

# 論文内容要旨

(NO. 1)

氏 名	加藤 大和	提出年	平成 27 年
学位論文の 題 目	東北地方北部太平洋側地域の石筍記録を用いた古降水量復元		

## 論文目次

Abstract.....	4
<b>1. 序論.....</b>	<b>6</b>
1. 1 石筍古気候研究の背景	
1. 2 鍾乳洞の発達と石筍の形成	
1. 3 石筍古気候学の研究史	
1. 4 課題と本論全体の目的	
<b>2. 研究地域と気候.....</b>	<b>11</b>
2. 1 内間木洞	
2. 2 地質概説	
2. 3 気候特性	
2. 4 降水の起源と酸素同位体組成	
<b>3. 研究試料.....</b>	<b>19</b>
3. 1 石筍試料	
3. 1. 1 試料石筍 UT-A	
3. 1. 2 Hendy test	
3. 1. 3 UT-A の形成年代決定	

3.2 滴下水および降水試料

3.2.1 滴下水および降水試料の採取

3.2.2 滴下水の観察および分析とその結果

3.2.3 降水と滴下水の同位体組成分析，および採取された

滴下水から仮想的に沈積するカルサイトの酸素同位体組成

4. UT-A 安定酸素同位体組成と成長速度の変動.....31

4.1 本章の背景と目的

4.2 手法

4.2.1 UT-A 先端部の年成長幅観察

4.2.2 UT-A 先端部の詳細同位体組成分析

4.2.3 気象観測データとの比較

4.3 結果

4.3.1 UT-A 年成長幅の変化

4.3.2 UT-A 酸素同位体組成の変化

4.4 考察

4.4.1 UT-A 成長量変化の規制要因

4.4.2 UT-A 酸素同位体組成の変動要因

4.4.3 *R* に関わる各季節の降水量変動要因

4.5 結論

5. UT-A 酸素同位体組成記録による，古降水量復.....42

5.1 本章の背景と目的

5.2 手法

5.3 結果と考察

5.4 結論

6. 古降水量に見られる変動周期と将来の降水量予測.....46

6.1 本章の背景と目的

6.2 手法

6.3 結果

6.4 考察

6.5 結論

7. まとめ.....	52
引用文献.....	53

### Abstract

Isotopic records of stalagmites are regarded as excellent archives for terrestrial paleoclimatic information. Many factors are known to influence stalagmite isotopic composition, and the degree of influence of each factor differs by regional climate setting. Because of climatic variation, it is not a simple matter to associate stalagmite isotopic signals with climate factors in Japan. The East Asian Monsoon (EAM), ocean currents, and continental and oceanic air masses that conflict with one another influence the climate in the Japanese Archipelago, and the archipelago is deeply involved in the broader framework of the Asian climatic system. Some climatic studies of stalagmites from the western part of Japan and the Japan Sea side have revealed the strong influences of the EAM and the East Asian Winter Monsoon (EAWM). However, the influences of EAM and EAWM in Northeast Japan have not been sufficiently clarified. Climate reconstructions using stalagmites have not been pursued, despite the presence of many limestone caverns along the Pacific side of Northeast Japan. This study was conducted to identify the major controlling factors that determine stalagmite oxygen isotopic compositions in Northeast Japan, and reconstruct the history of paleoclimatic change from a stalagmite  $\delta^{18}\text{O}$  profile.

A 25-cm-tall transparent stalagmite UT-A was sampled from the Uchimagi-do Cave in Iwate Prefecture on the Pacific side of Northeast Japan. The stalagmite chronology in this study was based on fluorescent microbanding, which is a primary method of determining chronology with annual resolution. Thin sections of the UT-A stalagmite were taken along its growth axis. Under a fluorescent microscope, obvious annual microbands were observed in large areas of the thin sections. These annual microbands were used to determine the formation age, and the UT-A stalagmite is revealed to have formed over the last 2000 years.

High-resolution analysis of the uppermost portion of UT-A revealed a positive correlation between the stalagmite  $\delta^{18}\text{O}$  value and  $R$  ((warm season precipitation – winter precipitation) / annual precipitation) over the last several decades. This correlation is the result of the distinct seasonal shift in precipitation  $\delta^{18}\text{O}$ . During the summer, rainfall with higher  $\delta^{18}\text{O}$  values arrives from the humid atmosphere over the Pacific Ocean. In the winter, comparatively little snowfall/rainfall, with lower

$\delta^{18}\text{O}$  values, arrives from the Japan Sea and is brought by Nangan cyclones (low-pressure systems that pass along the southern coast of Japan). The interannual variation in the monthly precipitation at the study region is greater for the July–October period, during which more than half of the annual precipitation occurs. In years with humid summers, large amounts of rainfall from the Pacific Ocean raise the  $\delta^{18}\text{O}$  values of the cave dripwater and stalagmites. The UT-A stalagmite  $\delta^{18}\text{O}$  value is strongly influenced by the amount of summer rainfall.

Then, stable oxygen isotopic measurement with a spatial resolution of 500  $\mu\text{m}$  was performed on an entire UT-A along the growth axis. Summer precipitation changes in the last 2000 years, reconstructed from the UT-A  $\delta^{18}\text{O}$  profile, coincide closely with regional historical records. Famines and disasters caused by excess rainfall occurred when the  $\delta^{18}\text{O}$  value shifted higher, and those caused by rainfall deficits occurred during periods of lower  $\delta^{18}\text{O}$  values. The results prove that stalagmite  $\delta^{18}\text{O}$  is a good proxy for past precipitation records in Northeast Japan. Furthermore, the UT-A  $\delta^{18}\text{O}$  profile shows some periodical changes in centennial scale. Particularly in the last 800 years, three fluctuation cycles of 235, 570 and 1020 years have transited very regularly. It may be possible to forecast precipitation changes in the near future based on this periodicity.

## 論文審査の結果の要旨

近年、鍾乳洞内に発達する石筍が、陸域の古気候情報を記録したプロキシとして注目され、世界各地で盛んに研究されている。中国などの大陸アジア域では、既に多くの目覚しい成果が蓄積されてきた一方、本邦では石筍記録の利用は進んでいない。本邦の気候に影響を与える因子は季節により変化し、石筍に記録される気候情報を一意に定めることが難しいためである。特に、東日本太平洋側地域では、大陸域で行われた先行研究との比較が難しいために、石筍記録の解釈は困難である場合が多かった。加藤大和提出の博士論文では、東北地方太平洋地域の、石筍安定酸素同位体組成の変動要因の解明と、その古気候復元への利用を目的としている。

第一章から第三章では、石筍古気候研究の背景や課題、研究地域とした岩手県久慈市内間木洞周辺の地質概説や、気候・降水特性、研究試料として採取した石筍 UT-A に関する情報をまとめている。

第四章では、試料石筍 UT-A のうち、直近数十年間に成長した部分を、年間成長分の約 4 分の 1 (30 $\mu$ m) という分解能で分析し、気象観測データとの比較を行った。その結果、UT-A の安定酸素同位体組成の変化が、高い酸素同位体比をもつ夏季の降水と、低い酸素同位体比をもつ冬季の降水の量比によって説明されることを明らかにし、年変動の大きい夏季の降水量変化が、石筍酸素同位体組成に最も大きな影響を与えていると結論した。

第五章では、石筍 UT-A の過去 2000 年間にわたる酸素同位体プロファイルを、夏季降水量変動記録として解釈を行った。復元された古降水量変動史は、津軽藩や八戸藩の藩史に残された、降水の寡多に起因する災害や飢饉の記録と良い一致を示し、UT-A 同位体記録による古気候復元の有意性が確かめられた。

第六章では、UT-A 酸素同位体記録について周期解析を行い、過去 2000 年間の降水量に、数十～千年規模の周期的な変動が複数含まれ、特に過去 800 年間には、235 年、570 年、1020 年の周期が安定した推移をしていることを明らかにした。さらに、これらの周期変動を将来へ延長することにより、22 世紀前半の降水不足や、23 世紀の降水過多といった、近未来の夏季降水量予測を行った。

このように、加藤大和提出の博士論文では、石筍同位体組成の変動要因解明から、近未来の降水量変動予測までを行っており、自立して研究活動を行うに必要な高度の研究能力と学識を有することを示している。したがって、博士（理学）の学位論文として合格と認める。