

## 鉄同位体を用いた海洋環境での鉄生物サイクルの評価

### Iron isotopic signature of red blood cell samples from shark and seal : new tracer for biological cycle of Fe in marine

平田 岳史<sup>1\*</sup>, 田中佑樹<sup>1</sup>, 大竹二雄<sup>2</sup>

HIRATA, Takafumi<sup>1\*</sup>, Yu-ki Tanaka<sup>1</sup>, Tsuguo Otake<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院, <sup>2</sup> 東京大学大気海洋研究センター

<sup>1</sup>Kyoto University, <sup>2</sup>The University of Tokyo

Among the essential metal elements, Fe is one of the most important essential elements for all organisms because its flexible redox activity contributes to a cell respiration, photosynthesis, nitrogen fixation, and hemoglobin enhances the efficiency of oxygen transport in blood. Recent Fe isotope studies have revealed that the  $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$  and  $^{57}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$  isotope ratios for the terrestrial plants or animals were systematically decreased with increasing the nominal trophic level (about 1‰/amu per trophic level). The systematical decrease in the  $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$  isotope ratio can be attributed to the preferential absorption of lighter Fe isotopes from nutrients or dietary foods [1, 2]. However, the same is not true on the marine organisms. Despite the quite limited number of Fe isotope data, there were no significant difference in the reported  $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$  ratio data between the marine organisms (phytoplankton, shrimp and tuna samples [3]) and the seawater samples [4], suggesting very small change in the  $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$  ratio against the trophic level. This is contrasting to the  $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$  ratio for the terrestrial plants or animals. To investigate the possible correlation in the  $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$  isotope ratio and the trophic level for the marine organisms, the  $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$  ratio for marine organism with high-trophic level is highly desired. In this study, we have measured the  $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$  and  $^{57}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$  ratios for red blood cell (RBC) samples from the high-trophic level animals of various ages (15 shark and 13 seal samples of various ages). After the series of chemical procedures, including sample decomposition, chemical purification, and the adjustments of the Fe valence, the  $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$  and  $^{57}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$  isotopic ratios were obtained by a multiple-collector ICP-mass spectrometry (MC-ICPMS). The resulting  $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$  ratio for shark and seal samples were ranging from -1.11‰ to -2.56‰ and -0.70‰ to -1.26‰, respectively. For shark samples, there were no significant differences in the measured  $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$  ratio between the male and female samples. This is contrasting with the  $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$  ratio for the terrestrial animals, including human RBC samples. For the seal samples, no correlation in the resulting  $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$  ratio and both the age and body length was found. More importantly, the resulting  $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$  ratios for the shark and seal samples were significantly higher than those for the high-trophic level terrestrial animals. We will discuss the difference in the correlation of the  $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$  ratio with trophic level between the terrestrial and marine organisms.

#### References

- [1] B. L., Beard, C. M. Johnson, J. L. Skulan, K. H., Nealson, L. Cox, H. Sun, *Chem. Geol.* 195, 87-117 (2003).
- [2] T. Walczyk and F. von Blanckenburg, *Int. J. Mass Spectrom.*, 242, 117-134 (2005).
- [3] B. A. Bergquist, E. A. Boyle, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 248, 54-68 (2006).
- [4] J. de Jong, V. Schoemann, J. L. Tison, S. Becquevort, F. Masson, D. Lannuzel, J. Petit, L. Choua, D. Weis, N. Mattielli, *Analytica Chimica Acta* 589, 105-119 (2007).

キーワード: 安定同位体, 鉄, 赤血球, 海洋動物, 鉄循環, 生体必須元素

Keywords: stable isotope geochemistry, iron isotopes, red blood cell, marine environment, biocycle of Fe, essential element

## モダンアナログから探るストロマトライト形成プロセス Processes of stromatolite formation examined from the modern analogs

奥村 知世<sup>1\*</sup>

OKUMURA, Tomoyo<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院比較社会文化研究院

<sup>1</sup>Kyushu University

微生物の関与で形成される縞組織を持つドーム型・柱型・レンズ状堆積物はストロマトライトとよばれ、先カンブリア時代の炭酸塩堆積物に多く認められる。ストロマトライトは初期地球の生命圏や海水組成考察する上での重要な地質記録として、分類学的、古生物学的、堆積学的に記載が行われてきた。しかし、試料の多くは続成や変成作用により、初生の組織や微化石が保持されず、組織観察や化学分析結果から具体的な形成プロセスの特定するのは難しい。1960年代にバハマや西オーストラリアなどの限られた海域で形成されているストロマトライトが報告されてからは (e.g. Logan, 1961), シアノバクテリアを主体とする微生物マットが碎屑粒子を捕獲・定着させることで成長し、シアノバクテリアの日周期の走光運動や、堆積物の断続的な供給が縞組織の形成プロセスであると理解されてきた。これらのプロセスはストロマトライトの解釈にしばしば適用されてきたが、太古のストロマトライトの多くはその場で沈殿した鉱物から構成され、現在のものとは組織的に異なるため、同じプロセスの適用性は疑問視される。そのため、先カンブリア時代のストロマトライトの理解のためには、同じ沈殿性の炭酸塩堆積物中で生じる微生物プロセスを調べる必要がある。

温泉水からの炭酸塩沈殿物であるトラバーチンは、一般的にサブミリメートルオーダーの縞をもち、碎屑粒子をほとんど含まない点で、太古のストロマトライトと共通した組織を持つ。トラバーチンの沈殿は、二酸化炭素とカルシウムイオンを多量に含む温泉水中からの機械的な二酸化炭素の脱ガスによって無機的に進行する。先行研究では、カルサイト質の試料の縞組織が記載され、シアノバクテリアが昼間、無機的な沈殿を乗り越えてトラバーチン表面に這い出し、バイオフィルムを形成させる事で縞を形成していることが報告されている (Takashima and Kano, 2008)。トラバーチンの構成鉱物はカルサイトとアラゴナイトが知られており、太古のストロマトライトの中にはアラゴナイトであったことが認識されているものもある (Grotzinger, 1989)。そこで本研究では、アラゴナイト質トラバーチンの縞状組織を作る微生物地球科学的过程を解明することを目的とした。

一般にカルサイト質トラバーチンでは、菱形結晶が杉の葉のように連なったデンドライトとよばれる構造をとるが、アラゴナイト質トラバーチンでは、針状結晶が放射状に集積した組織を取っている。昼夜を通したサンプリングでは、アラゴナイト質の縞組織も日周期で形成されることが明らかとなった。ただし、縞の形成には2タイプのプロセスが存在し、従来報告された例と同様に、シアノバクテリアの日周期の分布が直接縞組織を形成している場合と、シアノバクテリアの日周期の有機物生産が間接的に縞の形成に関わる場合が存在することが示された (Okumura et al., 2011)。また、トラバーチン中の微生物は堆積後数日のうちに分解されるため、堆積物中に化石として保存されないことも確かめられた。アラゴナイト質トラバーチンの放射状の針状結晶からなる組織や微化石を含まない点は、先カンブリア時代から報告されたストロマトライトと共通している。

水質、水文学的条件、鉱物組成の違いはあるが、トラバーチンの微生物地球科学的过程は、先カンブリア時代の沈殿成のストロマトライトを解釈する際に参考となる具体的な微生物の挙動であると言える。モダンアナログについて同様の研究が進み、組織と微生物プロセスの関係性が明らかになると、ストロマトライトの形成や、初期生命圏の理解が深まると期待される。

### 引用文献

Logan, B.W. (1961) *Journal of Geology*, 69, 517-533.

Takashima, T. and Kano, A. (2008) *Sedimentary Geology*, 208, 114-119.

Grotzinger, J.P. (1989) *SEPM special publication*, 44, 79-106.

Okumura, T. et al. (2011) *Geomicrobiology Journal*, 28, 135-148.

キーワード: ストロマトライト, トラバーチン, モダンアナログ, シアノバクテリア, 縞組織

Keywords: stromatolite, travertine, modern analogs, cyanobacteria, lamination

## 微生物が埋没火山灰層内の土壌有機物に与える数千年規模の影響 Millennial-scale effect of microbes on soil organic matter buried by volcanic ash

保原 達<sup>1\*</sup>, 阿江教治<sup>1</sup>, Ronald Benner<sup>2</sup>  
HOBARA, Satoru<sup>1\*</sup>, Noriharu Ae<sup>1</sup>, Ronald Benner<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 酪農学園大学, <sup>2</sup> 米国サウスカロライナ大学  
<sup>1</sup>Rakuno Gakuen University, <sup>2</sup>University of South Carolina

土壌は、陸上生態系が保持する炭素の7割以上を占める主要な炭素の貯留場所とされている。さらに、土壌に隔離された炭素の滞留時間は時に数千年を超える非常に長いものであるため、土壌における炭素蓄積は地球上の重要な炭素隔離機能と考えられ、そのメカニズムや今後の気候変動への応答などに関心が払われつつある。土壌に隔離された有機物は、微生物などにその化学性を大きく変化させられる。しかしながら、土壌は多くの場合古い土壌と若い土壌の混合体であるため、土壌有機物の長期変化のみをみるのは非常に難しい。埋没土壌は、若い有機物の混入が非常に限られるため、土壌有機物の長期の変化を捉えるのに有効である。そこで本研究では、微生物が関わる土壌有機物の長期変化を明らかにすべく、数百-1万年ほど埋没した有機質土壌中に含まれる加水分解性のアミノ酸 (AA: amino acids) およびアミノ糖 (AS: amino sugars) 分析を行った。埋没土壌は北海道の苫小牧、芽室、網走の三カ所で採取した。蓄積した土壌中の炭素濃度は、埋没年数の順にかかわらず 1.12-8.06%の広い値を示し、埋没年数や母材以外の要因が大きな変化を生んでいるものと考えられた。AA と AS の濃度は正の相関を示し、埋没土壌中の有機物変化における微生物の強い影響を示唆した。また、GlcN/GalN 比はより古い土壌ほど低く、長期埋没した土壌における漸進的な続成作用の進行を示唆した。これは、古い土壌ほど AA および AS の濃度が低いことから支持された。これらのことから、数千年レベルで埋没隔離されている土壌有機物は、微生物の影響を受け続けながらも、総体としては続成作用により徐々に非生体分子的な構造へと変化していることが明らかとなった。

キーワード: 土壌有機物, 炭素隔離, 埋没土壌, 微生物影響, 続成作用

Keywords: Soil organic matter, Carbon sequestration, Buried soil, Microbial contribution, Diagenetic alteration

## 火山灰土壌における有機 - 無機相互作用. Part . 粒径サイズと団粒の階層構造 Nature of organo-mineral interaction in volcanic-ash soil. Par II. Particle size and aggregate hierarchy

浅野 眞希<sup>1\*</sup>, 和穎 朗太<sup>1</sup>

ASANO, Maki<sup>1\*</sup>, WAGAI, Rota<sup>1</sup>

<sup>1</sup> (独) 農業環境技術研究所

<sup>1</sup>National Institute for Agro-Environmental Sciences

Soil organic matter (SOM) is the largest carbon pool of terrestrial ecosystem. Stabilization of SOM is largely controlled by interaction of organic matter (OM) and soil minerals. Volcanic-ash soils are characterized by a high SOM content and consist mainly of short-range-order minerals such as allophane, imogolite and ferrihydrite. Allophane/imogolite are unique nanoclays of hollow spherule/tube structures with the diameter of <5 nm and have extensive, variable-charge surfaces. Due to the dominance of these nanoclays, SOM stabilization process in volcanic soils may differ drastically from that in non-volcanic soils consisting of well-crystalline minerals. Particle-size fractionation is an effective approach to distinguish different types of organo-mineral associate. These nanoclays form stable micro-aggregates and are difficult to disperse, which makes the effectiveness of this approach obscure. Here we hypothesized that, with an appropriate dispersion technique, major portions of SOM is stabilized in finer size fractions (<2 micro-m) as sub-micron aggregates of short-range-order minerals with microbially-processed organic matter in volcanic-ash soils. To test this, we chose a typical allophanic Andisol in Japan and characterize each particle-size fraction by selective-dissolution, isotopic (N-15, C-13, C-14), and spectroscopic techniques. Results showed that: (i) total organic carbon and nitrogen were mainly stabilized in finer size fractions (<2 micro-m), (ii) <0.2 micro-m and 0.2-2micro-m sized fractions largely consist of the association between OM and short-range-order minerals, (iii) the decline of C:N ration and enrichment of N-15 towards finer fraction indicate that the OM in finer-sized aggregates appeared to be more strongly altered by soil microbial activity. Based on these results, we attempt to provide a speculative synthesis on the progression in organo-mineral associations and the development of aggregate hierarchy in the volcanic-ash soil.

Keywords: soil organic matter, organo-mineral associate, particle size fraction, allophanic soil, carbon stabilization

## 森林集水域からの大気降下物由来硝酸イオン流出 Isotopic study on atmospheric nitrate discharge from forested watersheds

尾坂 兼一<sup>1\*</sup>, 小牧直人<sup>1</sup>, 村田哲也<sup>1</sup>, 中村 高志<sup>2</sup>, 西田 継<sup>2</sup>, 永淵 修<sup>1</sup>

OSAKA, Ken'ichi<sup>1\*</sup>, Naoto Komaki<sup>1</sup>, Tetsuya Murata<sup>1</sup>, NAKAMURA, Takashi<sup>2</sup>, NISHIDA, Kei<sup>2</sup>, NAGAFUCHI, Osamu<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 滋賀県立大学, <sup>2</sup> 山梨大学 国際流域環境研究センター

<sup>1</sup>University of Shiga Prefecture, <sup>2</sup>ICRE University of Yamanashi

Clarifying the source of discharged nitrate is important to discuss the influence of increasing nitrogen deposition on forest ecosystem, because in the forested ecosystem where discharged nitrate derived from atmospheric nitrate, increasing atmospheric nitrate deposition is difficult to accumulate into the forest ecosystem and influence on nitrogen saturation might be small. However, increasing atmospheric nitrate may directly increase the amounts of discharged nitrate from such forest ecosystems. On the other hand, in the forested ecosystem where discharged nitrate derives from nitrified nitrate, increase of nitrate deposition should not immediately increase nitrate discharge from watershed because atmospheric nitrate is taken up by nitrogen cycle in such forest ecosystems at least one time. However, atmospheric nitrate should easily accumulate in such forest ecosystem.

In this study, we conducted the observation of several storm events and quantitatively clarify the source of nitrate discharged from forest ecosystems at storm events.

キーワード: 同位体, 窒素, 森林, 物質循環

Keywords: isotope, nitrogen, forest, biogeochemistry

## 森林伐採に伴う窒素循環変化：流出する硝酸の三酸素同位体組成を指標に用いた評価

### Effects of clear-cutting on nitrate dynamics in a forested watershed using the triple oxygen isotopes as tracers

角皆潤<sup>1\*</sup>, 鈴木敦之<sup>1</sup>, 小松大祐<sup>1</sup>, 中川書子<sup>1</sup>, 福澤加里部<sup>2</sup>, 柴田英昭<sup>2</sup>, 高木健太郎<sup>2</sup>, 野村睦<sup>2</sup>  
TSUNOGAI, Urumu<sup>1\*</sup>, Atsuyuki Suzuki<sup>1</sup>, KOMATSU, Daisuke<sup>1</sup>, NAKAGAWA, Fumiko<sup>1</sup>, FUKUZAWA, Karibu<sup>2</sup>, SHIBATA, Hideaki<sup>2</sup>, Kentaro Takagi<sup>2</sup>, Mutsumi Nomura<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 北海道大学大学院理学院, <sup>2</sup> 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

<sup>1</sup>Faculty of Science, Hokkaido University, <sup>2</sup>Field Science Center for Northern Biosphere, Hokkaido University

Temporal variations in the triple oxygen isotopic compositions of nitrate in stream water were investigated to understand the effect of clear-cutting on trees (January to March, 2003) and subsequent stripcutting of understory dwarf bamboo (*Sasa senanensis*) (October 2003) on biogeochemical processes of forested watershed in northern Japan. In accordance with the significant increase in stream nitrate concentration up to 15 micromols L<sup>-1</sup> in spring 2004, probably in response to the *Sasa*-cutting (Fukuzawa et al., 2006), we found significant increase in the <sup>17</sup>O anomalies. The maximum anomaly (+14 permil) suggest that the direct drainage of atmospheric nitrate occupied more than 50% of total nitrate being exported from the forested watershed during spring 2004. Similar increases in both concentrations and the <sup>17</sup>O anomalies were found in spring 2005 as well. On the other hand, we found little anomalies in the other seasons, irrespective to increases in stream nitrate concentration. That is to say, most portion of the increased nitrate, being exported from the forested watershed during the seasons other than spring, was remineralized nitrate: those preserved in the forested ecosystem as either organic-N or ammonium and then been converted to nitrate. The annual export flux of atmospheric and remineralized nitrate from the forest ecosystem increased to more than 20-times and 4-times, respectively, from those prior to the *Sasa*-cutting. These results suggest that *Sasa* is important not only for preventing nitrogen leaching from soil, but also for enhancing biological consumption of atmospheric nitrate before being exported from forest ecosystem, especially when significant quantities of atmospheric nitrate were added to forest floor through the spring thaw.

キーワード: 森林生態系, 窒素流出, 三酸素同位体組成, 硝酸, 森林伐採, 笹

Keywords: forest ecosystem, nitrogen leaching, triple oxygen isotopic compositions, nitrate, clear-cutting of trees, Sasa

## 北海道北部の森林生態系における長期的な大気窒素沈着に対するササと樹木のリター動態の応答

### The response of litter dynamics of Sasa and trees to the long-term atmospheric nitrogen deposition in forest ecosystem

渡辺 恒大<sup>1\*</sup>, 福澤 加里部<sup>2</sup>, 柴田 英昭<sup>2</sup>

WATANABE, Tsunehiro<sup>1\*</sup>, FUKUZAWA, Karibu<sup>2</sup>, SHIBATA, Hideaki<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 北海道大学大学院環境科学院, <sup>2</sup> 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

<sup>1</sup>Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, <sup>2</sup>Field Science Center for Northern Biosphere, Hokkaido University

森林生態系において窒素は生物にとって必須元素であるが、近年、増加傾向にある大気窒素汚染は、リターの窒素含有率の上昇によるリター分解速度の増加など内部循環の変容や、土壌から河川への窒素溶脱の増加の原因と考えられている。窒素施肥に対する生態系の応答は、森林生態系に流入する大気窒素沈着量やその期間、主要構成樹種によって異なることが知られている。北海道北部では下層植生であるササが森林を構成する主要な植生である。ササは森林施業後に増加する余剰窒素を吸収することにより、短期的な土壌窒素環境の変化を緩和する役割を果たしていることが報告されている。しかしながら、長期的な土壌窒素環境の変化がササのリターフォール・リター分解に及ぼす影響については明らかにされていない。また、大気窒素沈着は広範囲にわたるため、ササだけではなく樹木への影響についても明らかにすることが重要であると考えられる。そこで本研究はササと樹木が混生する林分において数年レベルでの長期的な土壌窒素の増加がササの地上部とリター動態に及ぼす影響およびササと樹木間での窒素に対する応答の違いを明らかにすることを目的とし、現地地で操作実験を行った。

実験は北海道北部に位置する北海道大学中川研究林の銅蘭川流域で行った。林相は天然性冷温帯針広混交林で、主要樹種はダケカンバ (*Betula ermanii*)、イタヤカエデ (*Acer mono*)、ミズナラ (*Quercus crispula*)、トドマツ (*Abies sachalinensis*) である。その下層にはササ (*Sasa senanensis*) が密生している。調査地は窒素施肥流域 (1.43 ha) と隣接している対照流域 (1.06 ha) の尾根平坦部にそれぞれ設けた。窒素施肥実験流域では 2002 年から  $5 \text{ g N m}^{-2} \text{ year}^{-1}$  の窒素を流域全体に施肥している。施肥の時期は融雪前の年 1 回であり、施肥に用いている窒素は粒状の硝酸アンモニウムである。各流域において、ササの地上部現存量とササと樹木のリターフォール調査を行った。ササ葉と稈、樹木葉のリター分解実験はリターバッグ法を用いた。分解実験は直接的な窒素施肥による影響を避けるため、リタートラップにより採取された各流域のリターを対照流域に設置することにより行った。採取した植物体試料は乾物重を測定後に微粉碎し、全炭素・窒素含有率を CN アナライザーにより測定した。河川水の硝酸濃度のデータについては各流域の末端部で冬期間 (11 月から 4 月中旬) を除き毎月採取・分析されているものを使用した。

ササ地上部の窒素量は対照流域よりも施肥流域で有意に増加した。また樹木葉のリターフォールによる窒素量も施肥流域で有意に増加した。河川水中の硝酸濃度は窒素施肥前と 1 年目では流域間で大きな違いはなかったが、施肥三年目以降には施肥流域で上昇する傾向が認められた。これらのことから、同じレベルでも継続的な負荷により土壌から河川への窒素溶脱が増加するとともに、ササと樹木の窒素吸収が増加することが示唆された。分解実験において、樹木葉では施肥流域リターの分解速度が有意に増加したが、ササ葉と稈では流域リター間の有意な違いは認められなかった。リター初期化学性において、樹木葉では施肥流域リターの窒素含有率が有意に上昇したのに対し、ササ葉と稈ではそれぞれ流域リター間で有意な違いがなかったことから、リターの窒素含有率の上昇がリター分解速度の増加に影響を及ぼしていることが示唆された。これらのことから、長期的な土壌窒素環境の変化に対し、ササは樹木よりもリター動態が変化しにくい特徴を有しており、余剰窒素の吸収とリター動態を通じた窒素保持により生態系外への窒素溶脱を緩和する役割を果たしているものと考えられる。

キーワード: 生物地球化学, 下層植生, 窒素循環, リターフォール, リター分解, リターバッグ法

Keywords: Biogeochemistry, Understory vegetation, Nitrogen cycling, Litterfall, Litter decomposition, Litter-bag method

## 炭化イチョウの大気中水銀の蓄積に関する研究 Atmospheric mercury accumulation by carbonized trunk

大熊 明大<sup>1\*</sup>, 小野 暢子<sup>1</sup>, 佐竹 研一<sup>1</sup>  
OKUMA, Akihiro<sup>1\*</sup>, Nobuko Ono<sup>1</sup>, SATAKE, Kenichi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 立正大・地球環境

<sup>1</sup>Geo-environment Sci., Ritssho Univ

森林火災は年間 10 万件以上発生している。その際多くの樹木は焼けた表面が炭になる。炭は大気汚染物質を吸着することから、炭化時に樹皮に蓄積していた水銀が飛散し、その後、大気中水銀が炭化した樹皮に（以後炭化樹皮）蓄積していくと予想され、炭化樹皮の水銀に注目すると各地の水銀汚染度を評価できると考えられる。また、炭化樹皮は樹木の傷の修復によって入皮に閉じ込められることから、環境汚染史解明のタイムカプセルになると考えられる。そこで、本研究は 1945 年に勃発した東京大空襲によって炭化した（1）史跡湯島聖堂、（2）赤坂氷川神社、（3）都立芝公園 4 号地、（4）善福寺、（5）磐井神社、（6）江島杉山神社、（7）浅草寺のイチョウの炭化樹皮中の水銀を測定し、炭化樹皮の水銀汚染の指標としての有用性について明らかにし、入皮法による汚染史解明法への研究に発展させる事を目的とした。

### 1. 水銀飛散率の測定

電気炉を使用して、イチョウの樹皮を炭化させる場合、300℃で約 1-2 時間で炭化する事が明らかとなった。この結果を踏まえてイチョウ樹皮を 300℃で 2 時間加熱し炭化させ水銀飛散率を算出したところ、外樹皮 100%、内樹皮 100%、木質部 97%となった。この結果から、樹皮が炭化した時、沈着・蓄積していた水銀は殆ど飛散し、水銀量は検出限界値以下になる事がわかった。

### 2. 炭化樹皮中の水銀分布

次に、炭化樹皮中の水銀濃度を測定した結果、直接大気に触れている最外部の沈着している水銀量が最も多く、内部に入るにつれて減少傾向になることがわかった。これは、炭には孔が多数存在しているため大気中の水銀が最外部に沈着し、気流や降水の浸透共に内部まで蓄積したのだと考えられる。また、1. の結果から炭化樹皮に含まれる水銀は、炭化後に沈着した大気中水銀であることがわかった。

### 3. 各地点の水銀分析結果

各地点で採取した炭化樹皮中の水銀測定結果は、最外部の水銀濃度は（1）8.67  $\mu\text{g g}^{-1}$ 、（2）2.17  $\mu\text{g g}^{-1}$ 、（3）9.00  $\mu\text{g g}^{-1}$ 、（4）5.34  $\mu\text{g g}^{-1}$ 、（5）5.74  $\mu\text{g g}^{-1}$ （6）6.58  $\mu\text{g g}^{-1}$ （7）1.38  $\mu\text{g g}^{-1}$ であり、最外部から最内部までの単位面積当たりの沈着量は（1）327ng  $\text{cm}^{-2}$ 、（2）113ng  $\text{cm}^{-2}$ 、（3）311ng  $\text{cm}^{-2}$ 、（4）172ng  $\text{cm}^{-2}$ 、（5）283ng  $\text{cm}^{-2}$ 、（6）136ng  $\text{cm}^{-2}$ 、（7）108ng  $\text{cm}^{-2}$ であった。（1）、（3）、（5）の沈着量は近い値を示し（2）、（4）、（6）、（7）の沈着量は近い値を示した。医療施設や大学キャンパスのある地域の大気中水銀と土壌中水銀の濃度が比較的高い値を示すことが報告されており、（1）、（3）、（5）にもそういった施設が近くにあることから、そういった所が汚染源になっていると考えられる。

キーワード: 水銀, 炭化樹皮, 水銀蓄積

Keywords: Mercury, Carbonized trunk, Mercury accumulation