

パプアニューギニア・クラインビット村における食材と 村人の毛髪中の微量元素

竹中千里¹、梅村光俊¹、世良耕一郎²、野中健一³

¹名古屋大学大学院生命農学研究科
464-8601 名古屋市千種区不老町

²岩手医科大学サイクロトンセンター
020-0173 岩手県岩手郡滝沢村滝沢字留が森 348-58

³立教大学文学部
171-8501 東京都豊島区西池袋 3-34-1

1 はじめに

東南アジア・オセアニアの農村部の人々は、栽培作物だけでなく、小動物や野生植物などの多様な野生生物を狩猟採集活動によって獲得し食生活に利用している。こうした地域では、野生生物資源の利用種類に比して個々の摂取量は少ないため、エネルギー源の摂取といったマクロなレベルでは見過ごされがちであるが、含有される微量元素摂取に寄与していることが予想される。しかし、それらにどのような微量元素が含まれ、身体・健康にどのような効果をもち機能しているのか等の位置づけは不明である。そこで、野生生物資源に依存する食生活が維持されている村を対象に、野生生物資源の食用による微量元素摂取が、どの程度人々の健康および環境適応に寄与しているかを1村落の環境利用活動と食物摂取から明らかにすることを目的として研究を進めている。毛髪に含まれる元素濃度の分析は、環境影響や栄養状態の把握に有効であることが知られていることから^{1,2,3)}、本研究では毛髪サンプルのデータを村人の野生生物摂取の指標として評価する。

今回は、昨年度のラオス・ファイダム村の調査結果報告に引き続き、パプアニューギニア・クラインビット村で、サゴヤシのデンプンを主食とする人々を対象として行った調査結果を報告する。

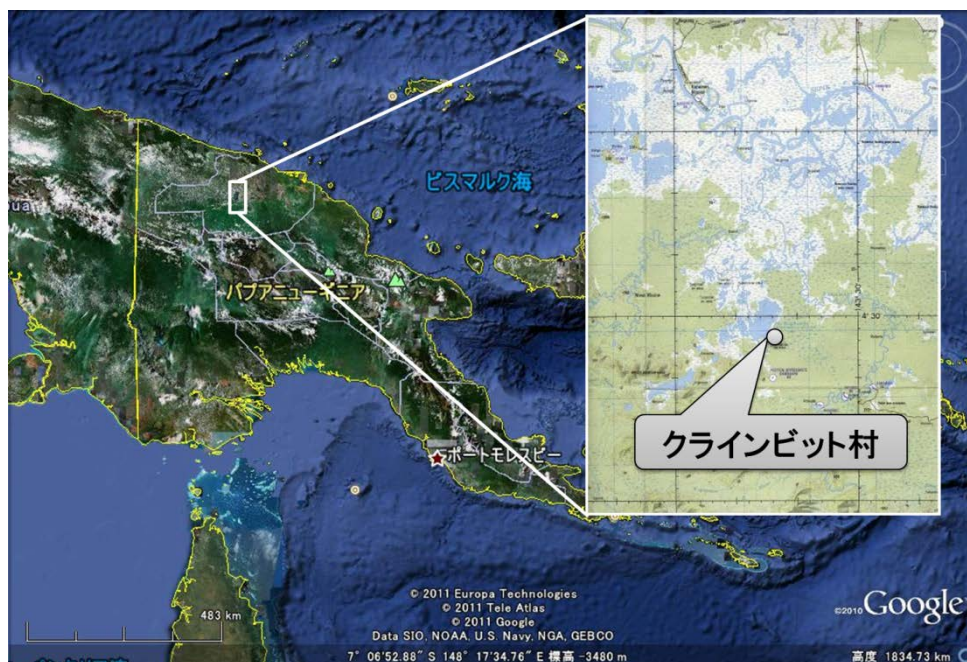


図1. 調査地 パプアニューギニア ウェワク県 クラインビット村

2 調査地と調査方法

調査地は、パプアニューギニア・セピック川流域のブラックウォーター湖畔に位置するクラインビット村である（図1）。同村の人口は532人（男性:296人、女性:236人、2011年3月）であり、民族集団としてはカプリマン（Kapriman）グループに属している。生業は、主食となるサゴヤシ澱粉の採取、ブラックウォーターにおける漁労、その他野生動植物の狩猟採集である。野菜類は、各家の脇にあるホームガーデンで栽培されるが、同村は泥炭地の上に立地しており、酸性土壌であることから、その種類は限られている。それを補うために、集落を離れたブラックウォーター湖岸の硬質土壌の土地に農地（ブッシュキャンプ）を持ち、イモ類、バナナ、パパイヤなどの栽培を行っている。また、ここを拠点として背後のブッシュ地帯での狩猟採集も行われている。

調査はクラインビット村に居住する20歳～40歳の女性86名（説明後、同意取得）を対象として行った。2011年8月に、同プロジェクトチームの医療班（夏原和美、村山伸子）により、身長、体重、体脂肪率、胴囲、腰囲、上腕周囲、上腕二頭筋皮脂肪厚、肩甲骨下皮脂肪厚の測定、ヘモグロビン測定、健康相談、血圧測定および24時間思い出し法による食事に関するインタビュー調査、5世帯を対象とした陰膳調査（毎食における摂取量の全サンプリング）が行われた。調査時に村人が摂取していた食材について全て入手し、また陰膳調査における毎食事分を現地でミキサーにかけて均一化し、日本に持ち帰った。同年11月には、調査対象者全員の毛髪を根元から採取した。また、村内のサゴヤシ林内、ホームガーデン、ブッシュキャンプの土壌、ブラックウォーター湖の堆積物を採取した。水試料としては、飲用に使用しているサゴヤシの根本の湧水、洗濯等に使用している沢水、ブラックウォーターの湖水等を採取した。

毛髪試料はアセトンで拭いた後、根元から3cm部分が測定点になるようにホルダーに貼り付けた。これは、毛髪の伸長速度が1cm/月であると仮定して、8月の食材試料採取時の影響が見られる部位の分析を行うためである。食材の野菜類については蒸留水で表面洗浄後、乾燥、粉末化した。陰膳試料も乾燥、粉末化した。毛髪中の元素濃度の分析は仁科記念サイクロトロンセンターでPIXE法にて、食材・陰膳試料中の元素濃度の分析は、試料を硝酸分解後、ICP-MS（Agilent 7500C）により行った。土壌試料については、風乾後、0.1M塩酸抽出による抽出液中の元素濃度をICP-MSにより測定した。水試料

は 0.45 ミクロンフィルターでろ過後、イオンクロマトグラフィーにて陽・陰イオンを、TOC 計で溶存有機炭素濃度を、ICP-MS にて微量元素濃度を測定した。

3 結果と考察

健康状態の調査から、肥満に関する指標である **Body Mass Index** については、クラインビット村において適正体重の女性の割合に問題はないものの、ヘモグロビン値において **12g/dL** 以下の貧血気味の女性の割合が **80%**以上と非常に多いことが明らかとなっている（夏原、私信）。

毛髪の実験データを図2 (A) ~ (D) に示す。参考データとして、日本人 **250** 名の毛髪中の各元素の平均値も示す⁴⁾。日本人の平均値と比較して、マグネシウム(Mg)、ケイ素(Si)、リン(P)、亜鉛(Zn)、銅(Cu)、臭素(Br)、ニッケル(Ni)が低めの値であり、鉄(Fe)、水銀(Hg)、マンガン(Mn)、クロム(Cr)が高めの値となっている。

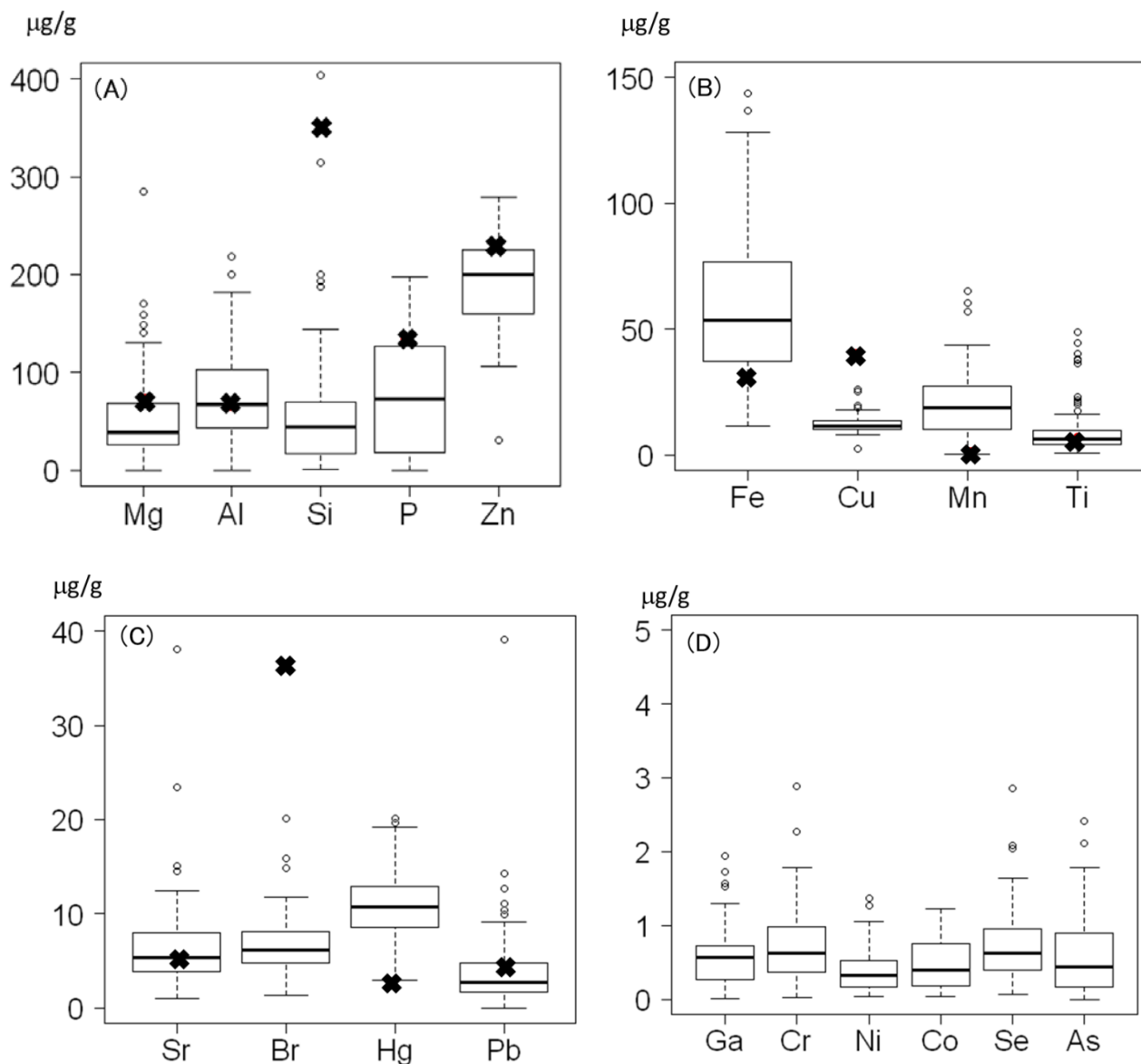


図2. クラインビット村の女性の毛髪中の元素濃度。グラフ中の×点は、日本人 250 人の毛髪試料の平均値 (Sera *et al.*, 2002)。

ここで、毛髪中の鉄と水銀の濃度が高めであることについて考察する。鉄を多量に含む食材としては、バタフライ、パティール、ラバマウス、ビッグマウスといったブラックウォーターで採れる淡水魚の内臓 (Fe 含有量: 200 ~ 5,000 mg/kg DW) が挙げられるが、これらを料理に使う場合には量的に少ない。そこで、食事毎に試料を採取する方法である陰膳調査の結果から一日当たりの鉄の平均摂取量を算出すると、 7.0 ± 2.2 mg/day となった。この値は、日本の女性の摂取推奨量 9.0 ~ 11.0 mg/day (厚生労働省) ⁵⁾ よりもやや少なめである。にもかかわらず、毛髪中の Fe 濃度が高い原因として、飲料水からの摂取が寄与している可能性が考えられた。クラインビット村人には、サゴヤシの根が水を浄化してくれる、と信じられており、サゴヤシの根本を掘って湧き出てくる水をそのまま飲用に使用している。その水は、pH が低く (3.7~4.1)、TOC (全有機炭素濃度) が高く (17~23 mg/L)、有機物由来の茶色い色がついている (写真1)。図3に、2011年11月に採取したサゴヤシ根本の井戸水 (泥炭地) と、ブラックウォーター湖水、およびセピック川の水中の鉄濃度を示す。この図で明らかのように泥炭地で湧き出てくる水には、鉄濃度が高い。これは、有機態として鉄が溶けているためではないかと推測された。このような有機態鉄を多く含む水を飲用していることが、毛髪中の鉄濃度が高い一因であると考えられる。一方、血液検査の結果ではヘモグロビン値が低めという結果が得られており、鉄分の過不足に関して整合性が得られていない。この理由としては、パプアニューギニアのクラインビット村の女性における鉄代謝の特徴、たとえば日本人とは必要量が違う、といった可能性が考えられるが推測の域をでない。この点を明らかにするためには、更なる調査が必要である。

毛髪中の水銀濃度が高かった原因と考えられる食材は魚類であり、ハルビンシバ (Hg 含有量: 24.6 $\mu\text{g}/100\text{g fw}$) でもっとも高く、ビッグマウス、パティール、オゴル、ムネール (Hg 含有量: 3.5~6.4 $\mu\text{g}/100\text{g fw}$) などの魚でも検出された。検出された水銀の値は、食品基準 (Codex 基準; 総水銀で 50 $\mu\text{g}/100\text{g fw}$ 以下) よりも低いものの、水銀汚染が問題となっているカザフスタンのヌラ川で採取された魚中の水銀含有量に匹敵する ⁶⁾。たとえばヌラ川流域の Tegis-Zhol 村近くでは、河川水中の総水銀濃度が 94-38000 $\mu\text{g}/\text{L}$ であり、そこで採取された魚で 0.32-0.50 mg/kg の水銀が検出されている。魚中の水銀濃度は、水系の水銀汚染に関する指標であることから、ブラックウォーター湖で採取された魚に水銀が検出されたことは、この流域において水銀汚染問題が潜在的に存在することを示唆している。しかしながら、ブラックウォーター湖の水や堆積物からは水銀は検出されていない。したがって、水銀の汚染源を探るには、魚類の生態や栄養段階、水や堆積物中の水銀濃度などをセピック川流域で広域的に調査する必要がある。



写真1. サゴヤシ根本の飲料用井戸

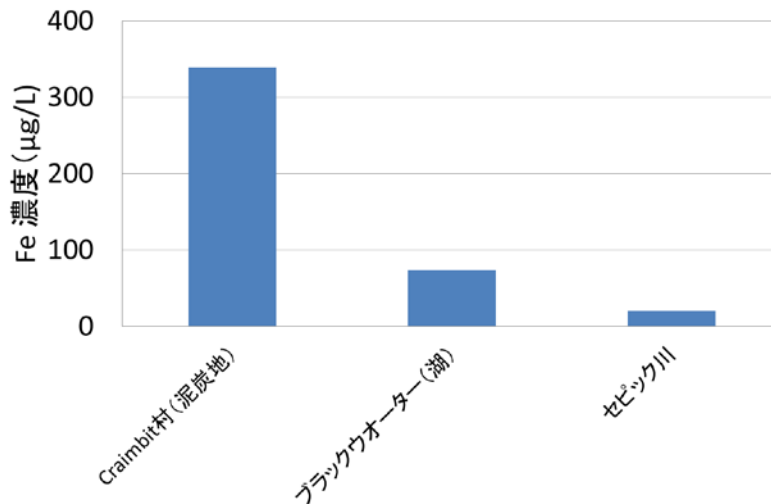


図3. クラインビット村周辺で採取された水試料中の鉄濃度

さらに、クラインビット村における土壌調査からは、各家の周囲にあるホームガーデンにおいて水銀が検出されている(図4)。同じ泥炭地のサゴヤシ林の土壌、およびブッシュキャンプの土壌では水銀が検出されておらず、食材の魚から検出されていることから、料理に使用されなかった魚の内臓等や食べ残しなどの食品残渣に水銀が含まれ、それがホームガーデンに肥料として投棄されたのではないかと推察される。もしそうであるとすれば、水域生態系の水銀汚染が人間活動によって陸域生態系に移行していることを意味しており、今後も注意深く追跡する必要がある。

クラインビット村の女性の毛髪中に含まれる元素濃度が、日本人の平均値よりも低かった元素(Mg、Si、P、Zn、Cu、Br、Ni)の中で、泥炭地という生活環境と関係ありそうな元素は、Mg、Si、Cuであった。いずれも泥炭地土壌と硬質土壌を比較すると、泥炭地で有意に含有量が低い特徴がある。また、昨年度報告したラオスの報告事例と比較すると、クラインビット村では特徴的なミネラル分を豊富に含む野菜が見いだされず、泥炭土壌であるため野菜の種類も少ないことから、野菜類が微量元素摂取源として期待できないといえる。

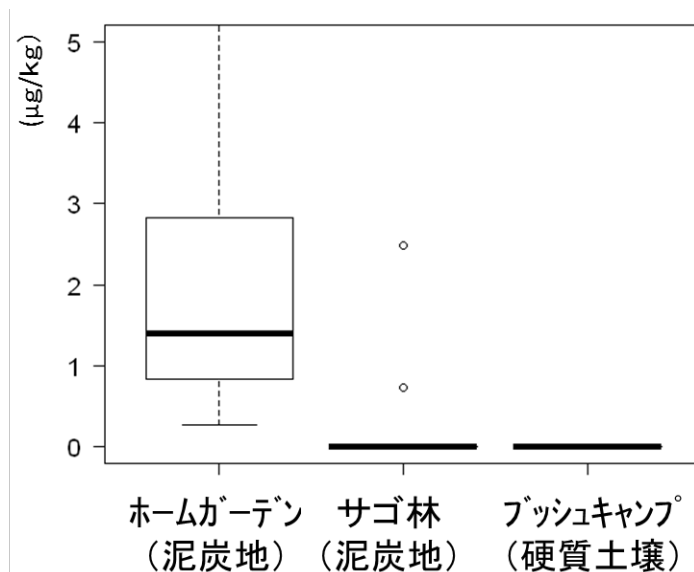


図4. クラインビット村周辺で採取された泥炭土壌と硬質土壌中の水銀濃度

4 まとめ

パプアニューギニア・クラインビット村における女性の毛髪中の元素濃度分析結果より、日本人平均値と比較して、鉄、水銀、マンガン、クロムなどが高く、マグネシウムやケイ素などが低いという特徴がみられた。鉄濃度が高い原因としては、飲用に使用しているサゴヤシ根本の湧水中の鉄濃度が高いことが関与していると推察された。また水銀に関しては、水銀濃度の高い魚が見いだされていることから、水系において水銀汚染の存在が示唆され、また生活空間である泥炭土壌への汚染の拡大が危惧された。マグネシウムやケイ素などの毛髪中濃度は、泥炭土壌の特徴を、食材を通して反映しているものと考えられる。

参考文献

- 1) Kosanovic, M., Jokanovic, M., (2011) Quantitative analysis of toxic and essential elements in human hair. Clinical validity of results. *Environmental Monitoring and Assessment* 174, 635-643.
- 2) Rodrigues, J.L., Batista, B.L., Nunes, J.A., Passos, C.J.S., Barbosa, F., (2008) Evaluation of the use of human hair for biomonitoring the deficiency of essential and exposure to toxic elements. *Science of the Total Environment* 405, 370-376.
- 3) Smolders, R., Schramm, K.W., Nickmilder, M., Schoeters, G., (2009) Applicability of non-invasively collected matrices for human biomonitoring. *Environmental Health* 8.
- 4) Sera, K., Futatsugawa, S., Murao, S., (2002) Quantitative analysis of untreated hair samples for monitoring human exposure to heavy metals. *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section B- Beam Interactions with Materials and Atoms* 189, 174-179.
- 5) 厚生労働省 (2010) 日本人の食事摂取基準 2010年版、医歯薬出版
- 6) Ullrich S.M., Ilyushchenko, M.A., Uskov, G.A. and Tanton T.W. (2007) Mercury distribution and transport in a contaminate river system in Kazakhstan and associated impacts on aquatic biota, *Applied Geochemistry*, 22, 2706-2734.
- 7) 竹中千里・梅村光俊・世良耕一郎・野中健一 (2011) ラオス北部ルアンナムラー県ファイダム村における食材と村人の毛髪中の微量元素 NMCC 共同利用研究成果報文集 18 : 77-83

Trace elements in food materials and hair of village people in Craimbit village, Papua New Guinea

C. Takenaka¹, M. Umemura¹, K. Sera² and K. Nonaka³

¹Graduate School of Bioagricultural sciences, Nagoya University
Furo-cho, Chikusa, Nagoya 464-8601, Japan

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

³College of Arts, Rikkyo University,
3-34-1 Nishiikebukuro, Toshima, Tokyo 171-8501, Japan

Abstract

In Southeast Asia and Oceania, many kinds of natural resources, such as small animals and wild plants, have been used as food materials by local peoples. We aimed to understand the relationship between uptake of natural bioresource and health of local people. This research focused on the contents of trace elements in foods taken from natural environments and in hair of villagers, who depend on the natural bioresources. In Craimbit village, located in the watershed of the Sepik River, Papua New Guinea, characterized as peat and the food culture of sago palm, we conducted health check for female villagers and sampling of food materials, soils and waters. Hair samples were collected from the same specimen as the health check on three months after the former survey. We analyzed trace elements in hair by PIXE, and in foods and environmental samples by ICP-MS. As the results, we found that higher contents of Fe, Hg, Mn and Cr and lower contents of Mg, Si, P, Zn, Cu, Br and Ni in hair samples comparing with the average data of Japanese. The high Fe concentration in drinking water would explain the high content in hair. The high Hg contents in hair could be derived from the fishes polluted with Hg. It is considered that the peat environments result in the lower contents of Mg and Si in hair through the natural food materials.