間隔が特に長く、イベントが見逃されているおそれがある。従って蟹ヶ池のイベント II が正平、康和いずれであっても大きく矛盾はしない。

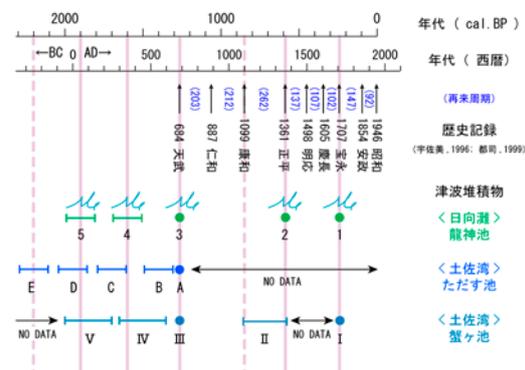


図5. 日向灘に面した龍神池、土佐湾に面したただす池、蟹ヶ池のイベントの対比.

ただす池については過去 1300 年間の記録

がないため 700 年間しか対比できないが、天武地震を含めて、ただす池で 4 回のイベントに対して蟹ヶ池で 3 回のイベントが見つまっている。おそらくただす池のイベント B はやや小さめのイベントなので、龍神池や蟹ヶ池では記録されなかったと考えられる。ただす池においても紀元前後のイベント D は比較的規模が大きかったと考えられるので、蟹ヶ池のイベント V と同じイベントであると思われる。

以上のことから蟹ヶ池の結果は、300-350 年程度の周期で巨大型南海地震が発生していたという龍神池での結果が正しいことを証明した。今後の課題として、イベント II が正平地震なのか康和地震なのかを決定すること、イベント IV が津波イベントであることを証明することが必要である。また、日向灘沿岸域でもう一カ所、紀伊水道周辺域でもう一カ所の履歴を明らかにし、震源域の広がりをおさえたい。また、これまで明らかになった履歴を再検討し、再来周期だけでなく規模の違いを明らかにすることを試みたい。

#### 引用文献

相田勇, 1981, 南海道沖の津波の数値実験, 東京大学地震研究所彙報, 56, 713-730.  
 羽島徳太郎, 1986, 九州東部沿岸における歴史津波の現地調査: 1662年寛文・1769年明和日向灘および1707年宝永・1854年安政南海道津波, 東京大学地震研究所彙報, 60, 439-459.  
 岡村 眞, 2007, 四国・九州太平洋沿岸域における津波イベントの高精度解析, 平成18年度-19年度科学研究費補助金(基盤研究(C))研究成果報告書, pp. 20.

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計4件)

- ① 岡村眞, 四国沿岸域の湖沼に残された津波堆積物からみた南海地震の再来周期と規模、地球惑星科学連合大会、2010年5月24日、千葉.
- ② Matsuoka, H., Tsunami events of the Nankai Earthquakes during the last 4500 years, Hokudan 2010 International Symposium on Active Faulting, January 18 2010, Awaji city, JAPAN.
- ③ Matsuoka, H., Nankai earthquakes recorded in tsunami sediments during the last 5000 years, American Geophysical Union Fall Meeting, December 16, 2009, San Francisco, USA.
- ④ Matsuoka, H., Pre-historical Nankai earthquakes recorded in sediments of ponds

along the southern coast of Shikoku Island,  
southwestern JAPAN, 6th International  
Conference on Asian Marine Geology, August  
30, 2008, Kochi, JAPAN.

[その他]

ホームページ等

<http://scl.cc.kochi-u.ac.jp/~mako-ok/index.html>

新聞、テレビ報道等

2008年1月7日高知新聞掲載

2008年9月2日高知新聞掲載

2008年10月7日RKC高知放送放映

2008年12月16日RKC高知放送放映

2009年1月13日NHK高知放映

2009年1月17日静岡第一テレビ放映

2010年3月14日NHKスペシャル放映

2010年3月15日NHK高知放映

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

松岡 裕美 (MATSUOKA HIROMI)

高知大学・教育研究部自然科学系・准教授

研究者番号：60222296

### (2) 研究分担者

岡村 眞 (OKAMURA MAKOTO)

高知大学・教育研究部自然科学系・教授

研究者番号：10112385