

茨城県北部中新統高久層群九面層の巨大炭酸塩コンクリーション：前弧海盆外側陸棚における冷湧水起源の炭酸塩鉱物化作用

Large calcareous concretions from Miocene outer shelf deposits in Ibaraki Prefecture: Carbonate mineralization by cool-seep water

安藤 寿男[1]; 上田 庸平[2]; Jenkins Robert[3]

Hisao Ando[1]; Youhei Ueda[2]; Robert Jenkins[3]

[1] 茨城大・理・地球生命環境; [2] 茨大・理工・地球生命; [3] 東大・理・地球惑星

[1] Dept. Environ. Sci., Fac. Sci., Ibaraki Univ.; [2] Environmental Sci, Ibaraki Univ; [3] Earth and Planetary Sci., Univ. Tokyo

< 目的 >

茨城県北茨城市磯崎海岸周辺には、生物擾乱の激しい泥質極細粒砂岩からなる下部中新統高久層群九面（こごら）層が分布し、メタン湧水起源と考えられる様々な形態の炭酸塩コンクリーションと、海生軟体動物化石を多く含んでいる。確認できた限りでは100×150mの範囲内に多数のコンクリーションが密集しており、現在日本で知られている陸上露頭としては、最大規模のものである。本研究では、九面層の炭酸塩コンクリーションの形成史と海生軟体動物化石との関連性について検討する。

< 露頭記載 >

磯崎海岸に見られる炭酸塩コンクリーションを、その産状と形態から次の6タイプに分類した（：塊状不定形型，：小型塊状不定形型，：パイプ型，：薄層型，：生痕密集充填型，：層状生痕密集充填型）。そして、これらコンクリーションの分布様式から、層厚約8mの本露頭を、下位よりユニットA（炭酸塩コンクリーション多産層，層厚約2m）、ユニットB（泥質極細粒砂岩層，層厚約4m）、ユニットC（炭酸塩コンクリーション多産層，層厚約2m）に区分した。ユニットA,Bにはタイプ ， ， ，ユニットCにはタイプ ， が卓越する。ユニットCの炭酸塩コンクリーションはユニットA,Bより粗粒な細～中粒砂岩から構成されている。

海生軟体動物化石は、*Lucinoma acutilineatum* を主として *Cyclocardia siogamaensis*, *Yoldia landabilis* などが多く散在する。これらは、ユニットA,Bの極細粒砂岩中、又は炭酸塩コンクリーション中から多く産出する（特に化学合成群集の一員として知られる *L. acutilineatum* は自生産状が多い）。ユニットCから軟体動物化石は産出しない。このような陸上露頭における炭酸塩コンクリーションの形態分類は、過去の研究に例が無いが、コンクリーション密集層の形成史を復元する際には有効である。

< 炭素，酸素同位体比 >

炭酸塩コンクリーションの10試料と、ユニットA中のコンクリーションに合併で含まれていた *L. acutilineatum* 2個体について、それぞれの殻から炭素，酸素同位体比を測定した。その結果、ユニットAの $\delta^{13}C$ が-29.183～-20.943‰， $\delta^{18}O$ が-0.161～1.869‰。 *L. acutilineatum* 殻は $\delta^{13}C$ が-0.493～1.272‰， $\delta^{18}O$ が1.226～1.55‰，ユニットCの $\delta^{13}C$ が-15.017～-4.365‰， $\delta^{18}O$ が-3.184～-0.158‰，という値を得た。

< 考察 >

ユニットAでは、*L. acutilineatum* 殻の $\delta^{18}O$ とコンクリーションの $\delta^{18}O$ が近似する。 $\delta^{18}O$ が当時の地温勾配のみにその値を依存していると考え、*L. acutilineatum* 殻とコンクリーションは共に続成をあまり受けられない状態で形成されたことが推定される。さらにコンクリーションの $\delta^{13}C$ は低く、メタン湧水起源であることが示唆される。これらから、ユニットAの炭酸塩コンクリーションは、湧水中のメタンが酸化されてできた炭酸イオンに、海水中のカルシウムイオンが結合して生成されたものと考えられる。*L. acutilineatum* は、化学合成細菌を鰓などに共生するいわゆる化学合成群集の一員であることが知られており、当時湧水中のメタンに依存して生息していたと考えられるが、本層での密集度は高くないことから海底面へのメタン湧水の噴出は顕著でなかったであろう。

一方、ユニットCの炭酸塩コンクリーションは、 $\delta^{18}O$ が低い値を示すことから、堆積後ある程度の続成を受けた後に形成されたことがわかる。ユニットAよりも高い $\delta^{13}C$ を示す理由としては、(1) ユニットA,Bに比べ粗粒な堆積物であったために、間隙水中に含まれていた多量の海水が湧水と混合し、重炭素の割合が増えた、(2) ユニットA,B中のコンクリーション形成により大量の軽炭素が消費されたため、結果的にユニットC中のコンクリーションは高い $\delta^{13}C$ を示した、などが考えられ、今後さらに検討する必要がある。

磯崎海岸以北の海岸に分布する九面層からも、約1kmにわたりユニットAと同様な産状を示す炭酸塩コンクリーションと、*L. acutilineatum* を主とする貝化石群集が産出しており、これらもメタン湧水起源であることが予測される。これだけ広域的に冷湧水の証拠を確認できる地上露頭は、今までに報告例を知らない。したがって、

冷湧水起源炭酸塩コンクリーションの形成メカニズムを解明する重要な鍵を握っている可能性がある。