

硫酸塩-水系の高圧下での相関係と氷天体への適用

High pressure relation of the MgSO₄-H₂O system and its applications to the internal structure of icy objects

中村 亮[1], 大谷 栄治[2], 近藤 忠[3]

RYO Nakamura[1], Eiji Ohtani[2], Tadashi Kondo[3]

[1] 東北大・理・地球物質科学・地球惑星物性学, [2] 東北大、理、地球物質科学, [3] 東北大・理

[1] Inst.of Mineralogy,Petrology, and Economic Geology, Sci.,TOHOKU Uni., [2] Institute of Mineralogy, Petrology, and Economic Geology, Tohoku University, [3] Sci., Tohoku Univ.

<http://rance.ganko.tohoku.ac.jp/>

大型の氷天体（木星のガニメデやカリスト、土星の衛星タイタン）は、内部に液体層の「海」が存在すると考えられている。この液体層にもっとも多く溶存する塩と推定される硫酸マグネシウム-水の2成分の高圧下での反応を調べ、組成-圧力図を作成した。この結果、共融点は MgSO₄ 14wt%・1.99GPa に存在し、高圧下では高圧氷とともに硫酸マグネシウム7水和物が出現した。もし十分に硫酸マグネシウムが氷天体に含有されているならば、氷天体の「海」の底に硫酸マグネシウム7水和物が存在している可能性がある。

氷天体に含まれている揮発性物質の内、ガリレオ衛星の観測データや小惑星の組成を近似するとされている C コンドライト組成から、約4分の3が硫酸塩、中でも水溶性の高い硫酸塩の73wt%は MgSO₄ である事が判明している (Fredriksson et al. 1988)。硫酸塩を重視して C コンドライト組成に段階的に H₂O を加えていった天体モデルが提唱されている (Kargel 1991)。MgSO₄ - Na₂SO₄ - H₂O の3成分系については常圧において温度-組成図も作成され (Hogenboom et al. 1995) それをもとにガニメデ・カリストなどの氷天体内部構造も論じられている (Kargel 1991)。しかし圧力の影響に関してはほとんど議論されていない。

本研究では圧力の効果を考慮して氷天体内部構造の議論を行うために、これらの天体を構成する硫酸塩を MgSO₄ で近似し高圧力下における H₂O との相関係を調べた。

出発物質には MgSO₄ を 0~30wt% の範囲で水に溶解させたものを用いた。これらは常温常圧下では不飽和の水溶液として存在することが報告されている (Hogenboom et al. 1995)。

高圧力の発生にはレバー式ダイヤモンドアンビルセル (DAC) を用い、圧力測定にはルビー蛍光法を適用し、温度条件は主に室温で行った。タイタンの核部上部の温度条件は 300K あるいはそれ以上であろうと予想されている。(Shoemaker et al. 1982) 相の同定にはレーザーラマン分光装置、及び X 線粉末回折装置を用いた。

本実験の結果、組成に関わらず 1.99GPa 以上の領域に硫酸マグネシウム7水和物+氷相、2.14GPa 以上の領域に硫酸マグネシウム7水和物+氷相が出現していることが明らかになった。また、MgSO₄ が 14wt% 以下の組成では 0.95~1.99GPa の圧力領域で氷相が出現し、MgSO₄ が 14wt% 以上組成では 1.5GPa~1.99GPa の圧力領域で硫酸マグネシウム7水和物が認められた。

この結果から、氷天体に多く含まれるであろう硫酸マグネシウムの低温常圧実験から出現が報告されていた硫酸マグネシウム12水和物 (Hogenboom et al. 1995) は確認できず、7水和物のみ確認できた。このことは大型の氷天体の液体層下部の約 300K、1~2GPa の条件下では、十分に硫酸マグネシウムに富んでいれば高圧氷とともに硫酸マグネシウム7水和物が存在している可能性がある。