

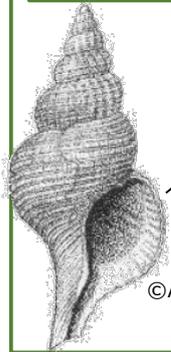


疑似体液を用いたin vitro実験による 貝類外骨格でのCC結晶化のpH条件の解明



石川県立金沢泉丘高等学校

貝殻と炭酸カルシウム(CC)



©A.G. Beu and J.I. Raine

- 貝殻の成分は？
- 炭酸カルシウム結晶
 - 他の金属塩
 - 有機物など

晶結条件は未解明

結晶化時のpH条件を
探るために
人工疑似体液を作成!!

(無機成分のみ、濃度は0.667倍、0.816倍、
1.000倍、1.224倍、1.500倍の5種類)

実験とその結果

1. 疑似体液の作成

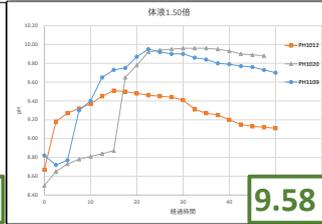
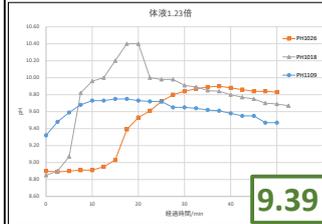
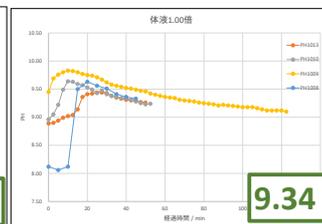
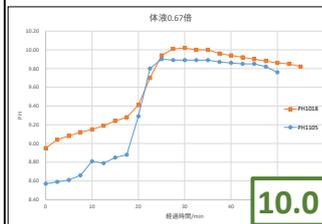
	質量/g	物質質量/mol L ⁻¹
海水	100.00	
NaCl	2.24	0.0383
MgCl ₂ · 6H ₂ O	0.49	0.0024
Na ₂ SO ₄	0.24	0.0017
CaCl ₂ · 2H ₂ O	0.14	0.0010
KCl	0.07	0.0010
H ₂ O	96.81	5.3784

2. 疑似体液のpHを上昇

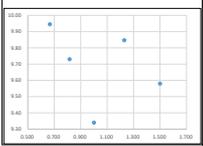


3. 結果

結晶化pH



濃度と結晶化pHの関係



補足

Ca²⁺を取り除いた系では
晶結せず

生成した結晶は
炭酸カルシウム(CC)

体液中のCa²⁺濃度が
高いため

考察と結論①

結晶化には時間がかかる

考察と結論②

体液濃度が高いほど
結晶化pHは低いと予想

そうではない!!

真の結晶化pHは
各平均値よりも小さい



Ca²⁺以外の無機イオンが
CCの結晶化を阻害?

進行中の実験

Ca²⁺以外の無機イオンの濃度を
変えた実験を実施

具体的には

濃度1倍の疑似体液を基準に
NaCl 1.5倍、MgCl₂ · 6H₂O 1.5倍、
Na₂SO₄ 1.5倍、
CaCl₂ · 2H₂O 1.5倍、KCl 1.5倍
の5種類の疑似体液を作成

問題点

- 晶結の確認は目視のため精度・再現性ともに低い
- 炭酸アンモニウムガス法ではビーカー内でpHが均一とはいえない

- 晶結の確認に吸光度計を用いる
- 濃い塩基性溶液の滴下によりpHを上昇させる

参考文献

疑似体液を用いた *in vitro* 実験による貝類外骨格での CC 結晶化の pH 条件の解明

抄録

本研究の目的は、貝類外骨格における炭酸カルシウム(CC)結晶化の pH 条件について明らかにすることである。貝類の体液組成は海水と概ね同じであるという先行研究をもとに、体液の組成を再現した疑似体液を作成し、炭酸アンモニウムガス法をもちいてその pH を徐々に上昇させた。系を連続的に観察し、結晶化が起こる pH を記録した。

1. 研究の背景と目的

広く肯定されている仮説としては、貝類外骨格における CC 結晶化の際、分泌された体液の pH が急上昇することがあげられる。これによって化学平衡が移動し、CC 結晶化が促進すると予想されている。ここで、pH が上昇するメカニズムについては全く未解明である。また、CC 結晶化の際には体液の濃縮が起こり、各イオン濃度が上昇するとの仮説もある。

以上が本研究の背景である。これを受けて我々は、貝類体内での CC 結晶化について、体液濃度と結晶化に必要な pH の関係について解明しようと考えた。

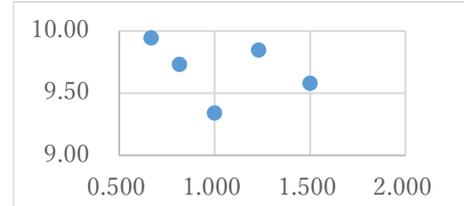
2. 方法

CC 結晶化時の貝類体液を実験的に再現し、その pH を pH メータで連続的に測定しながら徐々に上昇させ、結晶化が起こる pH を測定した。pH を上昇させる手法としては、先行研究に従って炭酸アンモニウムガス法を用いた。

また、疑似体液の組成(各イオン量の比)は海水と概ね等しくなるよう調製した。濃度(溶液体積に対するイオン量の比)については、5 種類について調べた。

3. 結果

各濃度と結晶化が確認された pH(複数回実験を行った平均)の関係は右図の通りになった。(横軸は濃度の海水比、縦軸は pH)



4. 考察

直感的には、体液濃度が高いほど、体液中の Ca^{2+} 濃度が高いため、中性に近い pH で結晶化すると予想されるが、結果からそうではないとわかる。体液濃度が大きくなると、他の金属イオン濃度も高まることから、これらの金属イオンは結晶化を妨げるのではないかと予想される。本実験では、5 種類の濃度でのみでしか実験できなかったため、今後はより多くの種類の濃度について、結晶化 pH を測定することが必要である。また、 Ca^{2+} の濃度を固定し、それ以外の金属イオン濃度を変えて実験を行うことで、この予想の真偽を確かめたい。

5. 結論

貝類体内において結晶化が起こるための pH 条件は、体液濃度によって異なるとわかった。結晶化時、貝類体液の組成・濃度ともに海水とほぼ同じであるとすれば、pH を 9.4 付近まで上昇させれば、結晶化が起こるとわかった。また、体液濃度が高ければ高いほど中性付近で結晶化するわけではないとわかった。

6. 参考文献

鈴木道夫(2019)「炭酸カルシウムの結晶成長を制御するバイオミネラルタンパク質」他多数

7. キーワード

炭酸カルシウム アラゴナイト カルサイト pH 炭酸アンモニウムガス法