

# 東アジア鉱物資源図の出版

神谷 雅晴<sup>1)</sup>・奥村 公男<sup>1)</sup>・寺岡 易司<sup>1)</sup>・宮野素美子<sup>2)</sup>・渡辺 寧<sup>3)</sup>

## 1. 経緯

このたび地質調査総合センター(旧地質調査所)から東アジア鉱物資源図(縮尺:300万分の1)が出版された(口絵p.3). 旧地質調査所が関与したアジア地域の鉱物資源図あるいは鉱床図はいくつか出版されている。たとえば, Committee of Geological Map of the World (CGMW)からのMetallogenic Map of South and East Asia (Kanehira *et al.*, 1985)やCircum Pacific Council for Energy and Mineral Resources, 米国地質調査所からのMineral Resources Map of Circum Pacific Region, Northwest Quadrant (Kamitani *et al.*, 1999)などである。地質調査総合センターが独自の広域の鉱物資源図を作成・出版したのは, この東アジア鉱物資源図が最初である。

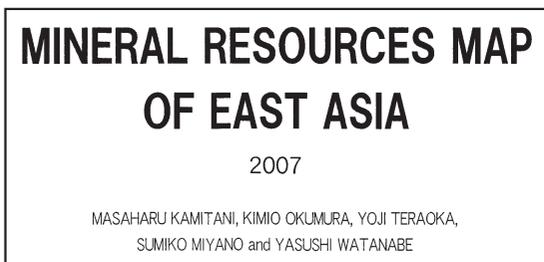
これまで, 鉱物資源の詳細なデータ, すなわち個々の鉱床についての位置(緯度・経度), 鉱量・品位などを含んだデータの公表を控える国が多かったため, 広域的な鉱物資源図の編集やデータベースの構築には多くの困難を伴ってきた。しかし, 鉱物資源の世界

的需要の増大につれて, その探査と開発の必要性がますます認識され, これまでデータ公表に消極的であった国々も, 1990年代以降, 次第に鉱物資源データの公表に踏み切るようになってきた。とはいえ, アジア地域の一部の国では鉱床の分布図を印刷・公表するものの, 鉱種の詳細(随伴鉱種), 埋蔵鉱量/資源量, 主体鉱種の平均品位などに関するデータについては, いまだに公表に至っていないのが現状である。

このような背景とわが国の経済発展に伴った鉱物資源の著しい需要の拡大から, 産業技術総合研究所国際協力室(旧工業技術院地質調査所国際協力室)では, 1999年にアジア地域の鉱物資源の現状把握と資源評価のための基礎的資料として鉱物資源図および資源データベースの作成を計画した。

これに先立ち, 旧地質調査所国際協力室国際地質課では筆者の一人, 奥村が中心となって, 「アジアの地質データベース構築と数値地質図の編集に関する研究」というテーマの科学技術庁重点研究支援業務を1998年に立ち上げ, その一環として「東アジア地質図(1:3,000,000), Teraoka and Okumura, 2003」を編纂・公表した。このような東アジア地域の詳細な地質図の出版は画期的な成果であり, 広域的な鉱物資源評価のための基礎的資料としても極めて有用なものといえる。

ここに紹介する東アジアの鉱物資源図(2007)は筆者らが10年以上にわたって営々と集積してきた鉱物資源に関する資料を一定のフォーマットに基づいてまとめ, 上記の東アジア地質図にできるだけ多くの鉱床をプロットして作成したものである(口絵p.3-4参照)。



第1図 東アジア鉱物資源図のタイトル。

1) 産総研 地図資源環境研究部門 客員研究員  
2) 産総研 地質調査情報センター  
3) 産総研 地図資源環境研究部門 鉱物資源研究グループ

キーワード: 東アジア, 鉱物資源図, 金属鉱床, 非金属鉱床

第1表 鉱床規模(例).

(単位：トン，但しダイヤモンド：カラット)

Commodity	Size	
	Large	Medium > Small
Aluminum (bauxite) (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	100,000,000	1,000,000
Antimony (Sb)	500,000	10,000
Arsenic (As)	1,000,000	10,000
Barite (BaSO <sub>4</sub> )	5,000,000	50,000
Beryllium (BeO)	1,000	10
Boron (B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	10,000,000	100,000
Chromium (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1,000,000	10,000
Cobalt (Co)	20,000	1,000
Copper (Cu)	1,000,000	50,000
Diamond (Dm)	20,000	1,000
Fluorite (CaF <sub>2</sub> )	5,000,000	100,000
Gold (Au)	200	10
White (fine)		10,000

## 2. 鉱物資源図の内容

東アジア鉱物資源図には3,200以上の鉱床がプロットされている。それらの鉱床を採択し、資源図に図示する基準としては一定規模の鉱量があるか、あるいは一定規模の生産実績を保有しているかのいずれかに限った。ただし、ある地域に一定規模をもつ鉱床が存在しない場合には、それより小規模の鉱床であっても図中にプロットした。一定規模とは、たとえば金鉱床では金属量1トン以上の埋蔵鉱量あるいは生産実績を持つ鉱床を指す。また、銅鉱床では金属量2,500トンの鉱床がこれに該当する。ちなみに、金の経済価値は2007年11月現在では2,800～3,000円/グラムであるから、1トン当たり25～30億円に相当する。銅の場合では81～85万円/トンであるので、銅金属量2,500トン当たり20～21億円となる。

鉱物資源は多種多様な鉱種(Commodity)の鉱床から構成されているので、できるだけ多くの鉱床を掲載するように試みた。すなわち、金属鉱床はもちろん、非金属鉱床についても比較的重要と思われるものについてとりあげた。ただし、石灰石とドロマイトについては、それらの分布の広さと多さによって他の鉱床と重なり合うことが多いため、除外することとした。このほか、珪石、珪砂、長石、マグネサイトについても採択しなかった。鉱種は10色と5つの図形(パターン)によって50種に区分した(口絵p.4第3図参照)。すなわち、同色の鉱種はそれらの成因が共通するものにまとめようと試みた。一部ではやむを得ず例外も

含めることとなった。

鉱床のタイプ(Deposit type)については未区分を含めて10タイプに分類した(口絵p.4第3図参照)。しかし、国によっては独自の区分を行っていることもあって、この資源図の鉱床タイプとは必ずしも対応しない場合もあるので、その場合にはこの10区分の中で、比較的類似したタイプに含めた。多くの小規模鉱床については引用した文献に鉱床タイプが明確でないことおよび図中の小さい鉱床マークに鉱床区分の略号を記載することが困難であるため、全ての小規模鉱床では主要鉱種の略号のみにとどめた。

鉱床の規模(Deposit size)は大・中・小に3区分され(第1表)、図中では鉱種別のマークの大きさによって識別される。規模は原則として、その鉱床の公表された埋蔵鉱量(又は資源量)あるいは既生産量の総合計をもって判断した。鉱床の規模は鉱種によって大きく異なるので、それぞれの鉱種について第1表に基づいて3区分を行った。鉱物資源図中においては大規模鉱床(239鉱床)のみに4桁の番号を付した。第2表にはその1部を例示した。詳細は説明書(Explanatory notes for the Mineral Resources Map of East Asia)中のTable 3に掲げられている。そのTableには大規模鉱床の鉱床番号、鉱床(鉱山)の英文表記、鉱種、鉱床タイプ/形状、鉱床生成時期が示されている。なお、第2表(東アジアの大規模鉱床)中に使用されている略称(Abbreviation)の説明を第3表に例示した。

金(Au)鉱床の規模の区分を例に挙げれば、金量

第2表 大規模鉱床の概要(例)。

Country	No. Mine/Deposit/Area	Commodity	Type	Age
China Anhui	1016 Shizishan	Cu, Au, Ag	Skn/Lnt	Mz <sub>2</sub>
	1019 Tongguanshan	Cu, Fe	Skn/Mas	Mz <sub>2</sub>
	1029 Huoqiu	Fe	Vol-Sed/Lyr	A
	1032 Aoshan	Fe, P, V	Cnt-Hyd/Mas	K
	1033 Baixiangshan	Fe, V, Co	Hyd-Rpl/Lyr	U
	1034 Gushan	Fe	Vol-Sed/Lyr	K
	1036 Longqiao	Fe, Cu	Skn-Hyd/Mas	K
	1039 Luohe	Fe, Gp	Cnt-Hyd	U
	1050 Dingyuan	Gp	Sed/Bed	Tp
	1051 Dongxing	Na	Evp/Bed	Tp
Fujian	1068 Zijinshan	Cu, Au	Prp	K
	1075 Makeng	Fe, Mo	Skn/Lnt	U

第3表 大規模鉱床の概要に用いられた略称(例)。

Commodity	Deposit type and shape	Geological age
Ag: silver	Alv: alluvial	A: Archean
Al: aluminum	Bed: bedded	C: Carboniferous
Au: gold	Cnt: contact-metasomatic	Cm: Cambrian
B: boron	Crb: carbonatite	D: Devonian
Ba: barium	Dis: disseminated	J: Jurassic
Be: beryllium	Evp: evaporite	K: Cretaceous
Bi: bismuth	Exh: exhalative	KTp: Cretaceous-Paleogene
Cd: cadmium	Ffill: fissure-filling	Mz: Mesozoic
Co: cobalt	Grs: greisen	Mz <sub>1</sub> : Early Mesozoic
Cr: chromium	Hyd: hydrothermal	Mz <sub>2</sub> : Late Mesozoic
Cu: copper	Irg: irregular	O: Ordovician
F: fluorite	Lnt: lenticular	P: Permian
Fe: iron	Lyr: layered	Pcm: Precambrian

200t以上を大規模とし、10t～200t未満を中規模、10t未満を小規模鉱床とした。東アジア地域の金鉱床は中・小規模の鉱床がほとんどであり、200tを超える埋蔵鉱量を持つ鉱床は菱刈鉱床(九州)のみである。また、銅鉱床では銅量(金属量)1,000,000t以上が大規模、50,000t～1,000,000t未満が中規模、50,000t未満が小規模鉱床となる。日本を代表する足尾や別子鉱床はいずれも既生産量100万トン未満であるため、この資源図では中規模鉱床として記載されている。これに対し、中国には100万トン以上の規模の銅鉱床が多く存在することがこの資源図から読み取れる。

一方、非金属鉱床の多くは埋蔵鉱量(又は資源量)の不明であることが多いため、鉱床規模を明確に区分できないのが悩みの種であり、その場合はその国が公表した判断基準に基づくこととした。

鉱床や鉱床生成域の地質環境を詳細に知るためには、できるだけ詳細な地質図上に鉱床がプロットされることが望ましいが、このような資源図では鉱床マークが密集するところ、例えば中国山東半島、遼東半島、江西省南部地域などでは地質の判読が困難となる。この鉱物資源図の地質は先に出版されたTeraoka and Okumura (2003) によるGeological Map of

East Asia (Geological Survey of Japan) に依拠している。合わせてご覧頂ければより詳細な地質の理解が深まることが期待される。

口絵p.3第1図には東アジア鉱物資源図(縮尺: 1/3,000,000)の全体を示してあるが、縮小率が大きすぎて詳細が判読できないので、図の詳細が理解できるように、口絵p.4第2図に中国河北-山西-山東省地域を例示した(口絵p.3第1図の破線枠内)。この口絵p.4第2図にはCr, Ni, PGEを除くほとんど全ての鉱種がプロットされている。図で目立つのは金(Au)、鉄(Fe)、マンガン(Mn)、ボーキサイト(Al)、燐(P)鉱床などであり、大規模および中規模の鉱床にはそのマーク中あるいはそのマークに近接して、鉱種と鉱床タイプが、たとえばFe/Bのように、斜線(/)の左と右に記入されている。小規模鉱床には鉱種のみ記載にとどめた。

鉱物資源図に記載された中・小規模の鉱床の数は約3,000であり、地域によってはそれらが極めて集中的に分布する。それらに鉱床番号を表示したとしても、その番号を十分に読み取ることができないので省略した。中・小規模鉱床を含む全ての鉱床の詳細なデータについては産業技術総合研究所地質調査総合センター(Geological Survey of Japan, AIST)のホームページ(<http://www.gsj.jp/Gtop/geodb/geodp.html>)に掲載されているので、参照していただきたい。

### 3. 東アジア地域の鉱物資源分布の特徴

この図に含まれる東アジア地域には中国の東半部、モンゴルの南半部、朝鮮半島(南北朝鮮)、ロシア沿海州地域、日本およびベトナム北部が含まれる。すなわち、本図はアジア大陸東部とその東方の島弧地域をカバーしている。その構造区分概要図(Teraoka and Okumura, 2003)を第2図に示した。

日本から台湾にかけての島弧域には主として中生代から新生代にかけての火成活動に伴う金属および非金属鉱床が多く、なかでも、金・銀、銅、鉛・亜鉛鉱床によって特徴づけられる。金・銀鉱床は古くから採掘された佐渡(金)や石見(銀)鉱床、さらに金爪石(金:台湾)などに代表される。現在では、菱刈および春日鉱床などが生産を継続中である。銅鉱床としては足尾、日立、別子鉱床などの熱水性鉱脈および火山性硫化物鉱床(キースラガー)などがある。鉛・

亜鉛鉱床では神岡(スカルン)、小坂、花岡などの層準規制塊状硫化物鉱床(黒鉱)および豊羽(鉱脈)が大規模鉱床として知られている。なかでも、豊羽鉱床はレアメタルの中でも注目度の高いインジウムを多量に伴うことで知られていたが、2006年に操業を停止した。

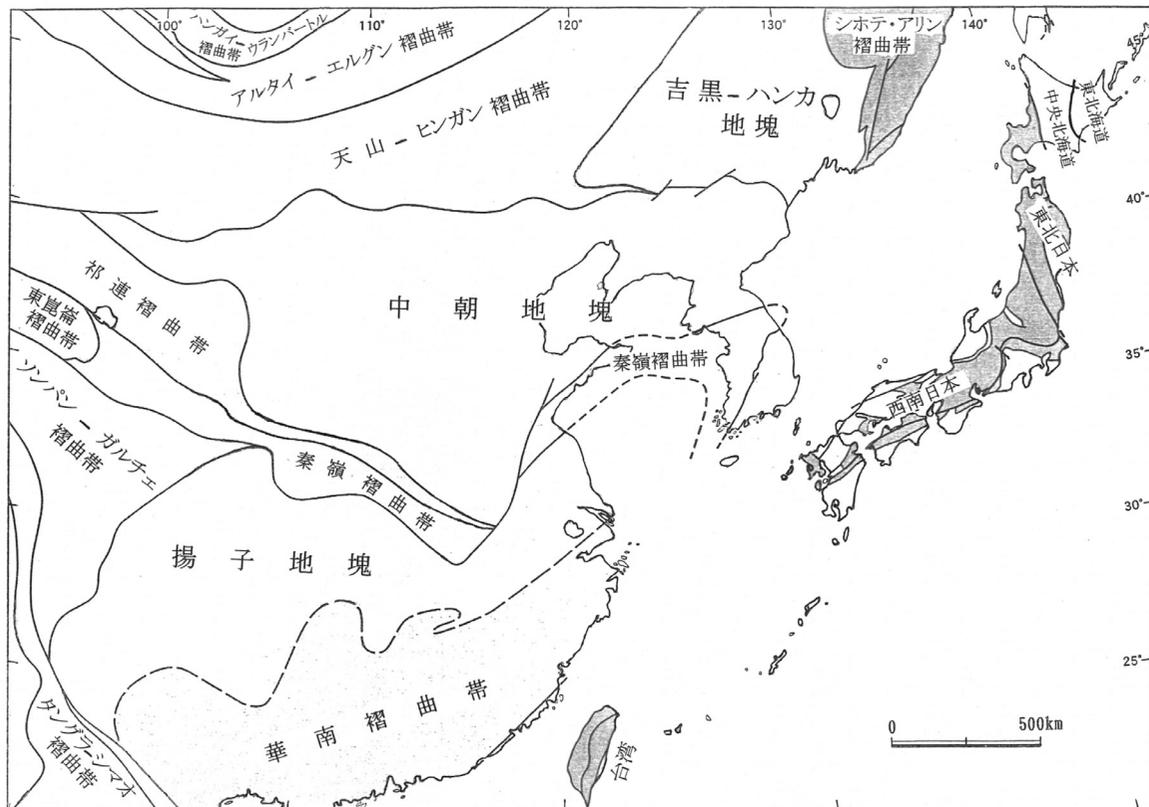
大陸域は先カンブリア系が基盤をなす安定した中朝地塊、揚子地塊および吉黒-ハンカ地塊とそれらを取り巻く中・古生代の褶曲帯から成り、堆積作用や火成活動にともなった鉱床が多く生成する。金鉱床に関しては中朝地塊の燕山期(ジュラ紀-白亜紀)のマグマ活動に関連する鉱脈鉱床が山東半島および燕山地域に集中する。揚子地塊周辺の華南褶曲帯およびソンパン-ガルチェ褶曲帯には熱水性の鉱脈鉱床だけでなく、カーリン型鉱床を多く生じている。

銅、モリブデン鉱床は主に揚子地塊、華南褶曲帯、天山-ヒンガン褶曲帯、タンゲラーシマオ褶曲帯などにおける酸性マグマ活動に関連して生成している。最近ではモンゴル南部の天山-ヒンガン褶曲帯において、比較的規模の大きなポーフィリータイプの銅、銅-モリブデン鉱床が発見され、その開発と周辺地域の探査が注目を集めている。

鉛・亜鉛鉱床はこの東アジア地域に最も多く存在する鉱種の一つであり、大規模な鉱床も多い。なかでも華南褶曲帯中にはスカルン-熱水性交代・鉱脈タイプの鉱床が集中し、それらは錫鉱と密接に伴う。秦嶺褶曲帯にも比較的大型の層準規制タイプの鉛・亜鉛鉱床が、またシホテ-アリン褶曲帯中にも多くの鉛・亜鉛鉱床を伴う。天山-ヒンガン褶曲帯にも多数の鉱床が報告されているものの、未開発鉱床が多いため大規模鉱床に相当する鉱量・品位などに未確認のものが多い。

東アジア地域にはいわゆるレアメタル資源が豊富といわれているが、そのなかで、タンゲステン、ピスマス、レアアースなどは特筆すべきと考えられる。また、最近では揚子地塊の西部地域周辺のペルム紀洪水玄武岩活動に関連して、パラジウムに富むPGE(白金族元素)鉱床が発見されつつある。さらに、錫・鉛・亜鉛鉱床の副産物としてのインジウムも大きな関心を集めているところである。

鉄鉱床としては中朝地塊の縞状鉄鉱床(先カンブリア時代)が代表的であるが、そのほかにチタンやバナジウムを伴うマグマ分化タイプの大規模鉱床が揚子



第2図 東アジアの構造区分概要図 (Teraoka and Okumura, 2003 を簡略化).

地塊西部地域などに生じている。スカルン・接触交代鉱床の多くは中生代に生じており、中でも揚子地塊東部、揚子江中～下流域にかけて多く、磁鉄鉱のほか、銅や金を伴っている。

タングステン鉱床は華南褶曲帯に貫入した早期燕山期花崗岩類に伴って生成し、大規模鉱床が多く、世界生産の90%以上を占め、さらに多量のビスマス副産物として産出している。大規模のタングステン鉱床は韓国およびシホテ・アリン地域のジュラ紀～白亜紀の花崗岩類に関連して形成されている。

レアアース鉱床のほとんどは中国、特に中朝地塊の北縁部に生成されたバヤンオボ (白雲鄂博: Baiyunobo, フフホト北西約200km) はカーボナタイトタイプであり、その資源量は世界の鉱量の50%を超える超大規模鉱床である。このほかにレアアースを生産しているカーボナタイト鉱床はマオニウピン (Maoniuping: 牛坪), シイシャン (Xishan: 祁山) などの軽希土類を主とする鉱床である。これに対し、華南褶曲

帯中の燕山期花崗岩の風化殻には重希土類に富むものがあり、これらの鉱床からの生産と供給が先端技術産業にとって、極めて重要な資源となっている。

アンチモニーおよび水銀鉱床の多くは鉱脈タイプであり、主として揚子地塊の南部から華南褶曲帯、祁連褶曲帯、秦嶺褶曲帯などに生じた断層系に支配されて発達するが、関係火成岩やその生成時期は不明である。

非金属資源は比較的豊富であり、その代表的なものとして、塩湖の蒸発作用により生じた岩塩、カリ塩、石膏などが稼行されている。いずれも、第三紀以降に生成した鉱床であり、その規模も大きい。

カオリン、耐火粘土、パイロフィライト、陶石資源は主として窯業原料に用いられ、古くから採掘されているが、いずれも高品質資源の減少が憂慮されている。農業肥料原料として多量に用いられている磷鉱資源は先カンブリア時代から前期古生代にかけて生じた海成層中に賦存する。それらは地表付近の風化帯で

品位が上昇し、より高い経済性を保有している。

#### 4. あとがき

この「東アジア鉱物資源図」はさきに出版された「東アジア地質図, Teraoka and Okumura, 2003」に負うところが大きい。それはこの地域におけるそれぞれの地質体の時代や形成環境がかなり良く読み取ることができるよう表現されているからである。したがって、鉱床の生成の場や環境を検討するうえで、この地質図は大いに役立つものである。

東アジア鉱物資源図では、これまで公表データの乏しかった国々における鉱床の正確な位置(緯度・経度)・鉱床規模などが表現されているが、一部の国においては20～30年以上も前の資料に依拠せざるを得なかった。これらの点については、今後さらに情報収集・解析を進めていかなければならないと考えている。

現在、寺岡・奥村は中央アジア地域の広域地質図(300万分の1)の編纂を進めており、近々出版の運びとなっている。この地質図の完成後、筆者らは同地域の鉱物資源図を編集・出版すべく準備を進めているところである。

産業技術総合研究所地質調査総合センターのホームページに東アジア鉱物資源データベースに続いて「アジア鉱物資源データベース」の構築を検討している。今後、これらの鉱物資源に関する基盤的資料が整備され、ますます厳しさを増しつつある鉱物資源の安定供給確保に多少なりとも貢献できれば幸いである。

#### この出版物の購入について

名 称: Masaharu KAMITANI, Kimio OKUMURA, Yoji TERAOKA, Sumiko MIYANO and Yasushi WATANABE (2007): Mineral

Resources Map of East Asia, scale 1:3,000,000

[神谷雅晴・奥村公男・寺岡易司・宮野素美子・渡辺 寧(2007): 東アジア鉱物資源図, 縮尺: 300万分の1]

価 格: 2,415円(税別, 送料別)

入手先: 地学情報サービス株式会社

〒305-0054 つくば市梅園2丁目32-6

Tel. 029-856-0561

Fax. 029-856-0568

(社)東京地学協会

〒102-0084 東京都千代田区二番町12-2

Tel. 03-3261-0809

Fax. 03-3263-0257

関西地区センター

〒606-8317 京都市左京区吉田本町27-8

Tel. 075-761-5141

Fax. 075-762-0120

また産業技術総合研究所地質標本館(つくば市東1-1-1)の受付でも購入できます。

#### 文 献

- Kamitani, M. *et al.* (1999): Mineral Resources Map of the Circum Pacific Region, scale: 1:10,000,000, with explanatory note, 29p., Northwest Quadrant. Circum Pacific Council for Energy and Mineral Resources, U.S. Geological Survey.
- Kanehira, K. *et al.* (1985): Metallogenic Map of South and East Asia, Scale 1:5,000,000. Commission for the Geological Map of the World, Subcommission for South and East Asia. First edition, 1985.
- Teraoka, Y. and Okumura, K. (2003): Geological Map of East Asia, scale 1:3,000,000 with tectonic division and columnar sections. Geological Survey of Japan, AIST.

KAMITANI Masaharu, OKUMURA Kimio, TERAOKA Yoji, MIYANO Sumiko and WATANABE Yasushi (2008): Publication of Mineral Resources Map of East Asia.

<受付: 2007年12月21日>