

砂の続成作用に関する 氷塊を使った疑似実験

質問1：果たして、砂は押し固められて砂岩になるのだろうか？

砂を高压容器に詰めて、高压で圧縮したら砂は押し固まるか？ 答えは「NO」。砂は粉々に砕けてしまい決して砂岩のように固まることはない！

質問2：そもそも砂が砂岩になるのはなぜ？

それは、**砂粒どうしがくっつく**からである。しかし、小・中・高等学校の教科書ではそのことが全く説明されていない！

質問3：では、砂粒と砂粒はどのようにしてくっつくのか？

それには2つのメカニズムがある。ひとつは**圧力溶解**。もうひとつは**セメント化作用**である。固体物質には、長い時間圧力がかかった状態にあるとその圧力がかかった部分が溶けるという性質がある。それを**圧力溶解**という。砂層が埋没すると、上に堆積した地層の重みにより、砂粒どうしが接している部分に大きな力がかかることになる。その状態が長く続くと、砂粒は圧力溶解により溶けることになる。隣り合った砂粒どうしは溶けることにより接触面積を増加させながらくっついていく(図1)。圧力溶解が進むにつれ、点接触から線接触(実際には面で接触)、凹凸接触、さらにはより強固な縫合接触となり固い砂岩となる。一方、**セメント化作用**は、砂粒と砂粒の間に鉱物が晶出することにより、それらの鉱物が接着剤の役目をするので砂粒と砂粒がくっつけられる作用である(図2)。

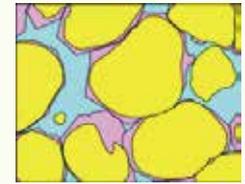
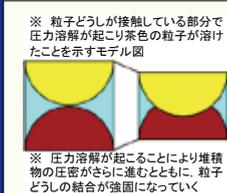


図1 圧力溶解とそれともなう間隙率の減少と接触状態の変化および粒子接触面積の増加(水色の部分が間隙)

図2 セメント化作用(ピンクがセメント)

研究の動機

続成作用を教えるためのよい教材を開発できないか？

① アイデア：氷塊を砂粒子に見立てて圧力溶解やセメント化作用の疑似実験ができるのではないかな？

研究の目的

氷塊を使って圧力溶解およびセメント化作用の疑似実験が可能かどうかを調べる。

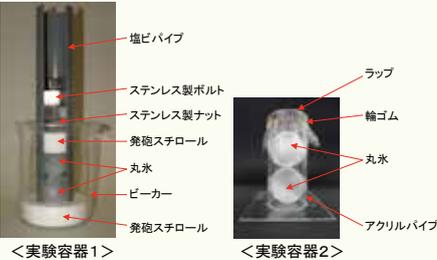
- ① 丸氷を氷点下(融点以下)で重ねておいた時に圧力溶解によって丸氷がくっつくかどうかを確かめる。
- ② 丸氷がくっついた場合、それが圧力溶解によってくっついているのかどうか、丸氷を薄片にして結合部分の結晶状態を調べる。

(1) 圧力溶解の実験：実験容器1

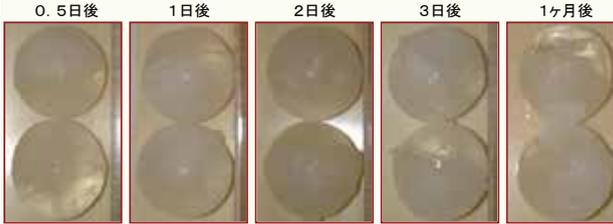
1リットルビーカーの底に発砲スチロールを敷き、その上に内径5.2cm、長さ30cmの塩ビパイプを立てた。直径5cmの丸氷を2つ重ねて入れ、冷凍庫(-14.5~-19.6℃)内に静置。

(2) セメント化作用の実験：実験容器2

内径5.2cm、高さ12cmのアクリル容器に直径5cmの丸氷を室温下(33℃)で2つ重ねて入れ、ラップで密閉後、冷凍庫(-17.8~-20.0℃)内に静置。



<実験容器1>



※ 各々の写真はセットした丸氷の連続経過を示すものではなく、それぞれに別個に容器に入れたものを各々の時間経過後に取り出して撮影したものである。氷を一旦取り出してしまうと融けてしまうため、そのような方法を取った。実験開始から3日後では丸氷は結合しなかったが、1ヶ月後には結合していた。

<実験容器2>



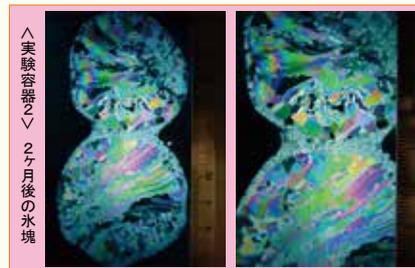
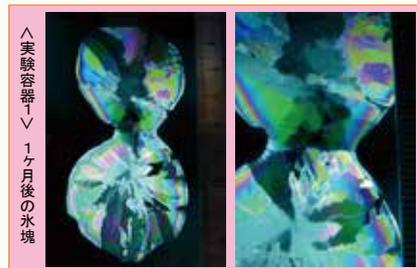
実験開始から2ヶ月後、2つの丸氷は結合していた。

(1) 圧力溶解の実験：実験容器1

結合部分はやや波打った線(面)状の接触関係を示している。実験開始直後においては2つの丸氷は点で接触していたはずであるが、時間の経過とともに面的な接触関係へと変化している。このことから2つの丸氷は圧力により溶解したと解釈できる。

(2) セメント化作用の実験：実験容器2

2つの丸氷の周囲を細粒の霜の結晶が囲んでいる。2つの丸氷そのものはお互いに接触しておらず、霜の結晶を介して結合している。2つの丸氷はともにもともの丸い形を残しており、2つの丸氷は離れた状態にある。このことは、実験開始直後から2つの丸氷の間に霜ができてはじけ、時間の経過とともにその霜が成長していったことを示している。このことから、霜の結晶がセメントの働きをすることにより2つの丸氷が結合したと解釈できる。



結論

氷塊を使って圧力溶解およびセメント化作用の疑似実験は可能である！！