

論文内容の要旨

論文題目 Behaviour of burrowing organisms in response to beach morphodynamics:
its palaeoecological and palaeoenvironmental implications

(海浜地形動態に応答した埋在性生物の挙動：その古生態学的・古環境学的意義)

氏名 清家 弘治

沿岸域は地圏・水圏・大気圏が交わる場所であり、地球表層環境において最も変化に富む領域である。波浪、潮汐、河川の流入などにより、沿岸域の地形は激しく変動している。沿岸域には軟体動物・多毛類・甲殻類といった多くの埋在性の底生生物が生息しており、それらは地形変動に応答した生態を持っていると考えられる。それにもかかわらず、地形変動に対して埋在性の底生生物がどのように応答しているのかはほとんど未解明である。その理由として、1) 地形変動と生態学の両者を合わせた研究が非常に少ない。2) 多くの底生生物は堆積物中で行動するために、自然条件下ではその生態を直接観察できない、等があげられる。

外洋に面する砂浜海岸は、波浪の影響により堆積物が常に運搬され、その地形が日々激しく変動するという極端に動的な環境である。このような環境下においても、砂浜海岸には多くの底生生物が生息しており、それらは地形変動に応答した興味深い行動様式を持つと考えられる。したがって、砂浜海岸に生息する底生生物は、地形変動に応答した行動様式を調べるためのモデル生物として適している。

多毛類の*Euzonus*は砂浜海岸の前浜堆積物中に生息し、移動しながら摂食行動をすることにより白色円筒状の生痕を形成する。つまり、この生痕の軌跡は*Euzonus*が移動した方向を示し、また生痕の存在は*Euzonus*の生息域を表す。したがって、砂浜海岸の地形動態と生痕とを同時に観察・比較することで、地形変動態に応答した*Euzonus*の生態を解明できる。さらに、*Euzonus*の生痕は生痕化石*Macaronichnus segregatis*として地層中に存在している。つまり、現世の*Euzonus*の生痕について知見を得ることは、地質時代の海浜地形動態と底生生物の関係を理解することにもつながる。

本研究では、現世の砂浜海岸の地形動態と *Euzonus* の生痕をあわせて解析し、両者の関係を検討した。その結果、*Euzonus* は海浜地形動態に応答して、その行動様式および生息範囲を変化させていることが明らかとなった。さらに、その生態的特性は、地層中の生痕化石 *M. segregatis* を詳しく調べることによって認識できた。つまり、本研究の知見を適用することで、地質時代の海浜地形変動に対する底生生物の古生態を復元することが可能である。そして、このことは波浪卓越型の砂浜海岸に、いつ埋在性の底生生物が進出したかを知る上で重要な意義を持つ。

1: 現世海岸（茨城県神栖市：波崎海岸）での観察（2006年6月～12月）

現世海岸での *Euzonus* sp. の生痕（現世 *Macaronichnis segregatis* 様生痕）の観察は、茨城県神栖市に位置する波崎海岸でおこなった。波崎海岸の海浜形状は、港湾空港技術研究所・沿岸土砂管理研究チームによってほぼ毎日観測されており、詳細な海浜地形動態を把握することができる。波崎海岸の海浜地形動態と *Euzonus* sp. の生痕の産状・産出範囲とを比較した結果、以下の生態学的知見を得た。

1) 海浜地形動態に応答した多毛類 *Euzonus* sp. の生息範囲の変化

調査期間中、波浪条件の変化を反映して、波崎海岸の前浜斜面の勾配は1/20–1/50の間で変動していた。静穏時には前浜斜面の傾斜は急になり、暴浪が卓越する時期には逆に前浜勾配は緩やかになっていた。*Euzonus* sp. およびその生痕の分布幅（垂直方向）は、それぞれ35–123 cm, 34–126 cmの間で変動していた。前浜斜面勾配と、*Euzonus* sp. およびその生痕の垂直分布幅との間には、それぞれ負の相関が見られた：前浜斜面が急になると、*Euzonus* sp. およびその生痕の垂直分布幅は縮小する傾向が見られた。逆に、前浜斜面が緩やかになると、より幅広い *Euzonus* sp. および生痕の垂直分布が見られた。このことは、海浜形状の変化が、*Euzonus* sp. の分布幅——すなわち前浜堆積物中の間隙生態系の分布幅を増減させていることを示唆している。なお、生痕の分布幅は変動しているものの、その分布の中央高度は常に高潮位面付近であった。このことは、対応する生痕化石 *M. segregatis* を用いることで、詳細な海水準復元（±50 cm以下の精度）が可能になることを示唆している。

2) 海浜地形動態に応答した多毛類*Euzonus*の行動パターンの変化

調査期間中、波崎海岸の前浜斜面は波浪条件の変化を反映して、絶えず岸—沖方向へと移動していた：静穏時には海岸線が沖側に前進し、暴浪時には海岸線は陸側に後退していた。それにもかかわらず、すべての調査時において*Euzonus* sp.は前浜中部にのみ生息し、その生痕は岸—沖方向に伸びるものが卓越していた。このことは、前浜斜面の移動に伴って、*Euzonus* sp.が堆積物中を岸—沖方向に移動していることを示している。また、地形変化の規模（変動量）によって生痕の産状は異なっていた。地形変化が少ない静穏時には、この生痕は蛇行した形態をとり、水平断面上で比較的ランダムに配列していた。一方、浸食による地形変化が激しい暴浪時には、この生痕は水平断面上で直線的な形態をとり、岸—沖方向に激しく定向配列していた。この観察結果は、海浜地形の変化規模に応じて、*Euzonus* sp.がその堆積物中での行動様式を変化させていることを意味する。こうした行動生態によって、*Euzonus* sp.は海浜地形変動による洗い出しや埋没を避けていると考えられる。したがって、この生痕の定方向性を地層中の生痕化石*Macaronichnus segregatis*に適用することで、海浜地形動態に応答した生痕化石形成者の古生態、および生痕系政治の古海岸線伸長方向の復元が可能になった。

2: 海浜堆積物中の生痕化石*Macaronichnus segregatis*の観察（完新統および更新統）

研究対象とした完新統海浜堆積物は、九十九里平野（千葉県）、仙台平野（宮城県）、および天竜川付近（静岡県）の浜堤列平野で得られたボーリング試料である。更新統の海浜堆積物については、香取層（千葉県）・脇本層（秋田県）において露頭調査を実施した。これらの海浜堆積物中に見られる生痕化石*Macaronichnus segregatis*の形態・層厚を観察し、同時に詳細な堆積相解析をおこなった。その結果、地質記録中の生痕化石*M. segregatis*においても、現世海岸で得られた上記の2つの生態学的情報を認識できることが判明した。すなわち、*M. segregatis*の形成者もまた、海浜地形変化に応答してその行動様式および分布幅（垂直方向）を変化させていたことがわかった。