

LATE QUATERNARY HYDROLOGICAL CHANGES IN NORTH  
AFRICA BASED ON GEOCHEMICAL AND MICROFOSSIL  
ANALYSES IN SEDIMENTS FROM THE EASTERN  
MEDITERRANEAN SEA

ハレッド, サイエド シヌーシ モハメド

<https://doi.org/10.15017/1931716>

---

出版情報 : 九州大学, 2017, 博士 (理学), 課程博士  
バージョン :  
権利関係 :

氏 名	Khaled Sayed Sinoussy Mohamed			
論 文 名	LATE QUATERNARY HYDROLOGICAL CHANGES IN NORTH AFRICA BASED ON GEOCHEMICAL AND MICROFOSSIL ANALYSES IN SEDIMENTS FROM THE EASTERN MEDITERRANEAN SEA (東地中海堆積物の地球化学および微古生物学分析に基づく後期第四紀の北アフリカにおける水循環変化)			
論文調査委員	主 査	九州大学	准教授	岡崎裕典
	副 査	九州大学	教授	奈良岡浩
	副 査	九州大学	准教授	鹿島薫

### 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

Khaled Sayed Sinoussy Mohamed 氏は、東地中海から採取された海底堆積物試料中の、陸上植物由来の有機分子量およびその水素および炭素安定同位体比を測定し、最終氷期最盛期以降のおよそ過去 2 万年間の北アフリカにおける水循環と植生変化を復元した。また、炭酸カルシウム殻を持つ浮遊性有孔虫および底生有孔虫群集の解析を行い、過去 2 万年間の北アフリカにおける水循環変化に起因する東地中海の海洋環境変化を復元した。

現在、サハラ砂漠が広がる北アフリカは世界有数の乾燥域である。しかし、およそ 15000 年前から 5000 年前にかけて、現在のサハラ砂漠がある地域に植生があった（緑のサハラ）ことが堆積物記録から明らかにされている。この時代はアフリカ湿潤期（African Humid Period, AHP）と呼ばれており、亜熱帯収束帯が現在よりも北上していたため、北アフリカの降水量が現在よりも著しく増加していたことが、気候モデル研究から示唆されている。その原因としては地球の天文学的な軌道要素の変動に伴う日射量分布の変動が挙げられている。

陸上植物の葉ワックス構成物である長鎖アルキル化合物は、比較的分解に強く、大気や河川により運搬され起源域から離れた場所の堆積物中に保存される。北アフリカの陸上植物由来の長鎖アルキル化合物は、大気やナイル川経由で東地中海へと輸送され堆積物中に保存される。これらの長鎖アルキル化合物、特に長鎖ノルマルアルカン、は、起源となった植物の種や生育環境の違いによって分子組成が異なる。また、C3 植物と C4 植物では長鎖アルキル化合物の炭素安定同位体比が大きく異なる。このことを利用し、堆積物中の長鎖アルキル化合物の炭素安定同位体比から過去の C3 植物と C4 植物の割合が調べられている。加えて、長鎖アルキル化合物の水素安定同位体比は、降水量の指標として近年利用されるようになってきた。

Khaled Sayed Sinoussy Mohamed 氏は、東地中海キプロス島の南方において国際深海掘削計画により採取された海底堆積物試料（ODP 967）を用い、最終氷期からアフリカ湿潤期を経て現在へと至る過去 2 万 3 千年間の長鎖ノルマルアルカン濃度を測定した。また、抽出した長鎖ノルマルアルカンの分子レベル水素および炭素安定同位体測定を行った。その結果、長鎖ノルマルアルカン濃度は、アフリカ湿潤期の最盛期である完新世初期に最も高かった。降水量の指標である長鎖ノルマルアルカンの水素同位体比は、北緯 15 度における夏季日射量に同調したパターンを示し、完新世

初期に最も軽い値を取った。これは気候モデル研究が示す亜熱帯収束帯の南北移動パターンと整合的であり、降水量が最終氷期と完新世後期に低く、アフリカ湿潤期に高かったことを裏付けた。一方、長鎖ノルマルアルカンの炭素安定同位体比は、水素同位体比（降水量）とは同調せず千年スケールの変動を示した。C3 植物と C4 植物の割合の変化は、アフリカ湿潤期の最盛期に C4 植物が多く、最終氷期から退氷期初期の乾燥期に C3 植物が増加する傾向がみられた。強光・高温・乾燥環境に強い C4 植物の割合がアフリカ湿潤期に増加する理由を、Khaled Sayed Sinoussy Mohamed 氏は以下のとおり説明した。アフリカ湿潤期における緑のサハラはサバナであり、C4 植物が主体であった。最終氷期から退氷期初期の乾燥期に、サハラ砂漠は現在よりも南へ拡大していたため植生に乏しく、東地中海堆積物中に保存された長鎖ノルマルアルカンの大部分は C3 植物に富むナイル川上流から運搬されたものである。これらの成果は、北アフリカにおける水循環変化に植生がどのように応答するかを明らかにした点で意義がある。

アフリカ湿潤期において東地中海の広域にサプロペルと呼ばれる有機物に富む地層が堆積することが知られている。アフリカ湿潤期には降水量が増加したため、ナイル川をはじめ東地中海への河川流入量が増加する。河川流入量増加は、東地中海表層に強い塩分成層を発達させ、鉛直混合が弱くなるため底層が還元的環境となる。同時に、河川によって供給される栄養塩により、東地中海の生物生産が増加する。堆積物への有機物供給が増加することで底層の酸素が消費され還元的環境となる。ODP 967 試料についても、アフリカ湿潤期に顕著な長鎖ノルマルアルカン濃度のピークが見られた。Khaled Sayed Sinoussy Mohamed 氏は、サプロペル形成時における東地中海の海洋環境変化を復元するため、東地中海ナイル深海扇状地で採取された海底堆積物 (M70b-St#822) 中の浮遊性有孔虫および底生有孔虫群集解析を行い、また浮遊性有孔虫殻の炭素および酸素安定同位体測定と全有機物含量測定を行った。M70b-St#822 試料は、過去 10 万年間をカバーしており、3 層のサプロペル (S1, S3, S4) が見つかっている。全有機炭素含量は、3 層のサプロペル全てで増加した。一方、浮遊性有孔虫の酸素安定同位体比は、サプロペル S3 と S4 において明瞭な負のシフトがあり、顕著な淡水流入を示した。浮遊性有孔虫個体数はサプロペル S3 と S4 で増加したが、S3 と S4 ではそれぞれ最も多産した種が異なった：S3 では高生産指標である *Globigerina bulloides*、S4 では熱帯 - 亜熱帯種である *Globigerinoides ruber*。サプロペル S3 の高い生物生産は浮遊性有孔虫の炭素安定同位体比の負のシフトによっても支持される。底生有孔虫群集組成も、3 層のサプロペル (S1, S3, S4) により大きな違いがあった。サプロペル S4 では底生有孔虫が産出せず、底層が無酸素環境であったことを示唆した。サプロペル S3 では、低酸素環境に耐性のある有孔虫種が主に産出した。サプロペル S1 では、底層の還元化は弱かったことが示唆された。

以上の結果は、北アフリカが氷期の乾燥期からサハラ砂漠が緑化されたアフリカ湿潤期を経て、現在の乾燥域へと至る過程において、亜熱帯収束帯の南北移動によって規制される降水量変化を示し、北アフリカの植生の応答を明らかにした。また、湿潤期に東地中海で形成されるサプロペル層がそれぞれ異なった特徴を持つことを示した。これらの成果は北アフリカの環境変動史に新たな知見を加えるものである。

よって、本研究者は博士（理学）の学位を受ける資格があるものと認める。