

## 氷衛星の内部海熱水活動と蛇紋岩化作用

## Serpentinization-driven systems in the seafloors of icy satellites.

# 木村 淳 [1]; Vance Steve[2]; Harnmeijer Jelte[2]; Brown J. Michael[2]

# Jun Kimura[1]; Steve Vance[2]; Jelte Harnmeijer[2]; J. Michael Brown[2]

[1] 東大・地震研; [2] ワシントン大

[1] ERI, Univ. of Tokyo; [2] Center for Astrobiology and Early Earth Evolution, Univ. of Washington

地球外天体、特に表面を氷に覆われた氷衛星における熱水活動の存在について、地球海洋底との比較に基づく議論を行う。

木星の衛星エウロパをはじめとする一部の氷衛星では、周辺磁場環境の観測や表面地形の解析から、表面下に液体の海（内部海）を保持している可能性が示唆されている。内部海が存在は地球海洋底における熱水系と同様の環境を想起させ、生物学的にも極めて興味深いシステムが存在することを期待させる。しかし氷衛星はそれ自身のサイズや重力が小さく、内部の熱的状态も地球のそれとは大きく異なることが予想されるため、海を持つことだけで地球と同様の特徴を持った熱水系が存在すると考えるのは早計である。そこで本研究では、氷衛星において熱水系が存在できる海底下深度や、その領域での岩石と液体水の相互作用（蛇紋岩化）によって生じる反応熱を見積もることによって、氷衛星の熱水系が持つ熱的・構造的特徴を議論する。そして地球海洋底の熱水系が氷衛星のそれに対してどれほどのアナロジーとなるのかに関して評価したい。

地球での熱水系では海洋底の年齢に従ってその浸透率が  $10^{-16} \sim 10^{-9}$  程度に変化し、岩石中の microfracture を通して海水が循環している。その深さは地震学的な調査等によって数 km 程度と考えられている。氷衛星の海底領域（岩石マントル表面領域）において熱水循環系がどのくらいの深さまで存在できるのかという問いに対しては、本研究では岩石の thermal cracking の議論に基づいた考察を行う。海の厚さや岩石マントル中の発熱量をパラメータとして cracking が発生し得る深さを見積もり、熱水系の構造的な制約を見出す。このようにして示唆される熱水領域の拡がりに対し、海底下に浸透した海水と岩石との相互作用で発生する熱量を見積もることができる。地球における TAG や Rainbow, Lost City といった熱水サイトでは、オリビンの蛇紋岩化に伴う発熱が熱水循環の重要な駆動力のひとつとなっている。そこで氷衛星の海底岩石の蛇紋岩化作用で発生する熱量とそれが衛星全体の発熱量に及ぼす寄与を、岩石マントルの放射性核種壊変熱との比較などによって評価する。一連の議論に関する具体的な対象天体として、エウロパの他にも内部海が存在が示唆されている氷衛星としてガニメデやカリスト、土星の衛星タイタンやエンセラダスなどをとりあげる。

液体水と岩石の相互作用という点では、他にも外的要因に基づく発熱過程の存在が考えられる。エウロパのように軌道離心率が大きく母惑星との重力相互作用が強い天体においては、潮汐力が熱水流動の駆動力になる可能性がある。衛星の公転運動に伴って木星から受ける潮汐力により、内部海とそれを覆う厚さ数～数十 km 氷地殻は周期的な変形を受ける。この変形に従って海底部にかかる荷重圧は周期的に変化し、海底岩石中に浸透した液体水が流動する。多孔質媒体中の液体水の流動で生じる粘性散逸は地球海洋底においても重要な熱源となっており、その議論を氷衛星に適用した定量的評価を行う。さらに生物学的視点においては、熱水系での蛇紋岩化作用を通して発生する水素が、極限環境下での多様な代謝経路における電子供与体として貴重な栄養源となる可能性がある。本研究では熱水活動が存在し得る深さをパラメータとして、水素発生量の見積もりも行う。