

5. 15. 2 地質単元

本地区の範囲内に分布する岩石と堆積物は合計で 29 種類の地質単元に区分された(巻末資料 2)。それらのうち 20 種類の地質単元が原生界から鮮新統までの変成岩類, 堆積岩類, 火山岩類に対比可能であり, 1 種類の地質単元が変質帯と判定された。また, 5 種類の地質単元が第四系の未固結堆積物と火山岩類に相当し, 3 種類の地質単元が原生代, シルル紀～デボン紀及びペルム紀～三疊紀に生成した貫入岩体からなる。各地質単元の分布位置や伸長方向などを巻末資料 3 に示す。

5. 15. 3 変質帯

本地区の範囲内では 2 箇所のみで変質帯が判読・抽出された。それらは西部と中央部で認められた。西部ではデボン系～石炭系(地質単元 DC)の分布域に位置し, 中央部ではシルル紀～デボン紀に生成した花崗岩質岩類(地質単元 γp)と原生界の変成岩類(同 PRm)との境界部付近に位置する。西部の変質帯は長軸の長さが 1km 程度で小さいが, 中央部の変質帯は規模が大きく, 4×8km の拡がりがある。

本地区の変質帯内に分布する既知鉱床・鉱化帯としては, アルゼンティン側で Ofir(銅鉱脈, 変質帯番号 AB6002: 以下同じ), Los Bayos(銀鉱脈, AB6002), La Estrechura(銅鉱脈, AB6002), La Encrucijada(銅鉱脈, AB6002)などがある。

5. 15. 4 リニアメント

本地区の範囲内では, 判読・抽出されたリニアメントの分布や方向について以下のような特徴が認められる。

- (1) 第四系の未固結堆積物及び一部の中新統や鮮新統の堆積岩類からなる平坦地, 山麓部, 丘陵地を除き, そのほかの山地で多数のリニアメントが抽出された。特に, 原生界と古生界が複雑に交錯している北西部と南西部, 原生界の山地である東部及びペルム系と花崗岩質岩類が卓越する南東部で密集している。
- (2) 規模の大きいリニアメントの長さは 30～50km あり, 各山地の構成する堆積岩類の巨視的な走向方向に一致する N-S～NNW-SSE または NNE-SSW 方向に伸長している。
- (3) 相対的に規模の小さいリニアメントの伸長方向は NW-SE 及び NE-SW の 2 系統に分けられる。これらは相伴って分布する場合が多く, 山地地域のほぼ全体で認められた。東部と南東部の山地では特に分布密度が高く, 構成岩類が細かくブロック化している。
- (4) 衝上断層を示すリニアメントは, N-S～NNE-SSW または NNW-SSE 方向に伸長する 8 本について判定された。それらは北西部, 中央部及び南西部に位置しており, 概して連

続性に富む。北西部の 1 本と南西部の 4 本はそれぞれ本地区の北側と南側の範囲外へ延びている。

5.15.5 褶曲構造・環状構造

本地区の範囲内ではベディングを示す堆積岩類が多く、全体において 53 箇所では褶曲構造が抽出された。背斜と向斜の内訳は 30 と 23 であり、本地区では背斜部の露出状況が良好であるため判読されやすいといえる。これらの構造は主としてデボン系から三畳系までの地質単元に認められ、北部～中央部、西部～南西部及び南部にまとまって分布する。褶曲軸の方向は、これらの構造を形成する堆積岩類の一般走向と一致しているため多様に変化しており、北部～中央部では N-S と NW-SE、西部～南西部では N-S～NNW-SSE と NNW-SSE 及び南部では N-S, NW-SE, NE-SW で代表される。軸の長さは 3～15km の範囲内にある。判明した波長は約 5km である。

本地区の範囲内では南東部の花崗岩質岩類の地帯において 1 箇所では半環状構造が判読・抽出された。

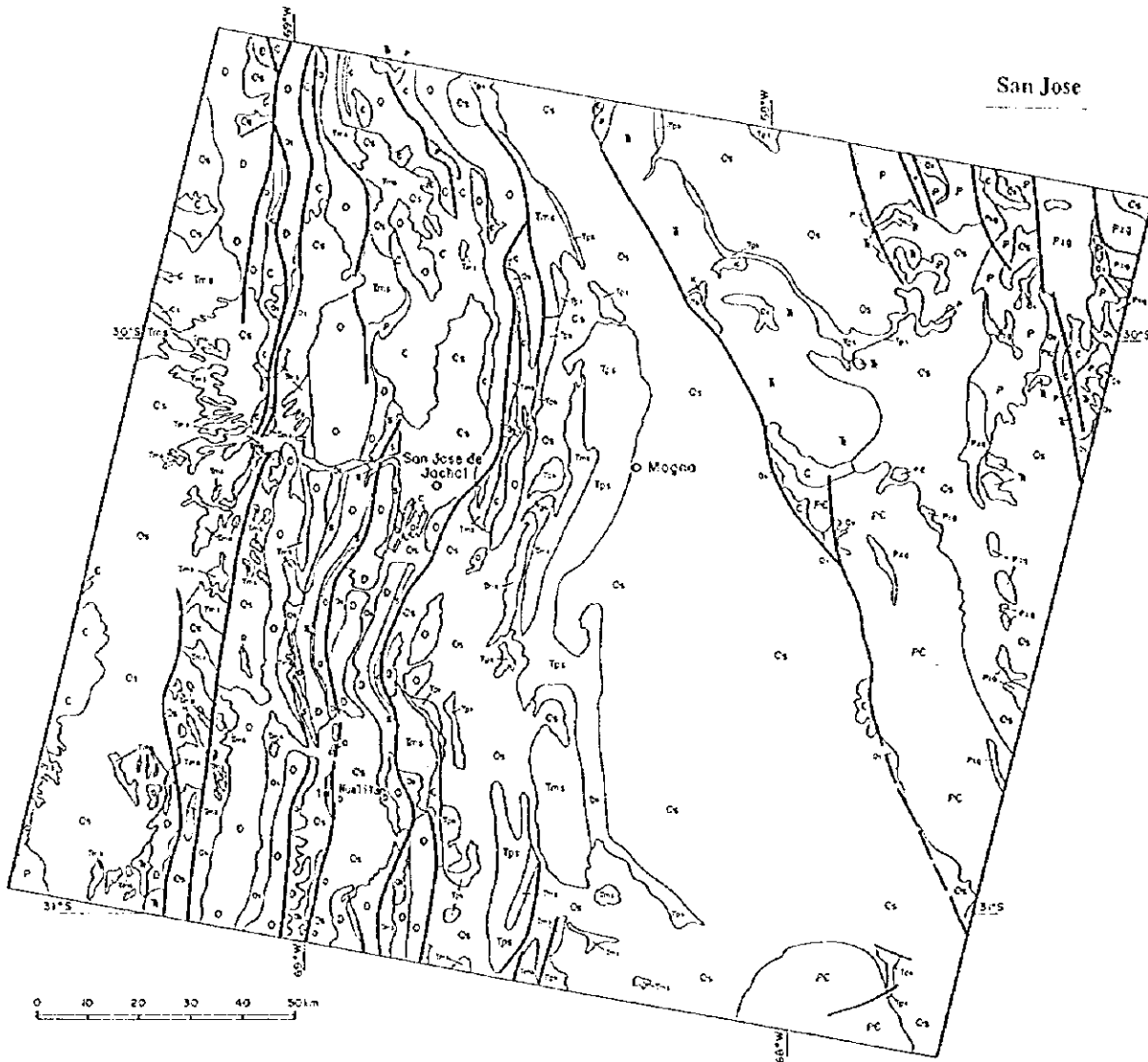
5.16 San Jose 地区

5.16.1 既存資料からまとめた地質・鉱床概要

(1) 地質及び地質構造

本地区の地質は、下位から上位に次の 11 ユニットから構成される。それらは先カンブリア系～カンブリア系、オルドビス系、シルル系、デボン系、石炭系、ペルム系、三畳系、白亜系、中新世堆積岩類、鮮新世堆積岩類及び第四紀堆積物である。また、これらのユニットに貫入する火成岩類として、古生代貫入岩類がある。

- ・先カンブリア系～カンブリア系(PC)：本系は東部と南東部に分布する。東部の岩体は、NNW-SSE 方向を有し、角閃石・黒雲母片麻岩、黒雲母・ザクロ石片麻岩、紫蘇輝石・角閃石片麻岩、角閃岩、角閃石片岩、塩基性岩、超塩基性岩、花崗岩、アプライト、ペグマタイトからなる。角閃石・黒雲母片麻岩には、珪線石または堇青石が含まれる。南東部の岩体は、黒雲母・白雲母・ザクロ石片麻岩、黒雲母・ザクロ石片麻岩、角閃岩、角閃石片岩、石墨片岩、雲母片岩、塩基性岩、超塩基性岩、大理石、石灰岩、石灰質片岩からなる。
- ・オルドビス系(O)：本系は西部に N-S の方向で分布し、グレイワッケ、砂岩、頁岩、シルト岩、頁岩、泥岩、石灰岩などの海成堆積岩類からなる。西端部の本系分布域には、これらの堆積岩類中に玄武岩が貫入する。



凡例

- | | | |
|---------|-------------|--------------------|
| 新生代 | Cs | 第四系(堆積岩を主体とする地層) |
| | Tps | 中新世～鮮新世堆積岩を主体とする地層 |
| | Tms | 中新世堆積岩を主体とする地層 |
| 中生代 | K | 白堊系 |
| | B | 三畳系 |
| 古生代 | P | ペルム系 |
| | C | 石炭系 |
| | D | デボン系 |
| | S | シルル系 |
| 先カンブリア紀 | O | オルドビス系 |
| | PC | 先カンブリア系～カンブリア系 |
| | Pzg | 古生代貫入岩 |
| | — | 断層 |
| | ■ | 主要鉱床 |
| | F: Hualfian | |

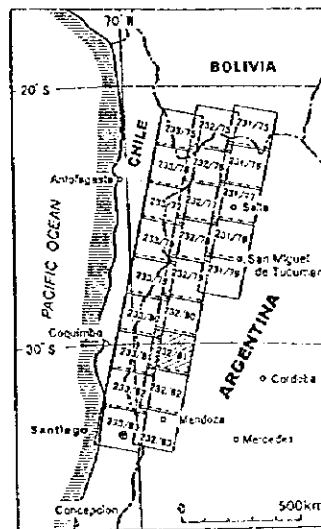


図 54 San Jose 地区地質図

San Jose de Jachal



図 55 San Jose 地区 LANDSAT TM フォールスカラー合成画像



LANDSAT TM RATIO IMAGE 3 1 4 5 5 7
Multiplied by First Principal Component

San Jose de Jachal



图 56 San Jose 地区 LANDSAT TM 比演算处理画像



- ・シルル系(S)：本系は中央部～東部に分布し、砂岩、グレイワック、頁岩、オーソコーツアイト、石灰岩、泥岩などの海成堆積岩類からなる。
- ・デボン系(D)：本系は西部に N-S の方向で分布し、礫岩、砂岩、頁岩、泥岩、シルト岩などの海成堆積岩類(一部は陸成)からなる。
- ・石炭系(C)：本系は西部～中央部に分布し、砂岩、頁岩、砂質珪岩、礫岩などの海成・陸成堆積岩類からなる。一部で安山岩や同質の火砕岩類が含まれる。
- ・ペルム系(P)：本系は北部に分布し、礫岩、アルコーズ砂岩、砂岩及び頁岩からなる。
- ・三疊系(TR)：本系は北部に NW-SE の方向で分布し、礫岩、砂岩、頁岩、シルト岩、凝灰岩、泥岩などの陸成堆積岩類からなる。
- ・白亜系(K)：本系は北部にわずかに分布し、陸成の礫岩、砂岩及びシルト岩から構成される。
- ・中新世堆積岩類(Tms)：本岩類は中央部～西部に分布し、安山岩質・石英安山岩質集塊岩・角礫岩、安山岩、玄武岩、礫岩、凝灰岩、シルト岩、砂岩、礫岩、泥岩及び頁岩からなる。
- ・鮮新世堆積岩類(Tps)：本岩類は中央部に N-S 方向で分布し、礫岩、砂岩及びシルト岩からなる。
- ・第四紀堆積物(Qs)：本堆積物はベディメント堆積物、河成、氷河成、沖積成、蒸発成などの種々の堆積物からなる。
- ・古生代貫入岩類(Pzg)：本岩類は主に東端部に点在し、花崗岩、花崗閃緑岩ないしトーナライトなどからなる。

本地区は西から東へ 3 つの構造区からなる。それらは西部のプレコルディジェラ構造区、中央部～北東端部のパンペアン山脈構造区、北東部のトランスパンペアン山脈構造区である。

プレコルディジェラ構造区は、オルドビス系、シルル系、デボン系、石炭系、ペルム系、三疊系、中新世堆積岩類及び第四紀堆積物から構成され、古生代貫入岩類を伴う。

パンペアン山脈構造区では、下位から、先カンブリア系～カンブリア系、石炭系、ペルム系、三疊系、白亜系、中新世堆積岩類、鮮新世堆積岩類及び第四紀堆積物が分布し、古生代貫入岩類が伴われる。

トランスパンペアン山脈構造区には、先カンブリア系～カンブリア系、石炭系、ペルム系、三疊系、白亜系、鮮新世堆積岩類及び第四紀堆積物が分布し、古生代貫入岩類が伴われる。

(2) 鉱床

本地区には 10 箇所の鉱床が知られている。鉱床タイプ別では、鉱脈型金鉱床(7 箇所；Gualilan など)、堆積性銀・鉛・亜鉛鉱床(2 箇所；Huailan, La Helvecia)、不明(1 箇所)

である。El Morado 鉱床を除く鉱床はプレコルディジェラ構造区に位置する。鉱脈型金鉱床の多くは第三紀に形成されたと考えられている。以下に、代表的な鉱床の産状を記述する。

・ Hualilan(A89)：南部のプレコルディジェラ構造区に位置し、金を産する熱水性鉱床である。カンブリア紀～オルドビス紀石灰岩、シルル紀頁岩、第三紀赤色砂岩、及びこれらを含む石英安山岩、同質噴出岩を母岩とする。鉱石鉱物は黄鉄鉱、方鉛鉱、黄銅鉱、菱亜鉛鉱、孔雀石及び藍銅鉱であり、脈石鉱物として石英、ヘデン輝石、普通輝石及び褐鉄鉱が産する。鉱量は 275,000t、品位は Au 10.8 g/t である。

5.16.2 地質単元

本地区の範囲内に分布する岩石と堆積物は合計で 28 種類の地質単元に区分された(巻末資料 2)。それらのうち 21 種類の地質単元が原生界から鮮新統までの変成岩類や堆積岩類に対比可能であり、1 種類の地質単元が変質帯と判定された。また、4 種類の地質単元が第四系の未固結堆積物に相当し、2 種類の地質単元がオルドビス紀と三疊紀に生成した貫入岩体からなる。各地質単元の分布位置や伸長方向などを巻末資料 3 に示す。

5.16.3 変質帯

本地区の範囲内では 2 箇所のみで変質帯が判読・抽出された。それらは北西部の上部デボン系(地質単元 Ds)と上部石炭系(同 Cs)の分布域に位置する。楕円状の平面形態を示し、長軸の長さが 2km 程度で規模は大きくない。

本地区には 2ヶ所の変質帯が抽出されているが、それらの中で変質帯内に分布する既知鉱床・鉱化帯は知られていない。

5.16.4 リニアメント

本地区の範囲内では、判読・抽出されたりニアメントの分布や方向について以下のような特徴が認められる。

(1) 西部一帯、中央部～南東部及び北東部などの主要河川に沿って広がる平坦地と山間盆地やそれらの周辺の丘陵地以外では変成岩類・堆積岩類・花崗岩質岩類を構成岩類とする一連の山地からなり、広い範囲からリニアメントが抽出された。特に、西経 68°30′から 69°00′までの西部の山地、東部～南東部及び北東部での分布密度は高い。

(2) 50km 以上の長さを有する大規模なものの方向は、構成岩類の巨視的な伸長方向にほぼ一致しており、西部の山地では N-S～NNE-SSW を示して 3～5km の間隔で発達している。

る。また、北部から南東部に至る山地の西縁を画するものと北東部ではNW-SEを示す。

(3) 相対的に規模の小さいリニアメントの伸長方向はNW-SE、E-W及びNE-SWの3系統に分けられる。これらのうちNE-SW方向のものは南東部の山地を構成する原生界の変成岩類(地質単元 PRm)中に卓越している。また、北東部ではNW-SEとE-W方向のものが密集している。

(4) 衝上断層を示すリニアメントは、西部の山地において概ねN-S方向に伸長する33本について判定された。それらの大半はジグザグ状に緩く蛇行しており、緩傾斜の断層面を強く暗示している。特に、下部オルドビス系の石灰岩層(地質単元 Oi)の東縁部には多くの箇所で見られる明瞭な境界線が認められる。

5.16.5 褶曲構造・環状構造

本地区全体において36箇所で見られる褶曲構造が抽出された。背斜と向斜の内訳は22と14であり、本地区では背斜の方がより明瞭に地形に反映されていると考えられる。これらの構造はオルドビス系以上の堆積岩類からなる中央部一帯に密集しており、原生界の変成岩類や古生代の花崗岩質岩類などからなる東半部ではほとんど判読できなかった。褶曲軸の方向は、一般にそれらの構造を形成する堆積岩類の巨視的な走向方向と一致しており、N-S～NNE-SSWまたはNNW-SSEが卓越する。軸の長さは10～50kmの範囲内にある。平行して配列するリニアメントに寸断されている場合が多いため波長を求められる構造は少なく、判読したものでは5～10kmである。

本地区の範囲内では環状構造は判読・抽出されなかった。

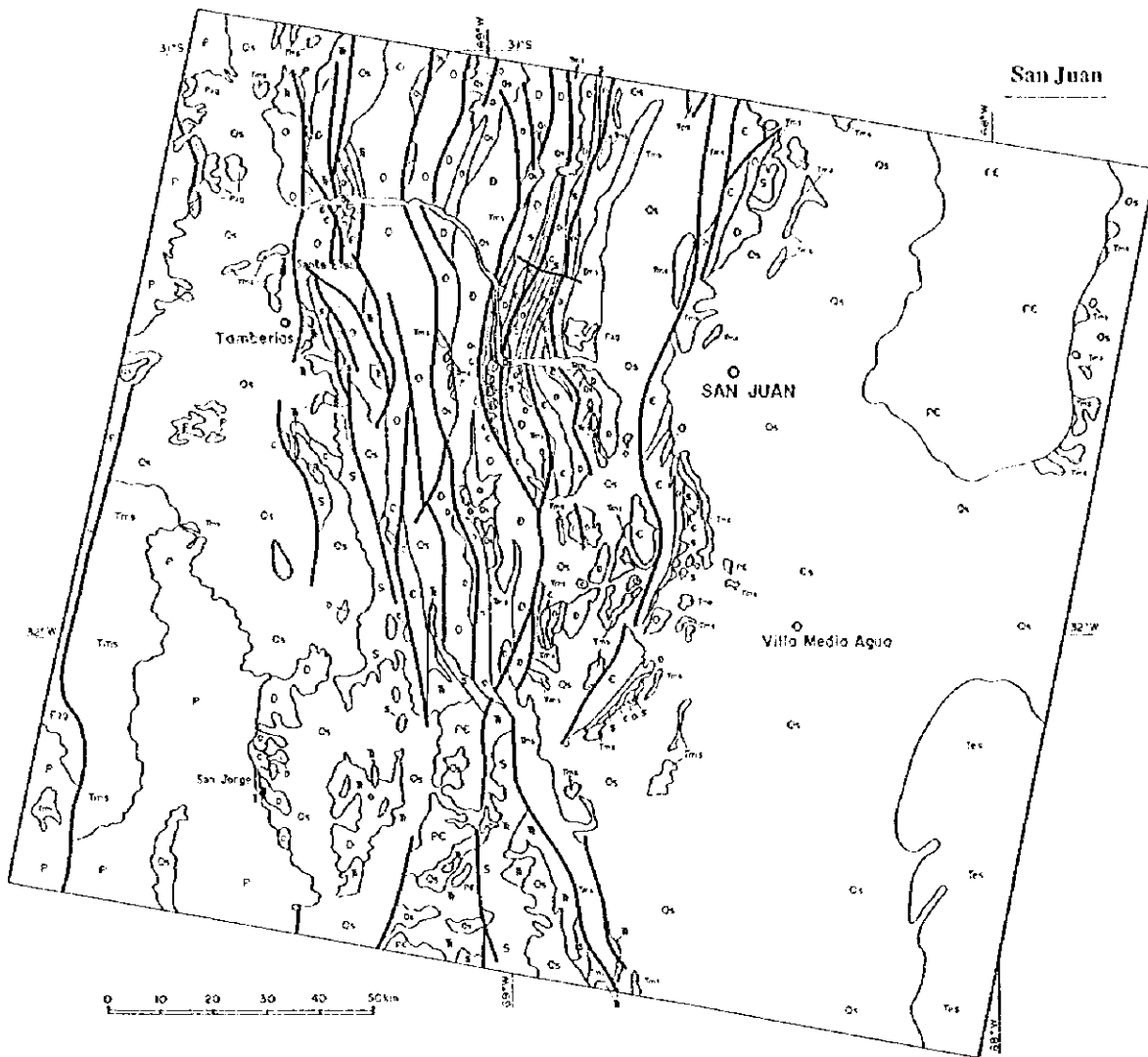
5.17 San Juan 地区

5.17.1 既存資料からまとめた地質・鉱床概要

(1) 地質及び地質構造

本地区の地質は、下位から上位に次の12ユニットから構成される。それらは先カンブリア系～カンブリア系、カンブリア系、オルドビス系、シルル系、デボン系、石炭系、ペルム系、三畳系、古第三紀堆積岩類、中新世堆積岩類、中新世火山岩類及び第四紀堆積物である。また、これらのユニット中に貫入する火成岩類として、古生代貫入岩類がある。

・先カンブリア系～カンブリア系(PC)：本系は北東部と南部に分布する。北東部の岩体は、黒雲母・白雲母・ザクロ石片麻岩、黒雲母・ザクロ石片麻岩、角閃岩、角閃石片岩、石墨片岩、雲母片岩、塩基性岩類、超塩基性岩類、大理石、花崗岩、石灰岩及び石灰質片岩からなる。一方、南部の岩体は、千枚岩、変グレイロック、変ハンレイ岩、雲母片岩及び



凡 例

- | | | |
|---------|--------|--|
| 新生代 | [Os] | 第四系(堆積岩を主体とする地層) |
| | [Tm.v] | 中新世火山岩を主体とする地層 |
| | [Tms] | 中新世堆積岩を主体とする地層 |
| | [Tss] | 晚新世～最新世堆積岩を主体とする地層 |
| 中生代 | [h] | 三畳系 |
| 古生代 | [P] | ペルム系 |
| | [C] | 石炭系 |
| | [D] | デボン系 |
| | [S] | シルル系 |
| | [O] | オルドビス系 |
| 先カンブリア紀 | [C] | カンブリア系 |
| | [pC] | 先カンブリア系～カンブリア系 |
| | [Pz] | 古生代貫入岩 |
| | — | 断層 |
| | ■ | 主要鉱床
1: San Jorge
2: Santa Elena |

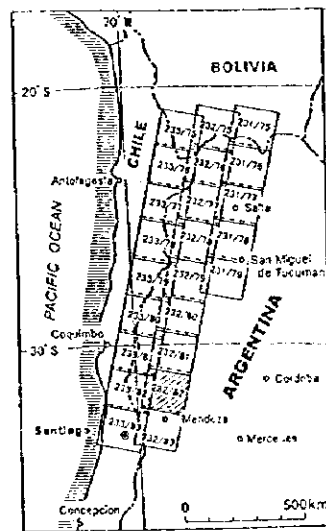


図 57 San Juan 地区地質図

San Juan



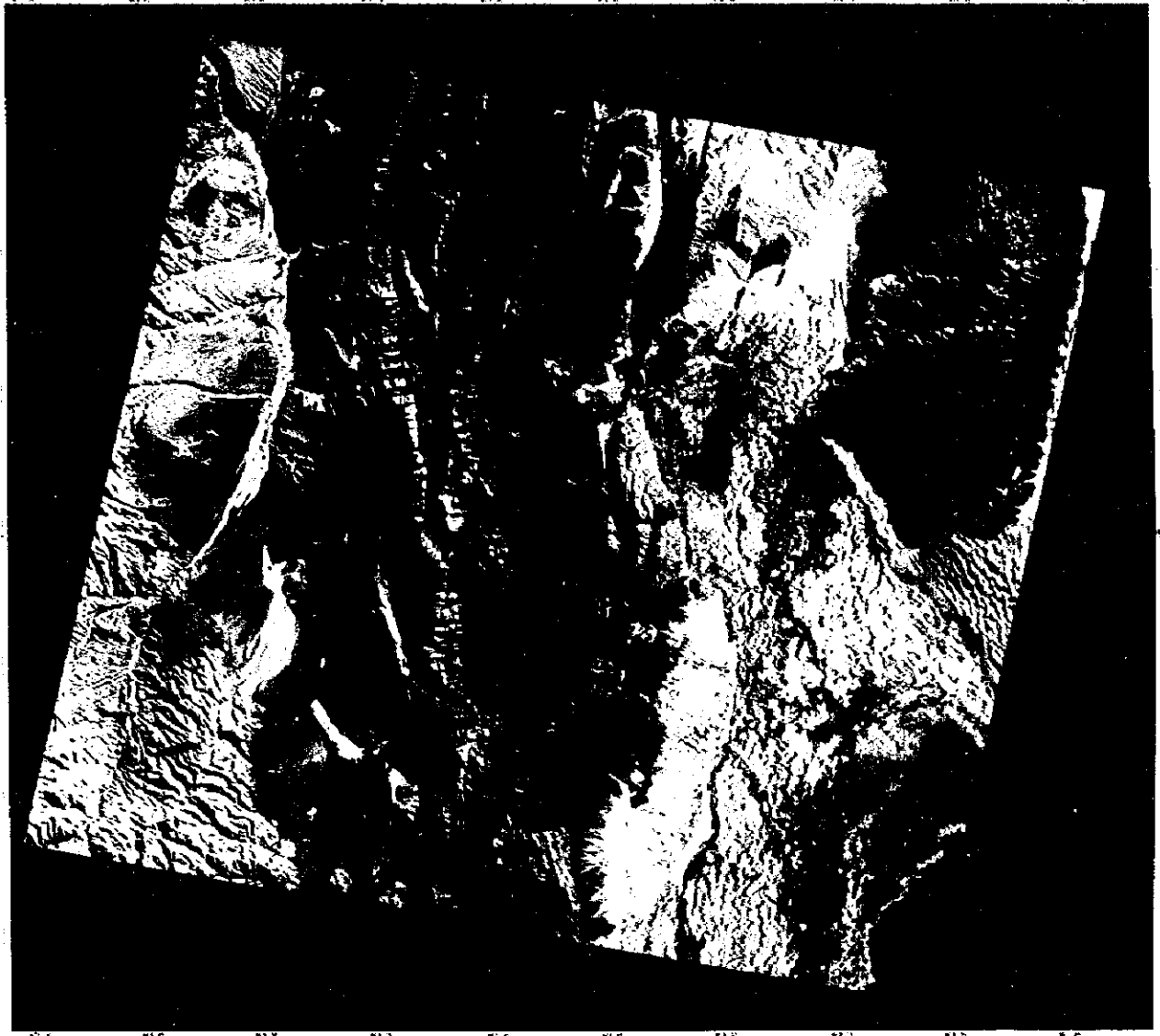
LANDSAT TM FOUR COLOR COMPOSITE
JICA/MMAJ/JMEC

図 58 San Juan 地区 LANDSAT TM フォールスカラー合成画像



LANDSAT TM RATIO IMAGE (3-1, 4-5, 5-7
Multiplied by First Principal Component)

San Juan



05 0 01 0 02 0 03 0 04 0 05 0 06 0 07 0 08 0 09 0 10 0 11 0 12 0 13 0 14 0 15 0 16 0 17 0 18 0 19 0 20 0 21 0 22 0 23 0 24 0 25 0 26 0 27 0 28 0 29 0 30 0 31 0 32 0 33 0 34 0 35 0 36 0 37 0 38 0 39 0 40 0 41 0 42 0 43 0 44 0 45 0 46 0 47 0 48 0 49 0 50 0 51 0 52 0 53 0 54 0 55 0 56 0 57 0 58 0 59 0 60 0 61 0 62 0 63 0 64 0 65 0 66 0 67 0 68 0 69 0 70 0 71 0 72 0 73 0 74 0 75 0 76 0 77 0 78 0 79 0 80 0 81 0 82 0 83 0 84 0 85 0 86 0 87 0 88 0 89 0 90 0 91 0 92 0 93 0 94 0 95 0 96 0 97 0 98 0 99 0 100 0 101 0 102 0 103 0 104 0 105 0 106 0 107 0 108 0 109 0 110 0 111 0 112 0 113 0 114 0 115 0 116 0 117 0 118 0 119 0 120 0 121 0 122 0 123 0 124 0 125 0 126 0 127 0 128 0 129 0 130 0 131 0 132 0 133 0 134 0 135 0 136 0 137 0 138 0 139 0 140 0 141 0 142 0 143 0 144 0 145 0 146 0 147 0 148 0 149 0 150 0 151 0 152 0 153 0 154 0 155 0 156 0 157 0 158 0 159 0 160 0 161 0 162 0 163 0 164 0 165 0 166 0 167 0 168 0 169 0 170 0 171 0 172 0 173 0 174 0 175 0 176 0 177 0 178 0 179 0 180 0 181 0 182 0 183 0 184 0 185 0 186 0 187 0 188 0 189 0 190 0 191 0 192 0 193 0 194 0 195 0 196 0 197 0 198 0 199 0 200 0 201 0 202 0 203 0 204 0 205 0 206 0 207 0 208 0 209 0 210 0 211 0 212 0 213 0 214 0 215 0 216 0 217 0 218 0 219 0 220 0 221 0 222 0 223 0 224 0 225 0 226 0 227 0 228 0 229 0 230 0 231 0 232 0 233 0 234 0 235 0 236 0 237 0 238 0 239 0 240 0 241 0 242 0 243 0 244 0 245 0 246 0 247 0 248 0 249 0 250 0 251 0 252 0 253 0 254 0 255 0 256 0 257 0 258 0 259 0 260 0 261 0 262 0 263 0 264 0 265 0 266 0 267 0 268 0 269 0 270 0 271 0 272 0 273 0 274 0 275 0 276 0 277 0 278 0 279 0 280 0 281 0 282 0 283 0 284 0 285 0 286 0 287 0 288 0 289 0 290 0 291 0 292 0 293 0 294 0 295 0 296 0 297 0 298 0 299 0 300 0 301 0 302 0 303 0 304 0 305 0 306 0 307 0 308 0 309 0 310 0 311 0 312 0 313 0 314 0 315 0 316 0 317 0 318 0 319 0 320 0 321 0 322 0 323 0 324 0 325 0 326 0 327 0 328 0 329 0 330 0 331 0 332 0 333 0 334 0 335 0 336 0 337 0 338 0 339 0 340 0 341 0 342 0 343 0 344 0 345 0 346 0 347 0 348 0 349 0 350 0 351 0 352 0 353 0 354 0 355 0 356 0 357 0 358 0 359 0 360 0 361 0 362 0 363 0 364 0 365 0 366 0 367 0 368 0 369 0 370 0 371 0 372 0 373 0 374 0 375 0 376 0 377 0 378 0 379 0 380 0 381 0 382 0 383 0 384 0 385 0 386 0 387 0 388 0 389 0 390 0 391 0 392 0 393 0 394 0 395 0 396 0 397 0 398 0 399 0 400 0 401 0 402 0 403 0 404 0 405 0 406 0 407 0 408 0 409 0 410 0 411 0 412 0 413 0 414 0 415 0 416 0 417 0 418 0 419 0 420 0 421 0 422 0 423 0 424 0 425 0 426 0 427 0 428 0 429 0 430 0 431 0 432 0 433 0 434 0 435 0 436 0 437 0 438 0 439 0 440 0 441 0 442 0 443 0 444 0 445 0 446 0 447 0 448 0 449 0 450 0 451 0 452 0 453 0 454 0 455 0 456 0 457 0 458 0 459 0 460 0 461 0 462 0 463 0 464 0 465 0 466 0 467 0 468 0 469 0 470 0 471 0 472 0 473 0 474 0 475 0 476 0 477 0 478 0 479 0 480 0 481 0 482 0 483 0 484 0 485 0 486 0 487 0 488 0 489 0 490 0 491 0 492 0 493 0 494 0 495 0 496 0 497 0 498 0 499 0 500 0 501 0 502 0 503 0 504 0 505 0 506 0 507 0 508 0 509 0 510 0 511 0 512 0 513 0 514 0 515 0 516 0 517 0 518 0 519 0 520 0 521 0 522 0 523 0 524 0 525 0 526 0 527 0 528 0 529 0 530 0 531 0 532 0 533 0 534 0 535 0 536 0 537 0 538 0 539 0 540 0 541 0 542 0 543 0 544 0 545 0 546 0 547 0 548 0 549 0 550 0 551 0 552 0 553 0 554 0 555 0 556 0 557 0 558 0 559 0 560 0 561 0 562 0 563 0 564 0 565 0 566 0 567 0 568 0 569 0 570 0 571 0 572 0 573 0 574 0 575 0 576 0 577 0 578 0 579 0 580 0 581 0 582 0 583 0 584 0 585 0 586 0 587 0 588 0 589 0 590 0 591 0 592 0 593 0 594 0 595 0 596 0 597 0 598 0 599 0 600 0 601 0 602 0 603 0 604 0 605 0 606 0 607 0 608 0 609 0 610 0 611 0 612 0 613 0 614 0 615 0 616 0 617 0 618 0 619 0 620 0 621 0 622 0 623 0 624 0 625 0 626 0 627 0 628 0 629 0 630 0 631 0 632 0 633 0 634 0 635 0 636 0 637 0 638 0 639 0 640 0 641 0 642 0 643 0 644 0 645 0 646 0 647 0 648 0 649 0 650 0 651 0 652 0 653 0 654 0 655 0 656 0 657 0 658 0 659 0 660 0 661 0 662 0 663 0 664 0 665 0 666 0 667 0 668 0 669 0 670 0 671 0 672 0 673 0 674 0 675 0 676 0 677 0 678 0 679 0 680 0 681 0 682 0 683 0 684 0 685 0 686 0 687 0 688 0 689 0 690 0 691 0 692 0 693 0 694 0 695 0 696 0 697 0 698 0 699 0 700 0 701 0 702 0 703 0 704 0 705 0 706 0 707 0 708 0 709 0 710 0 711 0 712 0 713 0 714 0 715 0 716 0 717 0 718 0 719 0 720 0 721 0 722 0 723 0 724 0 725 0 726 0 727 0 728 0 729 0 730 0 731 0 732 0 733 0 734 0 735 0 736 0 737 0 738 0 739 0 740 0 741 0 742 0 743 0 744 0 745 0 746 0 747 0 748 0 749 0 750 0 751 0 752 0 753 0 754 0 755 0 756 0 757 0 758 0 759 0 760 0 761 0 762 0 763 0 764 0 765 0 766 0 767 0 768 0 769 0 770 0 771 0 772 0 773 0 774 0 775 0 776 0 777 0 778 0 779 0 780 0 781 0 782 0 783 0 784 0 785 0 786 0 787 0 788 0 789 0 790 0 791 0 792 0 793 0 794 0 795 0 796 0 797 0 798 0 799 0 800 0 801 0 802 0 803 0 804 0 805 0 806 0 807 0 808 0 809 0 810 0 811 0 812 0 813 0 814 0 815 0 816 0 817 0 818 0 819 0 820 0 821 0 822 0 823 0 824 0 825 0 826 0 827 0 828 0 829 0 830 0 831 0 832 0 833 0 834 0 835 0 836 0 837 0 838 0 839 0 840 0 841 0 842 0 843 0 844 0 845 0 846 0 847 0 848 0 849 0 850 0 851 0 852 0 853 0 854 0 855 0 856 0 857 0 858 0 859 0 860 0 861 0 862 0 863 0 864 0 865 0 866 0 867 0 868 0 869 0 870 0 871 0 872 0 873 0 874 0 875 0 876 0 877 0 878 0 879 0 880 0 881 0 882 0 883 0 884 0 885 0 886 0 887 0 888 0 889 0 890 0 891 0 892 0 893 0 894 0 895 0 896 0 897 0 898 0 899 0 900 0 901 0 902 0 903 0 904 0 905 0 906 0 907 0 908 0 909 0 910 0 911 0 912 0 913 0 914 0 915 0 916 0 917 0 918 0 919 0 920 0 921 0 922 0 923 0 924 0 925 0 926 0 927 0 928 0 929 0 930 0 931 0 932 0 933 0 934 0 935 0 936 0 937 0 938 0 939 0 940 0 941 0 942 0 943 0 944 0 945 0 946 0 947 0 948 0 949 0 950 0 951 0 952 0 953 0 954 0 955 0 956 0 957 0 958 0 959 0 960 0 961 0 962 0 963 0 964 0 965 0 966 0 967 0 968 0 969 0 970 0 971 0 972 0 973 0 974 0 975 0 976 0 977 0 978 0 979 0 980 0 981 0 982 0 983 0 984 0 985 0 986 0 987 0 988 0 989 0 990 0 991 0 992 0 993 0 994 0 995 0 996 0 997 0 998 0 999 0 1000 0

JICA/MMAJ/JMEC

图 59 San Juan 地区 LANDSAT TM 比演算处理画像



角閃岩からなる。

- ・カンブリア系(Cb)：本系は石灰岩、苦灰岩、マール及び珪岩の海成堆積岩類からなり、中央部にはほぼ N-S 方向で伸長する東傾斜の断層に沿って分布する。
- ・オールドビス系(O)：本系は中央部に NNW-SSE の方向で分布し、礫岩、砂岩、シルト岩、頁岩、泥岩及び石灰岩からなる。石灰岩の一部はオリストリスと考えられている。
- ・シルル系(S)：本系は中央部に NNW-SSE の方向で分布し、砂岩、グレイワッケ、頁岩、オーソコーツアイト、石灰岩、泥岩などの海成堆積岩類からなる。
- ・デボン系(D)：本系は中央部に N-S の方向で分布し、礫岩、砂岩、頁岩、泥岩、シルト岩などの海成堆積岩類からなる。
- ・石炭系(C)：本系は西部～中央部に分布し、砂岩、頁岩、珪質砂岩、礫岩などの海成及び陸成の堆積岩類からなる。
- ・ベルム系(P)：本系は西部に分布し、酸性～中性の火山岩類からなる。
- ・三疊系(TR)：本系は、西部～中央部に分布し、礫岩、砂岩、頁岩、シルト岩及び泥岩の陸成堆積岩類からなる。
- ・古第三紀堆積岩類(Tes)：本岩類は南東部に分布し陸成堆積岩類からなる。
- ・中新世堆積岩類(Tms)：本岩類は砂岩、礫岩、頁岩及びシルト岩からなる。砂岩は、一部凝灰質または長石質である。また、一部で石膏を含む。
- ・中新世火山岩類(Tmv)：本岩類は南西端部に小規模に分布し、中性の火山岩類からなる。
- ・第四紀堆積物(Qs)：本堆積物はペディメント堆積物、河成、氷河成、沖積成、蒸発成などの種々の堆積物からなる。

- ・古生代貫入岩類(Pzg)：本岩類は西端部に分布し、東側を西傾斜の断層によって切られている。花崗岩、花崗閃緑岩ないし流紋岩などからなる。

本地区は西から東へ 3 つの構造区からなる。それらは西部のフロントアル山脈構造区、中央部のプレコルディジェラ構造区及び東部のパンベアン山脈構造区である。

フロントアル山脈構造区では、ベルム系、中新世堆積岩類、中新世火山岩類が N-S 方向で分布し、同方向で点在する古生代貫入岩類が伴われる。

プレコルディジェラ構造区は、下位から先カンブリア系～カンブリア系、カンブリア系、オールドビス系、シルル系、デボン系、石炭系、ベルム系、三疊系及び中新世堆積岩類からなり、古生代貫入岩類を伴う。

パンベアン山脈構造区は、先カンブリア系～カンブリア系、古第三紀堆積岩類、中新世堆積岩類及び第四紀堆積物からなる。

(2) 鉍床

本地区には 12 箇所の鉍床が知られている。鉍床タイプは、鉍脈・網状型(4 箇所)、ポー

フィリー型(3箇所), スカルン・鉍染型(1箇所), 堆積性(1箇所)に分けられ, その他は不明である。ポーフリー・カッパー・鉍床の1つである Alcaparrosa 鉍床では, 変質した石英安山岩質斑岩中の熱水性黒雲母から 267 ± 4 Ma の K-Ar 年代(Sillitoe, 1977)が得られている。鉍脈・網状型, ポーフリー型, スカルン・鉍染型鉍床の多くは, ペルム紀~三疊紀に形成されたと考えられている。以下に, 代表的な鉍床の産状を記述する。

・Castano Viejo(A93): フロント山脈構造区に位置する鉛・亜鉛・銀の鉍脈鉍床である。古生代の石灰岩, 砂岩, 三疊紀安山岩, 石英安山岩, 同質角礫岩, 凝灰岩を母岩とする。鉍床生成年代は, 三疊紀と考えられている。鉍石鉍物は方鉛鉍, 閃亜鉛鉍, 黄銅鉍, 輝銅鉍, 硫酸鉛鉍, コペリン及び黄鉄鉍であり, 脈石鉍物として石英, 緑泥石及び方解石を伴う。母岩は, セリサイト化, 珪化, 黄鉄鉍化している。鉍量は $614,000$ t, 品位は Pb 7.4%, Zn 7.4%, Cu 0.15%, Ag 72 g/t である。

・Castano Nuevo(A94): 北西部のフロント山脈構造区に位置する鉛・亜鉛・銀鉍床である。ペルム紀~三疊紀の安山岩質溶岩に, 新第三紀中新世の活動と考えられる変質及び角礫化の著しい岩脈が貫入しており, この両者を母岩とする。この変質角礫岩体は, 地表で N-S 方向に 1,500m, E-W 方向に 1,000m の楕円形をなす。変質は明礬石を伴う珪化が著しい。鉍石鉍物は方鉛鉍, 黄銅鉍及び黄鉄鉍であり, 脈石鉍物として石英, 方解石及び石膏を伴う。鉍量は $614,000$ t, 品位は Au 5 g/t である。

・Maria Marta Circe (A95): フロント山脈構造区に位置する鉛・亜鉛・銀鉍床である。二疊紀~三疊紀の花崗閃緑岩, 珪化した斑岩を母岩とする。鉍石鉍物は方鉛鉍, 閃亜鉛鉍及び黄鉄鉍であり, 脈石鉍物は石英を主とする。可採鉍量は 1百万 t, 品位は Ag 305 g/t, Pb 12%, Zn 1% である。

・San Jorge(A97): 本鉍床はポーフリー・カッパー型金・銅鉍床であり, 石炭紀堆積岩類, 斑岩類を母岩とする。鉍石鉍物は方鉛鉍, 閃亜鉛鉍及び黄銅鉍であり, 螢石と石英を伴う。本鉍床では, 流紋岩~石英安山岩質斑岩中のマグマ性黒雲母から, 270 ± 4 Ma の K-Ar 年代(Sillitoe, 1977)が得られている。鉍量は 146百万 t, 品位は Cu 0.5%, Au 0.2%, Ag 3.5 g/t, Au 0.2 g/t である。

・Santa Elena(A99): プレコルディジェラ構造区に位置するキプロス型類似の鉍床である。鉛, 亜鉛, 金, 銀を鉍種とする。オールドビス紀堆積岩類及びレプタイト, それらを覆う枕状溶岩(オフィオライト)を母岩とする。これらに流紋石英安山岩が貫入している。鉍体は 2 つあり, 南鉍体が優勢で漸続しながら約 1km 続いている。鉍体の厚さは, 1~8m で変化する。鉍量は $370,000$ t, 品位は Pb 2.1%, Zn 3.3%, Ag 87 g/t, Au 4.2 g/t である。

・La Negrita(A106)：南部のプレコルディジェラ構造区に位置する金・銀鉛脈鉛床である。鉛床は先カンブリア紀～下部古生代の泥岩中に貫入する蛇紋岩と新第三紀閃緑岩類との接触部の圧砕帯に胚胎する。黄鉄鉛と硫酸鉄鉛を鉛石鉛物とし、鉛量は 300,000t、品位は Au 9 g/t である。

5. 17. 2 地質単元

本地区の範囲内に分布する岩石と堆積物は合計で 33 種類の地質単元に区分された(巻末資料 2)。それらのうち 27 種類の地質単元が原生界から鮮新統までの変成岩類、堆積岩類、火山岩類に対比可能であり、1 種類の地質単元が変質帯と判定された。また、4 種類の地質単元が第四系の未固結堆積物に相当し、1 種類の地質単元がベルム紀に生成した貫入岩体からなる。各地質単元の分布位置や伸長方向などを巻末資料 3 に示す。

5. 17. 3 変質帯

本地区の範囲内では 15 箇所に変質帯が判読・抽出された。それらは北西部と南西部～南部に散在している。地質単元との関係では、北西部では上部三畳系の火山岩類やベルム紀の花崗岩質岩類(地質単元 Trv, γ p)、南西部～南部では主としてシルル系やベルム系(同 S, Ps)のそれぞれの分布域に位置する。個々の変質帯は長軸の長さが 1km 程度の小規模な楕円状の平面形態を示す場合が多いが、南西部に位置する最大のものは 2×5km の拡がりを有する。

本地区の変質帯内に分布する既知鉛床・鉛化帯としては、アルゼンティン側で Castano Viejo(鉛・亜鉛鉛脈、変質帯番号 AB8001：以下同じ)、Alcaparrosa(ポーフイリーカッパー鉛床、AB8003)、Santa Elena(鉛・亜鉛鉛脈、AB8003)、La Negrita(金・銀鉛脈、AB8008)、Paramillos Norte(ポーフイリーカッパー鉛床、AB8010)がある。

5. 17. 4 リニアメント

本地区の範囲内では、判読・抽出されたりニアメントの分布や方向について以下のような特徴が認められる。

- (1) 西部と東部に分かれて N-S 方向に広がる平坦地及びそれらの周辺の丘陵地以外では、ほとんどの地域でリニアメントが抽出された。特に、中央部から北部までの堆積岩類からなる山地では 3～5km の間隔で密集して平行配列している。原生界の変成岩類からなる北東部の山地での分布密度は高くない。
- (2) 堆積岩類からなる中央部の山地一帯では、50km 以上の長さを有する大規模なりニアメントが多数認められ、それらは緩く湾曲しながらほぼ N-S 方向に伸長している。その

方向は同山地の構成岩類の一般走向に一致している。北東部の山地では長さが 10~30km で ENE-WSW~E-W 方向のリニアメントが主体であり、明らかに山地の伸長方向に斜交または直交している。

(3) 中央部の山地一帯では主要なリニアメントに斜交し長さの短い NW-SE 及び NE-SW 系統のリニアメントが認められるが、分布密度は極めて低く、同山地の構造を規制していない。

(4) 衝上断層を示すリニアメントは、概ね N-S 方向に伸長する 36 本について判定された。それらの大部分は連続性に富んでおり、カンブリア系やオルドビス系などの下部古生界を構成する堆積岩類の境界に発達している。

5. 17. 5 褶曲構造・環状構造

本地区の中央部一帯と南西部に N-S 方向で連続して配列するカンブリア系以上の堆積岩類にはベディングが発達しており、全体において 48 箇所では褶曲構造が抽出された。背斜と向斜の内訳は 20 と 28 であり、本地区では向斜の方がやや判定しやすいといえる。ただし、分布面積の広い上部カンブリア系、上部オルドビス系及び上部デボン系(地質単位 Cs, Os, Ds)については、画像上では塊状を呈する部分が多いためには十分には褶曲構造が把握されなかった。褶曲軸の方向は大局的には N-S であり、3~5km の波長で背斜と向斜が繰り返して形成されている。

本地区の範囲内では環状構造は判読・抽出されなかった。

5. 18 Mendoza 地区

5. 18. 1 既存資料からまとめた地質・鉱床概要

(1) 地質及び地質構造

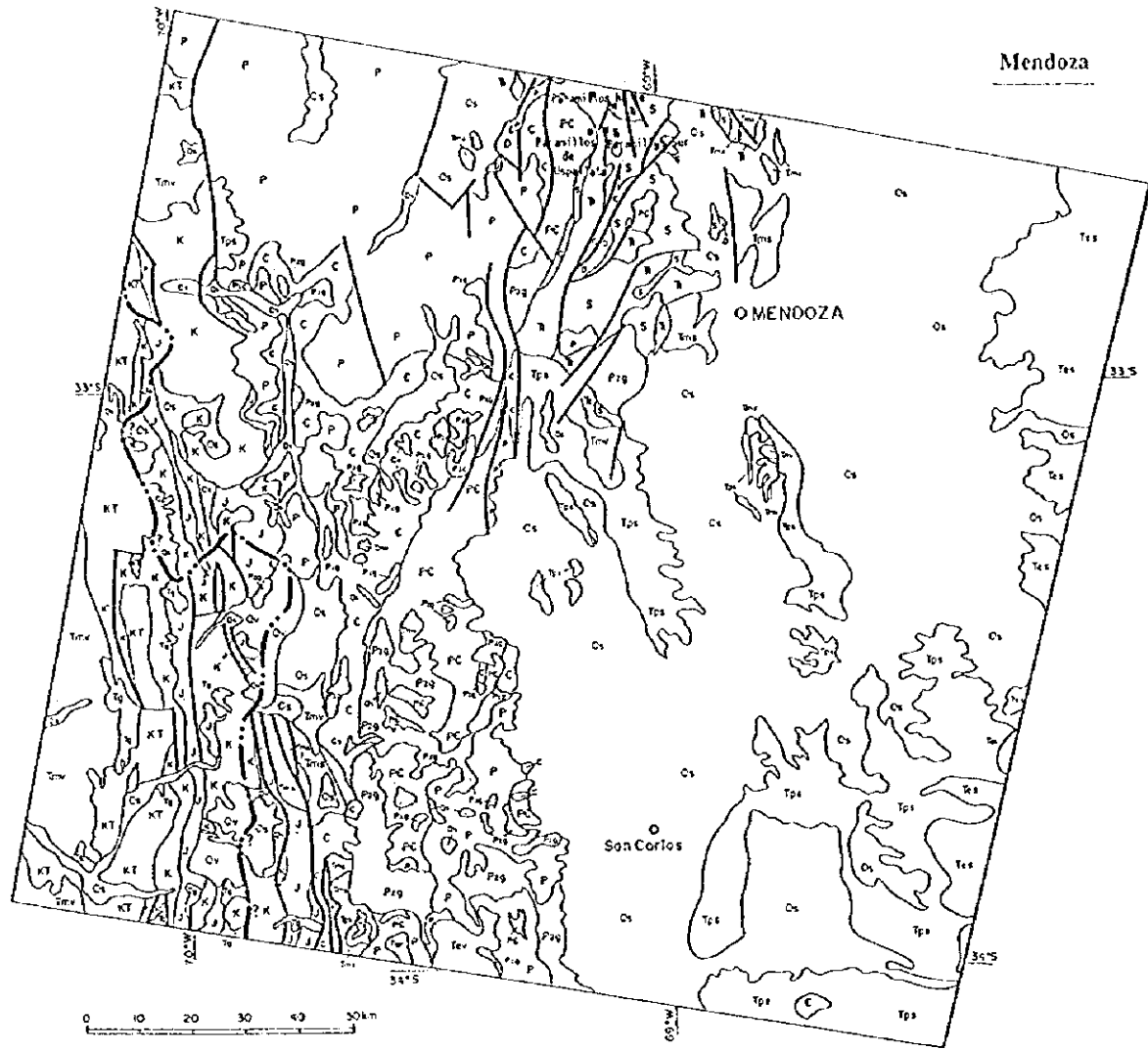
本地区の地質は、下位から上位に次の 17 ユニットから構成される。それらは先カンブリア系~カンブリア系、オルドビス系、シルル系、デボン系、石炭系、ペルム系、三疊系、ジュラ系、白亜系、白亜系~第三系、古第三紀堆積岩類、古第三紀火山岩類、中新世堆積岩類、中新世火山岩類、鮮新世堆積岩類、第四紀堆積物及び第四紀火山岩類である。また、これらのユニット中に貫入する火成岩類として、古生代貫入岩類及び新生代貫入岩類の 2 種類がある。

- ・先カンブリア系~カンブリア系(PC)：本系は中央部に分布し、千枚岩、変グレイワッケ、変ハンレイ岩、雲母片岩及び角閃岩からなる。
- ・オルドビス系(O)：本系は北部に分布し、海成の堆積岩類からなる。

- ・シルル系(S)：本系は北部に分布し、海成の堆積岩類からなる。
- ・デボン系(D)：本系は北部に分布し、海成の堆積岩類からなる。
- ・石炭系(C)：本系は西部～中央部に分布し、海成の堆積岩類からなる。
- ・ペルム系(P)：本系は西部～中央部に分布し、石英安山岩、流紋岩及び安山岩からなる。
- ・三疊系(TR)：本系は陸成堆積岩からなり、北部に分布する。
- ・ジュラ系(J)：本系は西部に分布し、下部の海成堆積岩類と中部・上部の陸成堆積岩類からなる。上部の陸成堆積岩類は、礫岩、砂岩、頁岩、石灰岩、安山岩溶岩及び砕屑岩類からなる。
- ・白亜系(K)：本系は西部に分布し、海成の砂岩、石灰質砂岩、石灰岩、頁岩及びマールからなり、安山岩溶岩、火山砕屑岩類を挟む。また、陸成の砂岩、頁岩、シルト岩、礫岩、石灰岩及び安山岩を含む地層も含まれる
- ・白亜系～第三系(KT)：白亜紀後期から第三紀の火山岩類・火山砕屑岩類が一部に産出する。これらは南西部に分布し、安山岩、流紋岩の溶岩・同質角礫岩、石英安山岩・流紋岩の凝灰岩及び溶結凝灰岩からなり、頁岩、砂岩、石灰岩及び礫岩を挟む。
- ・古第三紀堆積岩類(Tes)：本岩類は東部に分布し、陸成堆積岩からなる。
- ・古第三紀火山岩類(Tev)：本岩類は東部に分布し、玄武岩からなる。
- ・中新世堆積岩類(Tms)：本岩類は陸成堆積岩類からなる。
- ・中新世火山岩類(Tmv)：本岩類は南西部に分布し、安山岩、流紋岩、玄武岩の溶岩と同質角礫岩からなる。また、陸成の砕屑性堆積岩類を挟む。
- ・鮮新世堆積岩類(Tps)：本岩類は陸成堆積岩類からなる。
- ・第四紀堆積物(Qs)：本堆積物はベディメント堆積物、河成、氷河成、沖積成などの種々の堆積物よりなる。
- ・第四紀火山岩類(Qv)：本岩類は流紋岩、石英安山岩、安山岩、玄武岩の溶岩及び火山砕屑岩類からなり、泥石流堆積物を伴う。火山地形がよく保存されており、これらのいくつかは活火山である。南西部チリ-アルゼンティンの国境付近に位置する。
- ・古生代貫入岩類(Pzg)：本岩類は中央部に分布し、N-S 方向で幅 30~40km にわたって露出する。花崗岩、花崗閃緑岩ないしトーナライトからなる。
- ・新生代貫入岩類(Tg)：本岩類は第三紀の深成岩類～半深成岩類で、主体は花崗閃緑岩、閃緑岩、モンゾニ岩である。南西部のチリ側でおおむね N-S 方向で断続的に分布する。

本地区は西から東へ 4 つの構造区からなる。それらは南西部のプリンシパル山脈構造区、フロントル山脈構造区、北部のプレコルディジェラ構造区及び東部のパンペアン山脈構造区である。

プリンシパル山脈構造区は、主としてジュラ系、白亜系、白亜系～第三系、古第三紀堆積岩類、中新世火山岩類、第四紀火山岩類などからなり、これらが概略 NNW-SSE 走向を



凡例

- 第IV紀
 - Qv 第四系(火山岩を主体とする地層)
 - Qs 第四系(堆積岩を主体とする地層)
- 第三紀
 - Tps 中新世-上新世堆積岩を主体とする地層
 - Tmv 中新世火山岩を主体とする地層
 - Tm 中新世堆積岩を主体とする地層
 - Tmz 中新世-漸新世火山岩を主体とする地層
 - Tca 漸新世-漸新世堆積岩を主体とする地層
- 中生代
 - K 白堊系
 - J ジュラ系
- 古生代
 - P 三疊系
 - P ヘルム系
 - C 石炭系
 - D デボン系
- 古生代
 - S シュル系
 - O オルドビス系
- 先カンブリア紀
 - Tc 先カンブリア系-カンブリア系
 - Tg 新生代侵入岩
 - Pgg 古生代侵入岩
- 断層
- 主要地点
 - 1: Paranallos Norte
 - Paranallos Sur
 - Paranallos de Usallata

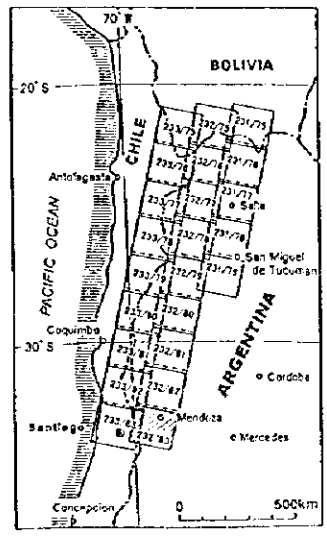


図 60 Mendoza 地区地質図

Mendoza

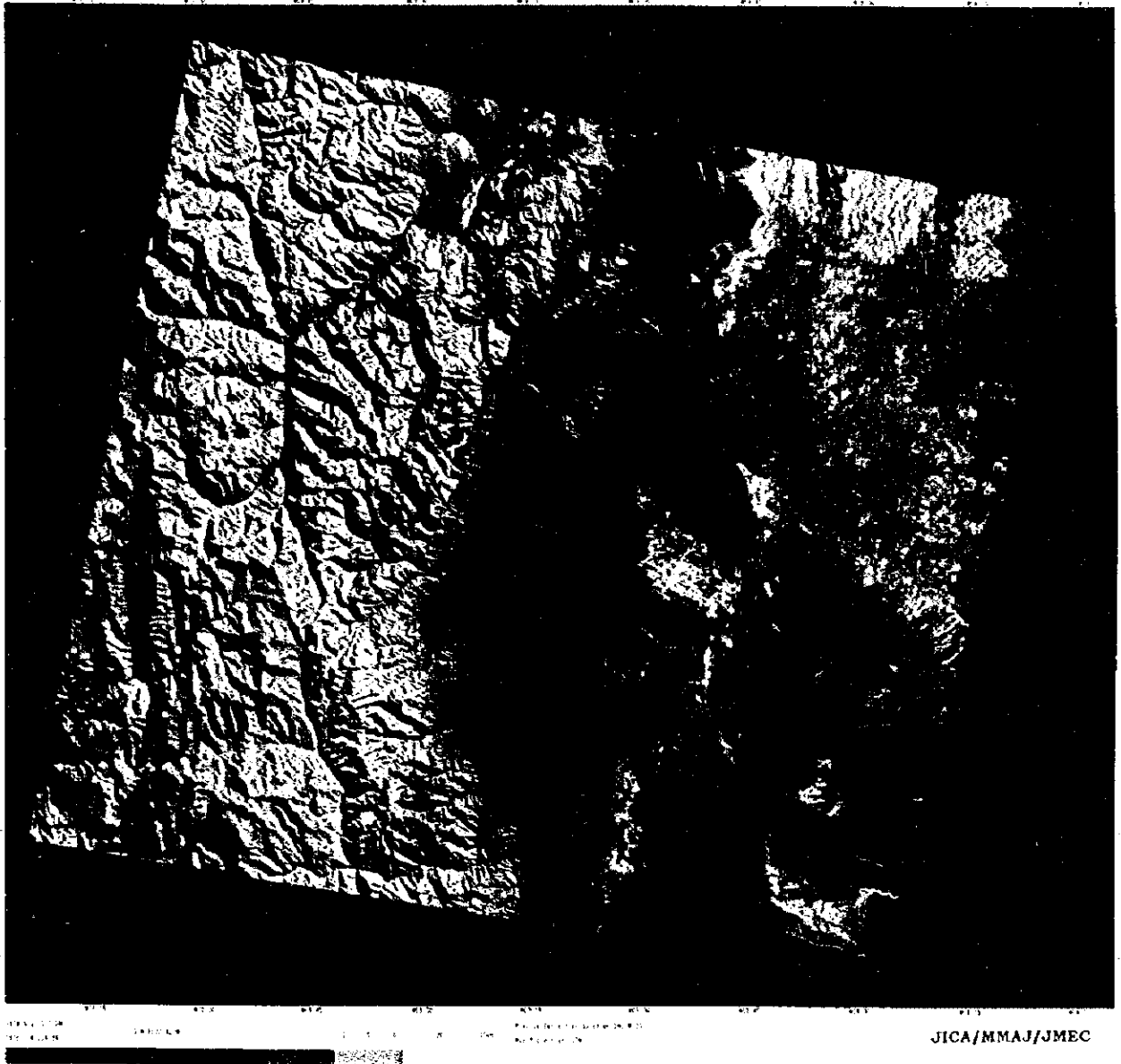
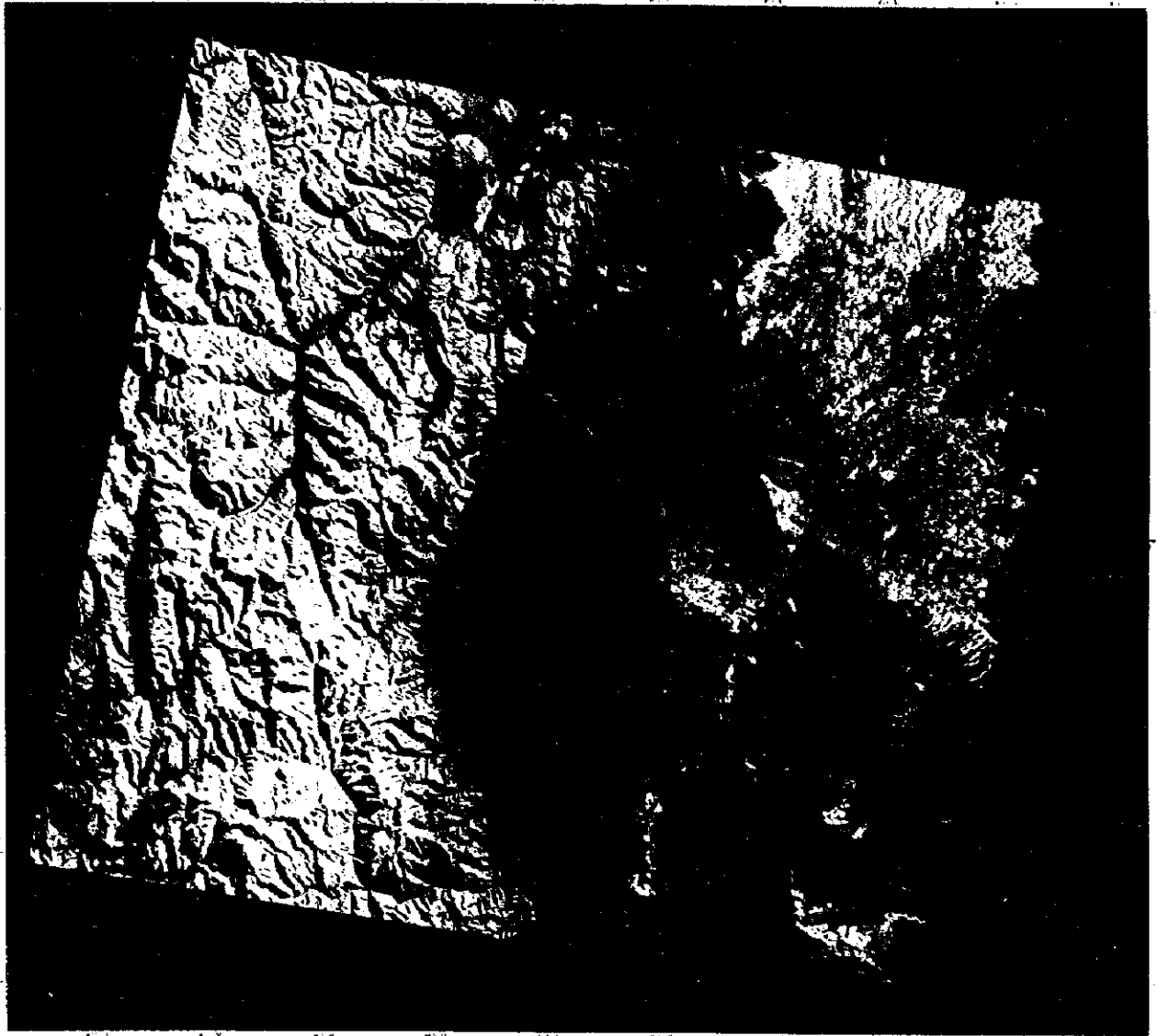


図 61 Mendoza 地区 LANDSAT TM フォールスカラー合成画像



LANDSAT TM RATIO IMAGE 3 4 4-5 5 7
Multiplied by First Principal Component

Mendoza



49 44 37 34 31 28 25 22 19 16 13 10 7 4 1 0 1 4 7 10 13 16 19 22 25 28 31 34 37 40 43 46 49 52 55 58 61 64 67 70 73 76 79 82 85 88 91 94 97 100

JICA/MMAJ/JMEC

图 62 Mendoza 地区 LANDSAT TM 比演算处理画像



示す。また、これらは新生代貫入岩類を伴っており、主として NNE-SSW 系の断層によって切られている。

フロントル山脈構造区では、先カンブリア系～カンブリア系、石炭系、ペルム系、古第三紀火山岩類、中新世堆積岩類及び中新世火山岩類が N-S 方向で分布し、同方向で点在する古生代貫入岩類が伴われている。

プレコルディジェラ構造区では、下位から、先カンブリア系～カンブリア系、オルドビス系、シルル系、デボン系、石炭系、ペルム系及び三疊系が分布し、古生代貫入岩類を伴う。

パンペアン山脈構造区は、古第三紀堆積岩類、中新世堆積岩類、中新世火山岩類、鮮新世堆積岩類及び第四紀堆積物からなる。

(2) 鉱床

本地区には、22 箇所の鉱床が知られている。鉱床タイプは、鉱脈・網状型(4 箇所)、ポーフイリーカッパー型(4 箇所)、スカルン・交代型(1 箇所)、マント型(1 箇所)、その他は不明である。北部のプレコルディジェラ構造区中には、ポーフイリーカッパー鉱床またはその鉱化作用に関係すると考えられる鉱床が集中している。また、南西部には銅の鉱床が集中するが、規模が小さく、鉱床タイプも不明である。以下に、代表的な鉱床の産状を記述する。

・Paramillos Sur(A107)：プレコルディジェラ構造区に位置するポーフイリーカッパー鉱床である。鉱種は、銅、モリブデン、鉛、亜鉛であり、鉱体は古生代の堆積岩類と火山岩類中に胚胎する。鉱床形成年代は第三紀と考えられている。鉱石鉱物は、黄銅鉱、輝銅鉱、自然金及び輝水鉛鉱である。鉱量は 186 百万 t、品位は Cu 0.58%, Au 0.06~0.42 g/t である。

・Paramillos de Uspallata(A108)：プレコルディジェラ構造区に位置する銀・鉛・亜鉛鉱脈、網状鉱床である。前述の Paramillos Sur の西 3km に位置する。前期三疊紀の堆積岩類、火山岩類及び閃緑岩を母岩とする。鉱床生成年代は第三紀とされている。鉱脈は、ほぼ E-W 系の走向、垂直の傾斜を示し、幅 2km の間に 40 を越える含銀方鉛鉱脈が発達している。鉱脈延長は 200m~1,000m、脈幅が 0.3~2m である。鉱石鉱物は黄鉄鉱、黄銅鉱、方鉛鉱、閃亜鉛鉱及び四面銅鉱であり、脈石鉱物は菱鉄鉱、菱マンガン鉱及び石英である。鉱量は 1.2 百万 t、品位は Ag 250 g/t, Pb 2%, Zn 3% である。

・Paramillos Norte(A109)：プレコルディジェラ構造区に位置するポーフイリーカッパー鉱床である。Paramillos Sur の北 5km に位置する。鉱種は銅、金、モリブデン、銀、鉛、亜鉛である。三疊紀の火山角礫岩、安山岩、ホルンフェルス、モンソニ閃緑岩、閃長岩及びモンソニ岩を母岩とする。鉱石鉱物はエレクトラム、自然銅、鉛鉱物、亜鉛鉱物などであり、鉱量は 2 億 t である。角礫化した斑岩中の粗粒白雲母から、 16.0 ± 0.3 Ma の K-Ar 年

代(Sillitoe, 1977)が得られている。

・ Grupo Oro del Sur(A110)：プレコルディジェラ構造区に位置する金、銀、銅の熱水性鉱脈鉱床であり、Paramillos Sur ポーフイリーカッパー鉱床の周辺鉱脈群である。N-S系の裂かを充填したもので、これまでに 56 鉱脈が発見されている。三疊紀の堆積岩類及び第三紀安山岩を母岩とする。鉱石鉱物は黄鉄鉱と黄銅鉱で、石英を脈石鉱物として伴う。主要 4 鉱脈の鉱量は、確定と推定をあわせて 460,000t、品位は Au 8-10 g/t である。

5. 18. 2 地質単元

本地区の範囲内に分布する岩石と堆積物は合計で 30 種類の地質単元に区分された(巻末資料 2)。それらのうち 20 種類の地質単元が原生界から鮮新統までの変成岩類、堆積岩類、火山岩類に対比可能であり、1 種類の地質単元が変質帯と判定された。また、5 種類の地質単元が第四系の未固結堆積物に相当し、4 種類の地質単元が古生代と中生代に生成した貫入岩体からなる。各地質単元の分布位置や伸長方向などを巻末資料 3 に示す。

5. 18. 3 変質帯

本地区の範囲内では 3 箇所で変質帯が判読・抽出された。それらは北端部に位置し、いずれも規模は小さい。地区の約 1/3 の面積を占める西部の国境地帯では、白亜系などの火山岩類の範囲内に変質帯が存在する可能性があるが、山地全体に冠雪が認められるためにそれらを判読することは困難である。

本地区の変質帯内に分布する既知鉱床・鉱化帯としてはアルゼンティン側で Paramillos Norte(ポーフイリーカッパー鉱床、変質帯番号 AB8010：以下同じ)、Paramillos Sur(ポーフイリーカッパー鉱床、AB9005)などがある。

5. 18. 4 リニアメント

本地区の範囲内では、判読・抽出されたリニアメントの分布や方向について以下のような特徴が認められる。

- (1) 西半部を占める山地の広い範囲からリニアメントが抽出されたが、西部国境地帯の冠雪地域については判読基準となる地形が十分に認識できないために大部分が不明瞭なものである。分布密度は北部で高い。東半部は第四系の未固結堆積物からなる平坦地や中新統からなる丘陵地が広がっており、リニアメントはごく一部でしか抽出されていない。
- (2) 50km 以上の長さを有するものは一般に N-S~NNE-SSW 方向に伸長している。
- (3) 主要なリニアメントに斜交または直交するものは、NW-SE、E-W 及び NE-SW の 3 系

統に分けられるが、それらの分布状況には特定な傾向は認められない。特に、北部では多方向のリニアメントが交錯して地塊が細かくブロック化している。

(4) 衝上断層を示すリニアメントは、中央部～北部に位置する 11 本について判定された。それらのうちの 7 本が N-S, 3 本が NE-SW 及び 1 本が NW-SE 方向を示す。

5. 18. 5 褶曲構造・環状構造

本地区の範囲内ではベディングの発達した堆積岩類の分布面積は狭く、全体において 9 箇所で褶曲構造が抽出された。背斜と向斜の内訳は 6 と 3 であり、背斜の方がより明瞭に地形に反映されていると考えられる。それらの構造は Mendoza 西方の N-S 方向に連続する山地に位置しており、N-S～NNE-SSW 方向の軸を有する。一般に構造の規模は小さく軸の長さは 5～10km であるが、Mendoza 西方のシルル系が形成する背斜は 25km にわたって追跡が可能である。

本地区の範囲内では 4 箇所と 1 箇所それぞれ環状構造と半環状構造が判読・抽出された。それらは西部国境地帯の急峻な山地内に位置しているが、特定の配列傾向や特定の地質単位との関係は認められない。最大規模のものは直径が 25km ある。

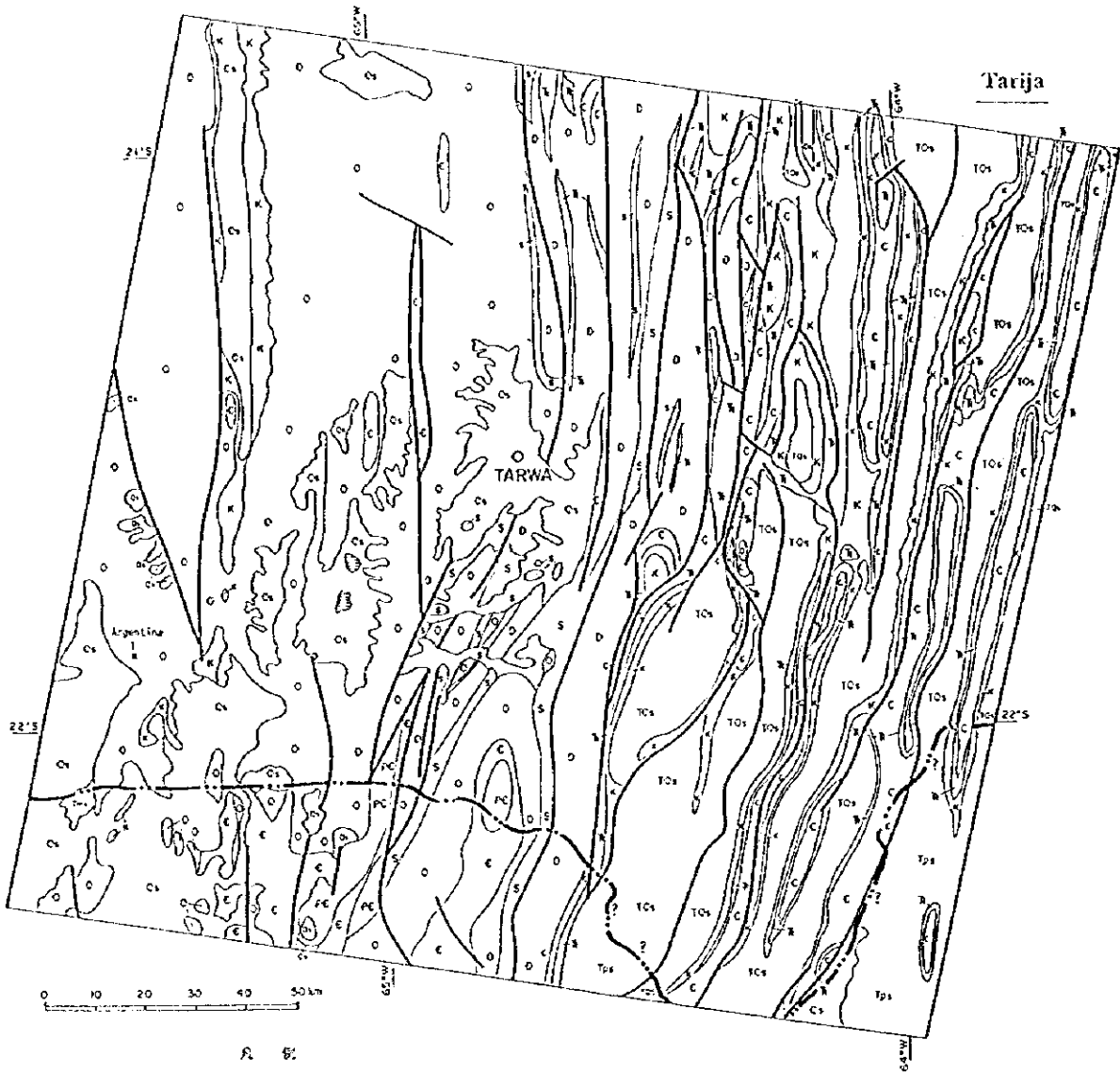
5. 19 Tarija 地区

5. 19. 1 既存資料からまとめた地質・鉱床概要

(1) 地質及び地質構造

本地区の地質は、下位から上位に次の 12 ユニットから構成される。それらは先カンブリア系～カンブリア系、カンブリア系、オルドビス系、シルル系、デボン系、石炭系、三疊系、白亜系、中新世堆積岩類、鮮新世堆積岩類、第三紀～第四紀堆積物及び第四紀堆積物である。

- ・先カンブリア系～カンブリア系(PC)：本系は珪岩、千枚岩、片岩の変成岩類に加え、石英閃緑岩、トーナライト、閃長岩から構成される。石英閃緑岩は一部で変成を受けている。
- ・カンブリア系(Cb)：本系は礫岩、アルコーズ砂岩、石英質砂岩、頁岩、シルト岩及び珪岩からなる。
- ・オルドビス系(O)：本系は西部に広く露出し、砂岩、頁岩、シルト岩及び石灰岩の堆積岩類からなる。
- ・シルル系(S)：本系は中央部に露出し、ダイアミクタイト、砂岩、頁岩及びシルト岩などの堆積岩類からなる。



凡 例

- | | | |
|---------|-----|----------------------|
| 第四紀 | O4 | 第四系(堆積岩を主体とする地層) |
| | T04 | 第三系~第四系(堆積岩を主体とする地層) |
| 第三紀 | Tps | 中新世~中新世堆積岩を主体とする地層 |
| | Tns | 中新世堆積岩を主体とする地層 |
| 中生代 | K | 白堊系 |
| | R | 三畳系 |
| | C | 石炭紀 |
| 石炭紀 | D | デボン系 |
| | S | シルル系 |
| | O | オルドビス系 |
| | C | カンブリア系 |
| 先カンブリア紀 | PC | 先カンブリア系~カンブリア系 |
| | — | 断層 |
| | ■ | 主要地標 |
| | ! | Argentina |

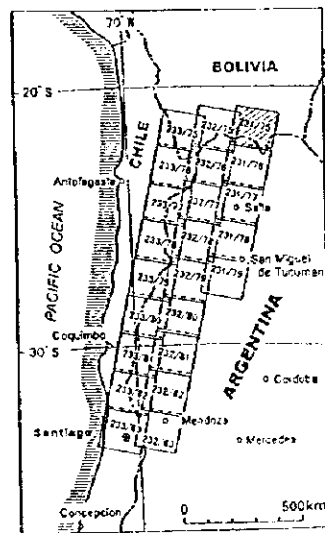


図 63 Tarija 地区地質図

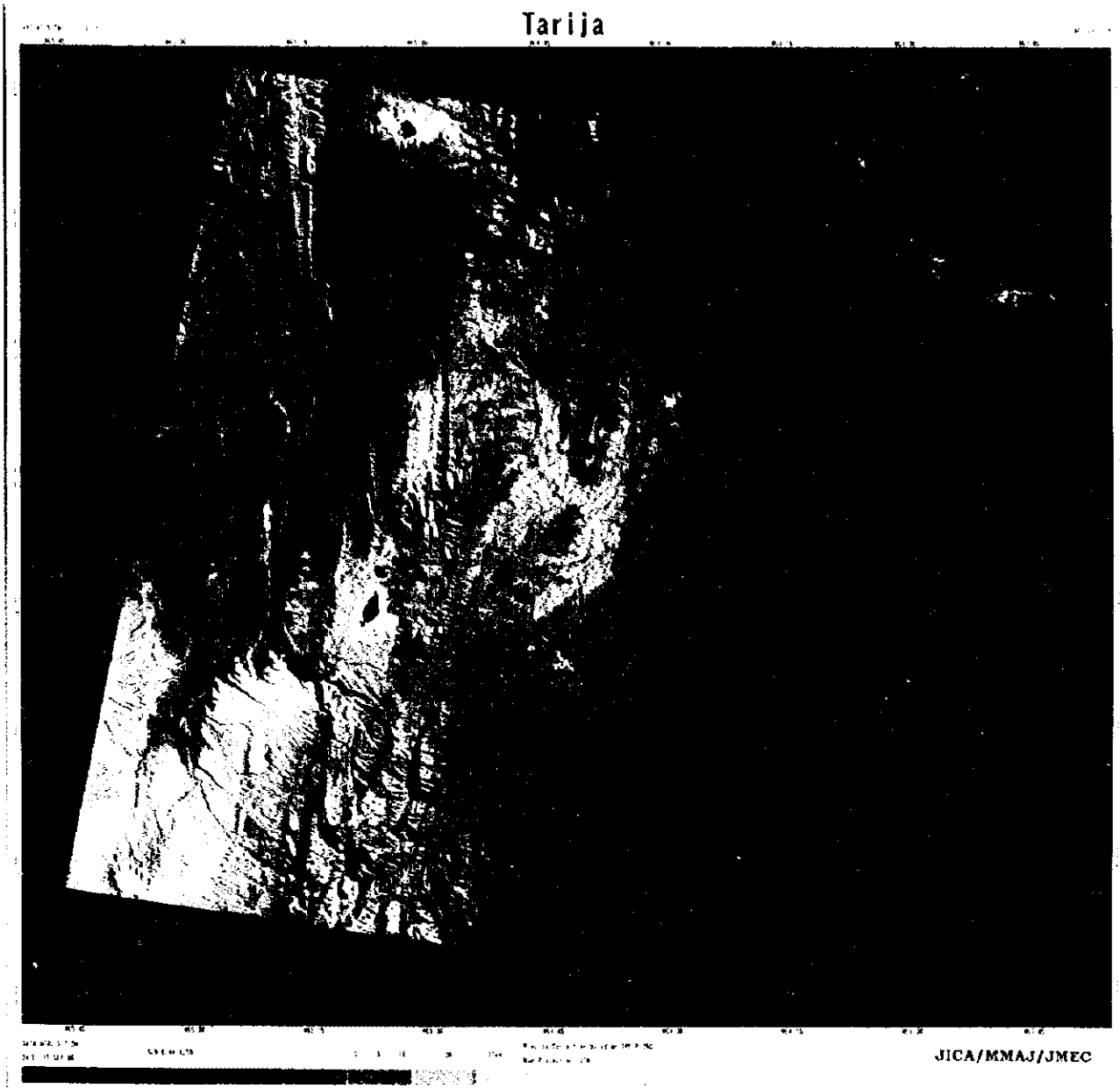
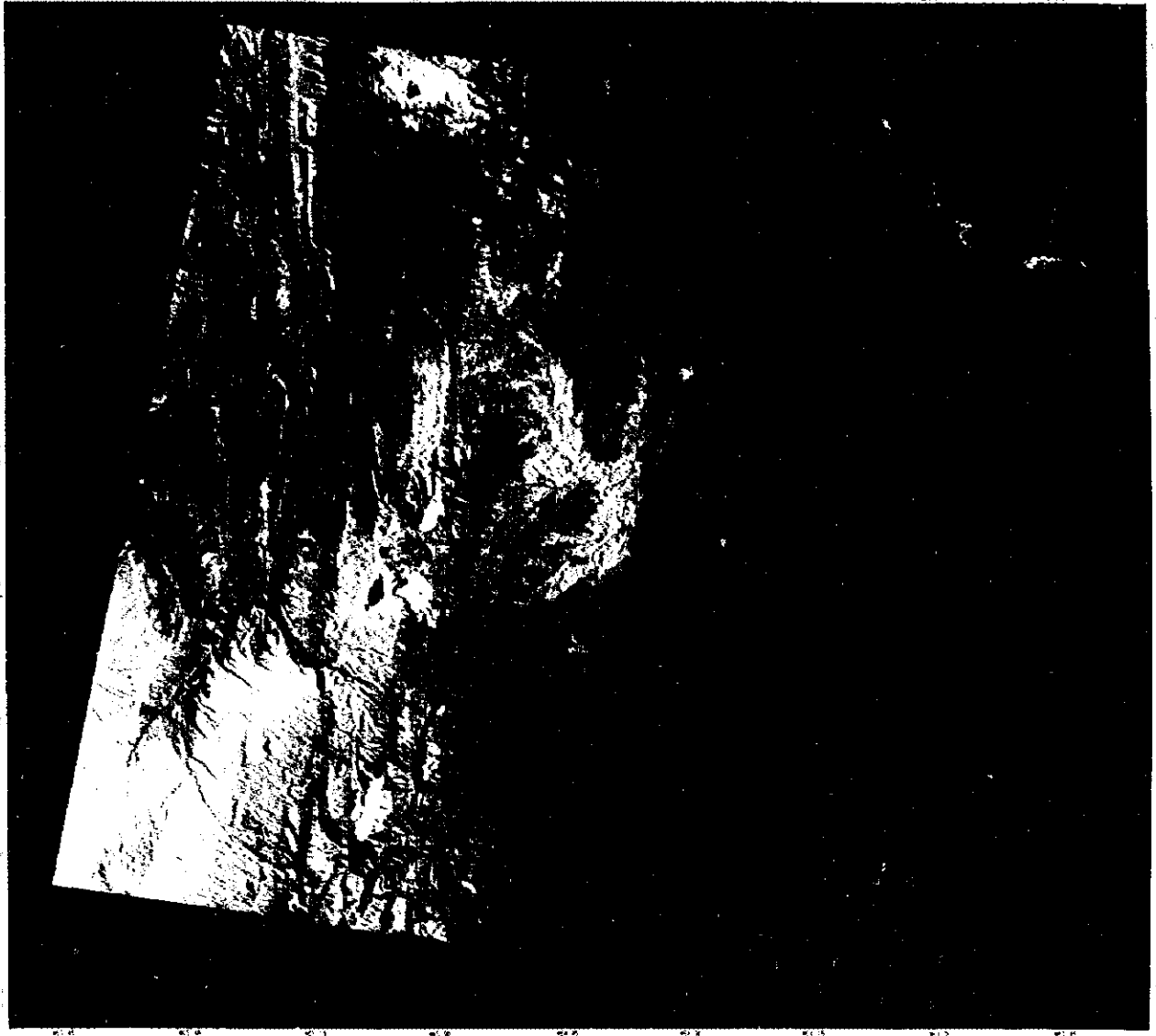


図 64 Tarija 地区 LANDSAT TM フォールスカラー合成画像



LANDSAT TM RATIO IMAGE (3:1, 4:5, 5:7)
Multiplied by First Principal Component

Tarija



LANDSAT TM RATIO IMAGE (3:1, 4:5, 5:7) Multiplied by First Principal Component
JICA/MMAJ/JMEC

图 65 Tarija 地区 LANDSAT TM 比演算处理画像



- ・デボン系(D)：本系は中央部に露出し、分級度の低い砂岩、アルコース質砂岩、雲母質の頁岩及びシルト岩からなる。
- ・石炭系(C)：本系は東部に露出し、砂岩・礫岩、ダイアミクタイト及び頁岩からなる。頁岩の一部は赤色を呈する。
- ・三疊系(TR)：本系は砂岩、珪化した石灰岩、マール、泥岩及びチャートからなる。
- ・白亜系(K)：本系は粘土質砂岩、石英質砂岩、シルト岩及びマールから構成され、石膏のダイアピルを伴なう。
- ・中新世堆積岩類(Tms)：本岩類は南西部にわずかに分布する。
- ・鮮新世堆積岩類(Tps)：本岩類は南東部に分布する。
- ・第三紀～第四紀堆積物(TQs)：本岩類は東部に分布し、礫岩、砂岩、シルト岩及び泥岩からなる。
- ・第四紀堆積物(Qs)：本堆積物は半固結～未固結の河成、湖沼成、氷河成、沖積成などの礫岩、砂、シルト及び粘土からなる。

本地区は西部のオリエンタル山脈構造区と東部のサブアンデアン山脈構造区の 2 つの構造区からなる。それらの特徴は次のとおりである。

オリエンタル山脈構造区は、先カンブリア系～カンブリア系、カンブリア系、オルドビス系、シルル系、デボン系、石炭系、三疊系、白亜系、中新世堆積岩類などからなり、これらがほぼ N-S の走向を示し、同方向の断層によって切られている。また、N-S 系の褶曲も多数発達している。東部のサブアンデアン山脈構造区とは、西傾斜の逆断層によって境される。

サブアンデアン山脈構造区では、鮮新世堆積岩類と第三紀～第四紀堆積物が N-S 方向で比較的広く分布する。各地層は、主として N-S 系で西傾斜の逆断層(衝上断層)によって切断されている。

(2) 鉍 床

本地区に分布する多数の鉍床は西部のオリエンタル山脈構造区内に限られ、特に西端部において集中し、N-S 方向で帯状に延びる鉍化帯を形成している。鉍床のほとんどが、オルドビス紀の堆積岩類を母岩とする鉛・亜鉛(銅)の鉍脈鉍床で、鉍脈は、一般に NNW-SSE の走向、70～90° の傾斜を有する。最大規模のものは Argentina 鉍床で、鉍量が約 23 万 t である。

これらの鉛・亜鉛鉍脈鉍床には 3 回の金属鉍物鉍化作用が考えられている。1 回目はオルドビス紀のもので、アルゼンティン側の鉍床がこれに相当する。2 回目は中生代のものである。3 回目は第三紀中新世の火成岩類に関連する鉍化作用であり、Argentina 鉍床がこれに相当する。

5. 19. 2 地質単元

本地区の範囲内に分布する岩石と堆積物は合計で 24 種類の地質単元に区分された(巻末資料 2)。それらのうち 17 種類の地質単元が原生界から鮮新統までの変成岩類と堆積岩類に対比可能であり、6 種類の地質単元が第四系の未固結ないし半固結堆積物に相当する。また、1 種類の地質単元が原生代に生成した貫入岩体からなる。各地質単元の分布位置や伸長方向などを巻末資料 3 に示す。

5. 19. 3 変質帯

本地区の範囲内では変質帯は判読・抽出されなかった。

5. 19. 4 リニアメント

本地区の範囲内では、判読・抽出されたりニアメントの分布や方向について以下のような特徴が認められる。

- (1) 南西部の平坦地や中央部に位置する Tarija 付近の山間盆地を除く広い地域でリニアメントが抽出された。特に、西経 65°00' 以東の中央部から東部一帯にかけての山地では 3 ~ 7km の密集した間隔で平行配列している。
- (2) 主要な伸長方向は、本地区の範囲内に分布する堆積岩類のそれに一致する N-S ~ NNE-SSW 方向であり、100 km 以上の長さを有する大規模なものが東部で多数認められる。最長のものは北端部から南端部まで連続しており、本地区の範囲外へさらに延びている。
- (3) 主要なりニアメントに斜交または直交し、相対的に規模の小さいものの伸長方向は NNW-SSE ~ NW-SE, E-W 及び NE-SW の系統に分けられる。これらのリニアメントは概して中央部で分布密度が高い。延長が約 5km で E-W 方向のリニアメントは Tarija 南方のシルル系とデボン系(地質単元 S, D)の分布域で密集している。
- (4) 衝上断層を示すリニアメントは、N-S 方向に伸長する 9 本について判定された。それらは連続性に富んでおり、主としてオルドビス系からデボン系までの堆積岩類の分布域に発達している。

5. 19. 5 褶曲構造・環状構造

本地区の範囲内に分布する各時代の堆積岩類のうち、東半部に分布するデボン系から中新統についてはベディングや後背斜面が良好に発達しているため、画像から明瞭に褶曲構造が判定でき、全体において 51 箇所 N-S 方向の褶曲構造が抽出された。背斜と向斜

の内訳は 29 と 21 であり、本地区では背斜の方がやや判定しやすいといえる。また、1 箇所で過褶背斜が認められた。西半部に広く分布するオルドビス系(地質単元 Oi, Os)の泥質岩類では画像で認識できるベディングに乏しく判定できた褶曲軸の密度は低い。判定された褶曲軸は一般に 10~40km の長さを有する。

本地区の範囲内では環状構造は判読・抽出されなかった。

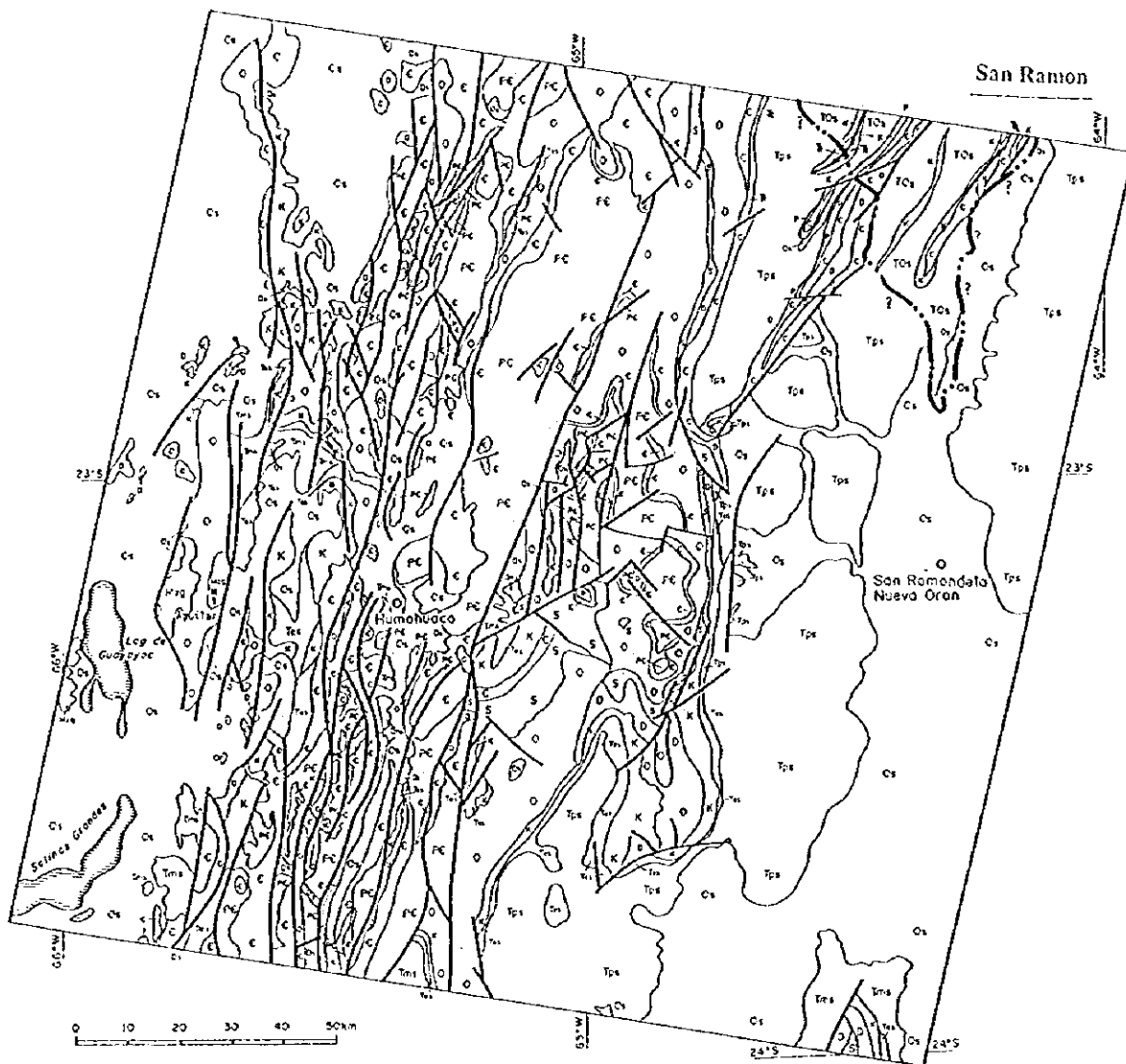
5.20 San Ramon 地区

5.20.1 既存資料からまとめた地質・鉱床鉱床概要

(1) 地質及び地質構造

本地区の地質は、下位から上位に次の 13 ユニットから構成される。それらは先カンブリア系~カンブリア系、カンブリア系、オルドビス系、シルル系、デボン系、石炭系、三疊系、白亜系、古第三紀堆積岩類、中新世堆積岩類、鮮新世堆積岩類、第三紀~第四紀堆積物及び第四紀堆積物である。また、これらのユニット中に貫入する火成岩類として、中生代貫入岩類がある。

- ・先カンブリア系~カンブリア系(PC)：本系は中央部に分布し、珪岩、千枚岩及び片岩の変成岩類に加え、石英閃緑岩、トーナライト及び閃長岩から構成される。石英閃緑岩は一部で変成を受けている。
- ・カンブリア系(Cb)：本系は中央部に分布し、礫岩、アルコース砂岩、石英質砂岩、頁岩、シルト岩及び珪岩からなる。
- ・オルドビス系(O)：本系は中央部~西部に広く露出し、砂岩、頁岩、シルト岩、石灰岩などの堆積岩類からなる。
- ・シルル系(S)：本系はダイアミクタイト、砂岩、頁岩、シルト岩などの堆積岩類からなる。
- ・デボン系(D)：本系は分級度の低い砂岩、アルコース質砂岩、雲母質の頁岩及びシルト岩からなる。
- ・石炭系(C)：本系は東部に露出し、砂岩、礫岩、ダイアミクタイト及び頁岩からなる。頁岩の一部は赤色を呈する。
- ・三疊系(TR)：本系は北東部に露出し、砂岩、珪化した石灰岩、マール、泥岩及びチャートからなる。
- ・白亜系(K)：本系は粘土質砂岩、石英質砂岩、シルト岩、マールから構成され、石膏のダイアピルを伴う。
- ・古第三紀堆積岩類(Tes)：本堆積岩類はわずかに分布する。
- ・中新世堆積岩類(Tms)：本岩類は南東部に広く分布する。
- ・鮮新世堆積岩類(Tps)：本岩類は北東部に広く分布する。



凡例

- | | | |
|---------|-------|----------------------|
| 新世代 | [O4] | 第四系(堆積岩を主体とする地層) |
| | [T4] | 第三系-第四系(堆積岩を主体とする地層) |
| | [Tps] | 中新世-鮮新世堆積岩を主体とする地層 |
| | [Tm] | 中新世堆積岩を主体とする地層 |
| | [Tca] | 第三系-中新世堆積岩を主体とする地層 |
| 中生代 | [K] | 白堊系 |
| | [M] | 三畳系 |
| | [C] | 石炭紀 |
| 古生代 | [D] | デボン系 |
| | [S] | シルル系 |
| | [O] | オルドビス系 |
| | [C] | カンブリア系 |
| 先カンブリア紀 | [PC] | 先カンブリア系-カンブリア系 |
| | [Mg] | 中生代侵入岩 |
| | — | 断層 |
| | ■ | 主要鉱床 |
| | ○ | Agujar |

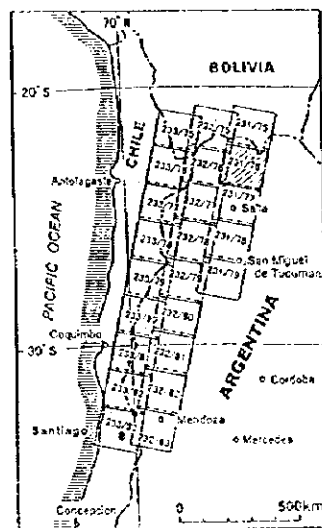


图 66 San Ramon 地区地質図

San Ramon de la Nueva Oran

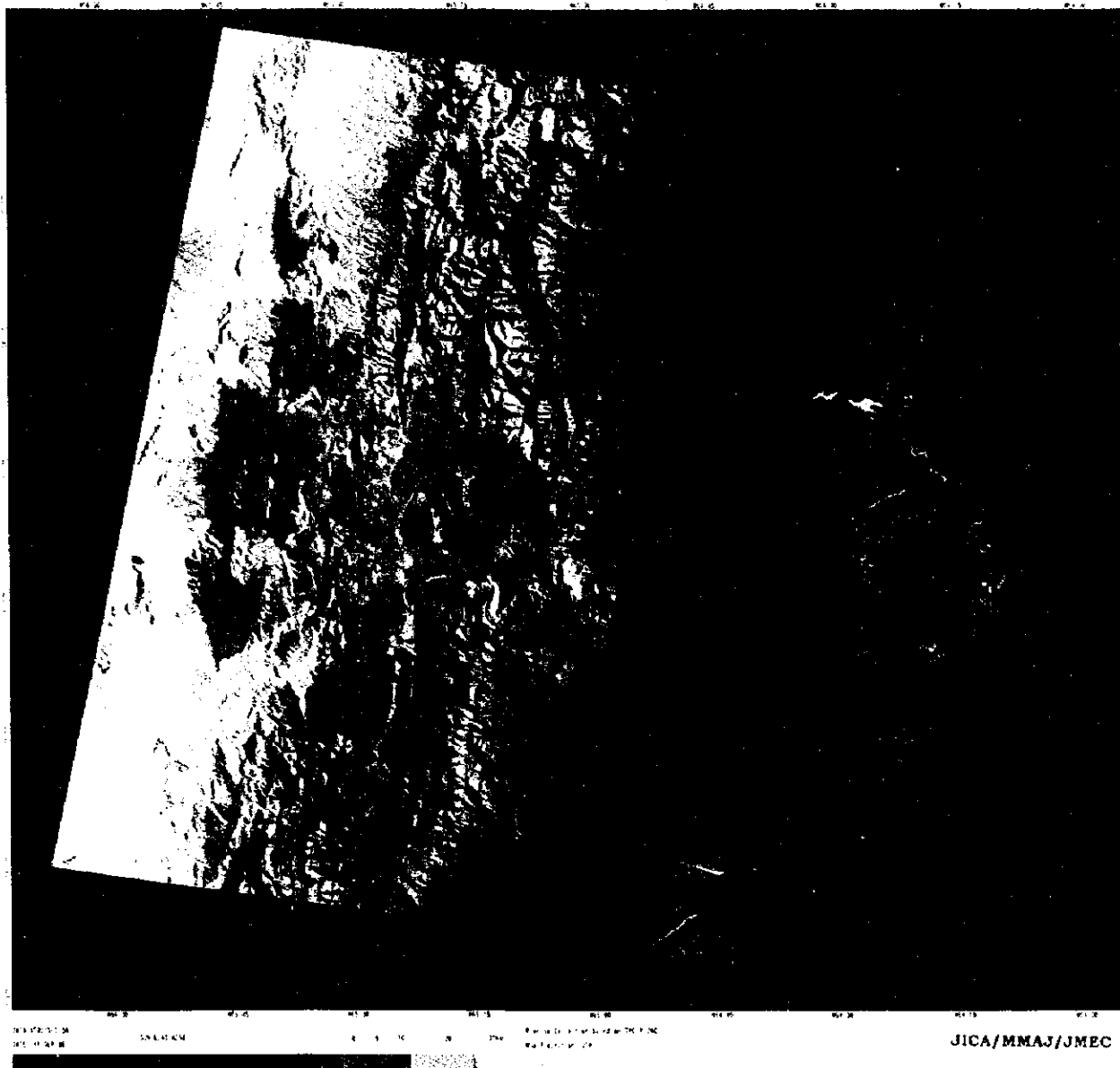


図 67 San Ramon 地区 LANDSAT TM フォールスカラー合成画像



LANDSAT TM RATIO IMAGE (3:1, 4:5, 5:7
Multiplied by First Principal Component) San Ramon de la Nueva Oran



图 68 San Ramon 地区 LANDSAT TM 比演算处理画像



- ・第三紀～第四紀堆積物(TQs)：本岩類は北東部に分布し、礫岩、砂岩、シルト岩及び泥岩からなる。
- ・第四紀堆積物(Qs)：本堆積物は西部と東部に分布し、半固結～未固結の河成、湖沼成、氷河成、沖積成などの礫岩、砂、シルト、粘土、蒸発残留物からなる。
- ・中生代貫入岩類(Mzg)：本岩類は中生代の花崗岩質岩類などからなり、西部に露出する。

本地区は西部のオリエンタル山脈構造区と東部のサブアンデアン山脈構造区からなる。それらの特徴は次のとおりである。

オリエンタル山脈構造区は、先カンブリア系～カンブリア系、カンブリア系、オルドビス系、シルル系、デボン系、石炭系、三疊系、白亜系、古第三紀堆積岩類、中新世堆積岩類などからなり、これらはほぼ N-S の走向を示し、NNE-SSW 系の断層によって切られている。

サブアンデアン山脈構造区は、中新世堆積岩類、鮮新世堆積岩類及び第三紀～第四紀堆積物からなり、それらは N-S 方向で広く分布する。

(2) 鋳床

本地区の 8 箇所の鋳床は西部のオリエンタル山脈構造区内に限られて分布する。鋳床タイプは、鋳脈型(5 箇所?)、網状型(1 箇所)、スカルン型(1 箇所)、層準規制型(1 箇所)と多様である。以下に、代表的な鋳床の産状を記述する。

・Aguilar(A19)：西部に位置する鉛、亜鉛、銀を産する層準規制型・噴気堆積性鋳床で、南米一の鉛・亜鉛鋳床である。鋳床はオルドビス紀の変珪岩と白亜紀の珪岩を母岩とし、白亜紀花崗岩の貫入により、変成、再結晶化を受けている。主要鋳石鋳物は閃亜鉛鋳、方鉛鋳、黄鉄鋳及び磁硫鉄鋳である。本鋳床は、オルドビス系中の南方にプランジする向斜構造の東側脚部に胚胎する 10 個の層状鉛・亜鉛鋳体からなり、約 70° で西に傾斜している。各鋳体の平均延長は 150～1,000m、平均深度 50～300m、平均幅 5～80m で、主要な Molino 鋳床は、N-S 走向で長軸方向に延長約 2,000m、幅 200～300m、垂直方向に少なくとも 1,000m の規模が確認されている。鋳量は 35 百万 t で、その品位は、Zn 6.5%、Pb 3.5%、Ag 20 g/t である。

・Rachaite(A20)：西端部に位置する銀・鉛・亜鉛の浅熱水性鋳脈・網状鋳床であり、後期中新世の火山岩類、火山砕屑岩類中に胚胎する。形成年代は後期中新世とされている。鋳量は 5 百万 t、品位は Pb 0.7%、Zn 1.5%、Ag 200 g/t である。

5. 20. 2 地質単元

本地区の範囲内に分布する岩石と堆積物は合計で 22 種類の地質単元に区分された(巻末資料 2)。それらのうち 16 種類の地質単元が原生界から鮮新統までの変成岩類, 堆積岩類, 火山岩類に対比可能であり, 5 種類の地質単元が第四系の未固結ないし半固結堆積物に相当する。また, 1 種類の地質単元がジュラ紀～前期白亜紀に生成した貫入岩体からなる。各地質単元の分布位置や伸長方向などを巻末資料 3 に示す。

5. 20. 3 変質帯

本地区の範囲内では変質帯は判読・抽出されなかった。

5. 20. 4 リニアメント

本地区の範囲内では, 判読・抽出されたリニアメントの分布や方向について以下のような特徴が認められる。

- (1) 西部と東部に分かれて N-S 方向に広がる平坦地及びそれらの周辺の丘陵地以外では, ほとんどの地域でリニアメントが抽出された。特に, 各地質単元が複雑に交錯して分布している南西部の山地と北部の下部オルドビス系(地質単元 Oi)からなる急峻な山地で密集している。ただし, 中央部付近を広く占める原生界, 下部オルドビス系及びシルル系の範囲内での分布密度は低い。
- (2) 長さが 50km 以上のものは, 構成岩類の主要な伸長方向にほぼ一致する N-S～NNE-SSW の方向を示す。原生界～下部オルドビス系(地質単元 PRm, C, Oi)が卓越する西部の山地ではそれらの地質単元が 100km 以上の長さの大規模なりニアメントで接している場合が多い。
- (3) 主要なりニアメントに斜交または直交し, 相対的に規模の小さいものの伸長方向は E-W, NW-SE 及び NE-SW の系統に分けられる。E-W 方向のものは北部で分布密度が高く, 一般の長さは 3～5km であるが, その南方では 20～30km の長さのものも認められる。NW-SE と NE-SW 方向のものは山地全体に散在しており, 特別な傾向を示していない。
- (4) 衝上断層を示すリニアメントは, N-S 方向に伸長する 5 本について判定された。それらは連続性に富んでおり, 原生界～デボン系の分布域や石炭系と中新統との境界をなして発達している。

5. 20. 5 褶曲構造・環状構造

本地区全体において 33 箇所では褶曲構造が抽出された。背斜と向斜の内訳は 18 と 15 で

あり、本地区ではほぼ同程度で判定された。これらの構造は北東部と南部に偏在しており、一般に N-S~NNE-SSW 方向の軸を有する。中央部の山地に位置する 2 箇所の向斜は、明瞭に追跡可能な白亜系や第三系の堆積岩類によって形成されており、軸の長さが約 30km で、それぞれ北と南にプランジしている。

本地区の範囲内では環状構造は判読・抽出されなかった。

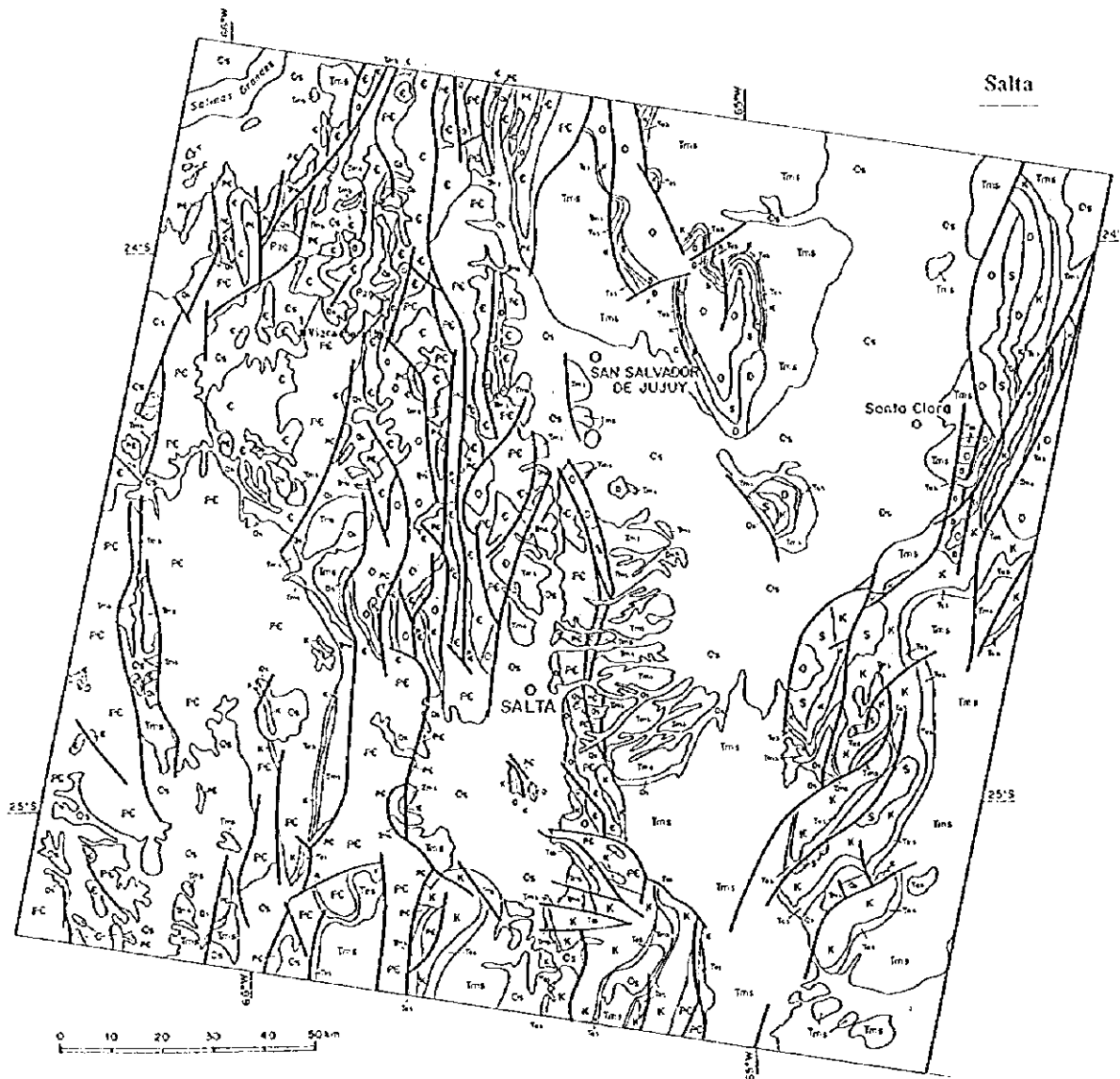
5.21 Salta 地区

5.21.1 既存資料からまとめた地質・鉱床概要

(1) 地質及び地質構造

本地区の地質は、下位から上位に次の 9 ユニットから構成される。それらは先カンブリア系~カンブリア系、カンブリア系、オルドビス系、シルル系、デボン系、白亜系、古第三紀堆積岩類、中新世堆積岩類及び第四紀堆積物である。また、これらのユニット中に貫入する火成岩類として、古生代貫入岩類がある。

- ・先カンブリア系~カンブリア系(PC)：本系は中央部に分布し、珪岩、千枚岩及び片岩の変成岩類に加え、石英閃緑岩、トーナライト及び閃長岩から構成される。石英閃緑岩は一部で変成を受けている。
- ・カンブリア系(Cb)：本系は中央部に分布し、礫岩、アルコース砂岩、石英質砂岩、頁岩、シルト岩及び珪岩からなる。
- ・オルドビス系(O)：本系は中央部~西部に広く露出し、砂岩、頁岩、シルト岩及び石灰岩の堆積岩類からなる。
- ・シルル系(S)：本系はダイアミクタイト、砂岩、頁岩、シルト岩などの堆積岩類からなる。
- ・デボン系(D)：本系は分級度の低い砂岩、アルコース質砂岩、雲母質の頁岩及びシルト岩からなる。
- ・白亜系(K)：本系は粘土質砂岩、石英質砂岩、シルト岩及びマールから構成され、石膏のダイアピルを伴なう。
- ・古第三紀堆積岩類(Tes)：本堆積岩類は中央部から東部にかけて N-S~NNE-SSW 方向の走向で幅狭く露出する。
- ・中新世堆積岩類(Tms)：本岩類は南東部に広く分布する。
- ・第四紀堆積物(Qs)：本堆積物は西部と東部に分布し、半固結~未固結の河成、湖沼成、氷河成、沖積成などの礫岩、砂、シルト、粘土及び蒸発残留物からなる。
- ・古生代貫入岩類(Pzg)：本岩類は花崗岩類からなり、西部に露出する。



凡例

- 第四紀 — [O_s] 第四系(堆積岩を主体とする地層)
- 第三紀 — [Tms] 中新世堆積岩を主体とする地層
 — [Tcs] 晚新世～最新世堆積岩を主体とする地層
- 中生代 — [K] 白堊系
- 古生代 — [D] デボン系
 — [S] シルル系
 — [O] オルドビス系
 — [C] カンブリア系
- 先カンブリア紀 — [Pc] 先カンブリア系～カンブリア系
 — [Pg] 古生代侵入岩
- 影響
- 主要紀略
 I: Vizaachera?地区

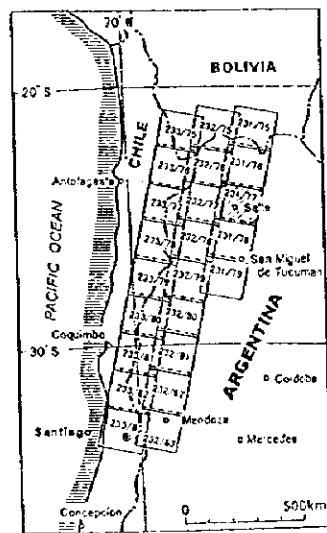


図 69 Salta 地区地質図

Salta



図 70 Salta 地区 LANDSAT TM フォールスカラー合成画像



LANDSAT TM RATIO IMAGE (3 1, 4 5, 5 7
Multiplied by First Principal Component)

Salta



图 71 Salta 地区 LANDSAT TM 比演算处理画像



本地区は 3 つの構造区からなる。それらは北西部のオリエンタル山脈構造区、南西部のパンベアン山脈構造区及び東部のサブアンデアン山脈構造区である。それらの特徴は次のとおりである。

オリエンタル山脈構造区は、先カンブリア系～カンブリア系、カンブリア系、オルドビス系などからなり、これらがほぼ N-S の走向を示す。また、古生代貫入岩類が産する。

パンベアン山脈構造区では、主として先カンブリア系～カンブリア系及びカンブリア系が広く分布する。また、これらを白亜系、古第三紀堆積岩類及び中新世堆積岩類が不整合に覆っている。

サブアンデアン山脈構造区では、主として中新世堆積岩類が広く分布する。また、先カンブリア系～カンブリア系、オルドビス系、シルル系、デボン系、白亜系及び古第三紀堆積岩類が点在して露出している。

(2) 鋳 床

本地区には 7 箇所の鋳床が分布する。鋳床タイプは、鋳脈型(4 箇所)、ポーフィリー銅・モリブデン型(1 箇所)、スカルン型(1 箇所)、不明(1 箇所)と多様である。以下に、代表的な鋳床の産状を記述する。

・Vizcacheral district(A26)：北西部に位置するポーフィリー銅・モリブデン型鋳床である。第三紀の火山岩類中に胚胎し、関係火成岩は後期第三紀の斑岩である。鋳量は 230 百万 t、品位は Cu 0.05%、Mo 0.035%である。

5. 21. 2 地質単元

本地区の範囲内に分布する岩石と堆積物は合計で 17 種類の地質単元に区分された(巻末資料 2)。それらのうち 11 種類の地質単元が原生界から鮮新統までの変成岩類、堆積岩類、火山岩類に対比可能であり、1 種類の地質単元が変質帯と判定された。また、4 種類の地質単元が第四系の未固結ないし半固結堆積物に相当し、1 種類の地質単元が後期オルドビス紀に生成した貫入岩体からなる。各地質単元の分布位置や伸長方向などを巻末資料 3 に示す。

5. 21. 3 変質帯

本地区の範囲内では 4 箇所で変質帯が判読・抽出された。それらは西部の中新統の火山岩類(地質単元 Miv)の分布域に位置する。平面形態は楕円状ないし不規則なアメーバ状を呈しており、最大のもの約 3km の幅を有する。

本地区の変質帯内に分布する既知鋳床・鋳化帯としてはアルゼンティン側で EI

Porvenir(銅・鉛・亜鉛鉄床, 変質帯番号 AB3005)がある。

5. 21. 4 リニアメント

本地区の範囲内では、判読・抽出されたリニアメントの分布や方向について以下のような特徴が認められる。

- (1) 北東部、南部及び南西部など第四系の未固結堆積物からなる平坦地や山間盆地を除く広い地域でリニアメントが抽出されたが、全体に分布密度は高くない。特に、東半部で広範囲に分布する平坦地周辺の丘陵地は中新統(地質単元 Mi)から構成されており、リニアメントの分布密度は低い。
- (2) 原生界とカンブリア系からなる中央部の山地では 100km 以上の長さを有する大規模なリニアメントが認められ、それらは緩く湾曲しながらほぼ N-S 方向に伸長している。その方向は同山地を構成する原生界とカンブリア系の変成岩類や堆積岩類の伸長方向に一致している。
- (3) N-S 方向の大規模なリニアメントに斜交または直交するものは、NW-SE, E-W 及び NE-SW の 3 系統に分けられる。それらの主な分布域は、NW-SE 方向のものが南西部と北東部、E-W 方向のものが南部及び NE-SW 方向のものが南東部である。それらのリニアメントの長さは一般に 10km 程度であり、本地区の山地の地質構造を大きく規制してはいない。
- (4) 衝上断層を示すリニアメントは、北部の 1 本と南部の 2 本について判定された。前者のリニアメントは北側に隣接する地区から N-S 方向で連続しているもので、主として原生界の範囲内に形成されている。後者の 2 本は原生界と中新統の境界をなしており、WNW-ESE から N-S まで連続して方向が変化している。

5. 21. 5 褶曲構造・環状構造

本地区全体において 42 箇所では褶曲構造が抽出された。背斜と向斜の内訳は 26 と 16 であり、本地区では背斜の方がより明瞭に地形に反映されていると考えられる。これらの構造は主に北東部、南東部及び南部に偏在しており、原生界の変成岩類やカンブリア系の堆積岩類からなる西半部では褶曲構造がほとんど判読できなかった。褶曲軸の方向は、一般にそれらの構造を形成する堆積岩類の巨視的な伸長方向と一致しており、それぞれ、北東部では NW-SE が、南東部では NE-SW が、南部では N-S の方向が卓越している。軸の長さは 10~30km の範囲内にある。なお、デボン系から中新統までの堆積岩類からなる南東部の山地ではベディングが普遍的に発達しており、褶曲構造の全体像が十分に把握された。

本地区の範囲内では環状構造は判読・抽出されなかった。

5.22 Rosario 地区

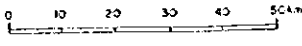
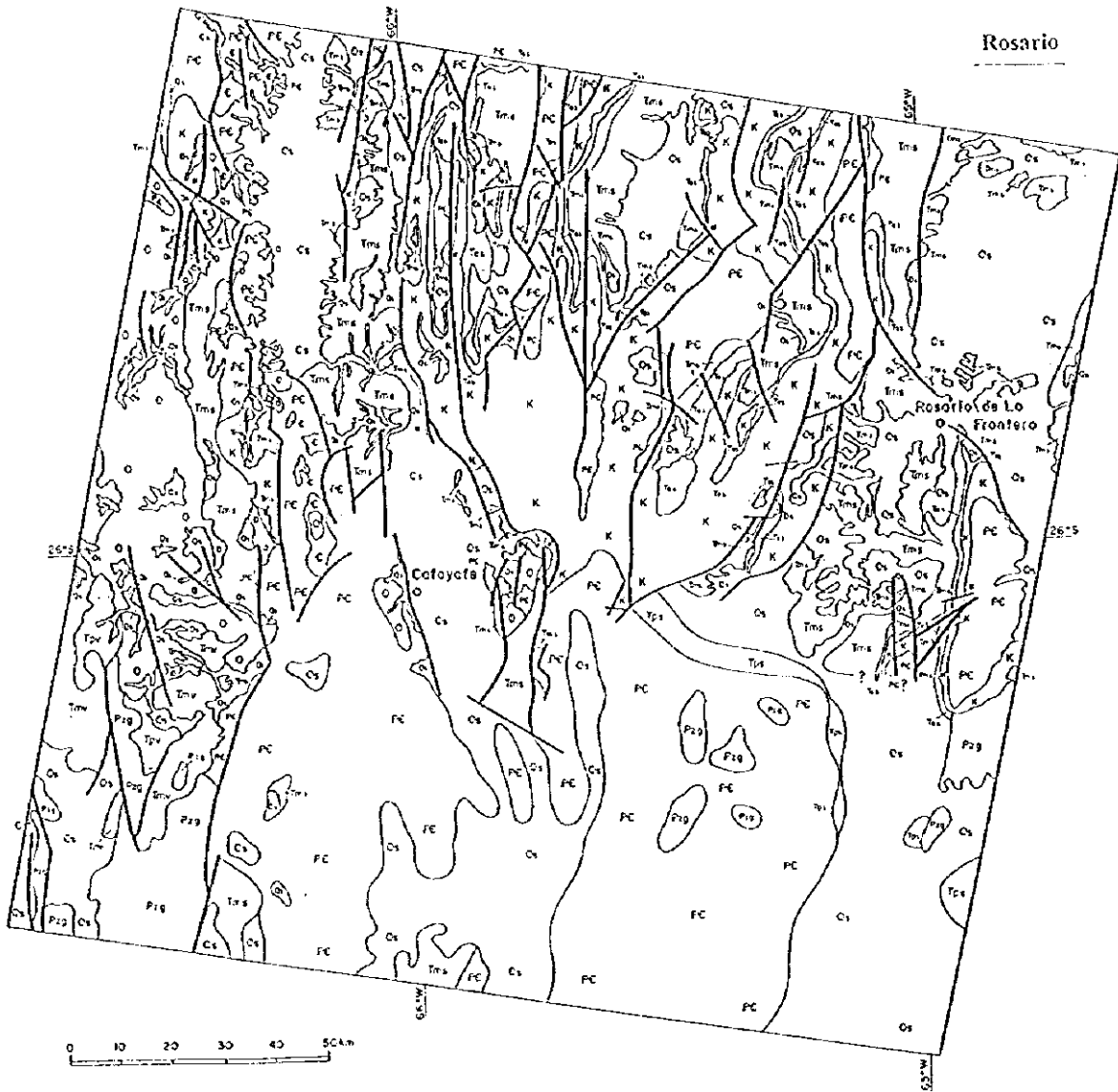
5.22.1 既存資料からまとめた地質・鉱床概要

(1) 地質及び地質構造

本地区の地質は、下位から上位に次の 10 ユニットから構成される。それらは先カンブリア系～カンブリア系、カンブリア系、オルドビス系、白亜系、古第三紀堆積岩類、中新世堆積岩類、中新世火山岩類、鮮新世堆積岩類、鮮新世火山岩類及び第四紀堆積物である。また、これらのユニット中に貫入する火成岩類として、古生代貫入岩類がある。

- ・先カンブリア系～カンブリア系(PC)：本系は全域に分布するが、特に、南部に広く露出する。千枚岩、片岩、片麻岩、角閃岩、ミグマタイトなどの変成岩類から構成される。
- ・カンブリア系(Cb)：本系は南東端部に狭く分布し、海成堆積岩類及びその変成岩類からなる。石灰岩などを挟む。
- ・オルドビス系(O)：本系は西部に露出し、砂岩、頁岩、シルト岩及び石灰岩の堆積岩類からなる。
- ・白亜系(K)：本系は北部に広く露出し、粘土質砂岩、石英質砂岩、シルト岩及びマールから構成される。
- ・古第三紀堆積岩類(Tes)：本堆積岩類は北部に NNW-SSE～NNE-SSW の走向で幅狭く露出する。
- ・中新世堆積岩類(Tms)：本岩類は陸成の堆積岩類を主とし、一部で海成の堆積岩類を挟む。
- ・中新世火山岩類(Tmv)：本岩類は複合成層火山を形成し、安山岩、石英安山岩、火山碎屑岩類及び玄武岩から構成される。南西部に分布する。
- ・鮮新世堆積岩類(Tps)：本岩類は南東部に分布する。
- ・鮮新世火山岩類(Tpv)：本岩類は南西部に分布し、安山岩、玄武岩、玄武岩質安山岩などからなり、複合成層火山を形成しているものと、イグニブレイトからなるものがある。
- ・第四紀堆積物(Qs)：本堆積物は半固結～未固結の河成、湖沼成、氷河成、沖積成などの礫岩、砂、シルト、粘土、蒸発残留岩からなる。
- ・古生代貫入岩類(Pzg)：本岩類はオルドビス紀～石炭紀の花崗岩質岩類(花崗岩、花崗閃緑岩、花崗斑岩、花崗閃緑斑岩、モンゾニ岩)などからなり、南部に露出する。

本地区は西部のパンペアン山脈構造区と東部のサブアンデアン山脈構造区からなる。そ



凡例

- 第四紀
 - [O₄] 第四系(堆積岩を主体とする地層)
- 第三紀
 - [T_{3v}] 中新世—鮮新世火山岩を主体とする地層
 - [T_{3s}] 中新世—鮮新世堆積岩を主体とする地層
 - [T_{3m}] 中新世火山岩を主体とする地層
 - [T_{3a}] 中新世堆積岩を主体とする地層
 - [T_{3e}] 晩新世—最新世堆積岩を主体とする地層
- 中生代
 - [K] 白堊系
- 古生代
 - [O] オルドビス系
 - [C] カンブリア系
- 先カンブリア紀
 - [P_C] 先カンブリア系—カンブリア系
 - [P_g] 古生代貫入岩
- 断層

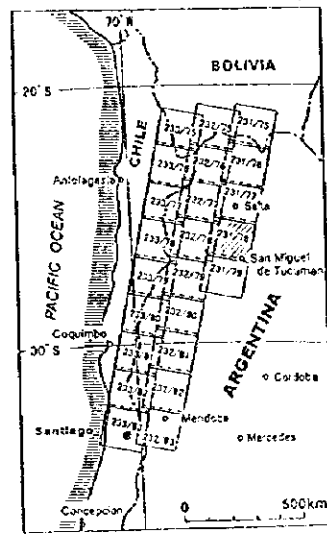


図 72 Rosario 地区地質図

Rosario de Frontera

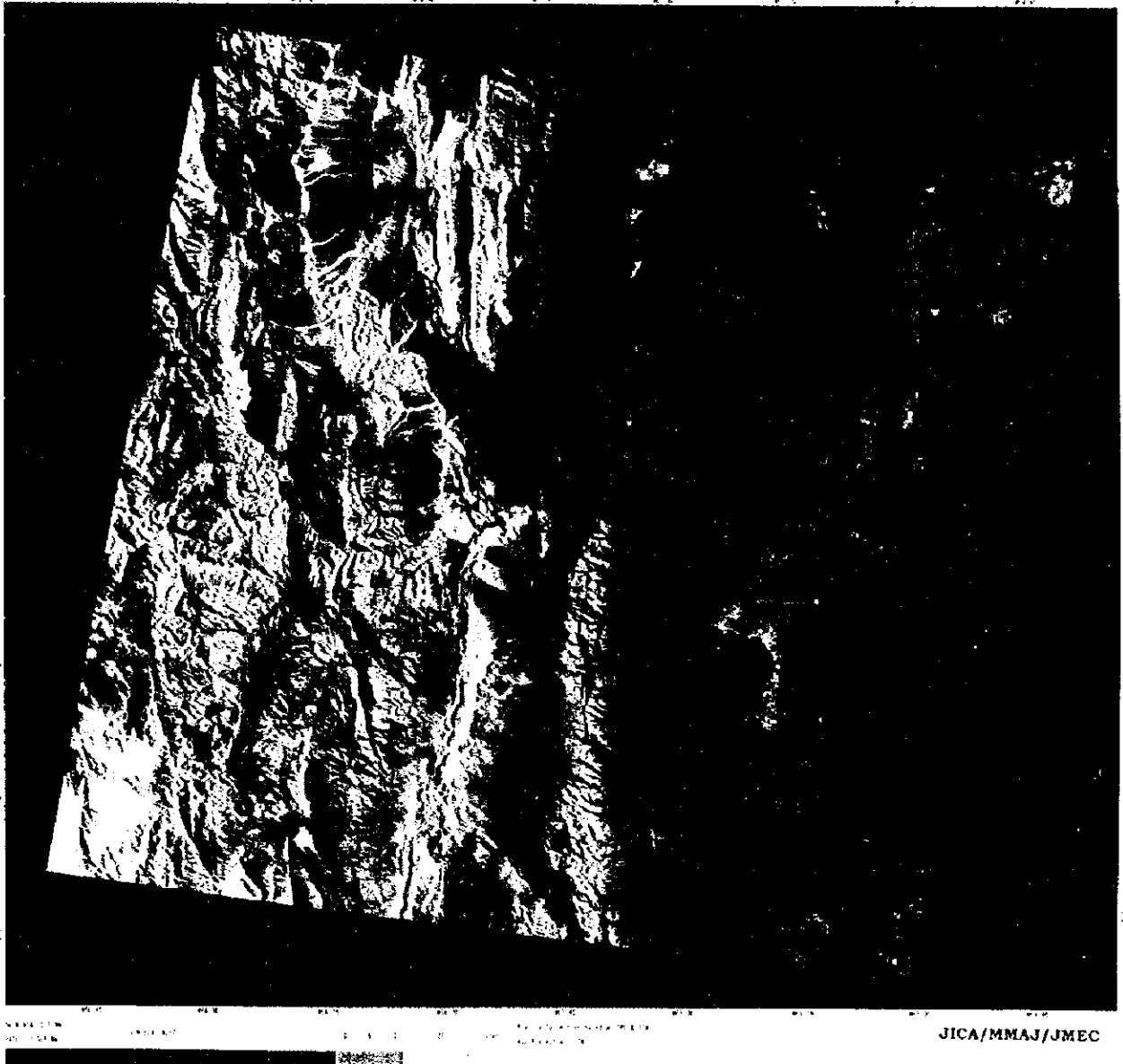
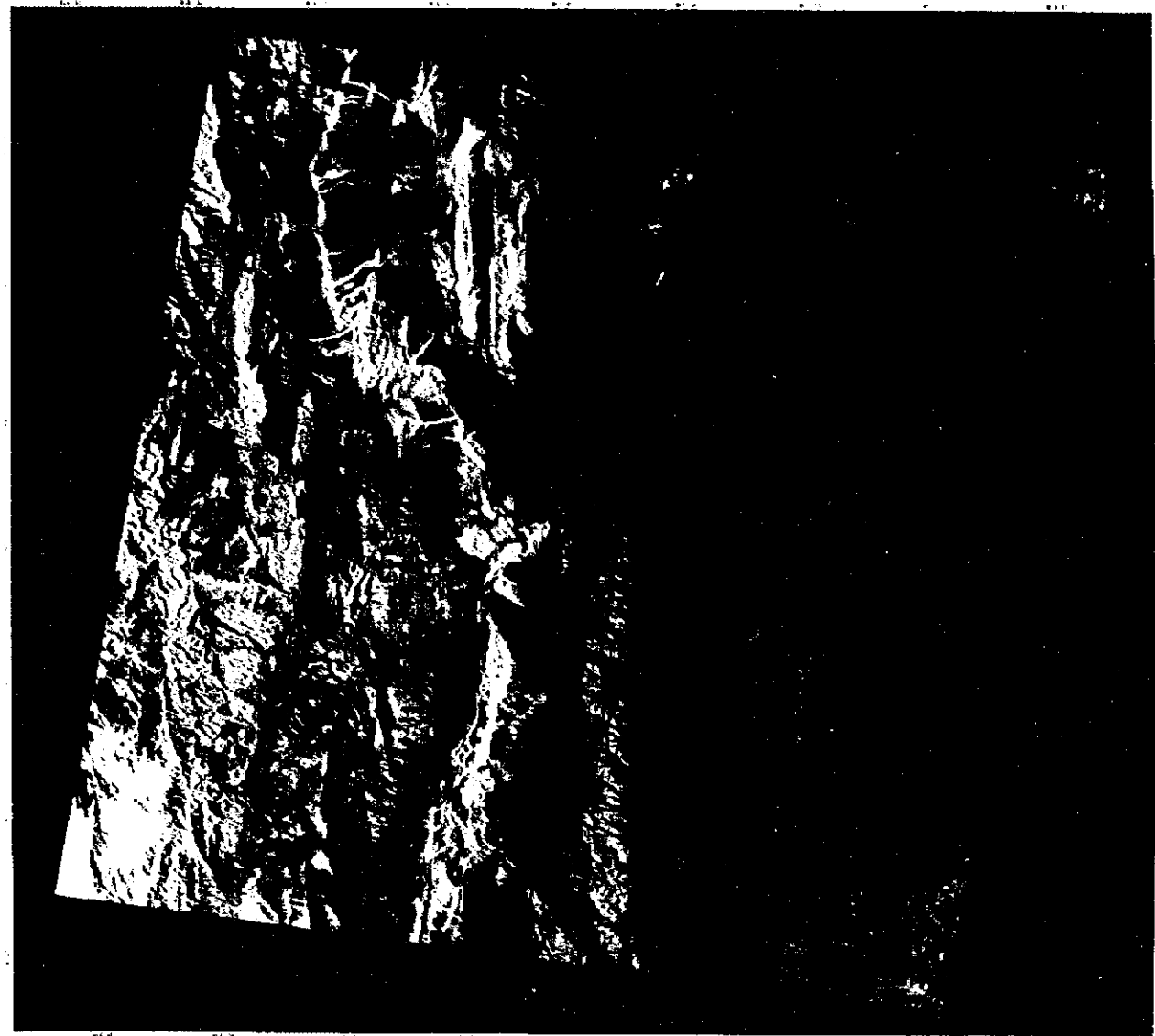


図 73 Rosario 地区 LANDSAT TM フォールスカラー合成画像



LANDSAT TM RATIO IMAGE 3 1 4 5 5 7
Multiplied by First Principal Component

Rosario de Frontera



JICA/MMAJ/JMEC

图 74 Rosario 地区 LANDSAT TM 比演算处理画像



これらの特徴は次のとおりである。

パンペアン山脈構造区には先カンブリア系～カンブリア系、カンブリア系及びオルドビス系が分布し、これらを白亜系、古第三紀堆積岩類、中新世堆積岩類及び中新世火山岩類が不整合に覆っている。また、古生代貫入岩類が産する。

サブアンデアン山脈構造区には主として中新世堆積岩類及び鮮新世堆積岩類が広く分布する。また、先カンブリア系～カンブリア系、白亜系及び古第三紀堆積岩類が所々に内座層として露出し、古生代貫入岩類も産する。

(2) 鉱床

本地区のパンペアン山脈構造区には、3箇所の鉱床が分布するがいずれも小規模なものである。鉱床タイプは、鉱脈型(2箇所)とポーフイリーカッパー型(1箇所)に分けられる。鉱脈型鉱床は第三紀に形成され、孔雀石、藍銅鉱、自然銅、輝銀鉱などの銅鉱物を産する。

5.22.2 地質単元

本地区の範囲内に分布する岩石と堆積物は合計で16種類の地質単元に区分された(巻末資料2)。それらのうち9種類の地質単元が原生界から鮮新統までの変成岩類、堆積岩類、火山岩類に対比可能であり、1種類の地質単元が変質帯と判定された。また、5種類の地質単元が第四系の未固結ないし半固結堆積物と火山噴出物に相当し、1種類の地質単元がオルドビス紀に生成した貫入岩体からなる。各地質単元の分布位置や伸長方向などを巻末資料3に示す。

5.22.3 変質帯

本地区の範囲内では3箇所で変質帯が判読・抽出された。それらは南西部の中新統の火山岩類(地質単元 Miv)の分布域に位置する。平面形態は長軸がNW-SE方向の楕円状を呈しており、最大のもは長軸の長さが約5kmある。

本地区に抽出された変質帯内に分布する既知鉱床・鉱化帯は知られていない。

5.22.4 リニアメント

本地区の範囲内では、判読・抽出されたリニアメントの分布や方向について以下のような特徴が認められる。

(1) 北西部～中央部～南部、北東部及び南東部の主要河川に沿って広がる平地やそれらの周辺の丘陵地以外では、ほとんどの地域でリニアメントが抽出された。特に、西部の花

崗岩質岩体の分布域では多方向(NW-SE, NE-SW, E-W など)を示す小規模なものが密集している。一方、南西部と北東部の山地を占める原生界(地質単元 PRm)や下部白亜系(同 Ki)の分布域では相対的に密度が低い。

(2) 規模の大きいリニアメントの長さは 20~30km あり、それらの方向は、山地を構成する変成岩類や堆積岩類の伸長方向に一致する N-S~NNE-SSW 系統とそれらにやや斜交する NNW-SSE 系統とに分けられる。それらの方向のリニアメントはそれぞれ中央部と西部に卓越しており、部分的に緩く湾曲している。

(3) 長さが 5~10km の小規模なりニアメントは一般に NW-SE または NE-SW 方向に伸長しており、ほぼ全域に散在している。それらの一部は N-S または NNW-SSE 方向の大規模なものを切っている。

(4) 本地区の範囲内では、衝上断層を示すリニアメントは判定されなかった。

5.22.5 褶曲構造・環状構造

本地区全体において 40 箇所では褶曲構造が抽出された。背斜と向斜の内訳は 20 と 20 であり、本地区ではそれらが同程度で判定された。褶曲構造の判定要素であるベッディングや後背斜面は北部と東部の山地を構成する白亜系や第三系の堆積岩類で顕著に認められるため、それらの地域に集中して褶曲構造が判定された。褶曲軸の方向は N-S~NNE-SSW であり、長さは 5~20km ある。また、判定可能な部分の波長は約 10km である。

本地区の範囲内では、南東部の原生界分布域において 2 箇所では環状または半環状構造が判読・抽出された。

5.23 Tucuman 地区

5.23.1 既存資料からまとめた地質・鉱床概要

(1) 地質及び地質構造

本地区の地質は、下位から上位に次の 7 ユニットから構成される。それらは先カンブリア系~カンブリア系、カンブリア系、白亜系~第三系、中新世堆積岩類、鮮新世堆積岩類、鮮新世火山岩類、第四紀堆積物である。また、これらのユニット中に貫入する火成岩類として古生代貫入岩類と中生代貫入岩類の 2 種類がある。

- ・先カンブリア系~カンブリア系(PC)：本系は北部から中央部を経て南部~南西部に至る山地にほぼ連続して広大に分布する。主として片麻岩、角閃岩、千枚岩、片岩から構成され、結晶質石灰岩などを伴っている。
- ・カンブリア系(Cb)：本系は北西部~西部に小規模で点在しており、角閃岩、変炭酸塩岩、

変火山岩, 片麻岩などからなる。

- ・白亜系～第三系(KT)：本系は北東部にわずかに分布し, 石英質砂岩や粘土質砂岩などからなる。
- ・中新世堆積岩類(Tms)：本岩類は主に中央部に分布し, 陸成の堆積岩類を主体とし, 一部に海成層を挟む。
- ・鮮新世堆積岩類(Tps)：本岩類は西部, 中央部, 南東部の山麓部に分布し, 陸成の堆積岩類を主体とする。
- ・鮮新世火山岩類(Tpv)：本岩類は北西部に分布し, 安山岩, 玄武岩, 玄武岩質安山岩などからなり, 溶岩台地を形成している。
- ・第四紀堆積物(Qs)：本堆積物は半固結ないし未固結の河成, 湖沼成, 沖積成などの礫, 砂, シルト, 粘土及び蒸発残留物からなる。

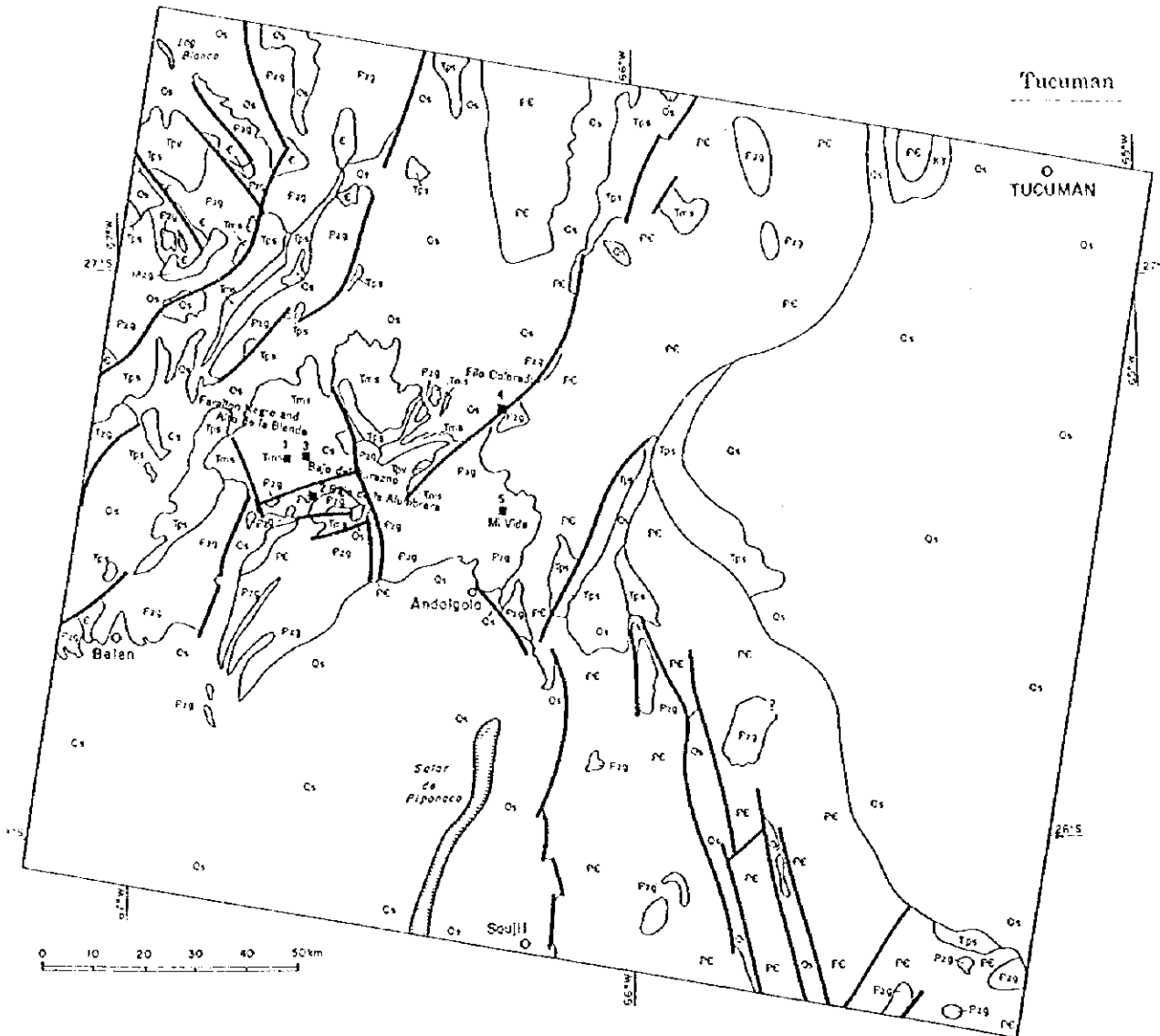
- ・古生代貫入岩類(Pzg)：本岩類はオルドビス紀～石炭紀の花崗岩質岩類(花崗岩, 花崗閃緑岩, 花崗斑岩, 花崗閃緑斑岩, モンゾニ岩)などからなり, 中央部～西部にかけて広く露出する。
- ・中生代貫入岩類(Mzg)：本岩類は北西部に小規模な岩体として露出し, 花崗岩, 花崗閃緑岩ないしハンレイ岩からなる。

本地区全体はパンパアン山脈構造区からなり, 東部と南西部のパンパ以外の山地一帯には上述した先カンブリア系から鮮新統までの変成岩類, 堆積岩類, 火山岩類及び古生代と中生代の深成岩類が分布している。

(2) 鋳 床

本地区には9箇所の鋳床が知られている。鋳床タイプは, ポーフイリーカッパー型が5箇所(Filo Colorado含む), 鋳脈・鋳染型が4箇所である。Yasyamayo 以外は金・銀・銅を主要鋳種とする。形成年代は新第三紀中新世である。以下に代表的な鋳床の産状を記述する。

・Farallon Negro 及び Alto de la Blenda(A118)：Alto de la Blenda 鋳床は, Farallon Negro 鋳床の東方約500mに位置する支脈の Alto de la Blenda 鋳脈帯である。本鋳脈帯は, モンゾニ岩の岩株とこれに貫かれた安山岩質火砕岩類との境界部に形成された NW-SE 系の金・銀・マンガン鋳脈帯である。最も大きいエスペランサ脈は, 走向 N50～70° W, 傾斜 50～70° NE で, 水平延長約550m, 脈幅 4～10m が確認されている。鋳脈は石英と菱マンガン鋳や方解石が縞状をなしており, この中に自然金, エレクトラム, ポリバス鋳, 自然銀, 含銀四面銅鋳, 閃亜鉛鋳, 黄鉄鋳, 方鉛鋳, 黄銅鋳などの鋳石鋳物が含まれる。変質鋳物としては, スメクタイト, セリサイト, 緑泥石が産する。埋蔵鋳量は 2,828,806t で, 品位は Au 4.3g/t, Ag 84g/t である。



凡例

- | | | |
|---------|-----------|--------------------|
| 第四紀 | — [Qs] | 第四系(堆積岩を主体とする地層) |
| | — [Tpv] | 中新世～鮮新世火山岩を主体とする地層 |
| 第三紀 | — [Tps] | 中新世～鮮新世堆積岩を主体とする地層 |
| | — [Tms] | 中新世堆積岩を主体とする地層 |
| | — [Kf] | 白堊系～第三系 |
| 古生代 | — [C] | カンブリア系 |
| 先カンブリア紀 | — [PE] | 先カンブリア系～カンブリア系 |
| 貫入岩 | — [Mzg] | 中生代貫入岩 |
| | — [Pzg] | 古生代貫入岩 |

— 断層

■ 主要火山

- 1: Farallon Negro and Alto de la Blenda
- 2: Bajo de la Alumbrera
- 3: Bajo del Durazno
- 4: Filo Colorado
- 5: Mi Vida

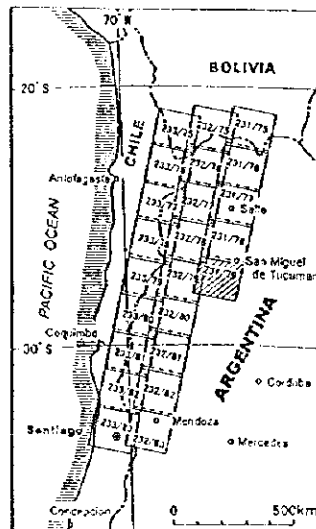
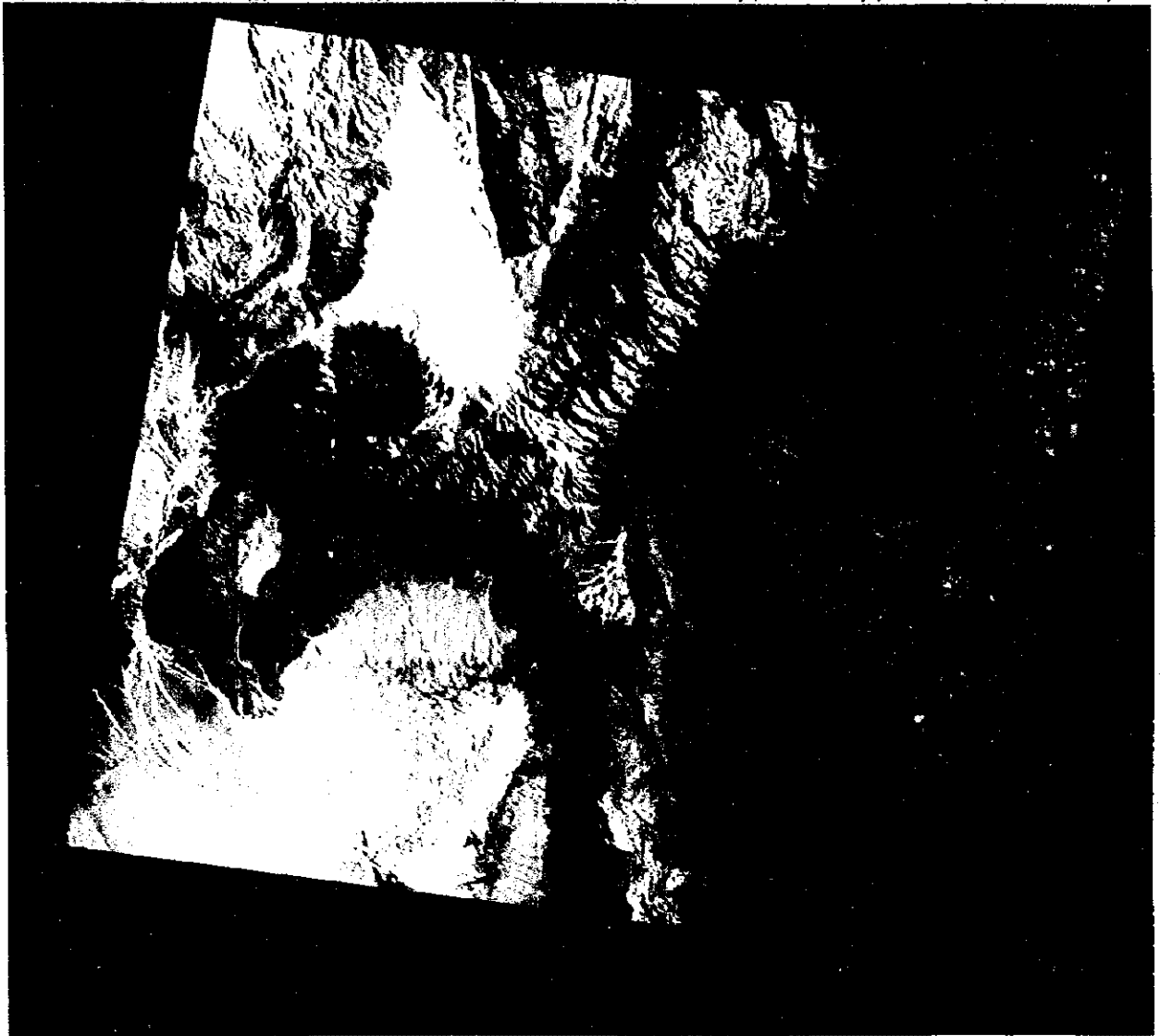


图 75 Tucuman 地区地質図

San Miguel de Tucuman



JICA/MMAJ/JMEC

図 76 Tucuman 地区 LANDSAT TM フォールスカラー合成画像



LANDSAT TM RATIO IMAGE 3 1 4 5 7
Multiplied by First Principal Component

San Miguel de Tucuman



JICA/MMAJ/JMEC

图 77 Tucuman 地区 LANDSAT TM 比演算处理画像



・ Bajo de la Alumbreira (A119) : 本鉱床は金に富むポーフイリー-銅型鉱床である。鉱床は高品位で、銅・金が含まれるカリ-珪化変質帯の周囲にセリサイト変質帯、さらにその外側にプロピライト変質帯が分布するという典型的なポーフイリー-銅型鉱床の産状を有する。埋蔵鉱量は 752,000,000t で、品位は Au 0.6g/t, Cu 0.5% である。

・ Bajo del Durazno (A123) : 本鉱床はポーフイリー-銅型鉱床である。母岩であるカリ変質した安山岩質斑岩中のマグマ性・熱水性黒雲母から、 7.9 ± 0.1 Ma の K-Ar 年代 (Caelles et al., 1971) が得られている。推定鉱量は 150,000,000t で、品位は Au 1.5g/t, Cu 0.5% である。

・ Filo Colorado (A124) : 本鉱床はポーフイリー-銅型鉱床であり、予想鉱量は 9,000,000t で、品位は Au 0.3g/t, Cu 0.5-0.8%, Mo 0.02% である。

・ Mi Vida (Agua Rica, A125) : 本鉱床はポーフイリー-銅型鉱床である。本鉱床では、初期の変質・鉱化作用の後に、明礬石-硫砒銅鉱-黄鉄鉱で特徴づけられる鉱化作用が重複している。母岩であるモンゾ花崗閃緑岩中のマグマ性(?)黒雲母から、 6.8 ± 0.4 Ma の K-Ar 年代 (McBride, 1972) が得られている。予想鉱量は 150,000,000t で、品位は Au >4g/t, Cu 1-2% である。

5. 23. 2 地質単元

本地区の範囲内に分布する岩石と堆積物は合計で 20 種類の地質単元に区分された(巻末資料 2)。それらのうち 12 種類の地質単元が原生界から鮮新統までの変成岩類・堆積岩類・火山岩類に対比可能であり、1 種類の地質単元が変質帯と判定された。また、5 種類の地質単元が第四系の未固結ないし半固結堆積物に相当し、2 種類の地質単元が後期オルドビス紀・石炭紀と白亜紀に生成した貫入岩体からなる。各地質単元の分布位置や伸長方向などを巻末資料 3 に示す。

5. 23. 3 変質帯

本地区の範囲内では 6 箇所で変質帯が判読・抽出された。それらは西部に分布する中新統火山岩類(地質単元 Miv)の範囲内または同岩類と古生代の花崗岩質岩類(γp)との境界付近に位置する。平面形態は長軸が NE-SW 方向の楕円状を呈しており、最大のものは長軸の長さが約 5km ある。

本地区で抽出された 6 箇所の変質帯のうち、変質帯内またはごく近傍に分布する既知鉱床・鉱化帯としては、Bajo del Durazno(ポーフイリー-銅型鉱床、変質帯番号 AC5003 :

以下同じ), Bajo de la Alumbreira(ポーフリーカッパー-鉛床, AC5004), Cerro Atajo(ポーフリーカッパー-鉛床, AC5005)及び Capillitas(銅の鉛脈・鉛染状鉛床, AC5006)がある。

5. 23. 4 リニアメント

本地区の範囲内では, 判読・抽出されたリニアメントの分布や方向について以下のような特徴が認められる。

- (1) 北西部と南部～南西部の山間盆地や東部一帯の広大なパンパからなる平坦地以外では, ほとんどの地域で多数のリニアメントが抽出された。特に, 中央部から西部にかけての花崗岩質岩体(地質単元 γp)や北部の原生界(同 PRm)の分布域では多方向(NE-SW, NNE-SSW, E-W など)を示す小規模なものが密集している。一方, 中央部～北東部の山麓部では相対的に密度が低い。
- (2) 規模の大きいリニアメントの長さは 20～30km あり, それらの方向は, 山地を構成する変成岩類・花崗岩質岩類や堆積岩類の伸長方向に一致する NNW-SSE と NE-SW 系統とに分けられ, それらは本地区全体の地質構造を大きく規制している。
- (3) 長さが 5～10km の小規模なりニアメントは一般に NNW-SSE, NE-SW 及び N-S 方向に伸長しており, リニアメント分布域のほぼ全域に散在している。
- (4) 本地区の範囲内では, 衝上断層を示すリニアメントは判定されなかった。

5. 23. 5 褶曲構造・環状構造

本地区全体ではベッディングの良好に発達する堆積岩類の分布範囲が狭く, 西部の 2 箇所のみで褶曲構造が抽出された。1 箇所は過褶背斜であり, ほかの 1 箇所は向斜である。これらの構造は中新統(地質単元 Mia と Mib)が形成している。褶曲軸の方向は N-S～NNE-SSW であり, 長さは過褶背斜で 18km, 向斜で 10km ある。

本地区の範囲内では, 西部の中新統(地質単元 Miv)分布域において 1 箇所半環状構造が判読・抽出された。

第6章 対象地域の広域画像解釈

対象地域(23 シーン)のモザイク画像(縮尺 1 : 2,000,000)上で、各シーンごとの写真地質判読結果をまとめた。そのモザイク画像の縮小版を図 78 に示す。さらに、総合検討結果として、主要な地質構造、鉱床及び変質帯を図上に表し、鉱床区ごとに変質帯の分布をまとめた。

対象地域の変質帯抽出に際して障害となった現象として、植生、冠雪及び雲の被覆がある。植生が密であり、仮にそこに変質帯があっても画像からはそれを抽出できないと判断される範囲は、地形構造区でいうパンペアン山脈の一部とサブアンデアン山脈である。冠雪地域はプリンシパル山脈とプーナ・アルチプラーノの高山山頂地域、Vicuna 地区と Santiago 地区の高山地域などである。これらの冠雪地域には El Indio 鉱山(金・銅鉱脈鉱床)、Rio Blanco 鉱山(ポーフィリーカップパー鉱床)などが位置しているが、そこには変質帯が抽出されていない。

変質帯の抽出にあたって上述のような制限があるため、以下の考察においては対象地域に存在する変質帯がすべて網羅されている訳ではないことに留意されたい。

6.1 地質・地質構造の広域的な特徴

Mpodosis and Ramos(1989)によれば、中生代～新生代に起こったアンデス造山運動は南緯 27° の線を境にその南側と北側で様相を異にし、地質構造や火成活動などに違いがある。そこで、上述した各シーンごとの地質判読結果を対象地域全体について縮尺 1 : 2,000,000 でコンパイルする作業においては、金属鉱床の生成と密接に関係すると考えられる断裂の分布状況などの地質構造や火成活動について大構造論的な地質解釈を行う目的で、対象地域の構成岩類を以下の 9 つの地質単位に大区分した(図 79)。

- ・ 第四紀の未固結堆積物
- ・ 第四紀の火山噴出物
- ・ 中新世及び鮮新世の火山噴出物
- ・ 暁新世～始新世の火山噴出物
- ・ 中生界及び火山噴出物以外の第三系
- ・ 古生界
- ・ 原生界の基盤岩類(深成岩類を含む)
- ・ 第三紀及び中生代に生成した花崗岩質岩類
- ・ 古生代に生成した花崗岩質岩類

これらの単位について対象地域全体を概観すると以下に述べる広域的な地質・地質構造

の特徴が見出される。

(1) 原生界

対象地域の基盤を構成し種々の変成岩類からなる原生界は、チリ側には認められず、主としてアルゼンティンの領土内に露出している。この基盤配置の特徴は南緯 27° 付近を境にその北側と南側とで異なっている。

Jujuy や Salta が位置する北側(対象地域の北東部)では基盤岩類の地塊はそれらを含む山地の中核部を形成している。基盤岩類は一般に N-S~NNE-SSW 方向に連続しており、ほかの地質単位とは同方向の大規模なリニアメントで画されている。この地域の基盤配置の特徴は南緯 24.5° 付近の Jujuy と Salta 間を境にさらに北半部と南半部とに 2 分される。すなわち、南半部では 40~50km の分布幅で主要な 2 列が連なっているが、これに対して北半部では主要な 1 列に取れんして分布幅が 20km 以下と急激に狭くなり、南緯 22° 以北には露出していない。特に、Salta の南東方と北西方には画像の判読によって NW-SE 方向のリニアメントが抽出されており、基盤の配置を強く規制していることから、付近には同方向の基盤構造線の存在が推定される(図 80)。Welsink et al.(1995)はそれを Calama Lineament または Olacapato-El Toro Lineament と呼んでいる。以下、本章ではそれを Calama 構造線と呼ぶ。

一方、San Juan が位置する南緯 27° 付近より南側(対象地域の南東部)では、基盤岩類は独立した地塁状の山地を構成しており、主要な山地は幅約 40km、長さ 100km 以上の規模で断続して N-S~NNW-SSE または NW-SE 方向に配列している。これらの山地の東西外縁部はほぼ直線で画されており、画像の判読でリニアメントが抽出されてない部分にも大規模な断裂が形成されていると考えられる。この地域で注目すべき構造の特徴は南緯 30° 付近に位置する NW-SE 方向の基盤配置であり、南緯 30°~31° 付近の原生界山地の南西縁には顕著な急崖部が形成されていることから、この地帯にも同方向の重要な基盤構造線の存在が推定される。また、その北方(南緯 29° 付近)に位置する複数の原生界山地も巨視的には NW-SE 方向に配列しており、その山地列に沿って同方向の断裂が伏在している可能性がある(図 80、この構造線を La Rioja 構造線と仮称する)。

(2) 古生界~第三系

古生界もチリ側にはほとんど分布せず、主要部の露出域はアルゼンティンとボリビアの領土内に限られる。

対象地域の北東部であるアルゼンティンとボリビアとの国境地帯(南緯 24° 付近以北)においては古生界の分布域は多数のリニアメントを伴う N-S 方向の広大な褶曲山地となっている。特に、この地域ではオルドビス系は深海相を示す厚い泥質岩で特徴づけられ、前期古生代の時期には大規模な深い堆積盆地が存在していたと考えられる。また、この地域には古生代の火成活動がほとんど認められない。

対象地域の南半部に相当する南緯 27° 付近より南側では、古生界はアルゼンティンとチ

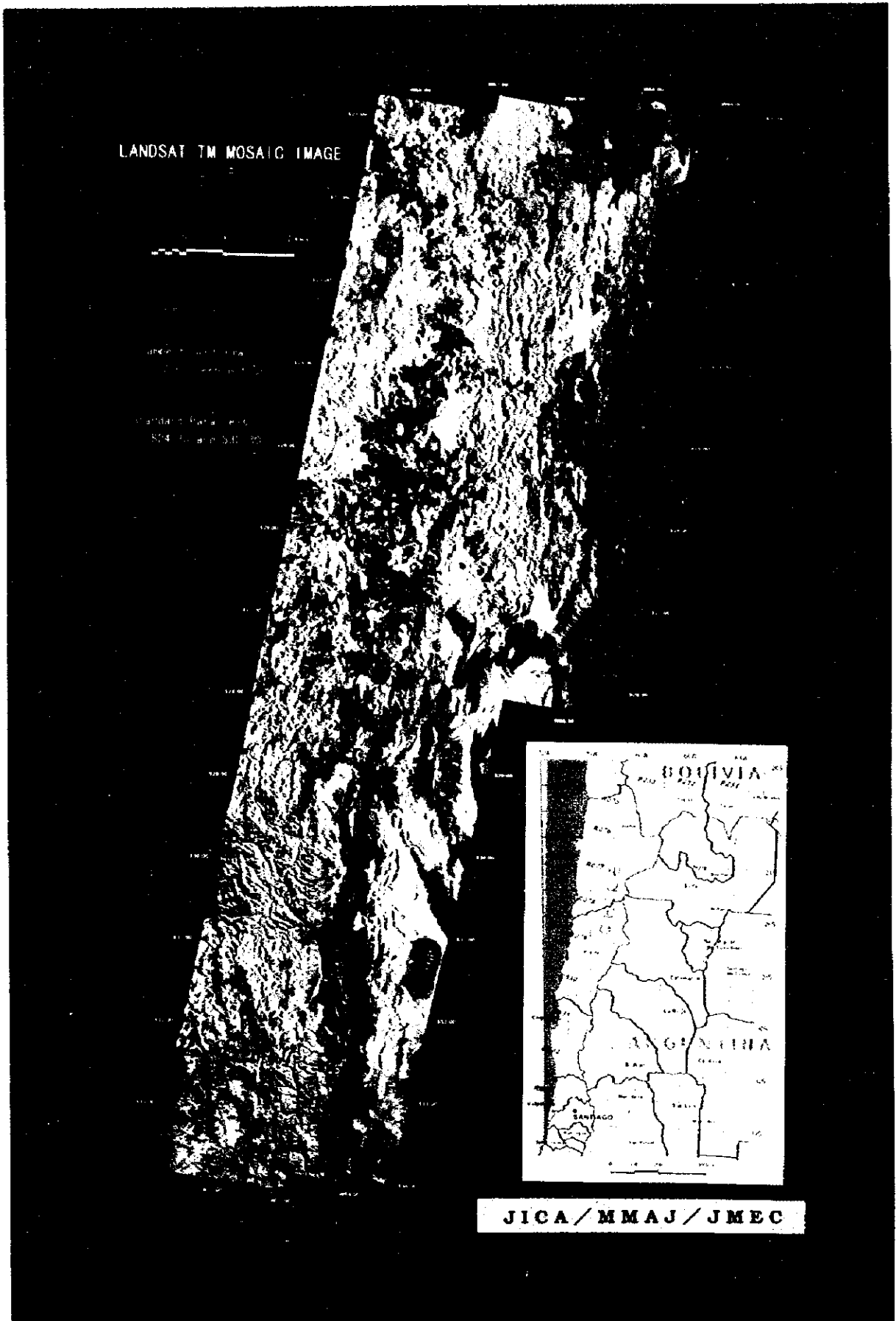


図 78 対象地域 LANDSAT TM フォールスカラー・モザイク画像



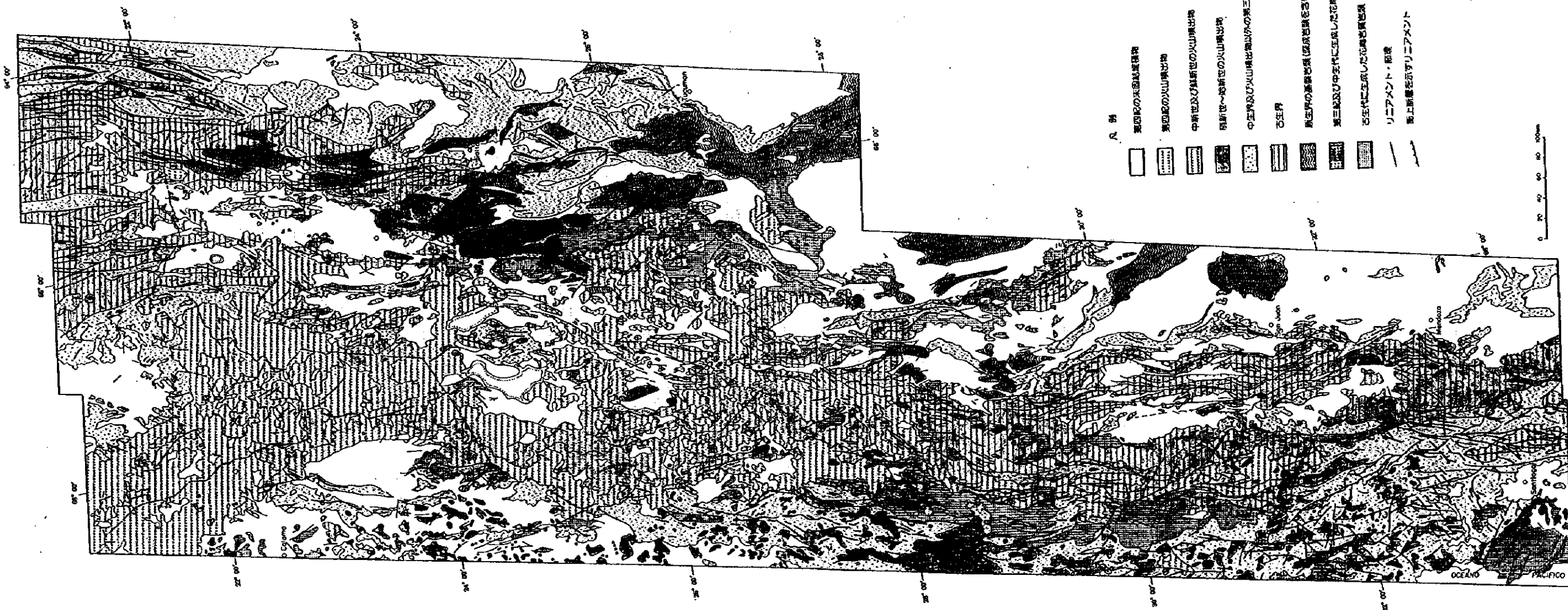
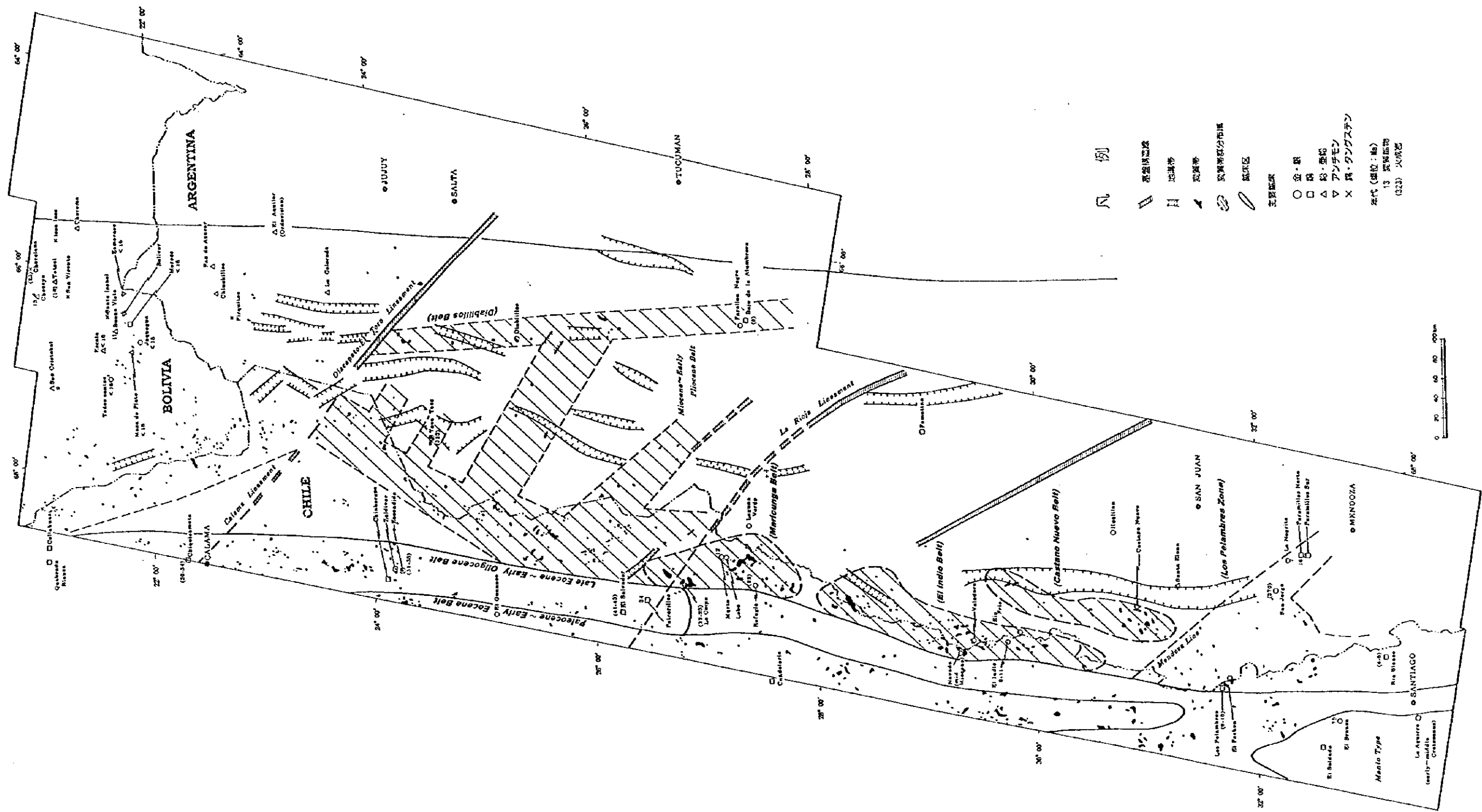


図 79 対象地域地質判読コンパイル図



凡例

- 断層線
- 構造帯
- 地溝帯
- 褶曲帯
- 主要部分布区
- 震害区
- 主要断層
- 金・銀
- 銅
- 鉛・亜鉛
- アンチモン
- 鉄・タンクステン
- 年代 (単位: 年)
- 13 震害断層
- (123) 火成岩

図 80 対象地域広域解釈図

りとの国境付近に分布し、平均幅約 100km の規模を有する。この地域では衝上断層を示す多数のリニアメントや同時代の花崗岩質岩体を伴い、同様に N-S 方向の幅広い褶曲山地が形成されている。San Juan 西方付近の一連の衝上断層帯には覆瓦構造やデコルマンが卓越するとみられる。

一方、上述した南北 2 つの地域に挟まれた南緯 27° 付近から南緯 24° 付近までの地域では、古生界の分布範囲はごく限られており、その時期の堆積盆地が小規模であったと解釈される。この地域の南北両端部は(1)で述べた基盤構造線の推定位置とほぼ一致しており、原生代以降の相対的な隆起帯になっていると考えられる。

対象地域全体において中生界及び火山噴出物以外の第三系は、大局的には古生界からなる急峻な褶曲山地の外縁部を取り囲むように分布している。この地質単位は古生界よりも構造運動の履歴が短いために変形の程度はより低く、リニアメントの分布密度は対象地域の南部以外では低い。なお、既述の基盤構造線の推定位置付近ではこの地質単位も規制を受けており、その分布位置の変位や伸長方向の変化が認められる。

(3) 花崗岩質岩類

古生代に生成した花崗岩質岩類は対象地域全体において概ね N-S 方向に配列している。個々の岩体も一般に同方向に伸長している。チリ側では 2 列が、アルゼンティン側では雁行状に 3 列がそれぞれ認められ、各列の幅は 20~50km の範囲内で変化している。ただし、南緯 25° 付近以北のアルゼンティンとボリビア側には分布していない。アルゼンティン領土内の南緯 28° 付近では西部と中央部の 2 列がそれぞれ NNE-SSW と NNW-SSE 方向に湾曲しながら分布し、それらの 2 列が取れんしている。

中生代及び第三紀に生成した花崗岩質岩類の分布域は主としてチリ領土内にあり、古生代の花崗岩質岩類列の西側において N-S 方向で配列している。分布列の幅は明らかでないが、対象地域の南西部では広く、約 120km ある。個々の岩体の形態は多様に変化しているが、巨視的な伸長方向は、南緯 26° 付近を境にその北側では NNE-SSW、南側では NNW-SSE である。アルゼンティンの領土内では北東部の一部でしか岩体の露出が認められない。

(4) 第三紀の火山活動

暁新世~始新世の火山活動は対象地域の西端部に限られており、その噴出物はチリ領土内の南緯 24° から 28.5° までの範囲に N-S 方向で分布している。その分布範囲内では第三紀に生成した花崗岩質岩体と密接に関連して産する。

一方、中新世及び鮮新世の火山活動は概ね南緯 27° 付近以北で卓越しており、その噴出物はアンデス山脈脊梁部であるチリとアルゼンティンの国境地帯を平均幅約 100km の規模で覆っている。主要な火山列は脊梁部に N-S 方向で配列する 1 列と考えられるが、アルゼンティン領土内では、その主列から派生し NW-SE~WNW-ESE 方向を示す 4 列が約 100km の間隔でほぼ平行に配列している。それらは北から、南緯 23° 付近、南緯 24° 付

近、南緯 26° 付近及び南緯 27° 付近に位置している。したがって、中新世から鮮新世の時期には、N-S 方向の大きな構造的弱線のほかに、それら分岐列の位置に火山活動を引き起こす NW-SE~WNW-ESE 方向の構造的弱線も存在したと考えられる。

(5) 第四紀の火山活動

第四紀の火山活動の範囲は南緯 28° 付近以北の北部地域に限られ、主列をなす噴出物の分布範囲は中新世及び鮮新世のそれとオーバーラップしている。ただし、分岐列は(4)で上述したうちの北から 3 番目の列(南緯 26° 付近)の位置にしか認められない。このような火山活動地域の範囲から判断すると、N-S 方向の構造的弱線のほかに、その 3 番目の列の弱線も第四紀に及んでも活動的であると解釈できる。

(6) 既存地質図との対比

地質判読結果に基づき、今回のコンパイル作業で区分した 9 種類の地質単位のうち、第四紀の未固結堆積物を除く 8 単位と図 3 に示した地質区分との広域的な対比については以下のようにまとめられる。

- (a) 原生界の分布域は図 3 における B(橋状地内の先カンブリア時代の褶曲地域)と pC(先カンブリア時代の核)の分布域にほぼ一致している。
- (b) 古生界の分布域は図 3 における古生代の褶曲帯を構成する C, V, V2 及び tV(これらは古生界の堆積岩類を主体とする)の主要部に対比可能である。
- (c) 中生界及び火山噴出物以外の第三系の分布域は、図 3 における中生代及び新生代の褶曲帯を構成する iA4(上部白亜系), iA3(セノニアン~晩新統), iA2(中部晩新統), iA1(中部中新統~下部鮮新統)及び fA1(サブアンデス前弧盆堆積物)の分布域にほぼ一致しており、矛盾は認められない。
- (d) 晩新世~始新世の火山噴出物の分布域は対象地域の西端部に限られており、図 3 における iA2(中部晩新統)の範囲内に点在している。
- (e) 中新世及び鮮新世の火山噴出物とその範囲にオーバーラップする第四紀の火山噴出物の分布域は、図 3 における中生代及び新生代の褶曲帯を構成する地質単位のうち、アンデス山脈の脊梁部に広く分布する tA1v(新第三紀の火山岩類)の範囲と一致している。
- (f) 古生代に生成した花崗岩質岩類の分布域は図 3 における $\gamma 7$, $\gamma 9$ 及び $\gamma 10$ の分布域にほぼ一致し、一部は pC の範囲内にも認められる。また、第三紀及び中生代に生成した花崗岩質岩類の岩体は主として iA2 と $\gamma 10$ の範囲内に点在している。

(7) 地形構造区との関係

対象地域の地形構造区は 10 個の単位に区分されている(図 4)。この区分は、地形の変化に重点をおいて行われているので、特定の地質単位と必ずしも明瞭には一致していない。各地形構造区を構成する主要な地質単位は以下のようになっている。

- (a) 海岸山脈は対象地域では南西端部のみに位置しており、その主要部は古生代に生成した花崗岩質岩類からなり、一部で中生界～第三系と中生代及び第三紀に生成した花崗岩質岩類を伴っている。
- (b) チリの山間盆地の大部分は第四紀の未固結堆積物で覆われている。
- (c) プリンシパル山脈の範囲には主として古生代に生成した花崗岩質岩類と中生界～第三系が分布しており、一部で暁新世～始新世の火山噴出物が点在する。
- (d) フロントアル山脈の主要部は古生界からなり、同構造区の西縁部であるアンデス山脈の脊梁部は中新世及び鮮新世の火山噴出物で覆われている。
- (e) プーナ・アルチプラーノは対象地域の北部に位置する広い構造区であり、主として古生界・中生界・第三系の堆積岩類及び中新世・鮮新世・第四紀の火山噴出物からなる。
- (f) プレコルディジェラは対象地域の南半部に位置する構造区であり、多数の衝上断層が発達し著しく変形した古生界で構成されている。
- (g) トランパンペアン山脈には原生界、古生界、中生界～第三系及び古生代に生成した花崗岩質岩類が複雑に交錯して分布している。
- (h) オリエンタル山脈は原生界と古生界を主体とし、一部で中生界～第三系を伴っている。山間に存在する平坦地の部分は第四紀の未固結堆積物からなる。原生界はこの構造区の南部に位置し、基盤を構成している。
- (i) パンペアン山脈は多くの地質単位からなっており、この構造区には基盤を構成する原生界、古生界・中生界・第三系の堆積岩類、古生代に生成した花崗岩質岩類及び中新世・鮮新世・第四紀の火山噴出物が交錯して分布している。大きな河川沿いの平坦地には第四紀の未固結堆積物が広く覆っている。
- (j) サブアンデアン山脈の主要部は、変形作用の程度が相対的に低い中生界～第三系の堆積岩類からなる。

6.2 変質帯と鉱床区

以下に Sillitoe(1991)などに基づいて作成した鉱床区(図 7)ごとに変質帯の分布の特徴を述べる(図 80)。

(1) 暁新世～漸新世前期鉱床区

本鉱床区は、Sillitoe(1991)の暁新世～始新世前期鉱床区と始新世後期-漸新世前期鉱床区をまとめ、さらにそれらを対象地域南部に延長したものである。始新世後期-漸新世前期鉱床区には Chuquicamata や Escondida などのポーフィリーカップー鉱床が、さらにその西側の暁新世-始新世前期鉱床区には El Guanaco などの金鉱床が知られている。

本鉱床区の全域をみると、南部のマント型鉱床分布域を除き、ほぼ全域にわたり変質帯

が抽出されている。

対象地域北部(南緯 27°以北)に位置する始新世後期～漸新世前期鉍床区内における変質帯の分布をみると、南緯 24°以北には多数の変質帯が分布するのに対し、その南では変質帯の数は少なくなり、かつ、分布は対象地域の西部に限られるようになる。

南緯 27°以南では暁新世～始新世前期鉍床区や始新世後期～漸新世前期鉍床区などの鉍床区は不明瞭になるが、変質帯の数及び分布密度はその北部と同様である。ただし、前述のとおりマント型鉍床分布域には変質帯は認められない。

(2) 中新世～鮮新世前期鉍床区

本鉍床区の東縁は、Astini et al.(1995)による中新世石英安山岩類分布域東端(ポリビア)と対象地域の東部に位置する Bajo de la Alumbrera 鉍床の東方(アルゼンティン)を結ぶ線である。既存資料(Sillitoe, 1991)によると、本鉍床区には Maricunga Belt, El Indio Belt などに中新世前期～中期鉍床区が Rio Blanco から南にかけて、また、Bajo de la Alumbrera 周辺に中新世中期～鮮新世前期鉍床区が設定されているが、本鉍床区全域については不明な点が多い。

本鉍床区における変質帯の分布をみると、ほぼ南緯 27°以北と以南とでそれらの分布形態が異なる。

南緯 27°以北では全体に広く変質帯が分布しているのに対して、以南では変質帯が偏在している。この南緯 27°付近には、広域地質構造解釈から、ほぼ NW-SE 方向に延びる La Rioja 構造線が想定されており、この構造線を境に南北で、中新世～鮮新世前期の火成活動及び鉍化作用に違いが生じたのであろう。

La Rioja 構造線の北側の本鉍床区に分布する変質帯は、その分布形態から、南緯 24°付近を NW-SE 方向に走る Calama 構造線を挟む南北 2 つの変質帯群に分けられる。

Calama 構造線の北側においてはその西部に変質帯が密集しており、東に向かうにつれその数が減少する。西部に密集する変質帯はほぼ NNW-SSE 方向に分布しており、チリ・ポリビア国境沿いの活火山の分布方向に概ね一致する。密集域の幅は約 100 km である。これら西部の変質帯は、一部が第四紀火山岩類中に認められるが、第三紀火山岩類中に分布するものが多い。これらの変質帯を伴う鉍床としては硫黄鉍床がある。これらの変質帯密集域は全体として NNW-SSE 方向の分布を示すが、数個の変質帯を 1 単位としてみると NE-SW 方向への変質帯の配列が多く認められる。

Calama 構造線より北側の東部には散点状に変質帯が分布している。これらの変質帯のいくつかには中新世の石英安山岩の火成活動に関係する多金属鉍脈鉍床が分布している(ポリビア領内及びアルゼンティンの Pan de Azucar など)。同様の変質帯を対象地域外のポリビア側から広域的に追跡すれば、これらの多金属鉍脈鉍床に伴われる変質帯は NNW-SSE～N-S 方向の分布を示すであろうが、対象地域だけでは変質帯の分布に特定の傾向を見出し難い。

Calama 構造線と La Rioja 構造線に挟まれる範囲の変質帯は、その北側に比べ、異なっ

た分布形態を示す。この範囲においては大きく見て2列の変質帯分布域がある。

1つは Calama 構造線及び La Rioja 構造線に直交する方向、すなわち NE-SW 方向に分布するもので、活火山の分布方向と同じ方向を示す。その幅は平均 70km 程度であり、南に向かうにつれ分布幅が広くなるように見える。この配列に含まれる変質帯には主要鉱床は知られていない。この配列から NW-SE 方向に分岐する変質帯群が4地域に認められる。これらの変質帯群にも主要鉱床は伴われていない。これら分岐する変質帯群の分布位置は中新世～鮮新世火山噴出物分岐列(図 79)の位置に対応する。

2つ目の配列は、ほぼ N-S 方向を示し、Diablillos 金・銀鉱床(鉱染状及び角礫状)と対象地域の東部に位置する Bajo de la Alumbrera 鉱床、Farallon Negro 鉱床などを結ぶ方向に延びたものである。

La Rioja 構造線より南側の地域(中新世～鮮新世前期鉱床区)を見ると、その北側に比べ、そこでは特異な変質帯分布が認められる。変質帯は南緯 31° 付近までは西部に密集するが、南緯 31° 以南ではまとまりを欠く。広域地質判読結果からは、南緯 31° 付近に構造線は判読されなかったが、ここではこの付近に NW-SE 方向に延びる構造線を仮想し、それを Mendoza 線と呼ぶ(図 80)。

La Rioja 構造線と Mendoza 線に挟まれる範囲では、その西部にほぼ N-S 方向に変質帯が密集して分布する。これらはその分布から大きく3つに分けることができる。それらを Maricunga Belt, El Indio Belt 及び Castano Nuevo Belt と呼ぶ。ここで言う Maricunga Belt 及び El Indio Belt は Davidson(1991)のものとは範囲がわずかに異なる。今回の解析では変質帯の分布のみからその範囲を決めている。Castano Nuevo Belt は今回新たに設定したものである。

Maricunga Belt や El Indio Belt には Marte, Lobo, El Indio など多数の浅熱水性金・銀鉱床が賦存している。Castano Nuevo Belt には Castano Nuevo 金鉱脈が分布している。

La Rioja 構造線と Mendoza 線に挟まれる範囲に存在する変質帯のうち、Famatina 変質帯(鉱化帯)は特異な存在である。それは本範囲内に孤立して分布し、他の変質帯との関係が明らかではない。

Mendoza 線から南側では、その北端が Mendoza 線によって切られているような分布を示す。変質帯の分布範囲には、Los Pelambres, El Pachon, Paramillos Sur などのポーフィリー銅・銀鉱床が分布する。本変質帯群の南側延長部は冠雪地域となっているため、その特徴を今回明らかにできなかった。

6.3 鉱床賦存有望地域の抽出

本画像解析においては、LANDSAT TM 画像から得られる地形情報及びスペクトル情報に基づいて対象地域の地質・地質構造解釈を行い、さらに熱水変質帯を抽出した。引き続

いて総合解析では、これらの結果と地質・鉱床に関する既存資料とを対応させ、画像上で既知鉱床付近に認められる地質現象と類似の現象を画像から抽出することによって鉱床賦存有望地域を選定した。

本地域に分布する鉱床の鉱種、成因・タイプは多岐にわたるため、ここでは主要鉱床タイプに分け、検討を行う。なお、抽出された個々の変質帯はいずれも鉱化作用に伴われる熱水変質帯である可能性が高く、全ての変質帯を1つずつ現地調査し評価すべきと考えるが、ここでは前述した変質帯群と既知鉱床との空間的位置関係から有望地域の評価を行った。

(1) ポーフイリー銅-鉛-亜鉛鉱床

以下に Sillitoe(1991)などに基づいて作成した鉱床区(図7)ごとに変質帯の分布と関連づけ、鉱床賦存有望地域について述べる。

対象地域の北部に位置する始新世後期-漸新世前期鉱床区には、Chuquicamata, Zaldivar, Escondida, El Salvador などの大規模鉱床が賦存している。これらの鉱床の近傍、南方や北方には多数の変質帯が抽出されており、これらにはポーフイリー銅-鉛-亜鉛鉱床が賦存している可能性が高い。

始新世後期～漸新世前期鉱床区の南方への延長部では、抽出された変質帯が少なく、また、南緯 28.5°以南に暁新世～始新世の火山岩類が分布していない(図79)ことから、上述したポーフイリー銅-鉛-亜鉛鉱床賦存域に比べ、鉱床賦存の可能性は低いと考えられる。

中新世～鮮新世前期鉱床区には、Los Pelambres, El Pachon, Paramillos Sur などの鉱床が分布し、対象地域の東部には Bajo de la Alumbraera が分布している。

Los Pelambres-El Pachon, Paramillos Sur などの鉱床を含む変質帯群(図80の Los Pelambres Zone)は Mendoza 線より南側に位置し、そこには多数の変質帯が位置していることから、この変質帯群のそれぞれについて、鉱化・変質時期の検討も合わせ、詳細な検討が必要であると考えられる。

Calama 構造線と La Rioja 構造線とに挟まれる範囲の東部には、ほぼ N-S 方向に配列する変質帯群がある(Diablillos Zone)。そこには Diablillos 金・銀-鉛-亜鉛鉱床が賦存し、その南方延長部には Bajo de la Alumbraera 鉱床, Farallon Negro 鉱床などが分布する。Calama 構造線と La Rioja 構造線とに挟まれる範囲にはチリ側で La Escondida, El Salvador などの鉱床が位置し、アルゼンティン側で Bajo de la Alumbraera 鉱床が位置しており、本範囲の中新世～鮮新世前期鉱床区のみならず、本範囲そのものがポーフイリー銅-鉛-亜鉛鉱床賦存の可能性が高い範囲と考えることもできるが、その中でも基盤構造の1つの方向である N-S 方向に配列する変質帯群は留意すべき存在であろう。また、Calama 構造線と La Rioja 構造線とに挟まれる範囲には基盤構造線の方向である NW-SE 方向に配列する変質帯群があり、これらの変質帯群についても検討する必要があると考えられる。

(2) 浅熱水性金・銀鉱床

大規模な金・銀鉱床は、チリ・アルゼンティン国境沿いの Maricunga Belt 及び El Indio Belt に知られている。図 80 では La Rioja 構造線と Mendoza 線との間に、変質帯の分布から判断して、前述した Belt とは別に、Maricunga Belt 及び El Indio Belt を設定し、新たに Castano Nuevo Belt を図示した。これらの Belt はいずれも N-S~NNE-SSW 方向に伸長している。La Rioja 構造線と Mendoza 線の間の中新世~鮮新世前期鉱床区を浅熱水性金・銀鉱床賦存の可能性の高い地域とするならば、El Indio Belt に隣接して分布する Castano Nuevo Belt は要注目地域と言えるであろう。また、Maricunga Belt 及び El Indio Belt のアルゼンティン側は、チリ側ほど探鉱が進んでいないと考えられるので、鉱床賦存有望地域の 1 つとして挙げられる。

La Rioja 構造線以北に位置する中新世及び鮮新世の火山噴出物分布域や第四紀の火山噴出物分布域には多数の変質帯が存在している。これら変質帯の一部には小規模な鉛・亜鉛鉱床や硫黄鉱床が賦存しているが、大規模鉱床の存在は知られていない。これら多数の変質帯については十分な調査が実施されていないと考えられるので、期待される鉱床タイプの検討も含め、今後、それらについて調査を行う必要があると考える。

(3) 多金属鉱脈鉱床

本タイプの鉱床はポリビア側に多く知られている。今回の地質判読によってこれら鉱床付近に変質帯を抽出している。類似した変質帯はポリビア及びアルゼンティン北部に分布しているので、これらの変質帯について調査する必要があるだろう。

(4) 層状の鉛・亜鉛鉱床及びマント型銅鉱床

これらのタイプの鉱床は変質帯を伴わず、画像判読によっても鉱床位置に変質帯は抽出されていない。また、鉱床の賦存を規制するような地質・地質構造の特徴も画像では認められなかった。これらのタイプの鉱床賦存有望地域については画像判読から言及することは困難である。

