



地学教育の探求活動で探らせる海洋生物中のCO₃変化と海洋・大気環境変動の相互作用

INTERACTION BETWEEN CO₃ CHANGE OF MARINE LIFE AND ENVIRONMENT CHANGE OF OCEAN AND ATMOSPHERE EXPLORED BY GEOLOGICAL EDUCATION AND RESEARCH ACTIVITIES

中村 亮 (宮城県利府高等学校地学科) Ryo S. NAKAMURA (Miyagi Rifu high school)



高校地学における海洋組成調査活動および化学でのイオン結合の扱い

高等学校地学基礎の「大気と海洋」の単元で、海水の塩分濃度は世界平均3.5%と扱う。

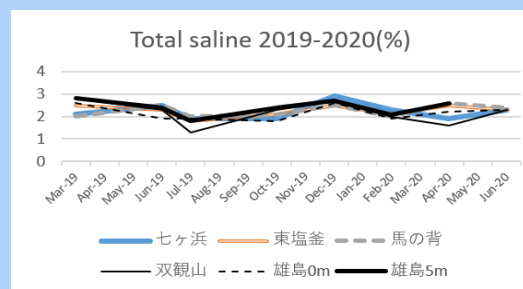
しかし実際は調査してみると、狭い領域の松島湾付近でも外洋側⇔内湾側、また沿岸～沖合数mの距離の違いでも差がある。



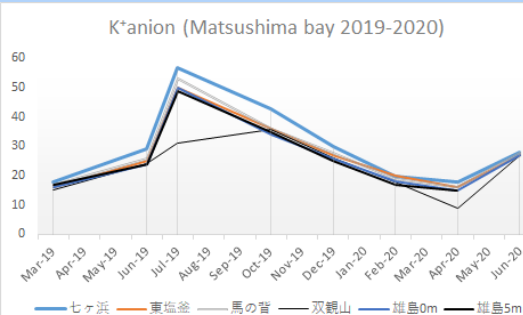
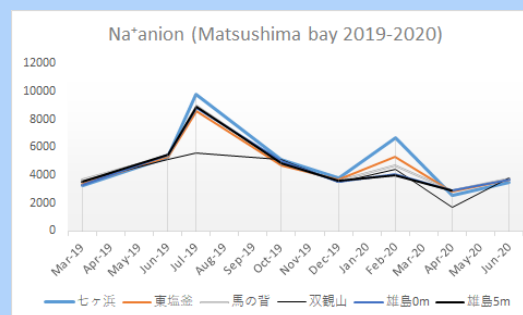
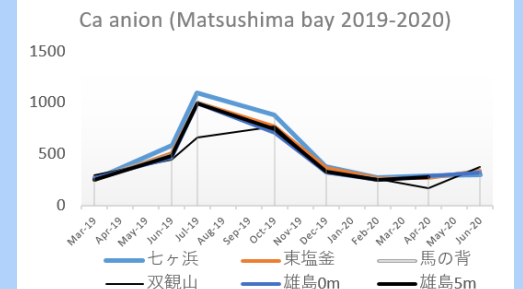
結果1 海の塩分濃度・組成の季節・地域差

2018年7月以降、課外活動などの流れで松島湾周辺の5か所を定点観測している。

Na⁺は総塩分同様、極大は2回(夏季と冬季)

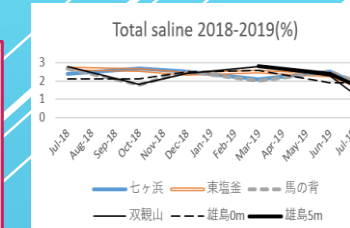


Ca²⁺・K⁺はほぼ同時期に極大は一回



【過年度2018年度の調査から】

総合塩分は、狭い領域内でも外洋—内湾で増減の傾向がずれるときもあるが、Ca²⁺などイオン濃度のデータに大きな違いは見られない。一方総合塩分は、降水や陸水の流入で比較的影響を受けやすい。



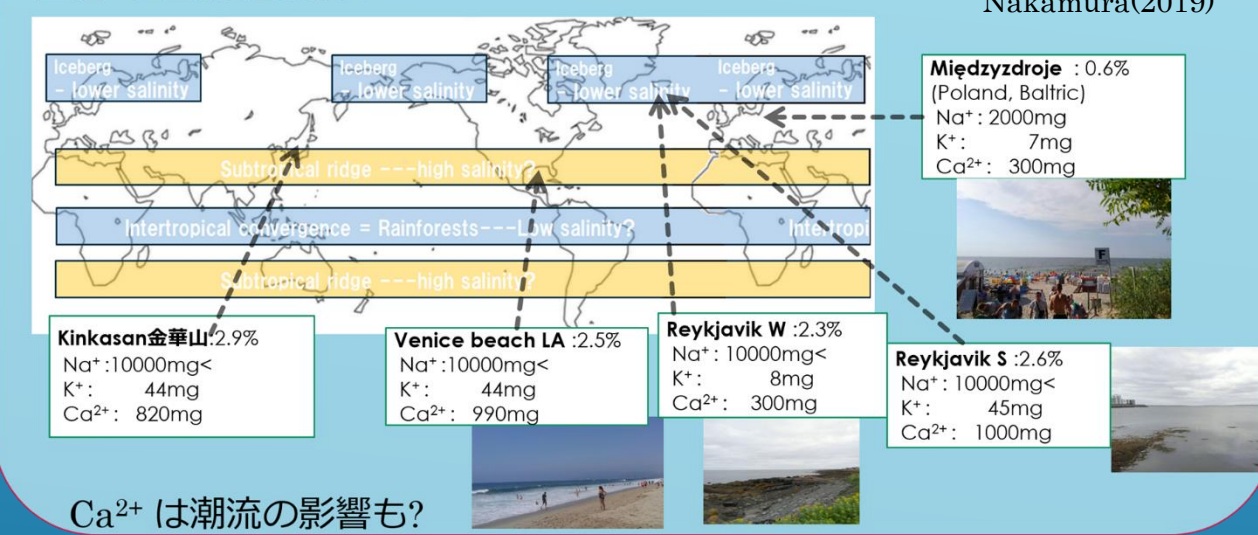
【以上のことから、生徒に見出させたこと】

安定して変動するCa²⁺は、海水⇒生物体(貝類)の殻としてCO₂を取り込む。その中で...

Caは(他の金属イオンよりも)特に容易にCO₂と結びついて石灰分CaCO₃になるのでは?
Caが海水から少なくなるとCaCO₃の殻は密度少?
逆に海水から吸収して多くなっている?

海水から生物体へ吸収される機構が分かれば、大気CO₂からの吸着もより多く望めるヒントがあるかも?

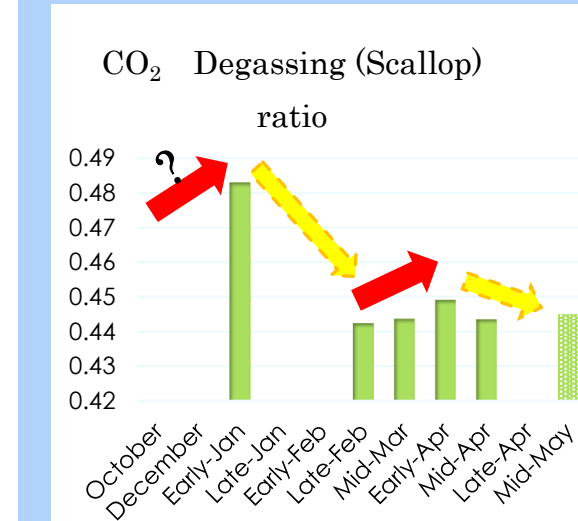
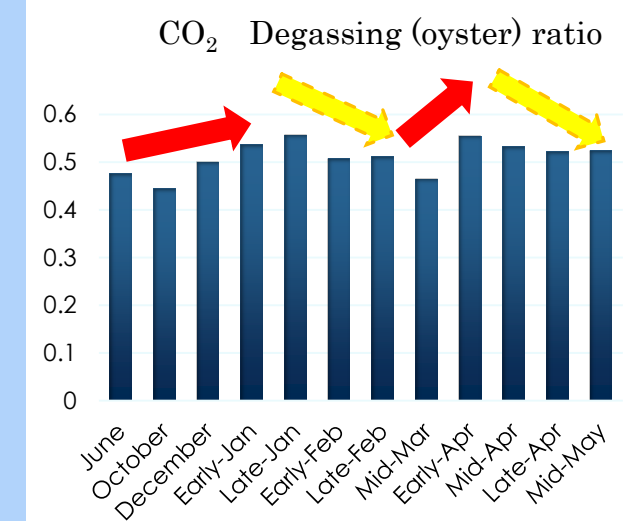
世界の塩分濃度は?



海水塩分自体は夏季6月・冬季12月に極大をむかえる。その内訳は夏季6月はCa²⁺・K⁺中心で、冬季12月はNa⁺中心。

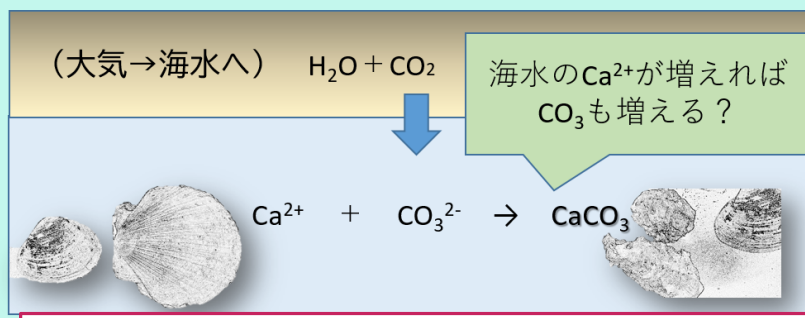
結果2 貝類のCO₂⇒炭酸塩含有量

①牡蠣(利府町4月まで→5月仙台湾) ②ホタテ(宮城県→北海道)



海水と海洋生物の炭酸塩

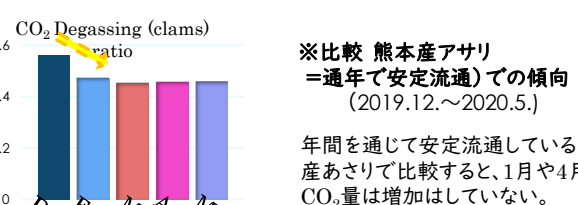
【前提】計測する物質
全組成を学校や授業の中で測ることは非常に難しいが、カキやホタテなど貝類の殻の主成分であるCaCO₃は、大気や海中からのCO₂と金属イオンが結合してできたものであろう。



【海水の塩分・イオン量測定】
総合塩分は塩分計(SATO)を使用し各イオン成分はNa⁺, K⁺, Ca²⁺各イオンメーター(HORIBA)を用いて計測させた。

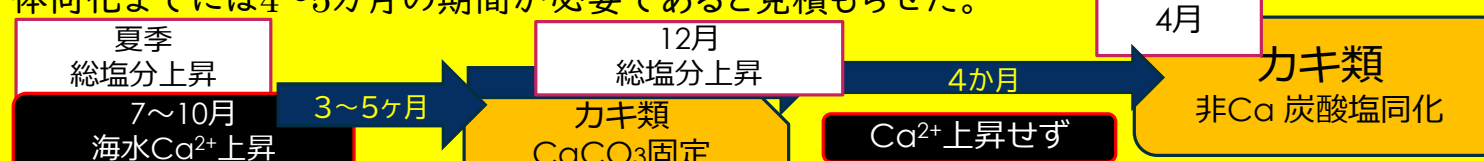
【貝類のCO₂成分の測定】
日時・海域が明らかなカキ殻・ホタテを、電気炉で加熱しその脱ガス量から質量比を計算した。電気炉はコバタ電気工業・ロペットを用いて、900℃以上・4時間それぞれ行った。

【問題点】炭酸塩固定への時間
海水組成が変化して、すぐに貝類への炭酸塩が影響を受けるか、つまり採取された殻がどの時点で海水から必要な組成を得ていたかは直接の断定は不可能。



考察

高等学校での探究を通しての塩分調査活動から、海水の塩分濃度は年に2回、Caイオンは7~10月に1回極大があることを見出させた。貝類(特にカキ殻)の炭酸分⇔Ca結合可能組成は1月と4月に極大がある。これらのイオンの組成変化の追跡から、海水のイオン組成変化が貝類への生物体同化までには4~5カ月の期間が必要であると見積もらせた。



確かに水分が蒸発する量が大いと思われる夏季にK⁺・Ca²⁺を含む塩分・イオン濃度が高くなるが、冬季には非Ca分の金属イオンが多く存在することで、効率よく海水(もとは大気から)のCO₂分も吸収・固定ができる。CaだけでなくNaをはじめとした陸水などからの安定した流入イオンが、そのCO₂吸収の効率を高めるであろう。

References
R.S.NAKAMURA(2019) Educational Ocean Salinity Monitoring Activities in the High School and Constructing Application Model, Asia Oceania Geosciences Society 16th annual meeting 2019



謝辞 本研究は2020年度笹川平和財団「海洋教育パイオニアスクール」助成金により作成しました。貝類の提供は利府町浜田牡蠣生産組合・松島町赤間水産様に生産地・日時の情報とともにご提供をいただきました。ここに感謝いたします。