

## 有馬・高槻・六甲活断層地域 における高密度空中磁気探査

中塚 正・大熊 茂雄・森尻 理恵・牧野 雅彦  
(地質調査所)

High-resolution Aeromagnetic Survey in the Area of  
Arima-Takatsuki-Rokko Active Fault System

Tadashi NAKATSUKA, Shigeo OKUMA, Rie MORIJIRI and Masahiko MAKINO  
(Geological Survey of Japan)

Abstract: An aeromagnetic survey was conducted in December, 1995, over the area of the Arima-Takatsuki-Rokko active fault system, where the 1995 Hyogo-South (Kobe) earthquake took place on January 17 bringing a severe disaster. The area is highly urbanized and the strong artificial noise contamination had been expected. Actually those effects from man-made buildings and structures are evident on the derived magnetic map, and noisy patterns are noticed along the railways of DC electric train. Nevertheless, there are some characteristic magnetic anomalies connected with the geological structure, and also the false anomaly pattern in NEDO's map was pointed out. In addition, there is a significant pattern of curious magnetic anomalies correlated well with the location of railroad lines, the source and the mechanism of which are not clarified yet.

### 1. はじめに

1995年兵庫県南部地震に関連して、有馬・高槻・六甲活断層系の活断層調査の一環として1995年12月に高密度空中磁気探査を実施した。この地域のように都市化が高度に進んだ地域では、直流電車や人工構造物の影響が避けられず、活断層をはじめとする地質的な情報の抽出解析において、大きなノイズ要因となる。ここでは、この探査データから得られた京阪神地域の磁気異常分布図を提示し、そこに見られる磁気異常の特徴を考察するとともに、神戸市臨海部に焦点をあてて人工構造物の影響の除去を試みる。

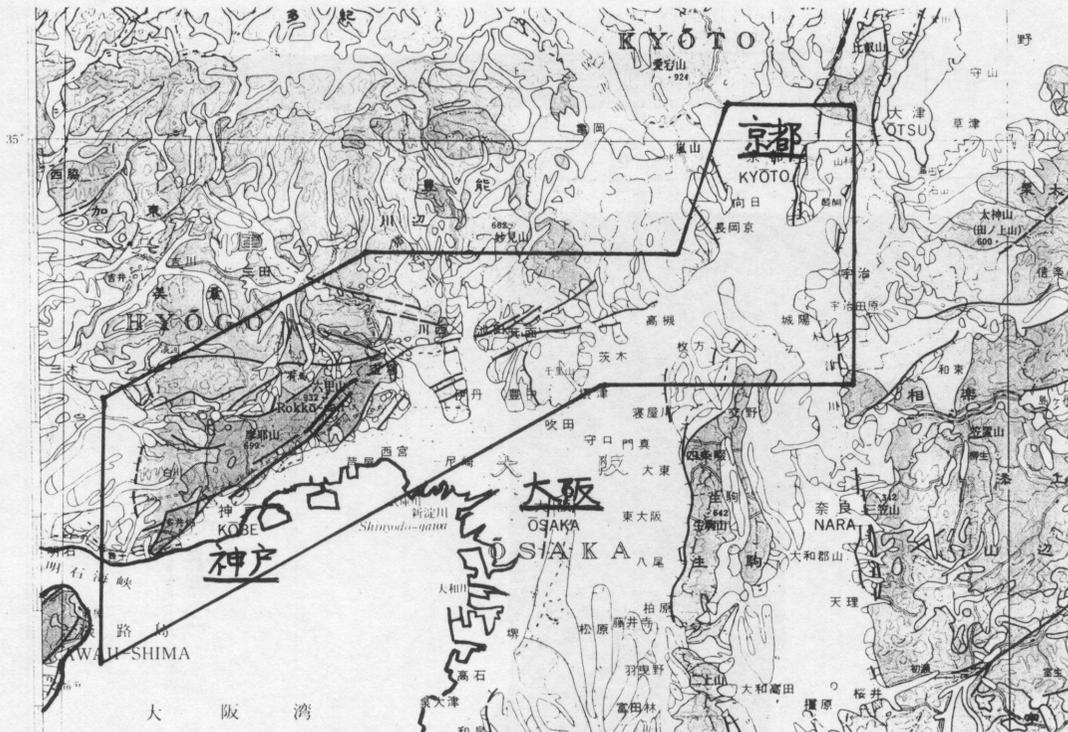
### 2. 探査の概要

神戸市西部から大阪平野北部を経て京都市に至る面積約1600平方kmの地域(第1図)について、セスナ404型航空機により、測線間隔約300m、対地飛行高度約300mの包絡線飛行で調査を行っ

た。航跡の位置標定(高度を含む)にはディファレンシャル(干渉測位)処理を施したGPSデータを用いている。なお、地磁気日変化の観測およびGPSディファレンシャル処理用の参照点データ取得のために、淡路島内(西淡町)に地上観測定点を設置し、プロトン磁力計による連続観測とGPS観測も同時に行った。

既存の磁気異常データとしては、NEDO(1983年調査)による高度8000フィートの20万分の1磁気図(第2図)がある。この磁気図には、神戸市の臨海部に沿った正負の磁気異常の帯が認めれ、また、淡路島の東側の大阪湾内には、測定系の動作不良が疑われる特異な磁気異常パターンも見受けられる。

測定飛行は、1995年12月7日から12月27日までの期間のうちに12回にわたって行われたが、フライトにあたっては、急上昇・急降下できない航空機の特性と対地高度を極力上げずに安全に飛行す

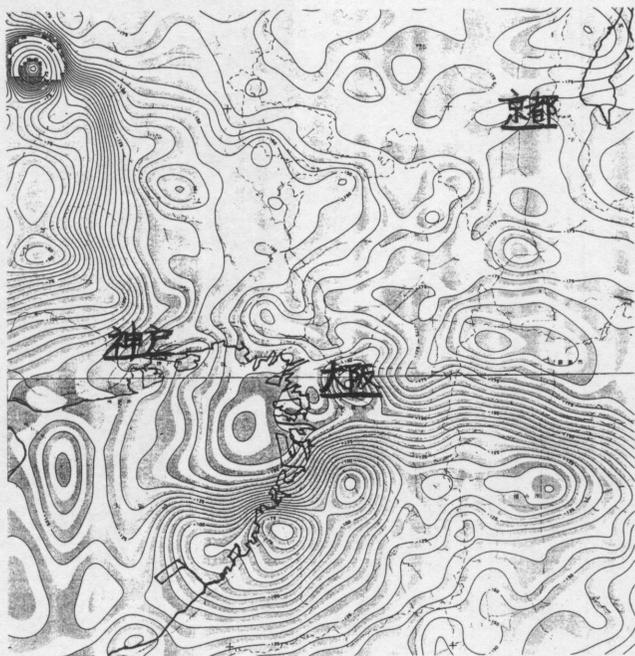


第1図 調査地域図 (1/50万活構造図「京都」)

る要求との両立などへの配慮から、調査区域を、裏六甲・神戸・空港（伊丹）・京都の4エリアに区分して、調査を進めた。京都エリアについては測線をNS方向に配置し、その他の各エリアについては、ENE-WSW方向に飛行している。

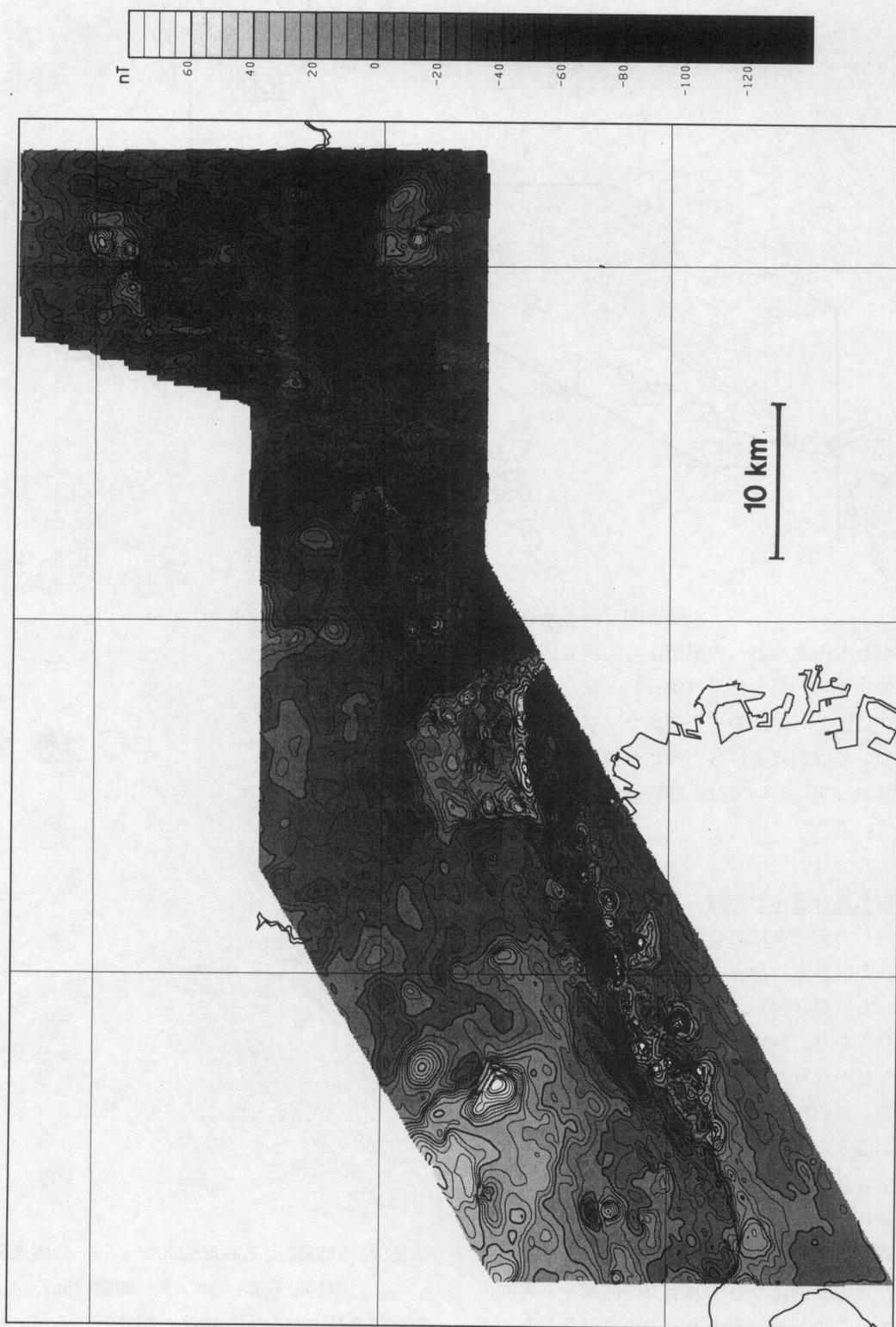
### 3. 磁気異常分布の特徴

取得したデータに必要な補正を施し、IGRF残差計算を行なって、磁気異常分布図を作成した（第3図）。飛行予定の高度は曲面をなしており、さらに現実の飛行高度はそのまわりにならばらつきをもつ結果となっている。この現実の飛行高度のばらつきは、海拔高度一定の調査でない限り不可避で、それに応じたデータ処理が要求される。第3図は、平均的な飛行曲面を、半径1kmの範囲内の測点の平均高度をその中心点の高度とする形で求め、この曲面よりも200m上方の曲面を基準曲面として、この基準曲面の上での磁気異常分布を求めたものである。この計算には、磁気異常分布の



第2図 NEDOによる高度8000フィートの磁気図 (IGRF残差, コンター間隔は5nT.)

曲面間のリダクション技法が必要となるが、牧野ほか (1993) の方法を用いた。



第3図 高密度空中磁気探査 (1995. 12) による IGRF 残差磁気図

以下に、この図に見られる磁気異常分布の特徴について述べる。

#### (1) 京都市とその南西部

京都市中心部の明瞭な高磁気異常のピーク位置はビジネス街四条烏丸付近のすぐ南側、第2のピークはJR京都駅付近に位置し、構造物の影響が大きいとみられる。京都市中心部から西および南西方向には、高磁気異常の帯が延びているが、その位置はJRおよび阪急電鉄の線路沿いに対応しており、路線と周辺の構造物および電車の漏洩電流の影響が考えられる。

#### (2) 京都府南部

探査区域の南東隅近くには、比較的波長の長い高磁気異常とその北側の低磁気異常のペアが存在する。これに重畳するより短波長の磁気異常は、鉄道線路の影響を示すと見られ、長波長の異常のソースとしては、既存の地質図等に対応するものが見あらず、木津川の流れる低地帯の下に火山性磁性岩体が伏在することを暗示している。

#### (3) 有馬高槻構造線

調査区域の中央部をほぼ東西に走る構造線であり、これに対応する磁気異常は特に顕著ではないが、磁気異常の比較的急傾斜部に相当しており、全体に弱いながらも磁性の異なる地層が接する境界として認識される。この構造線の東方延長が磁気異常でどのように見えるかが、本探査の一つの焦点であったが、高槻から東では上にみたように人工ノイズが大きく正確な判断は困難であるが、少なくとも磁性のコントラストが明瞭な境界が連続する状況にはなさそうである。

#### (4) 西宮－豊中地区

西宮市中部から宝塚・川西・池田・豊中・尼崎の各市中心街で囲まれる地区は、その周辺に比して明瞭な高磁気異常部を形成している。ここで特徴的なことは、この範囲の境界が阪急電鉄の路線の位置と極めてよく一致することであり、電車の漏洩電流の影響を想起させるが、この範囲全域を高磁気異常部にするようなメカニズムは考えにくく、原因を明らかにできていない。一方、その境界は平野部の縁に位置し、地質的境界・地形地理

的境界であり、神戸線沿いの大振幅の異常が別の要因によるとすれば、この地勢の特徴に関連した何らかの構造を示している可能性もある。

#### (5) 神戸市臨海部

NEDOの磁気図で正負の磁気異常トレンドがみられた位置では、その磁気異常の詳細なパターンが明らかになっている。それをより微視的にみると、個々の磁気異常が、臨海部に作られた埋立人工島の位置に対応し、臨海工場地帯の人工構造物の影響が大きいことがうかがわれる。この点については、次節で述べる。

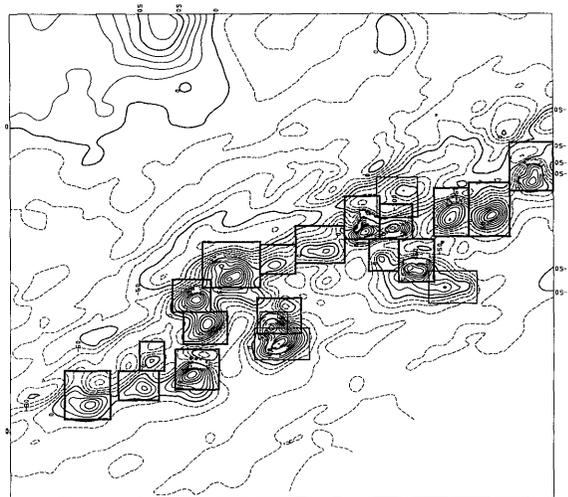
#### (6) その他

NEDOによる磁気図に疑わしき異常のみられた淡路島の東側の大阪湾内には、とくに顕著な磁気異常はみられず、第2図に見られるこの異常パターンは、計測上の何らかの不具合によるにせのものであると判断される。

神戸市の北西部には、典型的な孤立磁気異常が認められる。現地は未踏査であるが、地形図との対比から布施畑埋立処理場と記されたところに相当する。鉄くずを主体とする廃棄物の処分場になっていると想定される。

### 4. 人工ノイズの除去（神戸市臨海部）

第4図は、第3図から正負の磁気異常帯の見ら

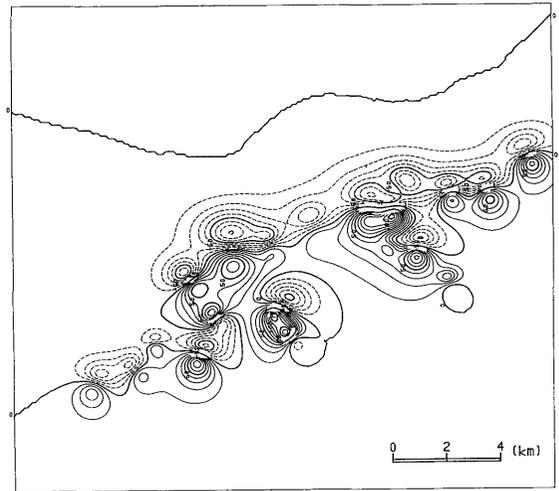


第4図 神戸市臨海部の磁気異常分布  
(コンター間隔10nT)

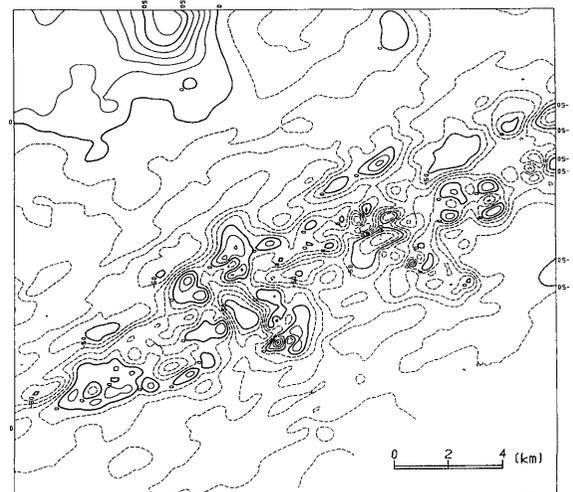
れる神戸市臨海部の東西20km, 南北18kmを切り出したものであり, この図にみられる顕著な磁気異常は, いずれも地上に作られた人工構造物に対応している. そのため, 磁気異常の帯が人工構造物の列で形成されているのか, あるいは, たまたま磁気異常の帯に人工構造物の影響が重畳したものかを判定することが容易ではない. そこで, 人工構造物の影響を点ダイポールで近似し, 顕著な磁気異常の存在する小区画毎に1つのダイポールをおいてそのパラメータを逆解析によって求め, その影響の除去を試みた.

解析モデルは, 小区画の磁気異常分布に最もフィットする点ダイポールの位置とそのモーメントの3成分を求めるものである. 6個のパラメータを最小自乗法で決定するが, ダイポールモーメントについては線形であり, ダイポール位置については非線形となっているので, 位置を固定したときのモーメントを線形最小自乗法で求め, その位置を緩和法による繰り返しで求めた.

得られた人工構造物モデルのつくる磁気異常を図化したものが, 第5図であり, これをもとの磁気異常から除去した残差が第6図である. 第5図のパターンがもとの磁気異常のトレンドをよく表現しており, 第6図の残差図では, 正負の磁気異常の帯の大半が消失している. 従って, この特徴的な磁気異常トレンドの少なくとも主要な側面は, 地表付近に分布する人工構造物の配列状況を反映したものであると考えられる.



第5図 神戸市臨海部の人工構造物影響評価の解析で導かれたソースのつくる磁気異常 (コンター間隔10nT)



第6図 観測磁気異常から人工構造物の影響を除去した残差 (コンター間隔10nT)