

セルビア共和国鉱業振興マスタープラン調査

ファイナルレポート(要約)

目 次

| | 頁 |
|----------------------------|----|
| 第1章 調査の目的と実施内容 | |
| 1.1 調査の背景 | 1 |
| 1.2 調査の目的 | 1 |
| 1.3 調査対象地域 | 1 |
| 1.4 調査の方法・内容 | 1 |
| 1.5 現地調査 | 1 |
| 1.6 ケーススタディ | 4 |
| 第2章 投資基盤 | |
| 2.1 国家経済発展計画 | 5 |
| 2.2 経済の状況 | 5 |
| 2.3 鉱業の概況 | 7 |
| 2.4 財務会計 | 8 |
| 2.5 セ国のインフラ | 10 |
| 第3章 鉱業の現状 | |
| 3.1 民営化 | 16 |
| 3.2 投資環境と投資促進 | 16 |
| 3.3 世銀プロジェクトと国際支援 | 19 |
| 3.4 鉱業政策 | 20 |
| 3.5 鉱業行政 | 20 |
| 3.6 鉱業法と鉱業権取得手続き | 21 |
| 3.7 鉱業活動 | 24 |
| 3.8 資源ポテンシャル | 26 |
| 3.9 鉱業活動の実情と課題 | 29 |
| 3.10 Veljki Majdan 鉱山の地質鉱床 | 31 |

| | |
|----------------------------|-----|
| 3.11 Zajaca 鉱山の地質鉱床 | 32 |
| 3.12 Rudnik 鉱山の地質鉱床 | 35 |
| 3.13 セ国の非鉄金属鉱業の鉱山活動 | 36 |
| | |
| 第4章 鉱業活動の実情と課題 | |
| 4.1 セ国の大鉱山 RTB Bor 社の鉱業活動 | 37 |
| 4.2 セ国の中小鉱山の鉱業活動 | 43 |
| 4.3 その他の鉱業活動 | 46 |
| 4.4 製錬事業の活動 | 47 |
| | |
| 第5章 情報整備 | |
| 5.1 MEM の GIS データベースの現況と評価 | 57 |
| 5.2 MEM ウェブサイト | 59 |
| 5.3 環境保全省におけるデータベース構築 | 62 |
| 5.4 地質研究所による地質図及び関連地図 | 63 |
| 5.5 軍地理研究所による地形図 | 63 |
| 5.6 Bor における IT 技術の利用調査 | 63 |
| 5.7 地震研究所 | 63 |
| | |
| 第6章 環境配慮 | |
| 6.1 環境関連法令 | 65 |
| 6.2 環境モニタリングシステム | 67 |
| 6.3 査察制度 | 69 |
| 6.4 セ国の環境状況と鉱山の環境問題 | 70 |
| | |
| 第7章 ケーススタディ | |
| 7.1 ケーススタディ準備と実施 | 75 |
| 7.2 地質・鉱床、探査 | 75 |
| 7.3 Grot 鉱山 | 81 |
| 7.4 選鉱・堆積場管理 | 86 |
| 7.5 セルビア鉱山経営の問題点 | 100 |
| | |
| 第8章 マスタープラン | |

| | |
|--------------------------|-----|
| 8.1 方針と目標 | 109 |
| 8.2 鉱業セクター制度改革と視点 | 111 |
| 8.3 アクションプログラムと制度改革プログラム | 114 |
| 8.4 実施体制 | 116 |
| 8.5 アクションプログラム | 116 |
| 8.6 制度改革プログラム | 123 |

第9章 提言

| | |
|----------------------|-----|
| 9.1 鉱業情勢とセ国の鉱業の位置づけ | 129 |
| 9.2 国家経済発展計画とマスタープラン | 131 |
| 9.3 能力構築 | 132 |
| 9.4 探査・開発・生産活動 | 132 |
| 9.5 鉱業経営 | 133 |
| 9.6 環境保全 | 134 |
| 9.7 未利用資源 | 135 |
| 9.8 鉱業の持続的発展 | 136 |
| 9.9 データベース | 137 |

表一覧表

| | | |
|-------|------------------------------|----|
| 表 1.1 | 調査団メンバー | 2 |
| 表 1.2 | ケーススタディ候補鉱山 | 4 |
| 表 2.1 | 経済発展の主な指標(2001～2005) | 6 |
| 表 2.2 | セ国鉱業の特徴と現状 | 8 |
| 表 2.3 | セ国の道路網(2002 年当時) | 10 |
| 表 3.1 | 民営化対象鉱山 | 16 |
| 表 3.2 | セ国の鉱床と鉱床成因 | 26 |
| 表 3.3 | セ国の埋蔵鉱量とポテンシャル鉱量 | 27 |
| 表 3.4 | ポテンシャル地域と主要探査箇所 | 28 |
| 表 3.5 | RTB Bor の鉱量一覧 | 31 |
| 表 3.6 | Zajaca 鉱山の埋蔵鉱量 | 34 |
| 表 3.7 | Zajaca 鉱山の予想鉱量 | 34 |
| 表 4.1 | Bor 坑内鉱山の主要使用機械類(出典：RTB Bor) | 38 |
| 表 4.2 | Veriki Krivelj 露天掘鉱山の処理量 | 40 |
| 表 4.3 | RBB の従業員の推移(出典：RTB Bor) | 40 |
| 表 4.4 | 採掘対象のスラグ | 40 |
| 表 4.5 | スラグの予定浮選成績 | 41 |
| 表 4.6 | 南鉱の処理量 | 42 |
| 表 4.7 | 北鉱の処理量 | 43 |
| 表 4.8 | TIR の決算書 | 49 |
| 表 4.9 | 製錬方式別操業コスト比較 | 54 |
| 表 5.1 | MEM-DMG における GIS データベースの開発 | 57 |
| 表 5.2 | 鉱床 DB と鉱山地区 DB の概要 | 57 |
| 表 5.3 | MEM の GIS データベースに格納された主要データ | 58 |
| 表 5.4 | MEM-DMG の GIS データベースの管理状況 | 60 |
| 表 7.1 | Grot 鉱山の埋蔵鉱量 | 77 |
| 表 7.2 | Grot 鉱山の予想鉱量 | 78 |
| 表 7.3 | Grot 鉱山の獲得目標鉱量 | 79 |
| 表 7.4 | Suva Ruda 鉱山の鉱量 | 80 |
| 表 7.5 | ボーリングコアサンプルの化学分析結果 | 87 |
| 表 7.6 | 全孔の混合試料の化学分析結果 | 87 |
| 表 7.7 | ボーリングコアサンプルの化学分析結果 | 88 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 表 7.8 | 全ボーリングコアサンプル混合試料の化学分析結果 | 88 |
| 表 7.9 | 工程試料の化学分析結果 | 89 |
| 表 7.10 | Rudnik 鉱山選鉱場スナップサンプルの化学分析結果 | 90 |
| 表 7.11 | 鉛浮選成績結果 | 93 |
| 表 7.12 | 亜鉛浮選成績結果 | 93 |
| 表 7.13 | Rudnik 鉱山の過去 10 年間の選鉱成績 | 94 |
| 表 7.14 | Grot 鉱山選鉱場の工程サンプル分析結果 | 96 |
| 表 7.15 | Rudnik 鉱山選鉱場の工程サンプル分析結果 | 96 |
| 表 7.16 | Bor 鉱山の廃石状況 | 98 |
| 表 7.18 | Bor 鉱山の廃さいの状況 | 99 |
| 表 7.19 | Bor 鉱山旧堆積場からの Cu 回収に関する DCF-IRR 試算例 | 100 |
| 表 7.20 | 2006 年 Grot 鉱山の Balance Sheet | 102 |
| 表 7.21 | Grot 鉱山権益計算書 | 103 |
| 表 7.22 | Grot 鉱山権益計算書(4 年間) | 104 |
| 表 7.23 | 売上に対する製造コストの割合 | 104 |
| 表 7.24 | 売上に対する製造コストの推移 | 104 |
| 表 7.25 | 売上に占める物品費の割合 | 104 |
| 表 7.26 | 売上に対するその他経費等の割合 | 105 |
| 表 7.27 | 製造コスト割合とその他経費割合 | 105 |
| 表 7.28 | 2006 年 Grot 鉱山の損益計算書 | 105 |
| 表 7.29 | Grot 鉱山収支計算書 | 106 |
| 表 8.1 | マスタープランとアクションプログラムと制度強化プログラムの スケジュール | 110 |
| 表 8.2 | 鉱業セクター再建と振興へのスケジュール | 111 |
| 表 8.3 | アクションプランプログラムと制度改革プログラム一覧表 | 114 |
| 表 8.4 | 投資促進への主要課題と現状 | 117 |
| 表 8.5 | 広域調査概要 | 125 |
| 表 8.6 | 環境調査概要 | 127 |
| 表 9.1 | セ国における未利用資源対象調査 | 135 |

図一覧表

| | | |
|-------|----------|---|
| 図 2.1 | 歳入・歳出の推移 | 5 |
|-------|----------|---|

| | | |
|--------|---|----|
| 図 2.2 | GDP とインフレ率の推移(2001～2005) | 6 |
| 図 2.3 | 失業率の推移 | 7 |
| 図 2.4 | セ国の主要な道路網 | 11 |
| 図 2.5 | セ国の鉄道網 | 13 |
| 図 3.1 | 世銀プロジェクト | 19 |
| 図 3.2 | MEM の組織図 | 20 |
| 図 3.3 | セ国の鉱物資源ポテンシャル地域と探査活動箇所 | 28 |
| 図 3.4 | Bor 鉱床の地質図 (Source: RTB Bor) | 30 |
| 図 3.5 | Bor 鉱床の透視断面図 (Source: RTB Bor) | 30 |
| 図 3.7 | Boranja 鉱化帯地質図 | 33 |
| 図 3.8 | Zavorje 鉱山と Turin 断面図 | 33 |
| 図 3.9 | セルビア・モンテネグロ国の銅鉱の生産量(出典:USGS) | 36 |
| 図 3.10 | セルビア・モンテネグロ国の鉛・亜鉛鉱の生産量(出典:USGS) | 36 |
| 図 4.1 | RTB Bor の過去 20 年間の出鉱量内訳(出典 : RTB Bor) | 37 |
| 図 4.2 | Bor 市の主要な鉱山施設配置図(出典 : RTB Bor) | 37 |
| 図 4.3 | Bor 坑内鉱山の出鉱実績 | 37 |
| 図 4.4 | Bor 坑内鉱山の坑内模式図(出典 : RTB Bor) | 38 |
| 図 4.5 | Bor 露天掘鉱山の操業実績 | 39 |
| 図 4.6 | Veliki Krivelj 露天掘の地質断面図 | 39 |
| 図 4.7 | Veliki Krivelj の操業実績 | 39 |
| 図 4.8 | RBM の主要施設の配置図 | 41 |
| 図 4.9 | Majdanpek 露天掘の操業実績(出典 : RTB Bor) | 42 |
| 図 4.10 | Majdanpek 鉱山の従業員数の推移(出典 : RTB Bor) | 42 |
| 図 4.11 | Majdanpek の南鉱の最終ピットの設計図(左)と現況ピットの様子 (右) (出典 : RTB Bor) | 43 |
| 図 4.12 | Veliki Majdan 鉱山の操業実績(出典 : Veliki Majdan 鉱山) | 44 |
| 図 4.13 | Veliki Majdan 鉱山の坑内構造(出典 : Veliki Majdan 鉱山) | 44 |
| 図 4.14 | Rudnik 鉱山の民営化前後の出鉱量実績 | 45 |
| 図 4.15 | Kostolac の採炭量の推移 | 46 |
| 図 4.16 | 年間生産量の推移 | 47 |
| 図 4.17 | 過去の生産量 | 49 |
| 図 4.18 | 生産別操業コスト | 50 |
| 図 4.19 | 世界の製錬所コスト | 50 |

| | |
|--|----|
| 図 4.20 銅精鉱、マット、スラグの銅品位のトレンド | 51 |
| 図 4.21 TC/RC と操業コストの関係図 | 51 |
| 図 4.22 LME Copper Price and TC/RC sin real terms (2002 US /lb) | 51 |
| 図 4.23 LME 価格との相関 | 52 |
| 図 4.24 TIR Bor の銅採取率トレンド | 52 |
| 図 4.25 限界生産量 | 53 |
| 図 4.26 世界の製錬炉の採用状況 | 55 |
| 図 4.27 Zorka の亜鉛生産量の推移 | 56 |
| 図 4.28 Zorka 製錬所工程 | 56 |
| 図 5.1 MEM の現在の GIS データベース | 58 |
| 図 5.2 GIS データベース用地質情報と BRGM データベースに格納されている鉱床 | 59 |
| 図 5.3 MEM の鉱業地質部のウェブサイト | 60 |
| 図 5.4 ウェブ GIS ポータルサイト | 61 |
| 図 5.5 ウェブ GIS に格納された地質、鉱区、インフラ情報 | 61 |
| 図 5.6 GEOLISS の操作画面 | 62 |
| 図 6.1 モニタリングシステム | 67 |
| 図 6.2 環境に関する各査察部の業務区分 | 70 |
| 図 6.3 廃水の発生箇所 | 73 |
| 図 6.4 汚染水の流れ | 73 |
| 図 7.1 Blagodat 鉱化区周辺地質図 | 76 |
| 図 7.2 Blagodat 鉱床断面図 | 76 |
| 図 7.3 Kula 鉱床断面図 | 77 |
| 図 7.4 Raska 鉱化帯鉱床分布図 | 79 |
| 図 7.5 Grot 鉱山の近年の出鉱量の推移 | 81 |
| 図 7.6 Grot 鉱山採掘域の模式断面図 | 82 |
| 図 7.7 Lece 鉱山の採鉱実績(出典：Lece 鉱山) | 84 |
| 図 7.8 Suva Ruda 社から生産された鉛・亜鉛鉱 | 85 |
| 図 7.9 ベンチを半分にした場合のズリ混率の変化のシミュレーション | 86 |
| 図 7.10 旧堆積場のサンプリング位置 | 87 |
| 図 7.11 Lece 鉱山堆積場におけるコアボーリング・サンプリング位置 | 88 |
| 図 7.12 Grot 鉱山選鉱場のサンプリング位置 | 89 |

| | | |
|--------|--------------------------------|-----|
| 図 7.13 | Rudnik 鉱山選鉱場のサンプリング位置 | 90 |
| 図 7.14 | リーチング試験結果 | 91 |
| 図 7.15 | SX 試験結果 | 91 |
| 図 7.16 | Bor 鉱山生産量と原鉱 Cu 品位の推移 | 95 |
| 図 7.17 | Cu 精鉱品位と Cu 採取率の推移 | 95 |
| 図 8.1 | 鉱業セクター管理の現在とマスタープランとの関係 | 109 |
| 図 8.2 | 制度改革の役割 | 109 |
| 図 8.3 | 鉱業振興マスタープランと鉱業発展 | 110 |
| 図 8.4 | 具体策（各プログラム）の実施と原資の関係 | 111 |
| 図 8.5 | 制度改革 | 111 |
| 図 8.6 | 鉱業セクターの現在の位置付けとマスタープラン実施後の位置付け | 112 |
| 図 8.7 | 鉱区手続きの改革視点 | 113 |
| 図 8.8 | 情報整備 | 113 |
| 図 8.9 | アクションプログラムと制度改革プログラムの関係 | 114 |
| 図 8.10 | マスタープラン具体策の位置づけ | 115 |
| 図 8.11 | 各具体策と鉱業の振興 | 115 |
| 図 8.12 | アクションプログラム実施体制 | 116 |
| 図 8.13 | 鉱業セクター政府組織一元化構想 | 116 |
| 図 8.14 | 鉱業庁の組織構成 | 117 |
| 図 8.15 | 鉱業セクター管理モード図 | 119 |
| 図 8.16 | 研究機関への分割・民営化構造図 | 119 |
| 図 8.17 | 研究機関の分割・民営化のコンセプト | 119 |
| 図 8.18 | 人材育成構想図 | 120 |
| 図 8.19 | 鉱業基金構想 | 120 |
| 図 8.20 | ツー・ステップローン | 120 |
| 図 8.21 | 鉱業協会とその関連組織 | 121 |
| 図 8.22 | 廃滓堆積場監視システム | 121 |
| 図 8.23 | 鉱区取得手続きの流れ | 122 |
| 図 8.24 | 経営改善のコンセプト | 122 |
| 図 8.25 | 環境対策の実施フローのコンセプト | 123 |
| 図 8.26 | 民間鉱業企業支援制度の位置づけ | 124 |
| 図 8.28 | 広域調査と投資促進 | 125 |

| | | |
|--------|---------------------------|-----|
| 図 8.29 | 鉱区台帳管理システム | 125 |
| 図 8.30 | 環境モニタリングと情報公開 | 127 |
| 図 8.31 | 鉱業活動のモニタリングシステムの構想 | 127 |
| 図 8.32 | MEM の機能強化された組織 | 128 |
| 図 9.1 | 最近の資源勢力 | 129 |
| 図 9.2 | 銅鉱石生産量と品との関係 | 129 |
| 図 9.3 | 鉱業における地域経済圏の模式図 | 130 |
| 図 9.4 | 東欧ーロシアー中央アジア圏の地域経済圏ネットワーク | 130 |
| 図 9.5 | マスタープランの実施順序 | 131 |
| 図 9.6 | 財務管理とソフトの例 | 133 |
| 図 9.7 | モニタリングセンター構想 | 134 |
| 図 9.8 | 廃滓堆積場調査の実施 | 136 |
| 図 9.9 | 廃滓の金属回収事業化フロー | 136 |
| 図 9.10 | 地球科学 GIS データベース構築・利用戦略 | 271 |
| 図 9.11 | モニタリングセンター構想 | 137 |

第1章 調査の目的と背景

1.1 調査の背景

セルビア共和国(以下セ国と略す)は欧州において、金属資源のポテンシャルの高い国と位置付けられている。ユーゴスラビア社会主義連邦共和国時代において、銅、亜鉛、鉛等ベースメタルの欧州における主要産出国であり、且つ金属供給基地であった。しかし、1990年代の紛争及び国連等による経済制裁が鉱業活動への影響と社会主義経済から市場経済への移行に伴う競争力の喪失等で、現在の鉱業生産高は大幅に減少している。

鉱業はセ国の主要な産業であり、特にセ国の非鉄金属産業は、その輸出金額がセ国の全産業輸出額の約17%(2004年)に及ぶ。政府は、鉱業を外貨獲得のための有力な手段と捉え、その再建・振興を今後の経済再建の役割を担う重要基盤と位置付けている。国内外からの鉱業投資促進を実現させ、鉱業を振興させる鉱業振興政策が求められている。

1.2 調査の目的

本開発調査の目的は、①セ国の市場経済下での鉱業振興のためのマスタープランを策定すること、②セ国の鉱業の持続的発展のための道筋を明らかにすること、③セ国政府自らが長期的にこれを策定・改定することができるように技術移転を行うことである。

1.3 調査対象地域

本調査対象地域はセ国全域である。

1.4 調査の方法・内容

本調査は、A.調査段階、B.マスタープラン策定段階に分けて行われる。

[A. 調査段階]

- 投資・環境関連情報の収集・レビュー、解析
- 資源情報(地質関連出版物、探査報告書)収集・レビュー、解析
- GIS 鉱物資源データベースの構築支援
- マスタープランで予備的検討

[B. マスタープラン策定段階]

- 鉱業振興マスタープラン策定
- アクションプランの作成
- ケーススタディの実施とマスタープランへの反映
- 各分野からの鉱業振興への提言

1.5 現地調査

1.5.1 調査の実施スケジュール

第1次現地調査は、2007年1月14日～2月22日(40日間)、第2次現地調査は5月10日～6月10日(32日間)、第3次現地調査は7月1日～8月9日(40日間)、第4次現地調査は10月2日～10月31日(30日間)、日本調査団8～10人で、当初の予定通りのスケジュールで実施した。第5次現地調査は1月27日～2月12日(17日間)。

1.5.2 調査団員

表 1.1 調査団メンバー

| 氏名 | 担当分野 | 氏名 | 担当分野 |
|-------------------|---------------------------|--------|--------------|
| 西川 有司 | 総括・鉱業振興政策/ マクロ経済/投資促進A | 大木 久光 | 選鉱・廃滓堆積場管理 |
| リチャード・T・ トンプソン | 投資促進B | 武藤 慎一郎 | 製錬 |
| 尾崎充男 | 鉱業会計・経営診断 | 村田 真利 | 環境 |
| 丸谷 雅治 | 地質・探査 | 和田 一成 | GIS データベース構築 |
| 新宮 和喜 | 採鉱 | 井上 敏夫 | 業務調整 |

1.5.3 セ国側との議事録

日本側調査団は、「セ国鉱業振興マスタープラン」調査の責任機関であるステアリング・コミティーと1回の内容で合意し、議事録として確認した(ファイナルレポート巻末資料IIの1)。

- 第1回ステアリングコミティー1月19日、下記確認された。
 - インセプションレポート内容及びスケジュール
 - 中小鉱山のケーススタディは、日本側調査団の提案を踏まえ、議論し、コンセンサスを得ながら実現していく
 - 第2回ステアリングコミティーは、7月17日、下記確認された。
 - プロGRESSレポートの内容
 - 民営化の状況、ケーススタディの実施状況
 - プロGRESSレポートに記載された環境保全省組織など正確に直す
 - 地質データの使用に関して MEP と MEM との協力が不可欠である
 - 記載されている鉱量などのデータの精度を高める必要がある

第3回ステアリングコミティーは10月14日、MEM、MEP及び日本大使館、JICAバルカン事務所、日本側調査団が出席し、確認された。内容は以下の通りである(巻末資料IIの3)。

- インテリムレポートの内容
- 民営化の状況、ケーススタディの実施状況
- インテリムワークショップ、地域ワークショップ、東京投資セミナー等の日程・内容

尚、次のコメントがなされた。

- インテリムレポートの内容、方向でよい。
- ケーススタディの廃滓調査では成果が出ている。

第4回ステアリングコミティーは2月5日MEM、MEP、財務者、及び日本大使館、JICAバルカン事務所、日本側調査団が出席し、ドラフトファイナルレポートが説明され、承認

された。内容は以下の通りである(巻末資料 II の 4)。

- ドラフトファイナルレポートの内容
- 民営化の状況、鉱業法、鉱物政策の状況
- ケーススタディの結果

なお、次のコメントがなされた。

- ドラフトファイナルをセルビア側のコメントを踏まえてファイナルレポートとしてよい。
- 鉱業セクターの改革には様々な段階でのキャパシティ・ディベロップメントが必要である。
- 今後、調査団によって提示されたマスタープラン(MP)を実現していく。今後も日本政府の支持を得たい。

1.5.4 ワークショップの実施

(1) プロGRESSワークショップ

2007年5月25日、「国営企業から民間企業への鉱業セクター管理」をテーマにニコラ・テスラ会議場で開催され、94名が参加した。MEM 大臣、日本大使、MEP 副大臣、JICA バルカン所長、世銀セ国タスクマネージャーの挨拶、MEM、MEP、ベオグラード大学、民営化鉱山、本調査団による講演が実施された。現在の鉱業の現状と今後の姿への理解と日本側団員の講演を通じた技術移転が図られた。

(2) インテリウムワークショップ

10月19日、「鉱業基盤再建のための方向付」をテーマに、開催され、83名が参加した。現状を踏まえた今後の方向についての理解が図られ、日本側団員の講演を通じた技術移転が図られた。

(3) 地域ワークショップ

10月16日、鉱業活動と地方社会の調和を目指したテーマでブランニェ市にて開催した。市長、日本大使、JICA バルカン所長の挨拶、MEM、MEP、日本側調査団の講演が実施され、市関係者、Grot 鉱山、地元企業など合計 77名が参加した。地域社会における鉱業活動、鉱業活動の地域への貢献、環境保全などの理解が得られ、地域への技術移転が図られた。

(4) ファイナルセミナー

2008年2月6日、「鉱業セクターマスタープランとロードマップ」というテーマでベオグラード市 SAVA センターにて開催された。セ国の鉱業関係者、セ国で探査活動している加企業、国際機関(世銀、EBRD)、日本企業、ジャーナリストなど約 130名が出席した。MEM 大臣、日本大使、JICA 本部、世銀、MEM、MEP、調査団、加企業による挨拶、プレゼンテーションを通じて MP の理解が得られるとともに、鉱業セクターの道筋も確認された。

1.5.5 国際投資セミナーの実施

(1) 東京投資セミナー

セルビアの鉱業、鉱物資源のポテンシャルを外国投資家にアピールし、投資促進に結び付けていくため 2007 年 11 月 27 日、東京でセルビア大使館、JBIC、JOGMEC、JICA、JOI、JETORO 後援での鉱業鉱物促進へのポテンシャルの理解に結びついた。

(2) AMA セミナー

2008 年 1 月 30 日、英国ロンドンの Armourers' Hall にて開催し、調査団員 5 名が参加およびアレンジし、セ国側からは MEM3 名、SIEPA1 名、セ国企業 3 名が参加した。本セミナーでは在英セ国大使、MEM 次官のあいさつ、MEM、調査団員のプレゼンテーション、セ国で探査活動している英国企業、加企業によるセ国における探査投資の魅力、探査成果などの報告がなされた。英国鉱山会社、探査会社、鉱業・探査はコンサルタント、国際機関、銀行、JOGMEC ロンドン事務所、JICA 英国支所などから約 60 名が出席した。

(3) トロント PDAC2008

PDAC (カナダ探鉱者開発者協会総会) は毎年 3 月トロントで開催される世界最大の鉱業関係の総会である。2008 年 3 月 2 日～5 に開催された PDAC2008 にてセルビア展示ブースを設け、セ国の鉱業ポテンシャルおよび投資環境の魅力について各国の鉱業関係者へ紹介し投資促進を図った。

1.6 ケーススタディ

民営化が進んでおり、ケーススタディ対象の鉱山は限定された。民営化はテnder、オークション、破産、再建の 4 種であり、ケーススタディ対象は、テnder、オークションのプロセスが進んでいないか、破産の状態におかれている鉱山が対象となった。本調査におけるケーススタディは限定された。

MEM、民営化庁の承認のもとに下記を選定し、第 2 次、第 3 次現地調査でケーススタディを実施した。

表 1.2 ケーススタディ対象鉱山

| 対象 | 現状 | ケーススタディ対象 |
|-----------|-------------------|-------------|
| Grot 鉱山 | 2008 年 3 月オークション。 | 探査、採鉱、選鉱、会計 |
| Lece | 破産 | 廃滓堆積場 |
| Suva Ruda | 売山、再建開始 | 探査、採鉱、選鉱 |
| RTB Bor | 落札者との交渉中 | 廃滓堆積場 |

尚、選鉱工程の比較検討のために Rudnik 鉱山も一部調査対象とした。

第2章 投資基盤

2.1 国家経済発展計画

国家経済発展計画として、「MEMORANDUM on Budget and Economic and Fiscal Policy for 2007 with Projections for 2008 and 2009」が財務省から2006年11月に公開されている。この経済財務予算メモは、セ国の経済構造の市場経済に適合させるための2009年までの政策、目標及び方法を示している。

- EU加盟の国家計画
- 貧困削減戦略
- 経済発展国家戦略
- セクター開発戦略

2.2 経済の状況

2.2.1 経済政策

上述の3ヶ年計画におけるセ国の主要経済政策は下記の通りである。

- マクロ経済、通貨及びインフレの持続的安定
- 経済・社会改革の急速な実現(経済改革と民営化の完了)
- 制度改革(政府、地方政府等を含める)
- 雇用率の上昇と生活水準の向上

GDPの成長率を7.2%、2009年にインフレ率を4.5%に減少させることを政策の目標値として設定している。これらの優先的な経済政策は、政策毎に個別の政策から構成されている。即ち、インフレ、為替レート、金融、国際関係、雇用、歳入等の政策が策定されている。

2.2.2 国家予算

国家予算は、「予算制度法」(2002年施行)により立案・施行されている。同法は、予算準備、手続き、予算の実施、債務と保証、予算会計と報告、予算管理と会計監査、国庫等から構成され、各省での立案、政府の承認、国会承認等日程を含めて、細部に亘り規定されている。また、同法に基づき、国家予算は公開されている。予算には、国家全体の予算、各省庁予算、資産、ローン、債務の返済等詳細にされている。

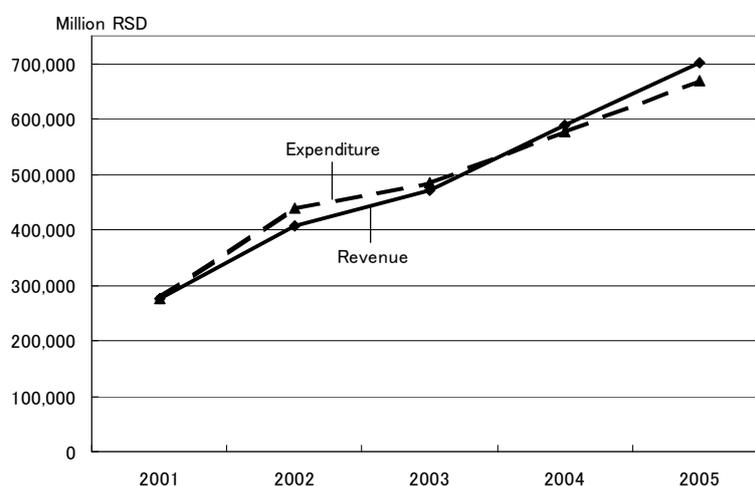


図 2.1 歳入・歳出の推移

国家予算を歳入・歳出で見ると、確実に両方とも増加している、2004年から財政黒字に転じている。これは、予算が再建に効果を挙げていることを意味し、債務への負担が軽減されていることを示唆する。

2.2.3 マクロ経済

(1) マクロ経済

財政改革、インフレ抑制、金融改革、自由貿易協定、銀行の再建、民営化の推進などの経済政策の実行で2001年以降マクロ経済は、急激に改善されている。GDP成長も2005年6.5%であり、一人当たりGDPも3,158ドル(財務省データ)で年々上昇している。これは、投資の促進と企業の再建が進み、生産性が回復してきている結果である。

表 2.1 経済発展の主な指標(2001～2005)

| | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 |
|--|-------|---------|---------|---------|---------|
| GDP in current prices, in CSD billion* | 783.9 | 1,020.1 | 1,171.6 | 1,431.3 | 1,750.0 |
| GDP, real growth, in % | 5.1 | 4.5 | 2.4 | 9.3 | 6.8 |
| Inflation, period average, in % | 91.8 | 19.5 | 11.7 | 10.1 | 16.5 |
| Inflation, end of the period, % | 40.7 | 14.8 | 7.8 | 13.7 | 17.7 |
| Current account of the balance of payments, without donations, % GDP | 7.4 | 11.0 | 9.6 | 13.5 | 9.8 |
| Unemployment rate, in %** | 24.7 | 27.1 | 27.8 | 28.0 | 29.2 |

* Estimates ** Including insured farmers Source: MoF and NES

(2) 投資促進

副首相の直属機関の投資輸出促進庁(SIEPA)は、投資促進の民間との窓口機関であり、促進機関である投資家サービス部、市場・解析部、輸出促進部などから構成される。最近の外国直接投資の増加(2005年15億ドル、2006年40億ドル)が、投資環境の整備につながっている。

しかし、鉱業分野へは、まだ投資が進んでおらず、SIEPAも鉱業分野は重要部門に挙げているが、具体的な投資促進が行われておらず、SIEPAの活動範囲にまだ入っていないことが現状である。

外国投資は、2005年(15.5億ドル)から2006年(41億ドル)にかけて急激の増加している(図2.2)。この増加は、民営化が着実に進捗していること、経済活動が活発化してきたこと、セ国の投資環境が改善されていることを示し、同時に失業率の増加ポテンシャルをも有する。

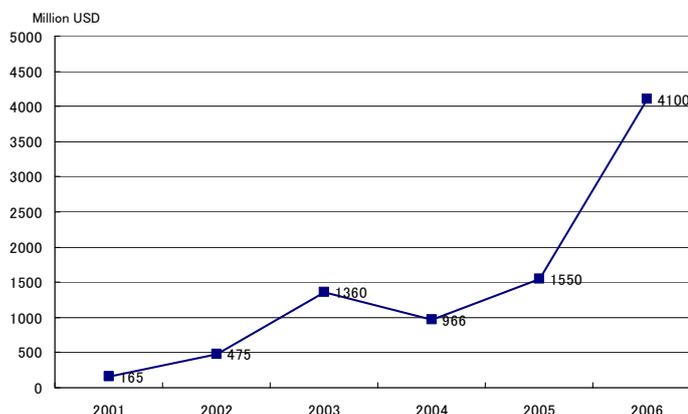


図 2.2 外国直接投資の推移

2.3 鉱業の概況

2.3.1 経済における鉱業の役割

鉱業セクターの再建は始まったばかりである。金属鉱業は生産物が国際商品であり、生産物は加工産業に直結し、国内供給ばかりでなく、工業製品や輸出製品としての輸出商品としても位置づけることができる。また鉱業活動は、地域社会を発展させ、雇用の場となり、ローヤリティや税は歳入源となる。このように、鉱業は GDP、歳入、貿易収支、雇用等マクロ経済及び経済発展に貢献する他、地域経済、工業化、輸出産業、派生産業に直接係り、経済に及ぼす影響は高く、重要な役割を果たす。したがって、適正なローヤリティや税率は、鉱業の役割と経済への貢献及び鉱業の実情を踏まえて、鉱業法の中で定める必要がある。

セ国の鉱業は、石炭、工業材料、建材及び銅・亜鉛を主とする金属鉱業から構成される。2006 年における GDP に占めるシェアは 3% と見積られ、1990 年代後半から同様のレベルで推移されている。

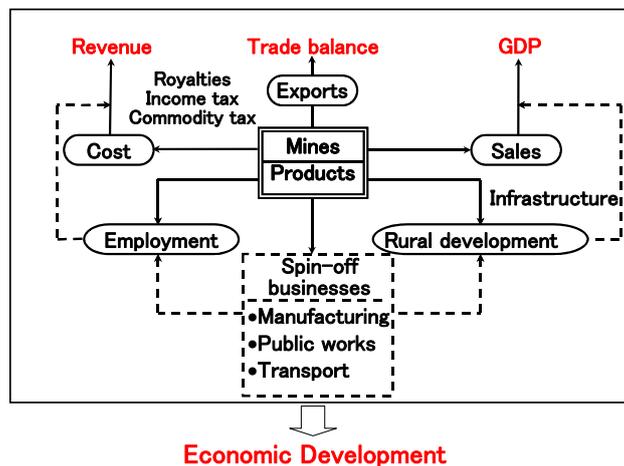


図 2.3 鉱業の経済の中での役割

2.3.2 鉱業事情

鉱業はセ国経済の基礎として 300 年もの長い伝統を有する。1990 年までは、現在の価格にすると、年間鉱業生産は約 35 億米ドルであったが、残念ながら、今日の生産高は 13 億米ドルに落ち込んだ。

1904 年に仏人が Bor 鉱山会社を設立し本格的な開発され、鉱業が開始された。第 2 次世界大戦の後、幅広い鉱業活動が展開され、鉱業は長い間国内産業を代表する地位を占め、セ国経済の基礎を構成した。特に鉱山・製錬コンビナート(RTB Bor)は、鉱山と製錬所の設備を有する核となる会社から構成され、1.5 万人の従業員を有し、更に銅の加工や銅鉱から貴金属の精製を行う従業員数 6 千人以上の子会社を有していた。

しかし、自主管理社会主義時代の経費の掛かる操業や持続不可能な財政状態のため、巨大な負債を抱えた。過剰人員と老朽化した装置修繕への投資不足は直接生産減に影響を与え、更に銅の低価格が経営の悪化を招いた。会社の生産、組織的、財政的統合等を含む再

建計画が立案されたが、2006年9月より、RTB Borの民営化が進められている。民営化や世銀の支援で、依然大きな負債の解消を始め、環境汚染への解決、鉱害防止対策の設備機械への再投資等、今後解決が図られる予定である。

また、鉛・亜鉛はRudnik、Lece、Grot、Veliki、Majdan及びSuva Ruda等で採掘されており、鉛精鉱と亜鉛精鉱を産出していた。貴金属とレアメタルはベースメタルの処理プラントの副産物として回収されている。幾つかの処理廃滓はレアメタルや貴金属が鉱山の鉱床よりも高品位である。しかし、既に民営化し経営の黒字化を果たしたRudnik鉱山を除き、上記Borの場合と同様に、経営困難な状況で民営化の途上か、民営化されたが、休山状態となっている。あるいは一部再開への準備が始まっている。

石炭はKolubara及びKostolac石炭地域で大規模な露天掘で操業されている。その95%が火力発電所用である。大規模炭鉱は現在、再建中でまだ民営化は具体化されていない。それらの99%は国営セ国電力公社(EP)S)である。中小規模の露天掘や採石場は工業原料や建設材を生産しており、セ国鉱業の重要な役割を果たしている。中小規模鉱業が建設材工業、交通インフラや化学工業への新しい投資を通じて発展する可能性を有する。

Borはブルガリアとルーマニアの国境近くにあるため、これらの環境汚染は同時に国境横断公害の源にもなりうる。また、亜鉛・鉛鉱山もBorと同様に、重金属による土壌、水質汚染が存在し、廃滓の流失の懸念を抱えている。Veliki Majdanでは、2001年に廃滓堆積場の一部が決壊し、廃滓を流失した。これらの問題への抜本的な取組が未だなされていない状況もある。

旧社会主義時代の鉱業セクターの管理が未だ残存しており、現在、鉱業政策、鉱業法などの改革が世銀の支援で行われている。

表 2.2 セ国鉱業の特徴と現状

| Features | Current State |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Possesses “full set” of technologies (exploration, mining, dressing, smelting, manufacturing) ● All mines except Bor are small/medium scale ● Both underground and open-pit mines exist ● Mostly base metals are mined ● Mining methods, geological survey methods, regulations, etc., remain from Socialism era | <ul style="list-style-type: none"> ● Privatization is leading to the restructuring of all mines and smelters ● There is still a sense of self-managed Socialism ● Technologies, equipment, etc., are aging ● The system will be made more economical ● Pollution is becoming more noticeable |

2.4 財務会計

2.4.1 セ国の会計基準と国際会計基準の導入

セ国の会計基準は、2002年施行の法律 ‘Accounting and Auditing Law’ によってはじめて国際会計基準・IFRS(International Financial Reporting Standards・以下IFRS)・IAS(International Accounting Standards・以下IAS)を採用することとなった。この2002年の法律は、小、中、大を問わず全ての法人、会社、銀行、金融機関、保険会社、証券会社等に適用された。また、利益を目的に経済活動を行い所得税の申告を行う必要がある個人もこの法律の適用を受けた(ファイナルレポート巻末資料Iの1)。

2006年の新法‘Accounting and Auditing Law’は、2002年の旧法を更に推し進め、第15条、24条に於いて、本法の適用を受ける法人、個人事業主はIAS, IFRSを全面的に採用した会計フォーム(財務大臣が制定)により取引を記帳すべきことを明記している。これにより、本法の適用を受ける法人、個人事業者は、財務省、セルビア中央銀行(金融機関の場合)の定める統一フォームによる会計処理を行うことが義務付けられ、国際会計基準・IAS, IFRSの採用が明確化されるに至った。

また、国際会計基準の実施面を強化するため、新たに Chamber of Certified Auditors(以下 Chamber)を新設した。Chamber は本法により財務大臣の指揮下に設立される公の組織であり、Auditing 業務上の観点から国際会計基準のモニタリング、普及に関わる重要な任を負っている。会計監査人への教育、訓練、ライセンスの発行等監査人の質の向上により国際会計基準の普及推進を図っている。

2.4.2 会計基準の概要

セ国の会計基準は、新法・2006年施行の法律 ‘Laws on Accounting and Auditing’ によって、国際会計基準・IFRS、IAS に従った財務諸表を作成することが更に明確に規定されるようになったが、その概要は以下の通りである。

(1) 2006年会計法の適用範囲

全ての法人、個人企業家は国際会計基準による財務諸表作成、報告の義務を負っているが、新法では小企業、個人企業家はこれを強制されず自発的にこれを採用することが望ましいとされている(第2条)。

(2) 会計監査

2006年会計法の適用を受ける全ての中企業、大企業は、旧法同様ライセンスを有する Auditors によって International Audit Standards に従った監査を受けなければならない(第37条)。この他に、連結決算書の作成を求められている企業、及び証券を発行している企業も同様な監査を受けることが義務づけられている。

(3) 財務報告書の登録と保管

中企業、大企業は、年1回財務報告書を National Bank of Serbia(セ国中央銀行)へ登録しなければならない(第31条・旧法では、登録先を the authority 等の表現で明確化されていなかった)。セ国の会計年度は、1月1日から12月31日と定められているが、年次財務報告書は、会計年度の翌年の2月28日迄に、Auditors Opinion は9月30日迄に、連結財務報告書は4月30日迄に、それぞれ提出し、登録しなければならない(第31条)。登録された財務報告書は、公の情報としていつでも閲覧可能な情報として扱われ、中央銀行はこれを20年間保存する(第33条)。

2.4.3 セ国会計基準の特徴

セ国で適用されている会計基準は、2006年の会計、監査法により国際会計基準・IAS、IFRS を既に適用しており、会計、監査の法制度上は世界標準との差異はない。ただ、同法の実際の適用、施行はセ国財務省制定の同法施行規則、細則によって実施されている。

因みに、社会主義旧体制下の会計、監査法と 2002 年以降の新法との最も大きな両者の相違点は、固定資産の評価方法が簿価評価のみによって行われており、時価評価方式は採用されていなかった点ではないかと思われる（急激なインフレの場合は、固定資産の再評価が行われていたが）。社会主義経済下では価格統制や官製価格が主流であり、市場経済の観念が希薄なため固定資産を時価評価するという考え方がなかったためと考えられる。

尚、会計基準運用上において、財務諸表の提出先、管理責任者として中央銀行である The National Bank of Serbia が最終的モニタリング、評価を実施している。中央銀行は、金融機関のみならず全ての産業の法人、個人企業家の財務諸表を中央銀行が一括して管理している。

2.4.4 会計基準と財務の課題

セ国会計基準は、上記の通り 2006 年会計法により IFRS の採用が義務付けられ、情報開示方法等に若干の問題は残るものの法制度上は国際的に十分通用する水準に達している。このように、セ国会計基準は法律的、制度的には IFRS、IAS に準拠しており、セ国会計基準と国際会計基準との間に大きな相違点はない。ただ、実際の運用面では、国際会計基準が 2006 年会計法の規定通り正確に運用されていないのではないかと考えられている。現状の鉱業企業の財務諸表は、民営化の最中であるため、開示されていない。Grot 鉱山では、バランスシートと損益計算書のみ開示されたが、他の財務諸表は作成されていない現況である。セ国資本で民営化された Rudnik 鉱山では、国際会計基準(現在のセ国会計基準)を導入して、作成され始めたばかりである。

2.5 セ国のインフラ

セ国のインフラは比較的発達しており、鉱業投資国としては、投資環境は整備されている方であると言える。ここでは、道路、鉄道、河川輸送、電力及び電気通信に関する基本的な情報を示す。

2.5.1 道路

セ国の分類した道路網は、幹線道路、地域道路及び地方道路に定義、分割される(道路法)。セ国の公道の全長は 40,845km である。表 2.3 に詳細を示す。

表 2.3 セ国の道路網(2002 年当時)

| 分類 | 道路長(km) | 割合(%) | 舗装率(%) | 砂利(%) | 未舗装率(%) |
|------|---------|-------|--------|-------|---------|
| 幹線道路 | 5,525 | 13.5 | 96.4 | 2.1 | 1.5 |
| 地域道路 | 11,540 | 28.2 | 79.4 | 12.8 | 7.8 |
| 地方道路 | 23,780 | 58.3 | 42.8 | 31.7 | 25.5 |
| 合計 | 40,845 | 100.0 | - | - | - |

セ国は欧州-中近東方向に流れる大きな交通幹線があり、幹線道路の約 40%を占める(2,150km)。1997 年にヘルシンキで開催された第 3 回汎欧州運搬会議で、Corridor10 が欧州主要交通ルートに含まれることが決定された。セ国内で Corridor10 に決定した道路網の全長は 800km である。セ国の幹線道路を主に表示した道路を図 2.4 に示す。同図には、総ての地域道路や地方道路は表示されていない。

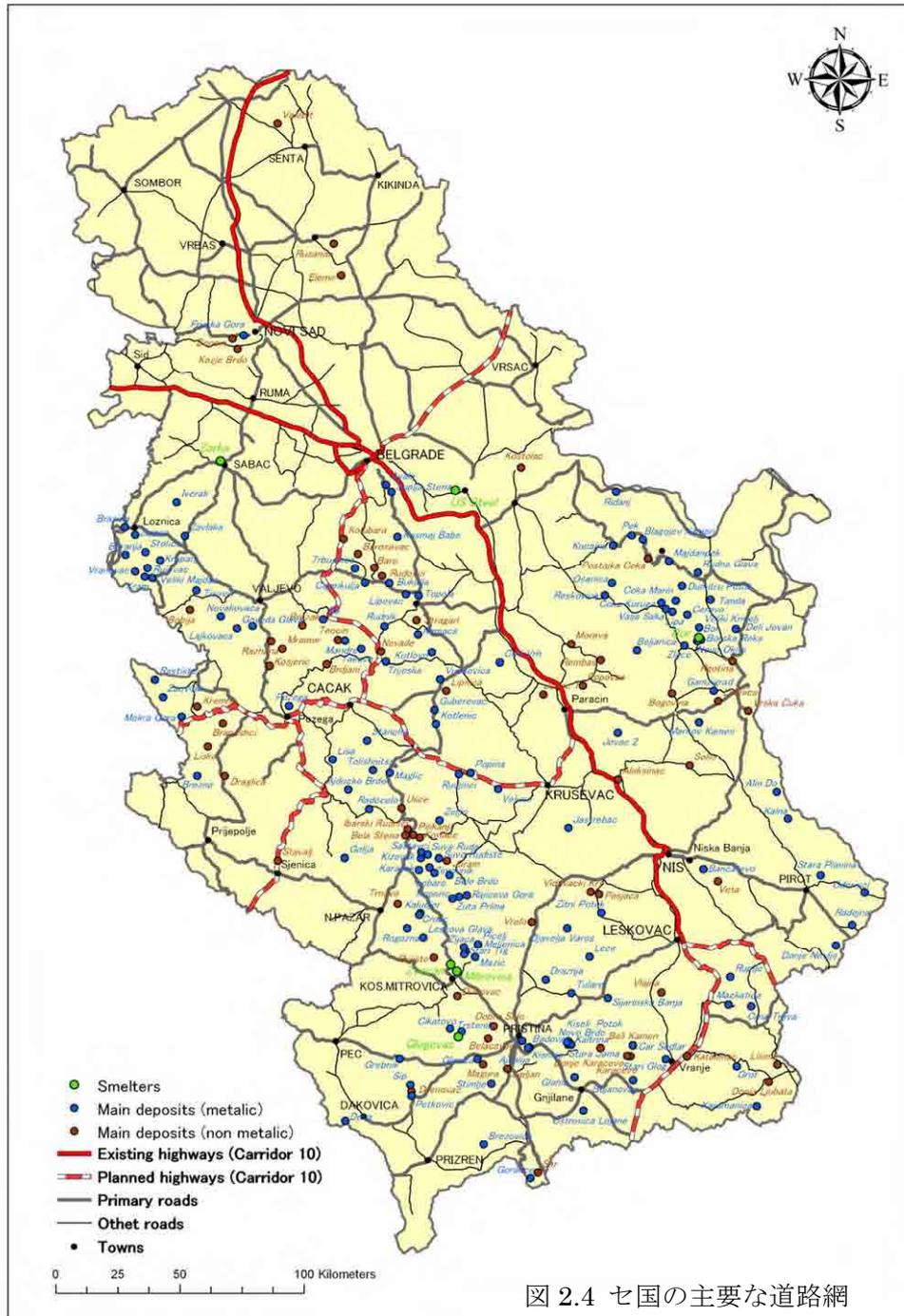


図 2.4 セ国の主要な道路網

2.5.2 鉄道

セ国鉄道の基本的な活動は、乗客と貨物の運搬、列車の牽引、列車と貨物の牽引、列車と貨車の補修、軌条の補修と検査、線路と駅舎の検査他である。セ国鉄道の基本要素は次の通りである。

線路長：3,808.7km

電線長：1,196.1km

幹線ルート：1,767.5km

専用線：772.6km

機関車：417 ユニット

客車：797 車

貨車：4,800 車両

貨物運搬量(2002 年)：9.325 百万 t

従業員数：22,271 人

セ国鉄道は EBRD、欧州投資銀行からの融資を受けて、貨物車両の整備や Corredor10 を中心に鉄道の近代化を進める予定である。車両と鉄道の近代化により、大量の運搬が可能となり、輸出により国内経済が改善される。

鉱業関連での鉄道利用のかなりあり、例えば RTB Bor の Majdanpek の精鉱の精錬所への運搬、石炭の Kolubara で生産した石炭を発電所までの運搬などを担っている。

セ国の鉄道網を図 2.5 に示す。



ベオグラード駅の客車プラットフォーム



ベオグラードの貨車引込み線



図 2.5 セ国の鉄道網

2.5.3 河川輸送

ダニューブ川はセ国の内国水上輸送システムの柱であると共に、ライン-マインの欧州横断内陸水路と共に、欧州内陸水路網の主な連絡を代表する。

巨大な河川であるダニューブ川は、その特殊性で他の河川と区別される。ダニューブ川は、長さ 2,680km とか流域面積 817,000km² のようなその自然の特性が特異なのでなく、欧州における戦略的、経済的な立場が特異なのである。完全に航行可能な国が 10 カ国にも

上るのは地上で唯一の河川である。

利用可能なデータによると、全ダニューブ川の運搬能力の 10%のみが使用されており、特に 1999 年の NATO 空爆と Novi Sad の橋の崩壊後は、更に数値的に低くなっている。ダニューブ川の国際運行は事実上停止し、国内河川輸送のみが限定的で危険な状況で運行されている。

鉱業で河川輸送の利用例としては、US スティールが製品を輸出するのに利用している。

2.5.4 電力

(1) セ国の電力事情

給電行政担当 MEM の電力部であり、当部は分析課(5名)と査察課(7名)から成る。発電源別の割合 2/3 が石炭で 1/3 が水力である。総発電量は 35~38GWh である。需給バランス 10月~3月(冬季)は暖房のため不足し輸入するが、3月~10月(夏季)は余剰電力があり輸出する。年間を通じて、丁度バランスしている勘定である。電気料金 家庭用と工業用と異なり、料金体系は複雑であるが、平均すると 4.72c ユーロ/kwh である。将来の電力不足を予想して、新たな発電所建設(700MW×2基)を 5~6年後に建設する計画を持っている。この秋に国際入札を図る予算は 1,000 ユーロ/kwh であり、資金は UE を中心とした多国間援助を期待している。

(2) EPS(セ国電力会社)

EPS は 2005 年 7 月 1 日に設立されたセ国電力株式会社で、100%の株をセ国政府が持ち、政府が総ての取締役を任命する。EPS の基本的業務はセ国経済と住民の電力需要を満たすことであり、給電はセ国民 330 万人に及んでいる。

EPS の総発電能力は、8,355MW(2007 年 1 月 31 日現在)で、内訳は亜炭による火力発電 5,171MW(62%)、ガスと液体の混合発電 353MW(4%)、水力発電 2,831MW(34%)である。

EPS はセ国最大の亜炭生産者で、年間約 3,365 万 t(2004 年)生産している。石炭は、Kolubara 及び Kostolac の 2 炭鉱で生産している。何れも比較的近くに火力発電所がある。Kolubara では全体の 75%、Kostolac で 25%の亜炭が生産される。前者は Nikola Tesla 火力発電所に 30km 運ばれ使用され、後者は Kostobac 火力発電所で使用される。剥土量は前者が 6,773 万 m³、後者が 2,272 万 m³ である(2004 年)。

2.5.5 電気通信

(1) 固定電話

- 「Telekom Srbija」が、固定電話の免許を有する唯一の会社である。2003 年以降、「Telekom Srbija」には、2 つの株主がおり、1 つは国営の郵便・電話・電信会社「Srbija」(80%)でもう一つはギリシャの会社 OTE(20%)である。最近の固定電話数は増加しており、2005 年には 253 万になっており、セ国全所帯数の約 37%となっている。

(2) モバイル電話

- セ国でのモバイル利用可能地域は全土の 90%である。2006 年に、セ国には、3

つのモバイル通信網サービスの許可を出した。それらは、Telekom Srbija、Telenor ASA 及び mobilkom Austria AG である。モバイル利用者の増加は急激で、2005年の時点で 551 万人が利用している。

(3) インターネット

これも急激に増加しており、2005年には全利用者は、76 万人達するが、その殆ど(93.6%)がダイヤル方式で、他のシステムの利用は余り進んでいない。

(4) ケーブルシステム

2006年12月15日から、ケーブル網によるラジオ、TVの番組の配信許可が出された。2005年の時点のケーブルシステム利用者数は 54 万人である。

第3章 鉱業の現状

3.1 民営化

2004年9月 Rudnik 鉱山(Pb、Zn、Cu)の競売による民営化の開始により、順次鉱業分野の民営化が、民営化庁により実施されてきている。2006年に入り、ベースメタル、金、レアメタルの建値が高水準で推移して以来、鉱山の民営化は加速しており、Zajaca(Sb)、Veliki Majdan(Zn)、Suva Ruda(Zn)が競売で売られている。また、RTB Bor も2006年9月より入札をスタートさせ2007年4月まで、落札した企業と政府との契約交渉が行われたが不成立となっている。また、2007年9月より再度入札が開始され、2008年2月現在、落札者と政府との最終交渉段階にある。現在、Grot(Zn)、Lece(Zn,Au)は破産状況で管財人の管理下であったが、2008年3月 Grot の競売が計画されている。Zorka(Zn)製錬所も2007年2月より入札が開始されていたが、入札は成立せず7月から再度入札が行われて、現在落札企業との交渉が行われている。全体に金属鉱業の民営化は遅延状況にある。

表 3.1 民営化対象鉱山

| 対象 | | 現状 |
|---------------|-------|--------------------------------------|
| Zorka 製錬所 | Zn | 2007年7月2回目 tender。2008年2月現在、そのプロセス中。 |
| Grot 鉱山 | Pb、Zn | 破産、操業中。競売予定。 |
| Lece | Zn、Au | 破産、競売予定。 |
| Veliki Majdan | Pb、Zn | 再建準備中。民営化。 |
| Suva Ruda | Pb、Zn | 破産、競売実施。再建準備中。 |
| Karamanica | Zn | パイロット的に過去操業。現在外国企業探査権所有。 |
| Zajaca | Sb | 閉山中3鉱山売却済。現在再開準備中。 |
| Rudnik | Zn、Cu | 2004年民営化。 |
| RTB Bor | Cu、Au | 2007年9月現在 tender 実施中(2回目)。落札企業と交渉。 |

セ国の民営化作業での大きな問題点は、上述した通り、①民営化後の民間主体による生産を行うための整備やサポート体制を配慮していないこと、②民営化対象鉱山の取得希望企業の鉱業活動への能力評価を行わなかったことを指摘できる。

3.2 投資環境と投資促進

3.2.1 投資環境

現在、金属価格が高水準にあり、外資導入により鉱山・製錬所の生産性回復には絶好の機会である。

しかし、セ国の国営時代の鉱山における投資は下記のような理由で機会は少なかったため、投資環境として、現在その影響が現出している。

- 鉱山の新たな鉱量を得る探鉱は、経済的な理由で不可能であった。
- 中央計画経済の生産目的を果たすため、環境的・社会的な義務を無視重視しなかった。

鉱山及び製錬所は、古いインフラや機械類や蓄積した負債で非採算的で多くが破産状況にある。環境と社会的な問題の遺産及び鉱量の不確かさ、投資に対するリターンの見込みを意味あることにする能力、機械・処理プラントの再設置及び新技術と近代的なプロセスへの導入と市場経済に適した従業員の再教育のコスト等が、投資を促進できなかった結果

となっている。民営化計画を作成するためには、まずセクターの現況を考える必要があり、投資環境として評価が行われるべきである。市場経済下での投資環境改善をしなければならず、以下に点が挙げられる。

- マクロ経済の安定を強化し持続可能な成長に貢献するために、政策、法的、財務的改善を遂行すること。
- 国家利益に適うように鉱物資源から取得する恩恵を最大化するために、地質資源を完全に理解し、投資家に供給できるデータの整備が行われること。
- 成長の財源となり得るかを定めるために、地質資源及び鉱物予想を見直し、評価し、優先化すること。

政策、法律、規則及びセクターの財務的制度は緊急に改革する必要がある。

3.2.2 投資環境分析

投資家は現行の鉱業セクターにおける法的、行政的構造に混乱している。現在、セクターの法的枠組は1995年鉱業法、2006年の修正及び1995年の地質探査法に従う。

セ国では、鉱物は国家に帰属する。現行の法では、セ国の法的団体(会社)はMEMを通じて探鉱及び採掘許可取得を申請する。外国の投資家は、鉱業権申請前に、セ国に登記されたビジネス(事務所設立か会社設立)を確立する必要がある。これは投資促進に必ずしも良い影響を与えない。セ国は鉱業セクターの発展に関して、1995年の法的枠組を補佐するための鉱業規則が不十分である。明瞭性と透明性の欠如は、鉱業活動に対して管理と非効率の重荷に繋がる。セ国投資に含まれるリスクの原因となり、投資家への投資判断のマイナス要因(阻害要因)となる。このような投資家が直面する主な問題は次のように要約し、分類できる。

(1) 政治的・経済的安定

投資家には、政治的経済的安定性は重要である。鉱業は大きな初期投資を必要としており、リターンは長い年月に亘る。このことから、投資家は規則がプロジェクトの期間を通して安定していることを求める。

(2) 法律

明確な法で与えられる信頼は、法の実行は投資家と政府間での総ての法的、規則的処理における透明性が伴うことで改善される。法は、投資家にやる気を起こさせるものであり、政府が投資プロセスを妨げるために、使われるべきではない。

(3) 鉱区と許可

一般に国際的には、投資会社に探鉱し許可した鉱区で見つかった鉱物を採掘する権利を与える。総ての許可と鉱区の管理は、通常鉱区事務所で行われており、国際的に合意された地理座標システムで表示されている。セ国はこのような事務所又は組織の確立を必要としている。

許可が認められれば、投資会社は保有権が保証されなければならない。この点に関し、新法では所有者は探鉱から鉱山開発まで、そして法に記した原則に基づいた生産が許可さ

れている。

総ての投資家は、政府との交渉では平等に取扱われるべきである。探鉱権の申請の場合には、先願主義が普通である。権利の譲渡は、その譲渡が法に準じていれば、何の障害もあるべきでない。探鉱から生産に移行するために、投資家は新しいパートナー或いはオーナーさえも導入する必要があるかも知れない、そして本来の投資家の権利は、新しい投資家が貸手に譲渡可能とし、プロジェクトが終わりまで進捗するようにすべきである。

(4) 地質情報

セ国は投資家にもっと良い地質情報を提供する必要がある。現在、一般的には、1:25,000の縮尺の詳細な地質調査所が作成した地図の提供に基礎を置いている。この地域データは1:100,000、1:250,000の地方地図及び1:1,000,000の全土地図でも提供される。この問題を解決するには、1つの省が総ての地科学データ、計画、地図作成及び配布に対して明確な責任を持つことである。

もう1つの地質に関する問題は、投資家が探鉱の技術的な決定(探鉱技術、鉱区のボーリング配置や深度、ボーリングデータ解析や報告)の認可を取る必要があることである。これは、ポテンシャルに関連した適切な調査レベルに関する自分達の最初の仮定に基づくボーリング及び最初の結果に基づく不足分を満たすボーリングに対して投資家に自由を与えることが不可欠である。

3.2.3 投資促進

投資促進は、SIEPAをコアとしてすすめられており、投資環境の整備が徐々になされている。

しかしながら、企業負担の社会税や労働時間内の食費などは、労働法に規定され、これらは民営化企業への負担となっている。民営化時、民間企業は、国営企業の負債の返済及び再建への投資が業務づけられており、経営が軌道に乗る期間における免責や市場経済に適合する法律規則の改善をしていかないと投資促進に影響を与えることになる。また、民間による生産回復に時間がかかる。したがって、投資促進のための環境整備すべき事項を抽出し、整備の促進をしていかなければならない。特に鉱業部門は国営企業での人的、物的投資がほとんどなされておらず、生産競争力も低い。民営化により生産を開始する企業への費用負担軽減策を講じることが投資促進に結びつく。国際セミ尚通して、セルビアの資源ポテンシャル、民営化鉱山の再建をアピールしても鉱業法、鉱業組織の改善や上述のような法律規則に至るまで体系的整備をしていかないと継続的な投資促進を果たしていくことは難しい。したがって、政府として投資促進を体系的に検討し、改善していくためにSIEPAが担っていくか、セクター別に時限的投資委員会を設置して実施していくか、検討が必要である。民営化後の投資促進のための課題の抽出とその解決をSIEPAあるいはこのような委員会によって実施されることが必要である。

3.2.4 日本からの投資

日本企業で唯一セ国に投資している企業は、日本たばこインターナショナル(JTI)である。

JTI は、2001 年に事務所を設立し、5 年間周辺国へのマーケティングを含めて投資環境を調査した。その結果を踏まえ、2006 年 5 月に民営化による国営のたばこ工場を買収し、改修し、シガレット工場を建設して合計 170 億円の投資を行い、2007 年 3 月より生産が開始された。JTI のセ国での投資への成功ポイントは、次の通りである。

- セ国の投資環境は年々良くなっている。
- セ国人は人材としての質が高く、マネージメント次第で生産活動が可能である。
- リスク分析を行い、5 年間の投資環境調査を踏まえて、戦略を立案した。
- マーケットはセ国国内だけでなく、周辺国も含めて市場対象とした。
- シガレット工場を新設し、最終製品迄の一貫体制を構築した。

3.3 世銀プロジェクトと国際支援

3.3.1 世銀プロジェクト

世銀は RTB Bor 及び当該地域に対し、再建案の財務分析費用、環境保全融資、離職者対策への支援を行っている。老朽化した設備・機械、経営・生産の非効率なシステム、マーケットの喪失等に起因して生産量の大幅な低下、累積負債(2004 年時点で約 5 億ドル)と環境汚染問題からの経営危機からの脱出・再建と Bor 地域社会経済の復興を目的としている。

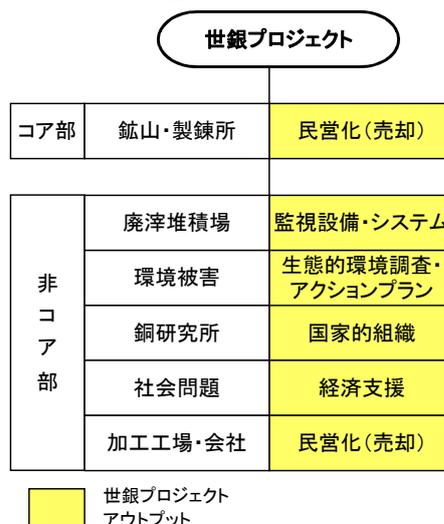


図 3.1 世銀プロジェクト

3.3.2 国際支援

鉱業分野へのドナー国、国際機関の支援は、世銀、によって主として実施されてきている。世銀は、RTB Bor の民営化、RTB Bor 関連の環境問題及び社会問題への調査と解決を計画・実施している。この他、鉱業法の改善、鉱業政策の立案も対象としている。

3.3.3 EU ファンド

EU ファンドを IPA(Investment for Pre-accession Assistance)と言い、セ国は EU 加盟国になるための準備として、2001 年より支援を受けている。180 百万ユーロ/年の供与が毎年 EU からセ国政府に供与されている。これは、無償資金で返済の必要はない。プロジェクトの予算は、年 5 百万~20 百万ユーロで、年間 10 数件のプロジェクトが財務省によって採択されている。各省よりプロジェクトのコンセプトアウトラインが提出され、財務省、EU によって検討される。

3.4 鉱業政策

世銀の支援により、カナダの鉱業コンサルタント(John Gamman Associates Inc.)によって2007年5月鉱業政策(鉱物政策)枠組のドラフトが策定されている。政策枠組における戦略的骨子として以下を挙げている。

- 競争力あるビジネス環境作り、民間セクターの参加を促進させる
- 世界級的环境管理と監視を育成する
- 鉱業、地域及び住民との有益な相乗効果を確実にする

3.5 鉱業行政

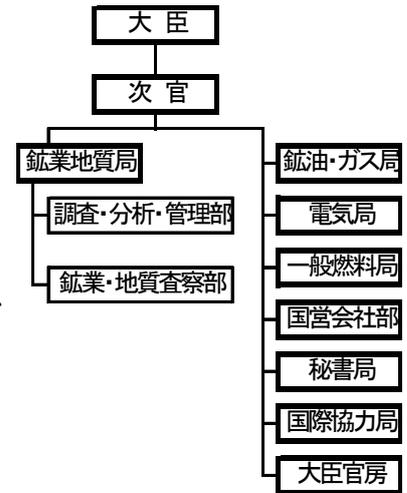
3.5.1 エネルギー・鉱業省(MEM)と環境保護省(MEP)

(1) MEM

1997年に発布された新鉱業法に示すように、MEMは鉱業規則の確実な運用に責任を持ち、全国での鉱業部門の総ての活動を調整する。鉱業に関連したMEMの主たる目的は、

- ① 鉱業、エネルギー、鉱油・天然ガスの生産の管掌、
- ② 地下水以外の詳細地質探査の実施及び年度・中期計画の策定、
- ③ 鉱業法、地質探査法、エネルギー法等種々の法律の適用の管掌である。

MEMの総員数は約70名である。MEMの組織を右に示す。



(2) MEP

環境保護省の主な業務を下に示す。

- 環境保護システムと天然資源(大気、水、土地、鉱物、森林、魚及び野生動植物種)の持続的利用。環境保護戦略計画の策定と文書化。
- 天然資源と地下水資源の持続的利用のための基本地質調査計画等の策定。
- 自然保全。重要な自然保護地域の識別と保護の実施。
- 雑音と振動からの保護。
- 電離及び非電離放射線からの保護、管理。
- 絶滅危惧種、野生動植物の輸出入及び移動の許可と保護。
- EIAの審査、廃棄物の輸出入及び移動の許可、化学物質及びオゾン減少物質の管理。
- 環境モニタリングと環境情報システムの管理。
- 大気及び水の越境汚染、危機管理。
- 国際協力。気候変動とオゾン層の保護。
- 環境査察、汚染防止業務

図 3.2 MEMの組織図

(3) 地質研究所

地質研究所は、2006年9月1日にGeozavodとGeoInstitutが合併して出来た政府研究機関であり、いずれの省にも属さない独立した研究所である。

現在の地質研究所は、6部門からなる。

- 地質部
- 鉱物資源部(金属、非金属)
- 水理地質及び地質工学部
- 実験研究室
- コンピュータデータ処理室
- 試錐部

人員は約 200 名であり、学士以上の地質技師が 120 名在籍している。合併時は約 300 名であったが、重複業務等の理由で 100 名を減らした。2006 年の収入予算は 400 万ユーロで、そのうち 86%が国内と海外の調査業務であり、14%が MEP からの地質探査業務である。

(4) 鉱業研究所

ベオグラードの鉱業研究所は、1960 年にセ国政府と一群の鉱山会社により設立されたもので、作業の最適安全と環境保護の視点を持って、広範な研究と知識と経験を移転することにより、ユーゴスロビア鉱業に最新の方法と技術を導入することを意図した優れた組織を作る目的を有していた。

研究所の活動と開発は、2つの主な傾向で行われてきた：鉱業と工業技術に直接・間接に関係する技術的、工学的及び自然科学研究の分野の基本・応用調査。

研究所は独立した会社として機能しており、セ国科学技術省から出された決議に基づき、研究・調査機関として認められている。必要な専門家、職業スタッフ、機器や設備を擁している。

(5) 鉱量委員会

鉱量委員会は、鉱山、探鉱会社から提出される鉱量評価書を評価し、国家登録するための機関である。委員は地質探査法によって、MEM 大臣が委嘱する。

- 委員会は殆ど毎月、少なくとも年に 10 回開催される。
- 1 回の開催で 6~8 程度の鉱床(石油、石炭、金属、非金属)について審議される。鉱種は、鉛・亜鉛、大理石、石灰岩、石材などが多い。

3.6 鉱業法と鉱業権取得手続き

3.6.1 鉱業法と問題点

セ国には、鉱業法と地質探査法が存在する。前者は 2006 年 4 月、世銀の支援によって一部改訂された(新鉱業法)。新鉱業法では鉱業庁の設置とロイヤリティ比率の設定とロイヤリティの各関係機関による配分が定められている他は、旧鉱業法と大差はない。第 3 者への鉱業権の移譲について明記されておらず、かつ民営化による鉱業権の移譲も同様である。また、地質探査法は、地質探査の条件、方法や政府機関(MEM)の情報取得への探鉱費の 5%の支払い、探査結果の報告などが規定されており、社会主義時代の探査への国家管理が残存している法律となっている。

3.6.2 鉱業権取得

探査権は 50km² が最大許可面積であり、1 年間の期間が与えられる。探査結果を提出し、

不必要な地域を減区して申請し、更に 1 年の探査権が取得できる。探査権は申請から探査権取得まで約 1 年の期間を要する。また、鉱区図は公開されていない。したがって、鉱区図の公開、手続の簡素化、探査期間など問題が多く、探査活動促進にブレーキがかかる。更に探査権取得には、現地法人の設立や事務所設立が条件となっている。

開発権を取得するためには、詳細探査を実施してカテゴリー C1 精度以上の鉱量を計上し、鉱量評価委員会から鉱量証明書の入手が必要となる。また鉱山開発計画書の認可、並びに農業・森林・水及び環境保全に関する所轄官庁からの計画書の認可など、国家機関の承認が大きく鉱山開発に関わっている。

3.6.3 地質探査権の取得手続きと問題点

(1) 地質探査権の認可手続

1) 取得手続き

- ① 許認可地質探査鉱区の登録状況の調査
- ② 地質探査計画(Project)の作成
- ③ 関係省庁からの地質探査の許可取得
- ④ 別の有資格機関による地質探査計画のレビュー
- ⑤ 地質探査計画の提出
- ⑥ 地質探査権の認可

2) 問題点

- 探査権申請前に、詳細な地質探査計画を作成しなければならず、また MEP や文化財保護や市、地方の関係機関の許可を得なければならず、約 1 年の期間を要する。
- 審査は 60 日ではなく、実際には数ヶ月掛かり、時間を要する。
- 探査権認可後、鉱業権者は探査鉱区毎に四半期の探査結果レポートを年 3 回、更に年報 1 回提出が義務づけられており、地質責任者にとって大きな負担になっている。
- 地質探査権の移譲が出来ないため、ジュニア企業などに取ってセ国での探査事業は大きなリスクとなっている。

(2) 鉱物資源鉱量の検証と鉱量証明書の取得

- ① 地質探査調査の開始通知
- ② 詳細地質探査の実施
- ③ 地質探査結果報告書の作成
- ④ 別の有資格機関による地質探査結果報告書の技術レビュー
- ⑤ 鉱物資源の鉱量調査の実施
- ⑥ 鉱物資源の鉱量の提出
- ⑦ 鉱量研究のレビュー
- ⑧ 鉱量評価委員会での口述説明
- ⑨ 鉱量証明書の発行

鉱量評価委員会は、鉱量評価結果が受け入れられる場合は、鉱量証明書を地質探査権

(3) 鉱物資源開発権の取得

- ① 鉱山開発計画の作成
- ② 鉱山開発計画の技術レビュー
- ③ 所轄省からの認可の取得
- ④ 鉱物資源の開発権に関する申請
- ⑥ 開発権の取得

(4) 鉱物資源開発における義務と活動

- ① 地質書類の管理準備及び維持
- ② 鉱量計算書の作成
- ③ 地質調査と開発の実施
- ④ 鉱量研究の鉱量評価委員会への提出
- ⑤ 鉱量研究の技術レビュー
- ⑥ 鉱量評価委員会での説明
- ⑦ 鉱量証明書の発行

(5) 問題点

- 鉱業権者は採掘権を取得する前に、鉱量証明書を取得しなければ成らない。
- 鉱量証明書を取得するためには詳細な探査計画の MEM での承認と実行、また別の有資機関による探査報告書のレビュー、更には鉱量委員会への資料の提出と審査などがあり、探査活動と鉱量評価が国家管理されている。
- 5ヶ年毎に上述の書類を準備・管理して MEM へ提出するなど、資源活動そのものと政府への報告が義務づけられている。

以上のような点は、鉱業権者にとって時間的、経済的の面で大きな負担となっていて、手続きの簡素化が望まれる。

3.6.4 鉱業法

2006年5月に改訂された“新鉱業法”は、ロイヤリティの比率、鉱業庁の設置を定めた程度でそれまでの鉱業法に対して大きな変更はない。現在大幅に改訂された鉱業法が、世銀の支援を受け、ドイツのコンサルタントによってドラフトが作成された。この鉱業法ドラフトは、鉱業関係者に既に配布され、コメントを得た上で集約し、修正を加えて MEM での合意・承認、政府での承認を経て法案として国会に提出され承認される迄の一連の手続きが進められる。早ければ2008年3~5月には発布されると見られる。

3.6.5 情報整備

MEM では2001年に、最初に BRGM の支援により鉱物資源データのテキストベースと GIS の空間データが作成された。2002年には UNDP による能力構築プロジェクトにより GIS 関連ソフトの導入とトレーニングが実施された。その後、自主プロジェクトによって鉱区関連情報のデータベース化が行われ、現在、鉱区範囲、鉱床位置、旧廃止鉱山と廃止理由、廃滓堆積場位置をはじめ、インフラデータなどの空間情報が GIS データベースによ

って管理され始めた。

MEM のウェブで、政府アナウンス、鉱業政策、鉱業関連法、税金、組織、鉱業活動企業、国営会社のリストなどを中心に情報が公開されており、内容更新も頻繁に行われており、有効利用への姿勢が明確に見られる。しかし、例えば関連法については羅列してあるのみで、閲覧者を適切に誘導する「利用者」からの視点がなく、地質、鉱床分布などの鉱物資源情報等も皆無である。また、英語版のフレームは作成され翻訳の途上との事だが、計画的に進められていない。MEM の鉱山地質局では、鉱区情報のウェブ公開用のパイロットシステム開発などを実施したが、資金不足によりウェブサーバーなどの機材不備や、データの整備・世界座標系への変換、機能追加などが未開発であり、公開されていない。

MEP では、基本的なデータベースとしては、環境モニタリングと地下水開発の管理用データベースがある。一方、MEP は 2004 年から 3 年間でベオグラード大学鉱山地質学部に資金提供を行い、地質情報データベースの構築構築(Geological Information System of Serbia、GEOLISS)を行った。また、2006 年より 5 年計画で地質・鉱物資源ポテンシャル地域の確定、鉱徴・鉱床データベースの構築に向けたプロジェクトを開始し、地質研究所などが参加している。これをベースに長中期的な地質探査方針の策定などを計画している。

地質研究所では、セルビア国の紙ベースの縮尺 1:50,000~2,000,000 の地質図、水理地質図などの作成を行っている。GIS 化については、上記 GEOLISS 構造を元に 1:50,000 の GIS 地質図作成を開始したが、資金不足などの理由で進捗は遅く、MEM から不満の声が上がっているのが現況である。

このような実態を踏まえ、本調査によって既存 GIS データベースとウェブをベースにその把握を行っている。MEM 鉱業地質部において 2001 年にフランス地質調査所(BRGM)が実施した鉱床及び鉱床地区データベースの、内容について解析を実施し、問題点や検討箇所等を検討した。MEM 鉱業地質部のウェブサイトは、鉱業法の提示や鉱区取得手順のフロー化、国際援助機関の活動内容の紹介や本調査報告書のダウンロード機能等を、英語・セ国語版を平行して構築した。更に、鉱区や資源情報、地質、衛星写真情報等の空間情報の公開を進めるためのウェブ GIS データベースの開発については、現地コンサルへ委託し、開発を進めた。2008 年 1 月中にサイトが公開できる見通しである。セ国の包括的な地質・鉱物資源データベースの骨格となることが想定される GEOLISS 及び、それをベースに実施中の金属・非金属鉱物資源の鉱床・鉱徴地資源情報や経済評価等の関連プロジェクトの結果は、セ国の資源情報の根幹になることが想定されるため、現況や将来の利用方法を MP に入れる。

3.7 鉱業活動

3.7.1 外資の活動状況

現在、約 104 の探査権が発行されている。このうち 90%は非金属、10%程度が金属である。外資ではカナダ Ivanhoe、Dundee などが Au を Rio Tinto がボロンを対象に探査を行っている。Phelps Dodge が Au、Cu を対象としている。非金属は、地下水、石灰岩、採石

などで小規模投資での事業化が可能であるためその活動も進み、主としてセルビア企業によって行われている。しかし、金属資源への探査は、費用と時間がかかるため、外資に依存した現状であり、外資の進出もまだ少ない。

3.7.2 鉱区の現状

鉱区(地質探査権と開発権)についてのリストは、現在のところ開示されていない。2006年に詳細地質調査を実施した104の会社を鉱種別に解析した。

- 104社が詳細調査を実施。内訳は、地下水(ミネラルウォーター)46, 石灰岩 24, 採石 14, 煉瓦 8, 金(銀・銅)5, 鉛・亜鉛 2, 鉄 1, ボロン 1, 石油 2, 粘土 1 である。
- 金の5社は、Balkan M Exploration, CMR Balkan, Dundee Precious Metal, SEE, 及び South Danube Metals。
- 鉛・亜鉛は、Grot Vranje と Suva Ruda の2社。
- 鉄は Metalfeer の1社。
- ボロンは、Rio Tinto 社である。

3.7.3 金属鉱床の探査活動

探査活動の特徴は、カナダ、米国、英国の探査会社、鉱山会社が浅熱水性金鉱床を中心に探査活動を実施している。

- Hereward Venture (Target: Gold)
- Dundee Precious Metals (Target: Epithermal Gold) カナダのジュニア会社
- Dinara Nickel(Target: Nickel) Europe Nickel (本社ロンドン)の子会社
- South Danube Metals(Target: Gold and Copper) カナダのジュニア会社 Euromax Resources の子会社
- Rio Save Exploration (Target: Boron)
- South European Exploration(Target: Epithermal gold) カナダのジュニア会社 Reservoir Capital の子会社

3.7.4 地方自治州の鉱業活動(Vojvodina 自治州)

Vojvodina 自治州は、石油、石炭のポテンシャル地域であり生産活動を行っている。更に、石灰岩、石材等の鉱業活動も行っているため、資源局を州政府に設置し、地質技術者等の専門家もスタッフとして雇用している。自治州の鉱業活動では、中央政府と地方政府の密接な連携がとられ、現鉱業法、環境関連法に基づいて管理されている。

3.7.5 鉱山中期計画

RTB Bor を除き、中小鉱山の長期計画や再建計画はない。RTB Bor では、1999年に20ヵ年長期計画、2005年にVeliki Kriveljの6年中長期計画が作成された。また、1999年にMajdanpekの14ヵ年計画され2006年に改訂されている。これらの中長期計画において、生産計画、財務分析が行われ、投資額の年度展開、収益性、生産性改善が検討されている。しかし、RTB Bor 再建への現実性が乏しく、結果的に資金不足などで計画と実施との乖離が大きくなっている。中小鉱山では、1990年以降の内戦や生産性が低下し経営難から目先

の経営に注視し、中長期の計画立案への余裕がなく作成されていない。

3.7.6 鉱業技術

1990年代に入り、国内の混乱、経済の疲弊などから資金不足となり各鉱山、研究所とも鉱業技術開発への投資も少なく、進んでいない。しかし、鉱業技術は、探査、採鉱、選鉱、製錬とフルセットで基本技術は所持されている。しかし、自主管理社会主義に基づく、鉱山管理の影響などにより、鉱業を構成する各要素としての技術は進歩させてきているが、鉱山全体のシステムの中での各要素としての技術が効果的に機能していない。民営化後各鉱山・製錬所とも設備・機械の更新とともに効率的生産システムへの検討が不可欠となる。

3.8 資源ポテンシャル

3.8.1 セ国の地質

セ国周辺の南部東欧は、ヨーロッパ大構造区の中ヨーロッパに属するバリスカン盾状地、並びに新ヨーロッパに属するアルプス造山帯(カルパチア造山帯、バルカン造山帯、ディナール造山帯、ヘレナ造山帯)と堆積盆(パノニア堆積盆、ロードープ地塊)で構成されている。このうちセ国はカルパチア造山帯、バルカン造山帯、ディナール造山帯、ヘレナ造山帯及びパノニア堆積盆からなる。

カルパチア-バルカン造山帯はセ国の東部に分布し、先カンブリア紀及び前期古生代の変成岩類と花崗岩類を基盤とし、後期古生代から中生代の堆積岩類を主とする。後期白亜紀から古第三紀にかけて中性ないし酸性の貫入岩と火山岩の活動が認められる。ディナール-ヘレナ造山帯はセ国の西部から南部に広く分布し、先カンブリア紀の変成岩、古生代の堆積岩類、中生代の堆積岩類、火山岩類からなり、本造山帯にはジュラ紀末から白亜紀初期の火山岩類と超塩基性岩からなるオフィオライトの形成で特徴づけられる。パノニア堆積盆はセ国北部からハンガリー全土、ルーマニアに及び、新生代後期の堆積層からなる。

3.8.2 鉱床生成区

セ国は欧州の中でも金属資源のポテンシャルの高い国の一つであり、様々な時代に様々なタイプの鉱床が生成した。セ国に属する鉱床生成区は東から西に、ダシアン鉱床生成区、カルパチア・バルカン鉱床生成区、セルボ・マケドニア鉱床生成区及びディナール鉱床生成区である。

表 3.2 セ国の鉱床と鉱床成因

| 鉱床生成時期 | 100万年前 | 主要金属 | 鉱床タイプ | マグマ・コンプレックス | テクトニック環境 |
|----------|-----------|----------------------------|-------------------|------------------------|--------------|
| 新第三紀 | 30 - 5 | Pb-Zn Sb Cu, Mo | スカルン 熱水性 斑岩 | 花崗閃緑岩 火山-貫入岩コンプレックス | 広域的フラクチャーゾーン |
| 白亜紀-古第三紀 | 100 - 50 | Cu, Mo, Pb-Zn, Fe | 斑岩 鉱脈、スカルン | 火山-貫入岩コンプレックス | グローバルリフト帯 |
| ジュラ紀 | 170 - 150 | Cu Cr, Ni | 塊状 マグマ性 | オフィオライトコンプレックス | 海洋地殻 |
| ジュラ紀中期 | 220 - 200 | Zn, Cu Mn Pb, Zn, Cu | 塊状 層状 熱水性 | 玄武岩マグマ | グラーベン |
| 石炭紀-二畳紀 | 350 - 250 | W, Au U, Fe | スカルン 熱水性 | 花崗岩コンプレックス | 造山運動? |
| デボン紀 | 400 | Fe, Mn | 火山-堆積性 | | リフト構造? |

セ国の鉱床生成区の詳細記載は Jankovic ほか(2003)によって述べられている。カルパチア・バルカン鉱床生成区には、Ridanj-Krepoljin 帯(Fe, Pb, Zn, Cu)、Neresnica-Bjeljanica 鉱化帯(Fe, Mn, Au, W)、Bor 鉱化帯(Cu, Mo, Au, Pb, Zn)、Porec-Stara Planina 鉱化帯(Fe, Au, Cr) 及び Stara Planina 地区(U, Au)がある。このうち Bor 鉱化帯は、Timok magmatic complex と呼ばれ、代表的な鉱化地帯である。

セルボ・マケドニア鉱床生成区には、Sumadija 鉱化帯(Pb, Zn, U, Ni)、Kopaonik 鉱化帯(Pb, Zn, Ag)、Lece-Halkidik 帯(Pb, Zn, Au, Ag, Cu)、Besna Kobila -Osogovo 帯(Pb, Zn, Mo, U)、Golija 地区(Pb, Zn)、Boranj 地区(Sb, Pb, Zn, Cu)、Lajkovaca 地区(Cu)、Cer 地区(W, Sn)、Fruska Gora 地区(Ni, Pb, Zn)、Maljen 地区(Ni)及び Drenica 地区(Ni)があり、セ国の重要な鉛・亜鉛とアンチモンの鉱化地帯を形成している。

ディナル鉱床生成区には、Zlatibor 地区(Ni, Cr)、Srednje Polimlje 地区(Cu)、Orahovac 地区(Cr)、Djakovica 地区(Cr)が分布する。

3.8.3 資源ポテンシャル

セ国政府は EBRD の支援によって、2006 年より「Strategy of Sustainable Development of Mineral Resources in Serbia」を実施中で、セ国の埋蔵鉱量と資源ポテンシャルを取り纏めている(表 3.3)。これらの精度は調査・探査結果を踏まえており、グラスルーツ段階のものは含まれていない。

表 3.3 セ国の埋蔵鉱量とポテンシャル鉱量 (after MEM and MEP 2007)

| Commodities | Geological reserves | Minable reserves (Balanced reserves) | | Non-minable reserves (Non-balanced reserves) | | Potential resources | | Grade | Comment |
|-------------------------------|---------------------|---|---------------------|---|----------|---------------------|----------------------|---|--------------------------------|
| | | Ore | Metal | Ore | Metal | Ore | Metal | | |
| Cu (whole Serbia) | 2,467 | 1,090 | 4.2 | 1,377 | 5.2 | 528 | 8.1 | | |
| Cu (Timok magmatic complex) | | 1,088 | 4.145 | 1,367 | 5.195 | 470 | | 0.39% Cu | 0.14 g/t Au (as of 31.12.2006) |
| Au (by-product) | | | Au 153 t | | Au 1 t | | Au 50t | | |
| Ag (by-product) | | | Ag 1,120 t | | | | | | |
| Cu (ophiolite melange) | | 1.89 | | 9.78 | | 58 | | | (as of 31.12.1993) |
| Cu (Leckom volcanic complex) | | | | 150 | | | | | (as of 31.12.1994) |
| Pb-Zn (whole Serbia) | 105.03 | 16.27 | Pb 0.65 Zn 0.49 | 2.69 | | 46.17 | | 4% Pb 3% Zn | (as of 31.12.2005) |
| Pb-Zn (Kosovo) | 88.07 | 31.26 | Pb 1.27 Zn 0.95 | | | 27 | | 4.05% Pb 3.03% Zn | (as of 31.12.2005) |
| Ag (by-product, whole Serbia) | | | Ag 2,940 t | | | | | | |
| Ag (by-product, Kosovo) | | | Ag 1,920 t | | | | | | |
| Cd (by-product, whole Serbia) | | | Cd 110 t | | | | | | |
| Fe (whole Serbia) | 119.39 | 3.97 | 1.49 | 115.42 | 27 | 52.6 | | | |
| Cr (whole Serbia) | | 0.089 | 0.014 | | | 0.1 | 0.02 | 20% Cr ₂ O ₃ | (as of 31.12.1993) |
| Ni-Co (whole Serbia) | 38.65 | 19.92 | Ni 1.49 Co 0.011 | 18.73 | Ni 27 | | | | |
| Ni-Co (Starog) | | | | | | 8 | Ni 0.064 | | |
| Ni-Co (Kopaonic) | | | | | | 30 | Ni 0.345 Co 0.015 | | |
| Ni-Co (Sumadijski) | | | | | | 3 | Ni 0.045 | | |
| Mo (whole Serbia) | 1,115 | 1,115 | 0.035 | | | 1,645 | 0.249 | | |
| Mo (porphyry copper) | | 1,090 | 0.012 | | | 1,500 | 0.126 | 0.0011% Mo | (as of 31.12.2006) |
| Mo (Mackatica) | | 25.16 | 0.023 | | | 145 | 0.123 | 0.09% Mo | (as of 31.12.1993) |
| W (whole Serbia) | 0.33 | | | 0.33 | 700 t | | 1,000 t | 0.24% W ? | (as of 31.12.1993) |
| Sn (whole Serbia) | | | | | | 500 t | | | |
| Sb (whole Serbia) | 4.198 | 0.978 | 0.015 | 3.22 | As 0.012 | 3.1 | 0.03 | 1.53% Sb | (as of 31.12.1993) |
| Al (whole Serbia) | 3.89 | 2.69 | 0.69 | 1.2 | | 19.9 | 4.2 | 48% Al ₂ O ₃ | (as of 31.12.1998) |
| Al (Kosovo) | | 1.66 | 0.43 | | | | | | |
| U (whole Serbia) | 3.654 | 2.154 | 727 t | 1.5 | | 7 | 1,000 t | 337g/t U ₃ O ₈ ? | (as of 31.12.1993) |

これによれば、セ国の銅の地質的鉱量(金属量)とポテンシャル鉱量(金属量)は、2,467 百万 t(9.4 百万 t)と、528 百万 t(8.1 百万 t)であり、これらは殆どが Bor, Veliki Krivelj, Majdanpek を含む Timok magmatic complex からのものである。セ国の金は、Timok magmatic complex の銅鉱床に随伴するものが計上されており、地質的埋蔵鉱量の金量は 154t である。鉛・亜鉛の地質的鉱量(金属量)とポテンシャル鉱量(金属量)は、105 百万 t(Pb 0.65 百万 t, Zn 0.49 百万 t)と、46 百万 t (Pb 2.05 百万 t, Zn 2.75 百万 t)である。このうち、Kosovo からの地質的鉱量は 88 百万 t である。セ国の銀は、鉛亜鉛鉱床に伴うものが殆どで、2,940t の銀金属量が計上されている。

表 3.4 ポテンシャル地域と主要探査箇所

| No | Zone | Commodity | Deposit Type | Main Deposit | Exploration Activity |
|----|----------------------------|-----------|--------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| 1 | Bor metallogenic zone | Cu | Porphyry | Veliki Krivelj, Majdanpek | Coka Kurga (DPM) |
| | | Cu, Au | Porphyry | | Brestovac-Durian Potok (SDM) |
| | | Cu, Au | Volcanic Massive Sulfide | Bor, Borska Reka | Brestovac (SEE) |
| 2 | Ridanj-Krepoljin zone | Pb-Zn | Skarn, vein | Ridanj | Au: Rakita (SEE) |
| 3 | Besna Kobila Osogovo zone | Pb-Zn | Skarn | Blagodot | Karamanica (Bosimetal) |
| | | Mo | Porphyry | Mackatica | Surdulica (DPM) |
| 4 | Lece Halkidik zone | Cu, Au | Epithermal vein | Lece | Ivan Kula (DPM-Ivanhoe) |
| | | Au, Pb-Zn | Epithermal vein | | Lece (SEE) |
| 5 | Sumadia metallogenic zone | Pb-Zn | Skarn | Rudnik | (DPM) |
| 6 | Kopaonic metallogenic zone | Pb-Zn | Vein, stockwork | Kizevak, Stari Trg | Rudnitze North (SDM) |
| | | Cu, Au | Porphyry | | Rudnitze (SDM), Plavkovo (SEE) |
| 7 | Boranja-Lajkovaca zone | Sb | Hydrothermal | Zajaca | Zajaca (SEE) |
| | | Au | Hydrothermal | | |
| | | Pb-Zn | Volcanic | Veliki Majdan | |

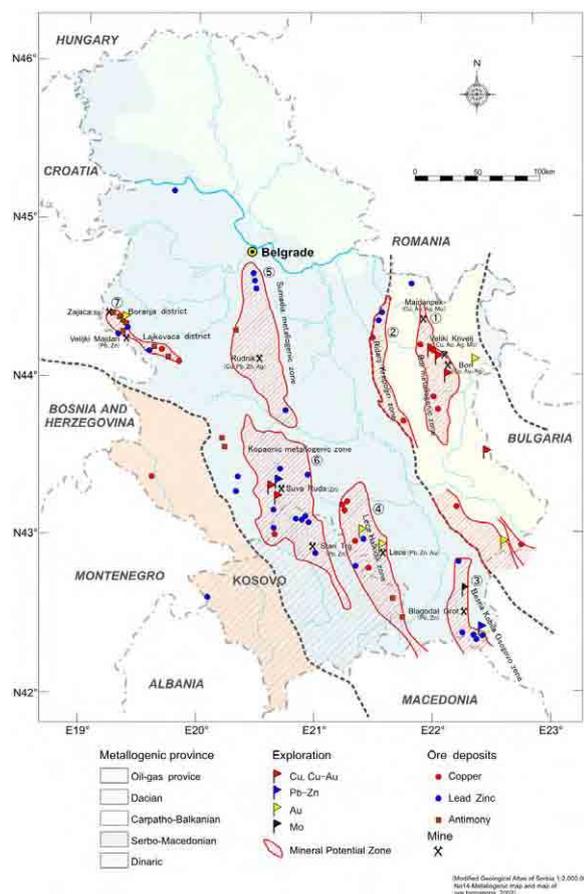
DPM: Dundee Precious Metals

SEE: South European Exploration, a subsidiary of Reservoir Capital

SDM: South Danube Metals, a subsidiary of Euromax Resources

上記鉱物資源の中で、銅、鉛・亜鉛、金、アンチモンがセ国では重要である。欧米のジュニア会社はセ国の鉱物資源のポテンシャルの高さを認識し、操業鉱山や旧鉱山の周辺の地区に物理探査、地化学探査やボーリング等の探査活動を実施している。これらの探査活動が行われている地区を併せて記したセ国の鉱物資源のポテンシャル地域を表 3.4 と図 3.3 に示す。

図 3.3 セ国の鉱物資源ポテンシャル地域と探査活動箇所



3.9 鉱業活動の実情と課題

3.9.1 RTB Bor の地質鉱床

本地域は Carpat-Balkan 鉱床生成区に位置する。本地域には後期白亜紀の Timok マグマ・コンプレックスが広く分布し、セルビアの主要な銅鉱床を胚胎している。Timok マグマ・コンプレックスは南北 80km, 東西 20km の範囲に分布する。本マグマ・コンプレックスの 90%は火山砕屑岩で、大きく 2つの火山活動が認められる。Timok マグマ・コンプレックスには、南北 50km, 東西 5km の鉱化帯に沿ってポーフイリーカップー床、塊状交代性銅鉱床が分布する。これらの鉱化作用は、リフト沿いに貫入した火山性岩脈のように形成したとみられている。本地域の鉱床は、NNW – SSE 系断層と成因的に関係し、その後のポスト鉱化期の E – W 系断層が分布する。主要断層である Bor 断層は NW 方向に 30 – 40km 連続し、東側には Krivelj 断層が並行して走っている。断層は逆断層で、傾斜は西に 60° – 70° である。これらの断層の北西延長上に Majdanpek 鉱床が位置している。

3.9.2 鉱床

(1) ポーフイリーカップー鉱床

a) Veliki Krivelj

本鉱床は Bor から北方 7km に位置する。ポーフイリーカップー鉱床は安山岩、石英閃緑斑岩中の NW 系と NE 系断裂が共に発達したゾーンに分布し、平面的には NW-SE 方向に伸びた楕円形で分布する。鉱床の規模は NW-SE の長軸方向 800m、NE-SW の短軸方向 400m、垂直延長 1,000m 以上である。最も深いボーリングによって海拔+492m 準まで鉱化作用を確認(0.55% Cu)しているが、未だ鉱体の下底は確認されていない。

銅品位は一般に 0.3~0.4% であり、鉱体中心と外周部に Cu 品位が高い傾向が認められる。熱水変質は中心から外側に向かって黒雲母帯、セリサイト帯、粘土化帯、珪化帯となっている。主な鉱石鉱物は黄銅鉱、黄鉄鉱である。

b) Majdanpek

本鉱床は Bor から北北西 60km にあり、Timok マグマ・コンプレックスの北端に位置している。本鉱床は、本地域の他のポーフイリーカップー鉱床と比べると金の高い鉱化作用で特徴づけられる。

本地域は古生代の変成岩(雲母片岩、千枚岩片麻岩、大理石)、ジュラ紀の礫岩、砂岩、石灰岩からなり、これらは火成岩コンプレックスに貫入されている。貫入岩体は安山岩、凝灰岩、デイサイト、閃緑岩、石英閃緑斑岩である。ポーフイリーカップー鉱床は片麻岩、片岩中に安山岩、石英閃緑斑岩がストック状に貫入して出来た南北系の破碎帯(幅 300 – 600m)に形成されている。

鉱床は南部ピットと北部ピットに区分される。南部ピットは南北 2.5km, 東西 1.6km の楕円形をなし、海拔+580m からピット底は海拔+120m である。鉱床は南北 800m、東西 100 – 300m、垂直延長 1,000m 以上である。北部ピットは南北 1.9km, 東西 1.1km で、海拔+670m からピット底は海拔+360m である。鉱床は南北 400m、東西 60 – 70m で垂直延

長は 1,000m 以上である。ボーリングで海拔-100m 準まで鉱石の連続を確認している。北部ピットの北西側にはジュラ紀の石灰岩中に Tenka I, Tenka II の交代性のポリメタル鉱床 (Cu, Pb, Zn) や、Dolovi I, Dolovi I, S. Dusan などの衛星鉱体が分布する。鉱石鉱物は主に黄銅鉱で、その他に斑銅鉱、四面銅鉱、輝蒼鉛鉱が伴う。

(2) 塊状熱水性鉱床

a) Bor

鉱床周辺は後期白亜紀から第三紀までの安山岩とその火山砕屑岩からなる。Bor 鉱床の母岩は斑岩状安山岩である。鉱床は幅 1km, 長さ 5 km の範囲に分布している。Bor 鉱床は火山性銅硫化鉱床で、地表(標高約 400m)から深さ 800m の深部まで存在し、下部でポーフィリー銅鉱床へ移行する。鉱床は Bor 断層によって断層西側が限定され、断層の東側(下盤側)には非鉱化の礫岩が分布する(図 3.4、図 3.5)。

鉱床は北西部、中央部と南東部に分けられ、重要なものは露天堀された中央部の鉱体である。鉱体は主に強粘土化変質を受けた安山岩中に胚胎されている。鉱石は塊状であるが、鉱染状、ストックワークが一部にみられる。25 の鉱体が胚胎するが、多くが採掘され、現在は北西から、Brezonik, Tilva Ros(Bor 露天掘りの下部), P2A が鉱体として存在しているのみである。鉱石鉱物は黄鉄鉱に富み、黄銅鉱、硫砒銅鉱、斑銅鉱、輝銅鉱、コペリンなどからなる。鉱石中の銅品位は 1 – 2% である。

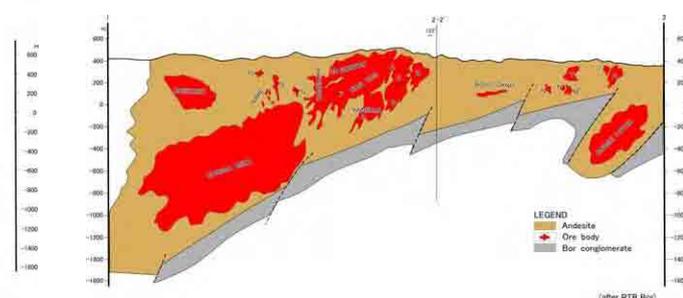
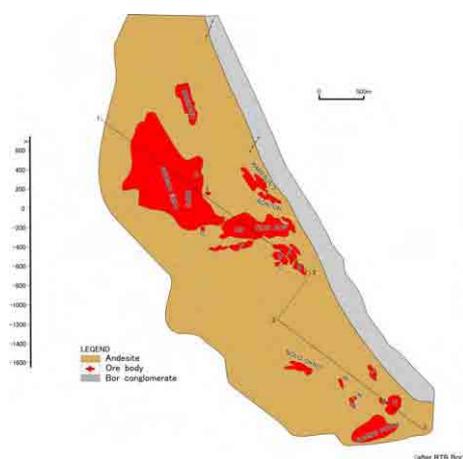


図 3.4 Bor 鉱床の地質図 (Source: RTB Bor)

図 3.5 Bor 鉱床の透視断面図 (Source: RTB Bor)

3.9.3 鉱量

Bor 鉱山は 1902 年に操業が始まり、今までに 200 百万トンの銅鉱石(1.5% Cu, 3.2g/t Au) が採掘され、3 百万トンの銅が生産された。Veliki Krivelj 鉱山は 1982 年に生産を開始し、150 百万トンの銅鉱石(0.3% Cu, 0.1g/t Au)が採掘され、45 万トンの銅が生産された。一方、Majdanpek 鉱山は 1961 年に生産を開始し、359 百万トンの銅鉱石(0.44% Cu, 0.2g/t Au)を採掘し、1.6 百万トンの銅、83 トンの金が生産された。

RTB Bor から提供された各鉱床の埋蔵鉱量 と開発対象鉱量をまとめた結果を表 3.5 に示

す。Veliki Krivelj 鉱床は埋蔵鉱量が 5.6 億トンであるが、現在のピット設計で採掘対象となる鉱量は 1.5 億トンである。次期開発対象の Borska Reka 鉱床は、埋蔵鉱量(A+B+C1)5.5 億トンに対して、現在の開発対象鉱量は 1.4 億トンである。RTB Bor 全体の埋蔵鉱量は 25.2 億トンであるが、開発対象鉱量は 3.9 億トンで、埋蔵鉱量の 15%に相当する。

表 3.5 RTB Bor の鉱量一覧

| 鉱床 | 鉱体 | 鉱量分類 | カテゴリー (Serbian) | 鉱量 thousand t | Cu 品位 % | Au 品位 g/t | Cu 金属量 thousand t | Au 金属量 t | カットオフ品位 % Cu |
|-----------------|-----------------|--------|--------------------|------------------|------------|--------------|----------------------|-------------|-----------------|
| Veliki Krivelj | | 埋蔵鉱量 | A+B+C1 | 560,460 | 0.34 | 0.07 | 1,858 | 38.1 | 0.2 |
| | | 開発対象鉱量 | A+B+C1 | 152,739 | 0.35 | 0.07 | 514 | 10.4 | 0.2 |
| Bor Underground | Brezanik | 埋蔵鉱量 | B | 1,972 | 1.28 | 0.27 | 25 | 0.5 | 0.4 |
| | | 開発対象鉱量 | B | 1,023 | 1.21 | 0.26 | 12 | 0.3 | 0.4 |
| | Tilva Ros | 埋蔵鉱量 | B | 3,890 | 0.76 | 0.13 | 29 | 0.5 | 0.4 |
| | | 開発対象鉱量 | B | 991 | 0.81 | 0.17 | 8 | 0.2 | 0.5 |
| | P2A | 埋蔵鉱量 | B | 8,509 | 0.71 | 0.33 | 60 | 2.8 | 0.4 |
| | | 開発対象鉱量 | B | 1,776 | 0.83 | 0.46 | 15 | 0.8 | 0.6 |
| | Borska Reka | 埋蔵鉱量 | A+B+C1 | 556,911 | 0.57 | 0.21 | 3,151 | 114.6 | 0.3 |
| | | 埋蔵鉱量 | C2 | 450,922 | 0.49 | 0.11 | 2,223 | 49.4 | 0.3 |
| 開発対象鉱量 | | A+B+C1 | 142,159 | 0.53 | 0.23 | 752 | 32.6 | 0.3 | |
| Cerovo | Cementario 2 | 埋蔵鉱量 | ? | 26,580 | 0.31 | 0.07 | 82 | 1.9 | ? |
| | | 埋蔵鉱量 | ? | 9,144 | 0.33 | 0.07 | 30 | 0.6 | ? |
| | Cementario 4 | 埋蔵鉱量 | ? | 4,028 | 0.28 | 0.07 | 11 | 0.3 | ? |
| | | 埋蔵鉱量 | ? | 238,359 | 0.38 | 0.07 | 906 | 16.7 | ? |
| | Drenovo | 埋蔵鉱量 | ? | 45,778 | 0.28 | 0.06 | 128 | 2.8 | ? |
| | Kraku Bukaresku | 埋蔵鉱量 | ? | 1,600 | 0.62 | 0.62 | 10 | 1.0 | ? |
| | Total | 埋蔵鉱量 | | 325,489 | 0.36 | 0.07 | 1,168 | 23.3 | |
| 合計 | | 埋蔵鉱量 | | 1,908,153 | 0.45 | 0.12 | 8,515 | 229.2 | |
| | | 開発対象鉱量 | | 298,689 | 0.44 | 0.15 | 1,302 | 44.2 | |
| Majdanpek | South pit | 埋蔵鉱量 | A+B+C1 | 409,171 | 0.34 | 0.18 | 1,344 | 72.2 | 0.2 |
| | | 開発対象鉱量 | A+B+C1 | 98,757 | 0.40 | 0.23 | 391 | 22.5 | 0.2 |
| | North pit | 埋蔵鉱量 | | 210,658 | 0.32 | 0.25 | 678 | 52.9 | ? |
| 再計 | | 埋蔵鉱量 | | 2,527,982 | 0.42 | 0.14 | 10,537 | 354.3 | |
| | | 開発対象鉱量 | | 397,445 | 0.43 | 0.17 | 1,693 | 66.7 | |

3.9.4 鉱床ポテンシャル

Veliki Krivelj 鉱床の埋蔵鉱量と開発対象鉱量との差、4.1 億トンは露天掘り後の坑内掘対象の鉱量となりうるが、改めて経済性を考慮して再計算する必要がある。Majdanpek の北部ピットにはポリメタルなどの衛星鉱体が存在し、中央鉱体と併せて 2.1 億トンの埋蔵鉱量がある。北部ピットは開発がまだ充分なされていないため開発対象鉱量が計上されていないが、衛星鉱体などのポテンシャルがあり、探鉱を進めていくことが必要である。Borska Reka の下部延長はボーリングで海拔-900m 準まで鉱化を確認している。このため、上記鉱量その他、海拔-500m から-900m までが C2 鉱量として 4.5 億トン(0.49% Cu, 0.11g/t Au)を計上している。深部採掘の経済性の有無は今後の課題である。

3.9.5 問題点

鉱量の項目で述べたように RTB Bor 全体の埋蔵鉱量は 25.2 億トンであるが、開発対象鉱量は 3.9 億トンで、埋蔵鉱量の僅か 15%である。鉱床評価にあたり、鉱量の数字だけで鉱床を判断することは、極めて危険である。

3.10 Veliki Majdan 鉱山の地質鉱床

3.10.1 地質、鉱床

本地域には、多くの鉛・亜鉛鉱床が賦存し、セルビアの重要な鉛・亜鉛鉱山、製錬所が位置している。Veliki Majdan 鉱床周辺には第三紀の花崗閃緑岩に関係したアンチモン、鉛、亜鉛鉱床が広く分布する。本鉱床は古生代三疊紀の石灰岩あるいは片岩と、第三紀の安山岩-デイサイト貫入岩の境界部に形成された小規模な鉛・亜鉛鉱床である。鉱床はスカルン型鉱床で、パイプ状、不規則な形態を呈する塊状鉱床である。鉱床の規模は幅 1-3m,

長さ 10 – 15m で、鉱体の平面積は 20 – 200m² で、全体に小規模鉱体の集合体からなる。スカルン鉱床のため、鉱床と母岩の境界は明瞭である。鉱石の品位は 1 – 20% Pb, 1 – 20% Zn である。主な構成鉱物は、黄鉄鉱、方鉛鉱、閃亜鉛鉱である。

3.10.2 鉱量

Veliki Majdan 鉱山は 1952 年に操業が始まり、1.8 百万トンの粗鉱(4.50% Pb, 3.71% Zn)を採掘し、82,000 トンの鉛、67,000 トンの亜鉛が生産された(鉱山資料)。1987 年末の埋蔵鉱量は、A+B+C1 合計で、113,000 トン(6.14% Pb、 4.64% Zn、188g/t Ag)である。予想鉱量は 65 – 70 万トンと見積もられている。

3.10.3 問題点

坑内図、坑内地質図あるいは品位図はあるが、大縮尺の地質図がないため、鉱化作用の範囲や鉱床形態の解析ができていない。このため、鉱量ポテンシャルが把握できない。

坑内探鉱図を見ると、坑内ボーリング密度が高すぎるものが指摘される。適正な探鉱量としては 1/2 から 1/3 で充分と考えられる。しかし、セ国の鉱量計算基準によって、探鉱間隔が基準化(規制)されているため、非常に多くの探査費を費やして実施している。

未探鉱地区として、東部の Rudevac, 西部の Lipnik の下部(それぞれ 280mSL 以下)は探鉱していないが、地質図面が無いいためポテンシャルが把握できない。

3.11 Zajaca 鉱山の地質鉱床

3.11.1 地質、鉱床

本地域は Boranja 鉱床帯に位置する。本鉱床帯は東西 15 – 20km、南北 4 – 5km の範囲に、Zajaca で代表される重要なアンチモン鉱床が分布している。本鉱床帯は旧ユーゴスラビアで最も多くのアンチモンを生産した。Boranja 鉱化帯には、古生代後期(石炭紀 – 二疊紀)の片岩、砂岩、石灰岩、中生代三疊紀 ~ ジュラ紀の片岩、石灰岩等が分布し、第三紀の Boranja 花崗閃緑岩、安山岩、デイサイトが貫入する(図 3.6)。

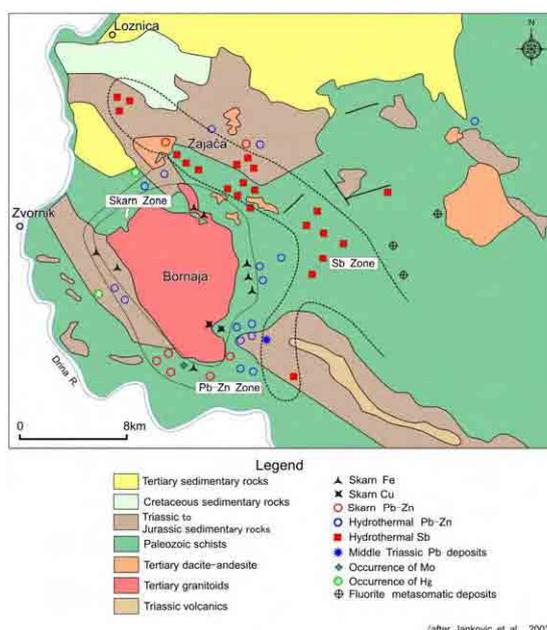


図 3.6 Boranja 鉱化帯地質図

Boranja 鉍化帯の鉍床は、第三紀の Boranja 花崗閃緑岩を中心に、スカルン型鉄鉍床、スカルン型鉛・亜鉛鉍床、熱水性鉛・亜鉛鉍床、熱水性アンチモン鉍床、交代性の蛍石鉍床がゾーニングをなして分布する(図 3.7)。

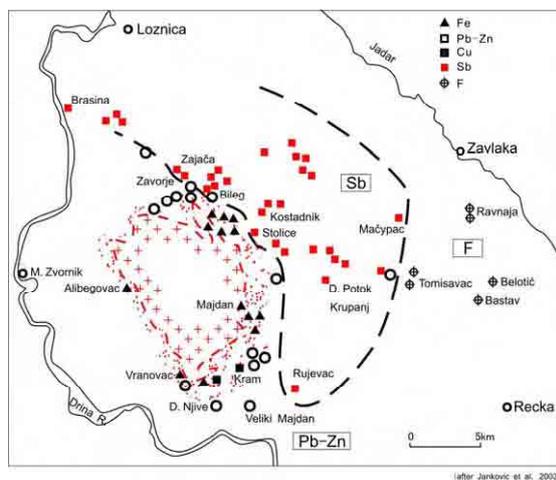


図 3.7 Boranja 鉍化帯周辺鉍床分布図

Zajaca 鉍床は、石炭紀の石灰岩と片岩との地層境界沿いに生成した層状、レンズ状のアンチモン鉍染鉍体(硫化鉍・酸化鉍)である(図 3.8)。鉍床周辺にはジャスペロイドを母岩とする層状浅熱水性アンチモン脈を伴う。

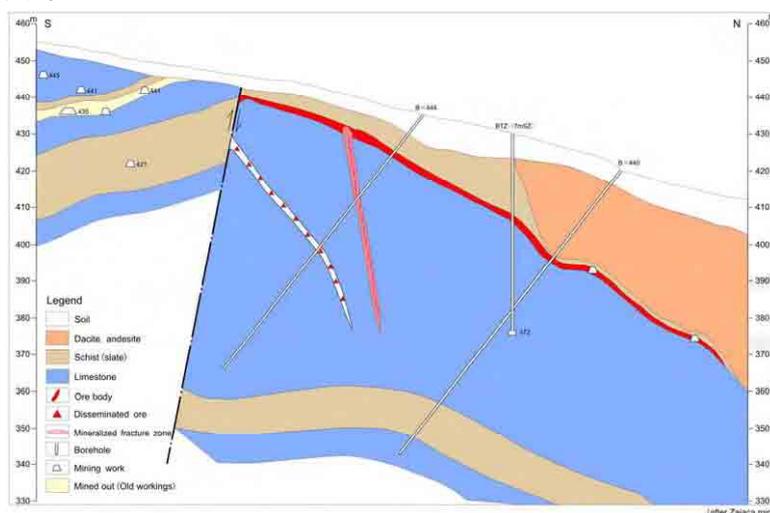


図 3.8 Zavorje 鉍山と Turin 断面図

主な鉍石鉍物は、輝安鉍、黄鉄鉍であり、その他に輝安鉍が酸化したバレンチン鉍 (valentinite, Sb_2O_3)、方安鉍(senarmontite, Sb_2O_3)が見られる。下盤石灰岩中に石英細脈や珪化作用、あるいは方解石化作用がある。鉍山では、珪化作用や方解石化作用がある周辺にはアンチモン鉍石が賦存することが、経験上知られている。

3.11.2 探鉍

探鉍は基本的には、地表ボーリング、坑道(縦入、ヒ押し及び中段ヒ押し)の順序で実施していた。鉍体が小規模であるため、地表ボーリングは 20~60m 間隔で密に実施していた。

当面の採掘対象は Zavorje 鉍床の Turin 鉍体に対し、地表からのスクレーパーによる坑道探鉍を準備中である。

3.11.3 鉍量

Zajacat 鉍山は 1890 年に操業が始まり、1990 年までの 100 年間に 9 万トンのアンチモン(平均品位 2.5% Sb)を生産した。鉍山データによれば、確認鉍量(A+B+C1)合計で、967 千トン(1.55% Sb)で予想鉍量(C2)は 700 千トン(0.97% Sb)と見積もられている(表 3.6 及び表 3.7)。確認鉍量総計 967 千トンのうち、51%(500 千トン)が C1 鉍量であり、開発対象の鉍量にするには坑道による確認探鉍が必要である。

表 3.6 Zajaca 鉍山の埋蔵鉍量

| Ore deposit | Class | Category (Western) | Category (Serbian) | Reserves t | Sb grade % | Sb t |
|-------------|---------------------|--------------------|--------------------|------------|------------|--------|
| Zavorje | Geological reserves | Proven | A | - | - | - |
| | Geological reserves | Proven | B | 1,590 | 3.75 | 60 |
| | Geological reserves | Proven | C1 | 57,910 | 1.49 | 863 |
| | | | A+B+C1 | 59,500 | 1.55 | 922 |
| ? tira | Geological reserves | Proven | A | - | - | - |
| | Geological reserves | Proven | B | 2,517 | 2.28 | 57 |
| | Geological reserves | Proven | C1 | 21,372 | 1.82 | 389 |
| | | | A+B+C1 | 23,889 | 1.87 | 446 |
| Brasina | Geological reserves | Proven | A | 4,628 | 2.89 | 134 |
| | Geological reserves | Proven | B | - | - | - |
| | Geological reserves | Proven | C1 | 23,083 | 1.22 | 282 |
| | | | A+B+C1 | 27,711 | 1.50 | 415 |
| Kik | Geological reserves | Proven | A | 3,725 | 1.90 | 71 |
| | Geological reserves | Proven | B | 13,715 | 2.85 | 391 |
| | Geological reserves | Proven | C1 | 37,925 | 1.70 | 645 |
| | | | A+B+C1 | 55,365 | 2.00 | 1,106 |
| Dolic | Geological reserves | Proven | A | - | - | - |
| | Geological reserves | Proven | B | 4,510 | 2.82 | 127 |
| | Geological reserves | Proven | C1 | 19,087 | 2.44 | 466 |
| | | | A+B+C1 | 23,597 | 2.51 | 593 |
| Kolicina | Geological reserves | Proven | A | 112,396 | 2.33 | 2,619 |
| | Geological reserves | Proven | B | 325,179 | 2.00 | 6,504 |
| | Geological reserves | Proven | C1 | 337,781 | 0.71 | 2,398 |
| | | | A+B+C1 | 775,356 | 1.49 | 11,521 |
| Stolice | Geological reserves | Proven | A | - | - | - |
| | Geological reserves | Proven | B | 1,063 | 2.24 | 24 |
| | Geological reserves | Proven | C1 | 1,296 | 1.20 | 16 |
| | | | A+B+C1 | 2,359 | 1.67 | 39 |
| Total | Geological reserves | Proven | A | 120,749 | 2.34 | 2,823 |
| | Geological reserves | Proven | B | 348,574 | 2.05 | 7,162 |
| | Geological reserves | Proven | C1 | 498,454 | 1.01 | 5,058 |
| | | | A+B+C1 | 967,777 | 1.55 | 15,044 |

(Source: Zajaca mine)

表 3.7 Zajaca 鉍山の予想鉍量

| Area | Category (Western) | Category (Serbian) | Resources t | Sb grade % | Sb t |
|----------|--------------------|--------------------|-------------|------------|-------|
| Zavorje | Probable | C2 | 140,140 | 0.81 | 1,135 |
| ? tira | Probable | C2 | 28,275 | 0.81 | 229 |
| Brasina | Probable | C2 | 60,512 | 0.80 | 484 |
| Kik | Probable | C2 | 93,385 | 1.80 | 1,681 |
| Dolic | Probable | C2 | - | - | - |
| Kolicina | Probable | C2 | 387,620 | 0.87 | 3,372 |
| Stolice | Probable | C2 | - | - | - |
| Total | | | 709,932 | 0.97 | 6,901 |

(Source: Zajaca mine)

3.11.4 問題点

鉍山の地質関係者は技師 1 名しか居らず、脆弱な体制であるため、十分な探鉍計画、過去の書類管理が十分にされていない。坑内図、坑内地質図は不十分ながらあったが、坑内品位図が見あたらず、また鉍量計算の基礎データが見られず、品位の確認への信頼性が欠ける。鉍山再開発に当たっては、分析機器・分析技術による鉍石品位の再確認が最優先で

実施されるべき項目である。表 3.7 の予想鉱量を具体化する探鉱計画が図化されていない。

最近の Zajaca 周辺で行われた民間探鉱会社(SEE)の地化学探査(沢砂、土壌)の結果、金の異常域がアンチモン鉱化帯周辺に分布していることが判明した。金 0.1ppm 以上の地化探金異常域を 7 地区で補足した。地化探金異常域は炭酸塩岩や石灰質頁岩を交代したカーリン型金鉱化作用を反映したものと考えられており、浅熱水性金鉱床が胚胎する可能性が高い。

Zajaca 鉱山は金をターゲットとした調査は実施されていなかった。このため、鉱山の再開発にあたっては、旧坑内でのサンプリング、地表のサンプリング、RC ボーリング等を実施して、金及びアンチモンの分析を行うことが肝要である。

3.12 Rudnik 鉱山の地質鉱床

3.12.1. 地質・鉱床

鉱山付近は白亜紀の石灰岩、砂岩及び角礫岩が分布し、NW-SE 方向の褶曲軸を持ち、SE 方向に 20° のプランジを示す褶曲構造が発達している。白亜紀から第三紀のデイサイトが鉱山周辺の白亜紀系に主に NE-SW 方向に貫入している。

鉱床は石灰岩とデイサイトの間に形成したスカルン鉱床である。主なスカルン鉱物は単斜輝石、ザクロ石、緑レン石で、鉱石鉱物は方鉛鉱、閃亜鉛鉱、黄銅鉱、磁硫鉄鉱である。

鉱化範囲はNW-SE方向に2.5kmの長さを持ち、NE-SW方向に1.5kmの幅で、約5km²の面積に約90鉱体が形成されている。

3.12.2. 鉱量

Rudnik 鉱山のカットオフ品位は、Pb 1.2%、Zn 1.2%、Cu 0.25%、Ag 60g/t である。

2006 年 12 月 31 日現在の埋蔵鉱量は 2 百万トンであり、埋蔵品位は Pb 1.8%、Zn 1.8%、Cu 0.52%、Ag 92g/t で、鉱量の比率は B カテゴリーが 14%、C1 カテゴリーは 86%で構成されている。鉱量を計上している鉱体は 26 鉱体で、平均的な鉱体の鉱量は 8 万トンである。

3.12.3. 探査陣容

地質部門の人員は 7 名で、主なタスクは、①鉱山操業区域と新地域の探査活動と、②採掘から選鉱工程までの鉱石の品位管理である。

3.12.4. 探鉱

2007 年の探鉱は、操業区域の探鉱と新規地域の探鉱に二分される。

操業区域では、C1 鉱量の確認探鉱のために、坑道探鉱 200m、坑内ボーリング探鉱 10,000m を計画している。新規地域の探鉱は、鉱山の東方 7~8km の区域で地表ボーリングを実施している。2007 年は合計 1,200m(400m x 3 本)を計画している。

3.12.5. 問題点

切羽出鉱のズリ混入率が 20~30%と高い。出鉱平均品位は Pb+Zn 3%と低く、ズリ混入率の低下は操業に寄与する。切羽巡回の移動を車輛に変えていくなどの改善が必要である。最近の政府に提出した地質レポートは多くの時間を政府への報告書作成に費やしている。政府への報告が日常業務を圧迫している。地質調査業務ヘスキャナーやデジタイザーの利用を含む IT 技術の導入が不可欠となってきたが、IT 技術トレーニングの場がセ国国内

では限られている。

3.13 セ国の非鉄金属鉱業の鉱山活動

セ国では豊富な鉱物資源を背景に、かつては全国で活発な鉱業活動が行われていた。銅の RTB Bor を始め多くの鉱山活動が行われていたが、近年になり、国連の制裁決議や欧州等の経済制裁等の政治的な影響を強く受けた結果、総ての鉱山で依然として順調な生産をするには至っていない。

セ国での過去の鉱業活動の関連データが MEM にないため、USGS レポートから求めたセルビア・モンテネグロ国の 1990 年以降の非鉄金属鉱物の生産量を以下に示す(図 3.9、図 3.10)。

図 3.9 セルビア・モンテネグロ国の銅鉱の生産量(出典:USGS)

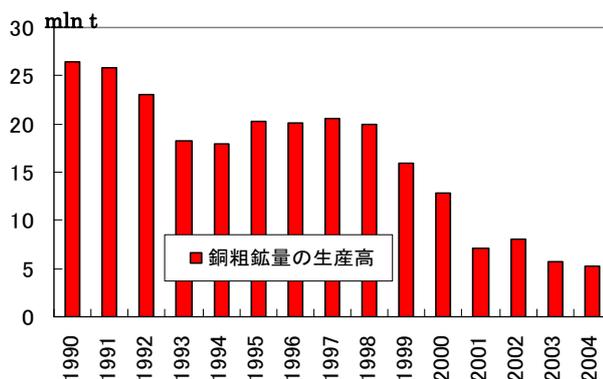
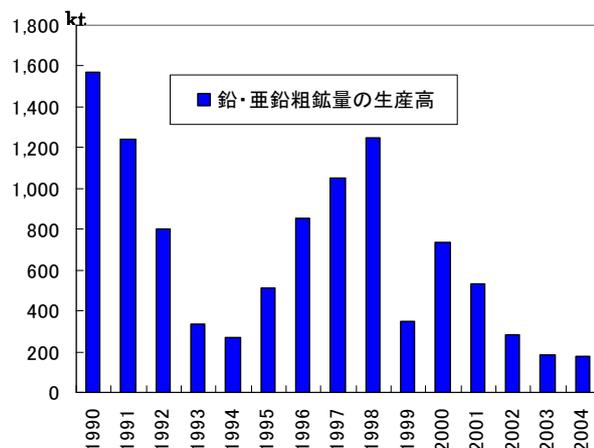


図 3.10 セルビア・モンテネグロ国の鉛・亜鉛鉱の生産量(出典:USGS)



1990 年以降で 2 回の大きな生産ダウンが認められ、最初が 1993 年、2 回目が 1999 年である。即ち、前者は 1992 年の国連制裁、そして 2 回目は 1998 年の西欧等の経済制裁のタイミングと合致しており、これら一連の政治的制裁が如何にセ国の鉱山生産に大きなダメージを与えたかが分る。2004 年の各粗鉱生産量について、1990 年の時点と比較すると、銅鉱量は 20%以下、鉛・亜鉛鉱量では約 11%まで落込んでいます。

第4章 鉱業活動の実情と課題

4.1 セ国の大鉱山 RTB Bor 社の鉱業活動

RTB Bor 本社は、首都ベオグラードの南東方向の陸路約230kmにある Bor 県に位置し、銅鉱山 Bor(RBB)、銅鉱山 Majdanpek(RBM)及び銅製錬所(TIR)の3つの鉱業コンビナートから成る。RBM は Majdanpek 市にあるが、それ以外は Bor 市にある。RTB Bor の過去20年間の出鉱量の推移を図4.1に示す。現在の Bor 市にある主要な鉱山施設の配置図を図4.2に示す。

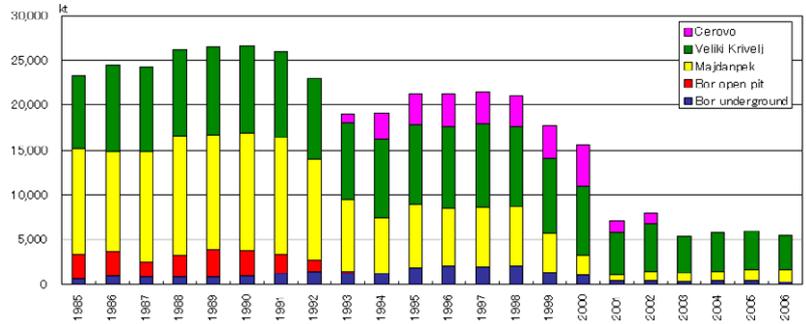


図 4.1 RTB Bor の過去 20 年間の出鉱量内訳

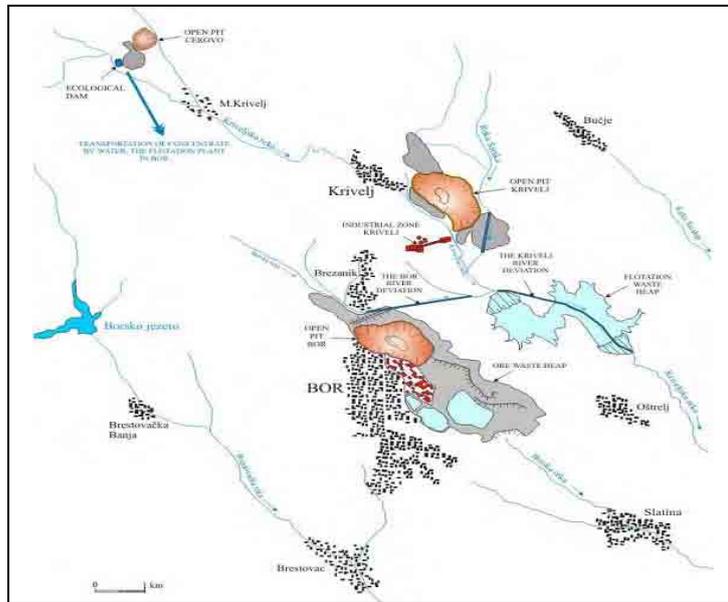


図 4.2 Bor 市の主要な鉱山施設配置図

4.1.1 Bor 坑内鉱山

RTB Bor 坑内鉱山の歴史は非常に古く、1897年に Tilva Ros 地域において私人資本で探鉱が最初に実施された時点まで遡る。1904年に Bor 坑内掘での採掘が開始された。Bor の露天掘による採掘が1993年に対象鉱体(Tilva Ros と P2A)が深部になったため採掘が中止され、これが現在の Bor 坑内鉱山の採掘対象の主力となっている。坑内の採掘量のピー

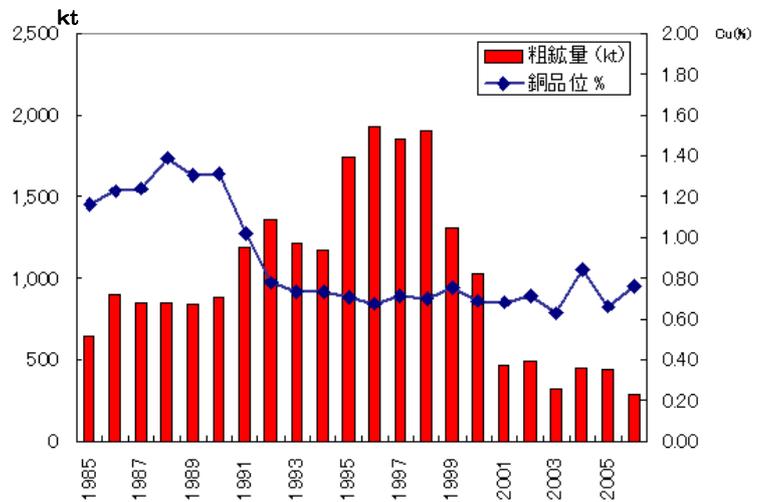


図 4.3 Bor 坑内鉱山の出鉱実績

クは 1996 年で、約 193 万 t である。それから、3 年間は 190 万 t 近い大量出鉱を記録したが、1999 年以降減産となり、2001 年からは 47 万 t まで落込む。これは経済制裁で坑内機械の部品が調達できなくなったことに起因する。図 4.3 に 1985 年以降の Bor 坑内鉱山の出鉱実績を示す。1999 年と 2001 年の生産の落込みが目立つ。

図 4.4 に現在の坑内鉱山の坑内模式図を示す。

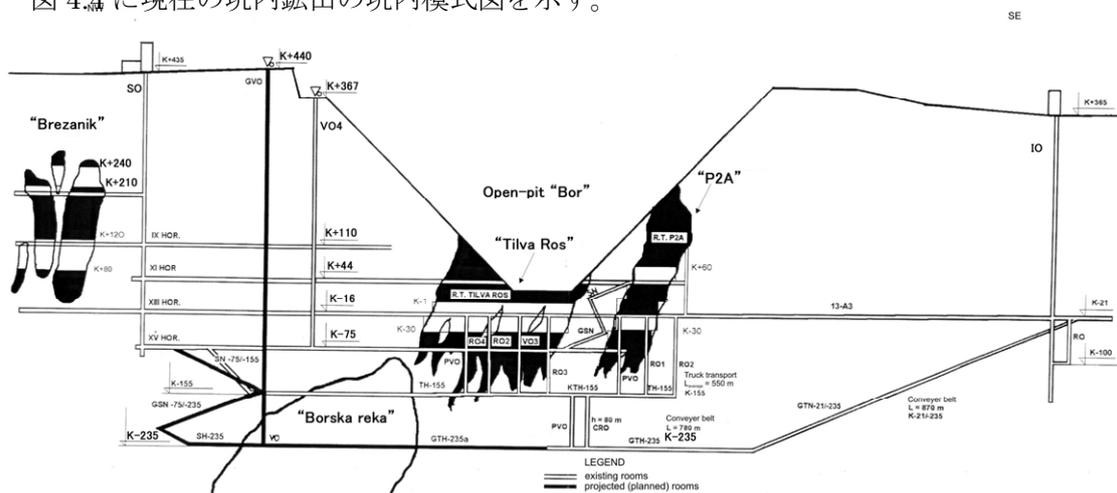


図 4.4 Bor 坑内鉱山の坑内模式図(出典：RTB Bor)

Bor 坑内採掘は 2003 年以来トラックレス方式で実施されており、軌条は廃止された。採鉱法は Tilva Ros と P2A ではサブレベルケーシング法を Brezanik ではカットアンドフィル法を適用している。

西側の先進鉱山と同様に、Bor 坑内鉱山でも緻密な生産管理、コスト管理が行われており、各種の作業データが揃っており、各作業の数値管理が可能となっている。表 4.1 に、過去のピーク時である 1996 年と減産となっている 2003 年の坑内作業能率を比較した。

表 4.1 Bor 坑内鉱山作業の能率比較(出典：RTB Bor)

| 項目 | 1996 年 | | | 2003 年 | | | |
|-------|-------------|------------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| | 作業量 | 工数 | 能率 | 作業量 | 工数 | 能率 | |
| 採鉱 | Brezanik | 260,098t | 22,896 工 | 11.36t/工 | 29,111t | 4,315 工 | 6.75t/工 |
| | Tilva と P2A | 1,672,977t | 18,960 工 | 88.24t/工 | 294,674t | 9,221 工 | 31.96t/工 |
| | 計 | 1,933,075t | 41,856 工 | 46.18t/工 | 323,785t | 13,536 工 | 23.92t/工 |
| 開坑量 | 6,058m | 12,900 工 | 0.47m/工 | 1,464m | 7,484 工 | 0.20m/工 | |
| 起業関係 | 1,544m | 9,694 工 | 0.16m/工 | 1,559m | 8,587 工 | 0.18m/工 | |
| 運鉱・破碎 | 1,933,075t | 12,644 工 | 152.88t/工 | 323,785t | 12,644 工 | 25.61t/工 | |
| 総計 | 1,933,075t | 75,987 工 | 25.44t/工 | 323,785t | 42,251 工 | 7.66t/工 | |

表 4.1 を見ると、処理鉱量の激減に気づく。前述の通り、政治的な理由で、鉱山機械の部品が禁輸されたため、入手できずに、生産が約 1/6 まで落込んだ。また、機械が不十分な状況での作業だったために、総ての項目で作業能率が劇的に減っており、鉱山の苦しい操業が理解できる。限られた機械を生産に回す関係から、開坑量が約 1/4 迄減っており、採鉱段取りや採鉱が減らされているため、次の採鉱に支障を来たす可能性が大きい。

4.1.2 Borska Reka 鉱床の開発

Borska Reka 鉱床は、既存の Bor 坑内と Veliki Krivelj 露天掘の近傍に位置しており、Bor 坑内の採掘レベルよりも深部にある巨大な鉱床である。本鉱床の採掘計画に関しては、ベオグラード大学が 2003 年に作成したが、2005 年に世銀が雇用したコンサルタントがその内容についてレビューと解析をしている。

4.1.3 Bor 露天掘鉱山

Bor 露天掘の操業は 1923 年から開始され、露頭の高品位部を中心に採掘された。1985 年から終掘の 1993 年までの操業を図 4.5 に示した。Bor 露天掘鉱山の操業開始から閉山までの全採掘量は以下の通りである。全採掘鉱量 95,799,627t (Cu1.4%) 全剥土量 171,176,926t (剥土比 1.40)。

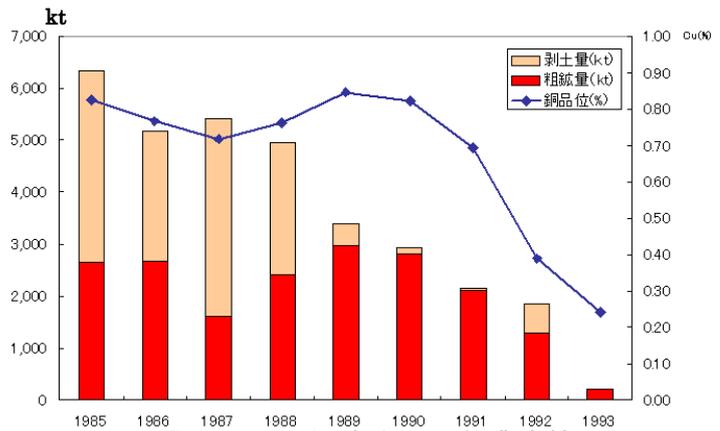


図 4.5 Bor 露天掘鉱山の操業実績

4.1.4 Veliki Krivelj 露天掘鉱山

当鉱山は、1979 年に初期剥土が開始され、1983 年に RTB Bor の 4 番目の鉱山として初出鉱した。初出鉱から 4 年目には 960 万 t を年間出鉱し、以後概ね同程度の出鉱を 1998 年まで維持してきたが、1998 年の経済制裁の影響で 1999 年からは減産に向かい、昨年は 400 万 t を切って、ピーク時の 40% 程度の操業度である。粗鉱品位も初出鉱当時は、0.5%Cu だったが、経時的に低下し続け、昨年は 0.28%であった。しかし、今日の RTB Bor では出鉱の主役を務めており、全体の 7 割の出鉱を占める。

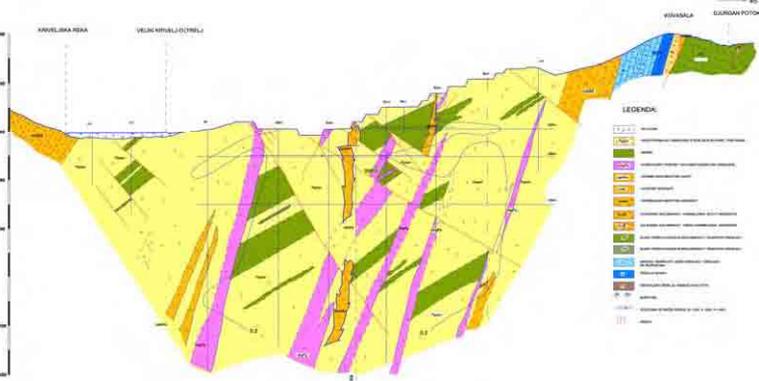


図 4.6 Veliki Krivelj 露天掘の地質断面図

図 4.7 に 1985 年以降の出鉱実績を示した。当鉱山が好調な操業を維持していた 10 年間と最近 4

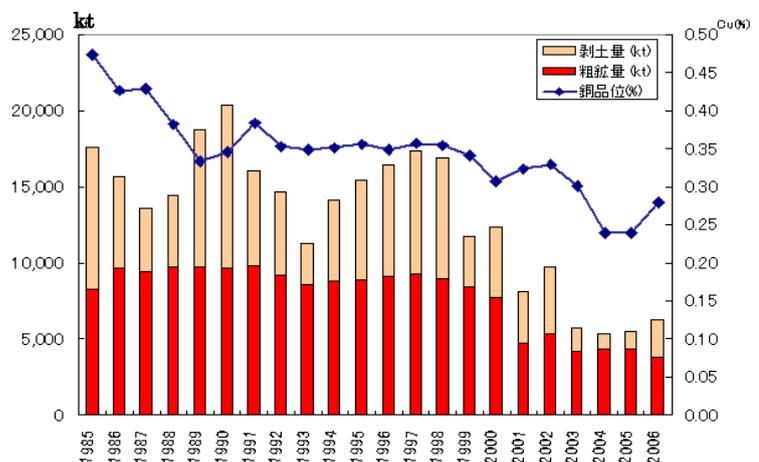


図 4.7 Veliki Krivelj の操業実績

年間の処理量を比較すると表 4.2 の通りとなる。処理量で約 1/3 近くも減っており、採鉱量を極力維持するために剥土量は約 1/5 近くも減少しており、結果として剥土比が 0.86 から 0.36 と半分以下まで減少し、部分的に剥土遅れの状態となっているのが判る。

表 4.2 Veliki Krivelj 露天掘鉱山の処理量

| 年 | 採鉱量 | 剥土量 | 処理量計 | 剥土比 |
|-------------|-------------|-------------|--------------|------|
| 1983～1992 年 | 84,852,005t | 73,340,701t | 158,192,706t | 0.86 |
| 1 年当りの平均 | 8,485,201t | 7,334,070t | 15,819,271t | 0.86 |
| 2003～2006 年 | 16,769,965t | 6,080,445t | 22,850,410t | 0.36 |
| 1 年当りの平均 | 4,192,491t | 1,520,111t | 5,712,603t | 0.36 |

4.1.5 Cerovo 露天掘鉱山

Cerovo 露天掘鉱山は Veliki Krivelj 鉱山の北東方向に直線距離で約 8km 離れている。Cerovo 露天掘鉱山は、1991 年から初期剥土を行い、1993 年から出鉱を開始し、2002 年に、鉱量枯渇で終掘した。現在の残鉱量は、Cerovo2 など未だ 3.2 億 t(0.3%Cu、0.1g/tAu)と大量にあり、民営化にはこの鉱量も対象となっている。

以上の内容が銅鉱山 Bor(RBB)であるが、民営化戦略に従って、人員のリストラが行われている。例えば、2003 年 1 月と 2007 年 2 月、7 月の従業員の比較を表 4.3 に示す。

表 4.3 RBB の従業員の推移(出典：RTB Bor)

| 項目 | 2003 年 1 月 | 2007 年 2 月 | 2007 年 7 月 |
|---------------------|------------|------------|------------|
| Veliki Kreivelj 露天掘 | 516 | 405 | 396 |
| Veliki Krivelj 選鉱場 | 352 | 288 | 278 |
| Cerovo 露天掘 | 124 | 11 | 13 |
| Bor 坑内 | 694 | 441 | 416 |
| Bor 選鉱場 | 342 | 230 | 225 |
| Bor 機械修理 | 128 | 87 | 87 |
| 湿式製錬 | 48 | 29 | 34 |
| 探査 | 147 | 92 | 98 |
| 管理 | 375 | 258 | 250 |
| Zagradje 石灰鉱山 | 163 | 118 | 116 |
| Bela Reka シリカ砂 | 72 | 67 | 66 |
| 合計 | 2,961 | 2,026 | 1,979 |

4.1.6 スラグ採鉱

過去数年間、Bor では製錬から排出され堆積されたスラグ採掘して有価金属を回収する試みが TIR で行われて来た。以前は TIR 自身で採掘されてきたが、坑内掘の主力である Tilva Ros と P2A が採掘できなくなったのを機に、RBB では本格的に露天掘で採掘する検討が行われ、新施業案が MEM に提出されている。採掘対象のスラグは、全量で約 900 万 t あり、金属量で銅が約 66,000t、金が 2,600kg 及び銀が 41,000kg 含まれている。各ベンチの鉱量を表 4.4 に示す。

表 4.4 採掘対象のスラグ

| ベンチ | スラッグ量 (t) | Cu (%) | Cu (t) | Au (g/t) | Au (kg) | Ag (g/t) | Ag (kg) |
|---------|-----------|--------|--------|----------|---------|----------|----------|
| 365/350 | 1,318,973 | 0.715 | 9,431 | 0.28 | 372.0 | 4.50 | 5,935.4 |
| 350/340 | 3,061,392 | 0.715 | 21,889 | 0.28 | 863.3 | 4.50 | 13,776.3 |
| 340/332 | 1,277,730 | 0.715 | 9,136 | 0.28 | 360.3 | 4.50 | 5,749.8 |

| | | | | | | | |
|---------|-----------|-------|--------|------|---------|------|----------|
| 330/330 | 1,465,830 | 0.715 | 10,481 | 0.28 | 413.4 | 4.50 | 6,596.2 |
| 320/320 | 1,330,959 | 0.715 | 9,516 | 0.28 | 375.3 | 4.50 | 5,989.3 |
| 320/310 | 736,056 | 0.715 | 5,623 | 0.28 | 207.6 | 4.50 | 3,312.3 |
| 計 | 9,190,940 | 0.715 | 65,715 | 0.28 | 2,591.8 | 4.50 | 41,359.2 |

採掘されたスラグは過去の試験操業から浮選が最も効果的な回収方法と判明しているので、浮選で処理される。銅の本格浮選操業では表 4.5 を見込んでいる。スラグ採掘と浮選の操業コストとしては、露天掘で 1.77 ドル/t で浮選で 4.8 ドル/t を見込んでおり、合計で 6.57 ドル/t であり、投資金額約 1,000 万ドルは十分回収可能と見ている。

表 4.5 スラグの予定浮選成績

| 項目 | 見込み値 |
|------------|-------------|
| 年間処理スラグ量 | 1,112,400 t |
| スラグ中 Cu 品位 | 0.715 % |
| スラグ中 Au 品位 | 0.282 g/t |
| スラグ中 Ag 品位 | 4.5 g/t |
| 精鉱量 | 219,050 t |
| 精鉱中 Cu 品位 | 15.0 % |
| Cu 採取率 | 50.0 % |
| 精鉱中 Cu | 32,857 t |
| 精鉱中 Au 品位 | 5.072 g/t |
| Au 採取率 | 50.0 % |
| 精鉱中 Au | 1,296 kg |
| 精鉱中 Ag 品位 | 64.748 g/t |
| Ag 採取率 | 40.0 % |
| 精鉱中 Ag | 16,544 kg |

4.1.7 Majdanpek 露天掘鉱山

Majdanpek 鉱山(RBM)は Bor 市から陸路で約 70km 離れた別の行政区に位置し、南北鉱の 2 つの露天掘と選鉱場を有し、精鉱は鉄道で Bor まで運搬されている。Majdanpek 市の市街地は丁度谷地形に位置しており、住宅などが谷の斜面に林立している。市街地から近い順位に、北鉱、南鉱、選鉱場が配置されている。更にその外側に、南北鉱のズリ捨場、廃滓堆積場が配置されており、これらの主要施設に比較的近い距離にある。RBM の主要施設を図 4.8 に示す。

南鉱は 1959 年から剥土が開始され、1961 年に初出鉱された。選鉱場の建設もそれまでに完了し、同年から精鉱を Bor の製錬所に送った。鉱山は初出鉱以降、拡張を続け 1976 年には年間 1,300 万 t を達成し、その後 1989 年まで略その生産量を維持した。初出鉱の翌

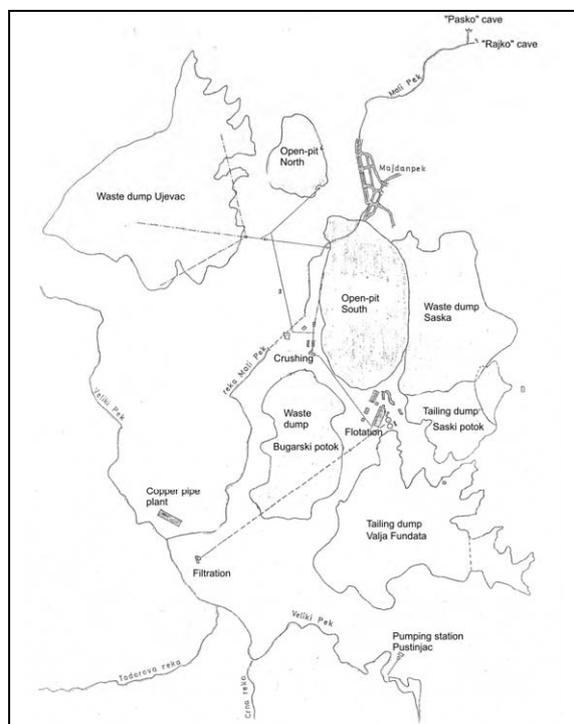


図 4.8 RBM の主要施設の配置図

年から RTB Bor の出鉱割合の半分以上を占め、文字通り同社の鉱石供給の中心的な役割を果たしてきた。1968 年以降、RTB Bor においての出鉱割合は 7 割以上を占め、Veliki Krivelj の出鉱が開始された 1982 年まで続いた。また、北鉱は 1977 年から初期剥土が開始された後、13 年後の 1989 年に初出鉱し、1990 年から本格的な生産を開始した。Majdanpek の操業実績を図 4.9 に示す。

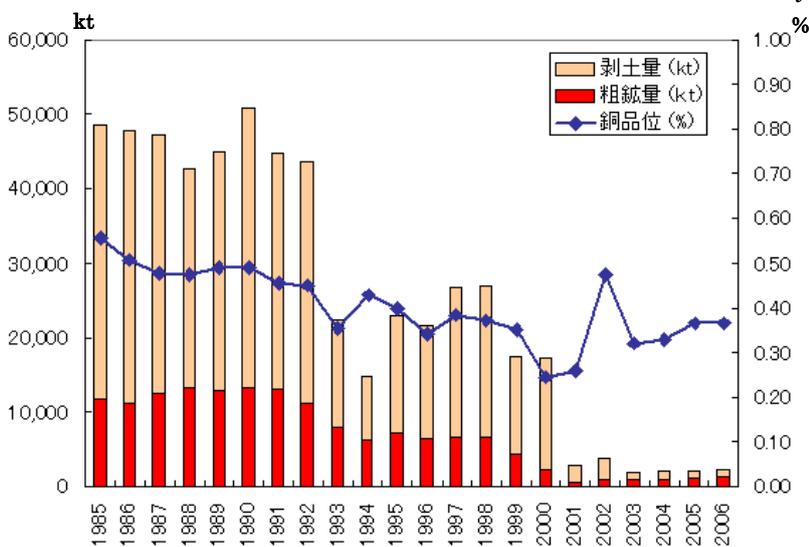


図 4.9 Majdanpek 露天掘の操業実績(出典：RTB Bor)

図 4.10 に鉱山の従業員数の推移を示すが、生産の落込みに呼応して急激な減少となっている。特に 2002 年には、1,370 人に及ぶリストラを断行し、それまでの従業員数を半減した。しかし、作業能率から見ると、著しく落ちており、3 交代は維持されているが、1 の方は作業段取のみで生産活動をしていない。

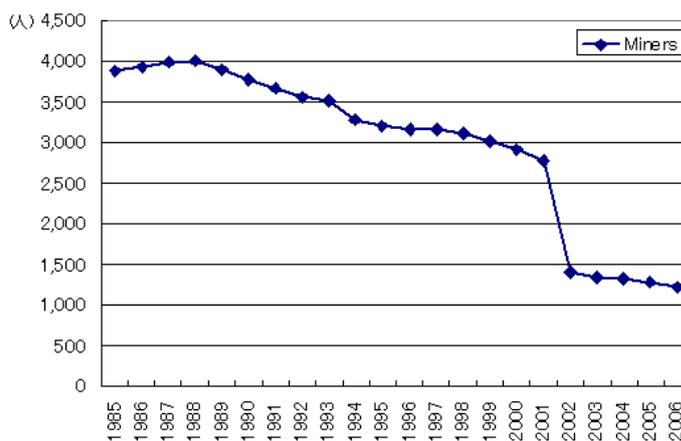


図 4.10 Majdanpek 鉱山の従業員数の推移(RTB Bor)

出鉱減の主因は、Veliki Krivelj と同様に使用機械の老朽化であり、40 年以上稼働の古い機械もあり、稼働率の低い機械もある。

当鉱山が好調な操業を維持していた南鉱 13 年間と最近 4 年間の処理量を比較すると表 4.6 の通りとなる。

表 4.6 南鉱の処理量

| 年 | 採鉱量 | 剥土量 | 処理量計 | 剥土比 |
|-------------|--------------|--------------|--------------|------|
| 1977～1989 年 | 164,933,812t | 358,684,295t | 523,618,107t | 2.17 |
| 1 年当りの平均 | 12,687,216t | 27,591,100t | 40,278,316t | 2.17 |
| 2003～2006 年 | 3,500,200t | 2,667,000t | 6,167,200t | 0.76 |
| 1 年当りの平均 | 875,050t | 666,750t | 1,541,800t | 0.76 |

処理量で実に 75%も減っており、採鉱量を極力維持するために剥土量に至っては約 98%も減少しており、結果として剥土比が 2.17 から 0.76 と 1/3 近くまで減少し、明確な剥土遅れの状態となっている。また、RBB に比べ、RBM の IT 化は進んでおらず、操業でも過去

のデータが余り活用された形に現状ではなっていない。道路整備も不十分で生産が軌道に乗っていないのが分る。

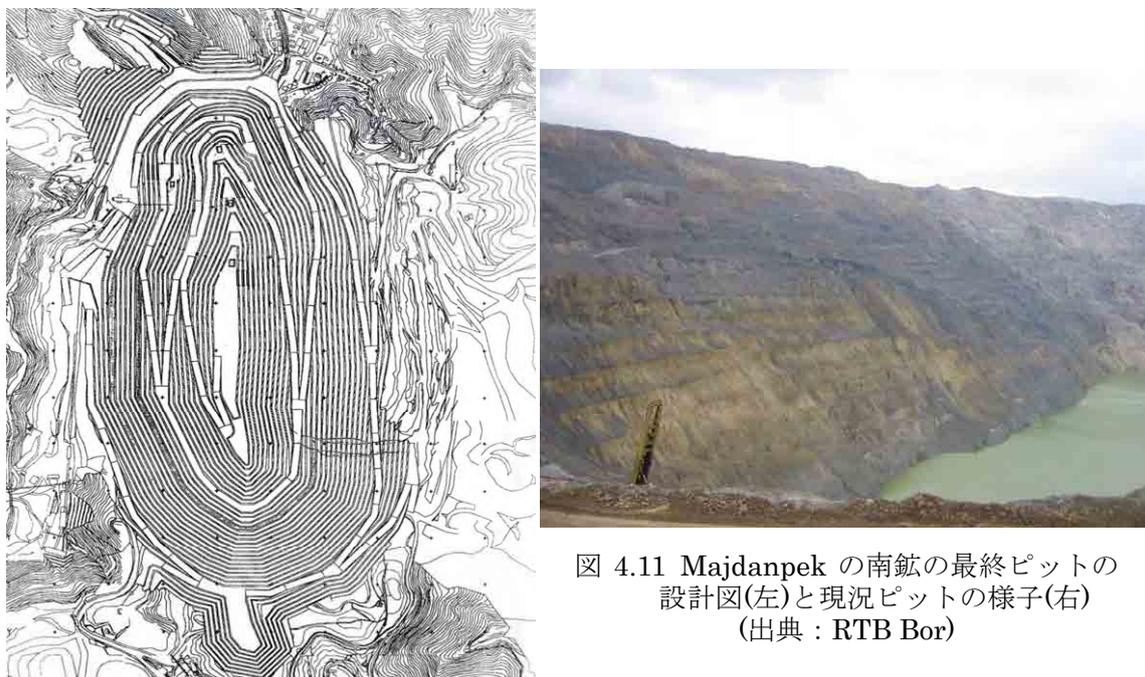


図 4.11 Majdanpek の南鉱の最終ピットの設計図(左)と現況ピットの様子(右)
(出典：RTB Bor)

同様に、北鉱が本格的に操業を開始した 1990 年から 11 年間で最近 4 年間の処理量を比較すると表 4.7 の通りとなる。処理量で実に 99%も減っており、採鉱量を極力維持するために剥土量も約 99%も減少し、結果として剥土比が 3.13 から 1.55 と半減し、明確な剥土遅れの状態となっている。南鉱では、現在の水位より上の採掘を継続するには、近くの国道の付替えと堆積された大量の(800 万 t)ズリを再運搬する必要があり、大きな起業費を必要とする。

表 4.7 北鉱の処理量

| 年 | 採鉱量 | 剥土量 | 処理量計 | 剥土比 |
|-------------|-------------|-------------|--------------|------|
| 1990～2000 年 | 31,609,186t | 98,987,692t | 130,596,878t | 3.13 |
| 1 年当りの平均 | 2,873,562t | 8,998,881t | 11,872,443t | 3.13 |
| 2003～2006 年 | 752,800t | 1,166,000t | 1,918,800t | 1.55 |
| 1 年当りの平均 | 188,200t | 291,500t | 479,700t | 1.55 |

4.2 セ国の中小鉱山の鉱業活動

セ国には、鉛亜鉛、レアメタル等の中小鉱山が以前は多く活動していた。しかし、1991 年以降の政治的な不安定要因のため、生産活動は総て低調であり、現在総ての国営非鉄金属鉱山は民営化の対象であり、既に民営化が具体化している鉱山も出ている。

4.2.1 Veliki Majdan 鉛亜鉛鉱山

Veliki Majdan 鉱山は、ベオグラードの東方約 200km の Macva 県 Ljubovija 市にあり、Drina 川を挟んで 30m でボスニアヘルツェゴビナに達する。1934 年に近代鉱山として、英会社が Drina Mining を設立し本格的な採鉱を開始し、最初の坑道調査を行った。その後、1940 年に国営会社 Zajaca が採鉱を再開し、1954 年から出鉱開始した。

1972年にVeliki Majdanとして独立しZorka Sabacの傘下に入り、亜鉛とパイライト精鉱をZorkaに送り、鉛精鉱はTrepcaに送った。1996年に経営権はTrepcaに移り、2003年に独立したが、2006年9月に民営化され、スイスのMinero社に経営権が移った。図4.12に1985年から操業停止した2001年ま

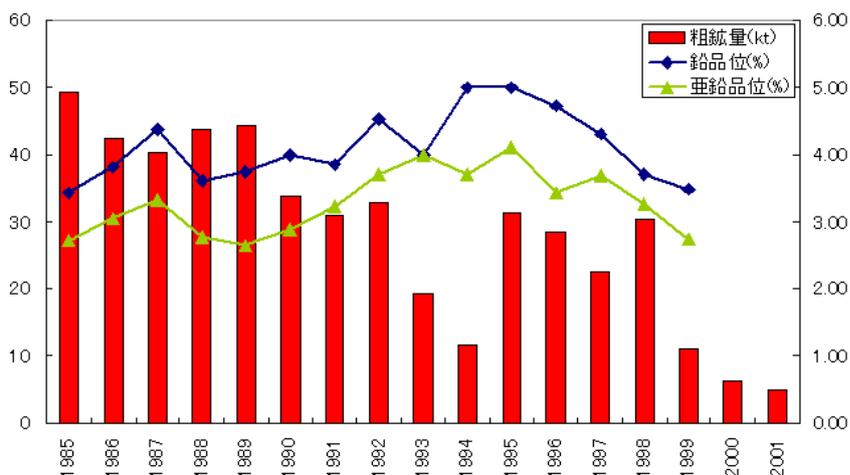


図 4.12 Veliki Majdan 鉱山の操業実績 (出典：Veliki Majdan 鉱山)

での操業実績を示す。2001年6月の大雨で廃滓堆積場の一部が決壊したのが致命傷となり、操業停止に至った。更に、2003年から坑内揚水を維持できなくなり、坑内の水没が始まった。Trepcaが経営権を放棄したのは、政治的な問題に加え、これらの事情によるものである。

当鉱山が生産再開するための現在の問題は、①水深160m以上も水没した坑内の揚水、②堆積場堤体の決壊で現在使用できない堆積場の再建、③主な従業員は総て解雇したため、操業のための熟練労働者の確保、④長期間放置された選鉱場の装置を始め、多くの機械類のリハビリ・購入である。これらの費用として100万ユーロを見込み、2007年9月に操業再開を計画していたが、まだ再開されていない。

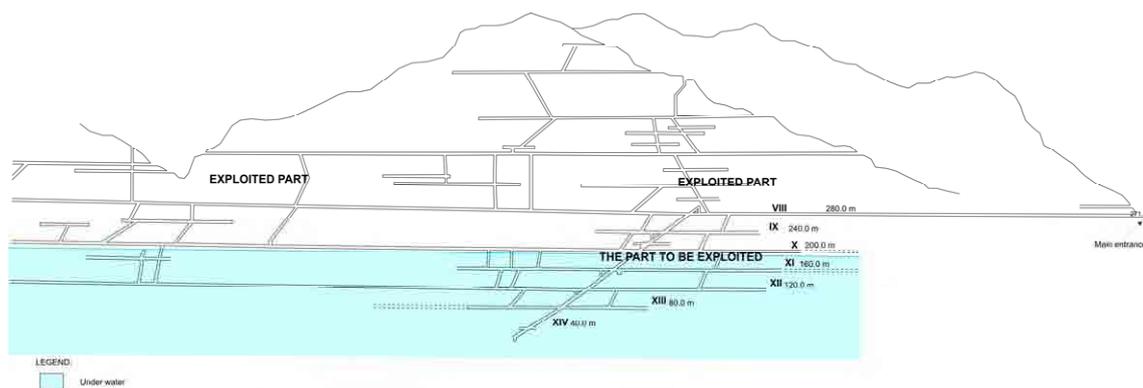


図 4.13 Veliki Majdan 鉱山の坑内構造(出典:Veliki Majdan)

4.2.2 Rudnik 鉱山

当鉱山はベオグラードの南方約110kmのSumadija県Rudnik村にある。当鉱山は2004年9月に実施された競売で当社の株70%を購入したContango社により、セ国最初の民営化鉱山となった。残り30%の株は鉱山の労働者が保有したが、現在その殆どが、銀行や投資会社に売られており、大株主は10社以上となっている。

当鉱山は、1948年に Trepca により設立され、1952年に初出鉱をした。生産鉱種は鉛、亜鉛及び銅で、鉱床は鉛、亜鉛鉱床は小規模塊状スカレン型鉱床であるが、銅を含む鉱床は網状鉱床であり、鉛、亜鉛優勢の鉱床に比べ、規模はやや大きい。当鉱山の生産は、概ね順調に推移したが、1993年の経済制裁で大きく生産が落ち込み、2007

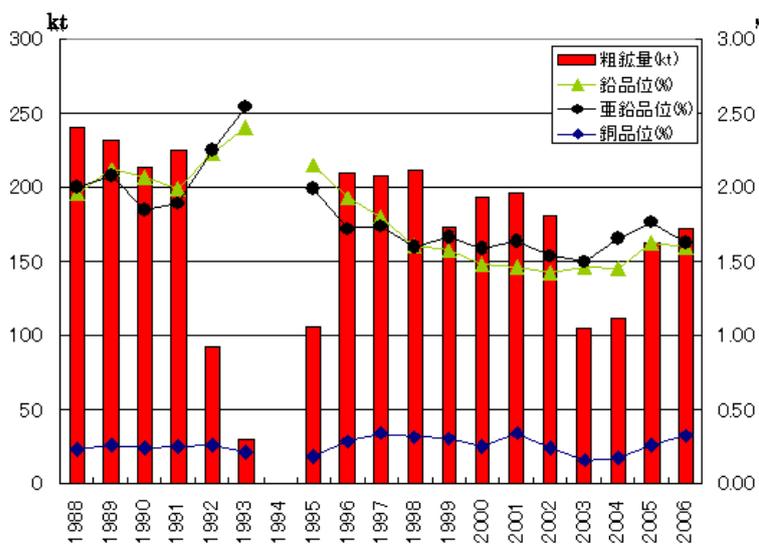


図 4.14 Rudnik 鉱山の民営化前後の出鉱量実績

年は生産できない状態になった。1995年から再び生産を開始したが、金属建値も振るわず、赤字が累積し、2004年に民営化された。民営化後、金属建値が回復したため、2005年までは、赤字だった操業は、2006年には黒字に転じた(1.6億ディナール)。民営化になった直後は、生産が落ち込んだが、年々回復し、今年は、以前の生産のピークまで戻るという好転振りである(図 4.14)。亜鉛精鉱は1999年から2002年までは、マケドニアの Veles 精錬所に運ばれたが、その後は鉛と一緒に Plovdiv 精錬所に運ばれている。銅精鉱は、その後も Bor 精錬所で処理された。

当鉱山の採鉱法は、下向きルームアンドピラーであり、小さな鉱体は一つの切羽から出鉱されるが、大きな鉱体からは2~3のサブレベルで鉱体を水平に分割し、各部分を上から下にルームアンドピラーで採掘する方式を採っている。

地表の近くにある酸化鉱とその直下にある硫化鉱体 P2 の合計鉱量は、80万tである。最近酸化鉱の選鉱試験を実施してきたが、採集率が悪いため、当面酸化鉱の開発を断念した。現在、この酸化鉱の直下にある硫化鉱の開発を坑内掘にて採掘するための、準備を進めている。同社主流のルームアンドピラーは不可で、現在の処、カットアンドフィルを採用する方針である。

4.2.3 Zajaca 鉱山

Farmakon 社はベオグラードから西方約 200km の Macva 県 Sabac 市にある。当社は約 20 年前に設立された多角経営の民間会社で、農業をコア事業として、この 20 年間に徐々に事業拡大を図り、現在は年商 2 億ユーロ(約 300 億円)、従業員 2,200 人の大企業に成長している。当社の現在のビジネスはグリーンハウス栽培の農産品、牛乳、金属鑄造工場、自動車部品工場、鉛精錬所などを所有し、2006年3月に民営化でアンチモン鉱山部門に進出した。

Zajaca 地域は金属鉱床の豊かな地域で、長さ 25km にも及ぶ鉱兆(幅 300-500m)が NW-SE の方向で続いており、130 年前から多くの鉱山開発が行われてきた。当該地域はアンチモンだけでなく、鉛、亜鉛、錫、砒素などの非鉄金属の鉱床が多くある。アンチモン鉱床につ

いては、現在までに金属量として 14 万 t の生産が行われてきた。生産は第 2 次大戦直後から活発に行われ、1945～1990 年に、平均年産量で 2,000t である。最盛期は 1965～1977 年でこの期間の年産量は 3,200t であった。建値の影響で、Zajaca のアンチモン生産は 1991 年に中止に追込まれた。それ以降、当社は、精錬設備を利用して、鉛のスクラップを溶解して、自動車バッテリーなどに使用する鉛生産を行っている。Farmakom 社は、アンチモン鉱山開発のみでなく、鉛・亜鉛・錫、CaF₂などのレアメタルも視野に入れている。

4.3 その他の鉱業活動

4.3.1 Kostolac 炭鉱

現在 Kostolac では、700 万 t 足らずの採炭を行い 1,000Mw の発電施設で、40 億 kWh/年の発電をしているが、将来発電増量のため、採炭量を 900 万 t に増産する予定である。図 4.15 に過去 20 年の生産実績を示すが、金属鉱山と比較して、経済制裁の影響が少ないのは、使用機械がロシア製であったため、部品供給が止まらなかったためである。セ国民のライフラインに直結し

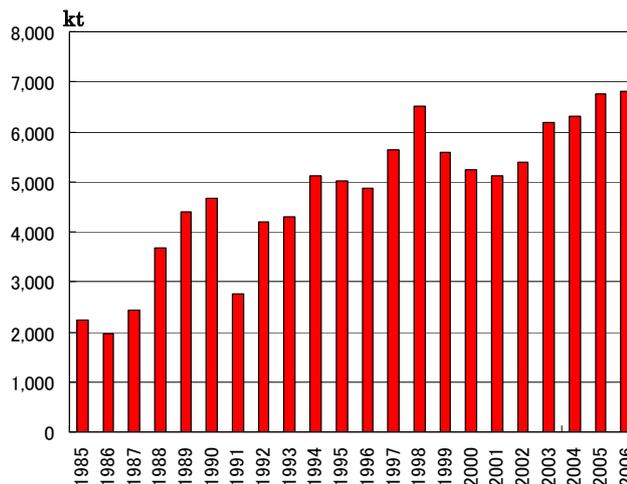


図 4.15 Kostolac の採炭量の推移

ていることもあり、民営化の対象にはなっていない。Kostolac はベオグラードの東約 100km に位置する Branicevo 県 Kostolac 町に本社を置く EPS の発電子会社である。採炭費用は 7～8€/t で、鉱山の採算は黒字である。現在 Kostolac には、Drmno(採掘域 2.5×5.0km)、Cirikovac(1.5km×2.0km)、Klenovnik (0.8km×1.0km)の 3 つの露天掘ピットがある。

主力の Drmno は、そのピット底と近く(約 500m)を流れるダニューブ川との水位差が 50～80m もあり、ダニューブ川との間に揚水井戸を 200 本設け、連続揚水しながら、操業をしている。採炭 1t に対し、2t の揚水量である。今後、ピットが移動するに連れ、この揚水井戸を増設する必要がある、500m 移動する度に、40～50 本の井戸が必要と見込んでいる。

Drmno のもう一つの問題は、炭層の上に Viminacijum というローマ時代の遺跡があり、これを避ける必要があることである。大半の遺跡は移設する予定で、2,000 万ディナール(約 25 万ユーロ)/年の移設費が必要で、移設不可の箇所があり、それで 4,000 万 t の採炭ロスが発生する。Cirikovac 炭鉱では、採炭を開始して既に 30 年以上経過している。2 つの採掘対象の炭層がある。採掘が村民の居住域に 700m まで接近している。現在のままでは、採炭を進めることが困難で、将来は坑内掘をする可能性がある。しかし、剥土比が 7 と高いが、揚水の必要性はない。Klenovnik 炭鉱は年間 15 万 t 程度の採炭量で、剥土比 7.0 で 1 台のドラッグラインで採炭をしており、列車で 2km 発電所まで運搬している。炭量が十分でなく、運搬に経費が掛かるので、3 年後には閉山する見込みである。

4.3.2 Kovilovaca 石灰鉱山

Kovilovaca 石灰鉱山は、ベオグラードの東 135km の Branicevo 県 Pozarevac 行政区に所在する。

現在の確定鉱量は 2,165 万 t であるが、鉱区としては大きな範囲を所有しており、鉱山ライフに関しては、全く心配していない。しかも、表土厚は 0.5m と薄く、採掘条件は恵まれている。石灰は用途に応じて、純度と粒度に応じて出荷している。民営化後の年間生産量の推移は、図 4.16 に示す通りである。民営化後に、機械を更新したり、能率給制度を導入したり、経営努力した結果、生産は飛躍的に増加し、今年は更に 150 万 t 近く迄増産する計画を立てている。

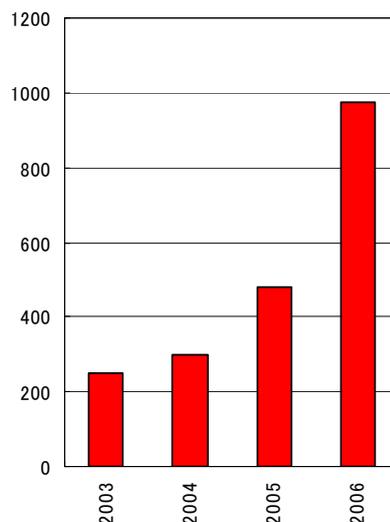


図 4.16 年間生産量の推移

4.4 製錬事業の活動

4.4.1.セルビアの銅産業の概要

(1) 銅の貿易((Statistical yearbook of Serbia 2006)

| year | Export | | | Import | | |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 2,003 | 2,004 | 2,005 | 2,003 | 2,004 | 2,005 |
| Total | 39,319 | 37,788 | 59,723 | 20,812 | 47,897 | 41,747 |
| Cyprus | 1,673 | 3,809 | 19,015 | 824 | 4,564 | 19,386 |
| Italy | 2,526 | 4,164 | 7,416 | | | |
| Germany | 4,054 | 6,040 | 5,821 | 950 | 493 | 376 |
| USA | 3,089 | 4,341 | 3,695 | | | |
| Romania | 1,333 | 1,746 | 3,111 | | | |
| Bosnia | 1,127 | 1,010 | 2,084 | | | |
| Bulgaria | | | | 4,379 | 23,614 | 13,077 |
| Russia | | | | 4,255 | 4,974 | 4,312 |
| Austria | | | | 1,298 | 1,620 | 2,366 |
| Others | 25,517 | 16,678 | 18,581 | 9,106 | 12,632 | 2,230 |

(2) TIR[※] Bor' s の生産量

| Year | 2003 | 2004 | 2005 |
|---------|--------|--------|--------|
| Cathode | 14,000 | 12,000 | 31,000 |

※ RTB Bor の製錬部門

1980年代には Bor smelter の生産量は 150,000 t/y に達し、その約 70%がユーゴスラビア国内の加工業者に供給されていた。

(3) バルカン地域の銅産業

1) 銅鉱山

精鉱量合計 11,129,000 ton。銅精鉱の銅品位を 25%とした場合銅量は 282,000 ton。

2) 銅製錬所

| Country | Location (Name) | Capacity x 1,000 | Process Type (S); secondary |
|----------|-----------------------------|------------------|-----------------------------|
| Albania | Kukes (Gjegian) | 5 | Reverberatory |
| | Lac | 7 | Blast Furnace |
| | Rubik | 5 | Reverberatory |
| Armenia | Alaverdi | 7 | Reverberatory |
| | | 3 | Reverberatory (S) |
| Bulgaria | Eliseina | 14 | Blast Furnace (S) |
| | Pirdop | 190 | Outokumpu Flash |
| Hungary | Csepel | 4 | Reverberatory (S) |
| Italy | Porto Marghera | 24 | Reverberatory (S) |
| Poland | Glogow District (Glogow I) | 220 | Blast Furnace |
| | Glogow District (Glogow II) | 205 | Outokumpu Flash |
| | Wroclaw (Hutmen S.A.) | 9 | Blast Furnace (S) |
| | Legnica | 93 | Blast Furnace |
| Romania | Baia Mare | 35 | Outokumpu Flash |
| | Zlatna | 10 | Reverberatory (S) |
| | Zlatna | 40 | Outokumpu Flash |
| | Zlatna | 13 | Reverberatory |
| Serbia | Bor | 170 | Reverberatory |
| Slovakia | Krompachy | 20 | Reverberatory (S) |
| Turkey | Samsun | 42 | Outokumpu Flash |

合計 1,032,000 ton

バルカン地域の銅量合計は 282,000 ton でこの地域での銅精鉱は不足している。

4.4.2. TIR Bor の操業

RTB Bor の全体と製錬部門の特徴をあげると以下の通りである。

- RTB Bor の銅精鉱の銅品位が低い。20% Cu 以下では国際市場では流通出来ない。そのため自前の製錬所が必要である。
- TIR Bor の生産は Bor mines からの生産だけを基本としていて、輸入鉱石は Smelter への装入鉱石品位を 20%Cu にするために用いられている。28% Cu までは Smelter での操業に差し支えないにも係わらず、最低輸入量での操業をしている。
- 1990 年の経済制裁の以前にはセルビア国内に電気銅を原料とする加工工場があり、約 100,000t/y をユーゴスラビア国内で消費していた。現在、セルビア国内の加工量は約 20,000t/y である。現在、加工工場は RTB Bor を除いて民営化されている。
- 輸入鉱石の購入、電気銅の販売をキプロスの East point 社にゆだねているので、TIR Bor の電気銅が国内に優先的にまわっていない。
- TIR Bor の計算上の銅の採取率は 93%程度で契約採取率 95%を下回っている。
- 銅精鉱中の金銀の無評価品位(Cut off)は金 1 g/t, 銀 30g/t で銅とは逆に差益を出している。ただし、RCを取っていない。
- 硫酸の販売価格が現状、0.5 EURO/t.硫酸であり硫酸を作るだけ赤字を出す状態になっている。公害対策として SO₂を硫酸として固定する場合、公害対策費用として考えなければならない状態である。

品質管理について LME 電気銅の登録済みであり、ISO 9001 (品質管理) を一部部門で取得済みである。また Refinery, Blending control ISO 14000 (環境管理) は民営化後

に予定している。経理に関しては決算書が1年及び3ヶ月ごとにまとめている。この3年間の決算書の要約は下表のようである。

表 4.8 TIR の決算書

| | year | 2004 | 2005 | 2006 |
|---------------------------------|------|---------------|-------------|---------------|
| On business | | | | |
| Sales income | | 4,719,515,000 | 972,833,566 | 8,349,505,494 |
| Raw material | | 2,131,885,563 | 416,129,030 | 4,636,136,492 |
| Other direct cost | | 2,533,952,437 | 497,773,759 | 3,811,487,246 |
| Profit and loss | | 53,677,000 | 58,930,777 | -98,118,244 |
| Financial cost | | | | |
| Financial income | | 563,139,973 | 568 | 582,696,040 |
| Financial outgoing | | 1,101,050,971 | 15,678,646 | 506,113,018 |
| Profit and loss | | -537,910,998 | -15,678,078 | 76,583,022 |
| Non-business profit/loss | | | | |
| Other income | | 16,654,434 | 315,416 | 118,517,138 |
| Other outgoing | | 131,890,056 | 3,443,512 | 67,889,965 |
| Profit and loss | | -115,335,622 | -3,128,096 | 50,627,173 |
| Accounts receivable | | | | 30,019,966 |
| Grand total | | | | |
| Profit Loss (Din) | | -599,569,620 | 40,124,603 | 59,111,917 |
| Profit Loss (US\$) | | -10,240,301 | 603,204 | 883,342 |
| Din/US\$ | | 58.55 | 66.52 | 66.92 |
| Electrolytic copper t/y | | 11,997 | 31,284 | 41,387 |
| LME price US\$/t | | 2,866 | 3,679 | 6,722 |

利益及び損失は単年度で処理されるため、再投資資金が算出できない。投資した場合は償却方式で処理する。なお、貸借対照表を作っていないため在庫調整が判らない、累積損益が判らないなどの問題がある。

Bor の Smelter/ Refinery は 1961 年から反射炉 1 炉で生産を開始した。1971 年からは反射炉 2 炉体制の 17.5 万トンの能力になった。

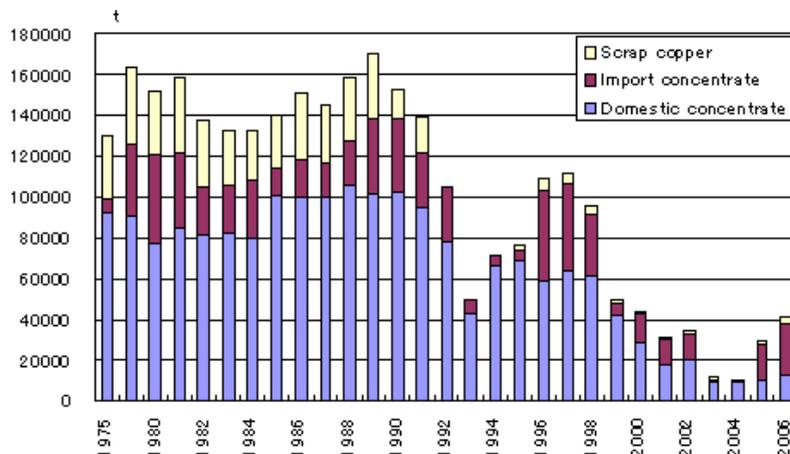


図 4.17 過去の生産量

現在の輸入鉱石はキプロスの EASAT POINT 社により主にブルガリアから輸入している。銅生産能力は 16 万トンであるが最近の生産量は能力の 10 ないし 20%にしか過ぎない。

このため操業コストは高くなっている。過去の運転実績から操業コストを推定した。1991 年から 2006 年までの操業コストの基礎データを受領して生産量に対する操業コストを計算した。計算結果から生産量別の操業コストを算出した結果を下図に示す。

165,000 t/y での直接操業コストは 6.9C/lb である。現在の仕切り価格 31.75C/lb で計算した利益の出る生産量の下限は 19,500 t/y である。ただし、操業コストは直接費ベースであ

り間接費を含めた下限生産量はさらに増える。なお、公害対策のために排煙脱硫設備及び廃水処理設備を設置した場合、このコストとして約 1.5 C/lb が上積みになると想定すると Total 8.4 C/lb となる。

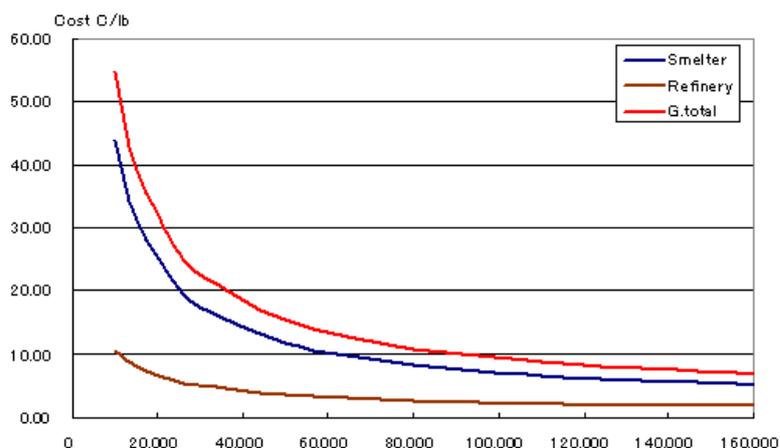


図 4.18 生産別操業コスト

また、世界の製錬所の操業コストと Bor の操業コストを比較検討した。

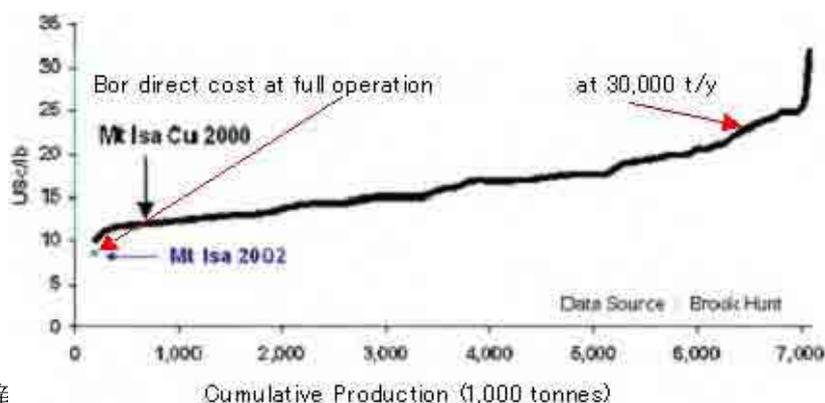


図 4.19 世界の製錬所コスト

Bor の操業コストはフル生産現在のセルビアの経済成長およびインフレ等を考慮すると将来的には操業コストは上昇すると考えられる。

Smelter の操業は精鉱量を基準に行われる。コストは精鉱量に比例する部分が多いので、精鉱中の銅量が少なければ銅量ベースの操業コストは高くなる。RTB Bor で使用されている精鉱品位は世界の平均精鉱品位 28% に比べて極めて低い。RTB Bor の鉱山から産出される精鉱の銅品位は以下のとおりである。

| | | | |
|----------------|------------|--------------|-----------------|
| Bor | 10~12 % Cu | 12~18g/t Au | 150~350 g/t Ag |
| Veliki Krivelj | 16~22 % Cu | 50~200g/t Au | 600~1500 g/t Ag |
| Majdanpek | 10~16 % Cu | 4~7g/t Au | 30~60 g/t Ag |

銅精鉱品位は銅品位の高い輸入鉱を使用して Bor の精鉱とブレンドし、20~22% Cu になるように調整している。2000 年以降輸入鉱が少なくなり銅品位は下がって 15% 程度までになった。2005 年には輸入鉱の使用によりやや回復が見られる。マットは 35% から 45% の範囲で運転している。スラグは概ね 0.5% 台を保持している。銅精鉱、マット、スラグの銅品位のトレンドを図 4.20 に示す。

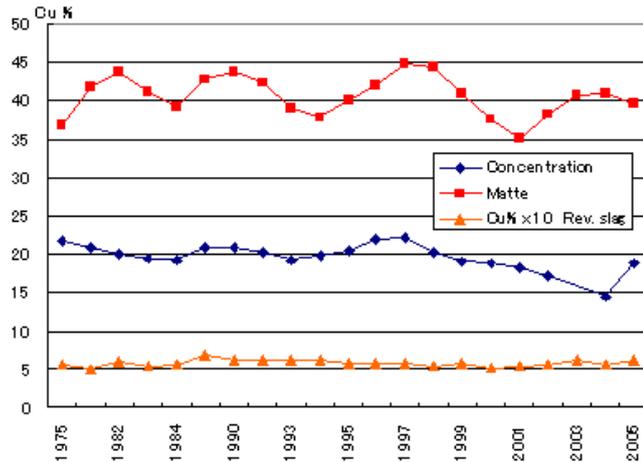


図 4.20 銅精鉱、マット、スラグの銅品位のトレンド

4.4.3.銅精錬事業

TC/RC とは smelter/refinery が受け取る加工費である。従って、操業コストは TC/RC より低くなければ利益が出ない。TC は精鉱の量あたりの単価であるが銅量あたりに換算して C/lb でも表される。従って精鉱中の銅品位によって変わることになる。下の表は換算値である。たとえば TC 70 \$/t, では精鉱中の銅品位が 28% のときは 銅量ベースで TC 11.8 C/lb, であるが 10% Cu になると 35.3 C/lb になる。利益は TC/RC - 操業コストである。TC と TC/RC を合わせて表示すると以下の図 4.21 になる。

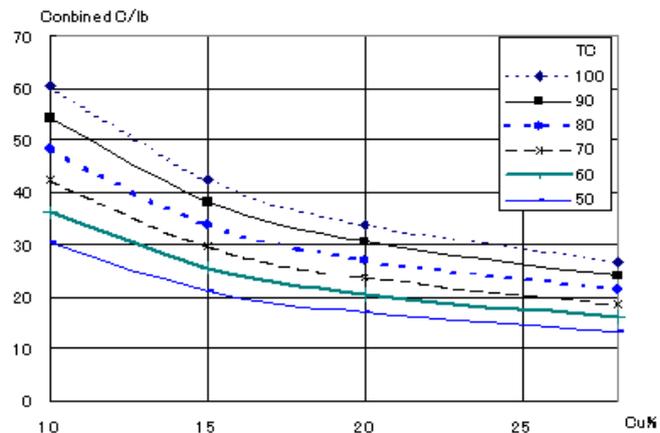


図 4.21 TC/RC と操業コストの関係図

過去の世界の TC/RC の動きを下の図 4.36 に示した。銅精鉱は 28% Cu を標準としている。これを見ると TC/RC は、LME 価格に相関して変化している。RTB Bor において、鉱山側と製錬側との売鉱契約上の TC/RC は不明であるが、自山鉱とはいえ、国際スタンダードでの売買を行い、売上・コスト管理を行っていく必要がある。

図 4.22 LME Copper Price and TC/RC sin real terms (2002 US /lb)

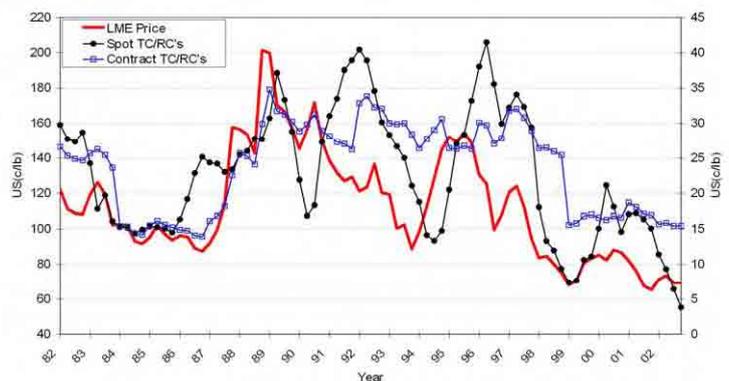


Figure 1 LME Copper Price and TC/RC sin real terms (2002 US /lb)

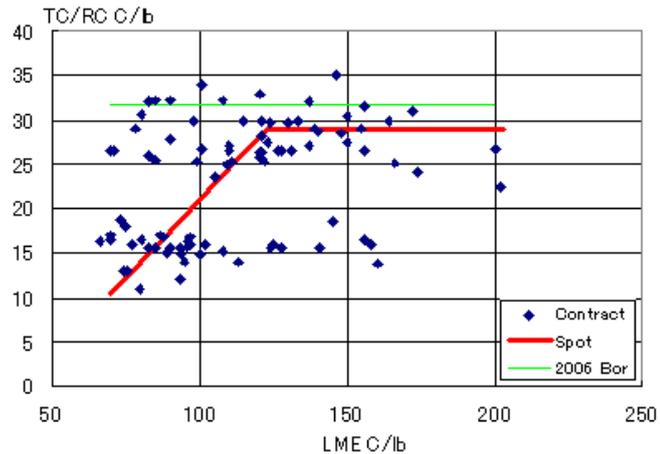


図 4.23 LME 価格との相関

TC/RC は鉱石の需給状態により、売り手（鉱山側）と買い手（製錬側）の関係で決まるためきちんとした相関は認められないものの最大で 35C/lb (TC/RC=130/13) で、最低では 10C/lb(TC/RC=40/4)程度である。また、その他の製錬収入源として銅の採取差益、硫酸の収益、金、銀の加工収益と採取差益がある。これ等に関しては以下に述べる。

銅精鉱の売買では銅品位のパーセンテージから 1%を引いた値で取引される。つまりそれ以上の実収率があればそれが利益になる。TIR Bor の銅の採取率を下図に示す。1980 年以降の銅採取率は 93%である。銅精鉱中の銅品位が 20%のときの契約採取率は 95%であるので 2% 程度の損失を発生している。通常の製錬所では採取率は 98%程度あり、Bor とは逆に銅回収で利益を出している。銅の損失源を精査して早急に対策をとる必要がある。少なくとも採取率は契約採取率以上を確保しなければならない。

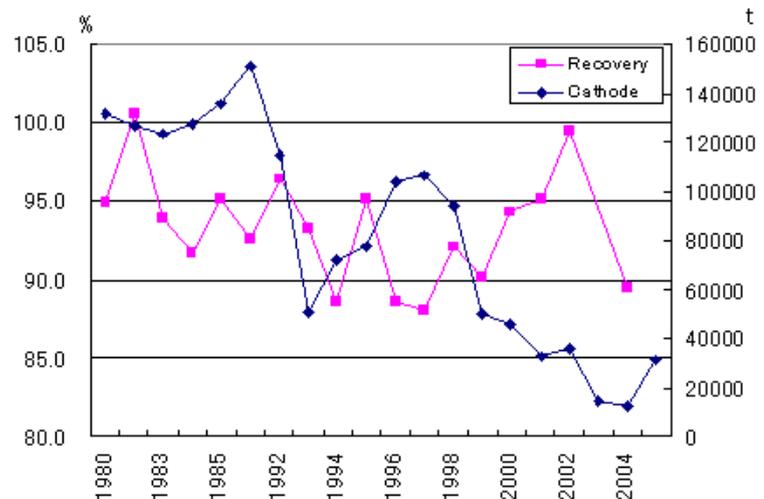


図 4.24 TIR Bor の銅採取率
トレンド

銅精鉱中の硫黄から硫酸を生産するが、硫黄は精鉱の価格に含まれていない。操業見合いのコスト以上で売れば収益となる。しかし、近年、硫酸は供給過剰で良い条件での販売は難しい。現状 運転コストが 20 EURO/t.硫酸に対して硫酸の販売価格は 0.5 EURO/t.硫酸であり硫酸を生産するだけ赤字を出す状態になっている。したがって硫酸の利用を検討していく必要がある。

銅精鉱中の過去の平均 Au、Ag はそれぞれ 5.5 g/t、36.7 g/t であった。Cut off が 1g/t Au、30g/t Ag とするとその契約採取率は 82% Au、18% Ag となる。実際の採取率はおおよそ

95% Au, 88%Ag であり採取差益を得ている。このような採取差益を管理していくことが、経営改善につながる。

4.4.4.BOR Smelter の改造

(1) 反射炉方式

1) 生産能力を現状の 160,000 t/y とした場合と現状設備に公害対策を織り込む場合とで検討してみた。

現状の反射炉方式は操業コストが安く、生産量を増加すればさらに操業コストを安くすることが出来る。いまのところ、Bor の銅精鉱だけを処理することを基本に操業しているが、生産量を増やして操業コストを抑えることで、より多くの利益を生むことが出来る。1990 年までの操業実績から 165,000 t/y の生産実績をもっている。今まで放置されたメンテナンスの実施と公害対策設備を織り込むことで操業の継続は可能である。

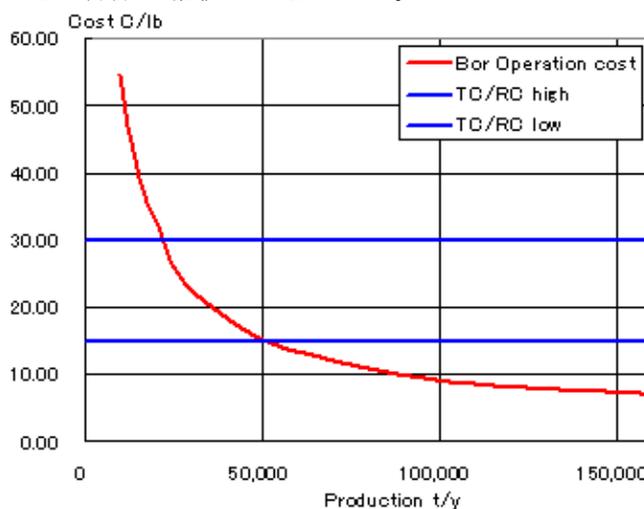


図 4.25 限界生産量

図 4.45 のように過去の TC/RC の上限を 30C/lb とすれば 20,000 t/y 以上、TC/TC の下限を 15 C/lb とすれば 45,000t/y 以上で利益を得ることが出来る。つまり、45,000 t/y 以上の生産を行なうことが要求される。前提条件は下記の通りである。

- 排煙脱硫処理

160,000 t/y の生産時の排煙脱硫設備の仕様を下表のように想定する。

| | Nm3/hr | SO2 % | SO2 Nm3/h |
|---------------------------|---------|-------|-----------|
| Reverberatory gas | 140,872 | 0.75 | 1057 |
| Sulfuric acid exhaust gas | 278,650 | 0.32 | 900 |
| Total | 419,522 | 0.47 | 1957 |

- 建設費（石灰石膏法） 30 million US\$
- 運転コスト 2.1 million US\$ /y include indirect cost
0.59 C/lb as 160,000 t/y copper production
- 廃水処理設備
 - 現状 440m3/day の廃水があるが、フル生産時の排水量を 530m3/day と想定する
 - 建設費（中和法+鉄共沈法） 3.5 million US\$

- 運転コスト 3 million US\$ /y include indirect cost
0.85 C/lb as 160,000 t/y copper production

- 公害対策総計
 - 建設費 33.5 million US\$
 - 運転コスト 1.44 C/lb

(2) 製錬方式

銅の製錬は古くから行なわれており、いろいろな方式はあるが、基本的には二段階に分かれていて、第一段の溶錬炉と第二段の転炉に分かれる。溶錬炉にはいろいろな種類があるが、転炉はほとんど P.S 転炉が用いられている。

(3) 製錬方式の比較

表 4.9 は、製錬方式による操業コストの比較である。地域により人件費、エネルギー価格が違うので地域ごとでの比較となっている。

表 4.9 製錬方式別操業コスト比較

| | Africa | Asia | Australia | W Europe | Latan America | N.America |
|---------------|--------|------|-----------|----------|---------------|-----------|
| Reverberatory | 8.8 | 25.1 | | 28.2 | 10 | 16.6 |
| OKO Flash | | 17.8 | 5.7 | 16.4 | | 11.3 |
| Inco flash | | | | | | 12.6 |
| Noranda | | | | | | 13.6 |
| MI | | 20.1 | | | | 9.9 |
| ISASMELT | | | 12.4 | | | 12.6 |
| Blast | 27.6 | | | | 39.8 | |
| Electric | 7.6 | 10.6 | | 23.4 | | |
| Noranda | | | 12.6 | | | |
| CMT | | | | | 9.7 | |

Smelting cost C/lb 1993

反射炉方式は Blast furnace に続いて、どの地域でも Smelting cost が二番目に高い。Bor では製錬コストは安いのはエネルギー単価および人件費が安いなどの特殊な事情がある。国際化が進むと製錬費の上昇が懸念される。

1) 新精錬法

新精錬法は Bor の現状のバイ焼炉と反射炉の機能を1つの炉でまかなう。これにより、反射炉から発生する濃度の低い SO₂ ガスを発生させることはない。高い SO₂ ガスが必要なダブルコンタクト方式の硫酸工場が適用できる。ダブルコンタクト硫酸工場は硫酸への転化率がシングルコンタクトの 95%から 99.5%程度まで上げることが可能で別途の排煙脱硫工場は不要である。なお製錬方式の主流は Flash -> MI-> CMT->ISASMELT or AUSMEL に代わってきている(図 4.26)。

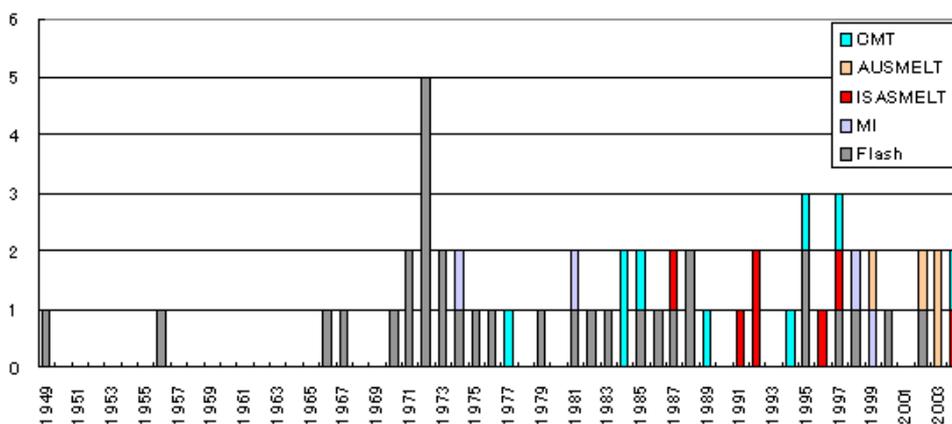


図 4.26 世界の新製錬炉の採用状況

TIR Bor では新方式への転換計画を 1979 年、1990 年、1998 年になされている。しかし、実現に至っていない。

4.4.6.改善計画案

民営化後を前提とした場合の Bor の改善点とスケジュールは以下が考えられる。

(1) 公害対策

1) 排煙対策

第一段階として部品がないということで停止している既設硫酸工場の稼働が優先される。大気公害対策は時間的に優先されるべきであり、そのためには既設設備の設計能力に戻して既設設備能力の不備を確定する必要がある。

第二段階として既設製錬炉の SO₂ 排出削減を行なう。第一段階で既設設備能力の不備を確定して改造仕様を決定する。

第三段階では製錬炉の改造に併せた SO₂ 除去設備の設置が必要である。製錬規模の確定、製錬炉方式の選定、多額の投資が必要である、工事期間も長くなるなどの理由により第一、二段階の手順をふむことが望ましい。

2) 排水対策

既設工場には#3 硫酸工場向けの廃水処理設備しかない。電解工場他の廃水量、質の決定を急ぎ、早急に廃水処理設備の建設にとりかかる必要がある。

(2) 改造スケジュール案

- ① 2007 排煙処理設備のプロセス選定。銅生産量 40,000 t/y
廃水処理設備の発注。
- ② 2008 排煙処理設備の発注、工事。銅生産量 40,000 t/y
廃水処理設備工事、完成。
硫酸工場の復旧を含む、メンテナンス不備の解消
- ③ 2009 排煙処理設備工事、完成。銅生産量 40,000t/y
廃水処理設備運転開始。
硫酸工場の復旧を含む、メンテナンス不備の解消

④ 2010 排煙処理設備運転開始。

反射炉方式での生産増加。銅生産量 160,000 t/y

Bor 鉱山からの精鉱が不足する場合、輸入鉱にて対応。

⑤ 2011 新方式製錬導入検討開始。

生産量の設定。製錬方式の選定。Feasibility study の実施。など

⑥ 2013 新製錬方式の発注

⑦ 2017 新方式製錬運転開始。

4.4.7 Zorka 亜鉛製錬所

(1) 生産量の経緯

Bor 銅製錬所と同じく 1990 年までは順調に生産量を伸ばしてきた。1990 年に勃発した戦争、それ以降の EU の経済性制裁のため生産量が落ちてきて現状 3 万トン能力に対して 2006 年は 6,000 t であった。

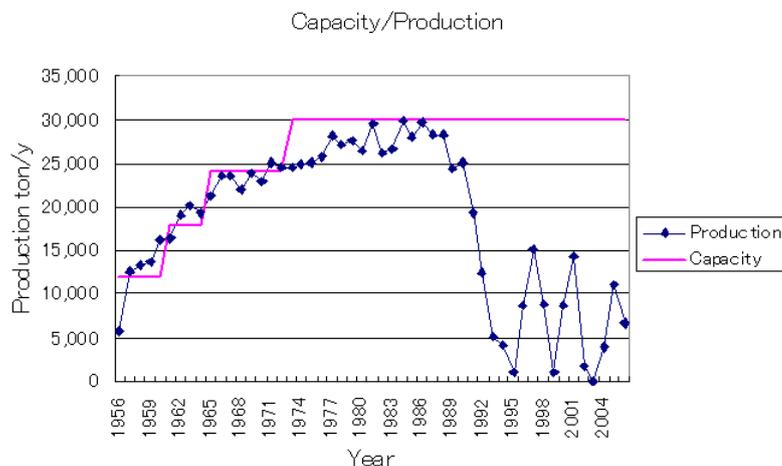


図 4.27 Zorka の亜鉛生産量の推移

残渣(residue)処理方式はジャロサイト方式である。鉱石が入手できなく、残渣中の亜鉛が 10%残留、亜鉛の採取率は 87%と低い。

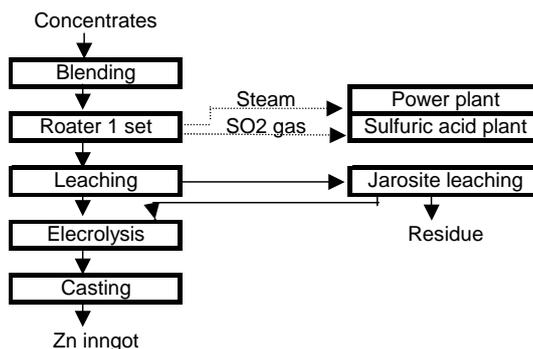


図 4.28 Zorka 製錬所工程

4.4.8 冶金教育の実情と課題

セ国の冶金教育場所はベオグラード大学の冶金学科と Bor にあるベオグラード大学の支部がある。教授陣および学生も揃っているものの最近では学生の人気は経営学などに集中し冶金には学生が集まらなくなっている。将来の Bor の製錬部門を考えると上記に示したように、改善をすすめ、生産回復させていくことが学生への就職につながり、将来の後継者となることと考えられる。