

西太平洋の堆積物から見た過去 15 万年の気候変動

環境システムコース エネルギー環境学

16655 森 徹

1. 緒言

現在,工業化の発展に伴って多くの環境問題が発生している.特に地球温暖化は過去 1 万年間において,例を見ないほどの急激な気候変動である.今現在その温暖化によるサンゴの白化などが見られ,生態系の変化などいろいろな問題を併発する可能性が高い.また,多量にある海水の堆積膨張により小さな島国ではその島自体の消失の危機が迫っている.

過去の地球の気候変動に目を向けると,現在から約一万年前までは気温変動がほとんどなかったが,それ以前には急激な気温変動が何度も起きていたことが知られている.この現象はグリーンランドの氷床コアから発見され,発見者の名前からダンスガード・オシュガーサイクル(図1)と呼ばれている(以下,ダンスガードサイクルと略称).この変動期間には,現在の地球温暖化をはるかに上回る速度で,気温の上昇・下降が起きていたと推論されるため,ダンスガードサイクルのような気候変動を調べることでより現在の温暖化に対して何らかの示唆が得られる可能性がある.

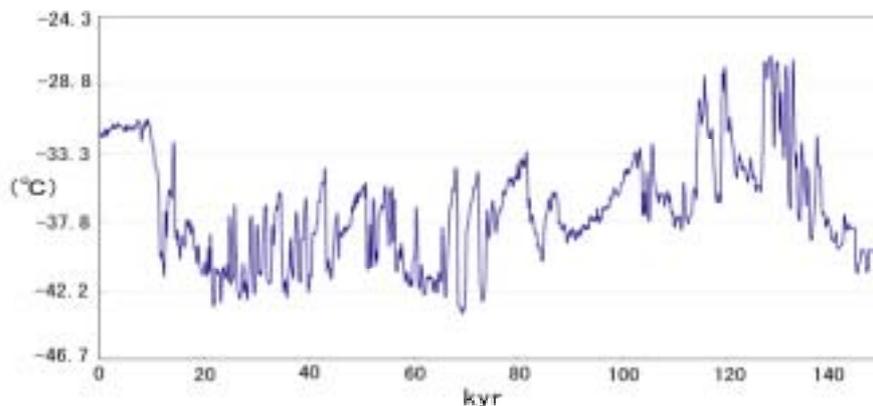


図1. ダンスガード・オシュガーサイクル

過去の気候変動を記録しているものとして,現在知られているのは,例えば,サンゴ,海底堆積物,また,前述のグリーンランドの氷床コアなどに限られる.今回の研究ではこのうちの西太平洋の海底堆積物を対象にした.試料の採取地点は中低緯度の黒潮流域付近に位置し,時間分解能も高い.黒潮は赤道域から熱を運搬し,東アジアの気候に大きな影響を与える.このため,この海域のコアを分析することにより,東アジアの気候変動が読み取れる可能性もある.また,得られた結果を極域における氷床コアと比較することにより,グローバルな気候変動を理解する上でも非常に有益であろう.以上の観点に立って,今回の研究は,まずこの地域の気候変動の記録を明確にすることを目的とした.本稿の作成に当たり,多田(1997),氏家(2001)を参考にした.

2. 試料と分析方法

2.1 試料

本研究の試料は日本の石垣島の南東沖で採取された(図2)。試料を採取した海底の水深は2140m, コアの長さは33.6mである。この試料は長く, 日本の船では採取できないため, フランスの船で採取された。採取にはピストンコアラが用いられた。

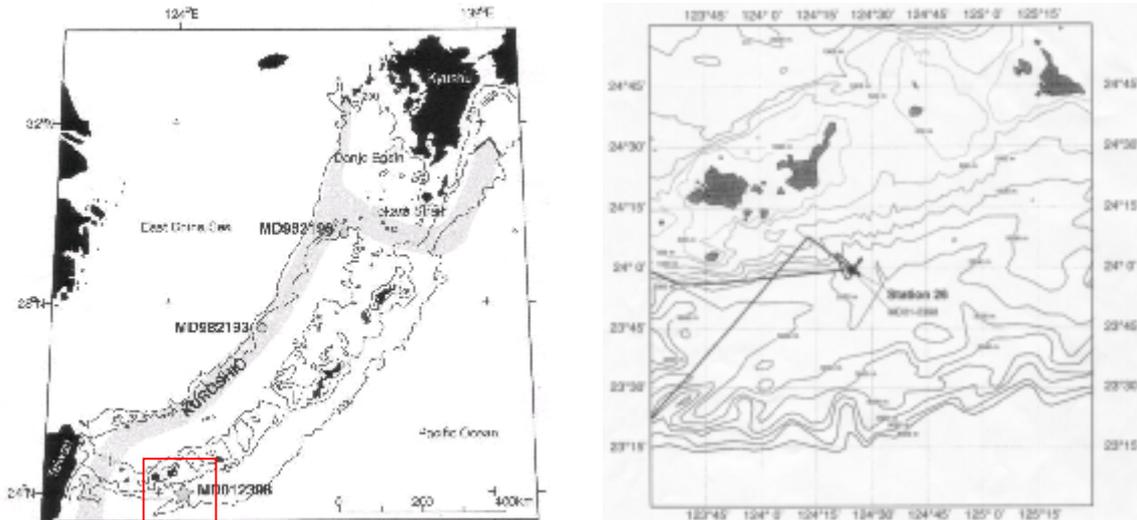


図2. サンプルの採取位置

2.2 分析方法

(1) 灼熱減量 (L.O.I.; Lost Of Ignition)

東京大学海洋研究所で共同研究者とサンプルを配分した後, 試料を110℃で12時間乾燥させた。それを乳鉢で粉砕し粉状にした。それを約1g秤量し, 900℃で12時間で加熱した。加熱後の試料の重さを測定し, 加熱前後の重さの差をL.O.I.とした。

(2) 蛍光X線分析 (XRF)

(1)でL.O.Iを測定した後の試料を粉状にして0.4000g秤量し, 四ホウ酸リチウム4.000gと混合, それをガラスビードにし, 蛍光X線法(XRF)で化学分析を行った。測定元素はSiO₂, TiO₂, Al₂O₃, MnO, MgO, CaO, Fe₂O₃, NaO, K₂O, P₂O₅の10元素である。

(3) 無機炭素測定

灼熱減量を測定していない乾燥試料1gに, XRFで測定されたCaOの量に合わせて1Nの塩酸を加え, 12時間ドラフト内で無機炭素と反応させた。反応後の試料に水を加え, 遠心分離器にかけ, その上澄み液を取り除いた。さらに30mlの水を加えて, 遠心分離器にかけた後, 再び上澄み液を取り除いた。この操作を2回繰り返す, 完全に塩酸を除去した。その後, 試料を乾燥させ, 重さを測った。この無機炭素を除いた試料の重さと塩酸処理前の試料の重さの差を無機炭素の量とした。

(4) 有機炭素測定

(3)で無機炭素を除去した試料0.2gと助燃剤1gをサンプルボードに載せて, CNS測定装置に入れ, 赤外線吸収法で有機炭素の測定を行った。

3. 結果及び考察

(1) 試料の測定結果で代表的なものを図3に示す。

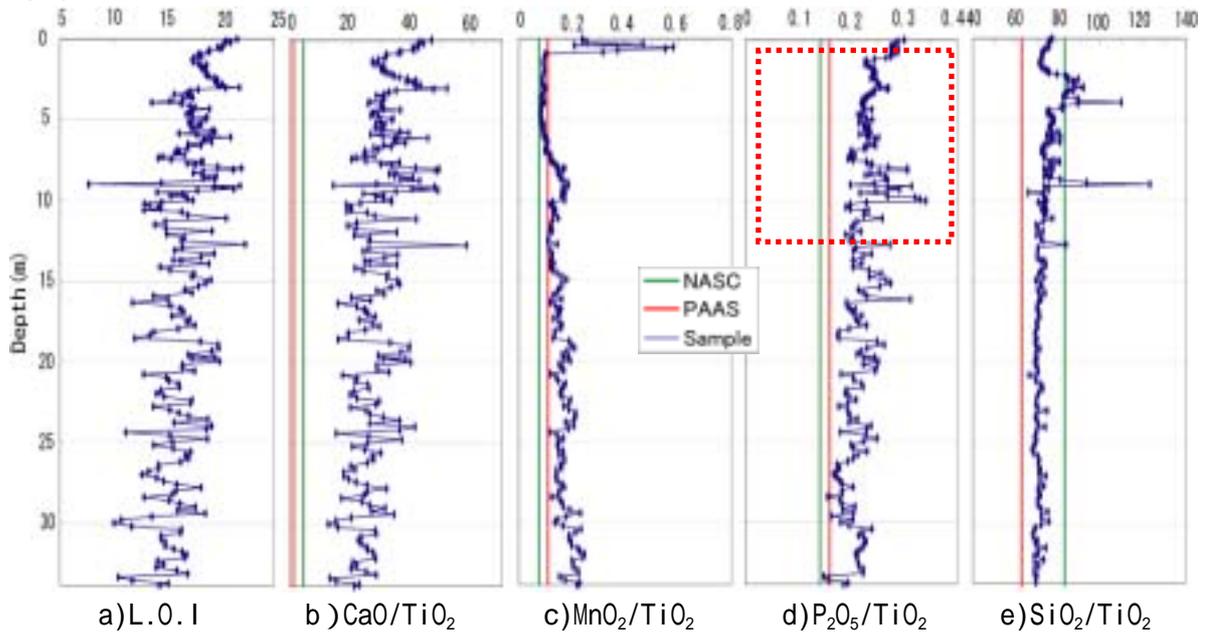


図3. 試料の測定結果

図3を見るとL.O.I.とCaOの相関がよい。また、上部大陸地殻の平均化学組成を示すNASC(North American Shale Composite)やPAAS(Post-Archean Australian average Shale)の値と比べてCaOが非常に多い。これはこの堆積物が石灰質プランクトン源のCaCO₃を主成分とすることによる。MnO₂はコア上部で高い値を示した。これは、堆積物が有機物の分解により酸素を失い、還元的な環境になったため生成したMn²⁺が海底付近まで上昇し、再び海水の酸化環境によって沈殿したためと考えられる。SiO₂などの値はNASCやPAASの値とほぼ一致し、陸源の碎屑物にも多く含まれる元素であるため、陸起源の物質であると考えられる。P₂O₅/TiO₂については次で説明する。

(2) 有孔虫の酸素同位体比との比較

図4に図3のP₂O₅/TiO₂のうち12m以浅(点線で囲った)部分を、有孔虫の酸素同位体比(氏家・山根未公開データ)および色彩色差計のL値(明度)と合わせて示す。酸素同位体比は過去の気候変動、特に気温の変化を記録している。他の2つの指標は酸素同位体比と同様の変動を示している。これによって、堆積物のP₂O₅/TiO₂やL値も気候変動の影響を受ける

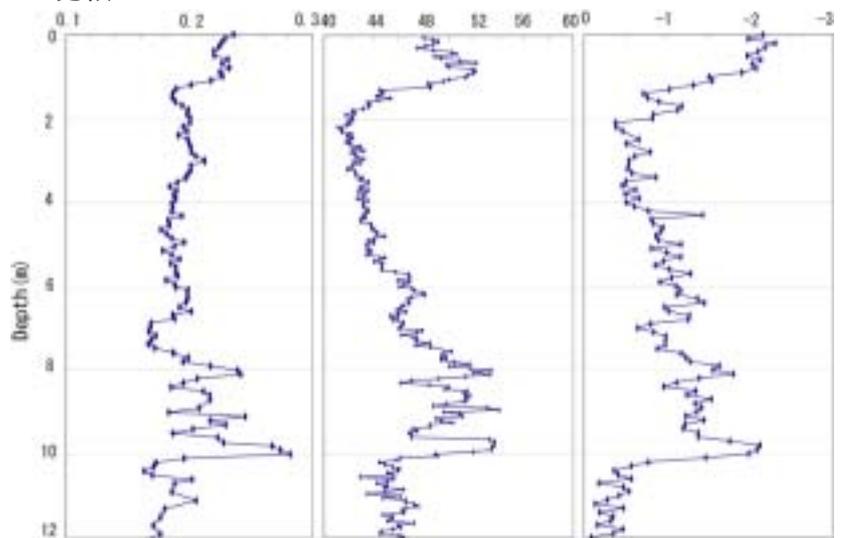


図4. P₂O₅/TiO₂(左), 色彩色差計L値(中), 有孔虫の酸素同位体比(右)の比較

ことが確認された。したがって、逆に P_2O_5/TiO_2 と L 値から気候変動を読み取れることが分かった。また、酸素同位体組成に見られる変動パターンは北極域のそれとよい一致を示すことから、今回のデータにより北半球における気候変動は全域的であったと推定される。

(3) 無機・有機炭素測定

堆積物の炭素濃度を測定することは、現在の温暖化に対して重要な役割を担っている炭素の動きを知ることになる。そこで、無機・有機炭素の定量を行った。その結果を図5に示す。

無機炭素は温暖期に比較的高い値を示している。また、無機炭素の挙動は XRF で得られた CaO の挙動とも似ている。一般に生物源堆積物は海洋の一次生物生産量、溶解量、堆積する場所の地形、特に海盆の水深などの影響を受ける。温暖期に無機炭素濃度が大きくなる理由としては、海洋中の CO_2 が温暖期に大気中へ放出され、海水中の pH が高くなることによって、無機炭素の主な成分である $CaCO_3$ の溶解が減少するためと考えられる。一方、有機炭素の量は氷期に海洋表層付近で生産性が上がったことを示したと考えられる。この現象は他の場所の太平洋の試料でも確認されている。以上の理由により、無機炭素と有機炭素は反対の挙動を示している。

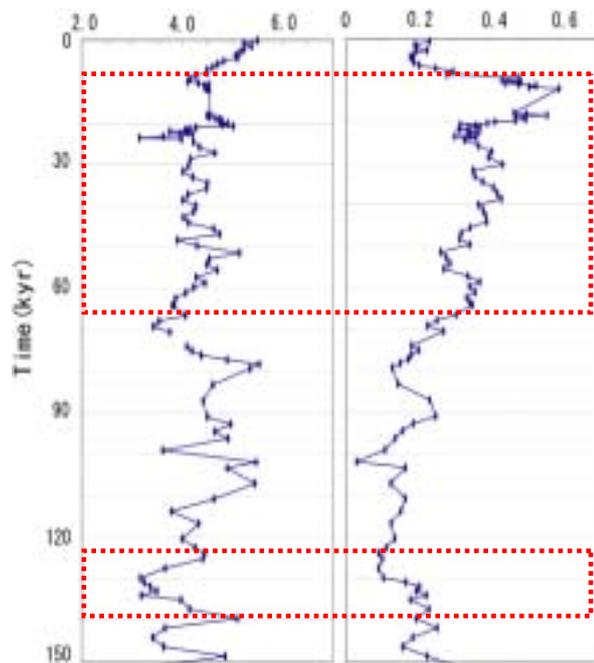


図5. 無機・有機炭素測定結果。
左図が無機炭素、右図が有機炭素
点線の部分が氷期に当たる期間

4. 結論

- (1) 今回の試料から西太平洋でもダンスガードサイクルと同様の気候変動が起きていることがわかった。
- (2) 堆積物の明度を示す L 値や P_2O_5/TiO_2 が有孔虫の酸素同位体比と同様に気候変動の影響を受けていることが確認された。
- (3) 無機炭素の量は CO_2 の大気・海洋間の移動に起因する溶解量の変化に影響され、有機炭素の量は表層付近における生物生産性の変化に影響されると考えられる。

5. 引用文献

- (1) 多田 隆治 “ダンスガードサイクル” 科学 Vol. 67 (1997)
- (2) 川幡 穂高 他 “西カリフォルニア海盆における過去 30 万年の有機炭素および無機炭素沈積流量の変遷” 第四紀研究 Vol. 33 (1994)
- (3) 氏家 由利香 “北西太平洋・黒潮形成域における第四紀古海洋環境変動” (2001)