東日本大震災後の東北(岩手県)沿岸部捜索に関わった 自衛隊員の毛髪成分

藤村 朗1、安藤禎紀1、高橋千衣子2、後藤祥子2、世良耕一郎3

¹岩手医科大学解剖学講座機能形態学分野 028-3694 岩手県紫波郡矢巾町西徳田 2-1-1

²日本アイソトープ協会仁科記念サイクロトロンセンター 020-0173 岩手県岩手郡滝沢村滝沢留が森 348-58

3 岩手医科大学サイクロトロンセンター 020-0173 岩手県岩手郡滝沢村滝沢留が森 348-58

1 はじめに

2011年3月11日に発災した東日本大震災後の大津波により、岩手県を含む東北沿岸部は大きな被害 を被った。この震災とその後の津波により、2013年6月10日現在で死者15,883人、行方不明者2,671 人となった。特に、津波は沿岸部湾港海底のヘドロを陸上に巻き上げ、津波が引いた後もヘドロは残留 した。岩手県ではそんな中、被害者の方々は現地にとどまり、家族の捜索、がれきの撤去を継続してい た。このような環境下、岩手県歯科医師会、岩手医科大学、そして全国から歯科医師が大震災およびそ の後の津波による被害で亡くなられた方の身元確認作業に従事した。残留したヘドロの中には湾港海底 に堆積した様々な物質が含まれており、その中には有害物質も含まれているため、沿岸各地の土壌中の 微量元素量調査が行われた 1,2)。さらに、地上に巻き上げられた残留土壌中の有害物質は乾燥すると空気 中に飛散する可能性がある。がれき撤去作業に従事している方々の体内に呼吸器から様々な微量元素が 取り込まれる可能性を想定し、被災地で生活されている方々の毛髪中の微量元素が測定された。その結 果、残留土壌中からはいくつかの有害微量元素(ヒ素、鉛)が検出されているが、被災地に生活してい る方々の毛髪中の有害微量元素はほとんど変化していなかったことが報告された 1)。我々はこれらの報 告で最も重要な点が考慮されていなかったことに注目した。すなわち、沿岸で生活している方々はもと もと現地の食物を摂取する機会が多く、それが被災のために摂取できなくなったにもかかわらず、変化 しなかった可能性はないのかということである。本来のコントロール値は発災まで被災地に生活してい なかった者が被災後長期に被災地で滞在(支援)した者であると考えた。今回の震災後、多くの職種の 方々が、被災地に入り、様々な支援を行ったが、被災地の状況から、基本的には日帰りもしくは短期の 従事であった。一方、震災直後から陸上自衛隊は被災地に駐屯し、しかも被災の最前線でがれきの撤去、

行方不明者の捜索に従事した。その中には女性自衛官も含まれており、その毛髪を入手する機会を得た ので、分析結果を報告する。

2 材料と方法

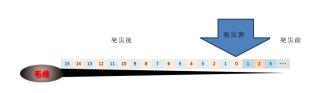
測定材料は陸上自衛隊岩手駐屯地に勤務している女性自衛官の毛髪である。派遣場所はほとんどが大槌町(図1)であった。大槌町(平成23年2月28日現在の総人口15,994名)における東日本大震災人的被災状況は死者が平成25年4月1日現在で1,230名(うち行方不明者433名)である。



表 1 材料採取に協力いただいた女性自衛官の被災地派遣時の環境

| 年齢 | 派遣期間 | 派遣サイクル | 派遣場所 | 宿泊 場所 | 食事 | 飲料水 | 捜索活動時 のマスク | 捜索活動時 のゴーグル | 派遣地域での入浴 | 駐屯地での入浴 |
|----|-----------|--------------|----------|----------|-----------------------|----------------|---------------|----------------|-------------|---------|
| 34 | 3/13-7/31 | 5日間勤務2日間休養 | 大槌 | 天幕 | 野外炊事による給食 | 他地域からの給水による飲料水 | 着用 | 着用 | 不規則 | 毎日 |
| 26 | 3/20-6/28 | 7日間勤務2日間休養 | 大槌 | 天幕 | 野外炊事による給食 | 他地域からの給水による飲料水 | 着用 | なし | 不規則(週に1-2回) | 毎日 |
| 30 | 3/11-7/1 | 5日間勤務5日間休養 | 大槌 | 天幕 | 野外炊事による給食 携行食または弁当 | 他地域からの給水による飲料水 | 着用 | 着用 | 不規則(週に2回程度) | 毎日 |
| 22 | 3/28-7/中旬 | 7日間勤務2-5日間休養 | 大槌 | 天幕 | 野外炊事による給食 携行食または弁当 | 派遣地域の水道水 | 着用 | なし | 不規則(週に2回程度) | 毎日 |
| 33 | 4/25-6/30 | 3日間勤務2日間休養 | 大槌 | 天幕 | 野外炊事による給食 | 他地域からの給水による飲料水 | 着用 | 着用 | 毎日 | 毎日 |
| 28 | 3/11-4/1 | 7日間勤務2日間休養 | 大槌 釜石 | 天幕 | 携行食または弁当 | 他地域からの給水による飲料水 | 着用 | なし | 不規則(週に2回程度) | 毎日 |
| 21 | 3/11-7/26 | 7日間勤務2日間休養 | 大槌 釜石 | 天幕 | 携行食または弁当 | 他地域からの給水による飲料水 | 着用 | なし | 不規則(週に2回程度) | 毎日 |
| 22 | 3/12-3/17 | 5日間勤務のみ | 大槌 | 天幕 | 携行食または弁当 | 派遣地域の水道水 | 着用 | 着用 | 不規則(週に2回程度) | 毎日 |
| 21 | 3/12-5/中旬 | 7日間勤務2日間休養 | 大槌 | 天幕 | 野外炊事による給食 | 派遣地域の水道水 | 着用 | 着用 | 不規則(週に2回程度) | 毎日 |

毛髪を採取したのは平成 24 年 6 月 (発災後 15 か月経過)であった。陸上自衛隊岩手駐屯地に勤務し、東日本大震災発災後、被災地に表 1 の環境下で派遣された女性自衛官 9 名である。毛髪採取は頭皮縁にて切断し、アセトンにて表面の清掃を行った。毛髪は、個人差はあるが、ほぼ 1 か月に 1 cm伸びることが知られており、平成 24 年 6 月 (発災後 15 か月)に採取した毛髪は毛根から 15 cm前後が発災時に当たるものと推測できる (図 2)。切断部位から 1 cm間隔で分断し、それぞれを検体の 1 か月分のデータとして取るために試料板にテープにて貼付した (図 2)。毛髪の成分分析は世良の無標準測定法を用いて岩手医科大学サイクロトロンセンター (岩手県滝沢村)の PIXE にて測定した 3.4.5.6。



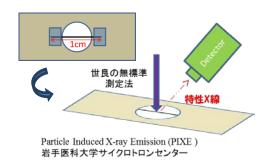
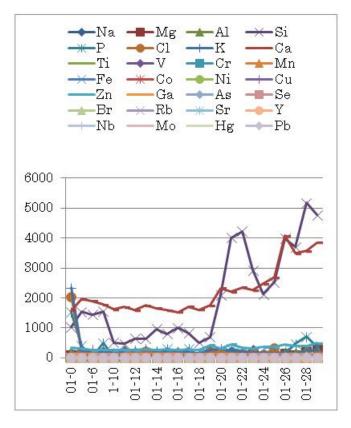


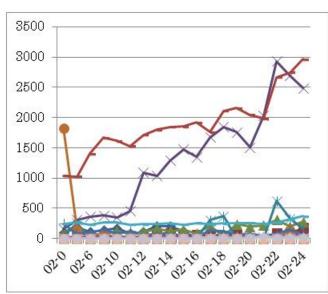
図2 毛根から15cm前後の位置が発災時である。

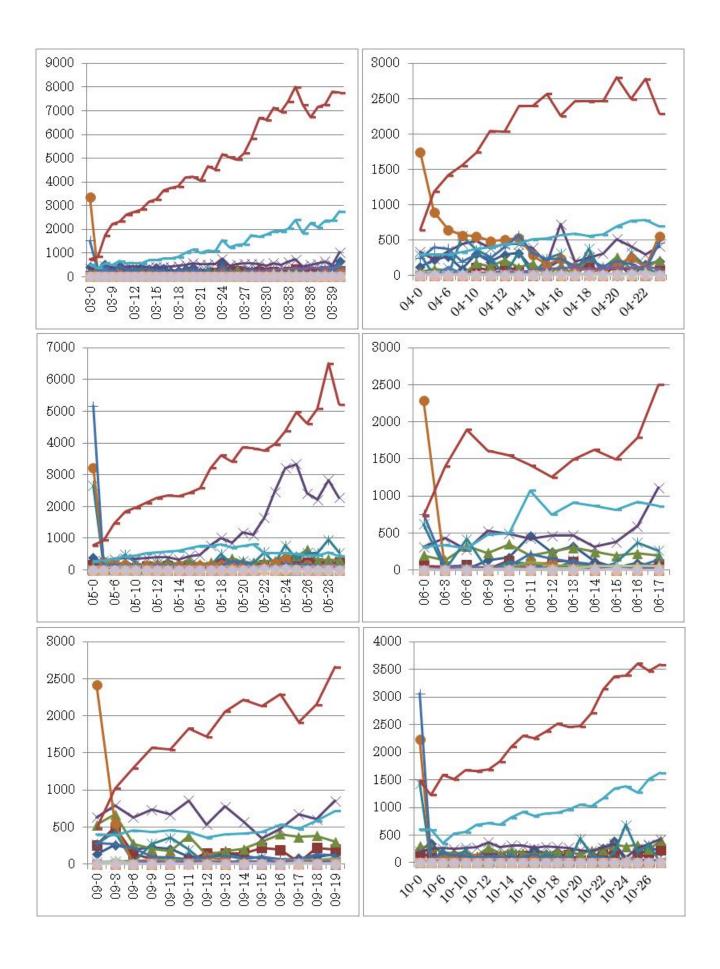
図3 測定の概念図

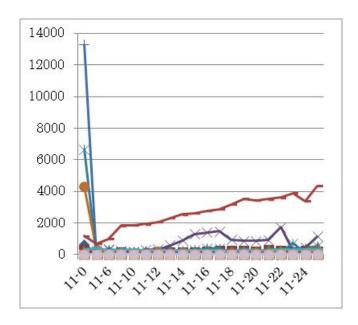
3 結果

9 例すべての毛髪成分をグラフに示す。検出された元素は Na、Mg、Al、Si、P、S、Cl、K、Ca、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Ga、As、Se、Br、Rb、Sr、Y、Nb、Mo、Hg、Pb であった。毛髪の成分で最も多いのが硫黄を含む含流アミノ酸であり、ほとんど変動示さなかったので本結果から除外した。シリカは必須ミネラルとして知られている成分である。カルシウムは水道水中から吸着するといわれており、毛先へ行くほど多くなることが知られている。塩素も水道水から付着するといわれているが、毛根近くに多く検出される理由は不明である。亜鉛は必須ミネラルで、特に毛髪の質(キューティクル)の形成に関与していると言われている。カリウムも必須ミネラルに挙げられている。これらの必須ミネラルは存在して当然であるが、不足は何らかの障害を毛髪に起こすことになる。しかしながら、各元素の濃度動態で毛根から 15 cm前後における大きな変動は認められなかった。

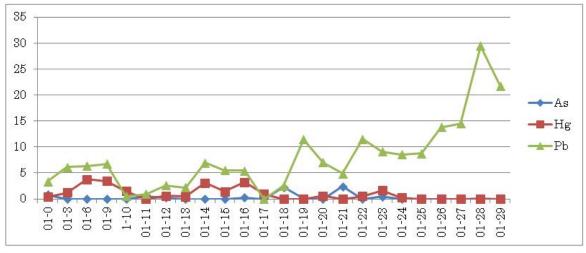


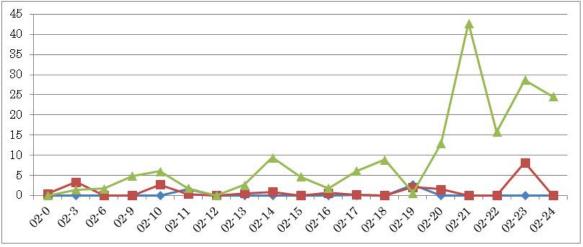


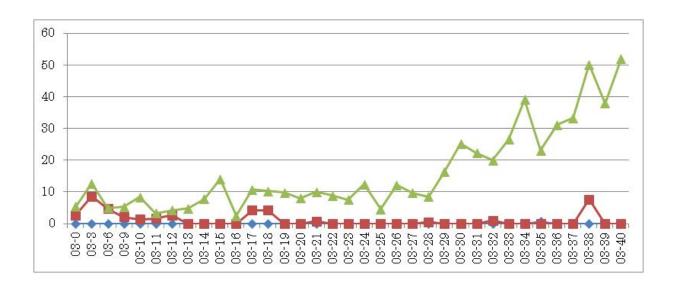


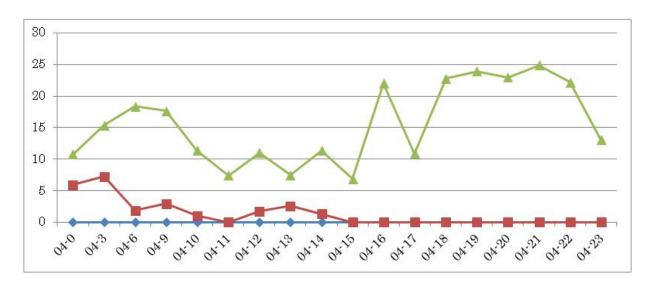


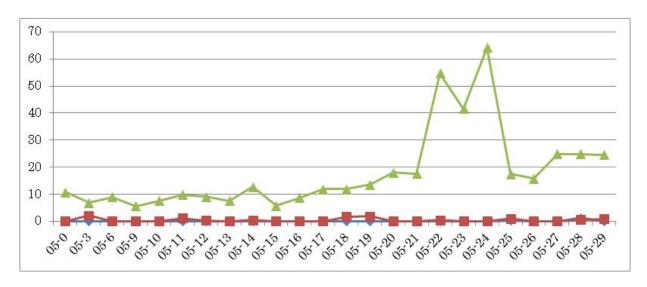
ほとんどの検出元素は毛髪中に存在するものであり、大槌地区に通常存在するものであった。これらの元素のうち、有害元素として報告されているのは、As、 Hg、 Pb であるので、これら 3 元素のみを抽出してグラフに示すと、

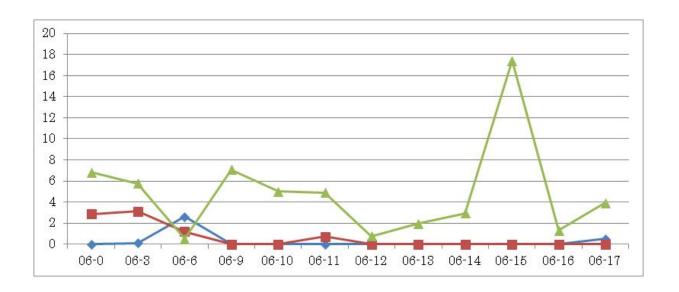


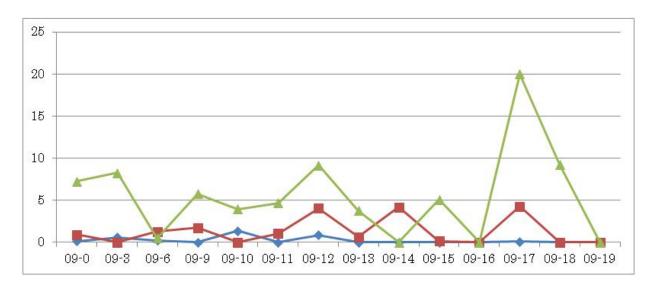


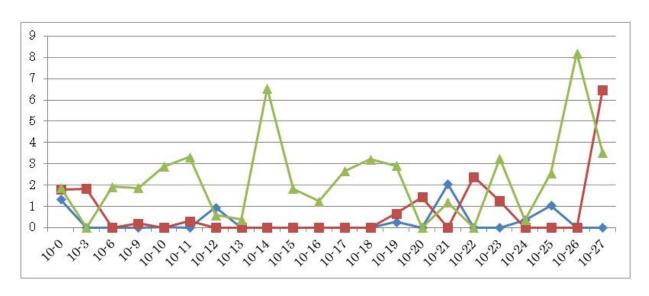


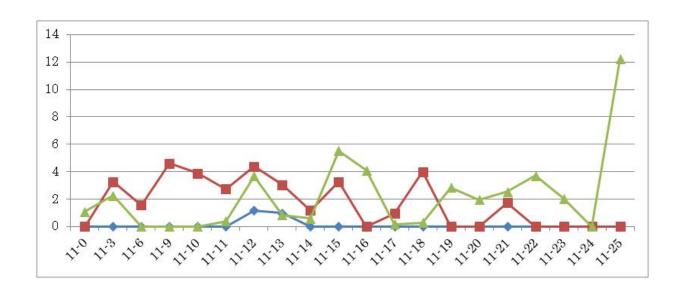












これらの結果から、毛根から 15 cm前後の毛髪中にのみ有害元素が増加したという事実はなかったことが明らかとなった。

4 考察

東日本大震災の被災地(沿岸部)における毛髪成分から、被災後の環境の変化の影響を検討するには、コントロールとして被災地での生活を過去にしていない者で、発災後に長期間、しかも被災地で生活した者を検索する必要があると考えた。様々な支援者が被災地に入ったが、そのほとんどは内陸部からの日帰りで被災地では生活しなかった。陸上自衛隊はその行動がすべて自己完結型であるため、基本的に現地に赴き、現地生活する。今回の派遣では食事、飲料水等は現地調達ではなかったが、24時間現地で過ごし、しかも過酷な遺体の捜索(がれきの中で)を女性自衛官であっても行っていた。そこで、長い毛髪を有している女性自衛官から試料を提供していただき、元素分析を行った。

被災地においては世良等の報告では、青森・岩手・宮城の各県沿岸地域において 72 の堆積物試料が採取され分析され、これらの結果は岩手県内陸で採取された土壌 57 試料の結果と比較された。その結果、砒素と鉛は大船渡、釜石地区で高い濃度を示していた。

ヒ素と鉛が被災地における環境変化が人体に及ぼす影響の中で、海底堆積土壌中の有害元素の体内取り込みは重要な調査であるが、実際、被災地において通常の調査方法は困難である。体内蓄積の歴史を残している人体構造物で容易に入手できるのは毛髪である。長ければ 40 か月以上 (3~4 年) の歴史が刻まれていることになる。一方、歯にも環境変化の歴史は刻まれることは明らかであるが、試料採取の観点から歯の交換時期にあたっている乳歯に限られるため、毛髪に比べると入手は困難である。また、歯の一日当たりの形成量はミクロン単位であるため、時期の特定がかなり難しくなる。しかしながら、乳歯の形成開始から永久歯への交換までの期間は長いものでは 10 年くらいあり、すなわち、10 年間(120 か月) の歴史を刻んでいる可能性があるという意味では有効な資料である考える。

自衛隊員は被災地に派遣される際に基本備品が決められており、マスク、ゴーグルは必需品であった。今回の結果は自衛隊員が携行した通常レベル(花粉症予防)のマスクおよびゴーグル着用だけで十分な効果があった可能性がある。さらに、食事を現地調達で行わなかったことも有害元素が検出されなかった理由の一つであると今回の結果から推測される。しかしながら、今回の結果は現実の被災地の環境を表していない可能性もあると考える。すなわち、自衛隊の派遣時期が7月までであったことである。3月の発災から7月の4か月間は岩手県沿岸の気温も低く、しかも梅雨の時期にあたっており、津波により巻き上げられた海底土壌が完全に乾燥し、空気中に浮遊飛散する時期ではなかった可能性がある。こ

れらの観点から、大気中浮遊物質の PIXE 分析を合わせて行うこと、測定時期を気候に考慮して行うことなど、今後に多くの課題を抽出できた。

5 結論

東日本大震災後の岩手県沿岸部捜索に関わった自衛隊員の毛髪成分検索の結果、幸いなことに問題はなかった。今後、このような呼吸器、消化器を介した摂取微量元素の調査を行う際の条件として、気温、湿度、風速などの気候(=粉じんの浮遊状況)を考慮することを進言したい。

今回の東日本大震災およびその後の大津波被害に対する全国の歯科医師の支援は多大なものであった。その中でも身元確認のために、長期間身元確認作業に従事してくれた歯科医師の方々の健康に影響を及ぼす可能性のある様々な微量元素の飛散は今回の結果からは問題ないことになったが、目に見えないものであり、福島県における放射能と同様に、常に考慮すべきものであると考える。

参考文献

- 1)世良耕一郎、馬場史孝、後藤祥子、高橋千衣子、齋藤義弘:3.11 巨大津波が陸地にもたらした重元素汚染された汚泥試料の分析 NMCC 共同利用研究成果邦文集 18:84-92 (2011)
- 2) F. Baba, K. Sera, S. Goto, C. Takahashi and Y. Saitoh: Analysis of Contaminated Sludge Deposited on the Land Attacked by Great Tsunami Following Tohoku Great Earthquake Disaster. Int'l Journal of PIXE: 22:1-2, 231-239 (2012)
- 3) K. Sera, K. Terasaki, T. Sasaki, S. Goto, Y. Saitoh, and J. Itoh: Studies on Changes of Elemental Concentration in a Human Body by Means of Analyses of Long Hairs on the Basis of the Standard-Free Method. Int'l Journal of PIXE: 19: 1, 2, 17-27 (2009)
- 4) K. Sera, S. Futatsugawa and S. Murao: Quantitative Analysis of Untreated Hair Samples for Monitoring Human Exposure to Heavy Metals. Nucl. Inst. Meth. In Physics Research: B189: 174-179 (2002)
- 5) 世良耕一郎、後藤祥子、高橋千衣子、齋藤義弘: 大気 PIXE による生きた植物試料に対する無標準定量分析法の開発 NMCC 共同利用研究成果邦文集 17:69-80 (2010)
- 6) K. Sera, K. Terasaki, J. Itoh, Y. Saitoh and S. Sakurai: Standard-Free Method for Hair Samples in In-Air PIXE. Int'l Journal of PIXE: 18: 1,2 21-30 (2008)

Hair elements of female Self-Defense officials concerned with the Iwate prefecture area-along-the-shore search after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake

A. Fujimura¹, Y. Ando¹, C. Takahashi², S. Goto² and K. Sera³

¹ Division of Functional Morphology, Department of Anatomy, Iwate Medical University 2-1-1 Nishitokuta, Yahaba, Iwate 028-3694, Japan

² Cyclotron Research Center, Iwate Medical University 348-58 Tomegamori, Takizawa, Iwate 020-0173, Japan

³ Nishina Memorial Cyclotron Center, Japan Radioisotope Association 348-58 Tomegamori, Takizawa, Iwate 020-0173, Japan

Abstract

The hair elements of the female Self-Defense officials concerned with the Iwate Prefecture area-along-the-shore search after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake were analyzed by PIXE. This research was planned in order to investigate how much the harmful elements in the submarine soil ashore left behind after tsunami was taken into the human body.

After tsunami, the harmful elements in the soil which remained ashore dispersed in the air with dryness, and was taken into the human body from respiratory and a digestive organs. And then those elements remained in hair, we have chosen a hair for analyzing by PIXE.

The rise of the harmful elemental concentration congruous at dispatch time was not observed in the hair of the Self-Defense officials fortunately. We surmised that wearing of a mask and goggles was effective.

From now on, not only the resident of a stricken area but the volunteer who goes into a stricken area by support service must not forget existence of the suspended substance in the air. We think that measurement of a floating-among the air scattering substance should be included in the environmental research of a stricken area.