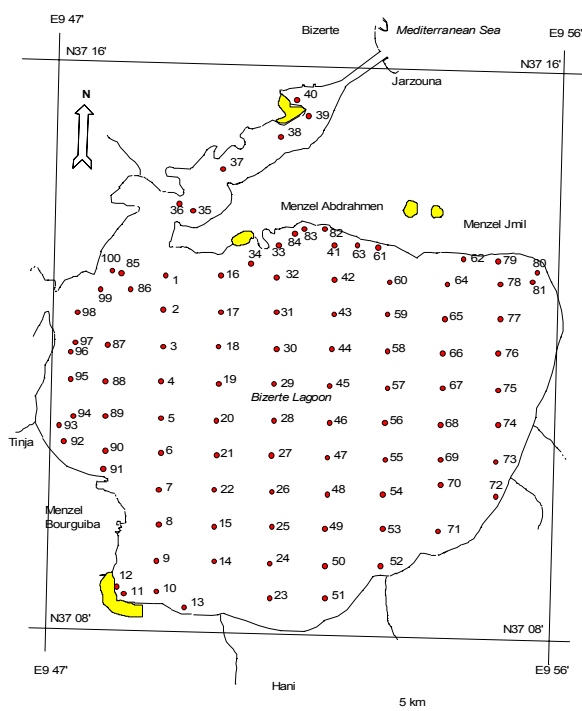


湖沼堆積物の重金属汚染モニタリングにおける環境磁気学的アプローチ

吉田充夫（独立行政法人国際協力機構）

堆積物の岩石磁氣的性質は、主として堆積物中に含有される磁性鉱物の種類、粒子サイズ、含有量（濃集の程度）に依存する。これらのファクターはいずれもその運搬・堆積・圧密・風化・変質等の過程における周辺環境に左右されるものであり、従って、磁氣的性質を古環境の指示者として捉えることが可能である。環境磁気学と呼ばれるこの研究手法は、人間の生産活動や消費によってもたらされる自然環境の改変や廃棄物による環境汚染の解明に対しても応用することができる。以下ではその一例として、地中海沿岸北アフリカの新興工業地帯に隣接するラグーン的环境汚染調査結果を報告する。

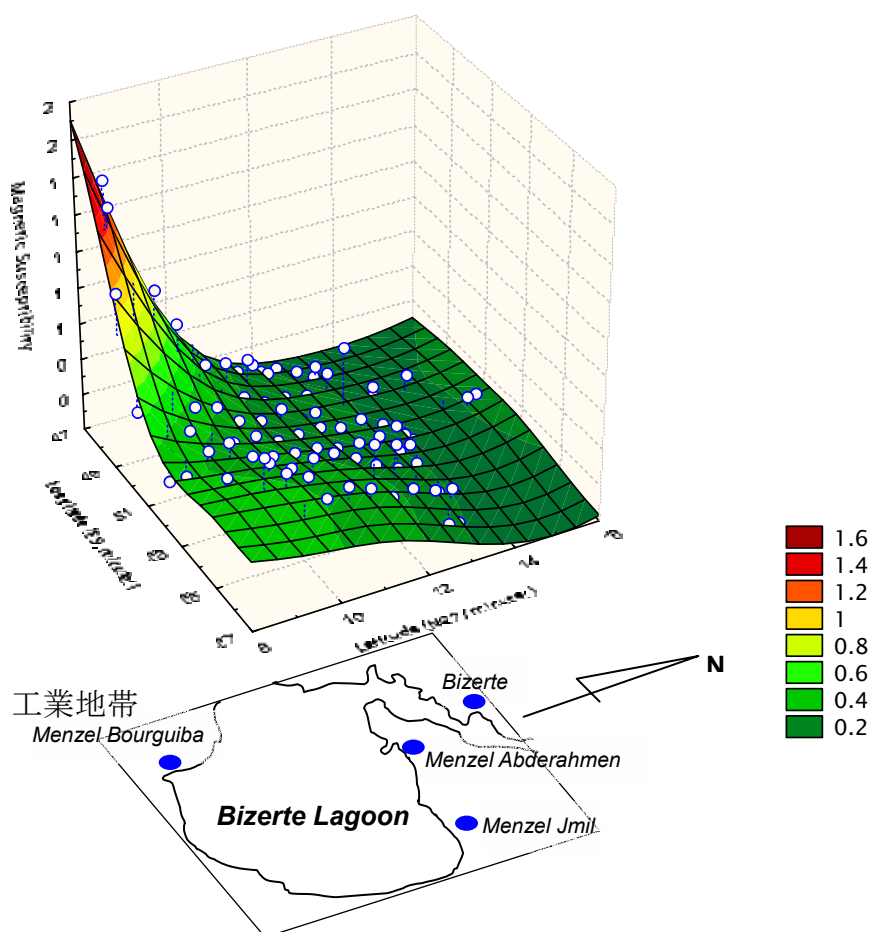
本調査研究は、チュニジア国立水・環境研究所との共同研究としておこなわれたもので、同国の新興工業地帯のひとつである Menzel Bourguiba 地区に隣接する Bizerte Lagoon の環境汚染の実態把握を目的としたものである。Bizerte Lagoon は、港湾として鉱工業製品の運輸としての役割を果たすほか、工業地帯や都市部から発生する排水や廃棄物の事実上のシンクともなっている。調査では、100 地点でのボートによる堆積物と水のサンプリングを行い（第 1 図）、それらに含有されている重金属等の有害元素を ICP-MS によって分析した。一方、同一の堆積物サンプルについて、帯磁率を測定し、両者の結果を比較した。



第 1 図：地理的位置図（右）
及び試料採取地点図（左）

堆積物に含まれる重金属等有害金属のうち 11 元素 (Ba, Pb, Zn, As, Se, Al, Cr, Co, Mn, V, Hg) が含有量基準 (NOAA 堆積物スクリーニング基準に準拠) を超える値を示した。これらのうち Hg を除く全ての元素が Menzel Bourguiba 工業地帯の廃棄物埋立地付近で著しい異常・極値を示す。このことから、工業地帯の排水・廃棄物・降下物が汚染源であると推定した。なお、Hg については農業地区の沖合いにて異常を示しており、農薬・殺虫剤等が汚染源と考えた。

同一の堆積物について、帯磁率を測定した。測定には ZH Instruments の SM20 携帯型帯磁率計 (感度 10^{-6} (SI 系)) を用いた。測定結果を図 2 に示す。この図から明らかなように、帯磁率は Menzel Bourguiba において著しい異常を示し、前述の重金属汚染の傾向と良く一致する。



第 2 図：ラグーン堆積物の帯磁率変化の 3D プロット (単位は 10^{-3} (SI))。

このような帯磁率の変化・異常は必ずしも堆積物中の Fe や Mn の含有量と相関関係を示さない。このため、これら金属元素の paramagnetic component が帯磁率変化の主たる原因であるとは考えられない。等温残留磁化 (IRM) 獲得

実験の結果は、強磁性鉱物（magnetite や maghemite）が帯磁率の異常値を引き起こす主たる要因であることを示している。こうした重金属等有害元素の汚染部分における強磁性鉱物は、(i)降下煤塵や、(ii)ラグーン堆積物中の活性化したバクテリア(magnetotactic bacteria)の biomineralization による生成物、に由来するものである可能性が高い。

帯磁率測定は、環境汚染調査において通常行われる環境化学的分析と異なり、現地で非破壊で迅速に実施することができるという利点がある。今回の調査研究結果から、帯磁率変化は重金属等有害元素の環境汚染と強い相関関係を示すことが明らかとなった。従って、今後、重金属等有害元素の環境汚染調査のフィールド・スクリーニング上の有効な手法として適用可能性があると結論することができる。

湖沼堆積物の重金属汚染モニタリングにおける環境磁気学的アプローチ
吉田充夫（独立行政法人国際協力機構）

**Environmental magnetic approach for screening heavy metal contamination
of lake sediments.**

Mitsuo Yoshida (JICA)

要旨

チュニジア北部の Bizerte 湖において堆積物を採取し、その重金属等有害元素の含有量と帯磁率の相関関係を検討した。その結果、工業地帯の排出に由来する著しい重金属等の汚染が認められた地区では帯磁率も異常に高い値を示すことが明らかになった。このような帯磁率の異常は必ずしも堆積物中の Fe や Mn の含有量とは相関関係を示さず、金属元素の常磁性コンポーネントが帯磁率異常の主たる原因であるとは考えられない。等温残留磁化（IRM）獲得実験の結果は、強磁性鉱物（magnetite や maghemite）が帯磁率の異常を引き起こす主たる要因であることを示した。電子顕微鏡観察の結果によれば、こうした汚染地区の帯磁率異常を引き起こす強磁性鉱物は、(i)降下煤塵や、(ii)湖底堆積物中の活性化した細菌(magnetotactic bacteria)の biomineralization に由来するものであると考えられる。