

湖水爆発のアナログ実験 Analog experiment for limnic eruption

大場 武^{1*}, 片桐輝久¹
OHBA, Takeshi^{1*}, Teruhisa Katagiri¹

¹ 東海大学理学部化学科

¹Dep. Chem. School. Sci.

1. 序

1980年代の半ばにカメルーンのニオス湖とマヌーン湖で起きたCO₂ガスの突発的な放出(=湖水爆発)は約1800名の犠牲者をもたらした。湖水爆発の直接的な原因は、湖水に蓄積したマグマ起源のCO₂であった(Kusakabe et al., 1989; Kling et al., 1989; Sigvaldason, 1989; Evans, et al., 1994)。この蓄積は、湖底でCO₂に富む温泉水が湧出し、湖水の密度成層のため上昇が阻害されるために起きる。湖水爆発の引き金については諸説がある。そもそも引き金など必要なく、マグマ性CO₂の継続的供給により湖のCO₂濃度が十分に高まればわずかなきっかけで爆発的脱ガスは起きるとする考え方がある(Kusakabe et al., 2000)。別の仮説として、災害直前に冷たい雨水が湖に大量に流入し、冷たい水塊があたかも地球のプレートのように深層に沈み込んだ結果、深部の湖水が持ち上げられ、圧力低下によりCO₂が過飽和になり連鎖的・爆発的脱ガスを引き起こしたとする説がある(Giggenbach 1990)。研究の初期段階では湖底で火山噴火が発生したとする説(Tazieff, 1989)も唱えられたが、現在ではその可能性は無いとされている。本研究では、湖水爆発のトリガーを解明するためにアナログ実験に着手した。今回は予察的な実験結果について報告する。

2. 実験

A (CO₂溶解・脱ガス) 内径150mm、高さ300mmの気密円筒形透明アクリル樹脂製の容器内に2Lの純水を入れpH指示薬(メチルレッド)を添加した。ヘッドスペースを0.2MPaの純CO₂ガスで満たした。CO₂ガスが水と溶解平衡に達したことを溶液の色の変化で確認した後に、内圧を約10秒以内に0.1MPaの大気圧まで開放し、溶存CO₂ガスの脱ガス状況を観察した。

B (化学反応によるCO₂の発生) 内径94mm 高さ310mmの円筒形透明アクリル樹脂製のシリンダーを用意した。このシリンダーは下から34mmの所で上下に分割することが可能で、上下を薄いプラスチックのシートで隔離できる。上下に異なる種類の水溶液を入れ、シートを引き抜くことにより、溶液を接触させる。下部の内容積は235mlである。容器の上下に1M HCl水溶液、0.2M Na₂CO₃水溶液を入れて中和反応でCO₂ガスを発生させた。

3. 結果および考察

実験Aでは、CO₂ガスは気泡となり発生がみられたが、その速度は遅く、泡は個別に水面に向かい上昇するだけであり、湖水爆発に類似するような現象を発生させることはできなかった。

実験Bでは下層にHCl水溶液を入れプラスチックシートで被い、上下を接続した後に、上層にNa₂CO₃水溶液500mlを入れ、プラスチックシートを素早く引き抜き反応を起こさせた。上下の水溶液はよく混合し、2秒程度以内に大量にCO₂ガスが発生した。発生したCO₂ガスは水を持ち上げ、泡と水溶液の混相流体の上端は容器の上端付近まで達した。次に下層にNa₂CO₃水溶液、上層にHCl水溶液500mlを入れ反応させたが、上下の水溶液は全体的には混合せず、界面付近でわずかに混合し、発生したCO₂の泡が溶液の流動を引き起こすことはなかった。

実験Aの結果は、CO₂の泡の発生と成長はある程度時間を要する過程であり、CO₂の過飽和度が低い場合は、発生した泡は個別に上昇するだけであり、溶液全体の流動を引き起こすことはできないことを意味している。また、減圧の速度も急激な泡の発生には必要であることを暗示する。

実験Bでは溶液の位置により異なる結果が得られたが、溶液の密度が結果の相違に関係していると考えられる。実際に比重ピンを用いてHCl, Na₂CO₃溶液の密度を測定したところ、それぞれ1.018, 1.028 g/cm³であり、上層に比重の高いNa₂CO₃溶液をいれた場合、比重の低い下層に溶液が降下することにより効率的な混合が発生し、短時間でCO₂ガスを発生させ、湖水爆発に類似した現象が発生したと考えられる。

キーワード: 湖水爆発, アナログ, CO₂

Keywords: Limnic eruption, Analog, CO₂