

## 和歌山信愛高校がある場所は過去に何がおこり、未来に何がおこるのか？

### ボーリング試料から土地の過去・現在・未来の姿を考える



実施担当者 和歌山信愛高等学校  
教諭 佐藤 佳子

## 1 背景

今年で創立 76 年になる和歌山信愛中学校高等学校は 9 年前に新校舎建替え工事を行った。

建替え工事時に実施した校内敷地のボーリング調査の地質標本試料(図1)を用いて、学校があった場所が、過去どのような環境であったかを調査し、さらに、将来起こるとされる南海トラフ巨大地震発生時に学校にどのような被害が起こるかを予測することを目的として研究を行った。



図1 新校舎建設時のボーリング試料

## 2 方法

### 2-1 柱状図の作成

20 種類のボーリング試料(図1)を用いて、それぞれの標本の堆積物の色、粒径、特徴、貝や植物の有無を観察した。砂の粒径は見本標本と比較し観察し、5 種類(極細粒、細粒、中粒、粗粒、極粗粒)に区分した。極細粒砂と泥は大きさだけでは区分が難しいので、水に溶いて擦ると粒感があるものを極細粒砂、水で溶いて押すとぎゅっと硬くなったものを泥、と手触りで区分した。それぞれの標本の粒径を深度毎に注目し、深度 0~28 m の柱状図を作成した。ボーリング試料に含まれていなかった深度の部分については、和歌山市史<sup>1)</sup>や文献<sup>2) 3)</sup>をもとに柱状図を作成した。

## 2-2 ボーリング試料に含まれていた貝殻の同定と年代測定

ボーリング試料に含まれていた貝殻（直径 0.3 mm ~ 0.5 mm）4 点について、貝殻の同定については、和歌山県立自然博物館に依頼した。年代測定については、株式会社パレオ・ラボ（埼玉県）に依頼し、放射性炭素年代測定法<sup>4)</sup>により年代測定を行った。

## 2-3 液状化現象の発生予測

液状化現象とは地震の際に地下水位の高い砂地盤が振動により液状となる現象である。液状化現象が起こりやすい土地の3つの条件として、①その土地に砂が堆積している、②その砂が地下水につかっている、③N 値（地盤の強度を示す指標）が小さい、とされている。そこで、ボーリング試料から作成した柱状図および学校教員への聞き取り調査をもとに、液状化現象の発生の可能性を予測した。N 値については、ボーリング試料に添付されていたボーリング調査時の計測結果を用い、N 値が 0~4 の場合は、非常にやわらかい地盤、N 値が 4 以上の場合は、安定した地盤と判断した。

## 2-4 液状化現象のモデル実験

ペットボトルに水、3種類の粒径のカラーサンド（粒径 1 mm、0.2 ~ 0.8 mm、0.1 mm）をそれぞれ加え、だるま型画鋸を入れて、栓を閉じたペットボトルを振った後、しばらく静置し、カラーサンドの上面に輪ゴムを合わせた。その後、ペットボトルを軽くたたき、カラーサンドの上面と画鋸の動きを観察した。さらに、ボーリング試料をもとに作成した柱状図の深度 0 ~ 20 m の地層を参考にし、ペットボトル内にカラーサンドで地層を再現し、上記と同様の方法で実験を行い、カラーサンドの上面と画鋸の動きを観察した。

# 3 結果と考察

## 3-1 柱状図

ボーリング試料をもとに作成した学校敷地の柱状図を図2に示す。特徴として、全体的にみると上に堆積している地層は粒径が細かく、下に堆積している地層は砂が粗かった。深度 12 ~ 20 m の地層中には貝殻があり、28 m に礫層が観察された。地層墨重の法則より、地層は堆積したままの状態なら下のものほど古く、上に行くほど新しいといえる<sup>5) 6)</sup>。和歌山市史<sup>7)</sup>より、採取深度 28 m の礫層は沖積層基底礫層であると考えられた。

## 3-2 貝殻の同定と生息していた年代

深度 12 ~ 20 m の地層で観察された貝殻は、棘皮動物に寄生するハナゴウ科の貝であり、炭素年代測定により約 7200 年前（縄文時代）のものであることが明らかとなった。棘皮動物は海にのみ生息することから、縄文時代の環境は海であると推測された。

## 3-3 学校のあった場所の環境の過去の変遷

柱状図の地層の様子と文献<sup>1) 2) 3) 7)</sup>を照らし合わせて推測すると、過去の学校あった場所の環境は、川（縄文時代以前）、海（縄文時代）、川（奈良時代）、陸（江戸時代）と変遷していると考えられた。

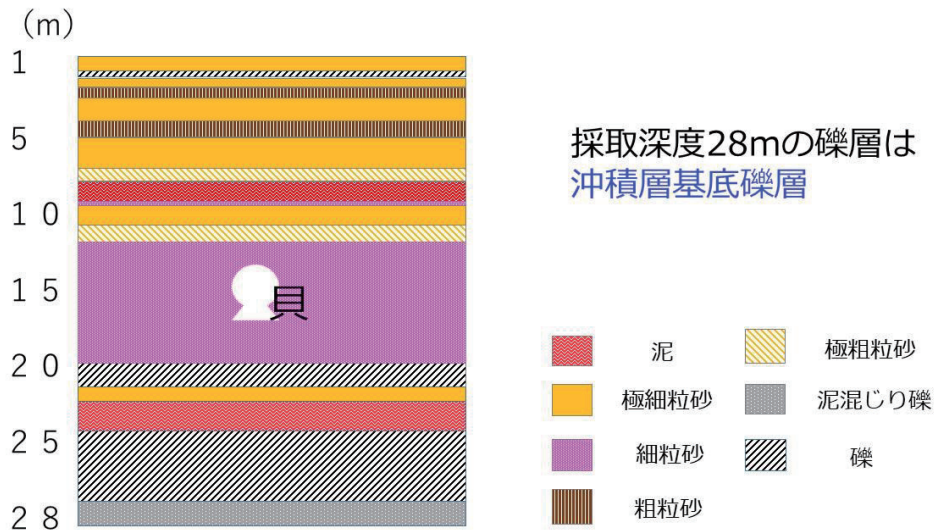


図2 本校敷地の柱状図

### 3-4 液状化現象の発生の可能性

作成した柱状図より本校敷地の地層には砂が多く堆積していることがわかった。また、学校の理事長先生への聞き取り調査より、学校では昔、井戸があったことがわかり、地下水が存在することがわかった。またN値は深度1~4m、18m~23m付近は小さく、柔らかい地盤であると考えられた(図3)。したがって、地震発生時において本校敷地では液状化現象が起こる可能性が示唆された。

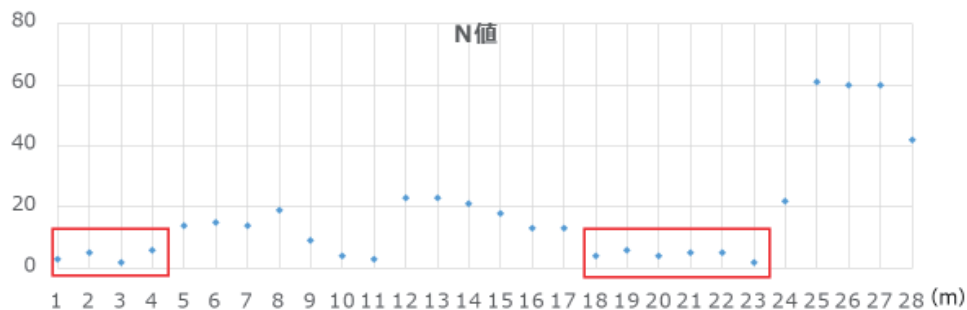


図3 ボーリング試料からみる深度とN値の関係

### 3-5 液状化現象のモデル実験の結果

極粗粒砂、粗粒砂のモデルである粒径1mmのカラーサンド、細粒砂のモデルである粒径0.2~0.8mmのカラーサンド、極細粒砂と泥のモデルである粒径0.1mmのカラーサンド全ての実験において、カラーサンドの上面の低下と画鋲が浮き上がる現象が観察された。また、学校敷地の深度0~20mの地層を再現した液状化現象のモデル実験においても、同様の結果が得られた(図4)。

## 4 まとめ

学校があった過去の環境は川、海、川、陸と変遷したと考えられる。  
 南海トラフ巨大地震発生時に、学校の敷地において液状化現象の被害が発生する可能性がある。



## 5 本研究の波及効果

本研究について、第46回全国高等学校総合文化祭東京大会（とうきょう総文2022）自然科学部門研究発表（地学部門）において、発表タイトル「秘密の地下28m」として和歌山県代表として研究発表を行った（図5）。とうきょう総文2022での発表の様子については、日経サイエンス2022年11月号に掲載された。また本校のオープンスクールなどでも研究発表を実施した。さらに本研究は考古学の観点からも重要な研究であると高く評価して頂き、和歌山県立紀伊風土記の丘での考古学講習会において招待発表を行った（和歌山県立紀伊風土記の丘 令和4年度学芸員講座「連続講座岩橋千塚」第20回「海と紀伊の古墳時代」令和4年12月25日実施）。

| 砂の種類     | 大きさ         | 色  |
|----------|-------------|----|
| 極粗粒砂 粗粒砂 | 1mm         | 白色 |
| 細粒砂      | 0.2mm~0.8mm | 茶色 |
| 極細粒砂 泥   | 0.1mm       | 灰色 |



図4 液状化現象のモデル実験の結果

### 謝辞

この研究は、公益財団法人中谷医工計測技術振興財団の助成金交付により研究が遂行されたものです。この場を借りて深く御礼申し上げます。

貝の同定および研究方法等についてご指導頂きました和歌山県立自然博物館 学芸員 小原正顕先生、小泉奈緒子先生に深く感謝いたします。

和歌山県の古環境などについてご指導頂きました和歌山大学 教授 此松昌彦先生、和歌山県立紀伊風土記の丘 学芸員 金澤 舞先生に深く感謝致します。

### 参考文献

- 1) 和歌山市史 和歌山市
- 2) 趙 藤藪 菊井 2021 和歌山平野の海岸砂丘を巡る、眺める 地球科学 75 巻 173-184
- 3) 新関西地盤 一和歌山平野一 KG-NET・関西圏地盤研究会
- 4) 放射能を図れば年代がわかる？<炭素 14> 明日香出版社
- 5) 地学基礎（高校教科書） 啓林館
- 6) 地学（高校教科書） 数研出版
- 7) 紀伊の地、大いに震う～考古学から南海地震を追う～ 和歌山県立紀伊風土記の丘



図5 とうきょう総文2022に和歌山県代表として参加