

平成 26 年度  
原子力施設等防災対策等委託費  
(津波堆積物データベースの整備) 事業

平成 27 年 3 月

東北大学

## 目 次

1. 序論	4
1.1 研究業務の背景と目的	4
1.2 業務実施体制	5
2. 津波堆積物の信頼性評価方法の整備	6
2.1 はじめに	6
2.2 北海道十勝郡浦幌町での調査・分析	7
2.2.1 調査概要	7
2.2.2 コアの岩相	10
2.2.3 珪藻分析	16
2.2.4 花粉分析	21
2.2.5 蛍光 X 線 (XRF) 分析	25
2.2.6 X 線 CT および帯磁率分析	28
2.2.7 考察	31
2.3 和歌山県西牟婁郡白浜町での調査・分析	32
2.3.1 調査概要	32
2.3.2 試料・方法	32
2.3.3 コアの岩相	32
2.3.4 放射性炭素年代測定	32
2.3.5 火山灰分析	33
2.3.6 蛍光 X 線 (XRF) ・炭素同位体比分析	33
2.3.7 花粉分析	33
2.3.8 珪藻分析	34
2.3.9 考察	35
2.4 粒度および粒子形状	46
2.5 数値計算手法の検討	51
2.6 津波堆積物の認定基準の再検討	53
3. 年代評価手法の高度化	56
3.1 はじめに	56
3.2 ウィグルマッピング法を用いた高精度年代推定	56
3.3 多点分析による津波堆積物年代推定法の確立	68
4. 津波堆積物の信頼性評価の検討	73
4.1 はじめに	73
4.2 津波堆積物の認定項目	73

4.3	津波堆積物の信頼度評価	75
5.	津波堆積物に係るデータの収集および信頼性評価	78
5.1	はじめに	78
5.2	入力対象論文	78
5.3	調査結果の取りまとめ方について	78
6.	津波堆積物のデータベースシステムの利便性の向上	84
6.1	はじめに	84
6.2	一括登録機能の開発	85
6.3	信頼度判定支援機能の開発	87
6.4	ポップアップ検索機能の強化	92
6.5	画面レイアウト等の改良	93
6.6	用語解説リンク追加	96
6.7	集計機能	97
6.8	システム製造	102
7.	成果の要点	103
	学術講演会や学術論文等における公表	104

## 1. 序論

### 1.1 研究業務の背景と目的

数百年から数千年の間隔で起きる低頻度かつ巨大な地震・津波の履歴や規模を把握するためには、過去約1万年前まで遡ることのできる地質学的時間スケールの情報を保持している津波堆積物が有用である。新規基準においても、基準津波の策定のために津波堆積物調査を実施することや、基準津波の選定結果を敷地周辺における津波堆積物等の地質学的証拠等に基づいて確認することが求められている。しかし、これまでに得られている津波堆積物は、津波堆積物の統一的な認定基準が存在しないため調査者によって判断の差異があること等から、津波堆積物であるかどうかの評価に不確かさが残っている。津波堆積物进行评估するためには、津波堆積物の統一的な認定基準を整備し、それに基づいた津波堆積物の信頼性を評価することが必要である。

本事業では、津波堆積物の情報を有効活用するため、津波堆積物の認定基準を作成し、津波堆積物データの信頼性を評価する。さらに信頼性評価を行った津波堆積物データを登録するデータベースシステムの整備を行う。

業務の主な内容は、次のとおりである。

- A. 津波堆積物の信頼性評価方法の整備
  - (1) 津波堆積物の認定基準の整備
  - (2) 年代評価手法の高度化
  - (3) 津波堆積物の信頼性評価の検討（成因分析）
  
- B. 津波堆積物に係るデータの収集および信頼性評価
  
- C. 津波堆積物のデータベースシステムの利便性の向上
  
- D. 報告書の作成



## 1.2. 業務実施体制

### (1) 業務実施体制

本業務の実施体制を図 1-1 に示す。本業務は、文献調査・検証グループ、認定基準整備グループ、およびデータベースシステム整備グループに分担して実施した。表 1-1 は、本業務の実施体制である。

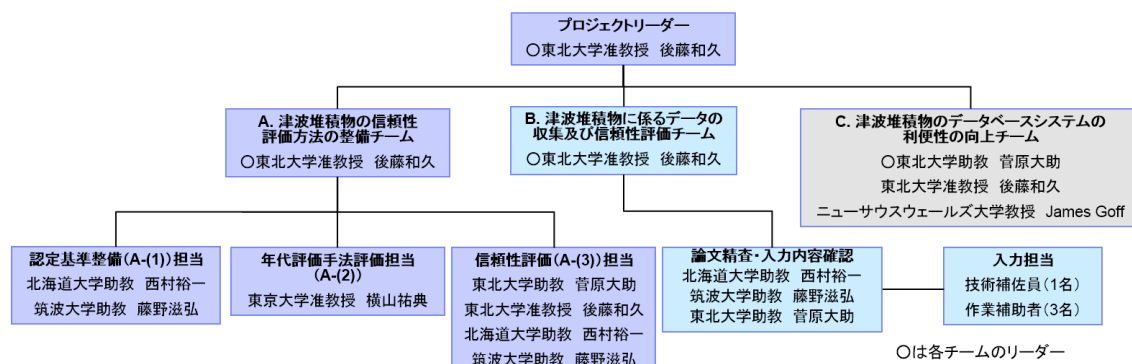


図 1-1 本業務の役割分担

表 1-1 本業務の実施体制

当該業務における担当業務	氏名	所属・役職	業務経験	保有スキル
・研究総括 ・津波堆積物の信頼性評価方法の整備 ・津波堆積物に係るデータの収集および信頼性評価 ・津波堆積物のデータベースシステムの利便性の向上	後藤和久	東北大学災害科学国際研究所・准教授	津波堆積物調査、分析、認定	現地調査、地球化学分析
・津波堆積物の信頼性評価方法の整備 ・津波堆積物に係るデータの収集および信頼性評価	西村裕一	北海道大学大学院理学研究院・助教	津波堆積物調査、分析、認定	現地調査、粒度組成、鉱物組成、火山灰同定
・津波堆積物の信頼性評価方法の整備 ・津波堆積物に係るデータの収集および信頼性評価	藤野滋弘	筑波大学生命環境系・助教	津波堆積物調査、分析、認定	現地調査、古環境解析
・津波堆積物の信頼性評価方法の整備 ・津波堆積物に係るデータの収集および信頼性評価 ・津波堆積物のデータベースシステムの利便性の向上	菅原大助	東北大学災害科学国際研究所・助教	津波堆積物調査、分析、認定、データベース作成	現地調査、数値計算、地球化学的分析
・津波堆積物の信頼性評価方法の整備	横山祐典	東京大学大気海洋研究所・准教授	年代測定、古環境解析	年代測定、古環境解析
・津波堆積物のデータベースシステムの利便性の向上	James Goff	University of New South Wales (オーストラリア・ニューサウスウェールズ大学)・教授	津波堆積物調査、分析、認定、データベース作成	現地調査、古地震学、地球化学的

## 2. 津波堆積物の信頼性評価方法の整備

### 2.1 はじめに

津波堆積物の認定基準を整備するためには、津波堆積物が有する普遍的な特徴と、堆積環境等に応じて多様に変化すると考えられる特徴を整理する必要がある。また、認定基準として、堆積学、古生物学、年代学、地球化学、古地震学等の手法がこれまで提案されているが、これらについても体系的な整理がなされていない。

そこで、日本海溝と並び巨大地震・津波が発生するリスクが高い千島海溝沿いおよび南海トラフ沿いにおいて調査を実施し、津波堆積物試料を採取する。そして、各種分析及び独自提案の分析を通じて津波堆積物の認定を行う。これらの地域を選定した理由は、先行研究により歴史学的または地質学的に過去の津波履歴が比較的良好に知られており、津波堆積物の認定が行いやすいこと、平成 25 年度に調査が行われた東北地方太平洋岸とは気候学的、地形学的特徴が異なるため、地域性を把握するとともに各地域の模式的な津波堆積物情報として利活用できるようになると考えられるからである。本研究では、予察的な調査により津波堆積物の可能性が高い砂層が見出されている北海道十勝郡浦幌町及び和歌山県西牟婁郡白浜町等の低地を主たる対象地域として調査を実施した。

次に、津波堆積物の統一的な認定基準を整備するためには、従来提案されてきた堆積学的、古生物学的、地球化学的基準等を精査し、その妥当性と課題を整理する必要がある。そこで、どのような分析をどの程度の解像度で行うのが津波堆積物認定に有用なのかを検討するため、粒度組成、微化石組成、元素・鉱物組成、及び帯磁率等の詳細分析（ミリメートル～センチメートルオーダー）を実施した。

## 2.2 北海道十勝郡浦幌町での調査・分析

### 2.2.1 調査概要

北海道十勝郡浦幌町で掘削調査を行った（図 2-2-1）。現場は、十勝川左岸河口部に位置する（図 2-2-2, 2-2-3, 2-2-4）。断面地形図を図 2-2-5 に示す。氾濫原に形成された泥炭地であるが、現在は牧草地として利用されている。ここでは、17 世紀の津波堆積物をはじめとして、最大で 6 層の古津波堆積物が報告されている（七山ほか, 2002; 西村ほか, 2003）。本調査では、堆積物状況の確認のため 3 地点で長さ 1.5m の掘削を実施するとともに、分析用試料採取のため別の 3 地点で長さ約 0.5m の掘削を行った。

その後、観察された砂層について、砂層の堆積前後で環境変化やその砂の供給源を考察するために、珪藻、花粉、XRF の各分析を行った。

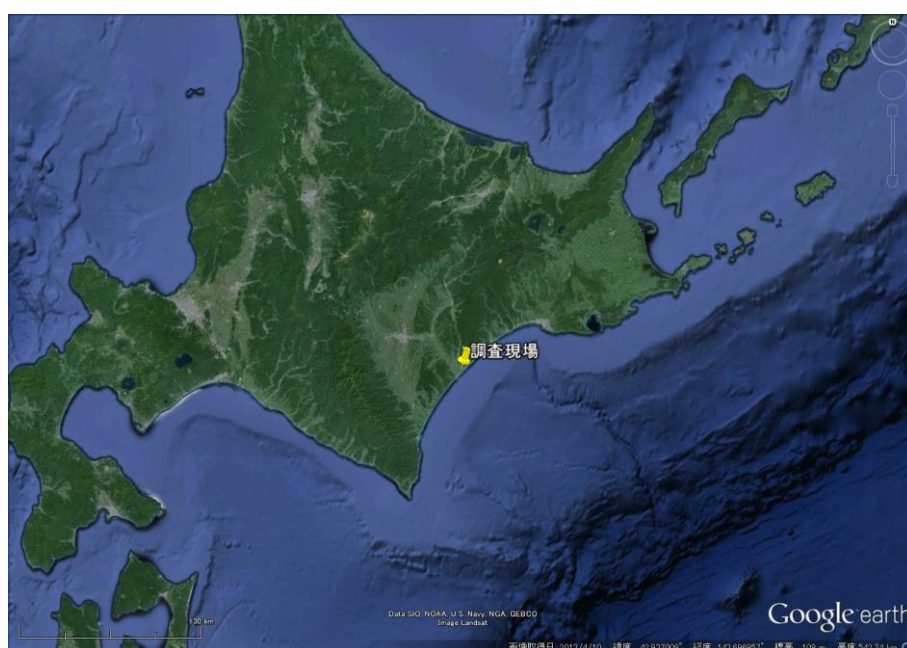


図 2-2-1：北海道十勝郡浦幌町における調査地点の位置。

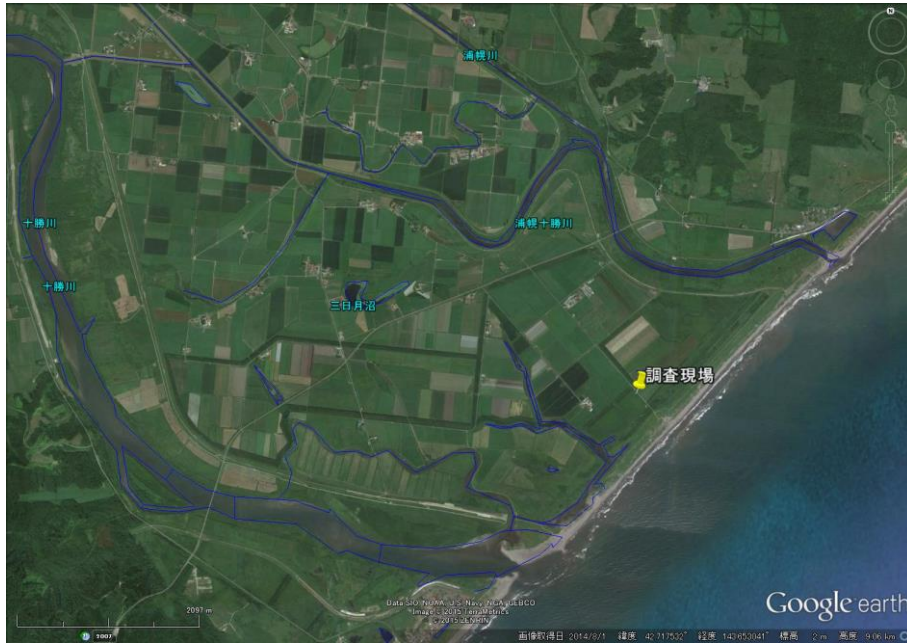


図 2-2-2 : 北海道十勝郡浦幌町における調査地点の位置.



図 2-2-3 : 北海道十勝郡浦幌町における掘削地点の位置. 右下は海岸.





図 2-2-4 : 現場の状況.

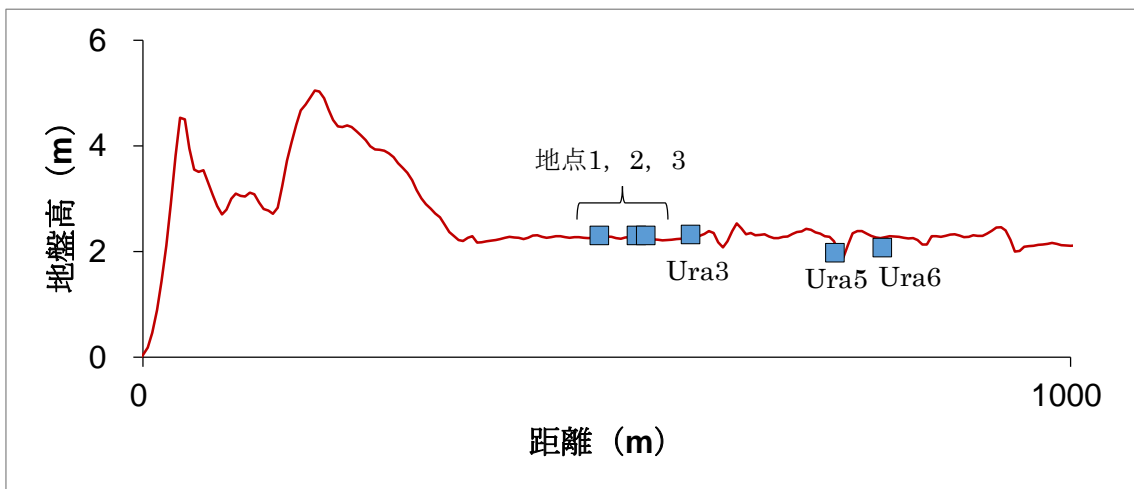


図 2-2-5 : 現場付近の断面地形図.

### 2.2.2 コアの岩相

掘削地点1～3は海岸から約500m内陸側に位置している。現場は牧草地として平坦に均されているため、標高の変化はほとんどない(図2-2-4, 2-2-5)。地点1では、地表からの掘削深度は152cmであった(図2-2-6)。表層約29cmは耕作土であり、その下部にパッチ状火山灰層(テフラ)が見られた。調査地点周辺に分布する広域テフラとしては、Ta-a(樽前a, 1739年), Ta-b(樽前b, 1667年), Ko-c2(駒ヶ岳c2, 1694年)が知られている(古川ほか, 1997)。このパッチ状テフラは、これらのいずれかに対比されると考えられる。深度29-33cmは中～粗粒砂(砂層1)である。このほか、深度73-80cm, 105-112cm, 148-153cmにも砂層が検出された。これらの砂層は泥炭層中に狭在しているが、深度112-148cmは灰白色の粘土質シルトになっていた。

地点2では、地表からの掘削深度は150cmであった(図2-2-6)。表層約22cmは耕作土である。深度22-37cmは中～粗粒砂である。このほか、深度47-49cm, 60-61cm, 76-78cm, 96-98cm, 100-103cmにも細粒～粗粒の砂層が検出された。これらの砂層はすべて泥炭層中に狭在していた。

地点3では、地表からの掘削深度は150cmであった(図2-2-6)。表層約28cmは耕作土である。深度28-30cmは中～粗粒砂である。このほか、深度38-40cm, 53-57cm, 70-73cm, 91-95cm, 100-107cm, 128-131cmにも細粒～粗粒の砂層が検出された。これらの砂層は泥炭層中に狭在しているが、深度128-131cmの砂層のみ、灰白色の粘土質シルト層中に存在していた。

粒度や層厚、上下層準の岩相から判断すると、地点3の砂層1, 2, 7は、地点1, 2の砂層に対比可能である(図2-2-6)。砂層2, 4, 5, 6については地点3と地点2の間で対比可能であると思われる。砂層3は地点3のみで検出された。また、地点1の最下部の砂層についても、多地点との対比はできない。砂層1, 2, 7については、地点間で粒度の大きな変化は見られなかったが、砂層2, 7の分布深度は地点ごとの変化が大きい。また、砂層4, 5, 6では、地点間で顕著な粒度の変化が確認された。

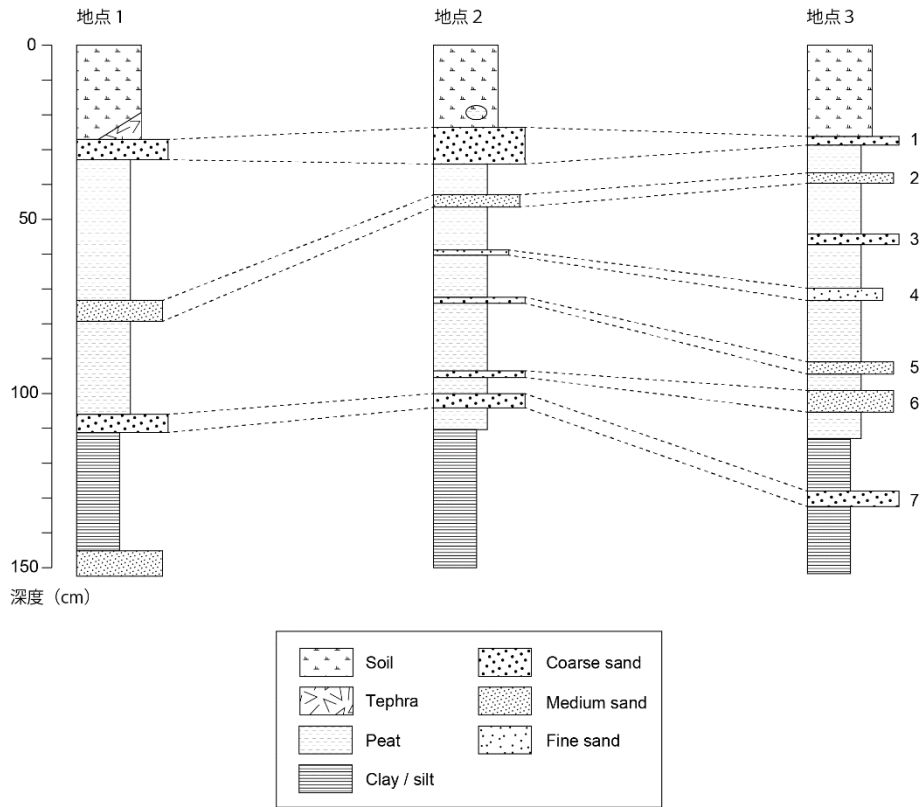


図 2-2-6：掘削地点 1， 2， 3 の地質柱状図。

砂層 1 は火山灰直下に存在し，連続性も良い。そこで，年代測定の高度化を実施するための試料回収を目的に，Ura3，Ura5，Ura6 の 3 地点でジオスライサーを用いて掘削を行った（図 2-2-7）。このうち Ura5，Ura6 は地点 1～3 よりも 200m 内陸に位置している（図 2-2-5）。これらの 3 地点における火山灰層直下の砂層 1 は，深度 12～33cm 付近にかけて存在し，粒径については地点 1～3 に対して若干の細粒化が認められた。Ura3 地点の砂層 1 の粒度は中粒砂であり，上方に向かって弱く級化していた。Ura5 地点の砂層 1 は細粒砂が混じる中粒砂で構成されており，淘汰が悪かった。Ura6 地点の砂層 1 は淘汰の良い細粒砂で構成されていた。いずれの地点でも，泥炭地表層堆積物の保存状態は良好で，牧草地である地点 1～3 ではパッチ状に認められるのみであった火山灰層 (Ta-a, Ta-b, Ko-c2) が，Ura3, 5 では Ta-a と Ta-b の 2 層，Ura6 では Ta-a, Ta-b, Ko-c2 の 3 層検出された（図 2-2-8～2-2-10）。

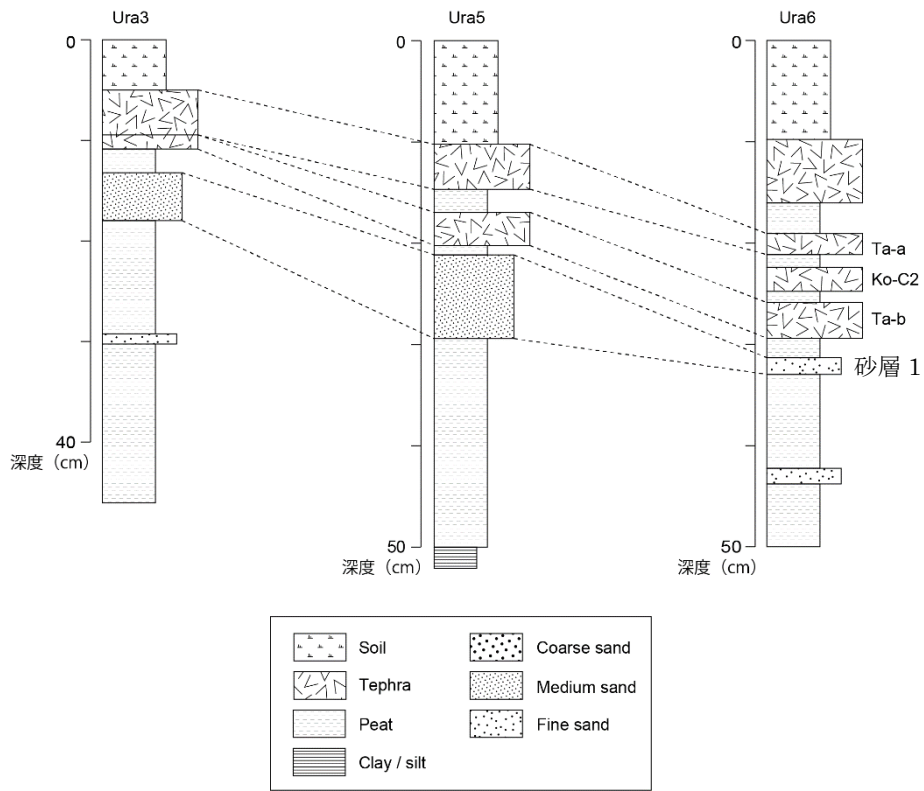


図 2-2-7 : 掘削地点 Ura3, 5, 6 の地質柱状図.





図 2-2-8 : Ura3 の堆積物状況.



図 2-2-9 : Ura5 の堆積物状況.



図 2-2-10 : Ura6 の堆積物状況.

### 2.2.3 珪藻分析

珪藻は10~500  $\mu\text{m}$ ほどの珪酸質殻を持つ単細胞生物で、殻の形や刻まれた模様などから多くの珪藻種が調べられ、現生の生体から特定環境を指標する珪藻種群が設定されている(小杉, 1988; 安藤, 1990)。その生息範囲は極めて広く、海水・淡水を問わず水分のあるあらゆる環境に生息し、生活型も底生・付着性・浮遊性などさまざまである(柳沢, 2000)。こうした珪藻群集の性質を利用して、堆積物中の珪藻化石群集の解析から、過去の堆積物の堆積環境について知ることができる。

本研究では地震前後での地殻変動について考察するために、Ura3, Ura6の2地点で珪藻化石群集の解析を行った。試料採取層準を図2-2-11に示す。試料は砂層の下位から砂層を挟んでその上位まで連続的に採取し、珪藻群集の変化を確認した(図2-2-12, 2-2-13)。

Ura3地点では計12層準(No.1~No.12)で珪藻群集を観察した。No.1, No.2が砂層の上位, No.3~No.10が砂層, No.11, No.12が砂層の下位である。珪藻群集の特徴からそれら12層準をI~IV帯に区分した。

#### I帯(分析No.9~No.12)

堆積物中1gの珪藻殻数は $1.9 \times 10^6 \sim 6.4 \times 10^6$ 個、完形殻の出現率は20.3~35.3%である。主に淡水種からなり、海水種や汽水種を伴う。また、完形の珪藻化石はやや少ない。環境指標種群では陸生珪藻A群(Qa)や湖沼沼沢湿地指標種群(N)が多く、陸生珪藻B群(Qb)、湖沼湿地付着生指標種群(O)、陸域指標種群(Q)、中~下流性河川指標種群(K)、外洋指標種群(A)などを伴う。

環境指標種群の特徴から、湖沼・沼沢湿地~沼沢湿地などを伴うジメジメとした陸域環境が推定される。

#### II帯(分析No.8)

堆積物1g中の珪藻殻数は $3.5 \times 10^5$ 個、完形殻の出現率は17.6%である。主に淡水種からなり、海水種や汽水種を伴う。また、完形の珪藻化石は少ない。環境指標群では、沼沢湿地付着生指標種群(O)や陸生珪藻B群(Qb)がやや多く、陸生珪藻A群(Qa)、湖沼沼沢湿地指標種群(N)などを伴う。

環境指標種群の特徴から、ジメジメとした陸域を伴う湖沼・沼沢湿地~沼沢湿地環境が推定される。

#### III帯(分析No.3~No.7)

堆積物中の珪藻殻数は $1.7 \times 10^5$ 個~ $3.3 \times 10^6$ 個、完形殻の出現率は36.7~44.8%である。主に淡水種からなり、海水種や汽水種を伴う。環境指標群では陸生珪藻A群(Qa)または湖沼沼沢湿地指標種群(N)が多く、陸生珪藻B群(Qb)、陸域指標種群(Q)、外洋指標種群(A)、海水砂質干潟指標種群(D1)などを伴う。

環境指標種群の特徴から、湖沼・沼沢湿地~沼沢湿地を伴うジメジメとした陸域環境が推定される。



#### IV帯 (分析 No. 1, No. 2)

堆積物 1g 中の珪藻殻数は  $1.2 \times 10^6$  個および  $5.3 \times 10^6$  個, 完形殻の出現率は 48.9% および 53.0% である。主に淡水種からなり, 海水種や汽水種をわずかに伴う。環境指標種群では陸生珪藻 A 群 (Qa) が特徴的に多く, 陸生珪藻 B 群 (Qb) や陸域指標種群 (Q) などを伴う。

環境指標種群の特徴からジメジメとした陸域環境が推定される。

同様に Ura6 地点でも計 8 層準 (No. 13~No. 20) で珪藻群集を観察した。No. 13~No. 15 が砂層の上位, No. 16 が砂層, No. 17~No. 20 が砂層の下位である。珪藻群集の特徴からそれら 8 層準を I~IV帯に区分した。

#### I 帯 (分析 No. 20)

堆積物 1g 中の珪藻殻数は  $5.5 \times 10^5$  個, 完形殻の出現率は 28.5% である。主に淡水種からなり, 海水種や汽水種を伴う。また完形の珪藻化石は少ない。環境指標種群では, 湖沼沼沢湿地指標種群 (N) や陸生珪藻 A 群 (Qa) が多く, 沼沢湿地付着生指標種群 (O), 陸生珪藻 B 群 (Qb), 外洋指標種群 (A), 海水藻場指標種群 (C1), 海水砂質干潟指標種群 (D1), 中~下流性河川指標種群 (K) などを伴う。

環境指標種群の特徴からジメジメとした陸域を伴う湖沼・沼沢湿地~沼沢湿地環境が推定される。

#### II 帯 (分析 No. 16~No. 19)

堆積物 1g 中の珪藻殻数は  $7.6 \times 10^5 \sim 2.2 \times 10^6$  個, 完形殻の出現率は 14.1~23.8% である。主に淡水種からなり海水種や汽水種を伴う。また, 完形の珪藻化石は少ない。環境指標種群では, 沼沢湿地付着生指標種群 (O) や陸生珪藻 B 群 (Qb), 高層湿原指標種群 (P) が多く, 湖沼沼沢湿地指標種群 (N) 陸生珪藻 A 群 (Qa) などを伴う。

環境指標種群の特徴からジメジメとした陸域を伴う高層湿原~沼沢湿地環境が推定される。

#### III 帯 (分析 No. 14, No. 15)

堆積物 1g 中の珪藻殻数は  $1.6 \times 10^6$  個および  $5.0 \times 10^6$  個, 完形殻の出現率は 46.8% および 45.4% である。主に淡水種からなり, 海水種や汽水種を伴う。環境指標種群では, 沼沢湿地付着生指標種群 (O) や陸生珪藻 B 群 (Qb) が多く, 陸生珪藻 A 群 (Qa) などを伴う。

環境指標種群の特徴から, ジメジメとした陸域を伴う沼沢湿地環境が推定される。

#### IV 帯 (分析 No. 13)

堆積物 1g 中の珪藻殻数は  $3.5 \times 10^6$  個, 完形殻の出現率は 45.7% である。主に淡水種からなり, 海水種や汽水種を伴う。環境指標種群では陸生珪藻 B 群 (Qb) が多く, 陸生珪藻 A 群 (Qa), 沼沢湿地付着生指標種群 (O), 陸域指標種群 (Q) などを伴う。

環境指標種群の特徴から, 沼沢湿地を伴うジメジメとした陸域環境が推定される。

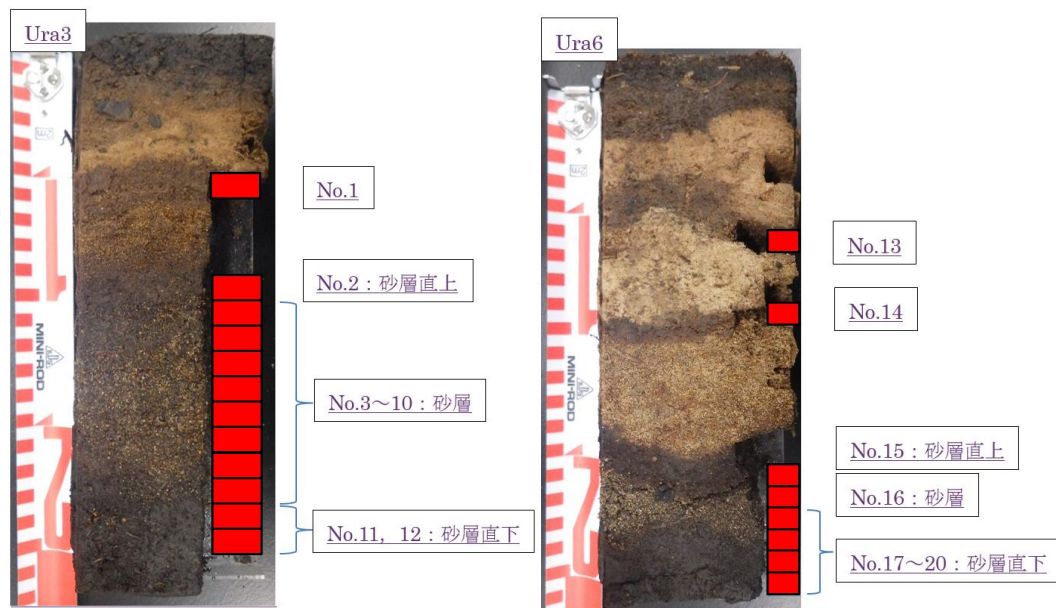


図 2-2-11 Ura3 (左) および Ura6 の珪藻や花粉分析用試料の採取層準.







#### 2.2.4 花粉分析

花粉には、科学的に安定な高分子でできた花粉壁を持ち嫌気的な環境では分解されずに保存される、形態の差から植物分類学上の属段階まで識別できる、空気中に大量に放出されるという特徴があり、これらの特徴から、植生復元や古環境復元が可能になる(高原, 2006)

本研究では珪藻群集解析と同様の試料を用いて Ura3, Ura6 地点において花粉分析を行い、砂層の堆積前後における植生の変化を確認した(図 2-2-14, 2-2-15)。

Ura3 地点では計 12 層準 (No. 1~No. 12) で花粉分析をした。No. 1, No. 2 が砂層の上位, No. 3~No. 10 が砂層, No. 11, No. 12 が砂層の下位である。花粉の産出傾向からそれら 12 層準を ura3-I~III 帯に区分した。

Ura3-I 帯 (分析番号 No. 8~No. 12)

ハンノキ属とコナラ属コナラ亜属, カバノキ属の多産で特徴づけられる。ハンノキ属は 37~55%, コナラ属コナラ亜属は 18~28%, カバノキ属は 10~11%の産出率を示す。草本花粉ではイネ科の産出が目立ち, 8~17%の産出率である。

Ura3-II 帯 (分析番号 No. 2~No. 7)

ハンノキ属の減少, トウヒ属やコナラ属コナラ亜属の増加で特徴づけられる。ハンノキ属の産出率は 22~31%となり, 前帯に比べてやや低い。トウヒ属とコナラ属コナラ亜属はそれぞれ, 1~7%, 25~38%の産出率を示し, 前帯に比べて高くなる。さらにこの帯では, シダ植物胞子の産出が著しく, 特に三条溝胞子は 27~64%の産出率を示している。なお分析 No. 7, No. 8 の試料には十分な量の花粉化石が含まれておらず, 花粉組成の詳細は不明であるが, 堆積物の特徴などを考慮して便宜的にこの帯に含めた。

Ura3-III 帯 (分析番号 No. 1)

ハンノキ属の多産で特徴づけられる。ハンノキ属は 43%の産出率を示し, 産出分類群の中で最も高い産出率を示している。

同様に Ura6 地点でも計 8 層準 (No. 13~No. 20) で花粉分析をした。No. 13~No. 15 が津波堆積物の上位, No. 16 が津波堆積物, No. 17~No. 20 が津波堆積物の下位である。花粉の産出傾向特徴からそれら 8 層準を I, II 帯に区分した。

Ura6-I 帯 (分析番号 No. 15~No. 20)

ヤマモモ属とコナラ属コナラ亜属, ハンノキ属, カバノキ属の多産で特徴づけられる。ヤマモモ属は 26~41%, コナラ属コナラ亜属は 18~25%, ハンノキ属は 15~24%, カバノキ属は 6~11%の産出率を示す。草本花粉ではイネ科とカヤツリグサ科の産出が目立ち, イネ科は 15~20%, カヤツリグサ科は 4~15%の産出率である。その他ではワレモコウ属やヨモギ属, キク亜科などの草本標本も産出している。

Ura6-II 帯 (分析番号 No. 13, No. 14)

ヤマモモ属の多産で特徴づけられる。この帯のヤマモモ属は 45~81%の産出率を示

し、ほかの分類群に比べて最も産出率が高い。

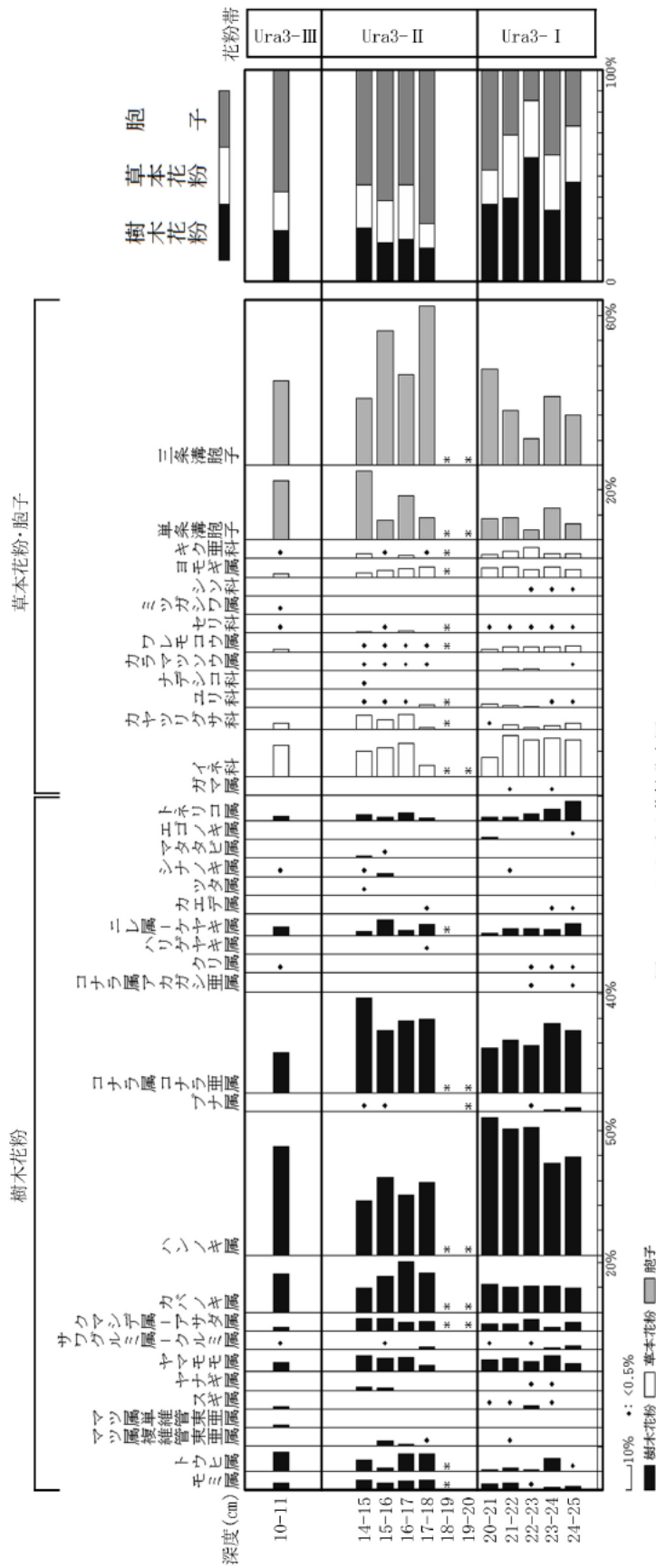


図 1 Ura3 における花粉分布図

樹木花粉は樹木花粉総数、草本花粉・胞子は産出花粉胞子総数を基数として百分率で算出した。  
 \*は樹木花粉 200 個未満の試料について、検出した分類群を示す。

図 2-2-14 Ura3 地点における花粉産出傾向の変化。

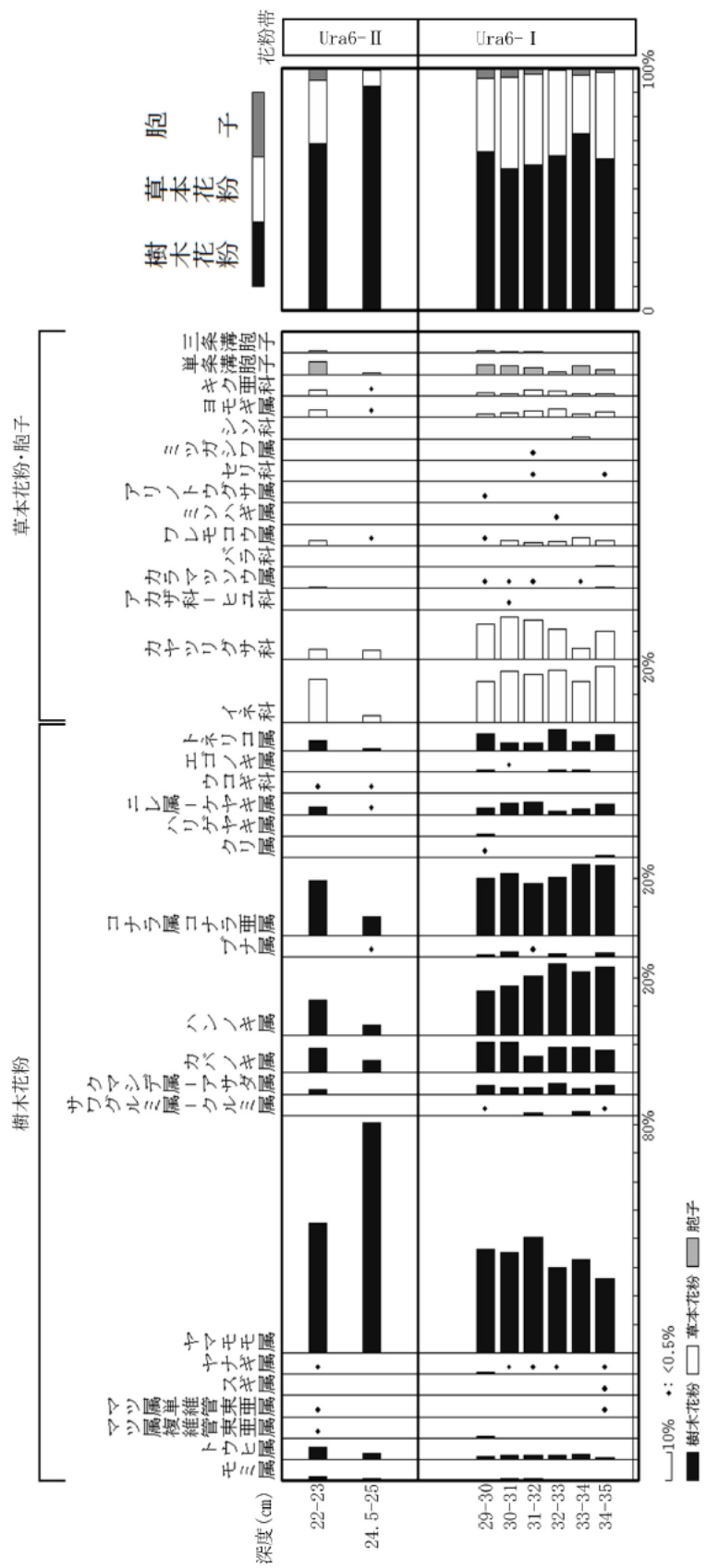


図 2-15 Ura6 地点における花粉産出傾向の変化.  
 樹木花粉は樹木花粉総数、草本花粉・胞子は産出花粉胞子総数を基数として百分率で算出した。  
 図 2 Ura6 における花粉分布図

### 2.2.5 蛍光 X 線 (XRF) 分析

最近の津波堆積物研究において、地球化学的な手法を用いた分析が行われるようになってきている。特に、海浜などから運搬された津波堆積物を構成する粒子は、平常時の環境で形成される堆積物とは組成が異なる可能性が考えられる。そこで、Ura3, Ura6 地点の試料について蛍光 X 線 (XRF) 分析を行い、主要元素の変化を比較した (図 2-2-16, 2-2-17)。

その結果、砂層 1 は他と比べて Si が特徴的に高くなることが示された。また Ura3 地点では同じ砂層中でも、Fe や Mg などの重鉱物に多く含まれる元素が上方に向かって増加する傾向が認められた。この地点の砂層は上方に向かって細粒化しているため、細粒部に重鉱物が濃集していると考えられる。Ura6 地点は Ura3 地点よりも内陸に位置し、砂層の粒度は Ura3 地点よりも細粒である。この砂層でも Fe, Mg に特徴的なピークが認められる。

このように、平常時の堆積物に比べて津波堆積物は石英等の珪質鉱物に由来すると考えられる Si や、重鉱物に由来すると考えられる Fe や Mg などの元素に富むという特徴がある。主要元素組成は供給源に依存すると考えられ、地域差が生じる可能性は考えられるものの、平成 25 年度の報告書で野田村などにおいても類似した特徴が報告されており、石英や重鉱物を多く含む海浜の後背地での津波堆積物に共通した特徴である可能性がある。

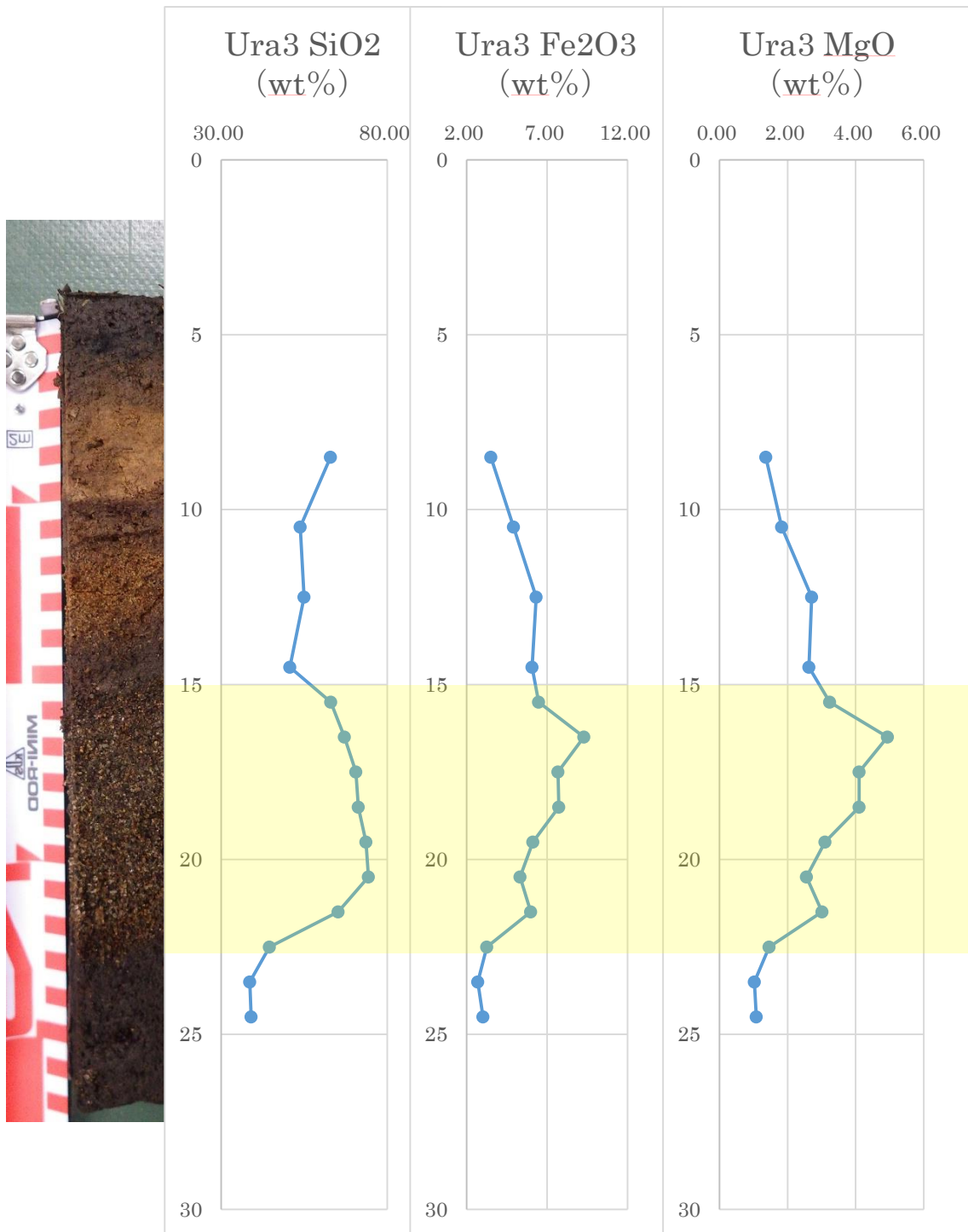


図 2-2-16 Ura3 地点における XRF 分析結果.

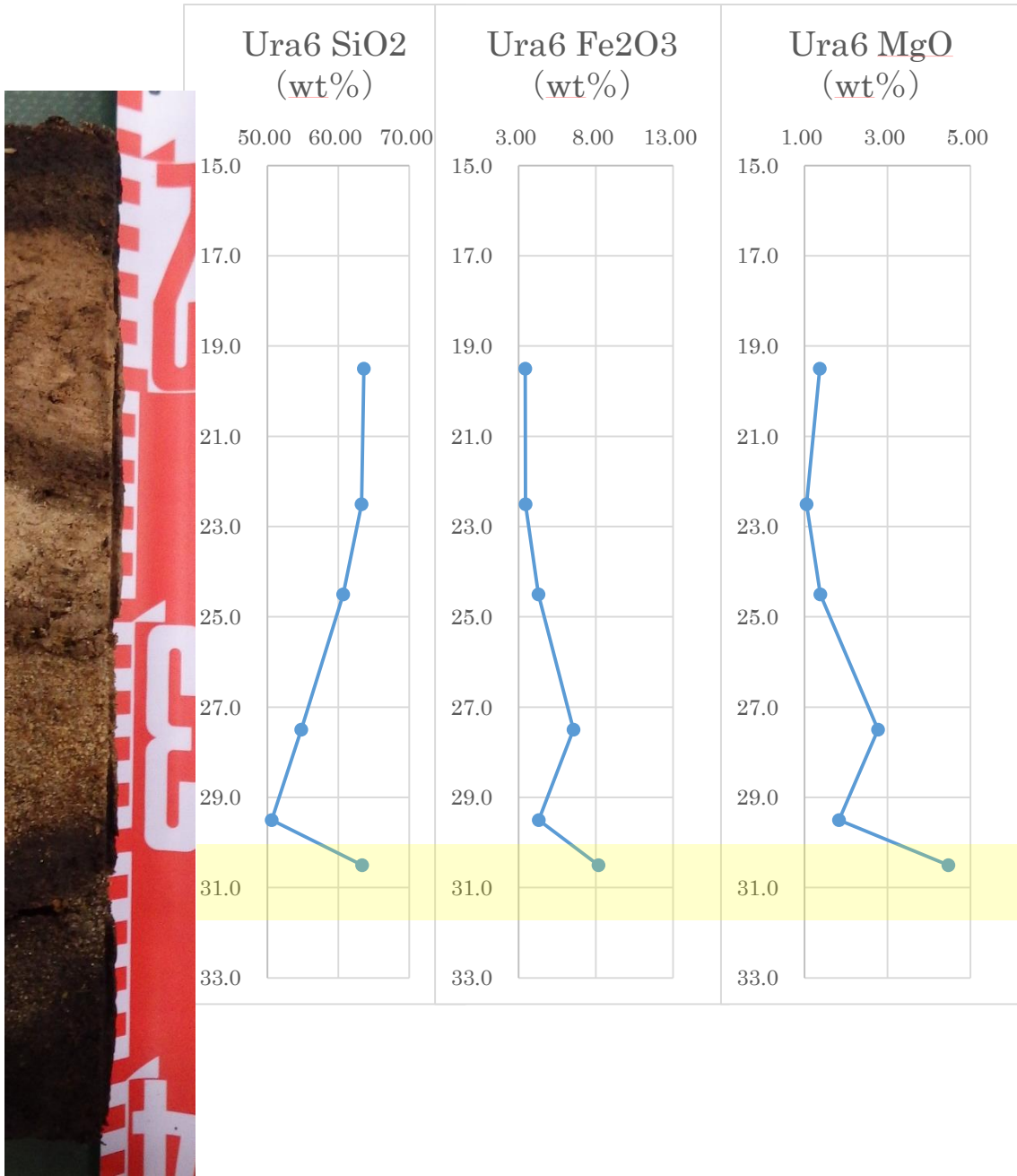


図 2-2-17 Ura6 地点における XRF 分析結果.

## 2.2.6 X線CTおよび帯磁率分析

Ura3, 5, 6 の試料を対象として、X線CT撮影および帯磁率測定を実施した（図2-2-18～図2-2-20）。まず、砂層1やテフラ層については、X線CTではっきりと認識することができた。一方、帯磁率はTa-b テフラの層準に顕著なピークがみられる。17世紀の津波堆積物は上部ほど帯磁率が高いという特徴がある。ただし、Ta-b テフラ層からリワークされた物質が混入することで高くなっている可能性もあり、テフラ層と津波堆積物の間の土壌が厚い試料を用いて今後さらなる検討が必要である。一方、その下位の砂層についても、平常時の堆積物と比較して帯磁率が少し高くなっている。

帯磁率は、磁性鉱物の量を反映すると考えられるが、津波堆積物には海浜から運ばれた重鉱物が濃集する傾向にある。帯磁率は、簡便かつ高分解能で分析できることから、特に肉眼では識別が難しい津波堆積物を予察的に見出す場合などに有効な手段であると考えられる。

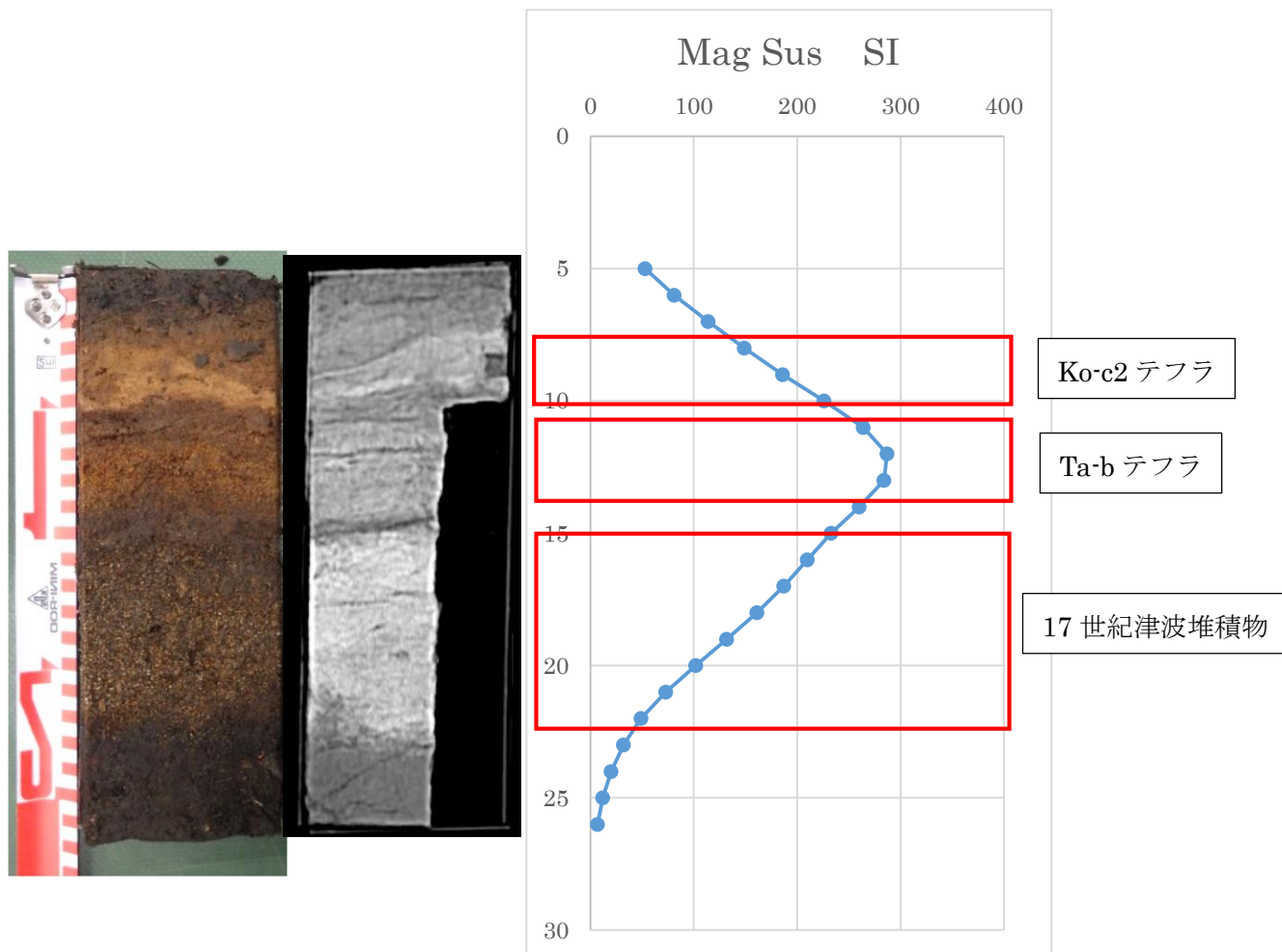


図2-2-18 Ura3 コアのCT画像および帯磁率の測定結果。



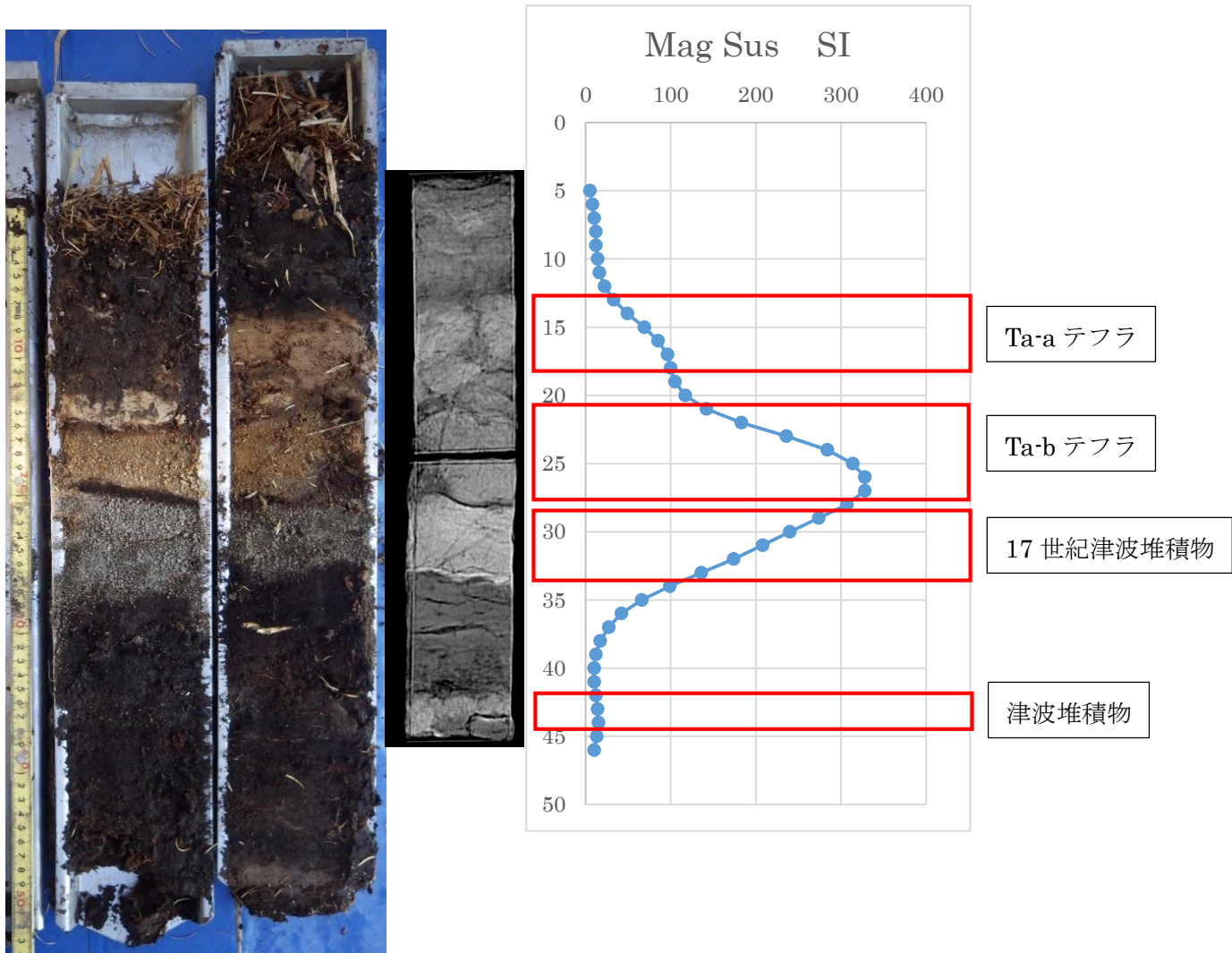


図 2-2-19 Ura5 コアの CT 画像および帯磁率の測定結果.

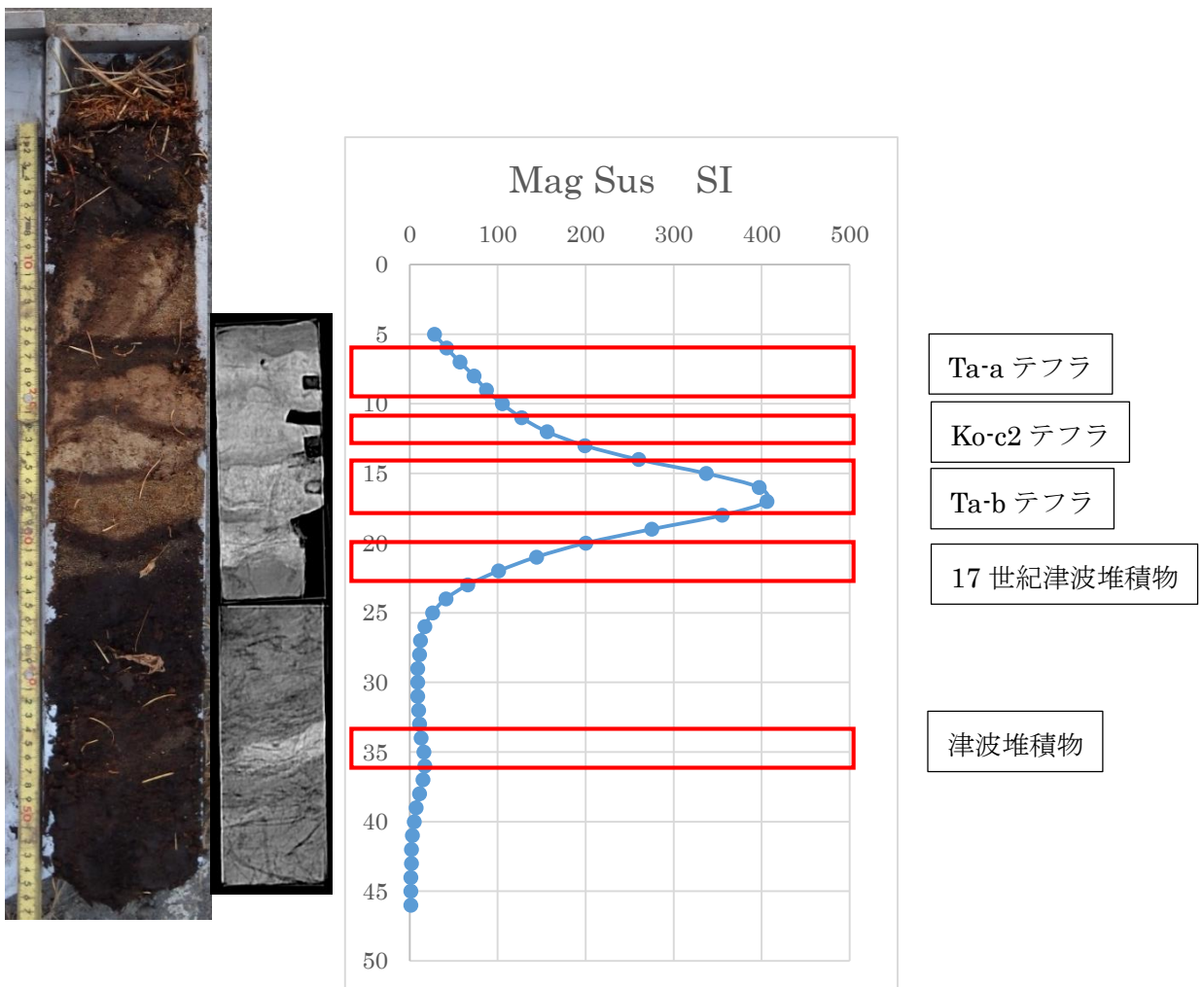


図 2-2-20 Ura6 コアの CT 画像および帯磁率の測定結果.

### 2.2.7 考察

珪藻群集の解析から、砂層の下位では湿地環境が卓越しており、砂層の上位では陸域環境が卓越することが分かった。これは地震による地盤の隆起を示している可能性が考えられる。

花粉分析の結果から、砂層の下位と砂層中では花粉の産出率の差に違いが認められ、これは津波による攪拌が影響している可能性が考えられる。しかし、産出する主要な分類群は同じであるため、津波で運ばれてきた堆積物の堆積場周辺においても分析地点と同様の植生が発達していた可能性がある。砂層の下位と上位では同様の花粉組成を示しており、これは津波による植生への影響が少なかったことや、津波後に植生が速やかに回復したことが示唆される。

また、今回の分析結果から以下に示すことが推定される。津波により海岸の砂が運搬され陸域に堆積した。この際表面の土壌は浸食され、陸域の花粉が攪拌されながら取り込まれた。津波による植生への影響は少なく、速やかに津波前の植生へと回復した。この津波を発生させた地震により地盤は隆起し、津波堆積物の上位では、陸域環境を好む珪藻が卓越するようになった。以上の理由から、浦幌町で観察された砂層は津波堆積物の可能性が高いと考えられる。

なお、XRF 分析や帯磁率の結果から、砂層の細粒部に重鉍物が濃集していることが示された。これら重鉍物の鉍物鑑定を行うことで砂の供給源について考察することが可能になる。CT 分析からは、肉眼では観察できないような微細な堆積構造や、薄い砂層などを認識することができ、各種の分析を行う前に CT 分析を行うことが重要であると考えられる。

## 2.3 和歌山県西牟婁郡白浜町での調査・分析

### 2.3.1 調査概要

紀伊半島の沿岸域には南海トラフ起源の地震に伴う津波が来襲したことが考古記録、歴史記録から明らかにされてきた（例えば、寒川，1993）。一方，紀伊半島の東岸では志摩半島など複数の地点で津波堆積物が発見され（藤野ほか，2008），過去の南海地震との関係が検討されてきた。しかしながら，紀伊半島の西岸においては地質記録が限られており（小松原ほか，2007），津波の波源に関する情報が不足している。本研究では，和歌山県の低湿地において南海トラフ起源の古津波堆積物を採取し，その特徴の記載と他地域での津波堆積物の認定項目との比較をするためにボーリングコア掘削を行い，各種分析を行った。

### 2.3.2 試料・方法

2014年11月24日に和歌山県西牟婁郡白浜町の，志原海岸から300mほど内陸に位置する休耕田において（図2-3-1，2-3-2），機械式ボーリングにより長さ8.10mのボーリングコアなど複数のコアを採取した（図2-3-3）。採取したコア試料について岩相観察を行った後CTスキャンを行い，化学分析，珪藻分析，花粉分析，火山灰分析，放射性炭素年代測定など，それぞれの分析のための試料採取を行った（図2-3-4）。

### 2.3.3 コアの岩相

掘削されたコアは，表層から深度150cmまでが耕作土層であるが，150cm～300cmまでの層準は泥炭層～有機質泥層からなり，少なくとも7枚の砂層もしくは砂礫層が狭在する（図2-3-5）。それより下位は主に泥層からなり，深度680cmから礫層に変化し，深度760cmで基盤に達する。また，深度560～630cmには火山灰が認められた。なお，各図では，コアの785cmまでの層準を示す。

### 2.3.4 放射性炭素年代測定

古環境復元および津波堆積物の形成年代を把握するため，バルク試料を用いた加速器質量分析（AMS）による放射性炭素年代測定を，表2-3-1に示す深度の試料を用いて行った。その結果，本コア試料はおよそ4000cal.BP～8000cal.BPに堆積したものであることが分かった（図2-3-6）。年代値にはほとんど逆転がないため，基本的に有機物が安定堆積する環境だったと推定される。

### 2.3.5 火山灰分析

深度 560～630cm の層準に認められた火山灰層の内、特に保存の良かった 580～582cm の層準を分析した結果、およそ 7240 年前 (Smith et al., 2013) に降灰した K-Ah (鬼界アカホヤテフラ) に同定された (町田・新井 2003) (図 2-3-7)。なお、上述の放射性炭素から推定される年代値とその堆積層準は矛盾しない。

### 2.3.6 蛍光 X 線 (XRF)・炭素同位体比分析

化学分析では、TAT-SCAN による測定、XRF 測定、炭素同位体比測定を行った (図 2-3-8)。また、特に深度 185～195cm までの層準については、1cm 刻みの高分解能定量分析を行った。図 2-3-8 に、TAT-SCAN により測定された元素の中から、硫黄 (S) を示し、XRF 測定から  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{TiO}_2$ 、LOI (強熱減量) を示した。さらに、炭素同位体比分析の結果として、TOC と  $\delta^{13}\text{C}$  の変化を示した。S は砂礫層もしくはその前後の層準において高い値を示した。 $\text{SiO}_2$  は深度 200cm 前後で低下するが、それ以外は最も含有率が高い。 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ 、LOI は変化のパターンがほぼ同様であり、深部から浅部にかけて増加し、特に深度 200cm 前後の層準で高い傾向があった。

化学分析の結果は基本的に汎世界的海水準変動 (縄文海進：太田ほか 1990) を反映した変化を示していると推定される。例えば、XRF 分析結果から  $\text{CaO}$  及び  $\text{Na}_2\text{O}$  の変化を見ると、後述の珪藻分析から推定される古環境の変化に対応しており、海水準の低下に伴い値が減少しているが、それだけでは説明できない層準もある (例えば深度 200cm 以浅の層準：図 2-3-8)。一方、高分解能で XRF 分析を行った深度 185cm～195cm の層準では、砂層を挟み、その堆積前後で各値が大きく変化したことがわかる。このことは、高分解能分析が堆積環境の推定に、より有効であることを意味しているが、今後、各元素変化の原因を詳細に検討する必要がある。さらに、LOI 及び TOC は泥層で低く、泥炭層で相対的に高い値を示した。

次に、炭素同位体比分析の結果、 $\delta^{13}\text{C}$  は礫層 (深度 264～273cm) において高い値を示す。これは、堆積環境の変化と礫層の運搬過程もしくはその供給源を反映していると推定される。例えば、深度 264～273cm では  $\delta^{13}\text{C}$  が増加していることから、その層準では海洋プランクトン起源の炭素がその他の層準よりも多く供給された可能性が示唆される。以上のように化学分析は堆積物が陸源か非陸源かを識別するために有効である (例えば、原ほか 2014) が、他の指標とも組み合わせながら検討する必要があるだろう。

### 2.3.7 花粉分析

花粉・シダ植物孢子分析結果を図 2-3-9 に示す。ここで、分布図の樹木花粉は樹木花粉総数を、草本花粉・シダ植物孢子は全花粉・孢子総数を基数とした百分率で示してある (図 2-3-9)。また、図においてハイフン (—) で結んだ分類群は、それらの分類群

間の区別が困難なものを示している。樹木花粉の産出傾向に層位的変化が認められたため、Ⅰ帯とⅡ帯及びⅢ帯の3つの局地花粉帯に分けられた。以下にその特徴を示す(図2-3-9)。

Ⅰ帯(深度648~680cm)はシイノキ属-マテバシイ属やヤマモモ属、マツ属複維管束亜属、コナラ属コナラ亜属、コナラ属アカガシ亜属の産出が目立つ。この中ではシイノキ属-マテバシイ属の産出率が最も高く、次いでヤマモモ属が多産し、マツ属複維管束亜属、コナラ属コナラ亜属、コナラ属アカガシ亜属等が随伴する。

Ⅱ帯(深度520~539cm)はヤマモモ属の多産で特徴づけられる。この帯のヤマモモ属の産出率が最も高い。また、シイノキ属-マテバシイ属とマツ属複維管束亜属が特徴的な産出を示す。

Ⅲ帯(深度162~500cm)はシイノキ属-マテバシイ属が多産する。また、Ⅰ帯と同じくヤマモモ属やマツ属複維管束亜属、コナラ属アカガシ亜属の産出が認められる。さらにガマ属やヒルムシロ属、ハス属、キカシグサ属、ヒシ属、フサモ属、ミツガシワ属、ガガブタなどの好湿性植物がわずかながらに産出している。さらに上位の層準(深度162~180cm)では単条溝胞子(シダ植物の胞子)が特徴的に産出する。

以上の花粉・シダ植物胞子の変化は、主に海水準変動による堆積環境変化を反映したものと推定される。今後それらの微変動を捉えるためにさらに詳細な検討が必要である。

### 2.3.8 珪藻分析

珪藻分析は、過酸化水素処理の後プレパラートに封入し、1000倍の光学顕微鏡を用いて顕鏡し、同定・計数してダイアグラムを示した。珪藻分析では、顕鏡による同定・計数により群集組成を明らかにし、千葉・澤井(2014)などを参考に古環境を推定した。分析の結果、珪藻群集は岩層の変化に対応して変化していた(図2-3-10)。深度300cmより下位の泥層からは *Planothidium delicatulum* や *Cocconeis scutellu* などの海生種が多産するが、上位へ向けて徐々に減少し、代わりに *Pseudostaurosira* 属といった汽水生珪藻や *Pinnularia* 属といった淡水生珪藻が増加した。特に450~300cmでは高潮位の指標となる *Pseudopodosira kosugii* が多産した。また、深度300cm以浅では、*Eunotia* 属や *Pinnularia* 属などの淡水生珪藻が優占した。

以上のことから各層準の堆積環境を推定すると、5500cal. BP~8000cal. BPにおいてこの地域には汽水の干潟が形成されていたと考えられる。その後海面が低下して塩性湿地が形成され、徐々に淡水化していった。これらの環境変化は主に完新世の汎世界的な海水準変動、すなわち縄文海進およびその後の海退(太田ほか1990)を反映していると考えられる。一方で、深度180cm~300cmの有機質泥層からは海生珪藻化石を含む砂層もしくは礫層が少なくとも4枚認められた(図2-3-10)。このことは4000cal. BP~5500cal. BPの期間に少なくとも4回の津波が来襲した可能性を示唆している。今後、より詳細に珪藻群集を明らかにする必要がある。

### 2.3.9 考察

海水準変動を考える上で珪藻は優れた指標となるため、ここでは主に珪藻分析の結果から古環境及び海水準を推定する(図 2-3-10)。まず、およそ 8000cal. BP 以前(深度 725cm)では、*Pseudostaurosira brevistriata*などの汽水生珪藻が優占することから、この地域は微塩分の湿地環境だったと推定される。その後 8000~7200cal. BP(深度 720cm~640cm)になると *Tryblionella compressa* や *T. lanceola* などの海生底生種が優占し *Pseudostaurosira brevistriata* などの汽水生種も産出することから、海水準が平均潮位付近まで上昇し、干潟が形成されたと推定される。さらにその後、K-Ah テフラ堆積~6000cal. BP 頃(深度 630cm~450cm)まで干潟環境が続いていたと推定される。そして 7000~6000cal. BP(深度 430~300cm)では高潮位の指標となる *Pseudopodosira kosugii* が多産することから、高潮位付近の海水準に低下したと推定される。また、6000~4000cal. BP(300cm 以浅)では、海生種及び汽水性種が減少し、*Eunotia* 属や *Pinnularia* 属などの淡水生珪藻が優占するため、淡水~塩性湿地が形成されたと推定され、数回の砂層及び礫層を運搬する強い流れを受けつつ、より淡水化していったと推定される。以上の珪藻群集から認められる古環境変遷は花粉分析の結果とも調和的である(図 2-3-9)。化学分析の結果を見ると、CaO 及び Na<sub>2</sub>O の含有量が海生珪藻の産出頻度と相関が認められるため(図 2-3-8)、これらは海水の影響を反映していると推定される。

さらにここでは、特に砂層が明瞭に認められる深度 220cm 以浅の堆積環境について考えてみたい。珪藻と花粉分析から、220cm 以浅の層準は淡水環境だったと推定される(図 2-3-9, 2-3-10)。化学組成を見ると、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub> は LOI と相関が高く、深度約 220cm から増加する傾向にあるため、これらの増加は泥炭が形成されるような淡水湿地環境の成立と関係している可能性がある(図 2-3-8)。一方、これらは含泥率と相関が高いことも報告されている(例えば、若林ほか 2012)。それとは対照的に、SiO<sub>2</sub> は海生珪藻を含む砂層において増加する(図 2-3-8)。このことは、本地域において SiO<sub>2</sub> 含有量の変化が強い流れを伴うイベント抽出の一助になる可能性を示唆するが、こうした化学分析の検討にはバックグラウンドとのより詳細な比較が必要である。また一方で、深度 170~200cm の層準において硫黄(S)含有量が 4%程度認められる。これまで、硫黄は海水の影響を示す指標として有効であることが示されてきたが、珪藻及び花粉化石の産出傾向から見ると、この層準は上述のように淡水環境である可能性が高い(図 2-3-8)。このことは、硫黄含有量が必ずしも海水の影響を示していないことを意味している。さらに、深度およそ 185cm からシダ植物の孢子が増加するが、このことはおよそ 190cm に認められる砂層が堆積した後に大きく環境が変化した可能性を示しているのかもしれない(図 2-3-9)。

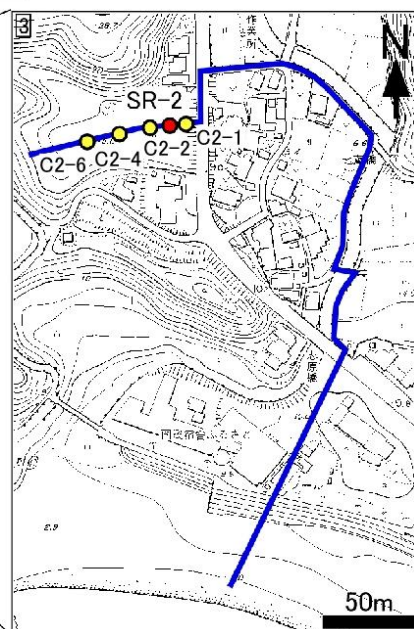
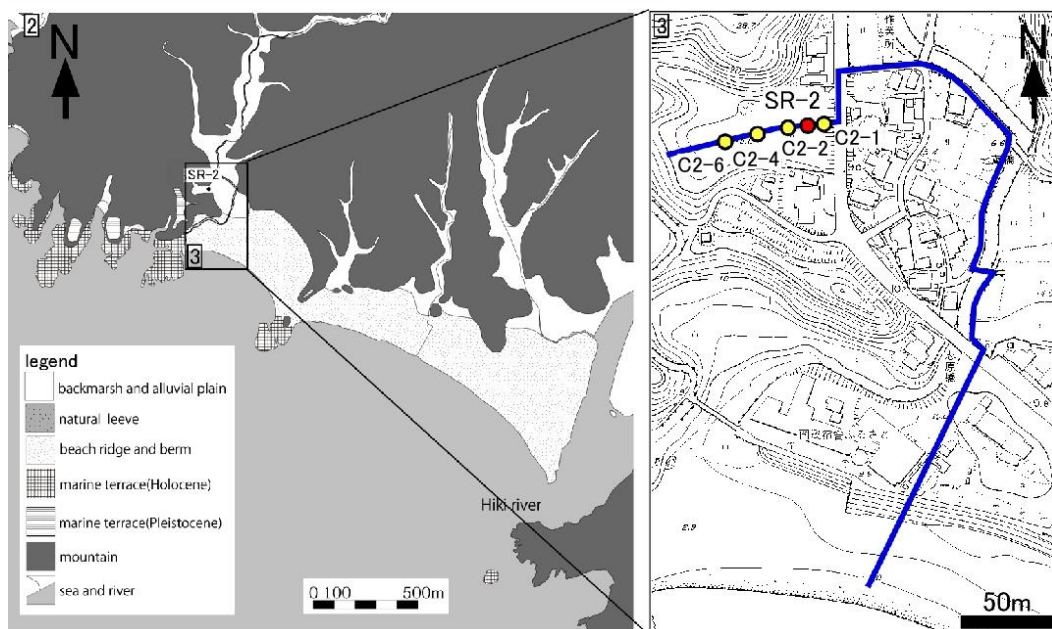


図 2-3-1：調査地域概要。1. 南海トラフとの位置関係，2. 調査地域周辺の地形分類図，3. コア掘削地点及び測定の測線（赤丸：コア掘削地点，黄丸：ハンドコアラーによる掘削地点）。



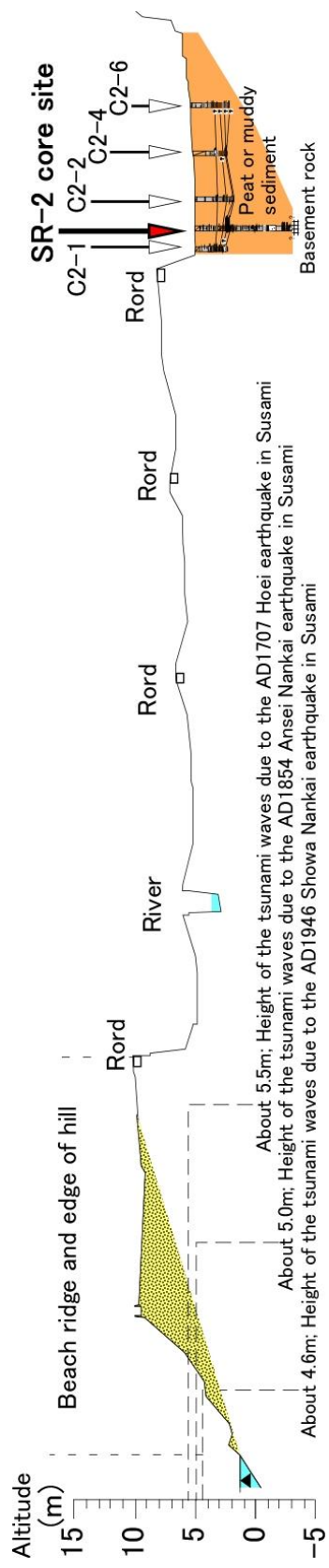


図 2-3-2 : 測量断面 (図 2-3-1 における青線の断面とコアの位置関係) . 津波の波高は羽鳥 (1980) による



図 2-3-3 : 試料掘削風景.



図 2-3-4 : キューブを用いた試料採取の様子.

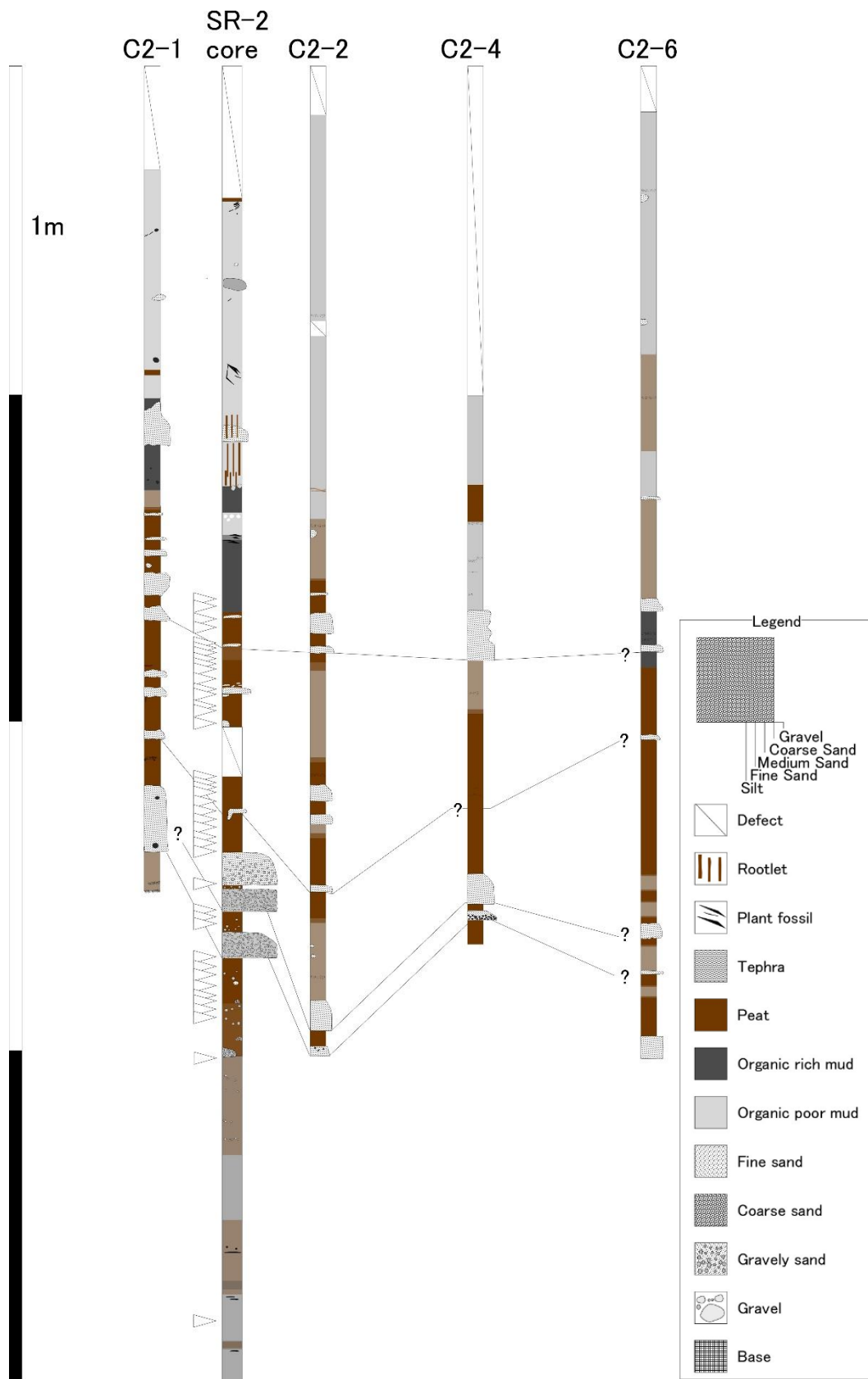


図 2-3-5：地質柱状図（各試料名は図 2-3-1，図 2-3-2 の採取地点に対応）。矢印は年代測定試料を示す。



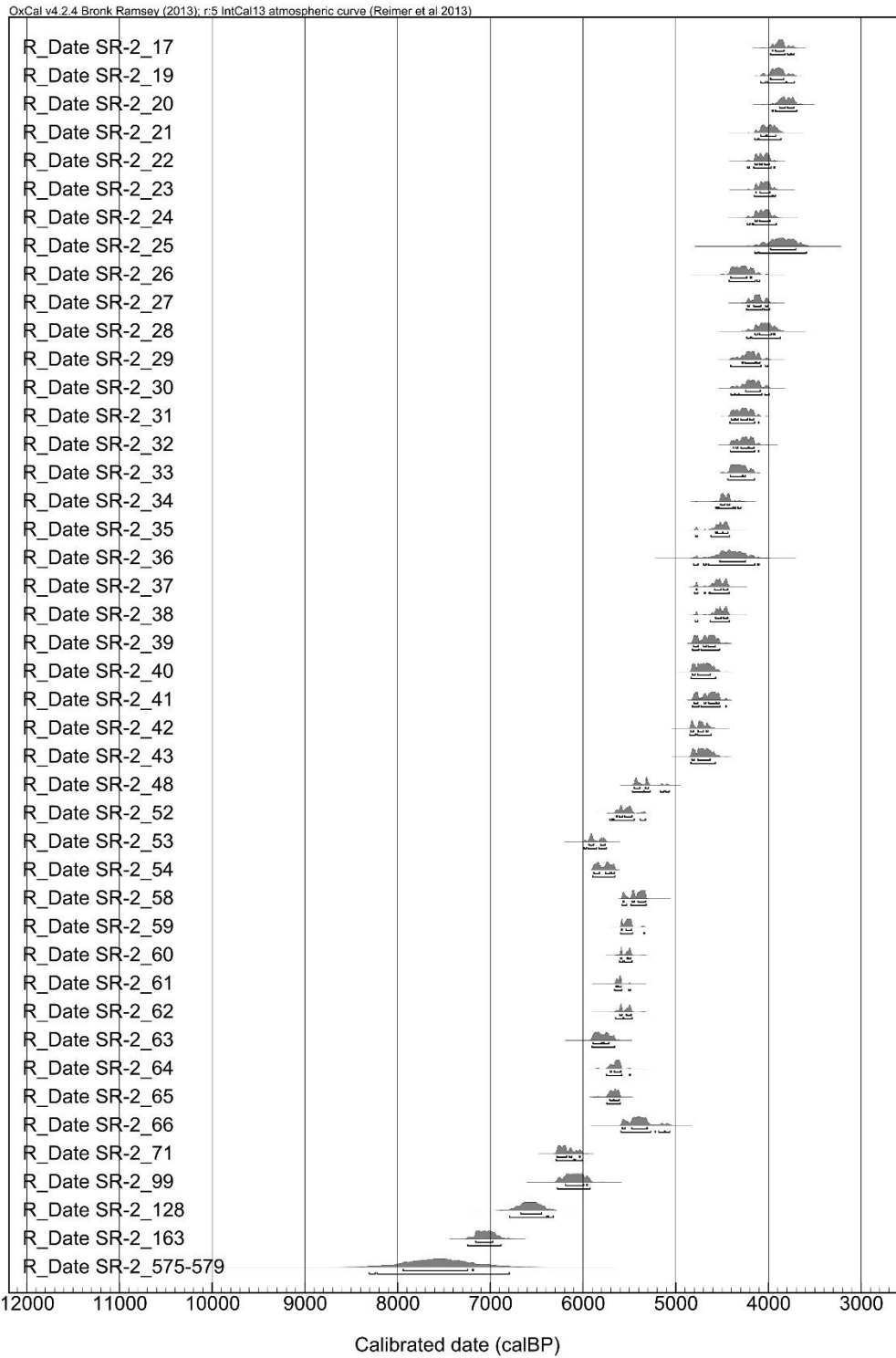


図 2-3-6：放射性炭素年代測定結果. 分析深度は表 2-3-1 に示す.

サンプル番号	深度(cm)
R_Date SR-2_17	162
R_Date SR-2_19	166
R_Date SR-2_20	168.5
R_Date SR-2_21	171
R_Date SR-2_22	175
R_Date SR-2_23	176
R_Date SR-2_24	178
R_Date SR-2_25	180
R_Date SR-2_26	182
R_Date SR-2_27	183.5
R_Date SR-2_28	185.5
R_Date SR-2_29	189
R_Date SR-2_30	191
R_Date SR-2_31	194
R_Date SR-2_32	196.5
R_Date SR-2_33	199
R_Date SR-2_34	215.5
R_Date SR-2_35	218
R_Date SR-2_36	220
R_Date SR-2_37	221.5
R_Date SR-2_38	224
R_Date SR-2_39	227
R_Date SR-2_40	230
R_Date SR-2_41	231.5
R_Date SR-2_42	234
R_Date SR-2_43	236.5
R_Date SR-2_48	248.5
R_Date SR-2_52	257.5
R_Date SR-2_53	259
R_Date SR-2_54	261.5
R_Date SR-2_58	270.5
R_Date SR-2_59	273
R_Date SR-2_60	274.5
R_Date SR-2_61	276.5
R_Date SR-2_62	279
R_Date SR-2_63	282.5
R_Date SR-2_64	284
R_Date SR-2_65	286
R_Date SR-2_66	289
R_Date SR-2_71	301
R_Date SR-2_99	370
R_Date SR-2_128	430
R_Date SR-2_163	510
R_Date SR-2_575-579	577

表 2-3-1 年代測定用試料の採取深度 (cm)

試料名	Volcanic Glass			Light Mineral	Heavy Mineral				Rock	Total	備考	火山ガラスの屈折率	テフラ名
	Bw	Pm	O		Opq	Oth	Gho	Cpx					
SR-2 580-582	265	34	0	1	0	0	0	0	0	300	Vitric	1.510-1.517	K-Ah

Bw:バブルウォールタイプ  
 Pm:パミスタイプ  
 O:低発泡タイプ  
 Light Mineral:石英・長石  
 Opq:斜方輝石 Cpx:単斜輝石 Gho:綠色普通角閃石  
 Rock:岩片・風化粒

図 2-3-7 : 火山灰分析結果 (屈折率測定, 主成分分析).

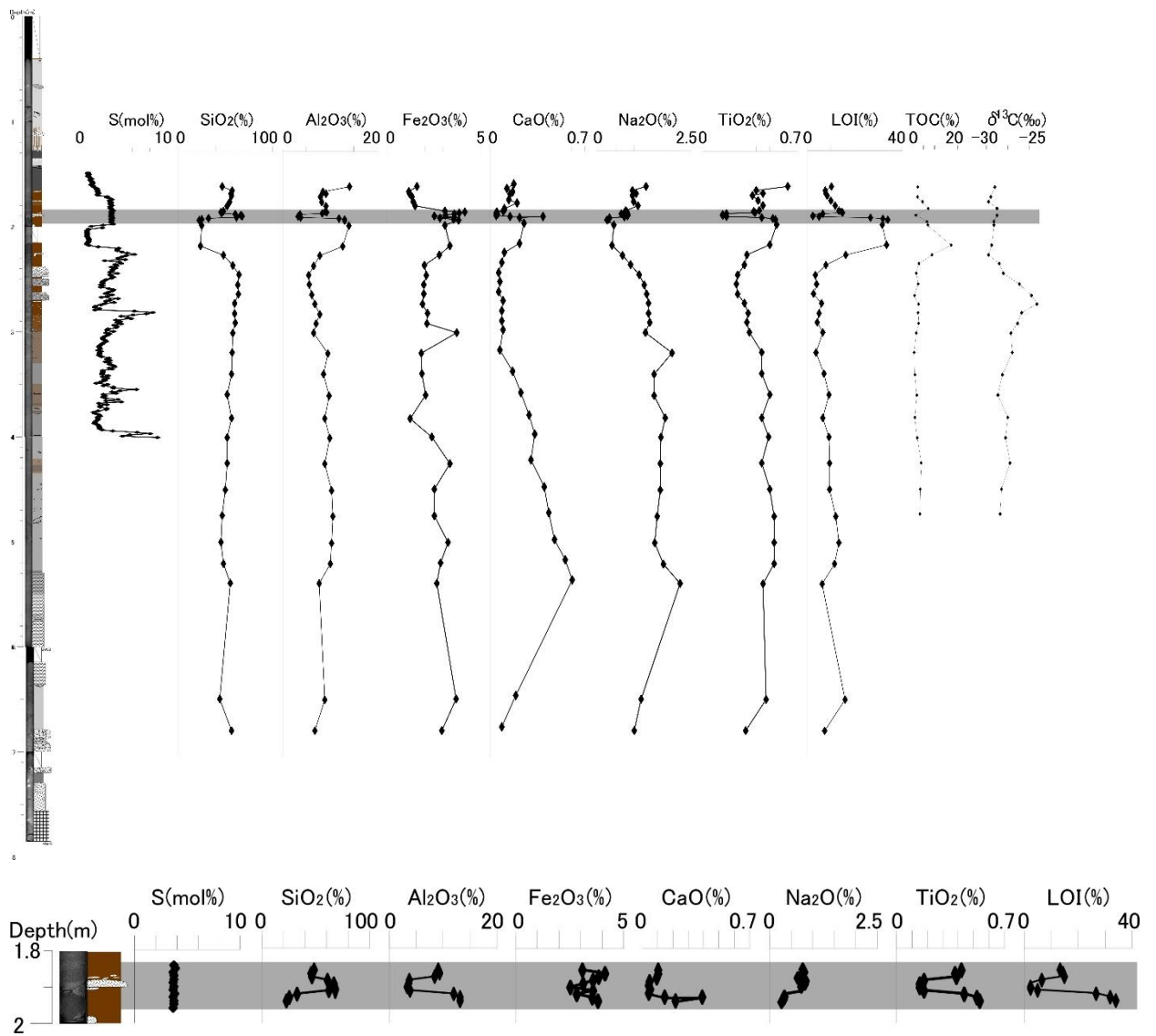


図 2-3-8 : (上) CT 画像, 柱状図と TAT-SCAN (S), XRF 測定 (SiO<sub>2</sub>~LOI) 及び炭素同位体比 (TOC, δ<sup>13</sup>C) 測定結果. 灰色トーンは 1cm 分析間隔の層準. (下) XRF 分析を 1cm 間隔で行った層準 (上図のグレースクリーンの層準).



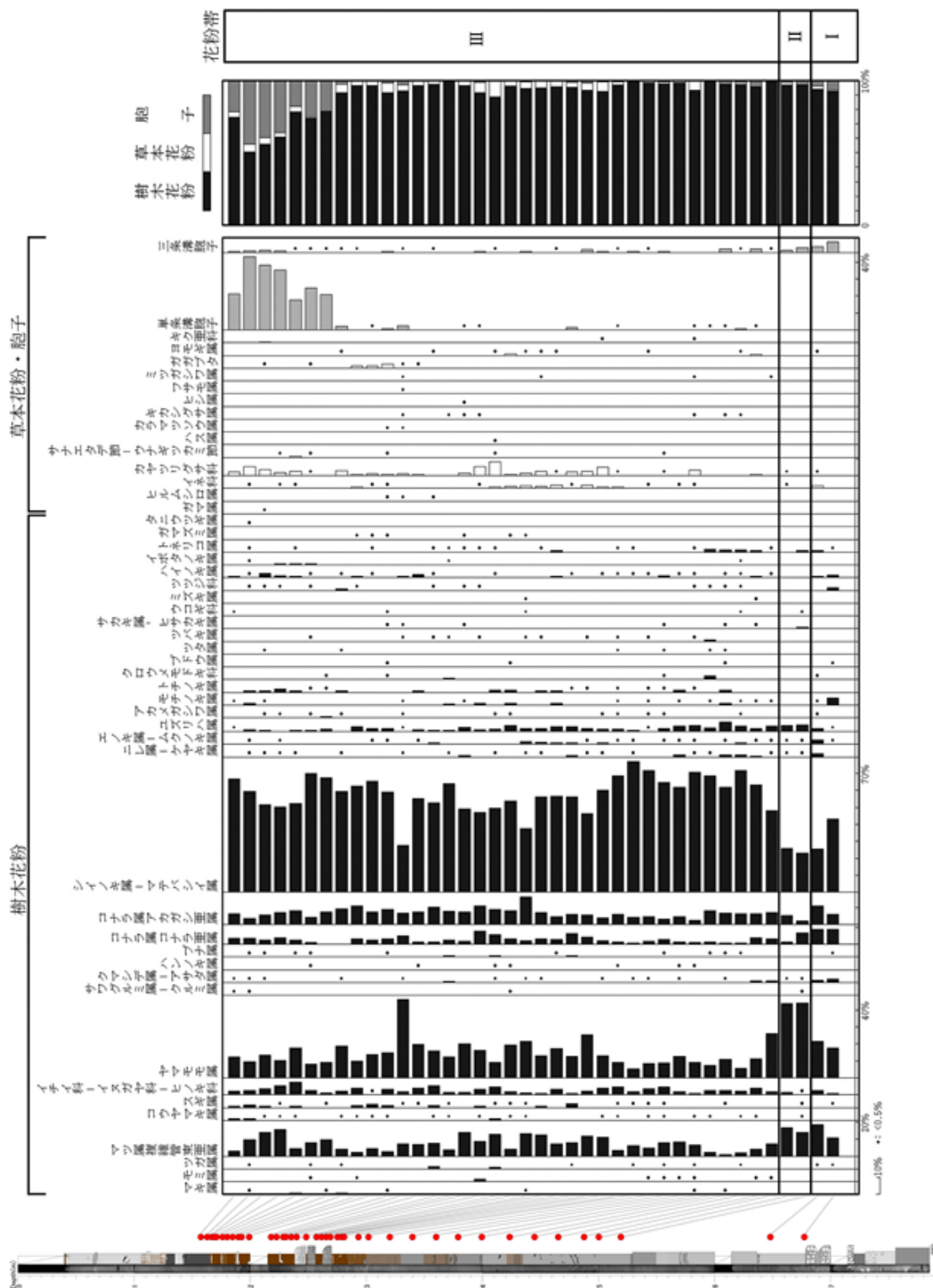


図 2-3-9 : CT 画像, 柱状図及び花粉分析結果 (赤丸 : 試料採取深度).

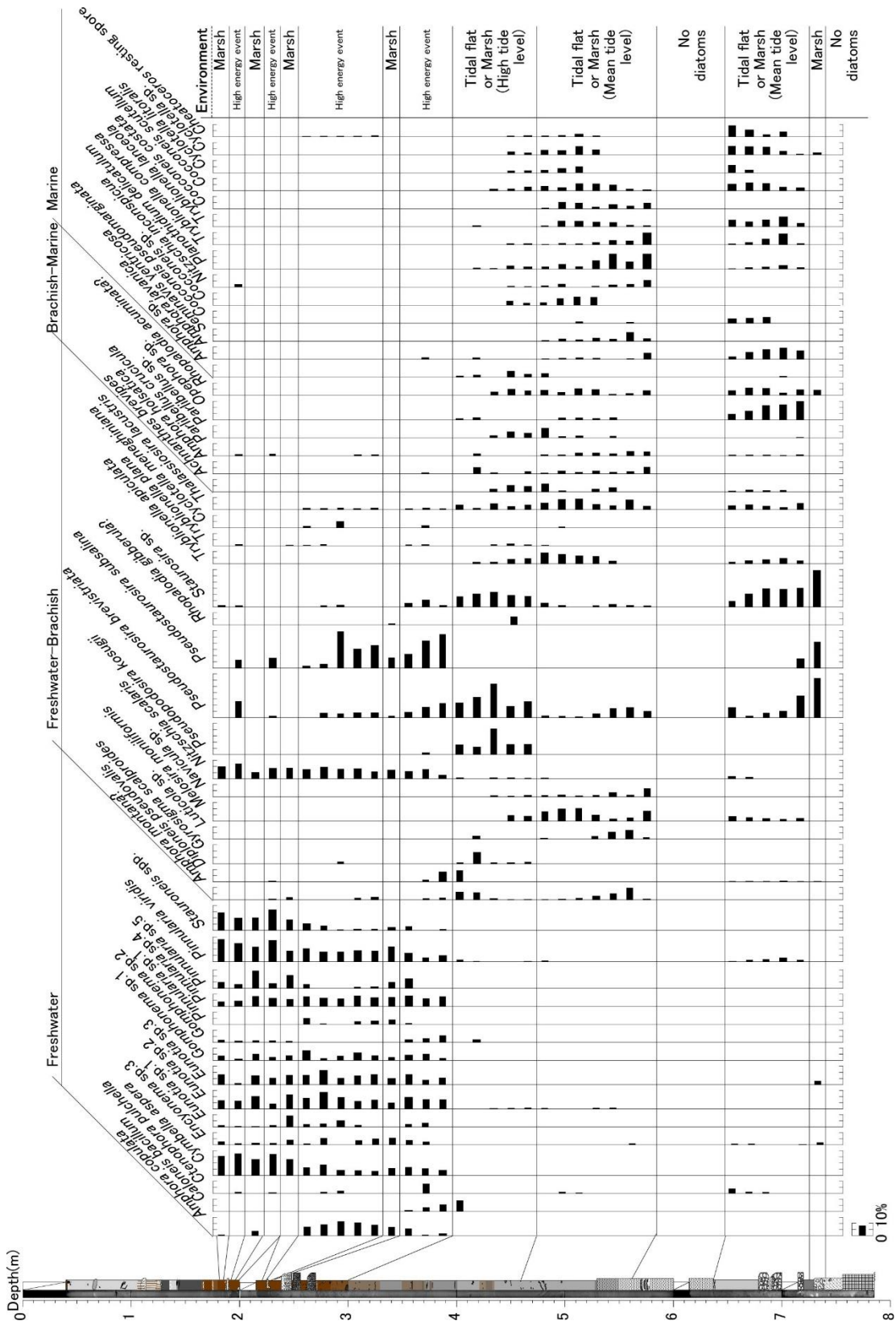


図 2-3-10 : CT 画像, 柱状図及び珪藻分析結果 (右側 : 環境区分)

## 2.4 粒度および粒子形状

津波堆積物の供給源を検討するうえで一般的に行われる粒度，鉍物組成分析に加え，粒子形状（円磨度等）を画像解析法により半定量化し，砂浜や河川など供給源となる可能性のある土砂との比較を行った。

試料は，北海道の浦幌町の Ura5 地点で採取した砂層と海岸で採取した砂について，粒子画像分析装置（モフォロギ G3）を用いて粒度分析を行った．本研究では粒径の比較だけではなく，球形度やアスペクト比などの粒子の形状からも比較した．Ura5 で採取した層厚 4cm の津波堆積物については図 2-4-1 に示すように 1cm ごとに 4 試料を測定した（ura4，5，6，7）．それぞれの結果は，図 2-4-2，図 2-4-3，図 2-4-4，図 2-4-5 に示す．また比較のため海岸の 2 地点で採取した砂（GPS86，87）についても測定を行い，その結果は図 2-4-6，図 2-4-7 に示す．

粒径の比較から，ura4-5～5-6 と ura6-7～7-8 にかけて，2 回上方に向けて細粒化する傾向が認められた．また海岸の 2 地点の粒径と砂層の粒径は類似していることが示された．球形度は全ての地点の分析結果において 0.7 程度の所にピークが認められる（図 2-4-8）．アスペクト比についても，0.7～0.8 でピークが一致するという結果になった

（図 2-4-9）．以上より，粒径だけではなく粒子の形状からも本地点の砂層と海岸の砂が類似していることが示された．これは，この砂層が海岸の砂起源であることを示していると考えられる．このように，粒子形状は津波堆積物の供給源を決定するのに有効な手段であると考えられる．

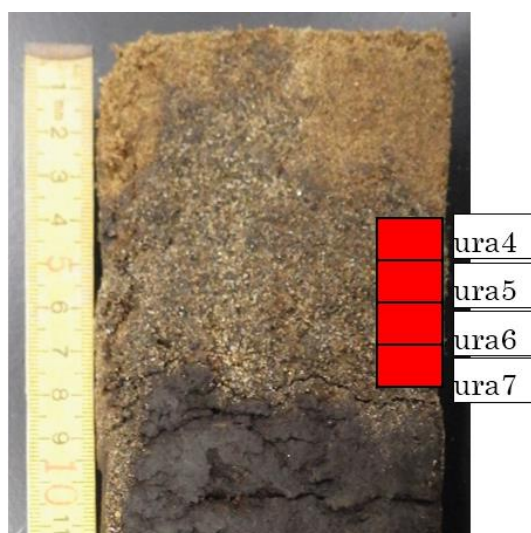


図 2-4-1 Ura5 コアの試料採取層準.

## CE Diameter - Number Distribution

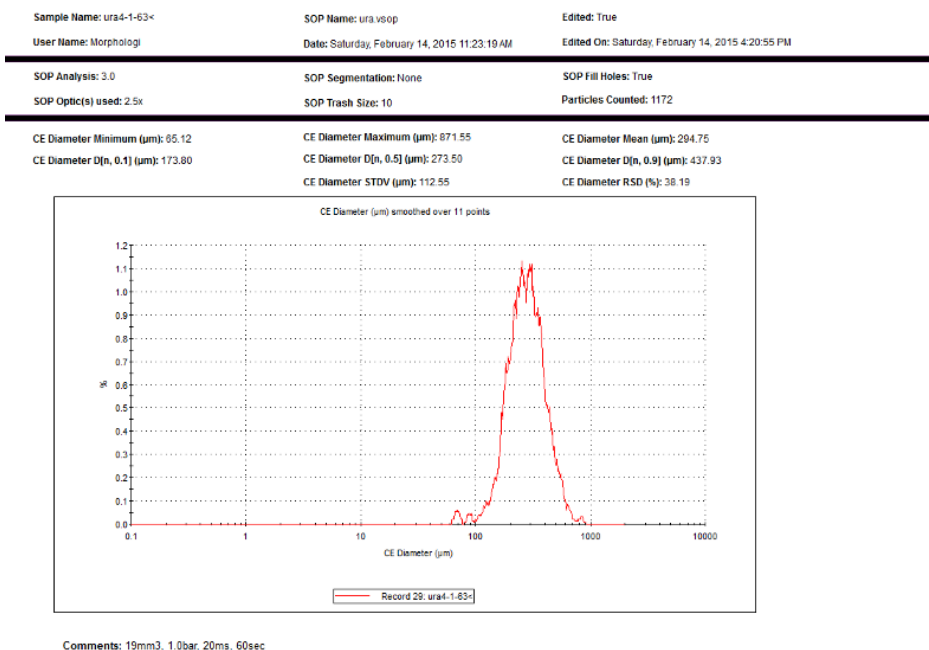


図 2-4-2 Ura5 地点 4 における粒度分析結果.

## CE Diameter - Number Distribution

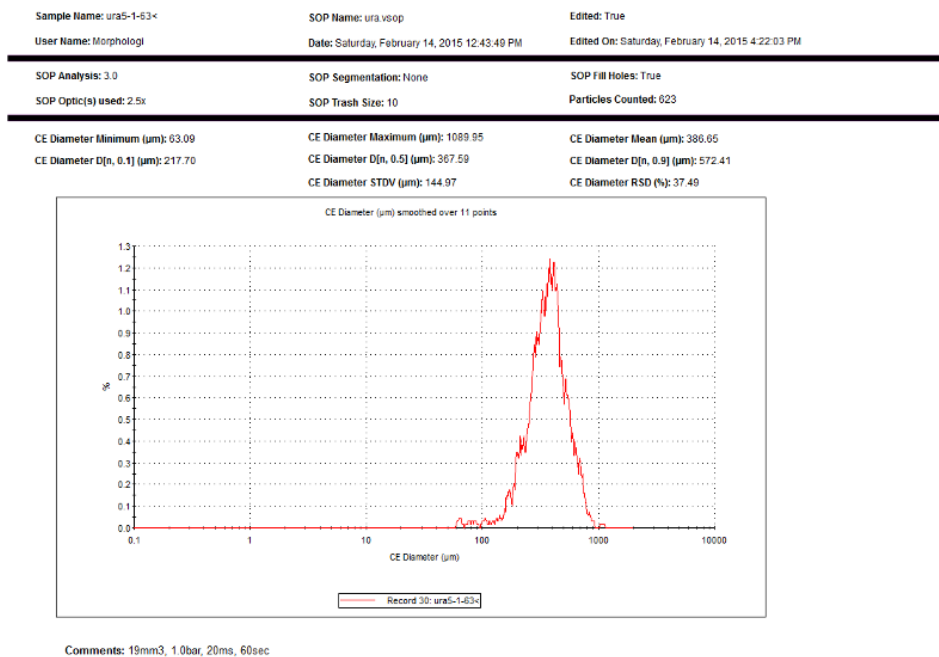
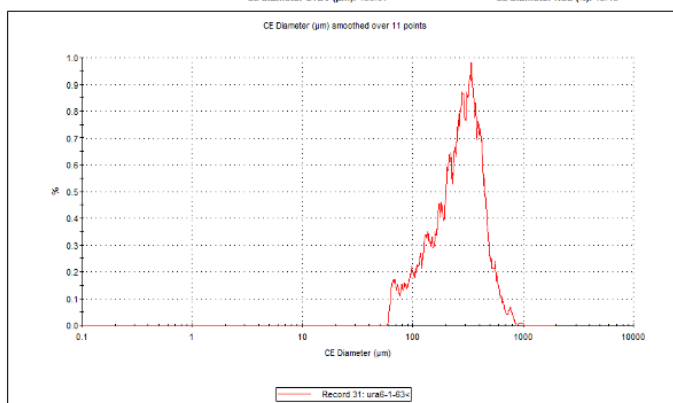


図 2-4-3 Ura5 地点 5 における粒度分析結果.

## CE Diameter - Number Distribution



Sample Name: ura5-1-63<	SOP Name: ura.vsop	Edited: True
User Name: Morphologi	Date: Saturday, February 14, 2015 2:03:32 PM	Edited On: Saturday, February 14, 2015 4:22:35 PM
SOP Analysis: 3.0	SOP Segmentation: None	SOP Fill Holes: True
SOP Optic(s) used: 2.5x	SOP Trash Size: 10	Particles Counted: 1325
CE Diameter Minimum (µm): 63.00	CE Diameter Maximum (µm): 959.83	CE Diameter Mean (µm): 283.83
CE Diameter D[n, 0.1] (µm): 112.29	CE Diameter D[n, 0.5] (µm): 271.99	CE Diameter D[n, 0.9] (µm): 447.20
	CE Diameter STDV (µm): 136.67	CE Diameter RSD (%): 48.15



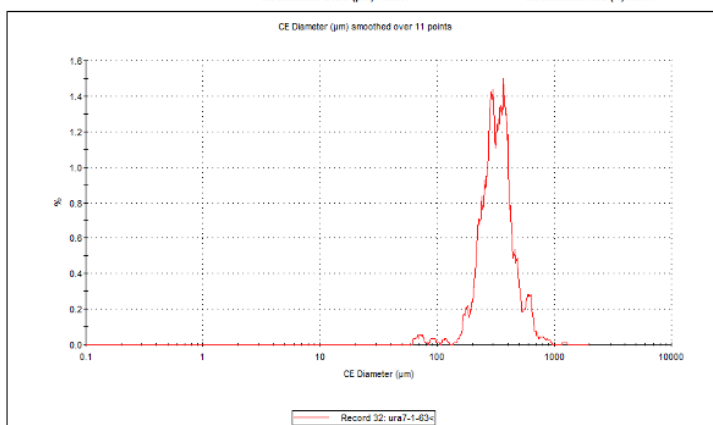
Comments: 19mm3, 1.0bar, 20ms, 60sec

図 2-4-4 Ura5 地点 6 における粒度分析結果.

## CE Diameter - Number Distribution



Sample Name: ura7-1-63<	SOP Name: ura.vsop	Edited: True
User Name: Morphologi	Date: Saturday, February 14, 2015 2:47:00 PM	Edited On: Saturday, February 14, 2015 4:23:25 PM
SOP Analysis: 3.0	SOP Segmentation: None	SOP Fill Holes: True
SOP Optic(s) used: 2.5x	SOP Trash Size: 10	Particles Counted: 836
CE Diameter Minimum (µm): 65.25	CE Diameter Maximum (µm): 1231.72	CE Diameter Mean (µm): 341.95
CE Diameter D[n, 0.1] (µm): 218.92	CE Diameter D[n, 0.5] (µm): 323.73	CE Diameter D[n, 0.9] (µm): 480.81
	CE Diameter STDV (µm): 120.07	CE Diameter RSD (%): 35.11



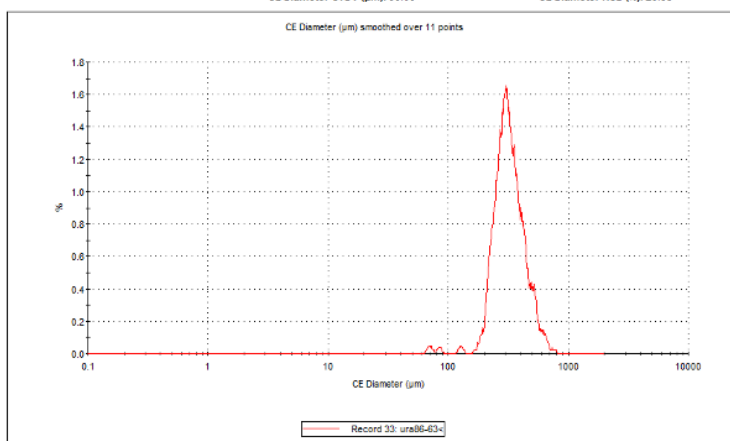
Comments: 19mm3, 1.0bar, 20ms, 60sec

図 2-4-5 Ura5 地点 7 における粒度分析結果.

## CE Diameter - Number Distribution



Sample Name: ura86-63<	SOP Name: ura.vsop	Edited: True
User Name: Morphologi	Date: Saturday, February 14, 2015 3:31:36 PM	Edited On: Saturday, February 14, 2015 4:23:49 PM
SOP Analysis: 3.0	SOP Segmentation: None	SOP Fill Holes: True
SOP Optic(s) used: 2.5x	SOP Trash Size: 10	Particles Counted: 946
CE Diameter Minimum (µm): 67.48	CE Diameter Maximum (µm): 769.23	CE Diameter Mean (µm): 334.24
CE Diameter D[n, 0.1] (µm): 228.79	CE Diameter D[n, 0.5] (µm): 312.01	CE Diameter D[n, 0.9] (µm): 462.63
	CE Diameter STDV (µm): 99.69	CE Diameter RSD (%): 29.83



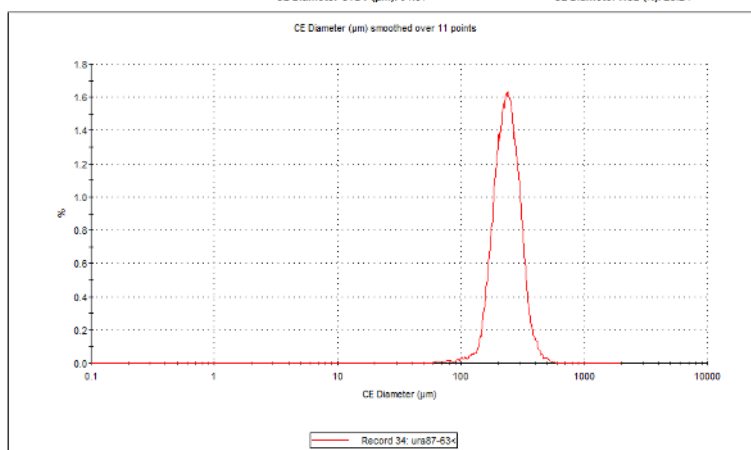
Comments: 19mm3, 1.0bar, 20ms, 60sec

図 2-4-6 GPS86 地点における粒度分析結果.

## CE Diameter - Number Distribution



Sample Name: ura87-63<	SOP Name: ura.vsop	Edited: True
User Name: Morphologi	Date: Saturday, February 14, 2015 4:13:30 PM	Edited On: Saturday, February 14, 2015 4:24:16 PM
SOP Analysis: 3.0	SOP Segmentation: None	SOP Fill Holes: True
SOP Optic(s) used: 2.5x	SOP Trash Size: 10	Particles Counted: 3144
CE Diameter Minimum (µm): 63.35	CE Diameter Maximum (µm): 560.04	CE Diameter Mean (µm): 243.18
CE Diameter D[n, 0.1] (µm): 172.26	CE Diameter D[n, 0.5] (µm): 234.59	CE Diameter D[n, 0.9] (µm): 316.82
	CE Diameter STDV (µm): 61.37	CE Diameter RSD (%): 25.24



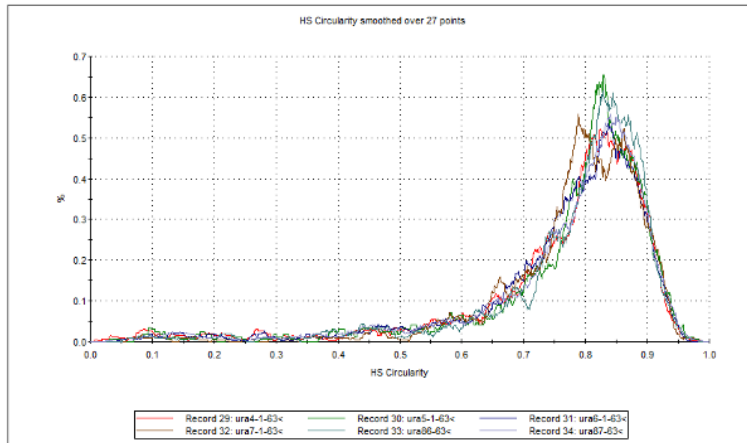
Comments: 19mm3, 1.0bar, 20ms, 60sec

図 2-4-7 GPS87 地点における粒度分析結果.

## HS Circularity - Number Distribution



Sample Name: ura87-63<	SOP Name: ura.vsop	Edited: True
User Name: Morphologi	Date: Saturday, February 14, 2015 4:13:30 PM	Edited On: Saturday, February 14, 2015 4:24:16 PM
SOP Analysis: 3.0	SOP Segmentation: None	SOP Fill Holes: True
SOP Optic(s) used: 2.5x	SOP Trash Size: 10	
HS Circularity Minimum: 0.036	HS Circularity Maximum: 0.977	HS Circularity Mean: 0.766
HS Circularity D[n, 0.1]: 0.577	HS Circularity D[n, 0.5]: 0.812	HS Circularity D[n, 0.9]: 0.894
Particles Counted: 3144	HS Circularity STDV: 0.157	HS Circularity RSD (%): 20.441



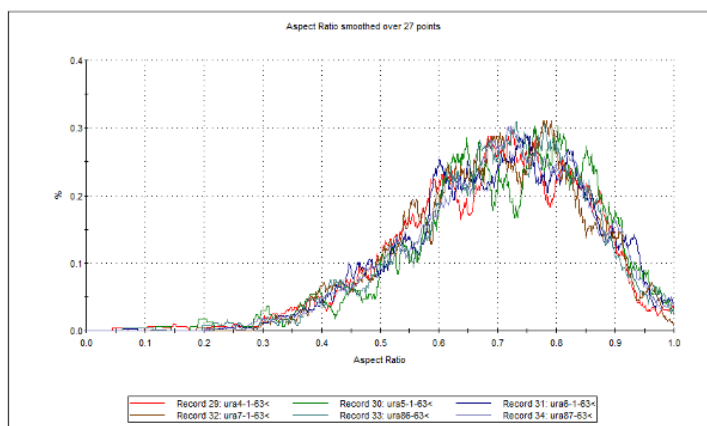
Comments: 19mm3, 1.0bar, 20ms, 60sec

図 2-4-8 海岸砂と津波堆積物の球形度の比較.

## Aspect Ratio - Number Distribution



Sample Name: ura87-63<	SOP Name: ura.vsop	Edited: True
User Name: Morphologi	Date: Saturday, February 14, 2015 4:13:30 PM	Edited On: Saturday, February 14, 2015 4:24:16 PM
SOP Analysis: 3.0	SOP Segmentation: None	SOP Fill Holes: True
SOP Optic(s) used: 2.5x	SOP Trash Size: 10	
Aspect Ratio Minimum: 0.123	Aspect Ratio Maximum: 0.999	Aspect Ratio Mean: 0.703
Aspect Ratio D[n, 0.1]: 0.499	Aspect Ratio D[n, 0.5]: 0.715	Aspect Ratio D[n, 0.9]: 0.886
Particles Counted: 3144	Aspect Ratio STDV: 0.146	Aspect Ratio RSD (%): 20.74



Comments: 19mm3, 1.0bar, 20ms, 60sec

図 2-4-9 海岸砂と津波堆積物のアスペクト比の比較.



## 2.5 数値計算手法の検討

津波堆積物の可能性がある砂層が発見された場合、その地点（標高）まで砂を到達させるためにどの程度の周期・波高の波を入射する必要があるかを数値的に推定できる可能性がある。本研究では、岩手県野田村を対象として、数値計算的手法により津波堆積物を識別するための手法の検討を行った。同地域では、現在の海岸線から約 650 m 内陸（標高 10 m）まで砂礫層が分布しており、津波堆積物である可能性が指摘されている（後藤ら，2014）。

本研究では、断面 2 次元の高波計算は数値波動水路プログラムである CADMAS-SURF（沿岸開発技術研究センター 2011）を用いて計算を行った。三陸北部の 2011 年までの観測上の最大有義波は、川口ら（2013）によると久慈で波高 9.53 m，周期 12.1 秒，宮古で 5.48 m，周期 11.9 秒，釜石で波高 7.22 m，周期 13.3 秒，八戸で波高 6.52 m，周期 11.4 秒となっている。過去に野田村周辺で発生した最大クラスの高波を仮定することは困難であるが、これらの観測記録よりも十分大きな波浪として、波高 20m，周期 20 秒の高波を最大クラスと仮定して沖合から入射した。また、現在の野田村沿岸部にある堤防と線路は取り除いた地形データを用いて計算を行った。

その結果、高波の流速、浸水深は内陸に向けて大きく減衰し、浸水距離は内陸 200 m 程度（標高 5 m 程度）であった（図 2-5-1）。津波堆積物形成当時の海岸線の位置や標高は今後の検討が必要であるが、後藤ら（2014）が報告している堆積物の分布範囲・標高（図 2-5-1）を大きく下回る。そのため、少なくとも内陸 200 m 以上に点在する砂礫層は、津波起源としても矛盾はないと考えられる。

本研究では、計算負荷の問題から断面 2 次元の計算としたが、地形が複雑な場所では、3 次元の計算が必要になると考えられる。いずれにしても、数値計算を用いることにより、従来は定性的に可能性が排除されていた高潮・高波の影響を、より定量的に除外できるようになると考えられ、津波堆積物の新たな認定基準の一つとすることができる可能性がある。

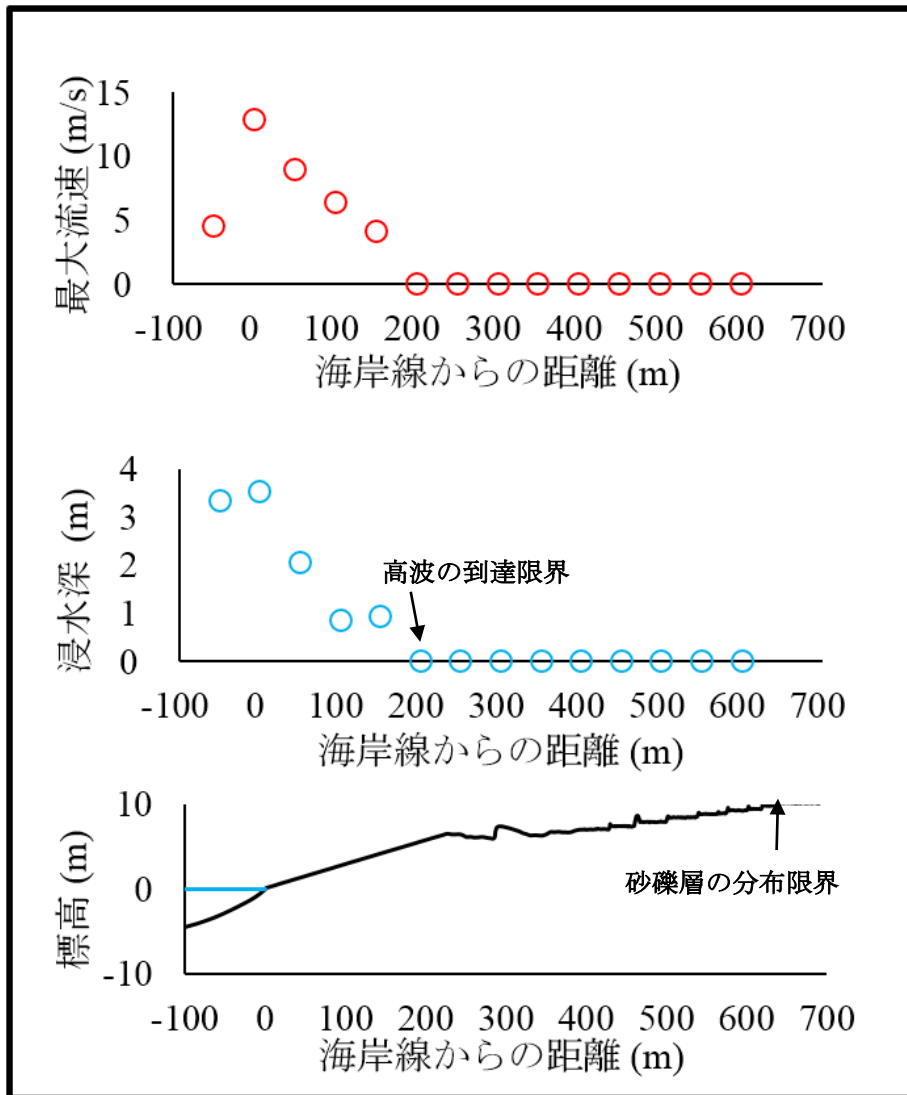


図 2-5-1 ; CADMAS-SURF の計算結果. 上から, 地点ごとの最大流速分布, 最大水位分布, 計算に用いた地形を示す. 砂礫層の分布限界は, 後藤ら (2014) に基づく.

## 2.6 津波堆積物の認定基準の再検討

本章では、千島海溝沿いおよび南海トラフ沿いで取得した津波堆積物またはその可能性の高い堆積物について、高分解能かつ高精度で堆積学的、古生物学的、地球化学的検討を行った。分析項目は平成 25 年度の業務報告書で用いられているものに沿っており、これらの手法が気候学的、地形学的特徴が異なる地域でも適用できるかを検討した。

浦幌および白浜で採取した試料について、堆積学的特徴、古生物学的特徴、地球科学的分析のいずれも、平成 25 年度の報告書で提案された結果と類似しており、気候学的・地形学的特徴によらず、これらの手法は適用可能であると考えられる。

分析インターバルについては、どの程度の層厚の津波堆積物を対象とするかによる。まず、CT 分析や帯磁率分析等、高解像度で試料の状態を確認できる非破壊分析を実施して、詳細分析の対象とするイベント層を確認する必要がある。そして、詳細分析はイベント層の層厚にもよるが、センチメートルまたはミリメートルオーダーで珪藻、花粉、蛍光 X 線分析等を実施することが望ましい。

一方、本研究では新たに粒子形状に基づく砂の供給源判定、および数値計算を用いた津波堆積物認定について検討した。その結果、粒子形状は供給源を識別する上で重要な指標になる可能性があることがわかった。また、数値計算により高潮、高波で堆積物を運搬できる限界距離・標高を推定できる可能性があることがわかった。

これらの手法はまだ検討段階であるが、今後の研究の進展によっては津波堆積物の重要な認定基準になるものと期待される。

## 参考文献

- 安藤一男, 1990, 淡水産珪藻による環境指標種群の設定と古環境への応用, 東北地理, 42, 73-88.
- 沿岸開発技術研究センター, 2011, CADMAS-SURF 数値波動水路の研究・開発 数値波動水路の夕耐波設計への適用に関する研究報告書.
- 太田陽子・海津正倫・松島義章, 1990, 日本における完新世相対的海面変化とそれに関する問題 1980~1988 における研究の展望." 第四紀研究 29, 31-48.
- 川口浩二, 猪俣勉, 関克己, 2013, 全国港湾海洋波浪観測年報 (NOWPHAS 2011), 港湾空港技術研究所.
- 小杉正人, 1988, 珪藻の環境指標種群の設定と古環境復元への応用, 第四紀研究, 27, 1-20.
- 後藤和久, 飯嶋耕崇, 西村裕一, 菅原大助, 横山祐典, 宮入陽介, 沢田近子, 中村有吾, 2014, 岩手県野田村における津波堆積物調査結果に基づく三陸地方北部の津波履歴の検討, 地球惑星科学関連学会 2014 年合同大会.
- 小松原純子・藤原 治・鎌滝孝信, 2006, 南海・駿河および相模トラフ沿岸域における津波堆積物, 歴史地震 21, 93-109.
- 寒川 旭, 1993, 地震考古学, 地学雑誌, 102, 895-896.
- Smith, V.C., Staff, R.A., Simon P.E., Blockley, S.P.E., Ramsey, C.B. Nakagawa, T., Mark, D.F., Takemura, K., Danhara, T. and Suigetsu 2006 Project Members. 2013. Identification and correlation of visible tephras in the Lake Suigetsu SG06 sedimentary archive, Japan: chronostratigraphic markers for synchronising of east Asian/west Pacific palaeoclimatic records across the last 150 ka. Quaternary Science Reviews 67, 121-137.
- 古川竜太・吉本充弘・山縣耕太郎・和田恵治・宇井 忠英, 1997, 北海道駒ヶ岳火山は 1694年に噴火したか? -北海道における 17~18 世紀の噴火年代の再検討-, 1997, 火山, 42, 269-279.
- 高原 光, 2006, 花粉分析による植生復元と機構復元, 低温科学, 65, 97-102.
- 千葉 崇・澤井祐紀, 2008, 環境指標種群の再検討と更新, Diatom, 30, 17-30.
- 七山 太・重野聖之・三浦健一郎・牧野彰人・古川竜太・佐竹健治・斎藤健一・嵯峨山積・中川 充, イベント堆積物を用いた千島海溝沿岸域における先史~歴史津波の遡上規模の評価-十勝海岸地域の調査結果と根釧海岸地域との広域比較-, 2002, 活断層・古地震研究報告, No. 2, 209-222.
- 西村裕一・平川一臣・中村有吾・宮地直道・小松正義, 2003, 津波堆積物の特徴からみた北海道東部太平洋岸の歴史津波の特性, 歴史地震, 19, 173.
- 原 淳子・川辺能成・駒井 武・田村 亨・澤井祐紀, 2014, 表層堆積物の化学組成を用いた津波堆積物の由来と海底堆積物の攪乱の推定-東北地方太平洋沖地震による大

- 津波の影響を受けた仙台平野沿岸域を例として一，地学雑誌，123，883-903.
- 藤野滋弘・小松原純子・宍倉正展・木村治夫・行谷佑一，2008，志摩半島におけるハンドコアラーを用いた古津波堆積物調査報告，活断層・古地震研究報告，8，255-265.
- Horton, B.P. and Sawai, Y., 2010, Diatoms as indicators of former sea levels, earthquake, tsunamis, and hurricanes. In: Smol, J.P. and Stoermer, E.F. (eds) The diatoms: applications for the Environmental and Earth Sciences. pp. 357-372. Cambridge University Press, Cambridge.
- 町田洋・新井房夫，2003，新編 火山灰アトラス-日本列島とその周辺-，336pp. 東京大学出版会. 東京.
- 柳沢幸夫，2000，分類群ごとの研究法：珪藻類，化石の研究法，化石研究会，45-50，共立出版.
- 若林 徹・須貝俊彦・笹尾英嗣・大上隆史，2012，濃尾平野完新統中の重金属元素濃度と分布の特徴. 地学雑誌 121 441-459.

### 3. 年代評価手法の高度化

#### 3.1 はじめに

津波堆積物の年代測定には、放射性炭素年代測定が一般的に行われている。従来は、津波堆積物の可能性がある砂層上下の土壌年代を推定していたため、津波堆積物の年代決定精度は数百年程度の大きな推定幅を持つ場合があった。また、一般に用いられる暦年較正法では、歴史時代の津波との対比で重要な18世紀ごろの年代推定が難しいなど、手法に限界があるのが現状である。一方、測定試料として、泥炭に含まれる有機物（植物遺体、土壌有機物など）が採用されているが、どの試料を測定するのがもっとも精度が良いかなどの評価が十分行われていない。こうした現状を踏まえ、(1) ウィグルマッピング法を用いた高精度年代推定、(2) 多点分析による津波堆積物年代推定法の確立、の2点による年代評価手法の高度化を実施した。

#### 3.2 ウィグルマッピング法を用いた高精度年代推定

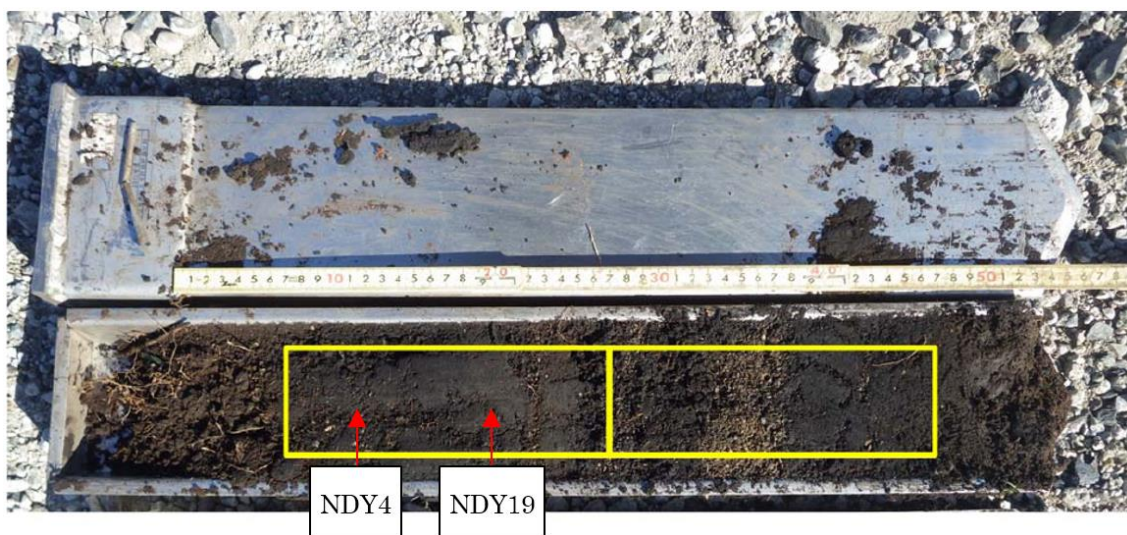
津波堆積物の形成年代をより高精度に推定するため、岩手県野田村、北海道浦幌町、宮城県岩沼市の各地点より採取された年代測定試料を用いた。なお、一部は昨年度の業務受託時に採取した試料や代表者らが行った調査の際に取得した試料を含んでいる。採取地点の写真を図3-2-1～3-2-5に示す。年代測定は、津波堆積物の直下に存在する泥炭層のウィグルマッピングに主眼を置いて分析を行った。

ウィグルマッピングとは、大気中の $^{14}\text{C}$ 濃度が変動していることを用いた高精度での年代決定法である（図2-3-6, van Geel and Mook, 1989）。一試料の測定では、この大気 $^{14}\text{C}$ 濃度の変動により幅広い範囲の年代が推定される。しかし連続的に測定を行うことで、その大気 $^{14}\text{C}$ 濃度の変動を目印として年代を絞り込むことができ、それにより高精度での年代推定ができる。

放射性炭素年代測定は、東京大学大気海洋研究所横山研究室所有のシングルステージ型加速器質量分析装置（YS-AMS）を用いて実施した。年代測定試料の前処理法は、Yokoyama et al. (2007) および Miyairi et al. (2004) に準じた方法で行った。加速器質量分析計を用いて測定された放射性炭素年代値は、暦年較正ソフト OxCal ver3.10 および ver. 4.2 (Ramsey, 2001, 2009) を用いて暦年較正を行った。また、Ramsey (2008) の堆積モデルを用いて年代—深度モデルを作成した。暦年較正曲線は、IntCal13 (Reimer et al., 2013) を用いた。結果を図3-2-7～3-2-10に示す。

野田村（米田地区）や浦幌の調査地では、表層の一試料の測定に比べて、高精度に津波堆積物の年代決定を行うことができた。具体的には野田村米田地区では、一試料の測定では最上部の津波堆積物の直下の年代が1514～1646年(1 $\sigma$ )という幅広い推定値を示す（図3-2-7のNDY4）。しかし、ウィグルマッピングをすることでその津波堆積物直下の年代を誤差幅50年にまで絞り込むことができた（図3-2-7）。浦幌の調査地につい

でも同様に、津波堆積物の直下について一試料の測定では幅広い年代値を示すが、ウイグルマッチングをすることで誤差幅約 30 年という、より高精度での年代推定ができた（図 3-2-8, URA023-c）。このように両調査地ともに 17 世紀前半と考えられる津波堆積物の年代を高精度に測定できている。一方、岩沼サイトの結果では、17 世紀の津波堆積物の考えられる堆積物の年代が 14 世紀から 15 世紀と非常に古く推定されている。図 3-2-11 に、昨年度受託業務において測定した津波堆積物層直下の年代を津波の流路方向に 1m 間隔で測定した結果を示す。4m 地点（図 3-2-9 の Date4-1）や 12m（図 3-2-10 の Date TU12-3c）地点周辺では、1m（図 3-2-11 の IWANUMA1-1）および 2m（図 3-2-11 の IWANUMA2-2）地点と比較すると年代値が古くなっていることがわかる。つまり、今回測定した地点では津波の到来の際、表層の若い堆積物が削剥され表層部が欠損していたことが示唆される。ウイグルマッチングによる高精度測定は表層部の削剥がない地点で試料採取することが重要であることが判明した。



**軟X線用プラスチックケース**  
**深度： 6～26cm**  
**26～46cm**

図 3-2-1 年代測定試料の産状（野田村（米田地区）サイト）。NDY4 と NDY19 は、年代測定を行った試料の上端と下端を示す（図 3-2-7 参照）。





図 3-2-2 年代測定試料の産状 (浦幌サイト)

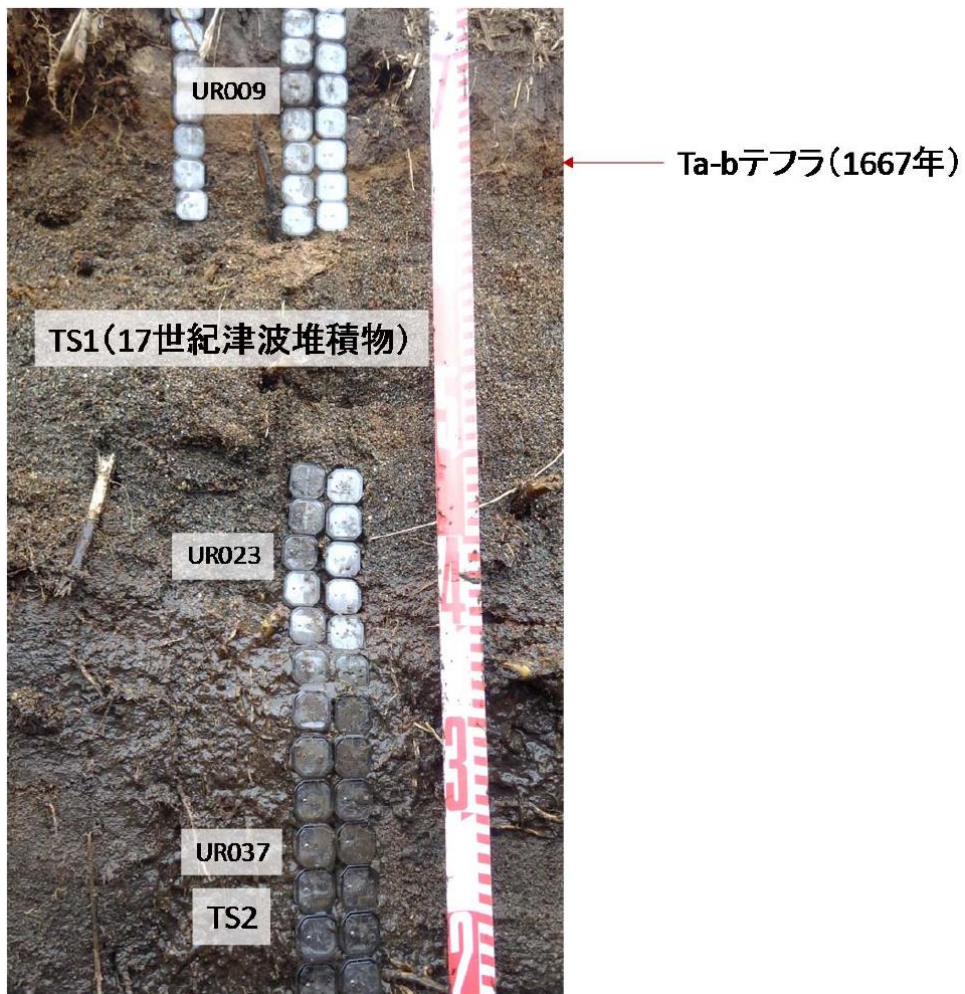


図 3-2-3 年代測定試料の産状の拡大写真（浦幌サイト）

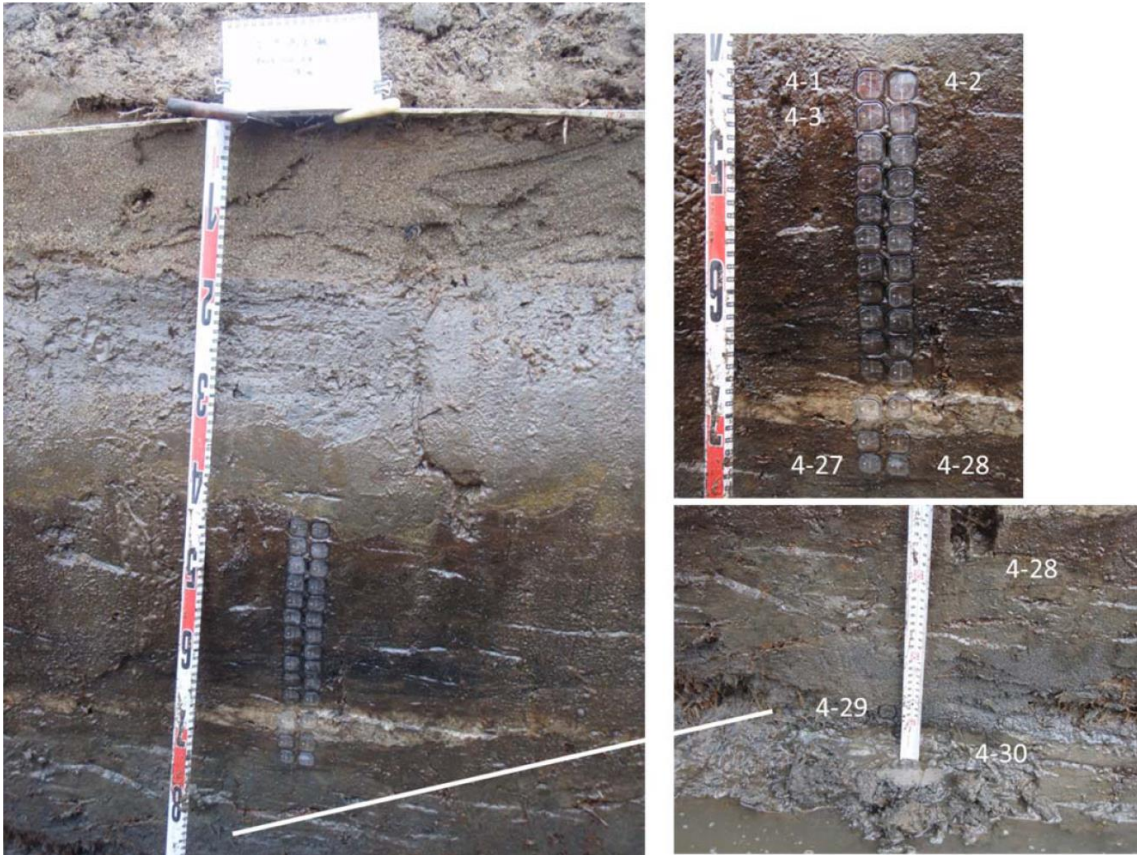


図 3-2-4 年代測定試料の産状 (岩沼サイト 4m 地点)



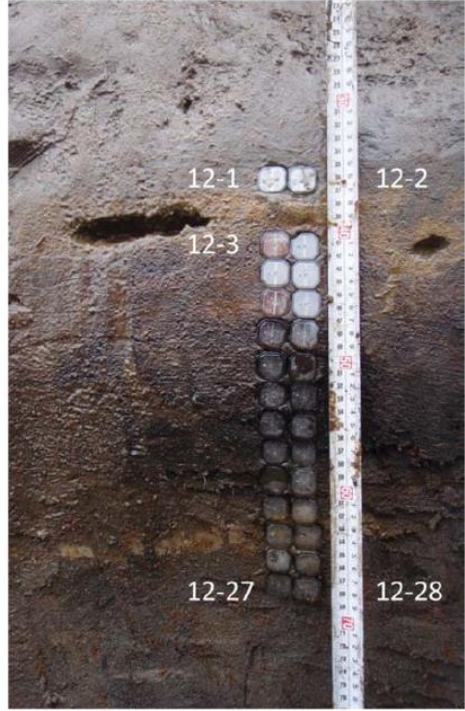


図 3-2-5 年代測定試料の産状（岩沼サイト 12m 地点）

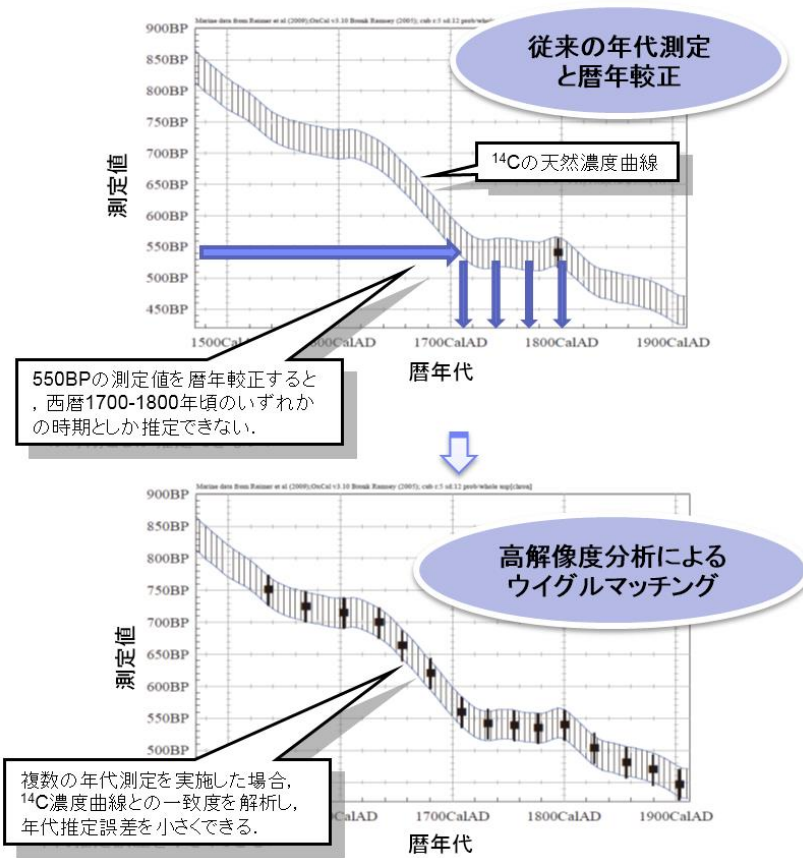


図 3-2-6 ウイグルマッチング法のイメージ図。

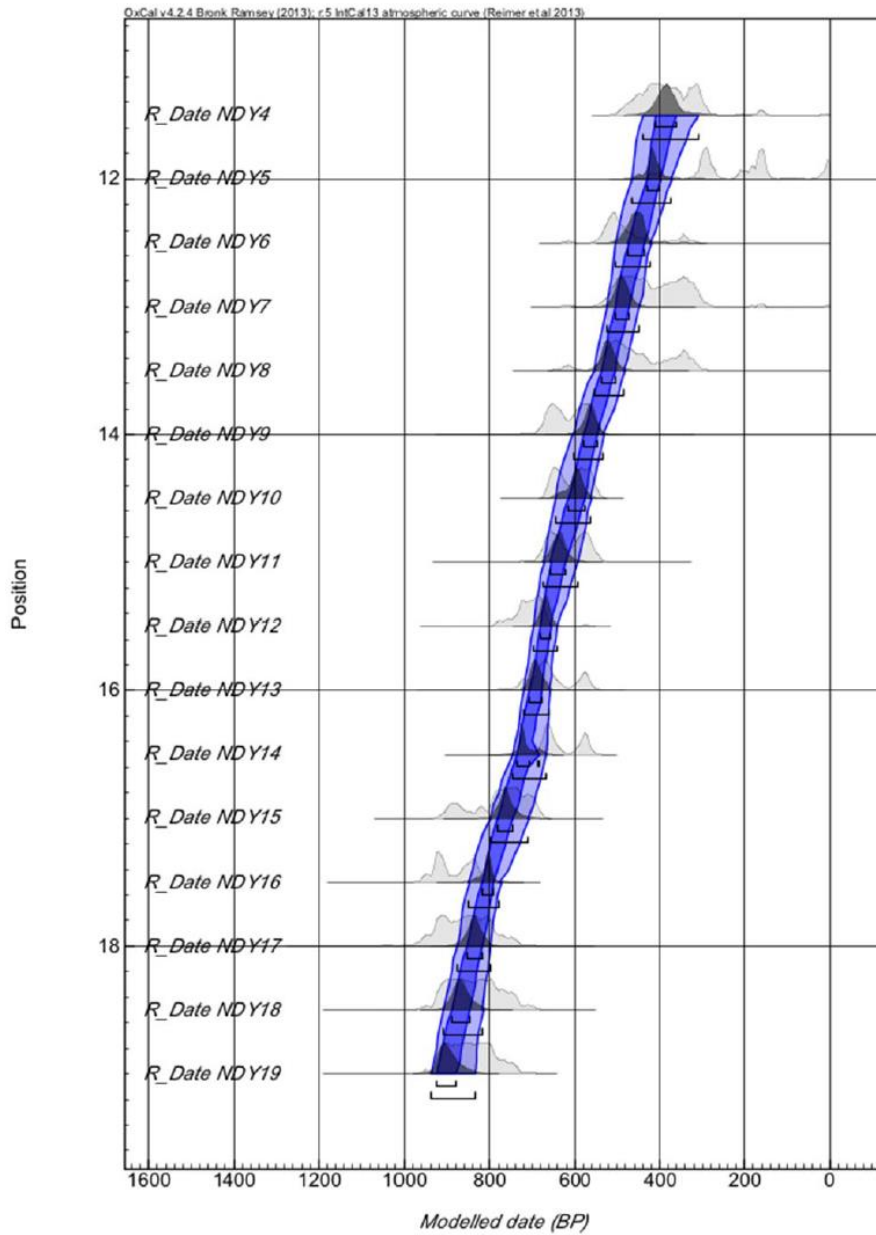


図 3-2-7 ウィグルマッチング法による暦年較正結果（野田村（米田地区）サイト）. 砂層直下より 5mm 等間隔で測定.

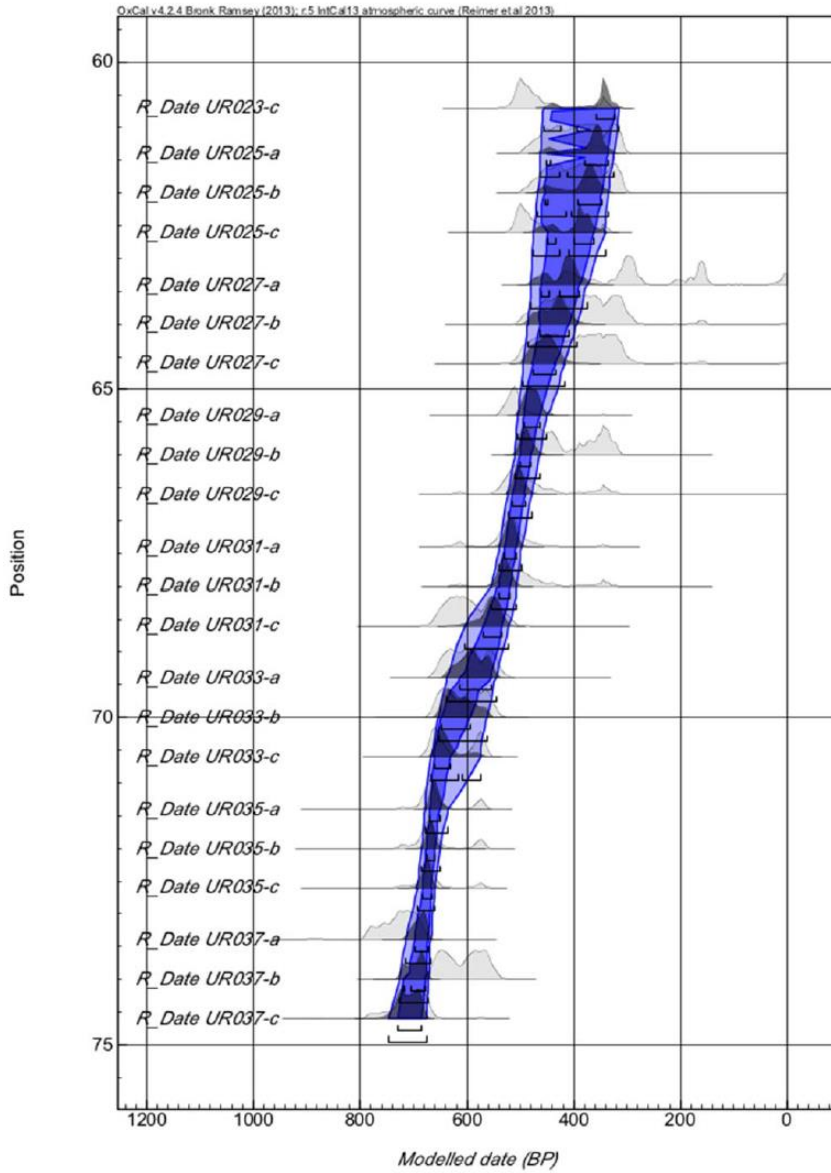


図 3-2-8 ウィグルマッチング法による暦年較正結果（浦幌サイト）。砂層 1 直下より 6～7mm 間隔で測定。



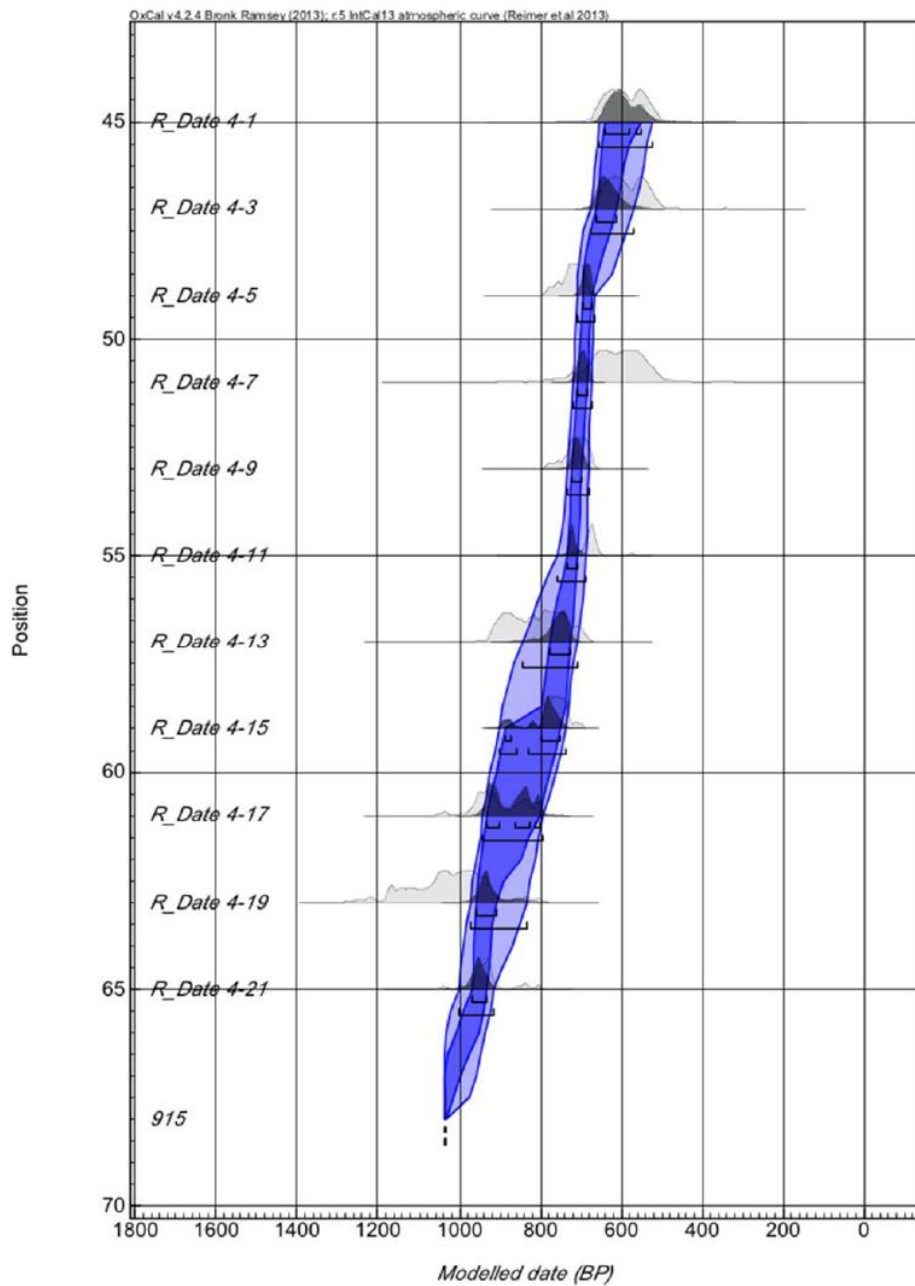


図 3-2-9 ウィグルマッチング法による暦年較正結果（岩沼 4m 地点）. 砂層直下より 2cm 等間隔で測定.

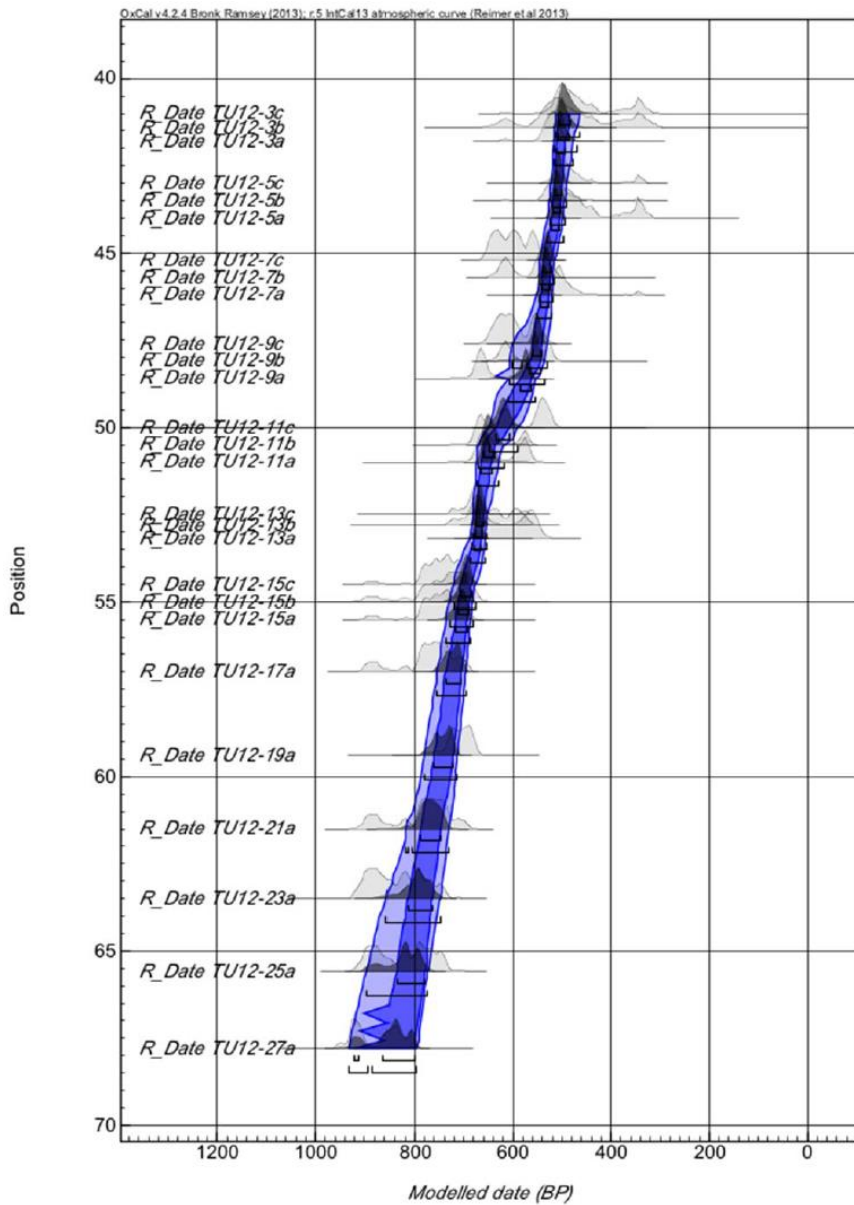


図 3-2-10 ウィグルマッチング法による暦年較正結果 (岩沼 12m 地点). 砂層直下より深度 40~56cm までは 6~7mm 間隔で測定. 深度 56~68cm までは 2cm 等間隔で測定.

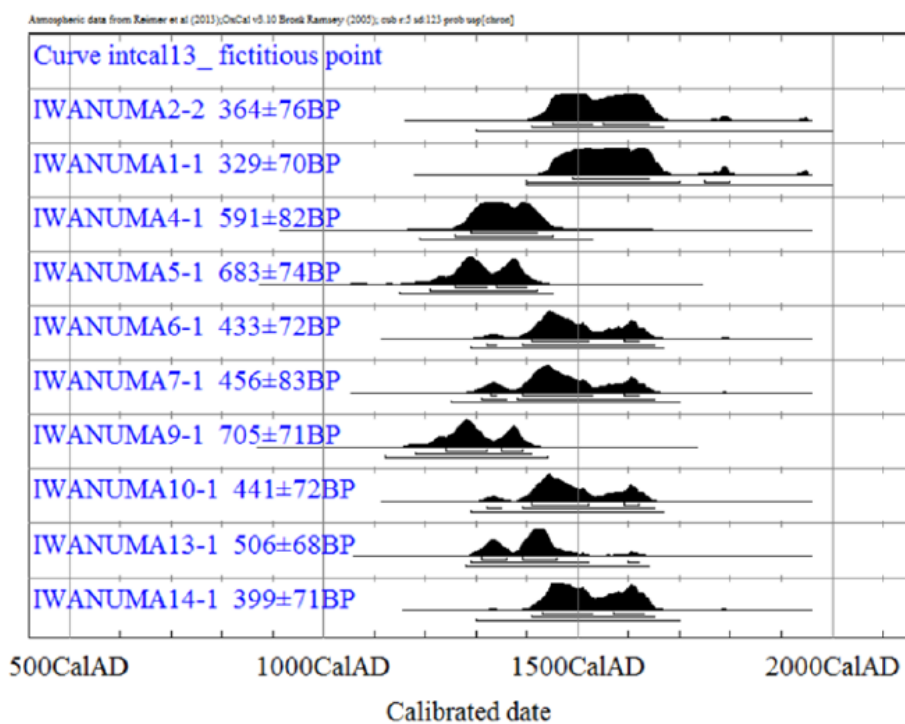


図 3-2-11 岩沼サイト津波堆積物直下の放射性炭素年代の比較（昨年度受託業務による結果を抜粋）

### 3.3 多点分析による津波堆積物年代推定法の確立

津波堆積物中に挟在される有機物片を多点放射線炭素分析し、年代推定を高精度に行うという方法について検討を行った。これは、津波堆積物中には当時の地表面を侵食して取り込んだ土壌等の有機物が含まれている可能性があり、津波発生年代に近い年代を示す可能性があると考えられるためである。しかしながら、実際に検討を始めてみると、津波堆積物中に挟在された有機物片が多数個発見されることは、稀であることが判明した。これは、津波堆積物自体が石英などの鉱物を中心とした砂層で形成されていること、マッドクラストなどの泥質片が含まれていない場合は、有機物を抽出することが難しいこと、泥質分は沈降速度に依存して津波堆積物上部に濃集する可能性が考えられるが、津波後の平常時に堆積する土壌との識別が難しいなどの問題があるためである。実際に、本業務の期間中に入手することができた津波堆積物中の有機物片は2点のみであった。

表 3-3-1 に、一例として浦幌の津波堆積物中の炭素含有量を測定した結果を示す。津波堆積物中の有機物含量は全炭素量で2%とわずかであり、津波堆積物中の挟在される有機物片の採取は容易ではないことが判明した。有機物片の入手が可能であった場合の可能性を考慮し、多点分析による津波堆積物年代推定法の可能性を探るため、今回入手できた浦幌の津波堆積物中から採取されたマッドクラスト（偽礫）の2試料を用いて検討を行った。

放射性炭素年代測定は、東京大学大気海洋研究所横山研究室所有のシングルステージ型加速器質量分析装置(YS-AMS)を用いて実施した。年代測定試料の前処理法は、Miyairi et al. (2004) に準じた方法で行った。

UR-mudclast の放射性炭素年代測定の結果の暦年較正確率分布プロットを図 3-3-1 および図 3-3-2 に示す。その2点の測定値を用いて、ベイズ統計解析法を用いて暦年較正した結果が図 3-3-3 である。

各マッドクラスト試料単独での暦年較正結果は誤差幅が約180年～280年と大きい。2試料を用いてベイズ統計解析を行うことにより誤差幅を縮小させることができる。ただし、本試料は1667年の樽前bテフラ以下の層準の砂層1から採取しており、その年代は1667年以前となるはずである。本研究では2試料しか測れなかったため、統計的に優位な年代値が出なかった可能性が考えられる。津波堆積物中に挟在される有機物片を多点入手が可能であった場合には、本手法は有効である可能性が高い。

### 引用文献

Yusuke Yokoyama, Yousuke Miyairi, Hiroyuki Matsuzaki, Fumiaki Tsunomori (2007). Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, Vol. 259, Issue 1, Pages 330-334

- Y. Miyairi, K. Yoshida, Y. Miyazaki, H. Matsuzaki, I. Kaneoka (2004). Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, Vol. 223-224, Pages 555-559
- Paula J Reimer, Edouard Bard, Alex Bayliss, J Warren Beck, Paul G Blackwell, Christopher Bronk Ramsey, Caitlin E Buck, Hai Cheng, R Lawrence Edwards, Michael Friedrich, Pieter M Grootes, Thomas P Guilderson, Haflidi Haflidason, Irka Hajdas, Christine Hatté, Timothy J Heaton, Dirk L Hoffmann, Alan G Hogg, Konrad A Huguen, K Felix Kaiser, Bernd Kromer, Sturt W Manning, Mu Niu, Ron W Reimer, David A Richards, E Marian Scott, John R Southon, Richard A Staff, Christian S M Turney, Johannes van der Plicht (2013). Radiocarbon, Vol 55, No 4, 1869-1887.
- Bronk Ramsey, C. (2001). Development of the radiocarbon calibration program OxCal. Radiocarbon, 43(2A), 355-363.
- Bronk Ramsey, C. (2008). Deposition models for chronological records. Quaternary Science Reviews, 27, 42-60
- Bronk Ramsey, C. (2009). Bayesian analysis of radiocarbon dates. Radiocarbon, 51(1), 337-360.
- van Geel B, Mook W G (1989). High-resolution  $^{14}\text{C}$  dating of organic deposits using natural atmospheric  $^{14}\text{C}$  variations, Radiocarbon, 31(2), 151-155

表 3-3-1 津波堆積物中の炭素含有量

乾燥前重量	9905 mg
乾燥後重量	9123 mg
燃烧後	8961 mg
炭素含有率	2 %
含水率	8 %

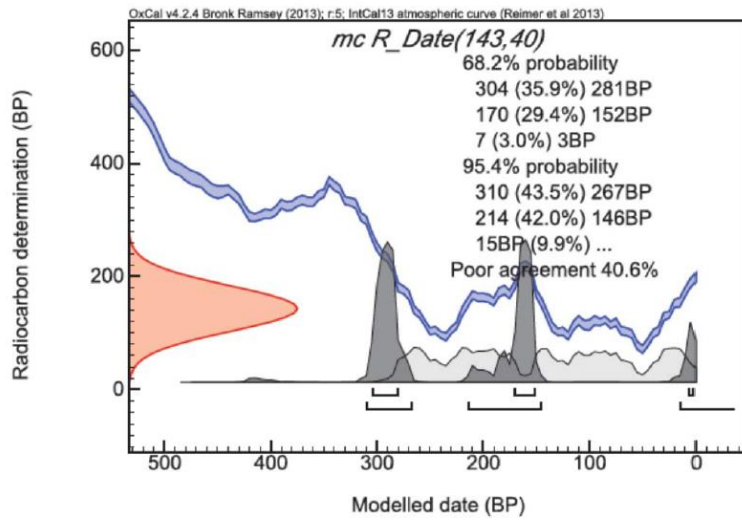
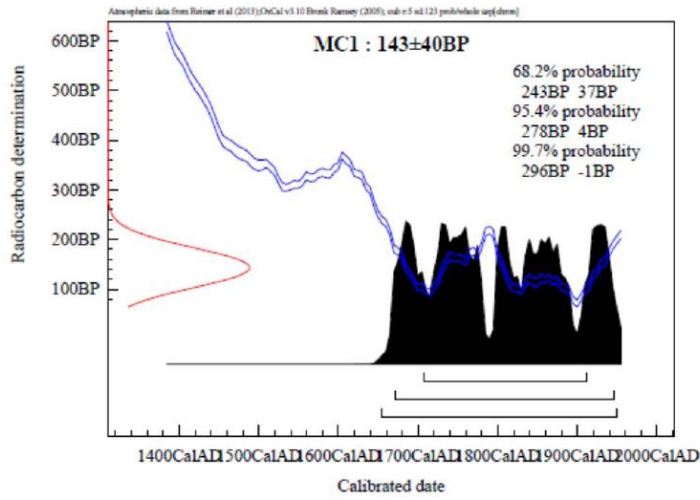


図 3-3-1 試料名 UR-mudclast の暦年較正確率分布プロット  
2σの区間における暦年較正值は 278CalBP～4calBP

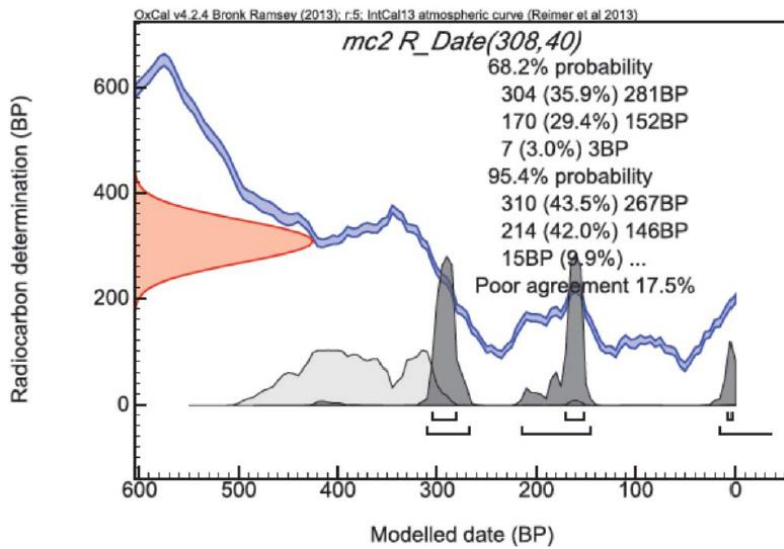
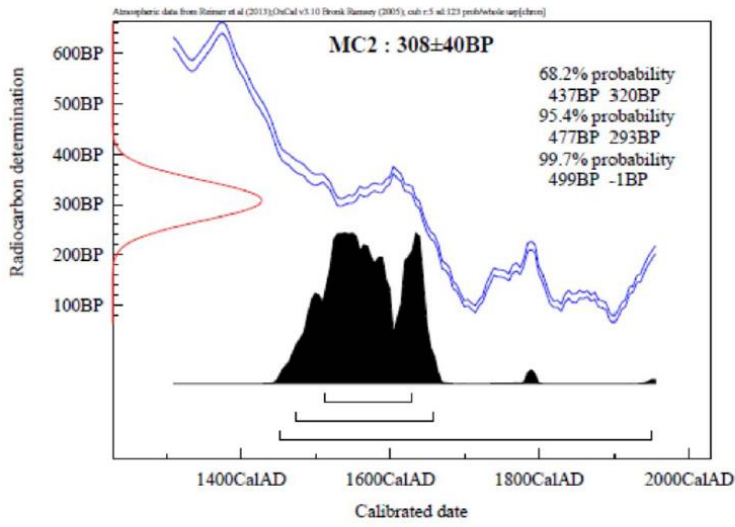


図 3-3-2 試料名 UR-mudclast2 の暦年較正確率分布プロット  
2σの区間における暦年較正值は 477CalBP～293calBP



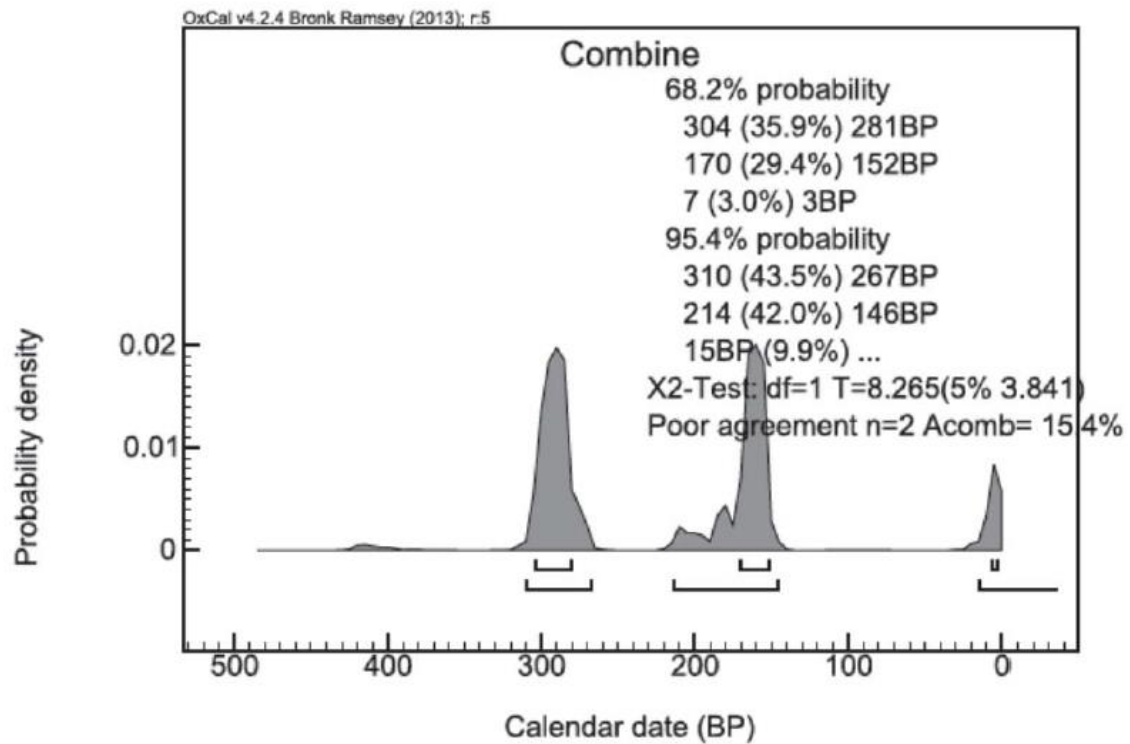


図 3-3-3 2 試料をベイズ統計解析法で統合して求めた津波堆積物の年代.  $2\sigma$  の区間における暦年較正值は 310calBP~267calBP, 214calBP~146calBP, 15calBP~0calBP (現在), の 3 区間である.

## 4. 津波堆積物の信頼性評価の検討

### 4.1 はじめに

津波堆積物の認定を行う際、堆積学的、古生物学的特徴等の複数の認定基準が活用される。その中には、上方細粒化など他のイベント堆積物にも見られる特徴と、海岸線から長距離にわたり内陸方向に連続的に分布するなど、津波起源である可能性を強く示唆する特徴が混在している。そのため、津波堆積物の認定にあたっては、特徴から成因を絞り込み、津波堆積物である可能性を客観的に評価できる手法の開発が必要である。そこで、これまでに多くの文献によって示されてきた津波堆積物の特徴及び本研究で実施した津波堆積物調査で得られた津波堆積物の特徴を分析し、調査者を問わず客観的に津波堆積物認定が行える基準について検討した。

### 4.2 津波堆積物の認定項目

平成 25 年度の業務報告書では、既往文献の調査に基づき、津波堆積物の認定項目を 45 項目に整理されている（表 4-2-1）。また、それぞれの特徴に基づき、(A) 堆積学的特徴、(B) 古生物学的特徴、(C) 古地震学的・歴史学的特徴、(D) 各種室内分析によりわかる特徴、(E) 水理学的特徴、(F) 津波石の 6 つに大きく分類している。5 章で述べるように、本研究で新たに追加した論文についても、上記の認定項目で分類することができる。そのため、この認定項目に基づき、津波堆積物の信頼性評価を行うこととした。

表 4-2-1 津波堆積物の認定項目と本研究での分類。

大分類	津波堆積物の特徴	No	項目	構造(13項目)	形成・起源(14項目)	分布(9項目)	エリア1	エリア2	エリア3	エリア4
A	堆積学的特徴(埋地観察・剥き出し露出からわかる情報)	1	イベント堆積物下部に層食面が認められる	○			79	123	207	0
		2	イベント堆積物の下部に偽層(粘土層等)が認められる	○			1	1	87	5
		3	イベント堆積物の下部に二面性(粘土層)が認められる	○			0	2	2	0
		4	イベント堆積物に火災痕跡が認められる	○			0	7	0	0
		5	イベント堆積物が浸蝕に顕著化する(≧他の堆積物より)	○			57	380	20	1
		6	イベント堆積物が浸蝕に顕著化する(≧他の堆積物より)	○			3	385	26	0
		7	イベント堆積物の内部に木・植物片が混入する	○			0	20	176	11
		8	イベント堆積物の内部に自腐・酸化層が混入する	○			0	228	347	19
		9	イベント堆積物の内部に強い水流下で形成されたと認められる	○			77	367	216	1
		10	が認められる	○			39	126	59	1
		11	イベント堆積物の内部に海・陸両方向の流れを示す堆積構造が間期的に認められる	○			3	88	2	0
		12	イベント堆積物の内部に堆積物や周辺の地形から推定される平常時の堆積環境では形成されない堆積構造・堆積物の特徴が認められる	○			192	61	0	4
		13	内陸へ向かう流れを示す古流向が認められる(洪水堆積物との識別のため)	○			1	36	0	2
B	古生物学的特徴	1	イベント堆積物の上下の地層から推定される環境が異なる(後食面や薄い泥層(マントレーフ)で覆われた層の厚さがイベント層内にある。など)	○			2	60	14	3
		2	イベント堆積物の上下の地層から推定される環境が異なる(後食面や薄い泥層)の厚さが異なる	○			42	20	0	0
		3	イベント堆積物の上下の地層から推定される環境が異なる(後食面や薄い泥層)の厚さが異なる	○			1	7	149	18
		4	イベント堆積物の上下の地層から推定される環境が異なる(後食面や薄い泥層)の厚さが異なる	○			0	64	0	0
		5	イベント堆積物の上下の地層から推定される環境が異なる(後食面や薄い泥層)の厚さが異なる	○			0	116	0	5
C	古地質学的・歴史学的特徴	1	イベント堆積物の存在と地層時の目撃証言とが一致する	○			0	30	1	10
		2	イベント堆積物の形成年代・古文書等から得られる地層・津波の発生年代が調和的である	○			0	80	20	11
		3	イベント堆積物の存在と地層時の目撃証言とが一致する	○			0	11	19	4
		4	イベント堆積物の上下の地層の層厚が異なる(後食面や薄い泥層)の厚さが異なる	○			0	1	0	0
		5	イベント堆積物の上下の地層の層厚が異なる(後食面や薄い泥層)の厚さが異なる	○			0	0	0	0
		6	イベント堆積物の上下の地層の層厚が異なる(後食面や薄い泥層)の厚さが異なる	○			0	54	0	0
		7	イベント堆積物の上下の地層の層厚が異なる(後食面や薄い泥層)の厚さが異なる	○			0	73	2	2
		8	イベント堆積物の上下の地層の層厚が異なる(後食面や薄い泥層)の厚さが異なる	○			0	0	0	0
		9	イベント堆積物の上下の地層の層厚が異なる(後食面や薄い泥層)の厚さが異なる	○			0	0	0	0
		10	イベント堆積物の上下の地層の層厚が異なる(後食面や薄い泥層)の厚さが異なる	○			0	0	0	0
		11	イベント堆積物の上下の地層の層厚が異なる(後食面や薄い泥層)の厚さが異なる	○			0	21	0	1
D	各種室内分析によりわかる特徴	1	イベント堆積物の上下の地層から推定される環境が異なる(後食面や薄い泥層)の厚さが異なる	○			0	0	0	0
		2	イベント堆積物の上下の地層から推定される環境が異なる(後食面や薄い泥層)の厚さが異なる	○			0	0	0	0
		3	イベント堆積物の上下の地層から推定される環境が異なる(後食面や薄い泥層)の厚さが異なる	○			0	0	0	0
		4	イベント堆積物の上下の地層から推定される環境が異なる(後食面や薄い泥層)の厚さが異なる	○			0	0	0	0
		5	イベント堆積物の上下の地層から推定される環境が異なる(後食面や薄い泥層)の厚さが異なる	○			0	0	0	0
		6	イベント堆積物の上下の地層から推定される環境が異なる(後食面や薄い泥層)の厚さが異なる	○			0	0	0	0
		7	イベント堆積物の上下の地層から推定される環境が異なる(後食面や薄い泥層)の厚さが異なる	○			0	0	0	0
		8	イベント堆積物の上下の地層から推定される環境が異なる(後食面や薄い泥層)の厚さが異なる	○			0	0	0	0
		9	イベント堆積物の上下の地層から推定される環境が異なる(後食面や薄い泥層)の厚さが異なる	○			0	0	0	0
		10	イベント堆積物の上下の地層から推定される環境が異なる(後食面や薄い泥層)の厚さが異なる	○			0	0	0	0
E	水理学的特徴(計算に基づく)	1	イベント堆積物の分布距離が異なる(後食面や薄い泥層)の厚さが異なる	○			0	93	0	1
		2	イベント堆積物の分布距離が異なる(後食面や薄い泥層)の厚さが異なる	○			0	0	0	0
		3	イベント堆積物の分布距離が異なる(後食面や薄い泥層)の厚さが異なる	○			0	0	0	0
F	津波石	1	イベント堆積物の上下の地層から推定される環境が異なる(後食面や薄い泥層)の厚さが異なる	○			0	0	0	104
		2	イベント堆積物の上下の地層から推定される環境が異なる(後食面や薄い泥層)の厚さが異なる	○			0	2	0	316
		3	イベント堆積物の上下の地層から推定される環境が異なる(後食面や薄い泥層)の厚さが異なる	○			0	1	0	13
		4	イベント堆積物の上下の地層から推定される環境が異なる(後食面や薄い泥層)の厚さが異なる	○			0	1	0	363
		5	イベント堆積物の上下の地層から推定される環境が異なる(後食面や薄い泥層)の厚さが異なる	○			0	1	0	17

\*赤マーカーは、津波起源を単独でも主張できると考えられる項目。  
\*緑マーカーは、昨年度末の報告書で新判じ増やした項目のため、昨年度の評価には使われていない項目。

### 4.3 津波堆積物の信頼度評価

認定項目および信頼度評価に関する検討を行うため、以下の日程で専門家会議を開催した。

2014年9月22日 場所：東北大学東京分室

検討事項：

- 1) 本研究計画の確認と現在の状況
- 2) 年代測定の実施計画
- 3) 総合討論

2014年10月30日 場所：北海道大学東京分室

検討事項：

- 1) 本研究計画の確認と現在の状況
- 2) 年代測定の実施計画
- 3) データベースの整備について
- 4) 総合討論

2014年12月22日 場所：北海道大学東京分室

検討事項：

- 1) 本研究計画の確認と現在の状況
- 2) 年代測定の実施状況
- 3) データベースの整備状況
- 4) 総合討論

2015年1月29-30日 場所：東北大学 災害科学国際研究所

検討事項：

- 1) 本研究計画の確認と現在の状況
- 2) 年代測定の実施状況
- 3) 報告書執筆概要
- 4) データベース概要説明
- 5) 津波堆積物認定基準整備に向けた検討
- 6) 総合討論
- 7) 津波堆積物研究に関する意見交換
- 8) 掘削試料，分析データの検討

4回の専門家会議で議論された内容は、次のようにまとめられる。まず、津波堆積物の認定項目としてリストアップされている項目（表4-2-1）は、大きく構造、起源および組成、分布、対比の4区分に分けることができる（表4-3-1）。研究会議での議論を踏まえ、これら4区分で独立に評価し、それに基づき総合判定を行うこととした。

ここで、Aは津波堆積物である可能性が高いもの、Bは半数以上の評点を得ているもの、Cは半数以下の評点を得ているもの、Xは該当が無く評価できないもの、とする（表4-3-1）。なお、A評価についてであるが、単独で津波起源を主張できると考えられる項目（表4-2-1の赤色の項目）を一つでも含むものとする。Aを一つも含まない場合は、評点数に応じてBまたはCとする。また、A評価がない場合でも、特記事項の欄を設け、総合判断の際に参考とする。例えば「非常に高い精度で歴史地震と年代対比している」等がこれに該当する。なお、4区分の各評価は機械的に行う。この評価はあくまで目安であり、総合判定は委員会形式で一件ずつ評価することが望まれる。

表4-3-1 本研究で信頼度判定を行う4区分。

区分	定義	評価
構造（13項目）	堆積構造や粒度特性等から、津波堆積物と判断される。	A, B, C, X (Xは評価不能)
組成・起源（14項目）	微化石、鉱物、化学組成から、海域より運搬された物質を主体としており、供給源の深度等から津波堆積物と判断される。	A, B, C, X (Xは評価不能)
分布（9項目）	内陸方向または鉛直方向の分布特性、到達標高等から、津波堆積物と判断される。	A, B, C, X (Xは評価不能)
対比（9項目）	広域地点間で対比が可能、または歴史津波や古地震学的記録（隆起等）と対比される等の特徴から、津波堆積物と判断される。	A, B, C, X (Xは評価不能)

上記の基準に基づきこれまでに入力した文献について評価を行ったところ、構造：26件、組成・起源：0件、分布：4件、対比：0件の該当数があることがわかった。

構造でA評価に該当する文献は、いずれも2011年東北地方太平洋沖地震津波を取り扱ったものであった。一方、分布でA評価に該当する文献は、琉球列島の津波石であった。このようにA評価が極めて限定された結果となった原因は、A判定とする項目を厳選したためと考えられる。また、入力情報を抽出する際にA評価の項目に該当するかどうか判断に迷う事例（「津波以外の要因では運搬し得ないほど内陸にある」という記述のように、その判断基準があいまいな場合など）があり、入力情報についても検討委員会などで確認が必要である。このように、古津波堆積物を対象とした評価方法については、入力情報の確認に加え、A評価の基準を含めて再検討の余地があるものと考えられる。

## 5. 津波堆積物に係るデータの収集および信頼性評価

### 5.1 はじめに

津波堆積物に係る文献は、2011年東北地方太平洋沖地震津波をきっかけとして多く掲載されるようになってきているが、H25年度に入力された文献にはこうした最新の研究成果が含まれていない。そこで、既に調査済みの文献を除き、特に最新の文献を中心に選定し、H25年度に作成された入力データシートに情報を入力、整理した。

### 5.2 入力対象論文

入力対象とした文献は、表 5-2-1～5-2-4 に示した計 54 編である。まず、これらの論文を入手し、印刷物または PDF ファイルとして一元管理を行った。ただし、このうちの 8 編は、データベースに入力するために必要な情報が十分掲載されていなかったため、入力の対象外とした。各エリアにおける評価項目別該当数を、表 5-2-5～5-2-8 に示す。なお、この表には平成 25 年度に入力された情報も含まれている。信頼度判定については、4 章での実施概要に沿って行った。

### 5.3 調査結果の取りまとめ方について

専門家で実施した研究会を通じて、今後実施される津波堆積物調査結果等の取りまとめ方に関して調査者に周知していく方法を検討した。具体的には、データベースに掲載する際に必要な情報（平成 25 年度業務報告書を参照）、及び津波堆積物の認定基準（表 4-2-1）及び評点（表 4-3-1）について検討を行ってきた。こうした検討結果については、まず学会で発表を行い他の研究者からの意見を聞いた上で、学術論文として公表し、さらに意見を聞いたうえで、津波堆積物の調査の手引き（仮）として取りまとめることが望ましい。



表 5-2-1 エリア 1 の論文, 報告書リスト.

大分類	DB文庫番号	出版年	著者名	タイトル	掲載雑誌・報告書名	巻号	ページ	文庫の有無	入力の有無	備考
1	39	2011	川上 順太郎	北海道沿岸における東北地方太平洋沖地震津波の作用 1—今作機要および河川における痕跡—	平成23年 地震研究所 調査研究成果報告会 報告資料集	83	9-10	○	○	原簿データ不足, 原簿データ不足
1	40	2011	仁科 健二	北海道沿岸における東北地方太平洋沖地震津波の作用 2—海浜・遊歩・島の移動および堤防—	平成23年 地震研究所 調査研究成果報告会 報告資料集	83	11-12	○	—	原簿データ不足, 原簿データ不足
1	41	2011	川上 順太郎	北海道沿岸における2011年東北地方太平洋沖地震津波の作用 1—河川における痕跡—	北海道地質研究所報告	83	17-25	○	—	原簿データ不足, 原簿データ不足
1	42	2012	平川 一臣	千島海溝・日本海溝の超巨大津波履歴とその意味:仮説的検討	北海道地質研究所報告	82-2	173-181	○	○	
1	43	2013	高清水康博ほか	砂丘を越えて沿岸低地を襲った津波による堆積モデル:北海道胆振東部郡に分布する17世紀津波	地学雑誌	119-1	599-612	○	○	

表 5-2-2 エリア 2 の論文, 報告書リスト.

大分類	DB文庫番号	出版年	著者名	タイトル	掲載雑誌・報告書名	巻号	ページ	文庫の有無	入力の有無	備考
2	43	2011	北村 寛一, 若山 典典	宮城県仙台市野田大沼辺りにおける2011年津波堆積物の調査	報地誌	38	1-2	○	○	
2	44	2011	若井 正洋ほか	干潟中の化石化層を用いた津波津波水の調査方法	動向大気圏地球科学研究報告	67-1	49-52	○	○	
2	45	2011	若井 正洋	2011年東北地方太平洋沖地震津波による津波津波水の調査方法	土木学会論文集(B2)海洋工学	390	106-109	○	○	
2	46	2011	若井 正洋	2011年東北地方太平洋沖地震津波による津波津波水の調査方法	Manne Geology	11	97-106	○	○	
2	47	2011	藤原 昭洋ほか	New insights of tsunami hazard from the 2011 Tohoku-oki event	活動期・古地層研究報告	40	887-890	○	○	
2	48	2012	Goto et al.	Liquefaction as an important source of the AD 2011 Tohoku-oki tsunami deposits at Sendai Plain, Japan	Geology	40	887-890	○	○	
2	49	2012	西城 謙三ほか	2011年東北地方太平洋沖地震津波による津波津波水の調査方法	季刊地質学	64-4	173-177	○	○	
2	50	2012	藤原 昭洋ほか	2011年東北地方太平洋沖地震津波による津波津波水の調査方法	常陸地質学	51-2	117-126	○	○	
2	51	2012	藤原 昭洋ほか	2011年東北地方太平洋沖地震津波による津波津波水の調査方法	Dation	28	19-26	○	○	
2	52	2012	藤原 昭洋ほか	2011年東北地方太平洋沖地震津波による津波津波水の調査方法	Sedimentary Geology	312	142-150	○	○	
2	53	2012	藤原 昭洋ほか	2011年東北地方太平洋沖地震津波による津波津波水の調査方法	Sedimentary Geology	312	142-150	○	○	
2	54	2012	Abe et al.	Relationship between the maximum extent of tsunami sand and the inundation limit of the 2011 Tohoku-oki tsunami on the Sendai Plain, Japan	Sedimentary Geology	312	142-150	○	○	
2	55	2012	Goto et al.	Sedimentary features observed in the tsunami deposits at the 2011 Tohoku-oki tsunami on the Miyata coast, Aomori, Japan	Sedimentary Geology	312	142-150	○	○	
2	56	2012	Nakamura et al.	Local variation of inundation, sedimentary characteristics, and mineral assemblages of the 2011 Tohoku-oki tsunami on the Miyata coast, Aomori, Japan	Sedimentary Geology	312	142-150	○	○	
2	57	2012	土屋 雅芳ほか	東北地方太平洋沖地震による岩手, 宮城, 福島県沿岸部の津波堆積物の調査	地質学雑誌	118-7	419-430	○	○	
2	58	2012	藤原 昭洋	2011年東北地方太平洋沖地震津波による津波津波水の調査方法	地質学雑誌	118-7	419-430	○	○	
2	59	2012	藤原 昭洋	2011年東北地方太平洋沖地震津波による津波津波水の調査方法	地質学雑誌	118-7	419-430	○	○	
2	60	2012	藤原 昭洋	2011年東北地方太平洋沖地震津波による津波津波水の調査方法	地質学雑誌	118-7	419-430	○	○	
2	61	2012	高井 敏史ほか	東北地方太平洋沖地震による津波津波水の調査方法	地質学雑誌	118-7	419-430	○	○	
2	62	2013	常田 洋一	2011年東北地方太平洋沖地震津波による津波津波水の調査方法	地質学雑誌	118-7	419-430	○	○	
2	63	2013	Paine et al.	Sources and transport modes of the 2011 Tohoku-oki tsunami deposit on the central east Japan coast	地質学雑誌	118-7	419-430	○	○	
2	64	2013	山田 直樹・藤野 弘弘	2011年東北地方太平洋沖地震津波による津波津波水の調査方法	地質学雑誌	118-7	419-430	○	○	
2	65	2013	藤原 昭洋	2011年東北地方太平洋沖地震津波による津波津波水の調査方法	地質学雑誌	118-7	419-430	○	○	
2	66	2013	藤原 昭洋	2011年東北地方太平洋沖地震津波による津波津波水の調査方法	地質学雑誌	118-7	419-430	○	○	
2	67	2013	Yoshi et al.	Salinity in Soils and Tsunami Deposits in Aomori Affected by the 2011 Tohoku-oki tsunami	地質学雑誌	118-7	419-430	○	○	
2	68	2014	Fujinawa et al.	Bedforms record flow conditions of the 2011 Tohoku-oki tsunami on the Sendai Plain, northeast Japan	地質学雑誌	118-7	419-430	○	○	
2	69	2014	Yanada et al.	Deposition of sediments of diverse sizes by the 2011 Tohoku-oki tsunami at Miyako City, Japan	地質学雑誌	118-7	419-430	○	○	
2	70	2014	堀見 良三ほか	2011年東北地方太平洋沖地震津波による津波津波水の調査方法	地質学雑誌	118-7	419-430	○	○	
2	71	2014	若井 正洋	2011年東北地方太平洋沖地震津波による津波津波水の調査方法	地質学雑誌	118-7	419-430	○	○	
2	72	2014	若井 正洋	2011年東北地方太平洋沖地震津波による津波津波水の調査方法	地質学雑誌	118-7	419-430	○	○	
2	73	2014	Masumoto et al.	Paleo-tsunami and the 2011 Tsunami deposits on the Sendai coastal lowland, northeast Japan	地質学雑誌	118-7	419-430	○	○	
2	74	2013	松本 泰明・熊谷 潤樹・吉田 真幸	仙台市野田川における2011年東北地方太平洋沖地震津波による津波津波水の調査方法	地質学雑誌	118-7	419-430	○	○	
2	75	2013	西口 幹人, 瀧 剛二, 佐藤 博司, 田島 芳雄, 山中 悠彦	津波堆積物の光物結晶学による2011年東北地方太平洋沖地震津波の分析	地質学雑誌	118-7	419-430	○	○	
2	76	2013	Minoura et al.	Identification and possible recurrence of an overized tsunami on the Pacific coast of northern Japan	地質学雑誌	118-7	419-430	○	○	
2	77	2014	Tanigawa et al.	Geological evidence for an unusually large tsunami on the Pacific coast of Aomori, Northern Japan	地質学雑誌	118-7	419-430	○	○	
2	78	2014	若井 正洋・藤原 昭洋・若井 正洋・藤原 昭洋	青森県三沢市で検出された2011年津波堆積物	地質学雑誌	118-7	419-430	○	○	

表 5-2-3 エリア 3 の論文, 報告書リスト.

大分類	DB文庫番号	出版年	著者名	タイトル	掲載雑誌・報告書名	巻号	ページ	文庫の有無	入力の有無	備考
3	37	2012	若井 正洋ほか	2011年東北地方太平洋沖地震津波による津波津波水の調査方法	動向大気圏地球科学研究報告	33	3-19	○	○	
3	38	2012	藤原 昭洋	2011年東北地方太平洋沖地震津波による津波津波水の調査方法	地質学雑誌	82	182-191	○	○	
3	39	2012	阿部 昭一・若井 正洋	2011年東北地方太平洋沖地震津波による津波津波水の調査方法	地質学雑誌	82	182-191	○	○	
3	40	2012	藤原 昭洋	2011年東北地方太平洋沖地震津波による津波津波水の調査方法	地質学雑誌	82	182-191	○	○	
3	41	2013	北見 真樹	2011年東北地方太平洋沖地震津波による津波津波水の調査方法	地質学雑誌	52	33-42	○	○	
3	42	2013	Kitamura et al.	Identifying possible tsunami deposits on the Shirokawa Plain, Japan and their correlation with earthquake activity over the past 4000 year	地質学雑誌	40	31-42	○	○	
3	43	2013	Tsuchida	Localized tsunamic earthquakes inferred from preferential distribution of coastal builders on the Ryukyu Islands, Japan	The Holocene	doi:10.1177/09596381330534				
3	44	2014	Kanamura and Kobayashi	Geologic evidence for prehistoric tsunamis and coseismic uplift during the AD 1854 Aomori-riku earthquake in Holocene sediments on the Shimizu Plain, C	The Holocene	doi:10.1177/09596381430304				

表 5-2-4 エリア 4 の論文, 報告書リスト.

大分類	DB文庫番号	出版年	著者名	タイトル	掲載雑誌・報告書名	巻号	ページ	文庫の有無	入力の有無	備考
4	60	2013	小宮 正一・中村 俊夫	宮古島海溝 2011年東北地方太平洋沖地震津波による津波津波水の調査方法	地質学雑誌	69	13-18	○	○	
4	63	2013	仲原 三洋ほか	2011年東北地方太平洋沖地震津波による津波津波水の調査方法	地質学雑誌	69	141-145	○	○	
4	64	2013	Goto et al.	Localized tsunamic earthquakes inferred from preferential distribution of coastal builders on the Ryukyu Islands, Japan	地質学雑誌	69	515-520	○	○	

表 5-2-5 エリア 1 の評価項目別該当数. 評価の有無は, 評価に○があるものは「○」, ○はないが×があるものは「×あり」, -のみまたは評価なしのものは「-」とした.

評価項目	評価数			評価の有無
	○	×	-	
A-1	79	0	141	○
A-2	27	0	193	○
A-3	0	0	220	-
A-4	0	0	220	-
A-5	83	0	137	○
A-6	29	0	191	○
A-7	1	0	219	○
A-8	0	0	220	-
A-9	77	0	143	○
A-10	39	0	181	○
A-11	3	0	217	○
A-12	218	0	2	○
A-13	1	0	219	○
A-14	2	0	218	○

評価項目	評価数			評価の有無
	○	×	-	
B-1	42	0	152	○
B-2	1	0	193	○
B-3	0	0	194	-
B-4	0	0	194	-

評価項目	評価数			評価の有無
	○	×	-	
C-1	0	0	194	-
C-2	0	0	194	-
C-3	11	0	183	○
C-4	0	0	194	-
C-5	0	0	194	-
C-6	0	0	194	-
C-7	0	0	194	-

評価項目	評価数			評価の有無
	○	×	-	
D-1	0	0	194	-
D-2	0	0	194	-
D-3	0	0	194	-
D-4	0	0	194	-
D-5	0	0	194	-
D-6	0	0	194	-

評価項目	評価数			評価の有無
	○	×	-	
E-1	0	0	193	-
E-2	0	0	193	-

評価項目	評価数			評価の有無
	○	×	-	
F-1	0	0	0	-
F-2	0	0	0	-
F-3	0	0	0	-
F-4	0	0	0	-
F-5	0	0	0	-

表 5-2-6 エリア 2 の評価項目別該当数. 評価の有無は, 評価に○があるものは「○」, ○はないが×があるものは「×あり」, -のみまたは評価なしのものは「-」とした.

評価項目	評価数			評価の有無
	○	×	-	
A-1	127	247	515	○
A-2	28	369	515	○
A-3	3	502	381	○
A-4	7	805	73	○
A-5	798	498	7	○
A-6	804	501	7	○
A-7	28	860	5	○
A-8	263	652	6	○
A-9	469	487	43	○
A-10	271	735	22	○
A-11	88	791	6	○
A-12	247	309	510	○
A-13	74	333	516	○
A-14	86	820	5	○

評価項目	評価数			評価の有無
	○	×	-	
B-1	57	187	3	○
B-2	7	200	3	○
B-3	64	136	5	○
B-4	116	83	3	○
B-5	0	0	13	-

評価項目	評価数			評価の有無
	○	×	-	
C-1	30	143	0	○
C-2	86	93	0	○
C-3	25	154	0	○
C-4	1	172	0	○
C-5	0	173	0	×あり
C-6	54	119	0	○
C-7	0	167	0	×あり

評価項目	評価数			評価の有無
	○	×	-	
D-1	73	21	19	○
D-2	0	94	19	×あり
D-3	0	94	19	×あり
D-4	18	94	1	○
D-5	0	94	19	×あり
D-6	21	73	19	○
D-7	0	0	91	-
D-8	18	0	73	○
D-9	0	0	91	-
D-10	0	0	91	-
D-11	1	0	91	○

評価項目	評価数			評価の有無
	○	×	-	
E-1	93	9	0	○
E-2	0	102	0	×あり
E-3	0	0	10	-

評価項目	評価数			評価の有無
	○	×	-	
F-1	1	1	0	○
F-2	2	0	0	○
F-3	1	1	0	○
F-4	1	1	0	○
F-5	1	1	0	○

表 5-2-7 エリア 3 の評価項目別該当数. 評価の有無は, 評価に○があるものは「○」, ○はないが×があるものは「×あり」, -のみまたは評価なしのものは「-」とした.

評価項目	評価数			評価の有無
	○	×	-	
A-1	223	4	0	○
A-2	87	0	0	○
A-3	2	0	0	○
A-4	0	0	0	-
A-5	33	0	0	○
A-6	26	0	0	○
A-7	176	59	0	○
A-8	347	107	0	○
A-9	229	0	0	○
A-10	59	0	0	○
A-11	2	0	0	○
A-12	0	0	0	-
A-13	0	0	0	-
A-14	14	22	0	○

評価項目	評価数			評価の有無
	○	×	-	
B-1	0	2	0	×あり
B-2	154	182	0	○
B-3	0	0	0	-
B-4	0	0	0	-

評価項目	評価数			評価の有無
	○	×	-	
C-1	1	0	0	○
C-2	20	1	0	○
C-3	4	0	0	○
C-4	0	0	0	-
C-5	0	0	0	-
C-6	0	0	0	-
C-7	2	0	0	○

評価項目	評価数			評価の有無
	○	×	-	
D-1	3	4	0	○
D-2	1	0	0	○
D-3	0	9	0	×あり
D-4	9	0	0	○
D-5	0	0	0	-
D-6	3	1	0	○

評価項目	評価数			評価の有無
	○	×	-	
E-1	0	0	0	-
E-2	0	0	0	-

評価項目	評価数			評価の有無
	○	×	-	
F-1	0	0	0	-
F-2	0	0	0	-
F-3	0	0	0	-
F-4	0	0	0	-
F-5	0	0	0	-

表 5-2-8 エリア 4 の評価項目別該当数. 評価の有無は, 評価に○があるものは「○」, ○はないが×があるものは「×あり」, -のみまたは評価なしのものは「-」とした.

評価項目	評価数			評価の有無
	○	×	-	
A-1	0	11	19	×あり
A-2	5	11	14	○
A-3	2	11	17	○
A-4	0	11	19	×あり
A-5	1	1	28	○
A-6	0	1	29	×あり
A-7	11	1	18	○
A-8	20	1	11	○
A-9	1	11	18	○
A-10	1	11	18	○
A-11	0	11	19	×あり
A-12	5	11	15	○
A-13	2	11	17	○
A-14	3	13	14	○

評価項目	評価数			評価の有無
	○	×	-	
B-1	0	15	15	×あり
B-2	18	3	9	○
B-3	0	15	15	×あり
B-4	5	3	13	○

評価項目	評価数			評価の有無
	○	×	-	
C-1	10	3	17	○
C-2	11	3	16	○
C-3	17	3	10	○
C-4	0	13	17	×あり
C-5	0	13	17	×あり
C-6	0	13	17	×あり
C-7	2	1	13	○

評価項目	評価数			評価の有無
	○	×	-	
D-1	0	13	17	×あり
D-2	0	13	17	×あり
D-3	0	13	17	×あり
D-4	0	13	17	×あり
D-5	0	13	17	×あり
D-6	1	1	14	○

評価項目	評価数			評価の有無
	○	×	-	
E-1	1	17	12	○
E-2	0	17	13	×あり

評価項目	評価数			評価の有無
	○	×	-	
F-1	108	207	79	○
F-2	319	20	54	○
F-3	13	346	31	○
F-4	367	5	22	○
F-5	17	359	14	○

## 6. 津波堆積物のデータベースシステムの利便性の向上

### 6.1 はじめに

「平成 25 年度 津波堆積物データベースの整備 - 津波堆積物に係るデータの調査及びデータベースシステムの構築 -」の業務報告書に含まれる津波堆積物データベースのシステム設計書に基づき、Web-GIS を基盤とした津波堆積物データベースシステムの高度化を実施した。具体的な実施項目は以下の通りである。

- 津波堆積物データ登録を支援するための一括登録機能を検討・実装する。
- 堆積物の信頼度設定補助機能を追加することで、信頼度判定作業を支援する。
- 地図上検索におけるポップアップ表示機能を強化することで、より利便性の向上を図る。
- メイン画面や地図画面のレイアウト及びデザインについて再検討し、よりわかりやすく使い勝手の良いシステムとする。
- 一部情報項目に対して定義や解説情報を表示可能とすることで、利用者の理解を深めるとともに情報に対する錯誤を防ぐ。
- 特定項目ごとに集計した表を表示・出力可能とすることで、利用者の津波堆積物情報の利活用を図る。

## 6.2 一括登録機能の開発

Excel ファイルをベースに、登録専用の入力シートを整備し、そのファイルをシステムにアップロードすることで、データベースに登録する一括登録機能を整備した。

### (1) 入力インターフェイス仕様

各情報検索画面に「一括登録」ボタンを追加して、対応する一括登録画面に遷移可能とした。また、アップロードの際には、入力シートの入力単位である親情報を指定してアップロードする仕様とした（図 6-2-1）。



図 6-2-1 入力インターフェイス画面イメージ



## (2) 出力インターフェイス仕様

### 1) 処理成功時

入力シート内容に問題がなく、サーバ側での処理も正常終了した場合には、登録結果件数が表示され、処理が完了する（図 6-2-2）。



図 6-2-2 一括登録処理成功時イメージ

### 2) 処理失敗時

入力シート内容に誤りがある場合には、誤りがある行と項目名、誤りの内容が表示される。データ処理自体は、誤りがないデータを含めて全てのデータ処理は実行されずに終了する（図 6-2-3）。

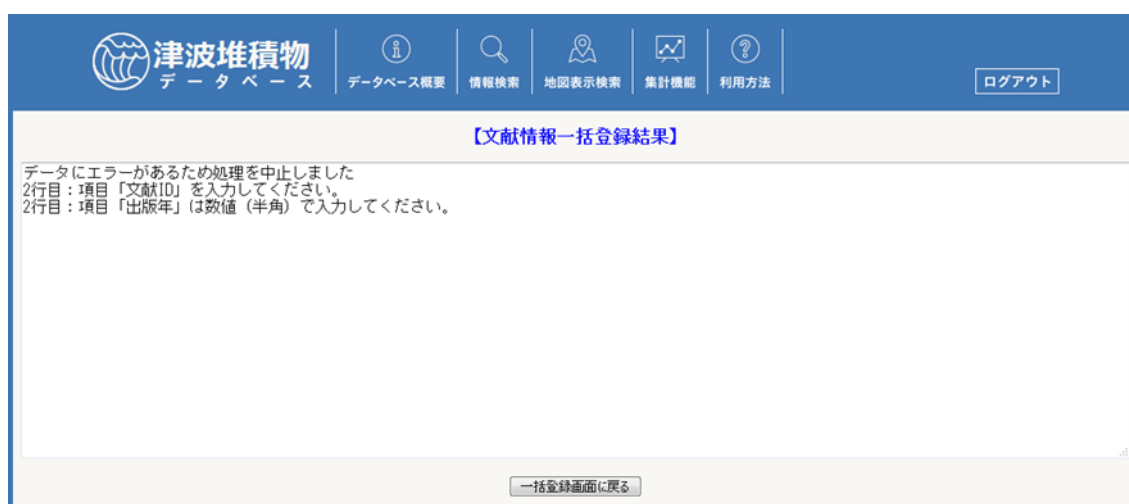


図 6-2-3 一括登録処理失敗時

### 6.3 信頼度判定支援機能の開発

堆積物の評価項目に沿ってチェックをつけていくことで、システム側で項目による重みづけや組み合わせによる加点等の判定を行い、客観的な信頼度の判定を支援する。

#### (1) 判定機能仕様

該当する評価項目及び数に対応して各評価分類の評価判定を行う。なお、あくまで判定の支援機能であるため、判定処理後に手動でも変更・設定可能とする。

評価基準は、以下の通りである（表 6-3-1）。

- A：下表において「◎」項目に1つでも該当する場合
- B：下表の各評価分類内で該当数が半数以上の場合
- C：下表の各評価分類内で該当数が半数未満の場合

表 6-3-1 堆積物評価項目と評価分類対応表

大分類	CODE	分類	構造	組成・起源	分布	対比
A：堆積学的特徴（現地観察・剥ぎ取り資料からわかる情報）	A01	イベント堆積物下端部に侵食面が認められる	○			
	A02	イベント堆積物の下部に偽礫（粘土礫等）が認められる	○			
	A03	イベント堆積物の下位層に変形が認められる	○			
	A04	イベント堆積物に火炎状構造が認められる	○			
	A05	イベント堆積物が陸側に薄層化する			○	
	A06	イベント堆積物が陸側に細粒化する			○	
	A07	イベント堆積物の内部または最上部に木・植物片が濃集する	○			
	A08	イベント堆積物の内部に貝殻、礫等が濃集する		○		
	A09	イベント堆積物に級化・逆級化構造が認められる	○			
	A10	イベント堆積物の内部に強い水流下で形成されたことを示す堆積構造（平行葉理、Antidune など）が認められる	○			
	A11	イベント堆積物の内部に海・陸両方向の流れを示す堆積構造が周	◎			

大分類	CODE	分類	構造	組成・ 起源	分布	対比
		期的に認められる				
	A12	イベント堆積物の中に上下の堆積物や周辺の地形から推定される平常時の堆積環境では形成され得ない堆積構造, 包有物等の内部構造が認められる	○			
	A13	内陸へ向かう流れを示す古流向が認められる (洪水堆積物との識別のため)	○			
	A14	イベント堆積物の中に長周期の波の影響下で形成された証拠が認められる (侵食面や薄い泥層 (マッドドレープ) で境された複数の層がイベント層内部にある, など)	◎			
B : 古生物学的 特徴	B01	イベント堆積物の上下の地層から推定される環境が陸域であるにも関わらず, イベント堆積物中に海棲の珪藻が含まれる		○		
	B02	イベント堆積物の上下の地層から推定される環境が陸域であるにも関わらず, イベント堆積物中に海棲無脊椎動物遺骸 (有孔虫, 貝形虫, 放散虫, 海綿骨針, 棘皮動物, 海生節足動物) が含まれる		○		
	B03	イベント堆積物の上下の地層から推定される環境が浅海～陸域であるにも関わらず, イベント堆積物中に暴浪時波浪限界水深以深に生息する海棲生物遺骸が一定以上の割合以上含まれている		○		
	B04	イベント堆積物の中に含まれる海棲生物遺骸が, その上下の地層から推定される環境に生息するものとそれ以外の環境に生息するものの混合群集からなる		○		
	B05	海棲生物遺骸が認められないものの, 砂丘や砂浜など津波の流路となりうる陸上からの物質供給が確認できる		○		
C : 古地震学的・歴史的 特徴	C01	イベント堆積物の存在と地震時の目撃証言とが一致する				○

大分類	CODE	分類	構造	組成・ 起源	分布	対比
徴						
	C02	イベント堆積物の形成年代と、古文書等から得られる地震・津波の発生年代が調和的である				○
	C03	イベント堆積物がある地点が歴史津波の浸水範囲内である				○
	C04	イベント堆積物の上下で地盤の隆起もしくは沈降を示す古環境変化が珪藻分析により認められる				◎
	C05	イベント堆積物の上下で地盤の隆起もしくは沈降を示す古環境変化が花粉分析により認められる				◎
	C06	周辺の地形に地震性隆起の証拠が存在し、その年代とイベント堆積物の形成年代とが調和的である				○
	C07	周辺に液状化痕等の地震痕跡が認められ、その年代とイベント堆積物の形成年代が調和的である				○
D：各種室内分析によりわかる特徴	D01	イベント堆積物中で海水由来の主要元素が増加する		○		
	D02	イベント堆積物中で海水由来の微量元素が増加する		○		
	D03	上下の地層と比べて磁化率が異なる		○		
	D04	鉍物組成の類似性でイベント堆積物が地点間対比でき、分布の広がり認められる			○	
	D05	泥を含む津波堆積物でヒ素や鉛などの重金属類を多く含有する		○		
	D06	粒度分析の結果、上方細粒化または粗粒化傾向が認められる	○			
	D07	粒度分析の結果、内陸細粒化の傾向が認められる			○	
	D08	鉍物組成や粒度の特徴が、海底堆積物の特徴を有している		○		
	D09	鉍物組成と粒度分析結果から、内陸に向けて粒子の軽量化傾向が認められる			○	

大分類	CODE	分類	構造	組成・ 起源	分布	対比
	D10	X線CT撮影など各種非破壊高解像度分析に基づき、肉眼では観察できなかった流水を示す堆積構造が認められる	○			
	D11	多点の年代測定結果に基づき、歴史記録との年代値の整合性が有意に認められる				○
E：水理学的特徴（計算に基づく）	E01	イベント堆積物の分布距離ないし範囲が高潮や洪水で説明できない			◎	
	E02	イベント堆積物の中に含まれる海棲生物遺骸が、その供給源から推定される波の周期や高さが津波でなければ説明が困難である		◎		
	E03	イベント堆積物の分布標高が、津波でしか説明できないことを数値計算などにより確認している			◎	
F：津波石	F01	供給源からの移動距離が台風の高波などでは説明ができない			◎	
	F02	供給源が自明であり、海側から陸側への移動が確認できる（転石とは区別できる）			○	
	F03	ポットホールのように、常時波浪にさらされていた場所にあった特徴がある		○		
	F04	表面に海棲生物遺骸が付着しており、海中に一時期あったことが自明である		○		
	F05	古文書等に巨大岩塊の津波による移動が記録されており、現物が特定できる				○

(3) 画面イメージ

既存の堆積物評価個表に対して、判定支援機能を新たに追加した（図 6-3-1）。

更新
キャンセル

	総合認定評価	構造	組成・起源	分布	対比
評価判定	精査中 ▼	C ▼	C ▼	C ▼	C ▼
特記事項					

大分類	津波堆積物の特徴	No	項目	分類の有無
A	堆積学的特徴(現地観察・剥ぎ取り資料からわかる情報)	1	イベント堆積物下端部に侵食面が認められる	-
		2	イベント堆積物の下部に偽礫(粘土礫等)が認められる	-
		3	イベント堆積物の下位層に変形が認められる	-
		4	イベント堆積物に火災状構造が認められる	-
		5	イベント堆積物が陸側に薄層化する	○
		6	イベント堆積物が陸側に細粒化する	○
		7	イベント堆積物の内部または最上部に木・植物片が濃集する	-
		8	イベント堆積物の内部に貝殻、礫等が濃集する	-
		9	イベント堆積物に級化・逆級化構造が認められる	-
		10	イベント堆積物の内部に強い水流下で形成されたことを示す堆積構造(平行業理、Antiduneなど)が認められる	-
		11	イベント堆積物の内部に海・陸両方向の流れを示す堆積構造が周期的に認められる	-
		12	イベント堆積物の中に上下の堆積物や周辺の地形から推定される平常時の堆積環境では形成され	○

図 6-3-1 判定支援機能画面イメージ

## 6.4 ポップアップ検索機能の強化

既存の地図画面でのポップアップ検索機能について、表示される情報を追加するとともに、各詳細画面へのリンク機能を追加した。

### (1) 機能概要

既存機能の地図上簡易（ポップアップ）検索機能について、結果一覧に各情報詳細画面へのリンクを表示することで、利便性の向上を図った（表 6-4-1）。

表 6-4-1 ポップアップ検索結果一覧項目

No	項目名	内容	リンク先
1	文献名	ボーリング情報が記載されている文献名	文献情報詳細画面
2	地域	ボーリングした調査の地域名	調査情報詳細画面
3	ボーリング ID	ボーリング ID	ボーリング情報詳細画面

### (2) 画面イメージ

ポップアップ検索機能の改良後画面を以下に示す（図 6-4-2）。

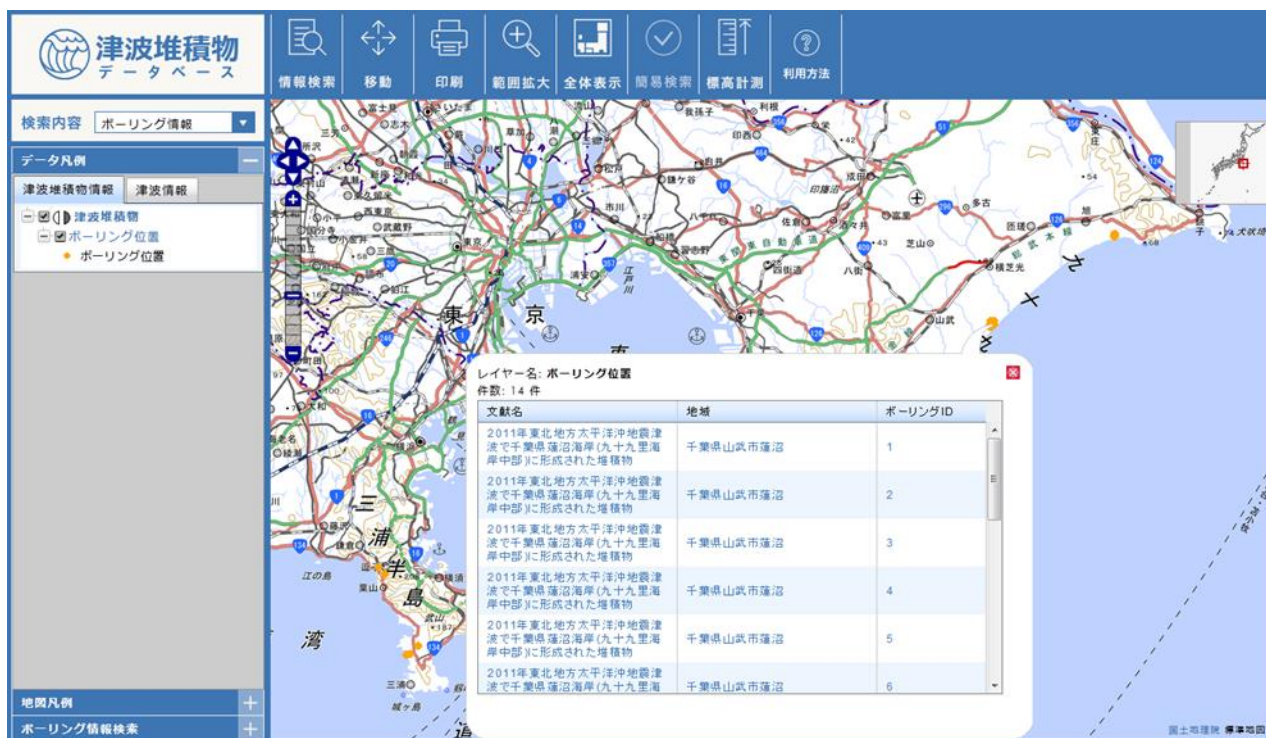


図 6-4-2 ポップアップ検索機能拡張イメージ



## 6.5 画面レイアウト等の改良

既存の画面レイアウト等について、より機能がわかりやすいように改良した。

### 6.5.1 トップ画面及びメニュー構成

#### (1) メニュー構成

メニューについては、メインメニューとサブメニューの2階層とし、初期表示では画面上にメインメニューのみを表示する。マウスカーソルをメインメニューに重ねると、サブメニューが表示される機能とした。

メニュー構成を表 6-5-1 に示す。

表 6-5-1 メニュー構成

第一階層	第二階層	表示画面
データベース概要	背景目的	「システム概要」画面を表示
	登録データ概要	「登録データ概要」画面を表示
	検討委員会	「検討委員会」画面を表示
	利用規約	「利用規約」画面を表示
	お問い合わせ	「お問い合わせ」画面を表示
情報検索	文献情報	「文献情報検索」画面を表示
	調査情報	「調査情報検索」画面を表示
	ボーリング情報	「ボーリング情報検索」画面を表示
	堆積物情報	「堆積物情報検索」画面を表示
地図表示検索	地理院地図	「地図」画面を全国表示
集計機能	文献別集計	「文献別集計」画面を表示
	都道府県別集計	「都道府県別集計」画面を表示
	海溝別集計	「海溝別集計」画面を表示
利用方法	操作マニュアル	「操作マニュアル」PDF を別ウィンドウで表示
	用語集	「用語集」PDF を別ウィンドウで表示
	動作環境	「動作環境」画面を表示
	留意点	「留意点」画面を表示

## (2) トップ画面構成

前項のメニュー構成に基づき、レイアウト変更を行った画面イメージを以下に示す(図 6-5-1)。

日時	情報閲覧
2015/02/25	本日 2月 25日 から 26日 にかけてシステムのメンテナンス作業を行います。一時的にご利用頂けなくなる場合がございます。ご了承の程よろしくお願いたします。
2014/12/09	サーバーのメンテナンスが完了いたしました。ご協力ありがとうございました。

図 6-5-1 レイアウト変更後トップ画面イメージ

## 6.5.2 地図画面

地図画面についても、基本操作アイコンを大きくし、操作パネルを画面左に配置することで、どのような機能があるか視覚的にわかりやすいものに変更した（図 6-5-2）。

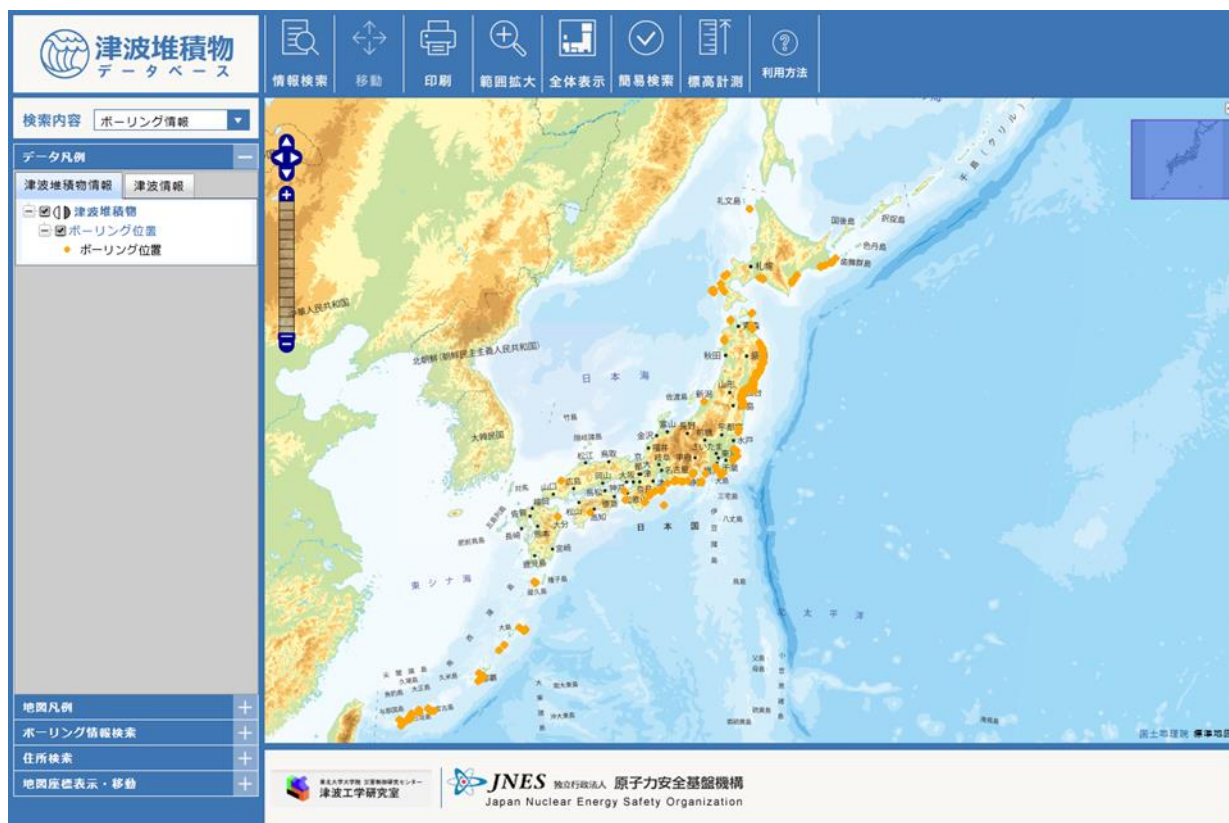


図 6-5-2 レイアウト変更後地図画面イメージ

## 6.6 用語解説リンク追加

個票画面の項目に用語解説・定義の説明 PDF リンクを追加した。

### (1) 対象画面

用語リンクを追加する画面は、以下の表の通り（表 6-6-1）。

表 6-6-1 用語リンク追加画面一覧

No	画面名	内容	ファイル名
1	文献情報検索	文献情報検索項目の解説	sediment_doc_search_help.pdf
2	調査情報検索	調査情報検索項目の解説	investigate_search_help.pdf
3	調査情報詳細	調査情報項目の解説	investigate_help.pdf
4	ボーリング情報検索	ボーリング情報検索項目の解説	boring_search_help.pdf
5	ボーリング情報詳細	ボーリング情報項目の解説	boring_help.pdf
6	堆積物情報検索	堆積物情報検索項目の解説	sediment_search_help.pdf
7	堆積物情報詳細	堆積物情報項目の解説	sediment_help.pdf

### (2) 画面イメージ

用語リンクが追加された画面イメージを、以下に示す（図 6-6-1）。

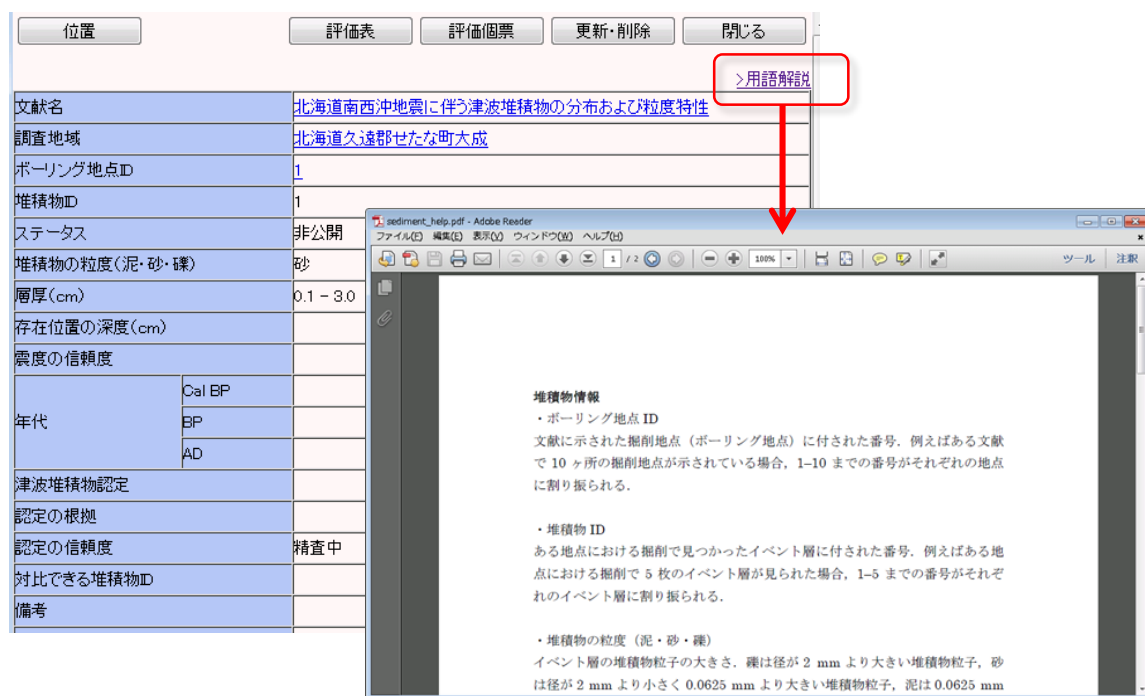


図 6-6-1 用語リンクイメージ（堆積物情報詳細）

## 6.7 集計機能

文献ごと等で信頼度別の堆積物件数の集計表を表示・出力可能とした。

### 6.7.1 文献別集計

#### (1) 集計仕様

文献別の集計仕様は、以下の通り（表 6-7-1）。

表 6-7-1 文献別集計仕様

番号	表示項目	内容
1	出力日	集計した日付を西暦+”時点”で表右上に表示 例) 2010年11月03日時点
2	文献ID	文献IDを表示
3	文献名	文献名をリンク表示 リンク先は「文献情報詳細」画面
4	堆積物件数	文献に関連付いている堆積物データ数を集計して表示
5	痕跡信頼度の内訳	堆積物データのうち、認定の信頼度毎の集計値を表示

#### (2) 画面イメージ

文献別の集計画面イメージは、以下の通り（図 6-7-1）。

【文献別登録数集計】

2015年03月01日時点

文献ID	文献名	堆積物件数	認定の信頼度				
			A	B	C	X	精査中
10036	<a href="#">地中レーダーを用いた湖底津波堆積物のイメージング探査実験</a>	11	0	0	0	0	11
40009	<a href="#">石垣島大浜の津波大石のサンゴ化石年代</a>	0	0	0	0	0	0
20063	<a href="#">Sources and transportation modes of the 2011 Tohoku-Oki tsunamidesposits on the central east Japan coast</a>	36	0	0	0	0	0
20040	<a href="#">過去の津波像の定量的復元: 直観津波の痕跡調査と古地形の推定について</a>	92	0	0	0	0	92
10003		0	0	0	0	0	0
20051	<a href="#">茨城県・千葉県の水田と舗装路に残された2011年東北地方太平洋沖地震に伴った津波</a>	4	0	0	0	0	0

図 6-7-1 文献別集計画面イメージ

## 6.7.2 都道府県別集計

### (1) 集計仕様

都道府県別の集計仕様は、以下の通り（表 6-7-2）。

表 6-7-2 都道府県別集計仕様

番号	表示項目	内容
1	出力日	集計した日付を西暦+”時点”で表右上に表示 例) 2010年11月03日時点
2	都道府県名	都道府県名を表示
3	文献数	文献数をリンク表示 リンク先は「文献情報一覧」画面
4	痕跡件数	都道府県ごとの津波痕跡数を表示
5	堆積物件数	都道府県ごとの堆積物データ数を集計して表示
6	痕跡信頼度の内訳	堆積物データのうち、認定の信頼度毎の集計値を表示

### (2) 画面イメージ

都道府県別の集計画面イメージは、以下の通り（図 6-7-2）。

都道府県	文献数	痕跡件数	堆積物件数	認定の信頼度				
				A	B	C	X	精査中
北海道	18	4885	235	0	0	0	0	164
青森県	13	2105	223	0	0	0	0	73
岩手県	11	7507	242	0	0	0	0	79
宮城県	35	5679	872	0	0	0	0	231
秋田県	1	1420	9	0	0	0	0	9
山形県	0	474	0	0	0	0	0	0
福島県	6	896	211	0	0	0	0	3
茨城県	3	694	17	0	0	0	0	1
栃木県	0	0	0	0	0	0	0	0

図 6-7-2 都道府県別集計画面イメージ

### 6.7.3 海溝別集計

#### (1) 集計仕様

海溝別の集計仕様は、以下の通り（表 6-7-3）。

表 6-7-3 海溝別集計仕様

番号	表示項目	内容
1	出力日	集計した日付を西暦+”時点”で表右上に表示 例) 2010年11月03日時点
2	海溝名	海溝名を表示
3	文献数	海溝に属する都道府県に該当する調査情報から、 文献数を集計してリンク表示 リンク先は「文献情報一覧」画面
4	堆積物件数	海溝に属する都道府県に該当する調査情報から、 関連付くボーリングの堆積物数を集計して表示
5	痕跡信頼度の内訳	堆積物データのうち、認定の信頼度毎の集計値を 表示

#### (2) 海溝と都道府県対応

本システムで定義する海溝と都道府県の対応表を以下に記す（表 6-7-4）。

表 6-7-4 海溝と都道府県対応表

海溝名	千島海溝	日本海溝	相模トラフ	伊豆・小笠原海溝	南海トラフ	琉球海溝	日本海側	火山
北海道	○	○					○	○
青森県	○	○					○	○
岩手県		○						○
宮城県		○						○
秋田県		○					○	○
山形県		○					○	○
福島県		○						○
茨城県		○						○
栃木県		○						○
群馬県		○						○
埼玉県		○						○
千葉県		○	○					○



海溝名	千島海溝	日本海溝	相模トラフ	伊豆・小笠原海溝	南海トラフ	琉球海溝	日本海側	火山
東京都			○	○				○
神奈川県			○					○
新潟県							○	○
富山県							○	○
石川県							○	○
福井県							○	○
山梨県								○
長野県								○
岐阜県								○
静岡県			○		○			○
愛知県					○			○
三重県					○			○
滋賀県								○
京都府							○	○
大阪府					○			○
兵庫県					○		○	○
奈良県								○
和歌山県					○			○
鳥取県							○	○
島根県							○	○
岡山県					○			○
広島県					○			○
山口県					○		○	○
徳島県					○			○
香川県					○			○
愛媛県					○			○
高知県					○			○
福岡県					○		○	○
佐賀県							○	○
長崎県							○	○
熊本県							○	○
大分県					○			○
宮崎県					○			○
鹿児島県					○	○	○	○
沖縄県						○		○
日本国以外								○

※ 「火山」については、本来個々の情報について判定をすべきところであるが、現状のデータでは、全ての情報を集計する仕様となっている。

(3) 画面イメージ

海溝別の集計画面イメージは、以下の通り。

なお、前項の海溝と都道府県対応表の通り、一部都道府県では数量カウントが重複するため、その旨を注記として表示した（図 6-7-3）。

津波堆積物 データベース

データベース概要 情報検索 地図表示検索 集計機能 利用方法 ログアウト

【海溝別登録数集計】

ファイル出力 2015年03月01日時点

海溝	文献数	堆積物件数	認定の信頼度				精査中
			A	B	C	X	
千島海溝	30	458	0	0	0	0	237
日本海溝	88	2113	0	0	0	0	744
相模トラフ	37	590	0	0	0	0	212
伊豆・小笠原海溝	0	0	0	0	0	0	0
南海トラフ	45	1055	0	0	0	0	1

■ 集計条件の補足

- ・ 海溝は、属する都道府県に割り当ててあります。詳細は[こちら](#)をクリック。
- ・ 一部都道府県については、複数海溝に属するため、数量が重複してカウントされます。

図 6-7-3 海溝別集計画面イメージ

## 6.8 システム製造

### (1) システム製造

平成 24 年度業務成果及び前項のシステム仕様確認を踏まえて、津波堆積物データベースシステムの製造を実施した。

動作環境は、従来津波痕跡データベースシステムの環境と同様のものを前提として作業を実施した（表 6-8-1）。

表 6-8-1 システム稼働環境と利用言語

項目	内容
OS	Windows Server 2008 R2 Std
WebGIS	MapServer 5.6.5
データベース	PostgreSQL 8.4.9
HTTP サーバ	Apache 2
プログラム言語	・HTML
	・Perl 5
	・JavaScript
	・PHP 5.3.5

### (2) データ登録件数

前項で生成した SQL を「Tsunami」データベース上で実行して、津波堆積物データを登録した。データ登録件数は、以下の通り（表 6-8-2）。

表 6-8-2 登録件数一覧

No	テーブル名	テーブル内容	登録件数	総件数
1	TBL_SEDIMENT_DOC	堆積物文献情報管理	53	225
2	TBL_INVESTIGATE	調査情報管理	111	356
3	TBL_BORING	ボーリング情報管理	1,247	2,333
4	TBL_SEDIMENT	堆積物情報管理	1,766	4,192
5	TBL_SEDIMENT_JUDGE	堆積物評価管理	885	4,765

## 7. 成果の要点

### A. 津波堆積物の信頼性評価方法の整備

#### (1) 津波堆積物の認定基準の整備

本業務で行った調査または既往調査により取得された試料を用いて、堆積学的、古生物学的、地球化学的分析を行った。そして、各手法の有効性や限界について検討を行い、津波堆積物の認定基準の再検討を行った。その結果、異なる地域であっても同じ認定基準を適用できることがわかった。

#### (2) 年代評価手法の高度化

ウイグルマッチング法を用いて年代測定精度の高度化を行えることがわかった。その一方で、津波堆積物中に含まれる有機物はごく微量であり、こうした有機物を集めて年代測定をすることは容易ではないことがわかった。

#### (3) 津波堆積物の信頼性評価の検討（成因分析）

津波堆積物の信頼性評価手法を検討した。そして、構造、起源および組成、分布、対比の4区分に分けることとした。この結果を踏まえて、今後の総合判定を委員会形式で実施することが望まれる。

### B. 津波堆積物に係るデータの収集および信頼性評価

既往文献の入手、データ抽出を行い、平成25年度の業務で作成されたデータ入力シートへの登録を行った。

### C. 津波堆積物のデータベースシステムの利便性の向上

データベースシステムの整備および利便性の向上のための改良を行った。そして、本業務で入力したデータをシステムに登録し、検索等の動作に不具合が無いことを確認した。

### D. 報告書の作成

本報告書が業務報告書に該当する。

## 学術講演会や学術論文等における公表

### <論文発表>

Goto, K., Fujino, S., Sugawara, D., Nishimura, Y., 2014, The current situation of tsunami geology under new policies for disaster countermeasures in Japan. Episodes, Vol. 37, 258-264.

### <学会発表>

後藤和久, 飯嶋耕崇, 西村裕一, 菅原大助, 横山祐典, 宮入陽介, 沢田近子, 中村有吾, 岩手県野田村における津波堆積物調査結果に基づく三陸地方北部の津波履歴の検討, 日本地球惑星科学連合 2014 年大会

菅原大助, 西村裕一, 後藤和久, Jame Goff, Bruce Jaffe, Bruce Richmond, Catherine Chagué-Goff, Witold Szczuciński, 横山祐典, 宮入陽介, 沢田近子, 宮城県石巻市鮫浦における現世および古津波堆積物とその形成過程, 日本地球惑星科学連合 2014 年大会

石澤堯史, 後藤和久, 横山裕典, 宮入陽介, 沢田近子, 西村裕一, 菅原大助, 北海道浦幌町における津波堆積物の C14 年代測定の高精度化, 第 3 回国連防災世界会議パブリック・フォーラム シンポジウム

### <次年度発表予定>

石澤堯史・後藤和久・横山祐典・宮入陽介・沢田近子・西村裕一・菅原大助, ベイズ理論に基づく津波堆積物の高精度放射性炭素年代決定の試み, 日本地球惑星科学連合 2015 年大会

宮入陽介・横山祐典・沢田近子・石澤堯史・西村裕一・菅原大助・川又隆央・後藤和久, 津波堆積物の高精度放射性炭素年代測定, 日本地球惑星科学連合 2015 年大会

千葉崇・後藤和久・藤野滋弘・横山裕典・宮入陽介・沢田近子・石澤堯史・西村裕一・菅原大助・James Goff, 和歌山県すさみ町における完新世の古環境変遷と古津波堆積物, 日本地球惑星科学連合 2015 年大会

後藤和久, 西村裕一, 菅原大助, 藤野滋弘, 日本の古津波研究に基づく津波堆積物認定項目の整理, 日本地球惑星科学連合 2015 年大会

後藤和久, 西村裕一, 菅原大助, 藤野滋弘, James Goff, The tsunami deposit database  
in Japan, アジア太平洋地球物理学会 (AOGS)