

# 西赤道太平洋スーラー海における古海洋変遷と窒素固定イベント

地圏環境科学専攻 地球環境変遷学講座

博士課程1年 堀川 恵司 (指導教官: 南川 雅男)

## 1. はじめに

海洋に存在する窒素量は、海洋での基礎生産を制限する要因の一つとされ、その変動は全球規模での炭素循環にも影響を及ぼすと考えられている。北大西洋熱帯～亜熱帯や西赤道太平洋の貧栄養塩海域では、大気中の  $N_2$  を利用する藍藻 (*Trichodesmium*) がしばしば発生しており、北大西洋では *Trichodesmium* の窒素固定によって、一日に 30mgN が有光層に供給されている。西赤道太平洋スーラー海にも窒素固定を行う *T. thiebautii* が発生していることから、スーラー海も窒素供給海域の一つとして考えられている。本研究では、過去 7-8 万年間に形成されたスーラー海堆積物の有機物の炭素・窒素安定同位体分析から、スーラー海における過去の窒素固定の存在が確認されたので、その報告と併せ窒素固定イベントのメカニズムについて検討した。

## 2. 結果・考察

研究対象とした堆積物 (全長 13.5m) は、スーラー海中央部水深 3800m で採取された石灰質軟泥である。このコア試料に対して、10-20cm 間隔で炭素・窒素同位体分析を行った (Fisons NA1500 元素分析計と Finnigan MAT252 質量分析計を使用)。浮遊性有孔虫殻の酸素同位体比曲線 (高知大・三浦) に基づくと、過去 7~8 万年間に形成された堆積物であると考えられた。基礎生産の指標となりうる TOC 量は 0.1-0.5% の幅で変化し、同じ貧栄養の南シナ海の堆積物と比べ有機物含有量が少ないことが分かった (図 1)。また、完新世よりも氷期において若干 TOC 量が高くなっていることから、氷期-間氷期に対応した基礎生産の変動を記録している可能性がある。しかし、貧栄養塩海域では TOC 量が基礎生産の指標とならない場合もあることから、今後ナノ化石の群集組成比解析結果と併せて慎重に検討を行う必要がある。

本コアの  $\delta^{13}C$  は、酸素同位体ステージ 1 と 5a で軽く、ステージ 2.3.4 で 2~3% 程度重くなっていた (図 1)。絶対値と変動幅の違いはあるものの太平洋では酸素同位体ステージ 2.3.4 において  $\delta^{13}C$  値が重くなる傾向を示す。これは、基質となる無機炭素源の  $\delta^{13}C$  値が重くなっていたか、もしくは表層の  $[CO_2aq]$  が減少していたことが考えられる。一方、 $\delta^{15}N$  は、氷期-間氷期に対応するような明瞭な変化はなく、全体的に約 2% の変動幅をもって数千~1 万年スケールで激しく変動していた。スーラー海における過去 7-8 万年間の  $\delta^{15}N$  の平均値は 4.7‰ で、南シナ海のそれと比べスーラー海の方が 0.7‰ 低くなっていた。炭酸塩含有量の変動に注目すると、炭酸塩含有量が 30% で低く安定する時期が 4 層準認識された。興味深いのは、このような層準で  $\delta^{15}N$  が 3‰ 台になることがあり、さらに  $\delta^{13}C$  もイベント前後の層準と比べ 0.5-1.3‰ 軽くなっている点である。また、融氷期のイベントでは  $\delta^{15}N$  と TN 量が逆相関の関係にあることも明らかになった。このようなイベント時に  $\delta^{13}C$  値が軽くなる現象については現在、検討を重ねているところである。一方、 $\delta^{15}N$  を軽くする要因については以下の 4 つの可能性; 1) 海水の硝酸  $\delta^{15}N$  値の低下、2) 表層の富栄養化による分別効果、3) 陸起源有機物の寄与、4) 窒素固定の影響などが考えられる。

イベント発生時期が最も明らかな LGM と YD 間に発生している融氷期イベントに限定すると、表層で硝酸が枯渇している東シナ海において融氷期の  $\delta^{15}N$  値が緩やかに増加していることから、当時海水の硝

酸・ $^{15}\text{N}$  が低下していたとは考えられない。また、ナノ化石に基づく研究によって融氷期には鉛直混合が弱まっていたと考えられる点、さらに $^{13}\text{C}$  値や C/N 比から陸起源有機物の影響が希薄な点などから、融氷期イベントでは 4) の窒素固定を行う藍藻の大規模なブルームの可能性が考えられる。南シナ海においてもスルー海と同様に融氷期に 1.5‰ の  $^{15}\text{N}$  値の減少が報告されている。南シナ海は、この融氷期 (LGM ~ YD の間) におよそ 30m の相対的海水準の上昇を経験している。この海水準上昇の一部は、チベットや中国内陸部起源の融雪水が南シナ海へ流入することによると思われる。この融氷期にスルー海と南シナ海において  $^{15}\text{N}$  がほぼ同調して減少していることから、南シナ海への淡水の流入が表層の低塩分を促進させ、それによって引き起こされる鉛直混合の弱体化が西赤道太平洋の広い範囲において *Trichodesmium* のブルーム (窒素固定の強化) を引き起こしていた可能性が考えられる。

表層の淡水化によって窒素固定が強化されていたと考えられる融氷期イベントにおいて、窒素固定起源の有機物の割合を検討した。スルー海の場合、粒子状有機物質が海底に達し、海底下 0-30cm において有機物の 50% が分解され、その際  $^{15}\text{N}$  値は 1‰ 重くなっている。そこで、埋没後の続成による offset を 1‰ とし、トリコデスミウム自身を 0‰、海水の硝酸の値を北西太平洋中層水の値 5.7‰ とし、マスバランスから計算すると、 $^{15}\text{N}$  が最小値 3.2‰ になる時期の全窒素のうち 62% が窒素固定に由来することが分かった。また、過去 7-8 万年間における  $^{15}\text{N}$  の平均は 4.7‰ であるが、その場合、36% が窒素固定に由来するということが明らかになった。本研究の成果により、貧栄養の海洋環境において窒素固定が炭素循環に大きく関与していることが示唆された。今後は、このような窒素固定イベント時における基礎生産への影響、炭素循環への影響についてより定量的に検討を進めていく予定である。

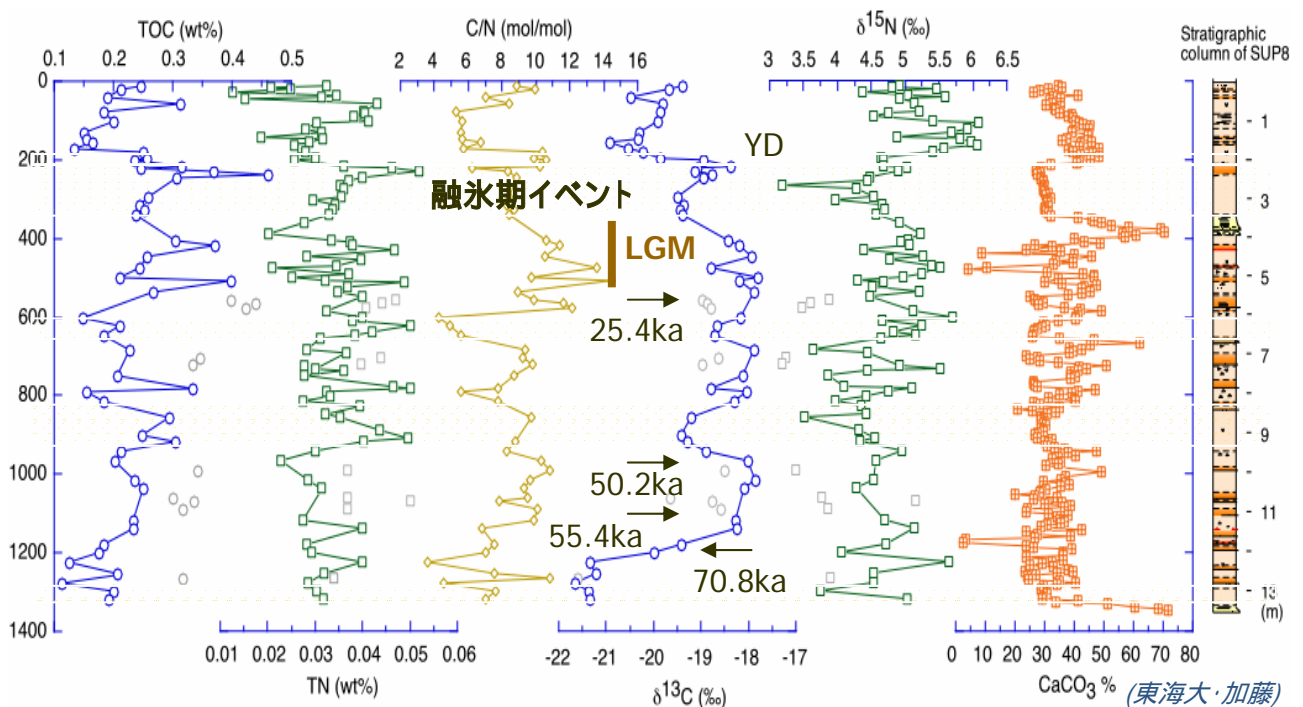


図 1 . SUP-8 コアの過去 7 万年間における有機物含有量とその同位体比の変動。陰付きの層準は、 $\text{CaCO}_3$  含有量が低く安定する層準。LGM: 最終氷期極相期, YD: ヤンガードリアス期。

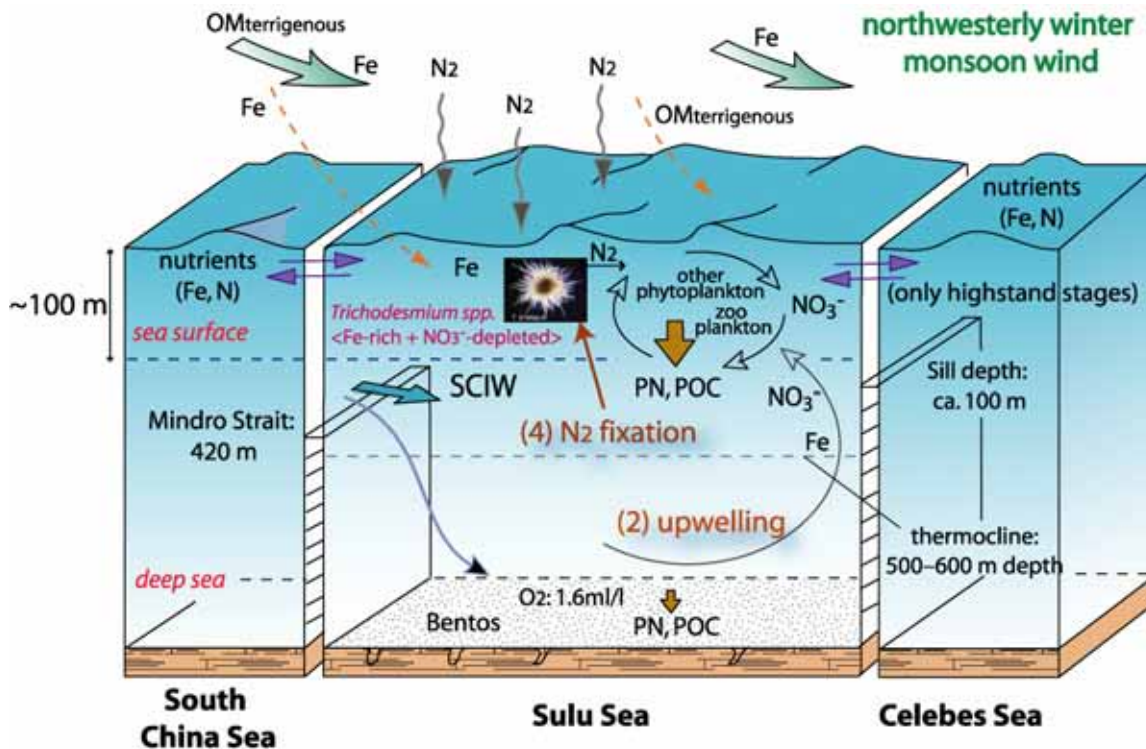


図2．スルー海における窒素固定の概念的モデル。融氷期イベントでは、表層が淡水化することによって水塊構造が成層化し、表層の貧栄養化が引き起こされ *Trichodesmium* が大繁殖しやすくなる。この際、窒素固定起源の軽い・<sup>15</sup>N 値を持つ有機物の一部が粒子状有機物となり海底に堆積する。

・本年度学会発表リスト  
投稿論文はなし

・本年度学会発表リスト

1．堀川恵司・長尾誠也・加藤義久・村山雅史・三浦喜典・南川雅男，2004，西赤道太平洋 Sulu 海における海洋変遷と窒素固定イベント：白鳳丸 KH-02-4 次航海 SUP-8 コアの炭素・窒素同位体比から，2004 年度日本海洋学会春季大会（平成 16 年 3 月発表予定）

2．Horikawa. K, Nagao. S, Kato. Y, Murayama. M, Miura. Y, and Minagawa. M., 2004, Nitrogen isotopic composition of sedimentary organic matter in the Sulu Sea during the last glacial-interglacial cycle. 5th International Conference on Asian Marine Geology

3．堀川恵司・長尾誠也・加藤義久・村山雅史・南川雅男，2003，海底コアから復元する Sulu 海の海洋環境変化-：堆積有機物の由来と古環境変化の概要．共同利用研究集会「Sulu 海および周辺海域の生物多様性と物質循環」