

レアメタル資源

1・クロム …… (3)

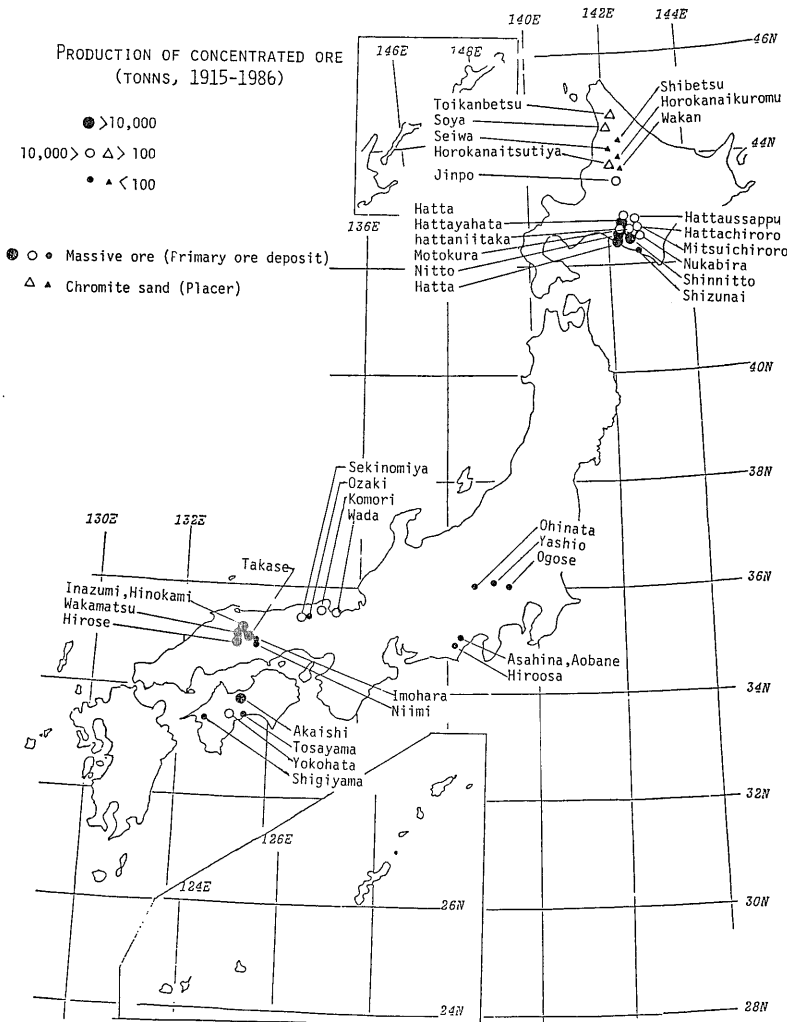
平野 英雄 (金属鉱業事業団)

Hideo HIRANO

6. 日本のクロム鉱床

日本各地には、小規模ながら超苦鉄質岩類が散在している。クロム鉱床はこれらの岩石に伴われて、北海道背梁地域(神居古潭帯)と中国地方背梁地域(鳥取・岡山県境 三郡帯)の2ヶ所に偏在して分布している(第24図)。これらの鉱床のほとんどはすべてはポディフォームタイプに属する。例外的に小規模な漂砂タイプの鉱床(砂クロ

ム鉱床)が北海道北部の河床堆積物中に存在し、一部はかつて採掘されたことがある。クロム鉱床は1910年代にまず鳥取・岡山地区で、次いで同じ1910年代に北海道で採掘が始まり、生産量は順調に増加し、1961年には全国の精鉱生産量は70,000トン記録した。それ以後のクロム産出量は漸減し、1964年には北海道からの生産が途絶えた。最近では鳥取・岡山地区より26,000トン(1980年)の精鉱が生産されている。



第24図 日本のクロム鉱床の分布。

第24表 精鉱産出量による日本のクロム鉱床の規模の比較 (1915~1986)

構造帯	地方	鉱床名 (クロム精鉱産出量: 単位 1,000トン)				
		≥100	100> ≥10	10> ≥5	合計	
神居古潭	北海道		八田(99) 日東(67) 新日東(41) 八幡(21) 三井千呂露(10)	岩美(7) 糠平(7) 式沙内(5) 右左府(5)	300	
三波川	四国・関東		赤石(31)		36	
三郡	中国	広瀬(260) 若松(206)	高瀬(71) 日野上(53)	稲積(5)	612	
その他					21	
計					949	

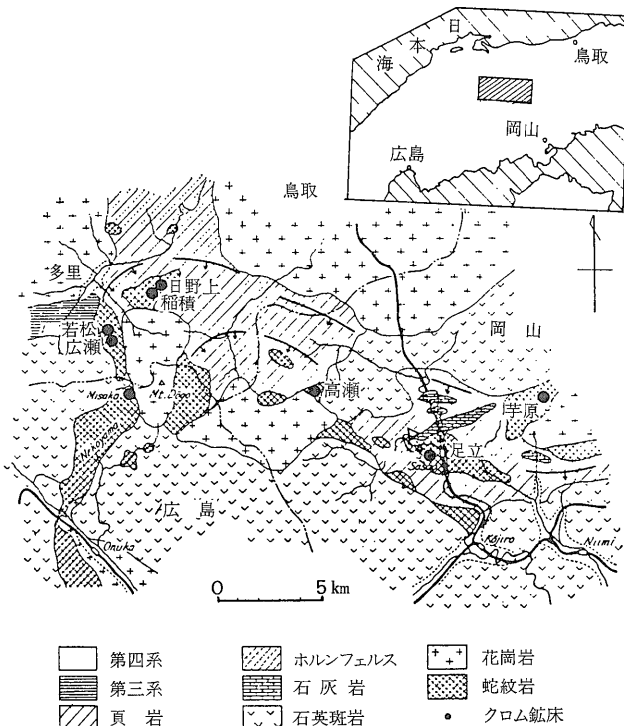
1915年から1980年までの日本のクロム総生産量は949×1000トンで内訳は北海道より30万トン 鳥取・岡山地区からは61万トンで両地区の生産量は全国総生産量の94%を占めている。現在鳥取・岡山地区の3鉱床を除くとほとんどのクロム鉱山が閉山しているため過去の精鉱産出量から鉱床規模を推定することにする。総精鉱産出量は第24表のようになる。すなわち 10万トン

以上の大鉱床は三郡帯 (鳥取・岡山地区) の広瀬・若松の両鉱床だけであるが 1万トン~10万トンの中規模の鉱床は 北海道神居古潭帯に5鉱床 中国地方三郡帯に2鉱床 四国三波川帯に1鉱床が存在する。

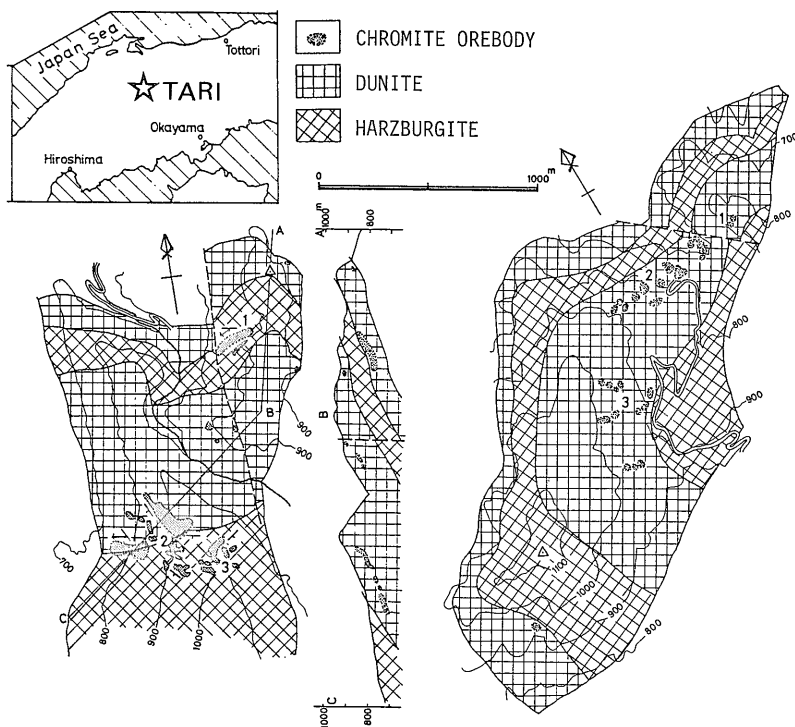
採掘跡からこれらの鉱床の産状を復元すると それぞれの鉱床の各鉱体はある曲面上に分布し 層準規制をうけている点で産状に共通性が認められる。しかし鉱石の化学組成は三郡帯と神居古潭帯のもので異なり 前者は高アルミナ質 後者は高クロム質となっている。

鳥取・岡山地区の鉱床

クロム鉱床は比較的層状構造の発達したハルツバーザイト・ダナイト岩体 (ほとんど蛇紋岩に変わっている) 中のダナイト層中に存在している。ポディフォームタイプの鉱床ではあるが鉱体はある特定の層準に濃集する傾向を示している。若松鉱床は見掛け上最下位のダナイト層に 広瀬鉱床および 日野上・稲積鉱床はそれよりも上位のダナイト層中に存在する (第26図)。鉱体のほとんどは 母岩の層状構造に調和したレンズ状または板状で大きさが100m×50m×10m程度の鉱体が広瀬鉱床で10個 日野上・稲積鉱床で7個ほど知られている。若松7号鉱体の形態は周囲の鉱体と異なり 半円筒状で長さ190m 幅80m 最大の厚さ30mでこの地区の鉱体中で最も大きいものの1つである。この地区の鉱体および周囲の母岩は多数の細粒斑礫岩質不規則岩体に貫入されている



第25図 鳥取・岡山県のクロム鉱床の分布 (番場 1963)



第26図 鳥取県多里地域のクロム鉱床の産状 (平野S, 1978)

- A 広瀬—猫山超苦鉄質岩体
 - 1. 若松鉱山7号鉱体: 2. 広瀬鉱山西鉱体群: 3. 広瀬鉱山東鉱体群
- B 稲積山超苦鉄質岩体
 - 1. 大江鉱床: 2. 日野上鉱床
- C 稲積山超苦鉄質岩体
 - 3. 稲積山鉱床

る。この地区の鉱床はおもに塊状鉱と斑状鉱とからなり鉱体中のクロマイトの直径は 5 mm前後で超苦鉄質岩のクロマイト粒よりも大きい。鉱石の化学組成は第25表に示されたように Cr_2O_3 含量は27—37%と低いが Al_2O_3 (23—30%) と MgO (18—23%) 含有量は高い値を示すことが特徴である。鉱石は耐火物用として使われている。

北海道地区

北海道のクロム鉱床は 南北に走る神居古潭帯のうち南側に分布する 鶴川・沙流川(むかわ・さるがわ) 岩体に集中している。

この地域の構造は ニセウ川を中心とする1つのベズンと 沙流川中流を中心とする1つのドーム構造からなっている。超苦鉄質岩はこれらのベズンとドームを囲むように 東西に帯状に分布している(第27図)。この超苦鉄質岩の西半分が鶴川岩体 東半分が沙流川岩体と呼ばれている。両岩体とも蛇紋岩化が著しいが原岩の大部分はダナイトとハルツバージャイトで 一部にウェーライトも伴われる。鶴川岩体には 八田 日東 新高 八幡 岩美鉱床が 沙流川岩体には 新日東 岡春部 右左府 糠平鉱床が それぞれ分布している。

田・加藤 1978) 沙流川岩体はさらに西側ユニットと東側ユニットに 区別されている。西側ユニットは厚さ 1,500mで 主にダナイト ハルツバージャイトを原岩とする蛇紋岩からなり ウェーライトや斑糲岩層を欠いて 玄武岩質火山岩と直接接している。岩相区分図と鉱床位置図から判断すると 右左府 岡春部 新日東の各鉱床はハルツバージャイト・ダナイト帯に存在し その西南延長にあたる東部 日東 八田も同様な層準に位置している。これに対し 糠平鉱床は 東側ユニットの岩体のキムレート組織を持つ単斜輝岩の北側に位置しており キムレートダナイト中に存在すると考えられる。糠平鉱床周辺の超苦鉄質岩の構造は 走向が東西で 北に傾斜をしており キムレート岩はその南縁に沿って見掛け上最下位に分布しているので 東側ユニットの少なくとも一部は逆転しているらしい(この推定と異なる新しい見解が 加藤・中川 1986によって提案されている。彼らによれば西方向への衝上運動によって より東側の超苦鉄質岩はより 深部の未分化相を表わしているとされている)。糠平鉱床の鉱石の化学組成は鉄に富むことを特徴としており クロマイト鉱床に近接して磁鉄鉱鉱床も発見されている。北海道のクロム鉱床は 最近の散発的採掘(富内鉱山 1982—1984)を除くと1961年までにすべて閉山されているが 2, 3のクロム鉱床について次に記述する。

沙流川岩体の詳細な地質図によれば(加藤 1978:新井 1987年12月号

第25表 日本産クロム鉱石の化学組成

鉱床名	広瀬 大切坑 804	広瀬 1	若松 7号 7坑	若松 31	福積 46	高瀬 西鉱体, 48	高瀬 8	日本 東坑	日東 4号坑	八幡	八幡	八田 イ サ	平 4
鉱石名	塊	緻密塊状	塊	塊	塊	塊	塊	塊	斑	塊	茶	塊	
SiO ₂	1.27	4.70	1.07	0.82	4.11	6.76	0.36	2.72	17.16	—	—	4.39	0.55
TiO ₂	0.33	—	0.35	—	—	—	0.17	—	—	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	28.71	26.22	30.64	30.46	21.70	17.67	25.25	9.24	7.08	9.35	18.45	13.50	15.36
Cr ₂ O ₃	37.31	33.38	37.15	36.87	35.22	37.02	42.73	58.28	37.43	57.79	51.83	50.13	51.21
Fe ₂ O ₃	4.17	—	2.70	—	0.35	—	3.02	14.15	10.18	16.61	15.41	14.62	21.69
FeO	10.48	12.32	9.60	13.25	19.10	16.19	13.45	—	—	—	—	—	—
MnO	0.13	0.24	0.09	0.12	—	0.04	0.14	14.85	23.55	14.32	11.38	14.88	11.34
MgO	17.26	20.54	17.88	17.98	15.66	18.29	14.77	0.50	0.71	1.06	1.97	0.82	—
CaO	0.05	—	0.14	—	—	—	0.08	0.06	1.17	0.90	1.34	1.25	—
Igloss	0.25	2.00	0.20	0.61	0.85	2.36	—	—	—	—	—	—	—
Total	99.96	99.40	99.82	100.11	96.99	98.83	99.97	99.80	97.28	100.03	100.38	99.59	100.15
Cr/Fe	2.31	2.38	2.72	2.45	1.60	2.01	2.33	3.62	3.24	3.06	2.96	3.02	2.08
分析者	北原, 1960	地調 山田, 1962	北原, 1960	地調 山田, 1962	日鉄鉱業 山田, 1962	地調 山田, 1962	北原, 1964	日本化学榜 奥原ら, 1954	日本化学榜 奥原ら, 1954	地調 番場, 1957	地調 番場, 1957	地調北海道 齊藤, 1961	北原, 1947
文献	北原, 1960	山田, 1962	北原, 1960	山田, 1962	山田, 1962	山田, 1962	北原, 1964	奥原ら, 1954	奥原ら, 1954	番場, 1957	番場, 1957	北原, 1961	北原, 1947

<八田鉱床> 1927年に発見され 1943年までに約15万トンの鉱石が採掘された中規模鉱床である。鉱床の採掘跡は 東西200m 南北100m 厚さ40—60mの広がりを持ち この内に 10数個の富鉱体(それぞれ長さ 10—20m 幅10m 厚さ2m)があった。個々の鉱体の方向は不規則であるが 全体としてみると ほぼ水平な厚いレンズ形をしている。鉱石は緻密塊状で網状にクロム柘榴石を伴う。成分は Cr₂O₃ 41%で この地域では低品位である。

<日東鉱床> 八田鉱床の北東1kmに位置する。1917年に開発され1960年に閉山された。採掘跡から判断すると 南北300m 東西70m 厚さ30mの広がりの中に3,000—5,000トン程度の20個ほどの鉱体が存在したと考えられる。これらの鉱体は300m程度の波長を持つ褶曲面上に分布している。鉱石はほとんどが塊状鉱で 品位は Cr₂O₃ 50%以上である。

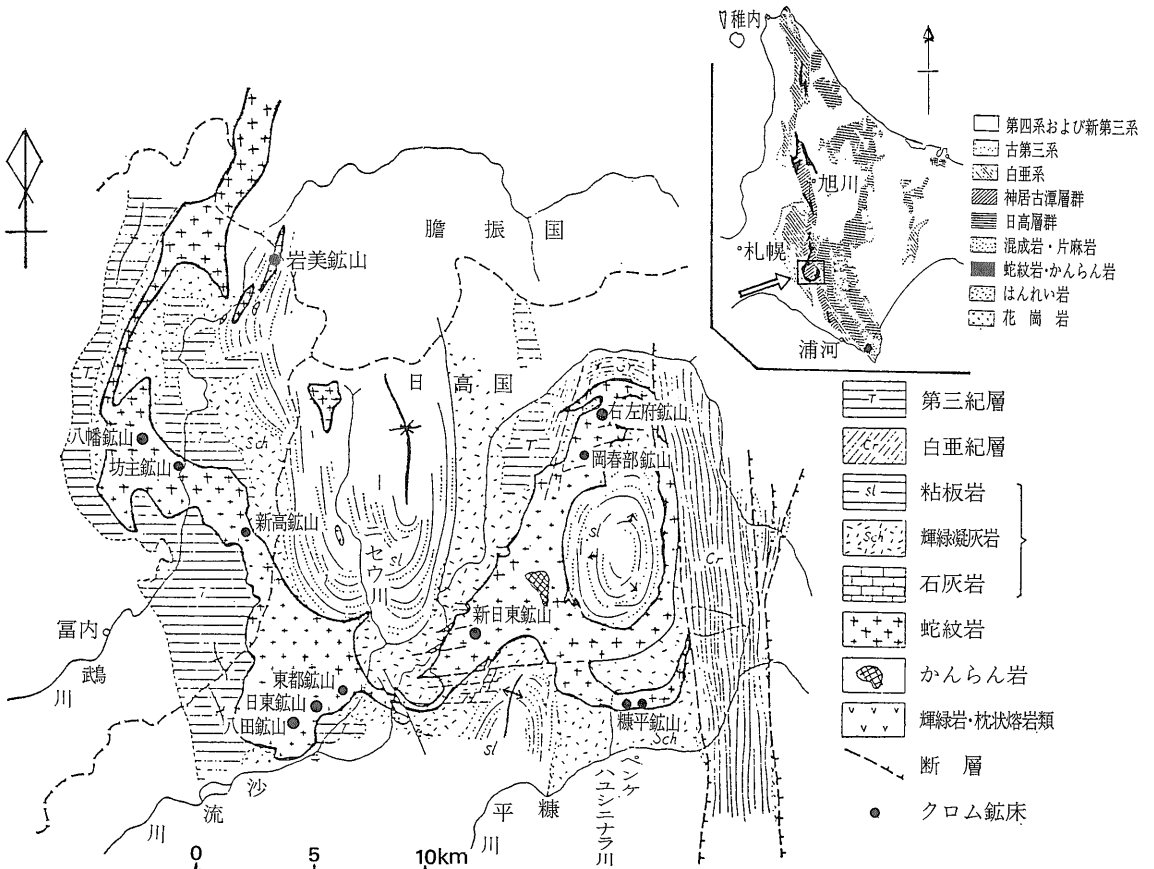
<新日東> 沙流川岩体中にあり 1931年開発され1944年に閉山。南北100m 東西200m 厚さ平均0.5mの板状鉱体が南北性断層(西側落とし)により階段状に3つの鉱体に分けられている。鉱石は主に塊状鉱で品位は高く Cr₂O₃ 50—55%である。

代表的な鉱石の化学成分が第25表に示されているが 一般に神居古潭帯南部の鉱石は Cr₂O₃ 含量が高く 金属用に供されている。

7. 今後の問題点

クロマイト鉱石の生産量を長期的に見ると ポディフォーム型クロム鉱の占める割合は漸減している。それは既知のポディフォーム型クロム鉱床が採掘され鉱量が涸渇していくため 探鉱による新鉱床の発見が非常に困難であるという理由による。層状タイプの鉱床は 一般に厚さが薄いという採鉱上不利な点があるが 探鉱が容易であるという利点があり かつ埋蔵鉱量も大きい。したがってポディフォーム型の鉱床に対する画期的な探鉱法が開発されない限り 層状タイプの鉱床の重要性が今後とも増加してゆくであろう。

層状タイプ鉱床の鉱石は 高鉄・クロム鉱石および高クロム鉱石で ポディフォームタイプの一部に見られる高アルミナ鉱石は産出しない。そこでポディフォーム型クロム鉱石の産出量の低下に伴い



第27図 北海道神居古潭帯南部のクロム鉾床の分布 (番場 1957).

耐蝕性 耐熱性が高アルミナ質クロマイト同様にすぐれている合成スピネルが 耐火材用として実用化されるであろう。

日本のクロム資源の将来については 埋蔵鉬量の涸渇により 厳しい状況となっている。前述したようにかつて2大生産地であった北海道南部地区と鳥取・岡山県境地区のクロム鉬床は共にポディフォーム型であり困難な探鉬条件にもかかわらず ボーリング調査等による埋蔵量確保に大きな努力が払われてきた。しかしながら 北海道地区では鉬量の不足により 1961年を最後に 同地区のクロム鉬山はすべて閉山された(富内鉬山の散発的採掘 1981—1984を除く)。

鳥取・岡山県境地区には 最近まで広瀬 若松 高瀬の3鉬山が存在したが このうち かつて最大の精鉬産出量を記録してきた広瀬鉬山の生産量は年々低下し ついに1986年7月に高瀬鉬山とともに閉山された。その最大原因はやはり埋蔵鉬量の枯渇であった。

クロマイトは 高濃度にクロムを含むことと その濃集質感から 唯一のクロム資源として活用されてきた。また クロマイトは採掘主対象鉬物として採掘されており 選鉬副産物 精練副産物の対象として取り上げられたことはかつてなかった。おそらくこの傾向は埋蔵鉬量が圧倒的に大きな層状タイプの鉬床が活用できるうちは変わらないであろう。したがって ポディフォームタイプを主とする日本のクロム資源の場合 国内未利用低品位鉬の活用に至る可能性は低い。

参考文献

BACUTA G. Jr. (1979) : Geology of some alpine-type chromite deposits in the Philippines, J. Geol. Soc. Philippines, Vol. 33(2), p. 44-81.

BARAGAR W. R. A., and GOODWIN, A. M. (1969) : Andesites and Archean volcanism of Canadian shield, in McBirney, A. R. ed. Proc. Andesite Conference, Oregon Dept. Geol. Mineral Ind. Bull. 65, p. 121-

番場猛夫 (1957) : 北海道のクロム鉬床 I, 日高, 胆振地方のク

- ロム鉄床, 地調報告, No. 176, 60 p.
 番場猛夫 (1963): 本邦クロム鉄床の成因的研究. 地調報告, No. 200, 58 p.
- BUNCH T. E., KEIL K. and OLSEN E. (1970): Mineralogy and petrology of silicate inclusions in iron meteorites, *Contrib. Mineral, Petrol*, 25, p. 297-340
- BUROS JURAJ (1976): Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, (BGR), Sowjetunion-chromit, VIII, p. 124
- CAMERON E. N. and DESBOROUGH G. A. (1969): Occurrence and characteristics of chromite deposits—Eastern Bushveld complex. *Econ. Geol. monogr. no. 4*, p. 23-40
- CAMERON E. N. and EMERSON M. E. (1959): The origin of certain chromite deposits of the eastern part of the Bushveld complex, *Econ. Geol.* 54, p. 1151-1213
- CARSWELL D. A. and DAWSON J. B. (1970): Garnet peridotite xenoliths in South African Kimberlite pipes and their petrogeneses, *Contrib. Mineral, Petrol*, 25, 163-184
- CHEN J. C. (1971): Petrology and chemistry of garnet Iherzolite nodules in kimberlite from South Africa, *Am. Mineral.* 56, p. 2098-2110
- COERTZE F. J. and COETZEE, C. B. (1976): Chromium Mineral Resources of the Republic of South Africa, Fifth ed. p. 117-122
- COLEMAN R. G. (1971): Plate tectonic emplacement of upper mantle peridotites along continental edges J. *Geophys. Res.* 76, p. 1212-1222
- DEGENS E. T., WILLIAMS E. G., and KEITH M. L. (1957): Environmental studies of carboniferous sediments, part I. Geochemical criteria for differentiating marine from fresh-water shales, *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.* 41, p. 2427-2455
- DUKE V. W. A. (1982): Chromium—A mineral commodity review, Dept. Mineral and Energy Affairs, Minerals Bureau, S. Africa, 317 p.
- ENGİN T., BALCI M., SUMER Y., and OZKAN Y. Z. (1983): General geological setting and the structural features of the Guleman peridotite unit and the chromite deposits, *Bull. Mineral Res. Exp.* No. 95/96, p. 34-56
- EVANS B. W. and WRIGHT T. L. (1972): Composition of liquidus chromite from 1959 (Kilauea Iki) and 1965 (Makaopuhi) eruptions of Kilauea volcano, Hawaii, *Am. Mineral.* 57, p. 217-230
- FAIRBAIN H. W., AHRENS L. H., and GORFINKLE L. G. (1953): Minor element content of Ontario diabase, *Geochim. Cosmochim. Acta.*, 3, p. 34-46
- FISHER D. F., JOENSUU O., and BOSTROM K. (1969): Element abundances in ultramafic rocks and their relation to the upper mantle, *J. Geophys. Res.* 74, p. 3865-3873
- FROELICH F. (1960): Beitrag zur Geochemie des Chroms, *Geochim. Cosmochim. Acta.*, 20, p. 215-240
- GASS I. G. and SIEWING J. D. (1973): Intrusion, extrusion and metamorphism at constructive margins: evidence from the Troodos Massif, Cyprus, *Nature*, 242, p. 26-29
- GOLDSCHMIDT V. M. (1954): *Geochemistry*, Oxford, 730 p.
- GRUENEWALDT C. VON, (1977): The mineral resources of the Bushveld Complex, *Minerals Soc. Engng*, Vol. 9 (2), p. 83-95
- GRUENEWALDT, G. VON, SHARPE, M. R. and HATTON, C. J. (1985): The Bushveld Complex: Introduction and review. *Econ. Geol.*, 80, 803-812.
- HARMER, R. E. and SHARPE, M. R. (1985): Field relations and strontium isotope systematics of the marginal rocks of the eastern Bushveld Complex. *Econ. Geol.*, 80, 813-837
- HARRIS P. G., REAY A. and WHITE I. G. (1967): Chemical composition of the upper mantle, *J. Geophys. Res.* 72, p. 6359-6369
- HARRISON J. E., and GPIMES D. J. (1970): Mineralogy and geochemistry of some belt rocks, Montana and Idaho, *U. S. Geol. Surv. Bull.*, p. 1312-0
- 平野英雄・東元定雄・神谷雅晴 (1978): 鳥取県多里地域の地質とクロム鉄床, 地調月報 29, p. 61-71
- HUTCHISON R., PAUL D. K. and HARRIS P. G. (1970): Chemical composition of the upper mantle, *Mineral Mag.* 37, p. 726-729
- IRVINE T. N., KEITH D. W. and TODD S. G. (1983): The J-M platinum-palladium reef of the Stillwater Complex, Montana: II. Origin by double-diffusive convective magma mixing and implications for the Bushveld Complex. *Econ. Geol.*, 78, 1287-1334
- ISHIBASHI K. (1970): Petrochemical study of basic and ultrabasic inclusions in basaltic rocks from northern Kyushu, Japan, *Mem. Fac. Kyushu Univ.*, ser. D, 20, p. 85-146
- 加藤孝幸 (1978): 神居古潭帯の沙流川超塩基性岩体について, 地球科学, 32, p. 273-279
- 加藤孝幸・中川 充 (1986): 神居古潭構造帯超苦鉄質岩類の由来, 北海道の地質と構造運動, 地回研専報, No. 31, 119-135.
- KONTORVICH A. E. (1965): Chemical composition of sedimentary rocks of the west Siberian block, *Dokl. Akad. Nauk SSSR* 163, p. 194-196
- KUNO H. and AOKI K. (1970): Chemistry of ultramafic nodules and their bearing on the origin of basaltic magmas. *Phys. Earth Planet, Interiors* 3, p. 273-301
- LEBEDEV B. A. (1967): Minor chemical elements in Jurassic and lower Cretaceous deposits of the Caspian depression, *Dokl. Akad. Nauk SSSR* 173, p. 184-187
- LONEL R. A., HIMMELBERG G. R., and COLEMAN R. G. (1971): Structure and petrology of the alpine-type peridotite at Burro Mountain, California, *U. S. A. J. Petrol*, 12, p. 245-309
- 髙橋正・兼平慶一郎・小村幸二郎・武内寿久弥 (1987) クロム・白金族鉄床—レア・メタル資料 3—, 鉄山地質, 37, (4),

- p. 279—296
- MEROY E. and O'HARA M.J. (1967) : Distribution of Mn, Cr, Ti and Ni in co-existing minerals of ultramafic rocks, *Geochim. Acta* 31, p. 2331-2341
- MERWE M.J. van (1976) : The layered sequence of the Potgietersrus limb of the Bushveld complex, *Econ. Geol.* 71, p. 1337-1351
- MEYER H. O. A., and BOYD F. R. (1972) : Composition and origin of crystalline inclusions in natural diamonds, *Geochim. Cosmochim. Acta.*, 36, p. 1255-1273
- MİYASHIRO A., and HARAMURA H. (1962) : Chemical composition of Paleozoic slate IV. Zonal distribution of geosynclinal sediments and the position of regional metamorphic belts, *J. Geol. Soc. Japan*, 68, p. 75-82
- MOORES E. M. (1969) : Petrology and structure of Vourinos ophiolitic complex of Northern Greece, *Geol. Soc. Amer.*, Special paper 118, 74 p.
- M. T. A. ENSTITUSU (1975) : Inventroy of Turkish mineral and other underground resources, publication No. 154, 35 p.
- MTA ENSTITUSU (1966) : Chromite deposits of Turkey Publication No. 132
- 成田英吉 (1976) : フィリピンクローム鉱床, 金属鉱業事業団海外資料, No. 76, 57 p.
- NASH W. P., and WILKINSON J. F. G. (1971) : Shonkin Sag Laccolith, *Montana Contrib. Mineral. Petrol.* 33, p. 162-170
- 新井田清信・加藤孝幸 (1978) : 北海道中軸帯の超鉄質岩類, 地研専報, No. 21, p. 61-81
- PAVLOV N. V. and GRIGOR'EVA I. I. (1977) : Deposits of Chromium, ed. by Smirnov IV, In ore deposits of the USSR vol. 1, Pitman Publishing Co. Lond. San Fransisco, Melbourne, 352 p.
- PETERS. T., and KRAMERS J. D. (1974) : Chromite deposits in the Ophiolite complex of Northern Oman. *Min. Deposita*, 9, 253-259
- PRENTZ M. (1967) : Geochemistry of basaltic rocks: trace elements, in Hess H. H. and Poldervaart A. ed. *Basalts*, vol. 1, p. 271-323, New York
- RANKAMA K., and SAHAMA T. G. (1950) : *Geochemistry*, Chicago Univ. Chicago Press.
- ROSS C. S., FOSTER M. D. and MYERS W. T. (1954) : Origin of dunite and olivine-rich inclusions in basaltic rocks, *Am. Mineral* 39, p. 693-737
- SHARPE M. R. and HULBERT L. H. (1985) : Ultramafic sills beneath the eastern Bushveld Complex: Mobilized suspensions of Early Lower Zone cumulates in a parent magma with boninitic Affinities. *Econ. Geol.*, 80, 849-871
- SHIRAKI K. (1966) : Some aspects of the geochemistry of chromium, *J. Earth Sci.*, Nagoya Univ., 14, p. 10-55
- SHIRAKI K. (1978) : Chromium in Handbook of Geochemistry 24-B-24-O, Springer-Verlag.
- SPENCER D. (1966) : Factors affecting element distribution in a Silurian graptolite band, *Chem. Geol.*, 1, p. 221-249
- SMITH C. H. (1958) : Bay of Jslands igneous complex, western Newfoundland, *Geol. Surv. Canada. Mem.*, 290, 132 p.
- STEWART J. H. (1970) : Upper Precambrian and lower Cambrian strata in the southern Great Basin, California and Nevada, *U.S. Geol. Surv.*, Prof. Papers 620 p.
- STOLL W. C. (1958) : Geology and petrology of the masinloc chromite deposit, Zambales, Luzon, Phillipine Islands, *Geol. Soc. Am. Bull.*, 69, p. 419-448
- STUEBER A. M., and GOMES G. G. (1967) : Abundances of Na, Mn, Cr, Sc and Co in ultramafic rocks, *Geochim. Cosmochim. Acta.* 31, p. 75-93
- TOURTEMOT H. A. (1964) : Minor-element Composition and organic carbon content of marine and nonmarine shales of late cretaceous age in the western interior of the United States, *Geochim. Cosmochim. Acta.* 28, p. 1579-1604
- TUREKIAN K. K., and WEDEPOHL K. H. (1961) : Distribution of elements in some major units of the earth's crust, *Geol. Soc. Am. Bull.*, 72, p. 175-191
- VINE J. D. and TOURTELLOT E. B. (1973) : Geochemistry of black shale deposits—a summary report, *Econ. Geol.*, 65, p. 253-272
- WAGER L. R. and BROWN G. M. (1967) : Layered igneous rocks, 588 p, Freeman and Co.
- WAGER L. R. and MITCHELL R. L. (1951) : The distribution of trace elements during strong fractionation of basic magma—a further study of the Skaergard intrusion. *East Greenland, Geochim. Cosmochim. Acta.*, 1, 129-208
- WALKER K. R. (1969) : The Palisades Sill, New Jersey; a reinvestigation, *Geol. Soc. Am. Spec. Papers*, 111, 178 p.
- WILLIAMSE J. (1969) : The geology of the Bushveld igneous complex, the largest repository of magmatic ore deposits in the world, *Econ. Geol. Monogr.*, No. 4, p. 1-22
- WILSON R. A. M. (1959) : The geology of the Veros-Troodos area, *Geol. Surv. Dept. Cyprus, Mem.* 1, 184 p.
- WORST B. G. (1960) : The Great Dyke of southern Rhodesia, *Southern Rhodesia Geol. Surv. Bull.* No. 47, 234 p.
- ZANORIA A. S., DOMINGO E. G., BACUTA G. C., and ALMEDA R. L. (1984) : Geology and tectonic setting of copper and chromite deposits of the Philippines, *Rept.* 263, *Geol. Surv. Japan.*, p. 209-233