

## 魚津埋没林の成因ならびに富山湾周辺地域の最終氷期後の古環境解析

打越山詩子（立山黒部ジオパーク協会）

### はじめに

国の特別天然記念物「魚津埋没林」は、富山県魚津市の魚津港周辺に埋没している昔の原生林跡である。魚津埋没林の研究でこれまでに得られている年代値は一番古い埋没林で今から約 3000 年前、一番新しい埋没林で今から約 1300 年前であることから、少なくともその期間には現在の魚津港周辺の海岸沿いに森林があったことが明らかになっている。特別天然記念物の指定地は現在、魚津埋没林博物館となっており、発掘調査された場所がそのまま保存展示されている。

魚津埋没林はその埋没状況から、1930（昭和 5）年の発見当時より調査研究がおこなわれ、その成因、特に海面よりも低い位置に陸上の植物からなる原生林が立木の状態で埋没している状態がどのようにできたかについて、議論が行われていた。当初は埋没林が埋没した地面が動いたことにより、現在のような海面よりも低い位置に根を張った樹根がある状態ができたと考えられていたが、その後の藤井（1965）などの研究から、地面ではなく、冷涼な時期に現在よりも下がっていた海面が動いたことで現在の状況ができあがったと考えられた。しかし上記の成因の説は、富山湾周辺の活断層の変動の影響や富山湾岸地域の海面の高度分布データ不足など、まだまだ検討すべき課題は多い。しかし、日本海側では海水準変動を示す研究データは少なく、魚津埋没林についても海水準変動のみでの解説に疑問が呈されている。このように海面より低い位置に樹根が埋没している魚津埋没林の成因については様々な指摘がされてきているが、それらについて検討をすすめていくためのデータは不足している。

そのような状況の中、平成 25～27 年度に電磁気探査による魚津埋没林の分布と周辺の地下状況の非破壊調査が行われ、特別天然記念物の敷地及び周辺にはまだ複数の埋没林が存在すると判明した。また、探査結果の確認のためおこなわれた簡易ボーリング掘削では、これまで知られていた魚津埋没林よりも古い約 3,000 年前の埋没林が確認され、魚津埋没林がこれまで周知されているよりも古い時代から存在している可能性が示唆された（酒井ほか 2018）。また、平成 26 年には日本海地震・津波調査プロジェクト（文科省）の一環で氷見市、射水市、黒部市で 5 m 以上の深部までの連続したボーリングコアコアが複数本得られており（ト部ほか 2017）、これらの分析から、魚津埋没林周辺を含む富山湾周辺地域の古環境解明が可能な状態となっている。そこで、本事業では、平成 29 年度から 3 ヶ年の計画で、魚津埋没林の原生林がいつ頃から存在し、どのような変遷を経て埋没したのかを明らかにするための検討材料となる情報を集めるため、2015 年掘削したボーリング（U0Z-1～U0Z-6）試料、さらに魚津埋没林埋蔵地周辺でボーリング掘削を行い、得られた試料の分析を行っていく。また、得られた情報とこれまでの魚津埋没林の研究結果、富山湾周辺での最終氷期後の分析結果と比較検討し、富山湾周辺地域の最終氷期後の古環境変遷について検討を進めていく。

### 研究の方法

地中に埋まっている魚津埋没林の形成過程を調べる有効な方法は、埋没林の存在が推測される地域で掘削を行い、堆積物コアを得て年代と環境指標の分析をすることである。そ

ここで、本事業では魚津埋没林に関する古環境を検討するための基礎データを収集することを目的に、

1. 魚津埋没林博物館の敷地内で3本のコア掘削 (U0Z-7, 8, 9)
2. U0Z-7, 8, 9 コアの層相観察
3. U0Z-7, 8, 9 コアの年代測定
4. U0Z-7, 8, 9 コアの帯磁率測定
5. U0Z-7, 8, 9 コアの珪藻分析
6. U0Z-7, 8, 9 コアの花粉分析
7. U0Z-9 コアから発見された縄文土器片についての調査について作業を行った。

## 実施事業の報告（平成 29 年度～令和元年度）

### 1. 魚津埋没林博物館の敷地内で3本のコア掘削 (U0Z-7, 8, 9)

本事業では、特別天然記念物周辺の魚津埋没林博物館の敷地内3地点ボーリング掘削を行い、平成29年にU0Z-7（全長8m）とU0Z-8（全長7m）の2本のコア堆積物が（掘削：ダイチ株式会社）、平成30年には1本のコア堆積物（U0Z-9：全長3.57m）が新潟大学・ト部教授によりジオステック社 SCSC（固定ピストン式 シンウォーターサンプラー）を用いて得られた（図1）。今回、埋没林周辺の情報を持った地層を多く採取することが期待できる箇所ではボーリング掘削をおこなうため、まず博物館敷地内で行われてきたこれまでの地層観察の調査結果について再検討を行った。1989年の発掘調査の時、発掘場所（現在の魚津埋没林博物館ドーム館）の西側（海側）は埋没林周辺でよく見られる泥炭層がなく、ほとんどが砂礫層だったことが報告されている（麻柄 1990）。また、砂礫層に被われていた埋没林には、フナクイムシの食痕が確認されたことから、これらの埋没林は一時海中に露出していたと考えられている（藤井ほか 2003）。そこで、併せて1990年に行われたボーリング調査結果について検討したところ、海岸に近いNo.1とNo.3の地点は、主に砂礫層、礫混じりの砂層からなり、かつての原生林付近で堆積した可能性があるシルト層や泥炭層は挟まれていなかった。このことから、No.1掘削地点からドーム館西側、No.3掘削地点にかけての海岸側一帯は、潮流などの海岸侵食により周辺にあった原生林時代の堆積物が失われ、その後河川が運んできた土砂が再度堆積した可能性が考えられる。よって、海岸側では原生林時代の堆積物が失われている可能性があることから、過去の調査で泥炭層が確認されていない海岸近くは避けてボーリング掘削地点を決定した。図2に、本事業での掘削地点並びにこれまでの魚津埋没林調査研究場所について魚津埋没林博物館敷地での位置関係を示す。



図1 ボーリング掘削作業の様子



図2 魚津埋没林周辺でのボーリング掘削地点

## 2. UOZ-7, 8, 9 コアの層相観察

本事業で掘削した3本のコア試料は、半割し観察用コアとサンプリング用コアに分けた後、それぞれコア試料の層相の記載作業と、分析用試料のサンプリングを行った。各コアの層相観察の結果は以下の通りである。

### (1) UOZ-7 コア試料

UOZ-7 では、標高 4.037m から深度 8m までのコアが採取できた (図3)。深度 8~5.6m は河川 (流路) の環境下で堆積したと思われる淘汰の悪い中~細礫層からなる。深度 5.6~4.75m では塩水湿地の環境下で堆積したと思われる、中~粗粒砂層と生物擾乱のある砂質シルトからなる。深度 4.75~4.56m では泥炭質シルトと細粒砂の互層となりかつての原生林付近の堆積物である可能性が期待される。深度 4.56~3.75m は再び塩水湿地の環境下で堆積



図3 UOZ-7 コア試料写真

したと思われる生物擾乱のある細粒砂と砂質シルトからなる。深度 3.75~3.58m はイベント堆積物と思われるよく級化した砂層からなり、深度 3.58~3.34m は生物や植物によってやや乱された中~細粒の砂層で、3.34~3.31m 付近にあらわれる泥炭質シルトは土壤堆積物の可能性が考えられる。深度 3.31~2.72m は埋没林で、深度 2.72~2.35m は泥炭質シルトと泥炭を含んだシルトや砂の層からなる。深度 2.35~2.19m に河川の環境下で

堆積した可能性がある砂層が挟まり、深度 2.19～2.04mは砂質シルトからなる。深度 2.04～0mは盛土からなる。

## (2) UOZ-8 コア試料

UOZ-8 では、標高 4.3mから深度 7mまでのコアが採取された(図4)。深度 7～6.26mは河川(流路)の環境下で堆積したと思われる中～細礫層からなる。深度 6.26～6mはイベント堆積物や海砂の可能性がある中～細粒砂層からなり、深度 6～5.27mでは再び河川の環境下で堆積した中～細礫層になる。深度 5.27～5.05mはやや級化した粗～中粒砂層となり、深度 5.05～4.14mは塩水湿地の環境下で堆積した可能性がある、シルト、砂質シルト砂層からなる。また深度 4.23m付近から木の根？らしき木片が入ってくる。深度 4.14～3.91mでは土壌堆積物と思われる泥炭質シルトや泥炭となり、深度 3.91～3.65mで湿地の環境下が考えられる中～細粒砂、砂質シルト、シルト層となり、深度 3.65～3.48mでまた主に泥炭や泥炭質シルトとなり、深度 3.48～3.28mで中～細粒砂層主体となる。深度 3.28～0mは盛土からなる。



図4 UOZ-8 コア試料写真

## (3) UOZ-9 コア試料

UOZ-9 では、標高 2.788mから深度 3.57mまでのコアが採取できた(図5)。深度 3.57～3.07mは河川(流路)の環境下で堆積したと思われる粗粒砂層からなる。深度 3.07～3.04mではやや土壌化した細～中粒砂層で、深度 3.04～2.58mでは植物片を含む泥炭または泥炭質シルト層となる。深度 2.58～2.42mまでは泥炭のすじが入ったシルトで、深度 2.42～2.36mに細粒の砂層をはさみ、深度 2.36～2.33mは泥炭のすじが入ったシルトとなる。深度 2.33～1.89mはまれに泥炭の塊や植物片が入る泥層で、深度 1.89～1.88mにやや淘汰のよい中粒砂層、深度 1.88～1.83mは泥炭となる。深度 1.83～0mまでは盛土からなる。また、深度 3.05m付近から、1cm～3cm程度の大きさの土器片が見つかった。



図5 UOZ-9 コア試料写真

## 3. UOZ-7, 9 コアの年代測定

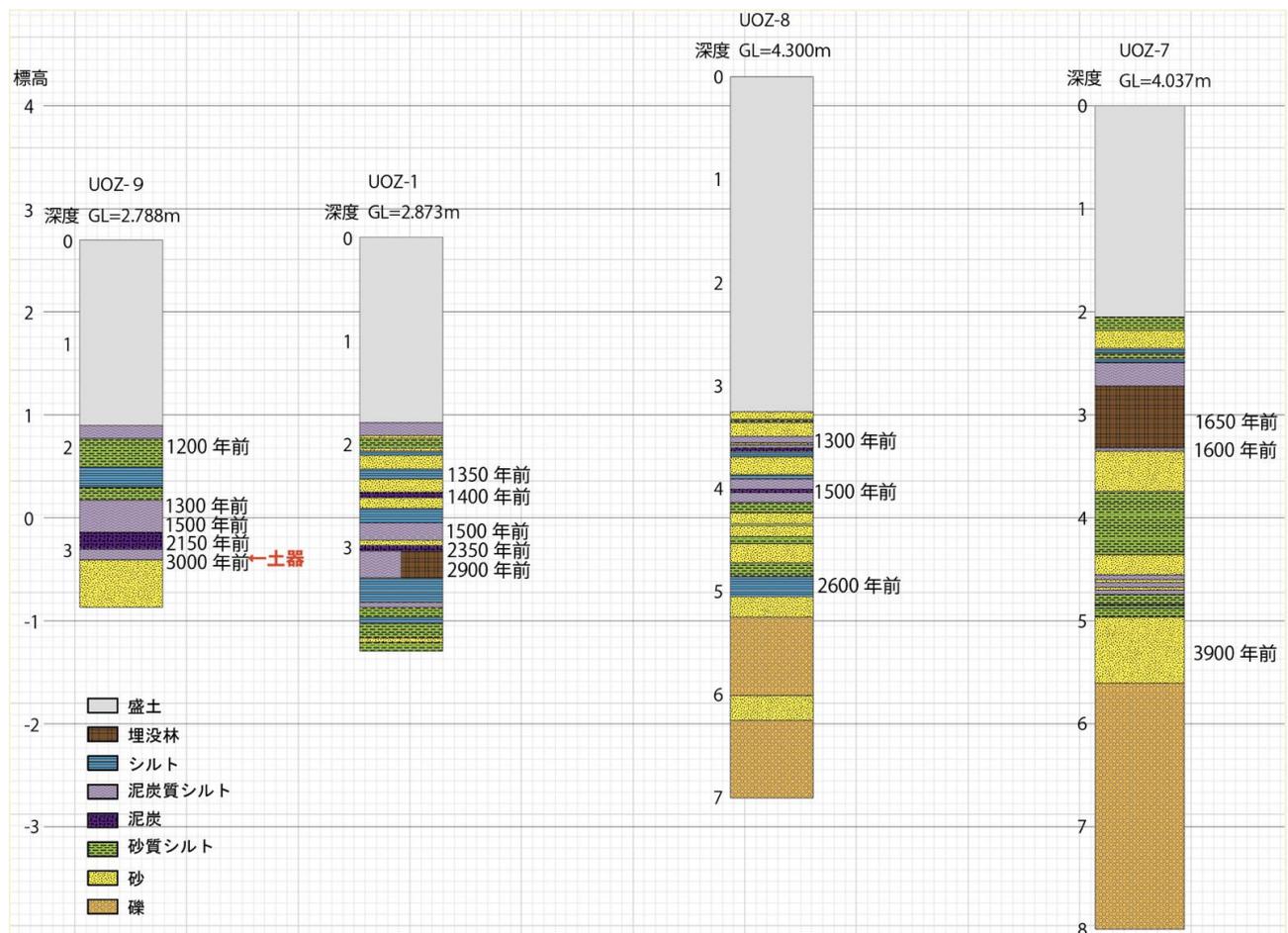
掘削したコアから得られた各種分析結果を対比・検討するためにはその情報がいつの時代のものかの情報は非常に重要である。そこで、掘削したコアの年代ならびに UOZ-9 コアより発見された土器片の年代を調べるため、材試料 3 点、泥炭試料 1 点、土器附着炭化物試料 1 点の放射性炭素年代の測定を株式会社パレオ・ラボに依頼した(表1)。なお、土器附着炭化物については、煮炊きされた食材に海産物が混ざっていた場合、炭化物の  $^{14}\text{C}$  年代に海洋リザーバー効果が現れ、実際よりも古い年代値が得られることから、土器附着炭化物の炭素と窒素の安定同位体比が分析された。その結果、主に  $\text{C}_3$  植物や草食動物など陸産物が炭化したものと推定されることから、今回得られた土器附着炭化物の年代をそのまま用いて問題ない。UOZ-1, 7, 8, 9 コアにおいて、これまでに得られた年代値をそれぞれのコアにいった柱状図を図6に示す。なお、魚津埋没林に関する研究で得られた年代値で一番古い値は UOZ-7 コアの最下部の礫層(河川堆積物)直上の砂層の年代値が約 3900

年前、一番新しい値は 1989 年の発掘調査で最上位の礫層直下の泥炭層から約 1100 年前の年代値（中村 1990）となり、その間に魚津港周辺の海岸に原生林があったことが期待される。

表 1 放射性炭素年代測定および暦年較正の結果

測定番号	試料データ	暦年較正用年代 (yrBP±1σ)	<sup>14</sup> C 年代 (yrBP±1σ)	<sup>14</sup> C 年代を暦年代に較正した年代範囲	
				1σ 暦年代範囲	2σ 暦年代範囲
PLD-38169 UOZ-7 315-325	材 スギ 枝・幹	1656±21	1655±20	358-363 cal AD (3.9%) 381-418 cal AD (64.3%)	340-424 cal AD (95.4%)
PLD-38170 UOZ-9 205	材 ヤナギ属 枝・幹	1239±20	1240±20	693-747 cal AD (51.5%) 762-777 cal AD (13.8%) 794-800 cal AD ( 2.9%)	688-753 cal AD (54.6%) 758-779 cal AD (15.7%) 790-870 cal AD (25.1%)
PLD-38171 UOZ-9 285	材 イヌガヤ 枝・幹	1485±20	1485±20	561-604 cal AD (68.2%)	543-630 cal AD (95.4%)
PLD-38172 UOZ-9 299	泥炭	2146±21	2145±20	344-324 cal BC (14.0%) 205-164 cal BC (52.3%) 127-124 cal BC ( 1.9%)	351-300 cal BC (22.2%) 227-224 cal BC ( 0.4%) 211-106 cal BC (72.7%)
PLD-38173 UOZ-9 305	土器付着炭化物	2836±21	2835±20	1018-971 cal BC (48.1%) 960-936 cal BC (20.1%)	1051-921 cal BC (95.4%)

※材の樹種鑑定：能城修一博士（明治大学黒曜石研究センター）



※年代値は本事業で測定したもの+ト部厚志准教授（新潟大学）より提供いただいた値

図 6 UOZ-1, UOZ-7, UOZ-8, UOZ-9 コアの柱状図

#### 4. UOZ-7, 8, 9 コアの帯磁率測定

魚津埋没林博物館敷地で掘削された複数のコア堆積物を関係付けることは、同地域の古環境変化の研究の基本の年代や堆積物の変化の指標ともなる。そこで本事業で掘削したUOZ-7, 8, 9 の3本のコアについて磁性から関係付けることを目的とした帯磁率の研究を富山大学理学部の酒井客員教授へ依頼した。

物質に磁場を加えると磁化が誘起される。これを誘導磁化と呼び、誘導磁化の磁場に対する割合を帯磁率と呼ぶ。帯磁率は物質の磁化し易さの指標であり、含まれる磁性粒子の量、種類、粒径で変わる。加える磁場が弱い場合（地球磁場の0.05mT程度）は、帯磁率は磁場強度に比例し、比例係数を特に初期帯磁率と呼ぶ。

測定データは、単位質量当たりの初期帯磁率： $\chi$ として表現した。

$$\chi = I/H \quad I: \text{単位質量当たりの磁化}, H: \text{外部磁場}$$

帯磁率の測定には、英パーテント社製の帯磁率計MS2(MS2B)を用いた。

##### (1) 帯磁率の測定結果

図7には、UOZ-7, 8, 9 の帯磁率の測定結果をまとめている。帯磁率には深度方向での変化がある。これは、堆積環境、古環境の変化を表していると考えられる。

- ① UOZ-7 コアでは、深度 4.3-4.55m の間で、深くなるにつれて帯磁率は急に高くなる。砂の層に相当する。
- ② UOZ-8 コアには深度 4.9-6m 間で深くなると帯磁率は高くなっている。シルトから砂、礫の層に相当する。
- ③ UOZ-9 コアでは深度 3m-3.5m で深くなるにつれて帯磁率は急に高くなる傾向がある。砂の層である。

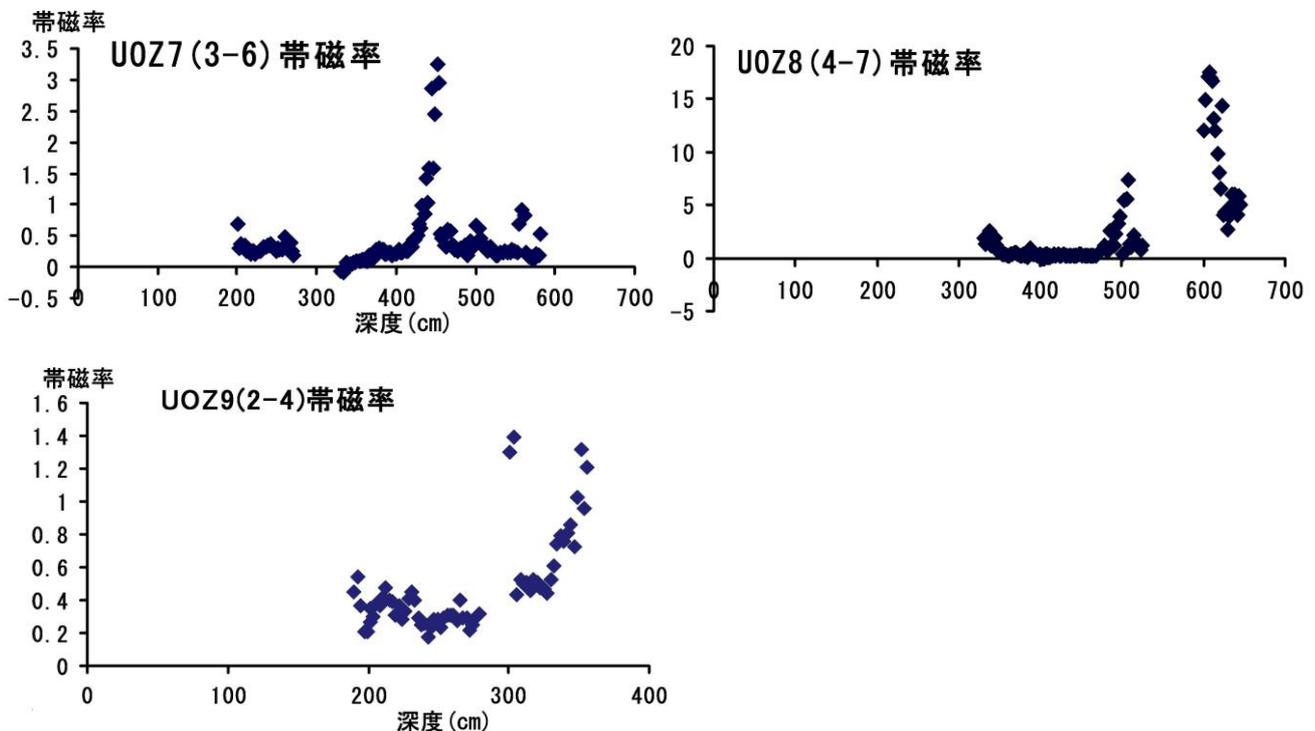


図7 UOZ-7, 8, 9 の帯磁率の測定結果

図8にはこれらのコアの標高も示したが、上記の帯磁率の急増がみられる深度はほぼ同じ標高であった。この帯磁率の急増箇所は埋没林敷地内ではほぼ同じ標高であることは、意味があると考えられる。

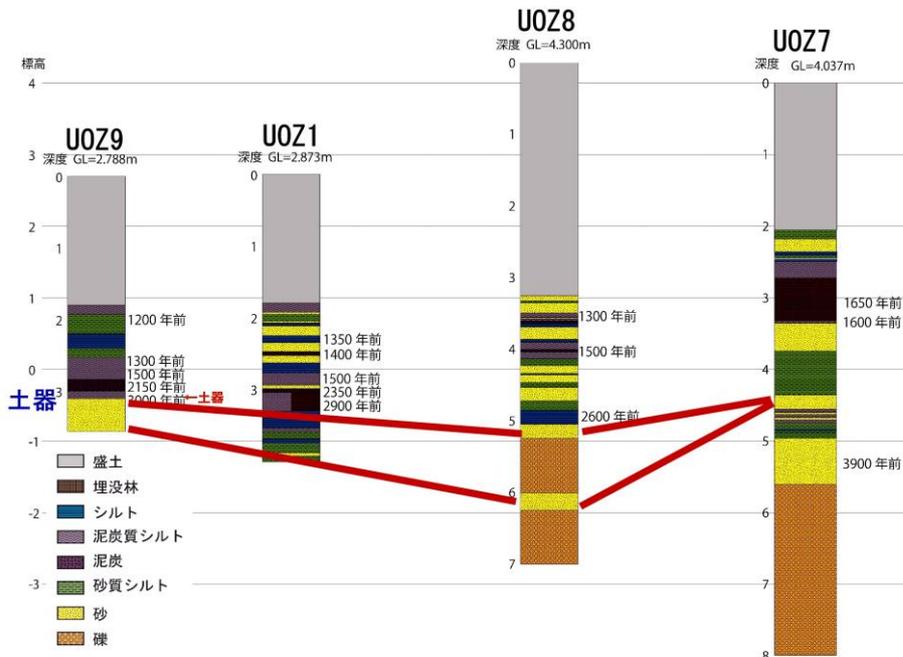
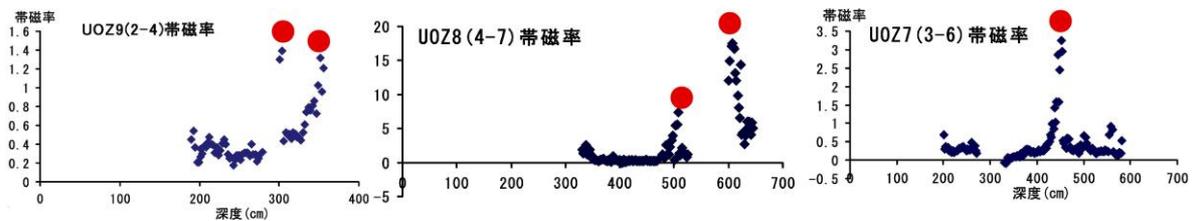


図8 UOZ-7, 8, 9 の帯磁率の測定結果

## (2) 従来の結果との比較

UOZ-1 コア(平成 27 年掘削)について、帯磁率と等温飽和残留磁化の磁性研究が行われているが、UOZ-7, 8, 9 で対応づけた帯磁率のピークは、UOZ-1 では認められなかった。

## 5. UOZ-7, 8, 9 コアの珪藻分析

コア試料が堆積した水域環境を調べるため、UOZ-7, 8, 9 コアで珪藻分析を行った。分析用の試料はコア最上部の盛土と最下部の礫層以外の部分より 10cm 間隔で採取し、珪藻観察用のプレパラートを作成し光学顕微鏡下での観察を行った。その結果、ほとんどの層準で珪藻を確認することができず、珪藻が入っていた層準でも数が少なく、保存状態が悪く種の同定は不可能だった。平成 27 年に掘削した UOZ-1 コアでもほとんど珪藻は産出せず、また魚津埋没林博物館のドーム館周辺の発掘調査の際におこなわれた珪藻分析でもほとんど産出しなかった(邑本 1990)。これについて、魚津埋没林周辺の堆積物が陸上で堆積した又は非常に速い速度で堆積したと邑本(1990)では推測しているが、今回の珪藻分析でも同じことが推測できる結果となった。

## 6. UOZ-7, 9 コアの花粉分析

コア試料が堆積した時の周辺の植生を調べるため、UOZ-7、UOZ-9 コアで花粉分析が行われた。平成 27 年に掘削された UOZ-1 コアの花粉分析結果と合わせて以下に示す(図 9、図 10、図 11)。

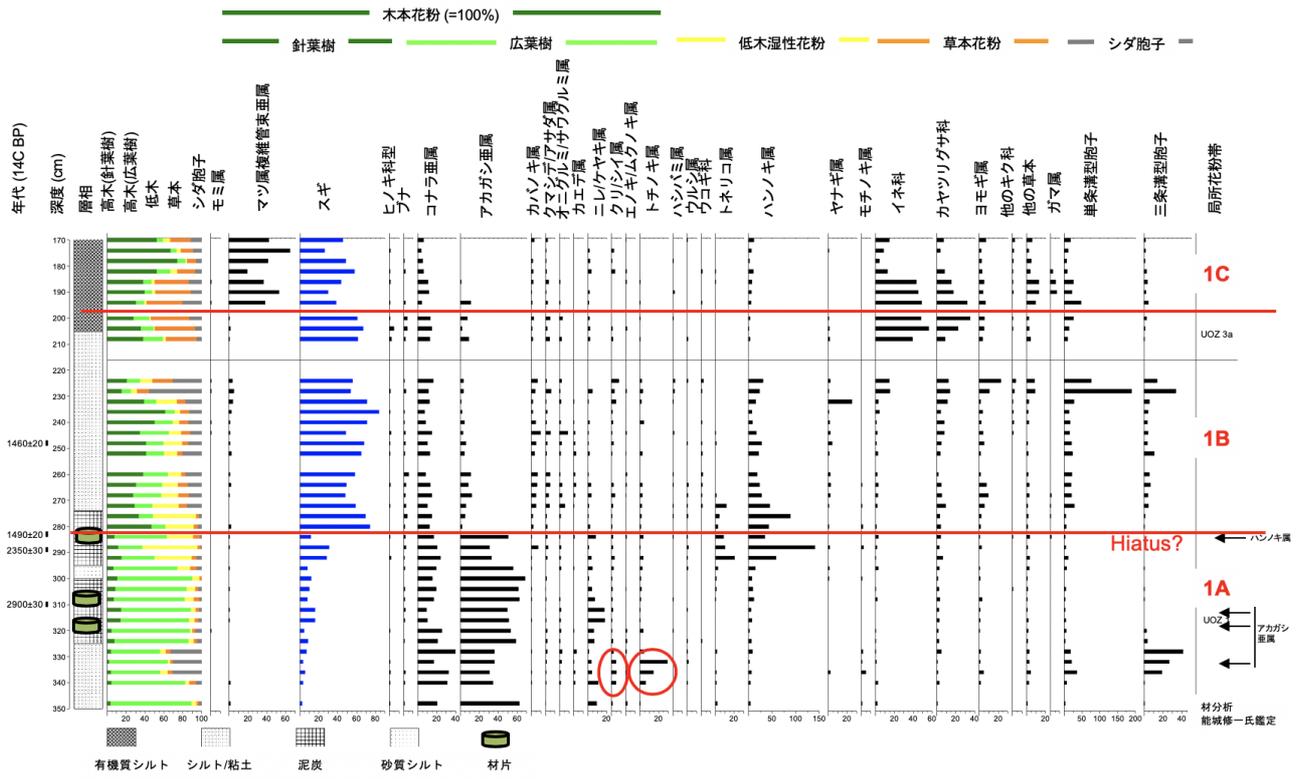


図9 UOZ-1コアの花粉変遷図

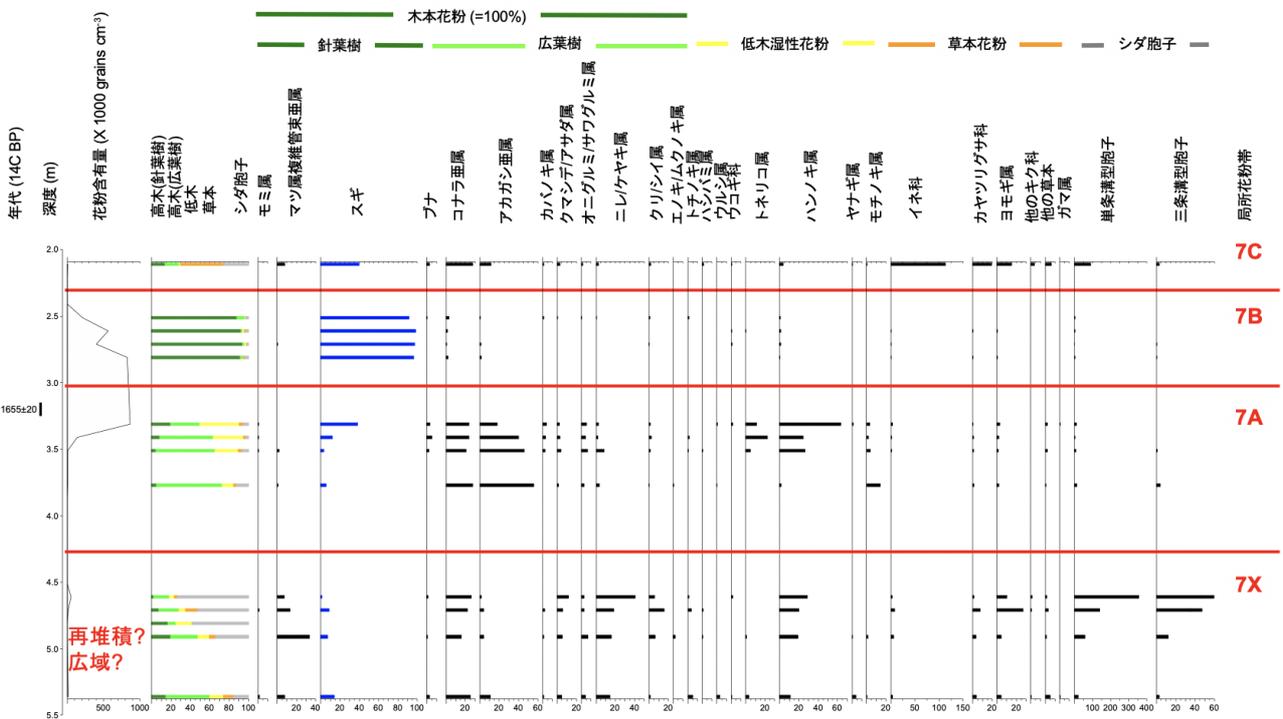


図10 UOZ-7コアの花粉変遷図

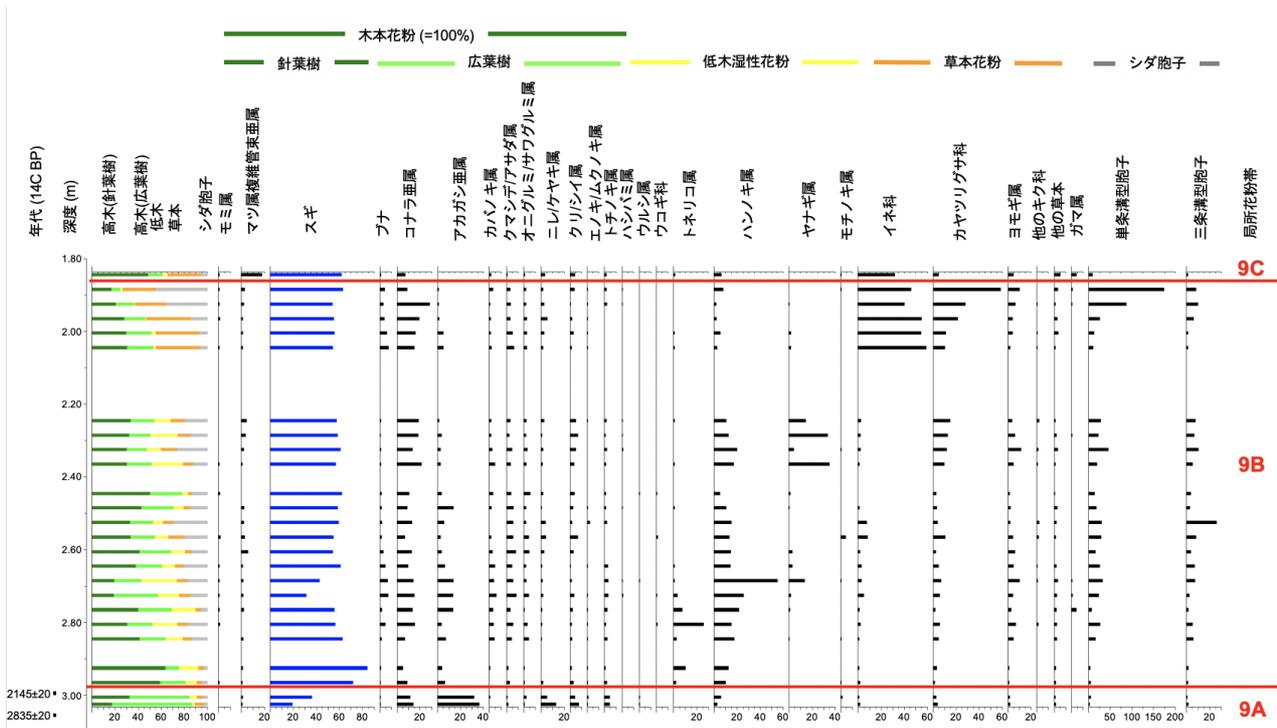


図 11 UOZ-9コアの花粉変遷図

※花粉分析はいずれも志知幸治博士（森林総合研究所）

花粉分析結果より、UOZ-1, 7, 9 いずれのコアでも下位から A 帯、B 帯、C 帯に相当する花粉帯が確認できた。

A 帯：コナラ属主体の広葉樹林（3500～2200 年前ごろ？）

B 帯：スギを主体とした湿地林（1700～1000 年前ごろ？）

C 帯：マツ属複維管束亜属およびイネ科など草本主体（人為影響の増大）

また、UOZ-1 の約 3000 年前頃の層準と、UOZ-9 の縄文土器片が見つかった層準でトチノキ属とクリ/シイ属増加が見られたことから、その時代の人が植生に対して影響を与えていた可能性が考えられる。

## 7. UOZ-9 コアから発見された縄文土器片についての調査

UOZ-9 コアの深度 3.05m 付近から、2 cm～3 cm 程度の大きさの土器片が見つかった（図 12）。土器片の表面には炭化物が付着しており、その下には縄状の模様も確認できた。小さい土器片のため土器の形態から正確な時代はわからないが、付着していた炭化物の年代（2835±20 yrBP）から、縄文時代晩期の頃に使用されていた土器ということがわかった。土器に煤が付着していることや、土器片の角に摩耗があまりみられないことから、この土器は河川によって上流から運ばれてきたものではなく、現地で使用されていたものの可能性が高いと考えられる。また、年代測定と同時に行われた炭素・窒素安定同位体比分析より、土器に付着していた炭化物は C<sub>3</sub> 植物や草食動物など陸産物が炭化したものと推定されている。魚津埋没林周辺では、1953 年に縄文時代後期末（約 3,000 年前）の縄文土器が発見されている。平成 30 年度の事業で発見された土器片は過去の調査で得られた資料と矛盾はなく、また今回土器片を発見した地点は 1953 年の発掘地点から 10m 程度しか離れていないことから、この範囲に縄文土器等の遺物が集中する可能性が高い。また、魚津埋没林周辺から土器が発見されたことから、縄文時代後・晩期は片貝川扇状地

でも段丘上から扇状地に生活の範囲が広がっていることが確かめられた。

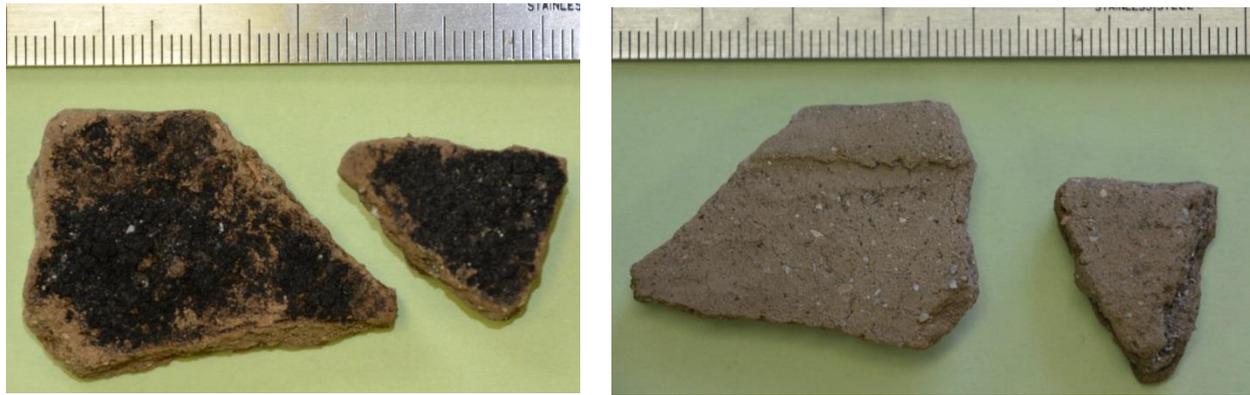


図 12 UOZ-9 深度 3.05m 付近で発見された土器片写真

### ・土器の熱履歴や年代を残留磁化から探る

考古遺物には煮炊きに使用された土器・陶器等や火事や戦禍で崩落した屋根瓦など生成後に熱を受けているものがある。この様な遺物が被った使用時や火事・戦禍での熱影響の情報は考古学で重要である。しかし被熱痕は目視でわからない場合も多く、更に加熱が高温で無い時や加熱時間が長くないと有意な鉱物変化は起きず化学分析でも検討は難しい。そのため、再加熱の検証は難しく、特に加熱温度の定量研究は殆ど行われていない。そこで、UOZ-9 コアで発見された縄文土器について、遺物の熱影響を磁化から検証する研究を富山大学理学部の酒井客員教授へ依頼した。

#### (1) 残留磁化

土壤に一般に数%含まれる磁鉄鉱や赤鉄鉱等の鉄の酸化物は永久磁石になる性質を有する。そして、土壤から作られる土器等の考古遺物は、焼成時に冷却過程で熱残留磁化 (TRM: thermo remanent magnetization) を獲得する。熱残留磁化 (以下では磁化と略す) は地磁気の方角・強さを記憶し、数千年後も残り地磁気の記録となっている。しかし、焼成された考古遺物がその後に加熱を受けると、磁化は再加熱温度までの成分が消えて冷却時に新たな磁化が獲得され置き換わる。その結果、磁化は焼成時の高温部の元の磁化と、再加熱で獲得された低温部の二次磁化が合わさっている。この磁化の加熱温度による違いを用いて考古遺物の熱履歴がわかる。今回は熱消磁とテリエ法の実験法を用いて研究を行った。

#### ①熱消磁の方法

試料の熱残留磁化について、例えば実験室で 100℃まで加熱し、その後で磁場の無い空間で冷却すると、磁化の 100℃までの成分が消える。加熱温度を 200℃、300℃と上げていき、各温度段階において無磁場空間で冷却すると磁化が段階的に消磁される。磁化が高温部と低温部の二成分からなる場合には、この段階熱消磁により低温部の成分から消えていき、二成分を分離できる。磁化の分離の解析はザイダーベルト図を用いて行う (Zijderveld, 1967)。ザイダーベルト図は、3次元ベクトルの磁化を水平成分 (NS-EW 面) と鉛直成分 (NS-UD 面) に分解して投影する。磁化の鉛直面投影は白抜き丸、水平面への投影は黒丸 (青丸) としてプロットする。そして磁化ベクトルを図 13(a) の様に投影後に、水平投影面 (NS-EW 面) を 90 度回転し、鉛直投影面 (NS-UD 面) と重ね合わせて図 13(b) (c) の様に表現する。図 13(b) は磁化が一成分の例で、熱消磁による磁化の変化は原点に向かう直線で近似できる。図 13(c) は磁化が二成分からなる例で、ある温度の点を境に直線が 2

本引ける。折れ曲がりが見られる点で二次磁化が消去されたことになり、この点の温度が再加熱を被った温度と求められる。熱消磁は夏原技研の装置にて、磁化測定はスクイッド磁力計(米 2G 社 760R)を用いて行った。

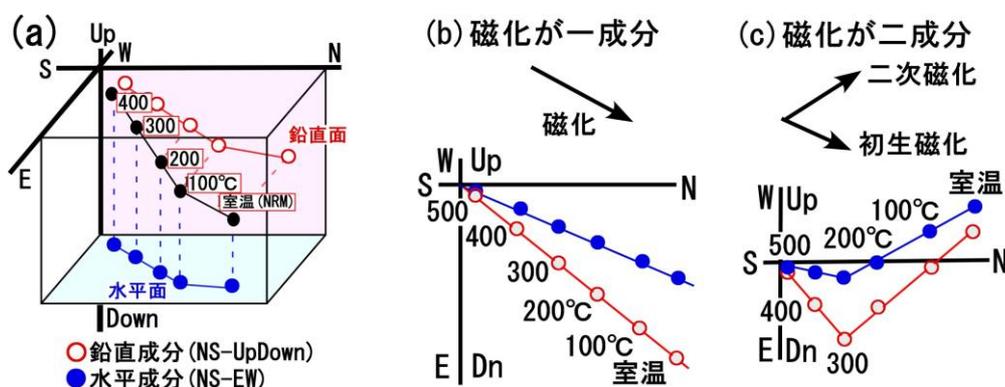


図 13 (a) : ザイダーベルト図の概念図  
 (b) (c) は熱消磁の例 (b) は磁化が一成分 (c) は二成分の試料

## ② テリエ法と過去の地磁気強度の研究

熱残留磁化 (TRM) は、周囲の磁場と平行に獲得されるとともに、磁化の強さは磁場の強さに比例する性質を持つ。比例係数は試料により異なる。この熱残留磁化と磁場との比例関係から、熱起源の二次磁化を見分けることができる。例えば、試料を 100°C まで加熱して熱消磁を行い、100°C までの磁化を見積る。その後でもう一度 100°C まで加熱し、今度は実験室の磁場のもとで冷却すると、試料には新たに磁化が獲得される。熱残留磁化を持つ遺物の場合には、100°C までの熱消磁で消えた磁化と実験室で新たに獲得された人工的な磁化の強さの比は、過去に試料 (遺物) が加熱された時の地磁気と実験室の磁場の強さの比となる。遺物が元々持っている磁化を自然残留磁化 (NRM: natural remanent magnetization) と称する。NRM の熱消磁と人工磁化の獲得を色々な温度で調べた結果、ある温度範囲で各温度の磁化の比 (NRM の熱消磁で消える成分 / 人工磁化の成分) が一定となれば、その温度範囲の磁化は熱起源のものと結論できる。また、上記の NRM と人工的磁化の強度の間の比例関係は、遺物の NRM が獲得された当時の地磁気と実験室の磁場の強度比を表しており、その関係から過去の地磁気の強度が推定できる。以上の実験方法をテリエ法と称する (Thellier & Thellier, 1959; Sakai, H. & Hirooka, 1986 など)。

### (2) 魚津市の縄文土器の研究

魚津埋没林博物館敷地で 2018 年に掘削された堆積物 (U0Z-9 コア) の深度 3.05m で見つかった縄文土器の破片について、熱消磁とテリエ法の実験を行い検証を行った。

#### ① 熱消磁の結果 (ザイダーベルト図)

熱消磁は加熱温度を段階的に上げながら行い、消磁結果はザイダーベルト図に示して解析した。加熱温度は上限を 540-580°C に設定したが、この温度付近で磁化は殆ど消えた。このことは土器に含まれる残留磁化を示す鉱物は磁鉄鉱が主であることを示している。図 14 の消磁結果をみると、両試料において加熱温度が 200-300°C 付近まではプロットの方法は一定でないが、より高温部のプロットはほぼ原点に向かう直線上に分布した。200-300°C 以上の磁化は土器が製作の焼成された時に獲得された磁化の可能性が高い。そして、それより低温部の磁化は煮炊き等の際の再加熱で獲得されたと考えられる。プロットがガタガタしているのは、何度か煮炊きで使用された為と考えられる。

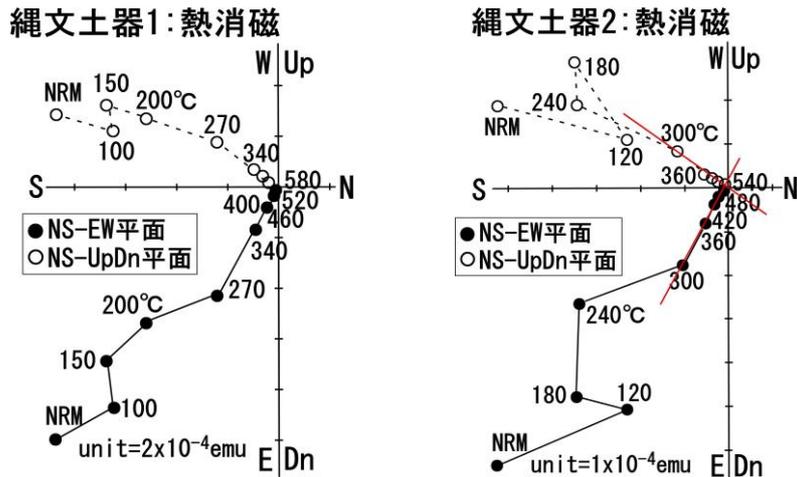


図 14 段階的熱消磁の結果

② テリエ法の結果:NRM-TRM 図

テリエ法実験の結果について、図 15 に示すとおり NRM-TRM 図と SNRM-TRM 図で解析した。今回は多成分の熱残留磁化を持つ試料であったので、それに適用できる SNRM-TRM 図の解析法も併用している(Sakai & Hirooka, 1986)。また TRM(人工磁化)の獲得には  $60 \mu T$  の実験磁場を用いた。図上のプロットの直線関係をみると、低温部(240°C以下のプロットも高温部のプロットもそれぞれ直線に乗っている。この関係より地磁気強度を求めると、 $57.6 \pm 1.3 \mu T$  と得られた。

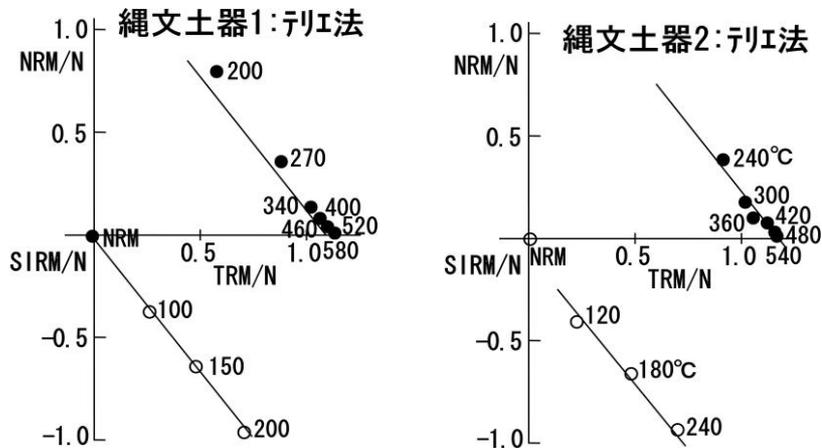


図 15 テリエ法の結果 図中の数字は加熱温度で図 14 と対応する

③ 熱消磁・テリエ法実験の結果とその解釈

今回の実験から、UOR-9 コアより出土した縄文土器は、焼成後に 200-300°Cの再加熱を受けていることがわかった。これは煮炊きに使用されたことを示すと考えられ、土器に炭化物が付いていることと調和する。

(3) テリエ法実験の結果と地磁気強度の変化との比較による土器の年代推定

この土器は同地域で 1950 年代に見つかった縄文時代後期末の土器(麻柄, 2014)と同じ時代のものの可能性が高く、土器に付着する炭化物の  $^{14}C$  年代が  $2835 \pm 20$  yr. BP と求まっている。この年代が正しいかを磁化から検討した。

上述の様にテリエ法実験により、縄文土器が製作使用された当時の地磁気強度は約  $57.6 \pm 1.3 \mu\text{T}$  と得られた。この値を図 16 の過去 7 千年間の日本の地磁気強度の変化 (Sakai & Hirooka, 1987) と比較してみると、縄文土器から得た地磁気強度は、土器の年代が縄文時代晩期として妥当とみなせる。磁化研究の結果は魚津埋没林で見つかった縄文土器は縄文時代晩期のものであることを支持している。

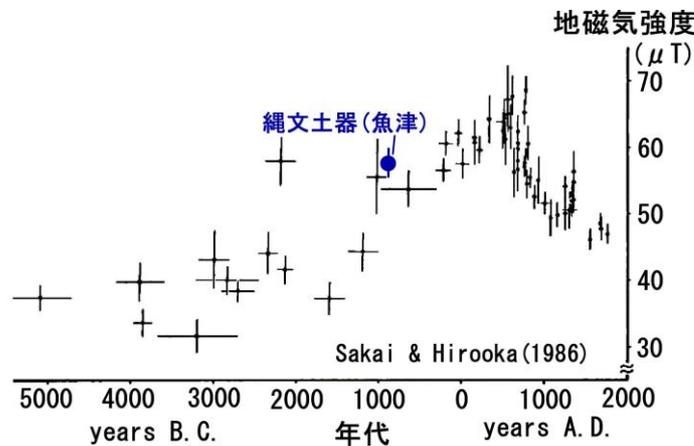


図 16 縄文土器から得た地磁気強度と過去 7 千年間の地磁気強度の変化との比較

## 考察とまとめ

本事業では、魚津埋没林の原生林がいつ頃から存在していたのか、またどのような変遷を経て埋没したのかを明らかにし、富山湾周辺地域の環境変遷について考察するためのデータを集めることを目的に、魚津埋没林博物館敷地内にて 3 本のボーリングコア (U0Z-7, U0Z-8, U0Z-9) を掘削し、それらについて調査研究を行ってきた。これまでの調査研究から見てきた魚津埋没林周辺の環境について、下記にまとめる。

- ◆ 魚津埋没林埋蔵地周辺では、河川、塩水湿地、陸ごく浅い水域だった時期があり、これらの環境は何度か繰り返している。また、埋没林となったかつての原生林は陸ごく浅い水域の環境下で成立していた可能性が高い。
- ◆ 魚津埋没林周辺で原生林の痕跡を残す可能性がある堆積物の年代は、今から 3900 年～1000 年前ごろにかけてと推測される。
- ◆ 詳細な年代についてはまだ検討が必要だが、魚津埋没林周辺では、およそ 3500～2200 年前にかけてコナラ属主体の広葉樹林が、およそ 1700～1000 年前にスギを主体とした湿地林が広がり、1000 年前以降は人為影響が増大し森林ではなくマツ属複雑管束亜属およびイネ科などの草本が周辺にある環境になった。
- ◆ 魚津埋没林周辺では、1953 年の発掘調査と本事業のボーリングコアから約 3000 年前ごろ縄文土器片が発見されていることから、この範囲に縄文土器等の遺物が集中する可能性が高い。また発見された土器片はこの場所で使用されていた可能性が高く、縄文時代後期～晩期にかけての原生林で人が活動していた可能性がある。花粉分析結果では同じ層準で一時的にクリ・トチノキ花粉の増加がみられることから人が原生林周辺の植生に対して影響を与えていた可能性も考えられる。
- ◆ 魚津埋没林博物館の敷地で土中の埋没林の近傍で見つかった縄文土器の破片について熱消磁とテリエ法の実験を行った。その結果、磁化には 2 成分があり、土器は製作時の焼成での高温加熱後に、煮炊き等に使用されて、200-300℃まで再加熱されていることがわかった。またテリエ法実験では、器が製作され使われた当時の地磁気の強度も復元でき、それを過去の地磁気強度の変化と対比すると縄文時代後期～晩期として妥

当であった。これらの土器の磁化研究は年代決定だけでなく、縄文時代の人々の生活の研究でも重要な情報になる。

3本のコアについて多様な分析を行ったところ、興味深い結果や新しい発見を得ることができた。本事業で得られた数々のデータについては、今後、卜部ほか(2017)で示された富山湾沿岸地域における堆積環境の変化や、富山湾周辺地域の遺跡調査で得られた自然科学分析結果等と比較し、魚津埋没林や富山湾周辺地域の環境変化について考察を進めていきたい。

#### [引用文献]

- 藤井昭二 (1965) 黒部川扇状地の形成と富山湾周辺部の埋没林について、地球科学、第78号、11-20
- 藤井昭二・藤 則雄 (1982) 北陸における後氷期以降の海水準変動、第四紀研究、第21巻第3号、183-193
- 藤井昭二・麻柄一志・藤 則雄・邑本順亮・中村俊夫・吉井亮一・森 勇一 (2003) “魚津埋没林”とその成因、金沢大学日本海域研究、第34号、23-41
- 麻柄一志 (1990) 埋没林調査の概要。魚津市立博物館紀要、第2号、1-16
- 麻柄一志 (2014)：一つの土器片からわかること、魚津埋没林博物館広報誌第39号
- 麻柄一志 (2018) 富山湾における縄文時代前半の海水面変動、実証の考古学—松藤和人先生退職記念論文集一、79-92
- 邑本順亮 (1990) 魚津埋没林包含層の珪藻分析による堆積環境の予察、魚津市立博物館紀要、2、67-70
- 中村 俊夫 (1990) 富山県魚津埋没林で発掘された樹木遺体の加速器  $^{14}\text{C}$  年代、魚津市立博物館紀要、2、33-37
- 酒井英男・泉 吉紀・卜部厚志・石須秀知・打越山詩子・麻柄一志 (2018) 特別天然記念物である古代の魚津埋没林の探査と掘削による新たな発見、情報考古学、Vol. 23、No. 1-2、32-38
- 卜部厚志・酒井英男・麻柄一志 (2017) 富山湾沿岸地域における潟湖の成立年代—貝塚および低湿地遺跡の成立に関して—、大境、第36号、31-42
- Thellier, E. and O. Thellier (1959): Sur l'intensité du champ magnétique terrestre dans le passé historique et géologique, Ann. Geophys., 15, 285-376.
- Zijderveld, J. D. A. (1967): A.C. demagnetization of rocks, in Method in Paleomagnetism (Eds. Collinson, D. W., Creer, K. M. and Runcorn, S. K.), p. 256-286, Elsevier, New York.