

# チュニジア共和国クリブ-メジェズ・エルバブ地域 資源開発協力基礎調査報告書

## 第3年次

平成14年3月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

鉱調資

JR

02-061

## は し が き

日本国政府はチュニジア共和国政府の要請に応え、同国に位置するクリブ-メジェズ・エルバブ地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査、物理探査、ボーリング調査などの鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は平成11年度を第1年次とする第3年次に当たり、金属鉱業事業団は4名の調査団を編成して平成13年8月26日から平成14年1月25日まで現地に派遣した。

現地調査はチュニジア共和国政府機関、チュニジア工業省、チュニジア鉱山公社の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は本年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。おわりに、本調査の実施にあたってご協力いただいたチュニジア共和国政府機関、並びに外務省、経済産業省、在チュニジア共和国日本国大使館及び関係機関に心より感謝の意を表すものである。

平成14年2月

国際協力事業団

総 裁 川 上 隆 朗

金属鉱業事業団

理事長 松 田 憲 和

## 要 約

本報告書はチュニジア共和国クリブ-メジェズ・エルバブ地域における資源開発協力基礎調査の第3年次の調査結果をまとめたものである。

現地調査は平成13年8月26日から平成14年1月25日の期間に、チュニジア共和国工業省の協力のもとに、国際協力事業団及び金属鉱業事業団が派遣した調査団によって実施された。

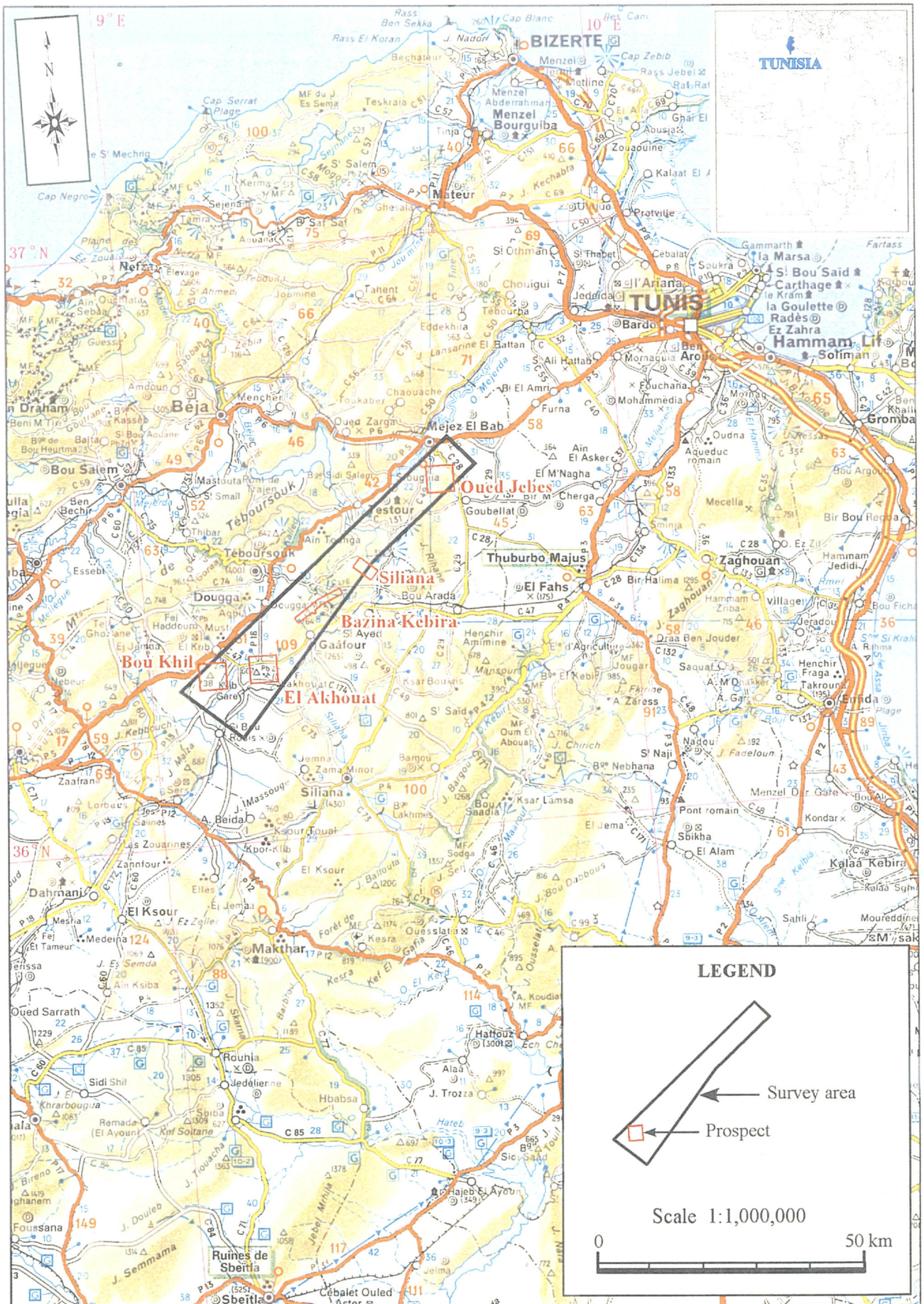
第3年次の調査として、物理探査(重力法、IP法)及びボーリング調査が実施された。物理探査はウェド・ジェブス地区及びラクワット-アルグブ・アダマ地区を対象として、既知鉱徴地を含む11.25km<sup>2</sup>の範囲で行われた。ボーリング調査は第2年次及び第3年次調査の結果に基づいて抽出されたシリアナ地区、バジナ・ケビラ地区、ラクワット-アルグブ・アダマ地区及びウェド・ジェブス地区で実施され、合計5孔、総掘削長1487.10mのボーリングが行われた。

本地域の鉱床は炭酸塩岩類を母岩とするミシシッピバレー型又はCarbonate-hosted Pb-Zn型である。調査の実施に当っては、地質調査と複数の物理探査(重力法、IP法)を組み合わせ、第2年次及び第3年次調査で鉱化を反映すると推定された物理探査異常をボーリング調査対象とした。

その結果、シリアナ地区のMJTK-A1、バジナ・ケビラ地区のMJTK-C1、ラクワット-アルグブ・アダマ地区のMJTK-L5及びウェド・ジェブス地区のMJTK-O1の計4孔で、白亜紀の炭酸塩岩類中に微弱ながら鉛亜鉛鉱化作用の存在を確認した。また、調査対象の絞込みに用いた分極率異常には、直接的に鉱化を示唆するもののほか、石灰岩、マールなどに伴われる黄鉄鉱に起因するものがあることが確認された。

ボーリング調査が行われた4地区全てで鉱化作用の存在が確認され、本地域の鉱化ポテンシャルが決して小さくないことが明らかとなってきた。本調査では、捕捉された全ての物理探査異常に対してボーリング調査が行われてはいないので、今後さらにボーリングを実施することにより、新鉱床が捕捉される可能性は残っている。例えば、ウェド・ジェブス地区のBou Mous 鉱徴地やRag el Bagrat 鉱徴地は分極率異常が認められているが、ボーリング調査が行われていない。そのほか、ボーリング調査を実施した同地区のDar Chebka 鉱徴地周辺にも探鉱の余地が残っている。

第1年次、第2年次及び第3年次調査の結果から判断して、第2年次のボーリング調査で着鉱したことにより、地質調査と複数の物理探査の組み合わせが有効であることが確認され、本地域における潜頭鉱床を探る方法が理論的にも実際的にも確立されつつある。このことは本地域で今後の潜頭鉱床探査を展開するにあたり、極めて有力な武器となっていくことであろう。この新鉱化帯の追跡を行い、鉱化の具体的な形状を把握して、新鉱床の存在を明らかにすることも、今後の探査のひとつの方向である。



クリブ・メジエス・エルバブ地域位置図



## 目 次

はしがき	
要 約	
クリブ-メジェズ・エルバブ地域位置図	
目 次	
図表一覧	

### 第Ⅰ部 総 論

第1章 序 論	1
1.1 調査の経緯及び目的	1
1.2 第2年次調査の結論と提言	1
1.2.1 第2年次調査の結論	1
1.2.2 第2年次調査の提言	3
1.3 調査地域	3
1.4 調査内容	4
1.5 調査団の編成	4
1.6 調査期間	4
第2章 調査地域の地理	5
2.1 位置及び交通	5
2.2 地形及び水系	6
2.3 気候及び植生	6
第3章 クリブ-メジェズ・エルバブ地域の一般地質	8

### 第Ⅱ部 各 論

第1章 物理探査	11
1.1 調査概要	11
1.1.1 調査地区	11
1.1.2 調査手法・数量	14

1.2 調査方法	16
1.2.1 測線設定	16
1.2.2 重力法	17
1.2.3 IP法	22
1.2.4 室内試験	27
1.3 調査結果	29
1.3.1 室内試験	29
1.3.2 ウェド・ジェブス地区	30
1.3.3 ラクワット-アルグブ・アダマ地区	154
第2章 ボーリング調査	180
2.1 調査概要	180
2.2 調査方法	180
2.2.1 ボーリング調査工程	180
2.2.2 ボーリング作業と人員構成	181
2.2.3 使用機器・機材と掘削用水の供給	181
2.2.4 試料採取及びコアの保管	181
2.3 調査結果	182
2.3.1 シリアナ地区	182
2.3.2 バジナ・ケビラ地区	184
2.3.3 ラクワット-アルグブ・アダマ地区	188
2.3.4 ウェド・ジェブス地区	190

### 第Ⅲ部 結 論

第1章 結 論	220
1.1 物理探査	220
1.2 ボーリング調査	221
第2章 将来への提言	223
文 献	224

## 図 表 一 覧

- 図 1 調査地域位置・交通図
- 図 2 調査地域の地形
- 図 3 テュニジア共和国北部の地質図
- 図 4 テュニジア共和国北部の地質構造区分図
- 図 5 調査地域位置図（物理探査）
- 図 6 測線・測点位置図（ウェド・ジェブス地区）
- 図 7 重力法調査フロー
- 図 8 広域重力分布図（補正密度  $2.4\text{g}/\text{cm}^3$ ）
- 図 9 ウェド・ジェブス地区 G-H 関係図
- 図 10 重力法フィルタ解析模式図
- 図 11 パワースペクトル図
- 図 12 鉛直一次微分フィルタ効果模式図
- 図 13 IP 法調査フロー図
- 図 14 時間領域 IP 法模式概念図
- 図 15 見掛比抵抗及び分極率の擬似断面表示法
- 図 16 擬似断面上の異常パターン
- 図 17 2.5 次元比抵抗モデル計算模式図
- 図 18 有限要素法要素とインバージョン用解析ブロック
- 図 19 IP 法インバージョン解析フロー
- 図 20 比抵抗及び分極率室内試験測定法
- 図 21 室内試験結果クロスプロット図
- 図 22 ウェド・ジェブス地区地質概要図
- 図 23 ウェド・ジェブス地区等重力線図（補正密度  $2.4\text{g}/\text{cm}^3$ ）
- 図 24 ウェド・ジェブス地区残差重力図
- 図 25 ウェド・ジェブス地区重力法フィルタ図（鉛直一次微分）
- 図 26 重力法解析断面図（基線 OA0）
- 図 27 重力法解析断面図（測線 OA2）
- 図 28 重力法解析断面図（測線 OA3）
- 図 29 重力法解析断面図（測線 OA4）
- 図 30 重力法解析断面図（基線 OB0）
- 図 31 重力法解析断面図（測線 OB2）
- 図 32 重力法解析断面図（測線 OB3）

- 図 33 重力法解析断面図 (測線 OB5)
- 図 34 重力法解析断面図 (基線 OC0)
- 図 35 重力法解析断面図 (測線 OC1)
- 図 36 重力法解析断面図 (測線 OC2)
- 図 37 重力法解析断面図 (測線 OC3)
- 図 38 重力法解析断面図 (基線 OD0)
- 図 39 重力法解析断面図 (測線 OD1)
- 図 40 重力法解析断面図 (測線 OD2)
- 図 41 重力法解析断面図 (測線 OD3)
- 図 42 重力法解析平面図 (ウェド・ジェブス地区)
- 図 43 見掛比抵抗・分極率断面図 (基線 OA0)
- 図 44 見掛比抵抗・分極率断面図 (測線 OA2)
- 図 45 見掛比抵抗・分極率断面図 (測線 OA3)
- 図 46 見掛比抵抗・分極率断面図 (測線 OA4)
- 図 47 見掛比抵抗・分極率断面図 (基線 OB0)
- 図 48 見掛比抵抗・分極率断面図 (測線 OB2)
- 図 49 見掛比抵抗・分極率断面図 (測線 OB3)
- 図 50 見掛比抵抗・分極率断面図 (測線 OB5)
- 図 51 見掛比抵抗・分極率断面図 (基線 OC0)
- 図 52 見掛比抵抗・分極率断面図 (測線 OC1)
- 図 53 見掛比抵抗・分極率断面図 (測線 OC2)
- 図 54 見掛比抵抗・分極率断面図 (測線 OC3)
- 図 55 見掛比抵抗・分極率断面図 (測線 OC4)
- 図 56 見掛比抵抗・分極率断面図 (基線 OD0)
- 図 57 見掛比抵抗・分極率断面図 (測線 OD1)
- 図 58 見掛比抵抗・分極率断面図 (測線 OD2)
- 図 59 見掛比抵抗・分極率断面図 (測線 OD3)
- 図 60 ウェド・ジェブス OA 地区見掛比抵抗平面図 (n=1)
- 図 61 ウェド・ジェブス OA 地区見掛比抵抗平面図 (n=2)
- 図 62 ウェド・ジェブス OA 地区見掛比抵抗平面図 (n=3)
- 図 63 ウェド・ジェブス OA 地区見掛比抵抗平面図 (n=4)
- 図 64 ウェド・ジェブス OA 地区分極率平面図 (n=1)
- 図 65 ウェド・ジェブス OA 地区分極率平面図 (n=2)
- 図 66 ウェド・ジェブス OA 地区分極率平面図 (n=3)



- 図 67 ウェド・ジェブス OA 地区分極率平面図 (n=4)
- 図 68 ウェド・ジェブス OB 地区見掛比抵抗平面図 (n=1)
- 図 69 ウェド・ジェブス OB 地区見掛比抵抗平面図 (n=2)
- 図 70 ウェド・ジェブス OB 地区見掛比抵抗平面図 (n=3)
- 図 71 ウェド・ジェブス OB 地区見掛比抵抗平面図 (n=4)
- 図 72 ウェド・ジェブス OB 地区分極率平面図 (n=1)
- 図 73 ウェド・ジェブス OB 地区分極率平面図 (n=2)
- 図 74 ウェド・ジェブス OB 地区分極率平面図 (n=3)
- 図 75 ウェド・ジェブス OB 地区分極率平面図 (n=4)
- 図 76 ウェド・ジェブス OC・OD 地区見掛比抵抗平面図 (n=1)
- 図 77 ウェド・ジェブス OC・OD 地区見掛比抵抗平面図 (n=2)
- 図 78 ウェド・ジェブス OC・OD 地区見掛比抵抗平面図 (n=3)
- 図 79 ウェド・ジェブス OC・OD 地区見掛比抵抗平面図 (n=4)
- 図 80 ウェド・ジェブス OC・OD 地区分極率平面図 (n=1)
- 図 81 ウェド・ジェブス OC・OD 地区分極率平面図 (n=2)
- 図 82 ウェド・ジェブス OC・OD 地区分極率平面図 (n=3)
- 図 83 ウェド・ジェブス OC・OD 地区分極率平面図 (n=4)
- 図 84 比抵抗・分極率シミュレーション断面図 (基線 OA0)
- 図 85 比抵抗・分極率シミュレーション断面図 (測線 OA2)
- 図 86 比抵抗・分極率シミュレーション断面図 (測線 OA3)
- 図 87 比抵抗・分極率シミュレーション断面図 (測線 OA4)
- 図 88 比抵抗・分極率シミュレーション断面図 (基線 OB0)
- 図 89 比抵抗・分極率シミュレーション断面図 (測線 OB2)
- 図 90 比抵抗・分極率シミュレーション断面図 (測線 OB3)
- 図 91 比抵抗・分極率シミュレーション断面図 (測線 OB5)
- 図 92 比抵抗・分極率シミュレーション断面図 (基線 OC0)
- 図 93 比抵抗・分極率シミュレーション断面図 (測線 OC1)
- 図 94 比抵抗・分極率シミュレーション断面図 (測線 OC2)
- 図 95 比抵抗・分極率シミュレーション断面図 (測線 OC3)
- 図 96 比抵抗・分極率シミュレーション断面図 (測線 OC4)
- 図 97 比抵抗・分極率シミュレーション断面図 (基線 OD0)
- 図 98 比抵抗・分極率シミュレーション断面図 (測線 OD1)
- 図 99 比抵抗・分極率シミュレーション断面図 (測線 OD2)
- 図 100 比抵抗・分極率シミュレーション断面図 (測線 OD3)

- 図 101 ウェド・ジェブス OA 地区解析比抵抗平面図 (標高 50m)
- 図 102 ウェド・ジェブス OA 地区解析比抵抗平面図 (標高-50m)
- 図 103 ウェド・ジェブス OA 地区解析比抵抗平面図 (標高-150m)
- 図 104 ウェド・ジェブス OA 地区解析分極率平面図 (標高 50m)
- 図 105 ウェド・ジェブス OA 地区解析分極率平面図 (標高-50m)
- 図 106 ウェド・ジェブス OA 地区解析分極率平面図 (標高-150m)
- 図 107 ウェド・ジェブス OB 地区解析比抵抗平面図 (標高 50m)
- 図 108 ウェド・ジェブス OB 地区解析比抵抗平面図 (標高-50m)
- 図 109 ウェド・ジェブス OB 地区解析比抵抗平面図 (標高-150m)
- 図 110 ウェド・ジェブス OB 地区解析分極率平面図 (標高 50m)
- 図 111 ウェド・ジェブス OB 地区解析分極率平面図 (標高-50m)
- 図 112 ウェド・ジェブス OB 地区解析分極率平面図 (標高-150m)
- 図 113 ウェド・ジェブス OC・OD 地区解析比抵抗平面図 (標高 250m)
- 図 114 ウェド・ジェブス OC・OD 地区解析比抵抗平面図 (標高 150m)
- 図 115 ウェド・ジェブス OC・OD 地区解析比抵抗平面図 (標高 50m)
- 図 116 ウェド・ジェブス OC・OD 地区解析分極率平面図 (標高 250m)
- 図 117 ウェド・ジェブス OC・OD 地区解析分極率平面図 (標高 150m)
- 図 118 ウェド・ジェブス OC・OD 地区解析分極率平面図 (標高 50m)
- 図 119 ウェド・ジェブス OA 地区 IP 法総合解析図
- 図 120 ウェド・ジェブス OB 地区 IP 法総合解析図
- 図 121 ウェド・ジェブス OC・OD 地区 IP 法総合解析図
- 図 122 ウェド・ジェブス OA 地区 IP 法総合解析断面図 (OA0, OA2, OA3, OA4)
- 図 123 ウェド・ジェブス OB 地区 IP 法総合解析断面図 (OB0, OB2, OB3, OB5)
- 図 124 ウェド・ジェブス OB 地区 IP 法総合解析断面図 (OC0, OC1, OC2, OC3, OC4)
- 図 125 ウェド・ジェブス OB 地区 IP 法総合解析断面図 (OD0, OD1, OD2, OD3)
- 図 126 ラクワット-アルグブ・アダマ地区地質概要図
- 図 127 測線・測点位置図 (ラクワット-アルグブ・アダマ地区)
- 図 128 ラクワット-アルグブ・アダマ地区等重力線図 (補正密度 2.33g/cm<sup>3</sup>)
- 図 129 ラクワット-アルグブ・アダマ地区残差重力図
- 図 130 重力法解析断面図 (測線 L6)
- 図 131 重力法解析断面図 (測線 L9)
- 図 132 重力法解析平面図 (ラクワット-アルグブ・アダマ地区)
- 図 133 見掛比抵抗・分極率断面図 (測線 L4)
- 図 134 見掛比抵抗・分極率断面図 (測線 L6)

- 図 135 見掛比抵抗・分極率断面図 (測線 L9)
- 図 136 比抵抗・分極率シミュレーション断面図 (測線 L4)
- 図 137 比抵抗・分極率シミュレーション断面図 (測線 L6)
- 図 138 比抵抗・分極率シミュレーション断面図 (測線 L9)
- 図 139 ラクワット-アルグブ・アダマ地区解析比抵抗平面図 (標高 400m)
- 図 140 ラクワット-アルグブ・アダマ地区解析比抵抗平面図 (標高 300m)
- 図 141 ラクワット-アルグブ・アダマ地区解析比抵抗平面図 (標高 200m)
- 図 142 ラクワット-アルグブ・アダマ地区解析分極率平面図 (標高 400m)
- 図 143 ラクワット-アルグブ・アダマ地区解析分極率平面図 (標高 300m)
- 図 144 ラクワット-アルグブ・アダマ地区解析分極率平面図 (標高 200m)
- 図 145 ラクワット-アルグブ・アダマ地区 IP 法総合解析図
- 図 146 IP 法総合解析断面図 (L4, L6, L9)
- 図 147 ボーリング位置図 (シリアナ地区)
- 図 148 ボーリング地質断面図 (MJTK-A1 孔)
- 図 149 ボーリング位置図 (バジナ・ケビラ地区)
- 図 150 ボーリング地質断面図 (MJTK-C1 孔)
- 図 151 ボーリング地質断面図 (MJTK-C2 孔)
- 図 152 ボーリング地質断面図 (MJTK-L5 孔)
- 図 153 ボーリング位置図 (ラクワット-アルグブ・アダマ地区)
- 図 154 ボーリング位置図 (ウェド・ジェブス地区)
- 図 155 ボーリング地質断面図 (MJTK-O1 孔)
- 図 156 ボーリング柱状図 (MJTK-A1 孔)
- 図 157 ボーリング柱状図 (MJTK-C1 孔)
- 図 158 ボーリング柱状図 (MJTK-C2 孔)
- 図 159 ボーリング柱状図 (MJTK-L5 孔)
- 図 160 ボーリング柱状図 (MJTK-O1 孔)

表 1 調査内容及び数量

表 2 室内試験数量

表 3 テュニスの気象データ

表 4 物理探査測定量

表 5 ウェド・ジェブス地区物理探査測線仕様一覧

表 6 ラクワット-アルグブ・アダマ地区物理探査測線仕様一覧

表 7 密度試験結果一覧表

表 8 比抵抗測定及び分極率測定結果一覧表

表 9 調査地域周辺の地表水及び地下水電気伝導度測定結果一覧表

表 11 掘進実績表

表 12 掘進工程表

表 13 使用機器一覧

表 14 ダイヤモンドビット使用状況, 消耗品及びその数量

Appendix 1 Microphotographs of thin sections

Appendix 2 Microphotographs of ore polishes

Appendix 3 Result of chemical analysis

第 I 部

# 第 I 部 総 論

## 第 1 章 序 論

### 1.1 調査の経緯及び目的

日本国政府はチュニジア共和国政府の要請に応じて、クリブ-メジェズ・エルバブ地域の資源開発協力基礎調査を実施することとし、1999年12月17日に本調査の実施に関する実施細則(S/W)をチュニジア共和国政府と交換した。この実施細則についてのチュニジア共和国政府の回答に基づき、日本側国際協力事業団及び金属鉱業事業団とチュニジア側工業省(Ministry of Industry)及び鉱山公社(National Office of Mines)は調査の実施細目を定めこれに調印した。

本調査は調印された実施細則と実施細目に基づき、資源開発協力基礎調査クリブ-メジェズ・エルバブ地域の第3年次として実施されたものであり、この地域の地質及び鉱床賦存状況を解明し、新鉱床を発見すること及び調査全般を通じて相手国機関に技術移転を図ることを目的とする。

### 1.2 第2年次調査の結論と提言

#### 1.2.1 第2年次調査の結論

第2年次調査の結果から得られた結論は以下のとおりである。

##### (1) 物理探査

- ① 第2年次の物理探査結果、室内試験結果及びボーリング調査結果を総合して検討した結果、分極率は直接的な探鉱指標として有効であること、分極率の異常の強さも探鉱の目安となること、 $1\Omega\text{m}$ 以下の低比抵抗異常は導電性の高い間隙水で満たされた間隙率の高い砂層であること、鉱化を伴う漸移帯は三畳系と白亜系の境界部に位置し、背斜を形成するような高重力異常周辺の傾斜部、ダイヤピルを示唆する低残差重力の急傾斜部周辺及び比抵抗不連続線周辺にあることが明らかとなった。

これらのことから、探鉱対象として抽出されるのは、物理探査結果から推定されるダイヤピル周辺の漸移帯中の分極率異常、特に強異常域で、かつ、 $1\Omega\text{m}$ 以下の低比抵抗異常を伴わないところであると結論された。

- ② バジナ・ケビラ地区では、分極率が全て $10\text{mV/V}$ 未満であるため探鉱対象を絞り込むことは難しい。しかし、一般に既知鉱床・鉱徴地周辺は他に比べて分極率が高い傾向にある。 $5\text{mV/V}$ を越す弱い分極率異常が認められるのは、地区南西部のH'Zamel Assoued 鉱徴地付近及び北東部のKoudiat Soda 鉱床付近である。

前者の異常は三畳系と白亜系の接触部の白亜系側に位置し、接触部は比抵抗不連続線とよく対応する。この分極率異常の位置は北西のJebel Ech Chied 丘陵から南東のEl Aroussa 平野への重力異常の張り出し部に相当し、ブキル鉱山採掘跡周辺の重力分布と共通するものがある。しかも、高残差重力異常中で部分的な高比抵抗域にあり、漸移帯を示唆する分極率異常と考えられる。後者の分極率異常は三畳系、白亜系及び第三



系の接触部に位置し、残差重力や比抵抗分布はかなり複雑である。また、Koudiat Soda 鉱床で採取された試料には、室内試験で 100mV/V を越す分極率を示すものがあることから、鉱化を示唆する分極率異常の可能性が高い。

- ③ シリアナ地区では、分極率はバジナ・ケビラ地区よりさらに低く、全て 5mV/V 未満であり、2 個所の既知鉱徴地にも分極率異常は認められない。しかしながら、基線 A0 と測線 A7 の交点付近に認められる弱い分極率異常は白亜系分布域で、高残差重力異常中及び高比抵抗中に存在し、かつ、微弱な鉛鉱化作用を伴う方解石脈が認められる。これらのことから、この弱い分極率異常は鉱化作用に関連した分極率異常の可能性が高い。そのほか、測線 A5-70~80 の深部にも弱い分極率異常が認められる。この分極率異常は低比抵抗異常に囲まれた高比抵抗異常中にあり、重力断面解析から推定される潜頭ダイアピルの盛り上がり部周辺に相当することから、漸移帯を示唆するものと考えられる。
- ④ 第 2 年次のボーリング調査で鉱化帯が捕捉されたラクワット-アルグブ・アダマ地区では、MJTK-L2 孔を中心に 10mV/V 以上の分極率異常が広がり、周辺では 20mV/V 以上の強い分極率異常を示す。第 2 年次調査では、この強い分極率異常の南西方への広がりを確認することを目的として、物理探査を適用したが、10mV/V 以上の範囲も南西方 500m の L2 測線までであり、20mV/V 以上の異常は L3 測線に限定された。これは L2 測線と L3 測線の間が存在する横ずれ断層によって強い分極率異常の範囲が遮断されている可能性が大きい。

今後は、20mV/V 以上の分極率異常の北東への広がりを調べるため L4 測線の IP 法を実施すべきと考える。また、第 1 年次調査で L3 測線と共に 20mV/V 以上の分極率異常が抽出された L6 測線については、分極率異常の位置が測線の北西端に当たることから未検討となっている。したがって、分極率異常の位置・範囲を確定するために、L6 測線を北西へ 500m 延長した物理探査の実施が望まれる。

## (2) ボーリング調査

### (a) ブキル地区

**MJTK-B1 孔** 分極率異常の確認及び既知鉱床の延長を探索することを目的とした本孔では、幅 18m、平均品位 17.19% のセレスタイト鉱化作用が認められた。ONM の調査では、推定鉱量 300 万トンと計算されている。

**MJTK-B2 孔** 分極率異常の確認を目的とした本孔では、鉱化作用は認められなかった。探索ターゲットとした分極率異常が第三系分布域で抽出されたことから、新鉱化圏としての第三系中の鉛亜鉛鉱化作用を期待したが、分極率異常の原因は砂岩中の黄鉄鉱であると結論された。

### (b) ラクワット-アルグブ・アダマ地区

**MJTK-L1 孔** ダイアピル周辺に分布する白亜系の鉱化状況を確認すること及び分極率異常の確認を目的とした本孔では、白亜系中に微弱な鉛亜鉛鉱化作用を確認するにとどまった。探索対象とした白亜系が本地区の鉱床胚胎層とは異なる地層であったため、鉱化作用が弱かったものと推定される。また、分極率異常の原因はマールからなる地層が多量の黄鉄鉱を伴うことに起因することが確認された。

**MJTK-L2 孔** 第1年次調査の結果から抽出された新鉱化帯を探查することを目的とした本孔では、深度225.50-382.90mの間に幅16.0m(平均品位Pb+Zn4.27%)、幅11.8m(平均品位Pb+Zn6.30%)及び幅32.0m(平均品位Pb+Zn4.14%)の鉱化帯を3層捕らえたほか、深度237.50-238.50mの1.0m間では、Pb0.7%、Zn20.0%、深度275.60-276.60mの1.0m間では、Pb1.92%、Zn36.0%及び深度379.90-380.90mの1.0m間では、Pb3.45%、Zn16.0%の炭酸塩母岩型鉱石を捕捉した。今後は鉱化帯の連続性・拡がりの確認が急務である。

**MJTK-L3 孔** ダイアピル周辺に分布する白亜系の鉱化状況及び分極率異常の確認を目的とした本孔では、白亜系中に微量の閃亜鉛鉱と方鉛鉱を伴う方解石-黄鉄鉱細脈～網状脈が認められたほか、角礫化帯中に少量の閃亜鉛鉱を伴うセレスタイト-方解石脈、方解石-黄鉄鉱細脈などが認められたが、まとまった鉱化帯は認められなかった。分極率異常の原因はダイアピル中の黒色緻密質ドロマイトに伴う黄鉄鉱によるものと推定され、ダイアピルが分極率異常の原因となることが確認された。また、本孔に出現したダイアピルは、重力法断面解析で推定された潜頭ダイアピルに一致することから、重力探查結果から推定される基盤がダイアピルを表すことも確認された。

**MJTK-L4 孔** MJTK-L2孔で確認された新鉱化帯の南西方延長を探查することを目的とした本孔では、微量の閃亜鉛鉱と方鉛鉱を伴う方解石-黄鉄鉱細脈～網状脈が見られたが、まとまった鉱化帯は認められなかった。分極率異常の原因は黄鉄鉱を多量に伴うマールと推定された。

### 1.2.2 第2年次調査の提言

第2年次調査の結論から以下のことが提言された。

- ① 第2年次調査の結論から、バジナ・ケピラ地区及びシリアナ地区では、鉱化を示唆する物理探查異常が認められた地点で、また、ラクワット-アルグブ・アダマ地区では、新たに着鉱した鉱化帯の延長部で、それぞれの鉱化帯の賦存を確認するためのボーリング調査の実施。
- ② ラクワット-アルグブ・アダマ地区において、第1年次調査で20mV/V以上の強い分極率異常が認められているが、その分極率異常が測線の北西端に位置することから未検討となっている物理探查測線L6に対して、北西側への物理探查の拡大及びボーリング調査の実施。
- ③ クリブ-メジェス・エルバブ地域の鉱徴地の中では、北東部のメジェス・エルバブに近い、ウェド・ジェブス地区内の4鉱徴地(Jebel Bou Mouss, Dar Chebka, Kef Lasfar, Oued Jebes)に対する物理探查が未だ実施されていないことから、これらの鉱徴地を含む調査範囲における、地質調査及び物理探查の実施。

### 1.3 調査地域

本調査地域は北緯36°10′～36°39′、東経9°03′～9°43′の間を占め、チュニジア共和国の北部、首都テュニスの南西方に位置している(クリブ-メジェス・エルバブ地域位置図)。調査面積の合計は550km<sup>2</sup>である。

## 1.4 調査内容

調査内容及び数量を表1に、室内試験数量を表2に示す。

表1 調査内容及び数量

調査内容	調査量			
	孔名	掘進長	傾斜	方位
(1) ボーリング調査				
ラクワット-アルグブ・アダマ地区	MJTK-L5	242.1m	-65°	118°
バジナ・ケビラ地区	MJTK-C1	311.2m	-75°	130°
	MJTK-C2	385.0m	-65°	120°
シリアナ地区	MJTK-A1	198.8m	-70°	33.5°
ウェド・ジェブス地区	MJTK-O1	350.0m	-80°	125°
総掘進長		1487.1m		
(2) 物理探査(重力探査)	グリッド		測定点数	
ウェド・ジェブス地区	250m×250m		105点	
ラクワット-アルグブ・アダマ地区				
(3) 物理探査(電気探査IP法)	測線延長		測定点数	
ウェド・ジェブス地区	22.5km		648点	
ラクワット-アルグブ・アダマ地区				

表2 室内試験数量

調査内容	試験項目	数量
ボーリング調査	岩石薄片作成	5件
	鉱石研磨片作成	5件
	化学分析(鉱石) (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, Mg, Ca, Sr, Ba)	60件
物理探査 (重力探査, 電気探査IP法)	密度測定	15件
	比抵抗及び分極率測定	15件

## 1.5 調査団の編成

本調査の現地調査に参加した調査員は次のとおりである。

### (1) 日本側

武山 眞 団長・総括 (住鉱コンサルタント株式会社)  
 千葉昭彦 物理探査 (住鉱コンサルタント株式会社)  
 小川孝雄 物理探査 (住鉱コンサルタント株式会社)  
 斎藤範三 物理探査 (住鉱コンサルタント株式会社)

### (2) テュニジア側

Hammami Mongi (テュニジア鉱山公社)  
 Kahlifa Faiheim (テュニジア鉱山公社)  
 Charasallah Hédi (テュニジア鉱山公社)  
 Sellami Ahmed (テュニジア鉱山公社)

### (3) 作業監理

縫部保徳 (金属鉱業事業団)

## 1.6 調査期間

平成13年8月26日から平成14年1月25日まで現地調査を行い、平成14年1月26日から平成14年2月28日まで報告書の作成を行った。

## 第2章 調査地域の地理

### 2.1 位置及び交通

本年度の調査はテュニスの南西方約90kmに位置するGaafourを調査基地として行われた。Gaafourへはテュニスから国道3号線でEl Fahsへ、El Fahsから国道4号線を経て地方道47号でGaafourへ到る。車で1時間50分を要する。

Gaafourから各調査地へはいずれも幹線道路が通じている。Gaafour北東方約45kmのウェド・ジェブス地区へは車で45分、Gaafour北東方約20kmのシリアナ地区へは車で25分、Gaafour北方約5kmのバジナ・ケビラ地区へは車で10分、Gaafour南西方約10kmのラクワット-アルグブ・アダマ地区へは車で15分を要する(図1)。

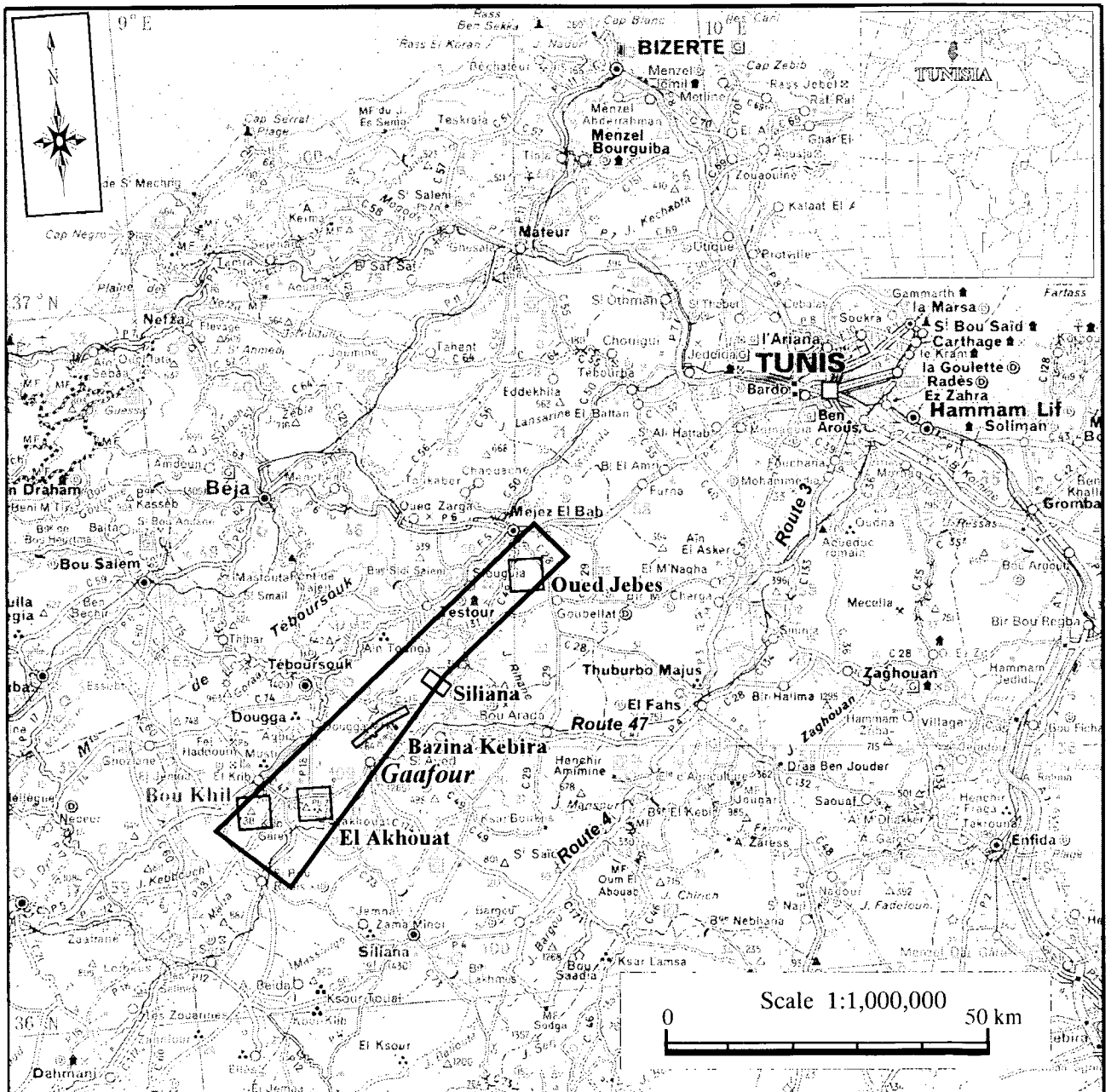


図1 調査地域位置・交通図

## 2.2 地形及び水系

本調査地域は三畳紀～白亜紀堆積岩類からなる山地又は丘陵地と第四紀の堆積物を主とする平坦な低地からなり、山稜部は河川を境界として、Jebel Ech Chied, Jebel Bou Khil 及び Jebel Mourra に区分できる。本調査地域内の山稜は標高 400～750mの範囲にあり、北東-南西に連なり、200～500mの起伏をもつ。本調査地域内の最高峰は Jebel Ech Chied の三角点で標高 764mである。山地の山麓部には崖錐・崩積堆積物が、低地には沖積層がそれぞれ分布する。

本調査地域内の主な河川は Oued Siliana, Oued Khallau, Oued Malah などで、各河川はしばしば顕著な蛇行流路を示す(図 2)。

## 2.3 気候及び植生

チュニジア共和国の国土は北部のテル・アトラス地方、北西部の脊梁山脈地方、東部のステップ地帯及び南部の砂漠地方の四つに分けられる。本調査地域は北部のテル・アトラス地方に属し、小高い丘に覆われた緑の多い山稜地帯となっている。

気候は夏季に高温で乾燥が激しく、冬季は温暖で湿潤な地中海性気候に属し、年間 400mm を超える規則的な降雨がある。それぞれの季節の平均気温はチュニスで春 24℃、夏 30℃、秋 25℃、冬 16℃である。チュニスにおける気象データを表 3 に示す。

本調査地域の植生は冬雨地帯に特有な常緑広葉樹林で特徴づけられる。常緑広葉樹林では、個々の樹木は 1～2 週間落葉することがあるが、樹林全体が一度に落葉することはない。本調査地域全体に植生が発達するが、休止鉱山周辺では減少している。このため、休止鉱山周辺では、植林が積極的に行われている。

表3 チュニスの気象データ

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
月平均気温(℃)	13	14	15	11	23	28	29	30	26	22	16	13
月降雨量(mm)	74	32	3	23	7	13	-	25	115	65	73	95

(98年チュニジア気象年鑑)

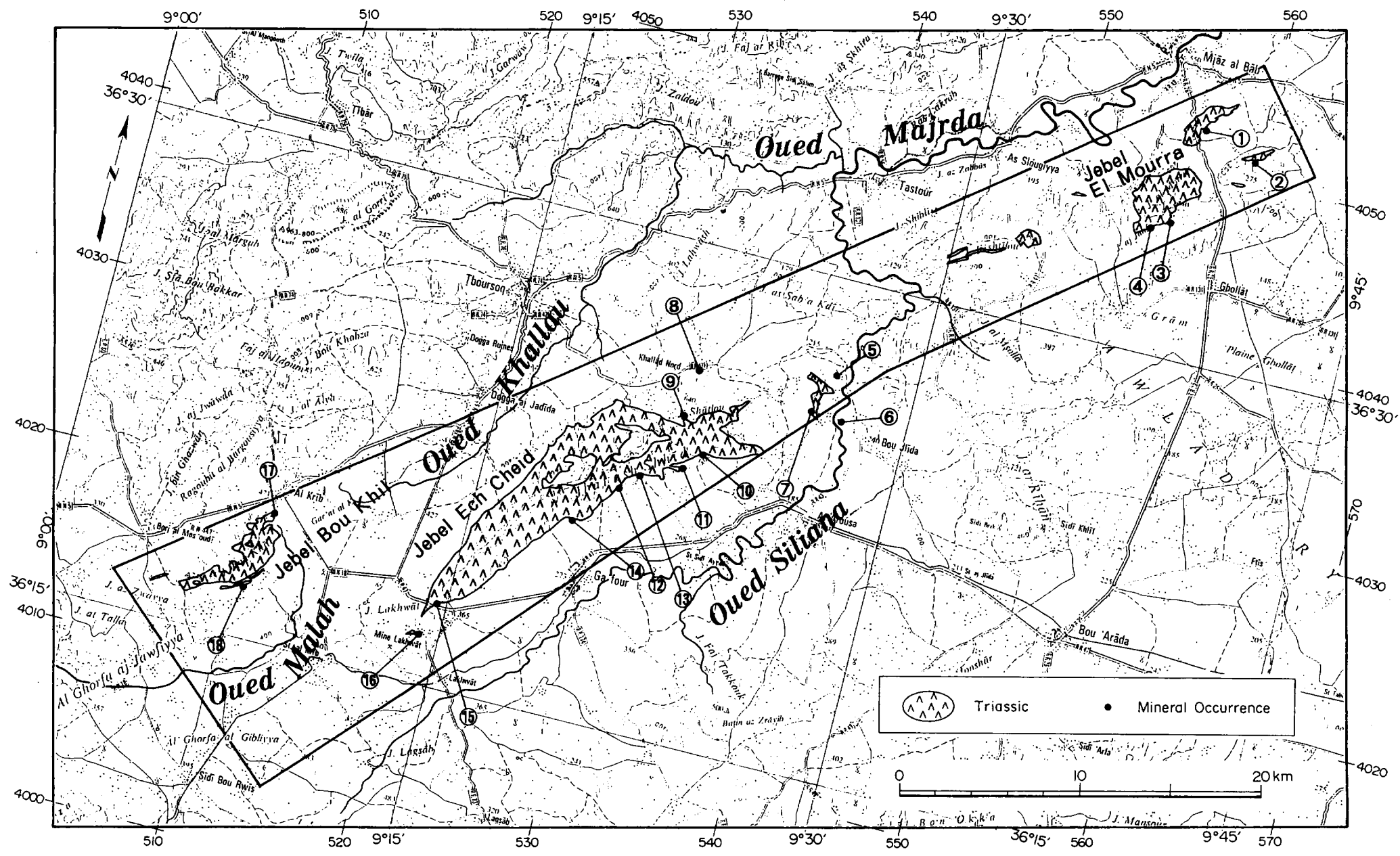


図 2 調査地域の地形



### 第3章 クリブ-メジェズ・エルバブ地域の一般地質

クリブ-メジェズ・エルバブ地域はチュニジア北部に位置し、アルプス造山帯に属している。チュニジア北部の地質構造を概観すると、北西から南東へ、ナップ帯(Nappe Zone)、ドーム帯(Dome Zone)、トラフ帯(Trough Zone)、N-S 軸(N-S Axis)及び東プラットフォーム(Eastern Platform)が帯状配列をなしている。本地域はドーム帯に当たり、三畳系及び白亜系の堆積岩類が卓越し、そのほかは、これらを覆う第三系及び低地を構成する完新統からなる(図3・4)。

三畳系はダイアピル岩体として分布し、石膏、粘土、ドロマイト、泥岩、砂岩、石灰岩などからなる。本地域にはJebel El Mourra, Jebel Ech Cheid 及びJebel Bou Khil と呼ばれる大きなダイアピル岩体が分布する(図2)。また、これら3岩体の周辺には幾つかのダイアピル小岩体が散在する。ダイアピル岩体は北東-南西方向に延び、白亜紀前期に形成された堆積盆の構造に平行に貫入している。これらのダイアピルの周囲には、多くの鉛垂鉛鋳床・鋳微地が分布する。ダイアピルについては、白亜系の堆積に従い生じた三畳系と白亜系の密度差に伴う三畳系の上昇運動によるもので、白亜紀末期に現在のようなダイアピル岩体の骨格が形成されたと考えられている(Orgeval,1994)。

白亜系は石灰岩、マール、泥岩、砂岩、ドロマイトなどからなり、Aptian 階、Albian 階、Cenomanian 階、Turonian 階、Coniacian 階、Santonian 階、Campanian 階、Maastrichtian 階に区分される。一般走向は北東-南西で南東側に傾斜するが、ダイアピル周辺ではダイアピルの張り出しのため逆転層となっているところが多い。衝上断層や褶曲などの地質構造は北東-南西系であり、断層系の断裂構造は北西-南東系が卓越する。

第三系は暁新統、始新統、漸新統、中新統及び鮮新統の順に重なり、これらを第四紀の岩屑堆積物及び沖積層が覆っている。暁新統は泥岩、始新統は礫岩及び石灰岩、漸新統～鮮新統は砂岩を主とする。一般走向は北東-南西で南東側に傾斜するが、白亜系同様ダイアピル周辺では逆転層となっていることが多い。地質構造は白亜系の地質構造と同様に、北東-南西系の走向と北西-南東系の断裂が主体である。

本地域内にはミシシッピバレー型鉛垂鉛鋳床が白亜紀層中に胚胎し、Bou Khil 鋳山、El Akhouat 鋳山及びSidi Ayed 鋳山として、かつて稼行された。



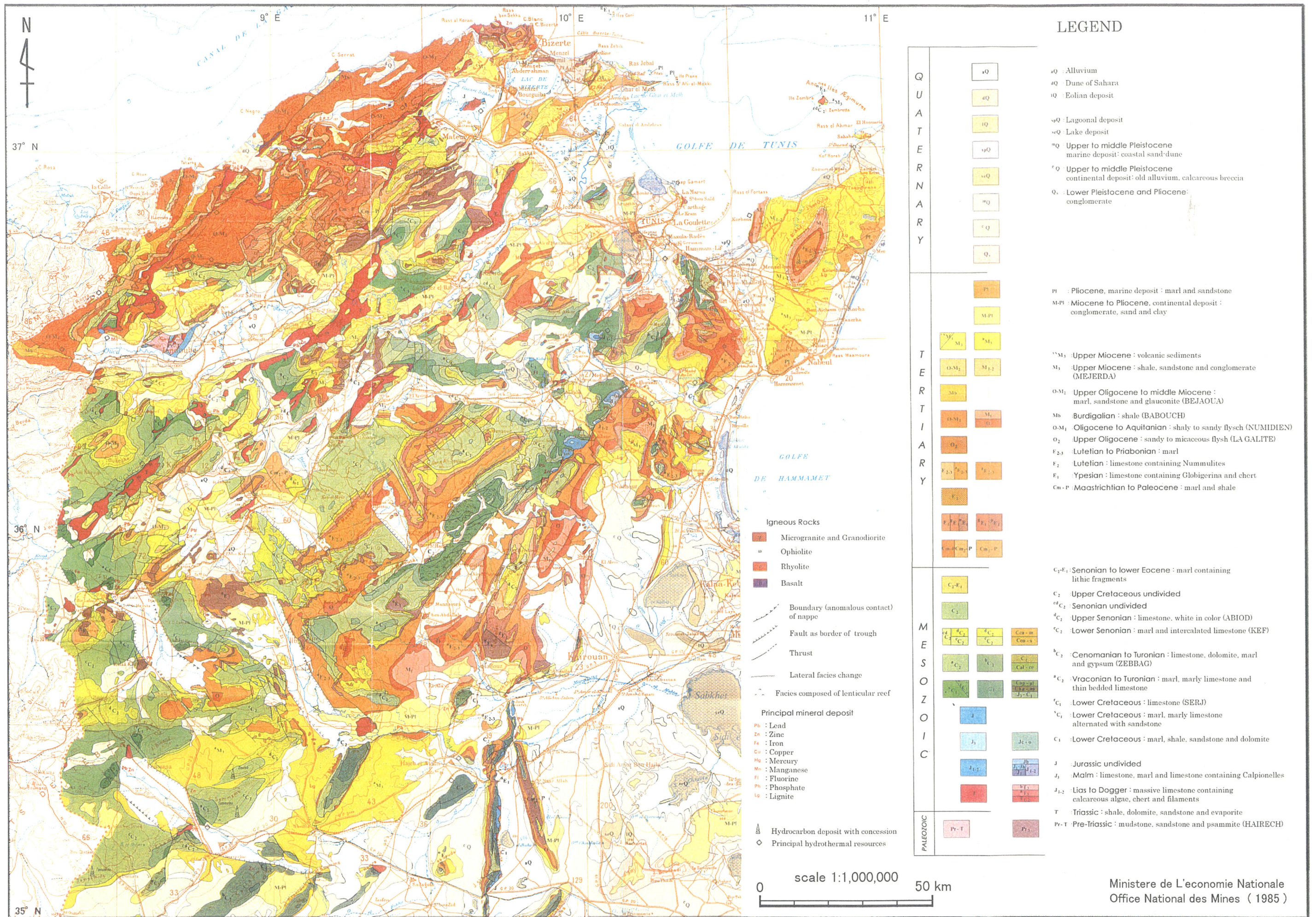
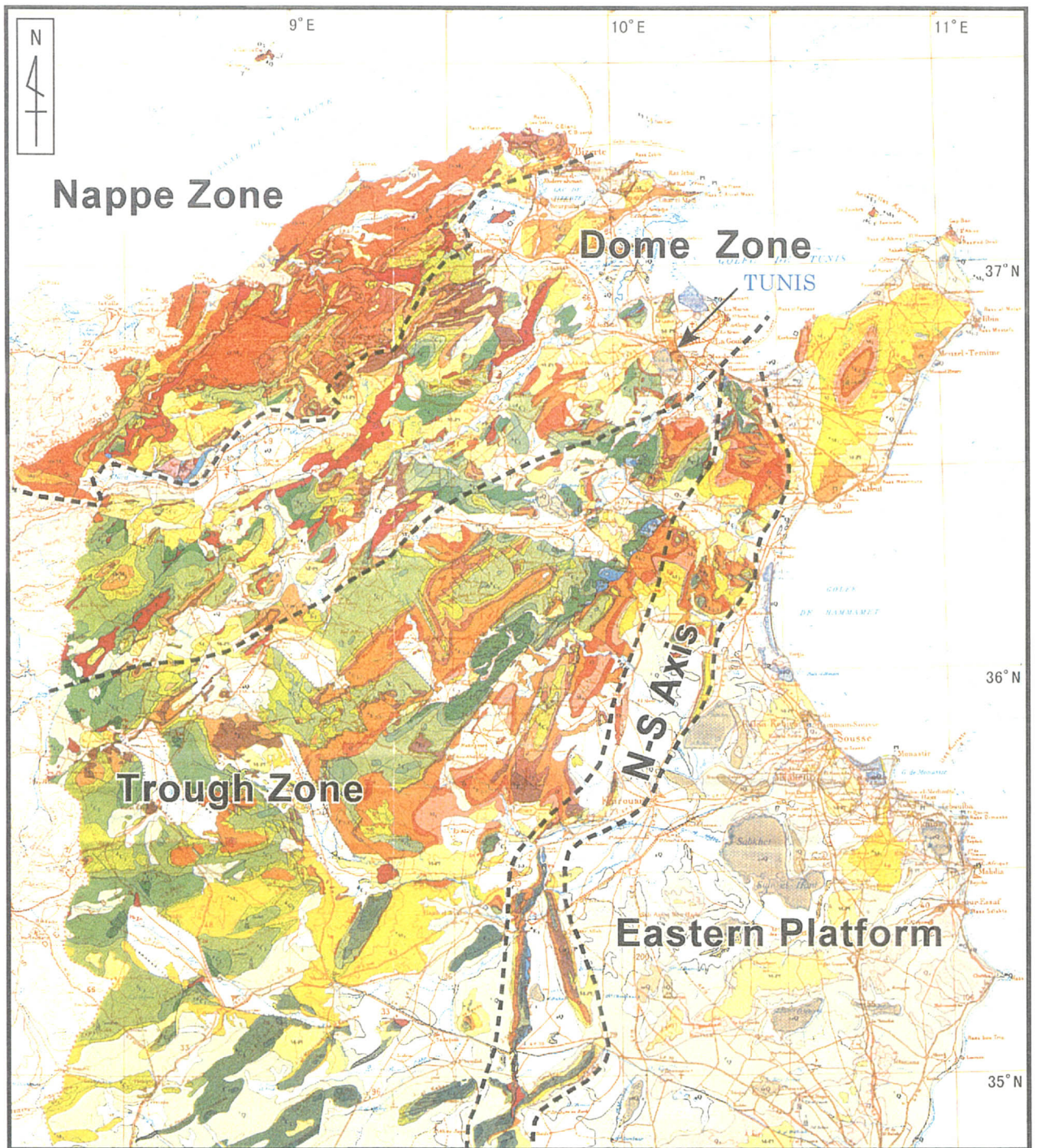


图3 テュニジア共和国北部の地質図





Structural division simplified is quoted from J.J. Orgeval (1994).

Geological base map is published in 1985 by Ministère de L'économie Nationale. (Legend of the map is shown in Figure 2)

図4 テュニジア共和国北部の地質構造区分図