

A-1820 デジタル画像分析が異同判定の一助となった

東日本大震災遺体の 2 事例

熊谷 章子*・小林 琢也**・小山田勇太郎***・泉澤 充****・高橋 徳明****
 琵琶坂 仁*****・青木 健*****・出羽 厚二*****

*岩手医科大学法科学講座法歯学・災害口腔医学分野

**岩手医科大学歯学部補綴・インプラント学講座摂食嚥下・口腔リハビリテーション学分野

***岩手医科大学歯学部補綴・インプラント学講座補綴・インプラント学分野

****岩手医科大学歯学部口腔顎顔面再建学講座歯科放射線学分野

*****岩手県警察本部科学捜査研究所

*****岩手医科大学法科学講座法医学分野

(受付 2019 年 7 月 18 日)

Two Victims of Great East Japan Earthquake for which Digital Image Analysis Helped in Identification

Akiko Kumagai*, Takuya Kobayashi**, Yutaro Oyamada***, Mitsuru Izumisawa****,
 Noriaki Takahashi*****, Hitoshi Biwasaka*****, Takeshi Aoki*****,
 and Koji Dewa*****

*Division of Forensic Odontology and Disaster Oral Medicine, Department of Forensic Science, Iwate Medical University, Iwate

**Division of Dysphagia and Oral Rehabilitation, Department of Prosthodontics and Oral Implantology, School of Dentistry, Iwate Medical University, Iwate

***Division of Prosthodontics and Oral Implantology, Department of Prosthodontics and Oral Implantology, School of Dentistry, Iwate Medical University, Iwate

****Division of Dental Radiology, Department of Reconstructive Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Iwate Medical University, Iwate

*****Forensic Science Laboratory, Iwate Prefectural Police Headquarters, Iwate

*****Division of Legal Medicine, Department of Forensic Science, Iwate Medical University, Iwate

This paper has introduced two cases of human identification utilizing digital images of victims and candidates eight years after the Great East Japan Earthquake. Case 1: The remains were discovered immediately after the disaster and cremated although the person was not identified. The full dentures attached in the mouth at the time of discovery of the remains were kept as possessions of the victim in the municipality. The candidate of the remains emerged by collation with a DNA database, but application of an additional personal identification method was desired for reliable identification. 8 years later, it was revealed that the dentures which candidate used have applied rare artificial teeth at the regions of molar. Stereolithography (STL) was constructed from the dentures of the unidentified body and the artificial teeth which was applied on the denture of candidate, then each STL were superimposed. As a result, it was judged that the artificial teeth of the dentures worn by the unidentified body are very likely to be identical to those used by the candidate. Case 2: In March 2019, a skull in which the upper margin of the orbit and external auditory foramen could barely be identified was discovered at a construction site in a disaster-hit area. A candidate emerged by collation with a DNA database, etc., but as more

decisive evidence was considered necessary, we decided to compare CT images of the skull with antemortem CT images of the candidate. As a result, the contour line and location of the external auditory foramen in original CT images and the shapes of the upper margin of the orbit, temporal fossa, and external occipital protuberance in reconstructed 3D images all showed consistency between the discovered and antemortem skulls. Digital image analyses applied in these methods are suggested that will be valuable for human identification.

Key words : Human identification, Digital analysis, Computed tomography, Denture, Cranial bone

要 旨

東日本大震災犠牲者とその候補者のデジタル画像を分析することで、発災8年後に身元を特定した2事例を紹介する。事例1: 遺体は発災直後に発見された。身元判明に至っていなかったが茶毘に付され、遺体が装着していた上下顎全部床義歯は所持品として市町村に保管された。しばらくしてDNA型データベースの照合から候補者が浮上したが、追加の個人識別方法が導き出せずにいた。その約8年後、候補者に製作された上下顎全部床義歯の臼歯部レジン人工歯が極めて稀なものであることが判明した。遺体の義歯と候補者が装着していた義歯に使用された人工歯のStereolithography (STL) を構築し、ソフトウエア上で重ね合わせた結果、遺体が装着していた義歯の人工歯は、候補者が使用していた義歯の人工歯と同一のものである可能性が極めて高いと判断された。事例2: 2019年3月、震災により津波被害を受けた河岸の工事現場で眼窩上縁と外耳孔をかりうじて確認できる頭蓋骨が発見された。DNA型データベースの照合等から候補者が浮上したが、さらに決定的な根拠が必要であると判断し、頭蓋骨のCT画像と候補者の生前のCT画像との比較を実施することになった。その結果、発見された頭蓋骨と生前CTの頭蓋骨の輪郭線、外耳孔の位置、それぞれから構築された3次元画像の眼窩上縁、側頭窩、外後頭隆起の形態など全てが一致した。これらの事例で応用されたデジタル画像分析は今後身元確認のための有効な方法として期待される。

緒 言

死者15,897人、行方不明者2,532人を発生させた2011年3月11日の東日本大震災から8年が経過した[1]。2019年7月時点で、未だ全国で58体、岩手県では49体の身元不明死体が存在し[2, 3]、現在も警察による身元確認作業が継続しており、今なお部分骨などが発見されている状況にある。東日本大震災による犠牲者の身元確認のエラーは、残念ながらこれまでに複数報告されている[4]。その多くは、新鮮な完全遺体を身体特徴や所持品等で確認したためである。本来であれば、指紋、DNA、歯科所見など科学的根拠に基づき確認するところ、遺体数の多さや遺族感情を考慮して、なるべく早く遺族の元へ返すことを優先したことも要因となっている。このような教訓から、ここ数年の間に日本のその一部関係者から災害犠牲者個人識別の在り方に関する考え方を改めるべきと言われて始めている[5-7]。

最近震災遺体として発見された部分骨などの個人識別法は、依然として親子や兄弟など血縁関係のDNA型検査などが主流となっているが、骨からDNA型が

検出されないケースもあり、頭蓋・顔写真スーパーインポーズ法などの別な識別法も利用されてきた。近年は災害で発生した身元不明死体と候補者との異同識別に生前・死後のデジタル画像が利用されることが多くなり、複数の法医学者によりその有用性と正確性が報告されている[8-12]。

われわれは東日本大震災発生直後に発見され、未だ身元確認されていなかった遺体が装着していた義歯と、最近発見された遺体の生前に撮影されたCT画像により身元確認した2事例を紹介する。

事 例 1

1. 概要

遺体は発災直後の2011年3月に発見された。身元判明に至ってはいなかったが茶毘に付された。遺体発見時に口腔内に装着されていた上下顎全部床義歯は所持品として市町村に保管されていた(図1)。

遺体発見後しばらくして、行方不明者の家族と震災遺体のDNA型データベースの照合から、可能性のある候補者が浮上したが、確実な身元判定のための追加



図1. 事例1: 遺体発見時に口腔内に装着されていた義歯

の個人識別方法が導き出せず、いた。その約8年経過後、候補者が生前通院していた歯科医院が特定され、そこで上下顎全部床義歯を製作したことが判明した。その通院時期は震災発生の7年前で、当時の歯科診療録はすでに破棄されていた。義歯を製作した歯科技工所も閉鎖されており、詳細を把握することは困難であった。しかしその歯科医院では、義歯の前歯部には比較的一般的な人工歯を使用しているのに対し、臼歯部に頻用しているレジン人工歯が、日本国内シェアのわずか0.179%（2017年度）という非常に稀なものであることが判明した[13]。

候補者が通院していた歯科医院が保険診療内で製作する義歯に使用している人工歯はLivedentプラスチック（株式会社ジーシー、東京）である。岩手県内の歯科材料販売業者2社からの聴取によると、岩手県内のLivedentの需要は長きに亘って極めて少ない状態が続いており、県内陸の診療所および関連する歯科技工所による購入が継続しているのみで、岩手県沿岸での需要は皆無であるという。したがって沿岸で発見されたその遺体が稀な人工歯を使用した義歯を装着していたことを証明することは、候補者との異同識別の一助となると考えられた。そこで遺体が装着していた義歯の人工歯が、その極めて需要の少ない人工歯 Livedentであるか否かの判断を行い、その遺体が歯科医院に通院していた患者（候補者）と同一人である可能性を高めようと試みた。

2. 方法

身元不明遺体の所有物である義歯①をコーンビームCT（3D Accuitomo, モリタ製作所、京都）にて撮像し、そのDICOMデータをStereolithography（STL）に変換して3次元モデルを構築した。次に候補者が装着していた義歯に使用された人工歯「Livedent」FB20プラスチック108②（図2a）、および対照資料として、硬質レジン歯の日本国内シェア約40%で一般的な保険診療内で製作される義歯に頻用され、候補者の歯科医院で製作する義歯の前歯部にも使用されている

「ENDURA」S28 A3（株式会社松風、京都）③（図2b）を技工用デスクトップスキャナー（KaVo Multi CAD, カボデンタルシステムズ株式会社、東京）にて撮像し、STLを構築した。そして①と②、③の上下左右第一大臼歯人工歯のSTLそれぞれとを重ね合わせ、形態の一致状況を確認した（図3）。その重ね合わせたSTL上で形態の差が図4のように表現される。つまり緑の範囲が広いほど、重ね合わせた際の差が小さく形態が一致することを意味する。なお、それぞれの重ね合わせに使用したソフトウェアはspGauge（株式会社アルモニコス、静岡）である。

3. 結果

遺体が装着していた義歯の人工歯①とLivedent②を重ね合わせた結果、義歯の咬合調整や咀嚼による咬耗によって変化を来しやすい口蓋側・舌側咬頭の差が0.4 mm以上と大きい。咀嚼による咬耗が生じにく

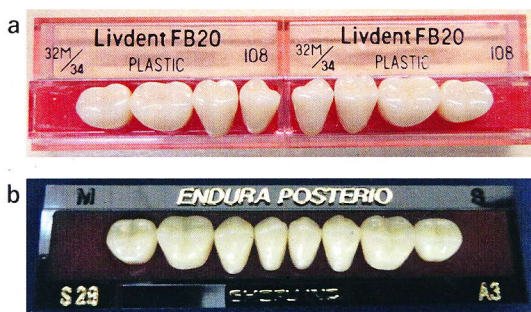


図2. a: 候補者に製作された義歯の人工歯「Livedent」 b: 対照資料となった一般的によく使用される人工歯「ENDURA」

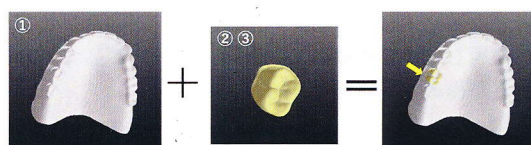


図3. 遺体が装着していた義歯①と、候補者に製作された義歯の人工歯「Livedent」②と対照資料「ENDURA」③それぞれを重ね合わせた（矢印）。

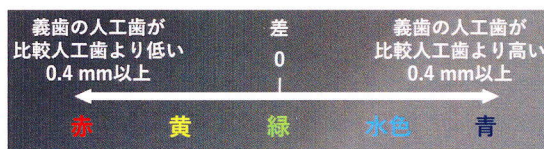
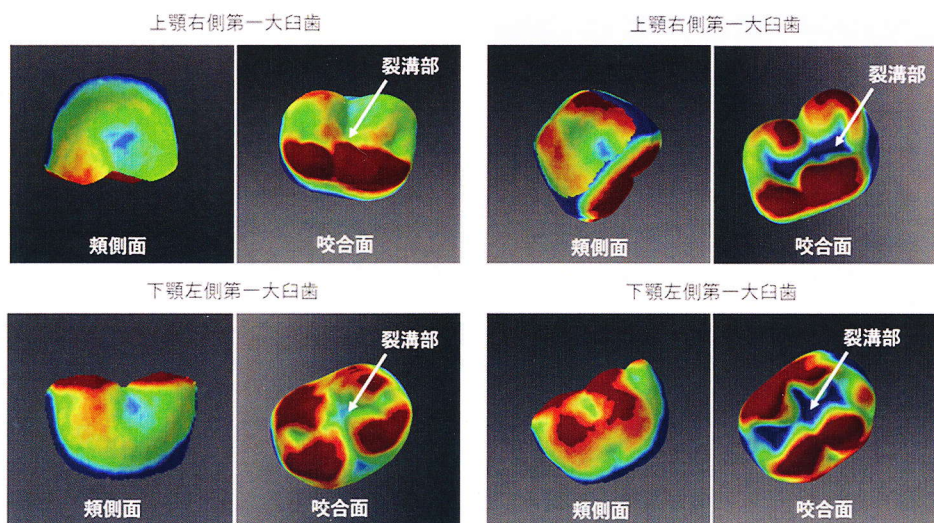


図4. Stereolithography（STL）上で形態の差が色の違いで表現される。緑の範囲が広いほど重ね合わせた際の差が小さく形態が一致することを意味する。



候補者の人工歯② Livedent

対照人工歯③ ENDURA

図5. 遺体が装着していた義歯の人工歯と「Livedent」②の重ね合わせでは、咀嚼による咬耗が生じにくい部分である頬側面と咬合面裂溝部の差は0.05 mm程度と小さく、双方の形態がほぼ一致する。対照資料の「ENDURA」③との重ね合わせでは、経時的な咬耗を考慮しても変化するはずのない頬側面と咬合面裂溝部の広範囲に0.4 mm以上の差を認める。

い部分である頬側面と咬合面裂溝部の差は0.05 mm程度と小さく、双方の形態がほぼ一致した。一方、遺体が装着していた義歯の人工歯①と対照資料の「ENDURA」③では、経時的な咬耗を考慮しても変化するはずのない頬側面と咬合面裂溝部の広範囲に0.4 mm以上の差を認めた(図5)。

これらの結果から、遺体が装着していた義歯の人工歯は②に極めて酷似したものであり、類用性の高い③は使用されていないと説明できる。したがって、身元不明死体が装着していた義歯の人工歯と、候補者が使用していた義歯の人工歯は、同一の製品である可能性が極めて高いと判断した。

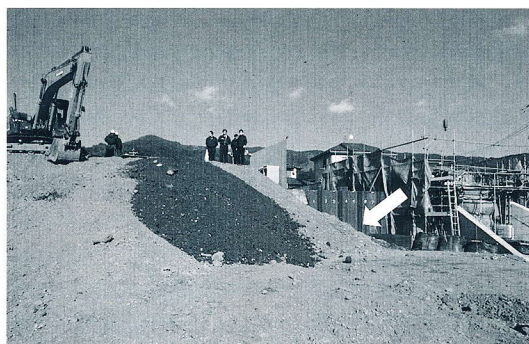


図6. 事例2：頭蓋骨の発見場所(矢印)

事例 2

1. 概要

2019年3月、震災により津波被害を受けた河岸の工事現場で頭蓋が発見された(図6)。頭蓋は眼窩上縁と外耳孔をかりうじて確認できる状態でかなり摩耗されていた(図7)。司法解剖の結果、女性、年齢は60歳以上と推定された。行方不明者の家族と震災遺体のDNA型データベースの照合から、母子関係に矛盾しない遺族(子供)3名がヒットしたことから、頭蓋は震災遺体である可能性が認められた。その候補者は生前病理組織検査を行っており、そのプレパラート

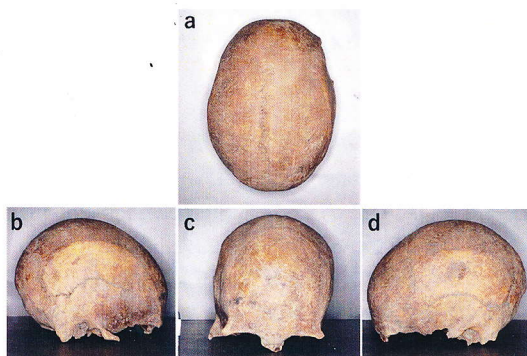


図7. 事例2：頭蓋骨外観。a：頭頂面観 b：右側面観 c：正面観 d：左側面観

が保存されていたため、STR 型を検査したところ、16 座位中 14 座位が検出され、検出された STR 型は頭蓋のそれらと一致したが、残りの 2 座位は検出できなかった。通院経歴から候補者は生前脳梗塞治療を受けており、その CT 画像を入手して頭蓋の CT 画像との比較を行なうことになった。

2. 方法

解剖時撮影された CT 画像（死後 CT）から、OsiriX ソフトウェアにより 3 次元像を描出した（図 8）。生前候補者に撮影された CT 画像（生前 CT）は、頭蓋の矢状断および水平断画像が 20 枚（スライスピッチ 8 mm）などであり（図 9）、この水平断画像から同様に 3 次元化した（図 10）。HBM-Rugle ソフトウェア（メディックエンジニアリング、京都）を用いて、まず頭蓋 3 次元像（図 8）を生前 CT の矢状断像や水平断像（図 9）に重ね合わせた。さらに両者の 3 次元

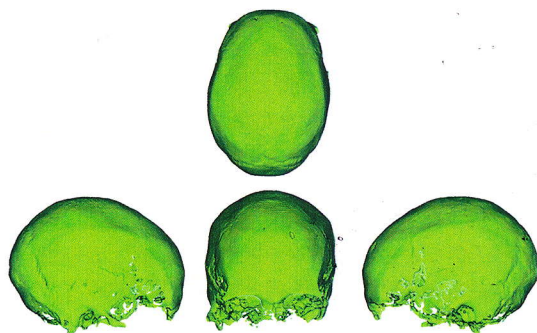


図 8. 事例 2: 頭蓋骨から作成した 3 次元画像

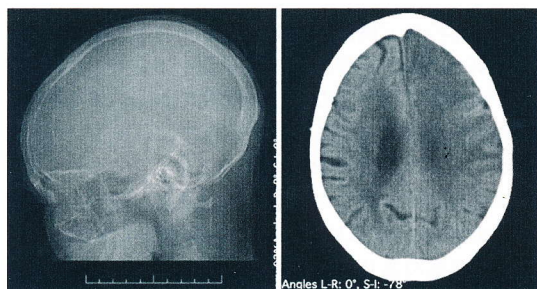


図 9. 候補者の生前 CT 画像. 左: 矢状断 右: 水平断



図 10. 候補者の生前 CT 画像から作成した 3 次元画像. 左: 正面観 右: 左側面観

像同士（図 8, 10）を眼窩上縁と外耳孔を規準にして重ね合わせた。

3. 結果

発見された頭蓋骨の輪郭線と生前 CT（矢状断）の輪郭線はほぼ一致した（図 11）。また外耳孔の位置も合致した（図 12）。死後 CT と生前 CT の水平断像の比較は、生前 CT の最大幅径部分に相当する画像を利用した。その結果、図 13 に示すように両者の輪郭は

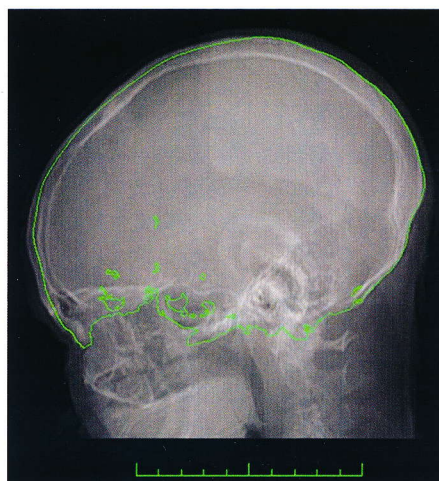


図 11. 頭蓋骨の輪郭線と候補者の CT 画像（矢状断）との比較

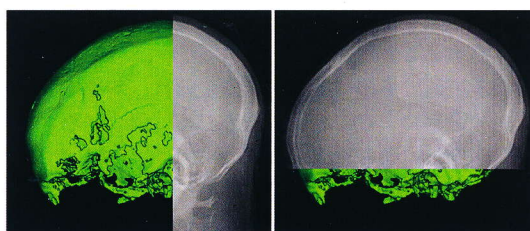


図 12. 外耳孔を規準にした頭蓋骨と候補者の CT 画像（矢状断）との分割画像による比較

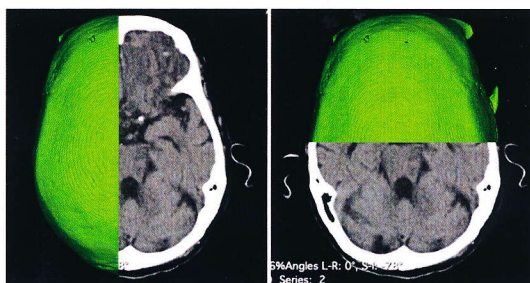


図 13. 頭蓋骨の 3 次元分割画像と候補者の CT 画像（水平断）との重ね合わせ

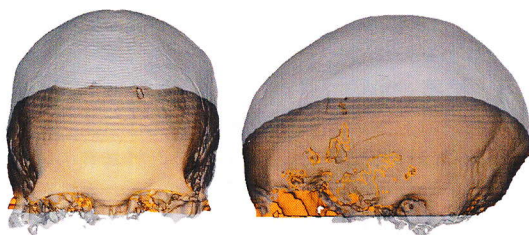


図 14. 頭蓋骨の 3 次元画像と候補者の CT 画像から作成された 3 次元画像との重ね合わせ。左：眼窩上縁を規準に重ね合わせた前額面観
右：外耳孔を規準に重ね合わせた左側面観

よく合致した。さらに 3 次元画像同士の重ね合わせでも、眼窩上縁、側頭窩、外後頭隆起の形態などが一致した（図 14）。これらの所見から死後 CT の人物は生前 CT の人物と同一人であると考えられた。

考 察

事例 1 では成分分析も一つの手段であったが、未だ身元が判明していない個人の遺留品を破壊することはできず、非破壊検査が要求された。フーリエ変換赤外分光光度計を利用することで、その人工歯の成分に関する非破壊検査を試みたが、検査機器への試料の設置が非常に困難であり、導き出されたスペクトルの再現性が不安定であった。そこでデジタル画像を構築することで義歯を破壊することなく違った視点からの分析を実施することとなった。

機能咬頭である口蓋側・舌側咬頭は、新義歯装着時に歯科医師によって咬合調整のために削合がなされたり、咀嚼による咬耗によって形態変化を来しやすく、事例 1 の分析結果でも遺体が装着していた義歯の人工歯と候補者が装着していた義歯に使用された人工歯との大きな差を認めたが、非機能咬頭である上顎側咬頭、側面、そして咬合面裂溝部の差はほとんど見られなかったことを証明することで、異同判定の一助となる有効な結果を導くことができた。

義歯に使用する人工歯には硬質レジン歯、メタアクリル系レジン歯、そして陶歯があり、複数の会社がそれぞれの素材による商品を販売している。陶歯は主に私費診療によって製作される義歯に使用される。そして保険診療内の義歯にはレジン歯がよく使用されるが、近年では硬質レジン歯がメタアクリル系レジン歯に置き換わる形で多く使用される傾向となっている [13]。したがって日本人の義歯の人工歯には硬質レジン素材が最も多く使用され、中でも国内トップシェア

を維持している会社の硬質レジン歯が使用されている義歯を装着している者が多くを占めていることが予想できる。このような背景に加え、候補者の義歯に使用されていたメタアクリルレジン歯の商品名が判明したことが、多数遺体を発生させた東日本大震災による身元不明死体の個人識別に応用できた事例 1 は、現代日本が抱える問題である災害犠牲者や孤独死者の個人識別を法歯学と臨床歯科学連携によって正確に行えることを啓発できる貴重な事例だと言える。

事例 2 では生前 CT を利用して身元確認を行ったが、この生前 CT と死後 CT による形態比較は同一人であるか否かを明確にできる利点がある。現在頭蓋と顔写真を使用するいわゆる頭蓋・顔写真スーパーインポーズ法は、事例 2 のような DNA 型だけでは個人識別ができないケースで利用されており、最近では従来の頭蓋の写真像を顔写真に重ね合わせる方法に代わって、頭蓋 CT から作成した 3 次元頭蓋像を利用する方法が主流となっている [11]。しかし、この方法は両人物が別人であることを証明するには効果があるが、同一人であることを強く主張できない。本事例は生前の CT 画像やその 3 次元像を利用したが、顔写真スーパーインポーズ法とは異なり、形態のダイレクトマッチングであるため、識別能力は非常に高いと考えられる。一方、これまでの DNA 型による身元確認は、通常両親と子供などの関係をみてきたが、片親しかいない場合はできるだけ多くの子供との親子関係をみて、その尤度比も考慮することになる。この方法は他に候補者が浮上していない場合は比較的有效である。本事例における尤度比は 4.92×10^{12} と高い確率を示したが、震災遺体の身元確認ではデータベース上、複数の候補者（親、子供）が浮上してくることがあり、尤度比のみで候補者を絞り込むことは危険である。本事例ではこの点を憂慮して CT 画像の検査までに至った経緯がある。大規模災害において全遺体を CT で撮影することは現実的には難しいと考えられるが、早期に身元が特定できない遺体について CT 検査をしておくことは、その後の遺体の取り違えを確認する、あるいは防ぐためにも有用であると考えられる。震災遺体の身元確認に CT 画像を利用した事例は、最も多くの犠牲者を出した岩手、宮城、福島 の 3 県では初めてであったが、本検査は歯科用エックス線写真による照合と同様に、今後身元確認のための有効な方法として期待される。

結 語

われわれは発災から8年が経過した東日本大震災による行方不明者と、震災による犠牲者と思われる者の義歯の人工歯、頭蓋骨の一部から異同判定を行い、その結果をそれぞれの身元特定の一助とすることができた。

謝 辞

本事例に関する調査にご協力いただいた、株式会社ウチヤマ盛岡営業所、株式会社ジーシー東北営業部、および株式会社松風営業企画課に深く感謝いたします。

利 益 相 反

本事例報告にあたり開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1 警察庁ホームページ「東日本大震災について—警察措置と被害状況」<https://www.npa.go.jp/news/other/earthquake2011/pdf/higaijokyo.pdf> (2019年7月1日アクセス)
- 2 宮城県警察ホームページ「東日本大震災関連情報—名前の推定ができない(身元不明)犠牲者の方々」https://www.police.pref.miyagi.jp/hp/jishin/itai/syojihin_gazou/index_gazou.html (2019年7月1日アクセス)
- 3 岩手県警察ホームページ「平成23年被害市日本大震災に伴うお知らせ—身元不明のご遺体情報と似顔絵の公開」<http://www2.pref.iwate.jp/~hp0802/oshirase/kouhou/saigaijyouhou/mimotofumei/kakunin.html> (2019年7月1日アクセス)
- 4 河北新報朝刊 2018年11月13日 東日本大震災犠牲者遺体取り違えを公表/岩手県警。
- 5 熊谷章子. 東日本大震災における身元判明に至らない死体に関する検討. 神奈川歯学 50巻記念特別号 2015: 96-102.
- 6 Japanese Unidentified and Missing Persons Response Team. 3.11 Identity 身元確認作業に従事した歯科医師の声を未来へ. 東京: ブックウェイ, 2016: 19-36.
- 7 岡 広子, 勝村聖子, 大林由美子, 小菅栄子, 斉藤久子, 熊谷章子. 海外12か国と日本における災害時歯科的个人識別システムの比較. Forensic Dent Sci 2018; 11: 1-6.
- 8 熊谷章子, 金武 潤, 熊谷礼子, 高宮正隆, 三枝聖, 琵琶坂仁, 徳田卓也, 佐々木善敏, 青木康博. 無歯顎頭蓋骨と義歯のスーパーインポーズによる個人識別の1例. 法医学の実際と研究 2014; 47: 163-168.
- 9 Van Der Meer DT, Brumit PC, Schrader BA, Dove SB, Senn DR. Root morphology and anatomical patterns in forensic dental identification: a comparison of computer-aided identification with traditional forensic dental identification. J Forensic Sci 2010; 55: 1499-1503.
- 10 岡田亜由美. 相同モデル理論を応用した歯列石膏模型による個人識別の開発. 岡山歯学会雑誌 2017; 36: 1-8.
- 11 土井祐輔, 三浦雅布, 谷口 香, 宮石 智. 平成30年7月豪雨災害における頭蓋3次元モデルを用いた頭蓋・顔写真スーパーインポーズ法による兄弟識別の1例. 日本法医学雑誌 2019; 73: 76.
- 12 Sidler M, Jackowski C, Dirnhofer R, Vock P, Thali M. Use of multislice computed tomography in disaster victim identification. Forensic Sci Int 2007; 169: 118-128.
- 13 歯科機器・用品年鑑 2019年度版. 名古屋: 株式会社アールアンドディ, 2019.