

ラテライトについて

大町 北一郎・岡野 武雄・島崎 吉彦

1. ま え が き

19世紀の初め(1807年)スコットランド人 Buchanan はインドで比較的堅い赤色粘土質土壌をレンガ状に切って建築材料に用いているのを見てラテライト(laterite)と命名した。語源はラテン語のレンガ(later)からとったものである。したがってラテライトは本来は化学的・鉱物学的にはなんら意味のない名前であってばくぜんと主としてカオリンと酸化鉄からなる土壌のことを指していた。ところが熱帯性土壌の研究が進むにつれて酸化アルミニウムと酸化鉄を相当量含有し建築材料と関係のない土壌をもラテライトと称するようになり現在ではラテライトの定義は必ずしも明確ではない。しかしながら後に述べるような laterization と呼ばれる風化作用の結果できた土壌で主として鉄・アルミニウムの酸化物カオリンなどによって構成される土壌をラテライトと呼ぶのが最も科学的な名称であると思われる。

なお同様な過程で生成された土壌でアルミニウムに富むものをボーキサイトと称し鉄に富むものをラテライトと称するのが普通であるが Sherman は前者を aluminous laterite 後者を ferruginous laterite と呼ぶのが適当であろうといっている。

ラテライトが鉄鉱石として注目されたのは今から約60年ほど前アメリカでキューバのマヤリー鉱床の鉱石を使用したのが最初のものであるがあまり長くは使用されなかった。わが国では明治40年(1907)にセブク島のラテライトの調査をしたのが最初で昭和11年(1936)にフィリピンのスリガオ鉱床の鉱石の利用を研究し第2次大戦時は鉄鉱石の不足を補なうためニュー・カレドニアの鉱石約30万tを各製鉄所で一時的に使用したことがある。

第2次大戦以後世界の主要国

では自国内の鉄鉱石の保全をも兼ねてラテライトの使用研究が盛んになってきた。たとえば西ドイツではコナクリ半島の鉱石をまたオーストラリアではニュー・カレドニアのラテライトを従来の鉄鉱石に10~30%配合して銑原料として利用している。わが国でも戦後フィリピン各地のラテライトをとりよせ利用の研究を行なっている。同時にラテライト製錬の際できる銑滓に石灰を加えアルミナセメント(超急硬セメント)を作る研究も盛んですでに利用されんとしている。なおコナクリの鉱石の一部は現在アルミナの製造に使われている。

昭和36年には科学技術庁(金属材料研究所)通産省(地質調査所 資源技術試験所)民間(日曹製鋼 K. K. 燐化学工業 K. K.)の協力でインドネシア産ラテライトの研究連絡会が発足し現在各研究体は受持ちの分野においてラテライト利用の研究を続けている現状である。

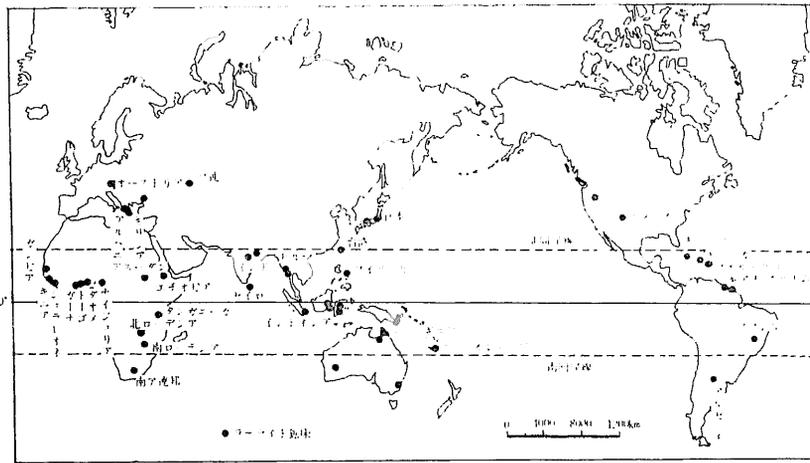
2. 世界のラテライト鉱床の分布と埋蔵鉱量

世界のラテライト鉱床は熱帯地域で超塩基性~塩基性岩類が分布し地形的に平坦なところであれば必ずといってよいほどに生成されている。

世界的にみて超塩基性~塩基性岩類が著しく分布し



若 狭 鉱 山 全 景



← 第 1 図
世界のラテライト
鉱床分布図

ているのは ロードシア (Gwelo, Selukwe, Victoria, Lomagundi, Hartly) 南アフリカ連邦 ヴ連邦 (Sverdlovsk, Kazakh, Bashkiriya) トルコ (Bursa) キューバ (Mayari, Mao Bay) フィリピン インド (Baluehistan, Mysore, Bihar, Orissa) ユーゴスラビア ブラジル ギリシア エジプト ニュー・カレドニア アメリカ合衆国 (California, Oregon, Maryland) 日本などである。したがって ラテライト鉱床も これらの諸国に存在する。

以下世界のラテライト鉱床の 分布 品位 埋蔵鉱量について述べるが ここでは ラテライトを広い意味にとり 含鉄鉱層の地表部が風化してきた残留鉱床でも従来ラテライトと呼ばれていたものについても述べてある。なお 以下国名に下線の施してある国は 世界的に著名なラテライト鉱床の存在する国である。

I 北アメリカ

(1) アメリカ合衆国

ワシントン州の Cle Elum 地方にラテライト鉱床があり その品位は Fe 41% SiO₂ 8.99% Ni 0.84% Cr₂O₃ 2.4% Al₂O₃ 16.41% となっているが 鉱量は不明である。オレゴン州の Scappoose 地方のラテライト鉱床は Fe 41~59% SiO₂ 15.6~21.8% Al₂O₃ 0.81~10.68% 鉱量は 400 万 t といわれている。

II 西インド諸島および南米

(2) キューバ

キューバ最大のラテライト鉱床は キューバ島東部の Nipe 湾の南方 24km に位置する マヤリー (Mayari) 鉱床で 蛇紋岩の上の露天化残留鉱床である。鉱石は軟質 黄褐色の褐鉄鉱で 地表に近いところは 赤色の赤鉄鉱質なラテライトになっている。分布範囲は 16~96km² 鉱床の厚さは約 5 m で 平均品位は Fe 45% 附着水分は 30% といわれている。このラテライト鉱層の上部

層 (0.3~3 m) は 硬質鉱からなり この下部層はいわゆる粘土層で 赤色粘土中に赤褐色団球状 または豆状の褐鉄鉱をパッチ状に含有する層からできている。そして基盤をなす蛇紋岩との境界部は 漸移的に変化する傾向がみられる。

このほか Moa 湾, Cubitas, Taco 湾, Navas の近くにいずれも大きなラテライト鉱床が存在している。

キューバの代表的鉱床としては Mayari 鉱床と Moa 鉱床で その粗鉄平均品位は Fe 46~47% Al₂O₃ 10~11% Cr₂O₃ 1.7~1.8% Ni 0.5~2% P 0.015~0.03% H₂O(+) 13% である。これらの鉱石は 団球状にして焙焼すると Fe 60% までに品位をあげることができるといわれている。

キューバのラテライトの品位と埋蔵鉱量は 次のとおりである。

地 方 名	品 位 Fe	位 Cr	(%) Ni	埋 蔵 量(億t)
Mayari	40~50	1.7	2	5.3
Levisa	40~50	1.7	0.2	0.75
Moa	40~50	1.7	2.0	15.7
Camagüey (Cubitas)	46	1.7	0.56	4.0
Juan Frick				
Pinar del Rio	55			0.4
合 計				26.15

注 これら国連資料 (1955) によるものであるが Gustav Einecke 博士は 32億 t (推定は 120億t) と発表している

(3) プエルトリコ

プエルトリコのラテライト鉱床は 本島の西部地区の Mayagüez Mesa にあり Mayagüez 港の東方 42km に位置する。ラテライト鉱床の基盤は 蛇紋岩化した「かんらん岩」で 地表部は ラテライト化しているけれど 大部分は 侵蝕作用をうけている。鉱石は団球状をなしていることが多く その大きさも 径数 m に達するものが少なくない。Fe 品位は 平均 40% で もっとも高

品位の部分では Fe 52.37% を示す。 Al_2O_3 は 20% Ni 0.8~1% Cr_2O_3 1.4~1.57% で 埋蔵鉱量は約 1 億 t といわれている。

(4) ドミニカ共和国

Cordilla の南方に発達する蛇紋岩のラテライト化した鉱床で ペグェラ・マイモン (Peguera Mai Mon) エル・バブロン近傍とサヴァナ・デ・マリコア (Savana de Maricoa) 近傍に分布している。 鉱床は $300km^2$ にわたって分布し 厚さ 2 m その品位は Fe 48~50% Mn 1.60~2.00% SiO_2 3~8% Al_2O_3 4~10% Ni 0.6% Co 0.11% 推定埋蔵鉱量は約 1 億 t である。 現地からもよりの港湾まで約 100km である。

(5) スリナム (旧蘭領ギアナ)

ドンダーバリ (Donderbary) 地方は $1,000km^2$ にわたって ラテライト化しており 厚さ 4~15m 品位は Fe 43~59% SiO_2 2.2~10.08% Al_2O_3 10~18% TiO_2 0.3~2.0% P 0.3~0.5% Ni 0.005% 鉱量は 9,000万 t といわれている。

(6) 英領ギアナ

エルビルニ山脈に厚さ 8~9 m のラテライト鉱床が存在している。

(7) ブラジル

ミナス・ジエラエス (Minas Gerais) 地方に 19 億 t のラテライト化した鉱床が知られている。 これらは堆積性鉄鉱床の残留鉱床と考えられるものが多い。

(8) アルゼンチン

リオ・ウルグエイ (Rio Uruguay) 地方に ラテライト鉱床が知られている。

III ヨーロッパ

(9) ギリシア

ロクリス (Lokris) とルースチー (Loutsis) 地方には合せて約 100 万 t のラテライトが埋蔵されている。 品位は Fe 46.50~52.49% SiO_2 5.90~7.80% Al_2O_3 5.31~14.01% Cr_2O_3 2.5~3.0% Ni 0.48~0.85% である。

また スキロス島 (Skyros) のツーカ (Tsouka) ラリムナ (Larymna) カルディツア (Karditsa) には 石灰岩の空洞中にラテライトが産出し 全埋蔵鉱量は 1 億 t といわれる。 品位は Fe 46~49% SiO_2 10~13% Cr_2O_3 2.5% Ni 1.10~2.5% である。

(10) アルバニア

中部アルバニア地方のオクリーダー (Ochrida) 湖の西岸のポグラデツ (Pogradec) 付近のムムリシュタ (Mumulishta) にラテライト鉱床があり Fe 50~60% Cr_2O_3 3% Ni 0.5~1.0% 鉱量は 2,000 万 t といわれる。

(11) オーストリア

クラウバート (Kraubath) 地方と リヒテンシュタイン・ベルグ (Lichtensteiner Berg) 地方に ラテライト鉱床があり 前者の鉱石の品位は Fe 47.93% SiO_2 7.37% Al_2O_3 1.94% Cr_2O_3 1.94% Ni 0.28% である。

(12) ソ連邦

南ウラル地方チャリロヴォ (Chalilowo) 地区に 大量のラテライト鉱床があるようであるが 鉱量は明らかでない。 品位は Fe 38~45% SiO_2 10~22% Al_2O_3 12~15% Cr_2O_3 1.07% Ni 0.7% である。

コーカサス地方のマルキンスク (Malkinsk) のラテライトは Fe 12.60~36.45% Cr_2O_3 0.30~0.60% Ni 0.32~1.61% のものである。

IV アフリカ

(13) ギニア (旧フランス領ギニア)

ギニアのラテライト鉱床は カクウリマ山 (Mt. Kakoulima) の西南 約 33km にわたって延びている カロウム (Kaloum) 半島全体にわたって発達しているもので この半島の突端部にコナクリー (Conakry) 港がある。

この地帯の基盤をなす岩石は「ズンかんらん岩」で その地表部は平均 20m の間ラテライト化しているが ラテライト化している部分の深さは 相当変化に富み 6 m から 100 m ぐらいまで変化する。 上部層 (深さ 10~30m) は 比較的堅いラテライトであるが 下部層 (深さ 5~30m) は やや軟質な鉱石となっている。 鉱石の鉄品位は 半島の中央部ほど良質となる傾向があるが 平均品位 Fe 50.5~51.5% Al_2O_3 9.8% SiO_2 2.5% Cr 1.25% 以下 Ni 0.02% CaO 0.05% Mn 0.07% TiO_2 0.50% H_2O 12% となっている。

埋蔵鉱量は国連資料 (1955) によると

上部層 硬質ラテライト	
Fe 50%以上 Cr 1%以下 (平均深さ 6 m)	4,500万t
Fe 50%以上 Cr 2%以上 (平均深さ 3 m)	13,500万t
下部層 軟質ラテライト	
Fe 45%以上 (平均深さ 10m)	40,500万t
合計	58,500万t

なお このほかに15億 t が予想されている。
一方 Gustav Einecke 博士の資料によると 総埋蔵鉄量は 3,658,256,000 t となっている。

(14) 英領ナイジェリア
パティ山 (Mt. Patti) 付近にラテライト鉄床があり Fe 50%以上のものの埋蔵量は 20億 t といわれる。
SiO₂ P 分が高いといわれる。

(15) シエラ・レオネ ガーナ トーゴ ダオメ
シエラ・レオネのデビル・ホール (Devile Hole) (Fe 59.91%) からガーナ トーゴの アタクパメ (Atakpame) 地方を経て ダオメの Attacora および Kandi にいたる範囲にわたり ラテライト鉄床が分布している。
埋蔵鉄量は13億 t Fe 品位50~55%であるが SiO₂ P 粘土分に富むといわれている。

(16) 北ローデシア
Bangweulu 湖近くに 2,500km² にわたりラテライト鉄床が分布している。平均深さ1m Fe 品位25%埋蔵鉄量60億 t といわれる。

(17) 南ローデシア
ラテライト資源は 30億 t と発表されているが これらはすべて層状の変成鉄床の上部の残留鉄床である場合が多い。

(18) エチオピア
北部のアマサン (Amasan) セラエ・アダウエ (Seræ-Adaue) と マレブ・タカツエ (Mareb-Taccazze) にラテライト鉄床があり 深さ24m Fe 10~20% 埋蔵

鉄量 2億 t と計算されている。

(19) スーダン

Wau と Mongalla の中間にラテライト鉄床が存在する。鉄床は含鉄結晶片岩層の地表部が風化して生成されたもので 鉄量は 300万 t (Fe 37~47% SiO₂ 28%) といわれている。

(20) 南アフリカ連邦

ラテライト鉄床は トランスバル (Transvaal) 地方に知られている。含石英鉄床層の地表部が数mにわたりラテライト化したもので Fe 25~35%の鉄石が相当量存在するものと考えられている。

V アジア

(21) インド

Bihar 州の Ranchi 地方 Madhya Pradesh 州の Jabal Pur 地方 Bengal 州 Birbhum 地方にラテライト鉄床が分布し 埋蔵鉄量 20億 t (Fe 28~59%) といわれている。

(22) セイロン

結晶片岩中の鉄鉄床の地表部が ラテライト化したもので Dela および西南セイロン地方に分布し 埋蔵鉄量 600万 t (Fe 50~56%) といわれる。

(23) ビルマ

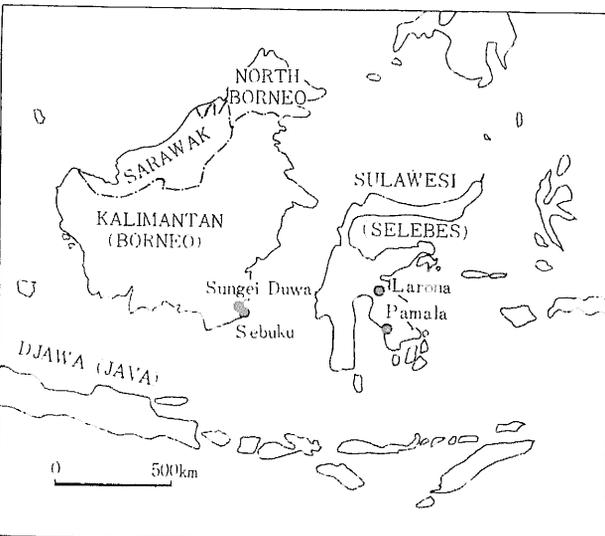
ラテライト鉄床はベンガル湾に面した Kalagyun 島 Meaing 島 Malcolm 島 White Pigeon 島 および Mergui 地方に分布し 埋蔵鉄量 300万 t (Fe 40~50%) である。

(24) インドネシア

インドネシアのラテライト鉄床は Ni, Cr 分が比較的小さいので 鉄資源としては重要な鉄床と考えられる。インドネシアのラテライト鉄床は カリマンタン (Kalimantan: 南ボルネオのこと) 東南部の スンゲイ・ダワ (Sungei Duwa) 鉄床 セブク (Sebuku) 鉄床 スラウエシ (Sulawesi: セレベスのこと) 島のラロナ (Larona) 鉄床が主要なものである。

1) Duwa 鉄床は ボルネオ島の南ダワの ククサン (Kukusan) 山の南西にある鉄床で 鉄床の中心部から海岸まで約15kmである。この地区では蛇紋岩の基盤上に 10°~20°の傾斜で第三紀層が存在している。

ラテライト鉄床は この第三紀層中の褐鉄鉄を主とし



第 2 図 インドネシアの主要なラテライト鉄床

た塊鉄 粘土鉄の鉄石からなる鉄床で 断面でみると下部から上部に次のような分布を示している。 基盤の蛇紋岩上に 厚さ6mの低品位粘土鉄層 (Fe 40%) 厚さ1~8mの粘土鉄層 (Fe 40%) 最上部に厚さ11mの塊鉄 (Fe 40%以上) がく。 なおこの地域の第三紀層中に少なくとも3枚の石炭層 (厚さ 1.5~2 m) が挟在されている。 このラテライト質鉄層を含む地域は70km² にわたって認められるので 埋蔵鉄量は 塊鉄1億t 粘土鉄 0.7億t 合計 1.7億t と国連 (1955) で発表されている。 品位は Fe 46.6~50.9% SiO₂ 2.0~6.65% Al₂O₃ 8.63~11.78% NiO 0.47~1.02% Cr 0.64~1.18% MgO 0.12~0.59% MnO 1.03~1.46% H₂O 10~15%で とくに塊鉄は高炉用の鉄鉄資源として すぐ役立つといわれている。

2) セブク鉄床は ボルネオ島東南海岸の セブク島の北端にある鉄床で ダワ鉄床と全く同じで 分布範囲は30km² にわたるといわれるが 最良質の部分は3km² 以内だといわれている。 この鉄床も蛇紋岩から由来する鉄床で 鉄石の品位は Fe 45~62%で 塊鉄ほど品位がよく 一般に Fe₂O₃ 68.90~88.57% Al₂O₃ 7.20~12.11% Cr 0.34~1.87% SiO₂ 0.80~2.32% H₂O (+) 2.55~10.76%である。 埋蔵鉄量は 0.13~3億tといわれている。

このほか隣接鉄床として スワンギ島(Pulu Suwangi) が25万t ダナワン島 (Pulu Danawan) が 7,500万t の埋蔵鉄量があると発表されている。

3) ラロナ鉄床は セレベス島の中央部に位置している。 インドネシア最大のラテライト鉄床である。 ラロナ鉄床は 4,500km² にわたって広く分布し この中で12の小鉄床群に分れており そのうちもっとも大きい鉄床は 12km² の広がりがある。 平均の厚さは 11.5mもあり 鉄石はラテライト質粘土鉄で 地表から 0.6~1.8m は硬質塊鉄 下部にゆくにしたがって 軟質粘土鉄になる。 この粘土鉄の中にも 塊状鉄が含まれることが多い。 埋蔵鉄量10億tと称せられるが 確定鉄量は3.7億t (Fe 49%) このうち硬質塊鉄のみは 0.11億tである。 品位は Fe₂O₃ 67.60~68.90% Fe 49.01~49.53% SiO₂ 1.53~2.04% Al₂O₃ 5.04~7.45% Cr 2.84~4.79% NiO 0.39~0.93% CaO 0.38~0.74% MgO 0.07~0.85% TiO₂ 0.15% H₂O 12.98~18.24% となっている。

このほか ラロナ南方にパマラ (Pamala) 鉄床がある

この鉄床は Fe 40% Ni 3%で 戦時中 日本がこの鉄石を利用して小型炉を作り ニッケル・マットを生産したが 製鋼はしなかった。 パマラ地区の Lingkona, Lingkobale, Karipinan, Bone-putih で利用できる塊鉄の埋蔵量は 620万t (Fe 40~50%) である。

(25) フィリピン

フィリピン最大のラテライト鉄床は ミンダナオ (Mindanao) 島のスリガオ (Surigao) 鉄床で このほかに ノノック (Nonoc) 島の鉄床 マニカニ (Manicani) 島鉄床 オモンホン (Homonhon) 島の鉄床 ヒナチュアン (Hinatuan) 島鉄床 バッカス・グランデ (Bucas Grande) 鉄床などが知られている。 これらはいずれも フィリピンの「かんらん岩」の発達した地域に含まれ しかもその分布は ルソン島の南端からミンダナオ島の東南部までの範囲に限られているようである。

1) スリガオ鉄床は ミンダナオ島の東北部 スリガオ付近にあり デヒカン (Dahican) 湾奥の港の近くに位置する。 ラテライト鉄床は古い時代の岩石類中に侵入した蛇紋岩化した「かんらん岩」の残留鉄床で デヒカン半島では平均厚さ6m (最大30m) を示し 上部は若干の磁鉄鉄を伴った硬質赤鉄鉄層で 下部へゆくにしたがって 赤色~黄色粘土土壌層となる。 基盤の淡緑色蛇紋岩は 磁鉄鉄 クロム鉄鉄の粒状構造を切って珪ニッケル鉄の網状脈の発達したものに変わっている。 鉄石は その構成鉄物の容量比からみると 褐鉄鉄64% 赤鉄鉄・磁鉄鉄18% ポーキサイト8% カオリン2% ニッケル・コバルト・クロム鉄鉄8%になる。 また鉄石は色によって赤色 黄色の2種類にわけられ 赤色鉄は粒状構造著しく 磁鉄鉄・赤鉄鉄からなり 黄色鉄は赤色鉄に類似するが 一般に Fe 分と Al₂O₃ 分が少ない。 スリガオのラテライト鉄石は 平均品位 Fe 47.76% Al₂O₃ 7.93% Ni 0.78% Cr₂O₃ 4.19% SiO₂ 1.33% S 0.17% H₂O(+) 13% H₂O(-) 26% である。



第3図 フィリピンのラテライト鉄床

2) ノノック島は スリガオの北東 15km にある面積 35km² の小島で その大部分は ラテライトにおおわれている。 ラテライト鉱床の厚さは 1~20m に変化し 平均の厚さは 7m 鉱石は粉鉱が多い。 付近の Awasun 島 Dinagat 島にもラテライトが知られている。

3) マニカニ島は サマル島 (Samar) の南方 12km にあり ラテライト鉱床は 蛇紋岩上の残留鉱床で厚さは 2~11m である。 その品位は Fe 48.41% Al₂O₃ 9.88% Ni 1.06% Co 0.22% Cr 4.37% S 0.185% CaO 0.18% MgO 0.78% SiO₂ 15.46% である。

4) オモンホン島は サマル島の最南端の港ギウアン (Guiuan) の南方海上 16km にある。 ラテライト鉱床は 蛇紋岩上の残留鉱床で厚さ 2~8m 鉱石は主として粉鉱である。

5) フィリピン人のラテライト鉱床の埋蔵量は 次のとおりである。

スリガオ	10.5 億 t
ノノック島	1.5 〃
マニカニ島	0.6 〃
ヒナチュアン島	0.4 〃
オモンホン島	0.01 〃
その他	0.01 〃
合計	13.02 億 t

(26) 台湾

Taoyuan, Chungli, Hukow 地方にごく少量のラテライト質粘土鉱床が分布し 地表数cmの厚さを有する赤色粘土中に 小団球の褐鉄鉱がみられる。 鉱量不明。

(27) 日本

福井県の若狭鉱山のラテライト鉱床は かんらん岩の地表部がラテライト化したもので その品位は Fe 35~45% Ni 0.23~0.99% Cr 0.20~0.37% 埋蔵量 156万 t といわれている。 長野県の宮川鉱山の鉱床も含ニッケル粘土鉱床で その品位は Fe 30~40% Ni 0.6~0.8% で 鉱量は 30万 t といわれている。

Ⅶ 太平洋州

(28) ニュー・カレドニア

ラテライトは New Caledonia 本島の ゴロ (Goro) 鉱床および ボアーゼ (Boise) 鉱床 さらに本島東方海上にある アルト島の鉱床が知られている。

ゴロ鉱床は 首都ヌメア (Noumea) の南東にあるニュー・カレドニア最大の鉱床である。 ラテライト鉱床は 蛇紋岩化した「かんらん岩」上の残留鉱床で 赤褐色粘土中に鉱層状をなしている。 品位は Fe 50~53% Cr₂O₃ 3% Al₂O₃ 3.5% NiO+CaO 0.1~1.7% である。 ニッケルは基盤近くでは 3~5% に達するものがあり 現在ニッケル鉱石として日本へ輸出されている。

ラテライト資源としては平均 Fe 40% 埋蔵鉱量 1,800万 t といわれている。



← 戦時中 含ニッケル鉱床として開発された 若狭鉱山宮尾鉱床 (含ニッケル鉄) ラテライト探掘跡

ポアーゼ鉱床は スメアの南東方10kmのポアーゼ湾にあり 品質は ゴロ鉱床と同様な鉱床である。

アルト島の鉱床は 島の中央部高所にある鉱床で 地表から3mは塊鉱(Fe 53~55%) さらに下5mは粘土鉱(Fe 48%)となっている。

(29) ニューギニア

中央高原地帯に 超塩基性岩類が分布し Kokoda, Koreppa, Buso 地方はラテライト化している。

(30) オーストラリア

西部オーストラリア地方の Clackline のラテライト鉱床(Fe 45% P 0.21% SiO₂ 12.3% S 0.03%)は 鉱量 100万tといわれている。また 北部オーストラリアにもラテライト鉱床が分布している。これはむしろボーキサイト鉱床として調査されている。また Kalgoorlie 地方の Darling Range にラテライト鉱床があり 品位は Fe 34~66% Cr 5.3% Mn 0~0.4% S 0.02~0.08% H₂O 12%であるが 鉱量は明らかでない。そのほかに Murchison 地方にもラテライト鉱床が知られている。

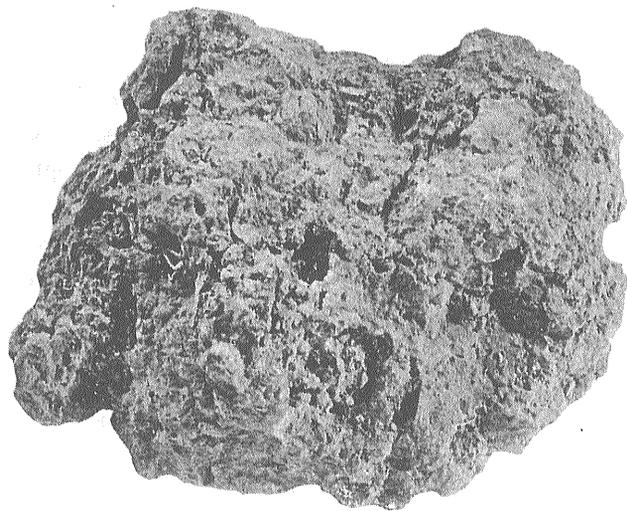
3. ラテライトの化学組成と鉱物

一般にラテライト鉱石は含鉄量は50%以上にもおよび鉄鉱石として使用できる程度に 品位は高いのであるがクロームとニッケルを相当量含有しているので 従来鉄鉱石として利用されなかったのである。

次に代表的なラテライトの化学組成を示す。

	1	2	3	4	5	6	7
Fe	47.8	50.3	48.70	51.46	51.6	51.5	45.1
Ni	0.7	0.4	0.18	0.22	0.7	0.02	1.3
Co			0.02				
Cr	2.9	1.2	1.39	1.54	1.4	1.25	1.9
SiO ₂	1.3	0.8	2.04	1.84	5.9	1.3	4.2
Al ₂ O ₃	7.9	8.4	9.30	9.68	5.4	9.8	9.0
MgO		0.5	0.20	0.12		0.2	1.5
CaO			0.31	0.31		0.3	
P	0.01	0.04	0.10	0.13		0.06	
S			0.20	0.15			
MnO		0.6	0.08	0.12	0.7	0.1	
H ₂ O(+)	13.6	14.3	13.43	12.49	11.0		12.3
H ₂ O(-)	26.8		1.94	4.4			

注 1. ミングナオ(スリガオ) 2. セレベス(ラロナ)
 3. インドネシア(セブク) 4. インドネシア(セブク)
 5. ニューカレドニア(ボネアンセとゴロ)
 6. ギニア(コナクリー) 7. キューバ(マヤリー)
 1~5 Stahl and Eisen 1954 による
 6. 地質調査所 7. 日曹製鋼K.K. による



インドネシア セブク島のラテライト鉱石(×1/4)

この分析表から明らかなように ラテライトの主成分は 大体次の範囲内の組成を有する。

Fe	45 ~ 55 %
Cr	1.5 ~ 3
Ni	0.2 ~ 1.3
Al ₂ O ₃	5 ~ 10
H ₂ O	~ 10

鉱石の化学組成は 同一の鉱床でも変化するが 概して地下深いほど含鉄量は低下し ニッケル含有量は増加する。これは後に述べる laterization が 地下深くなれば不完全になるからである。

ラテライト鉱石は風化生成物であるため 粉鉱である場合が多く 塊鉱はむしろ少ない。色は通常黄褐色~赤褐色であるが 深部では黒褐色を呈することもある。

鉱石はきわめて細粒の鉱物から構成されており 通常の光学顕微鏡で識別することは困難である。また個々の鉱物を 分離して調べることも容易ではなく 詳細な鉱物学的研究はあまり行なわれていない。

ラテライト中の鉄は主として Goethite HFeO₂ の形で存在し 少量の Hematite α-Fe₂O₃ Magnetite Fe₃O₄ も含まれることがある。鉄の次に多く含有されているアルミニウムは Gibbsite Al(OH)₃ Boehmite AlO·OH Diaspore HAlO₂ がおもな鉱物である。ここにアルミニウム鉱物に関して興味あるのは 第三紀以後の比較的新しい鉱床では Gibbsite が主なアルミニウム鉱物であり 中生代の鉱床には Boehmite が多く産出し Diaspore は主として古生代の鉱床に産することである。これは実験結果とも矛盾しない。

鉱床中に含有されるクロム鉱物は 今まで Chromite $FeCr_2O_4$ が知られているが 他の形でクロムが存在することも考えられる。クロム鉱物の種類は 製鉄の過程における脱クロム操作にも関係するもので重要な問題である。

ニッケル鉱物は Garnierite $(Mg, Ni)_6Si_4O_{10}(OH)_8$ が知られており 含有される粘土鉱物は Kaolinite $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ がおもなものである。

以上がラテライトを構成する主要な鉱物である。各の鉱物の詳細な性質は 産地によっても層準によっても当然異なり 鉄鉱石として利用の面においても Cr, Ni, Co 鉱物の含有量は非常に重要な意味をもつものである。これは今後解決されねばならない問題である。

4. ラテライトの成因

以上のような組成の鉱物集合体ができるには 次のような条件が必要である。

1. 比較的溶解しやすい鉱物を含み かつ含有量の比較的高い原岩の存在
2. 水が自由に出入りできる程度に 原岩が多孔質であること
3. 雨期と乾期が交互にあり 雨期には相当量の降雨量があること
4. 熱帯もしくは少なくとも亜熱帯性の気候であること
5. 地形の起伏が少なく 地下水面の移動は行

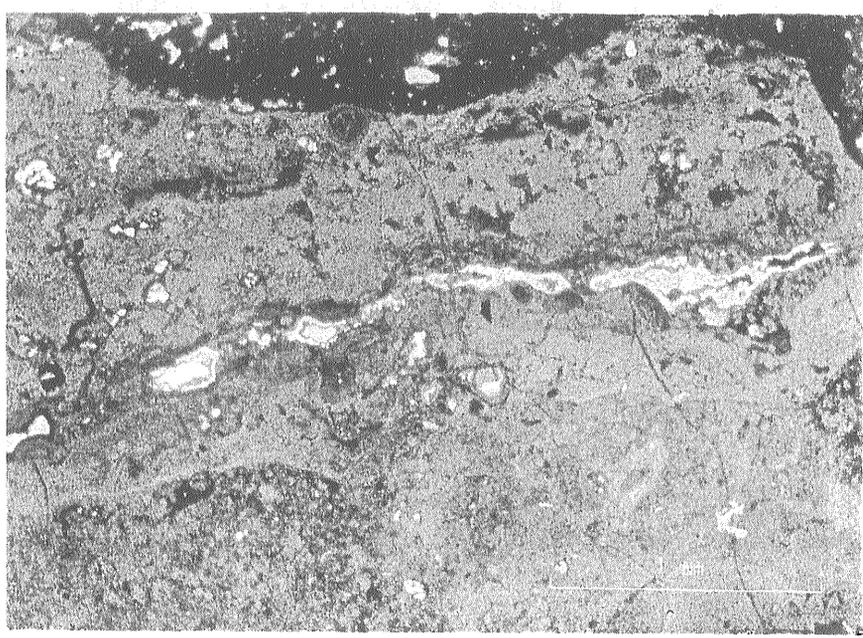
なわれるが 侵蝕作用はほとんどないこと
6. 相当長期間地殻変動のないこと

さて上記の諸条件が満足される場合 いかなる過程によってラテライトが生成するかを次に簡単に説明する。

通常の珪酸塩質または炭酸塩質岩石が風化作用をうける場合 アルカリ元素を含有する鉱物が 最も侵されやすく 次にアルカリ土類元素を含むもの とくに炭酸塩鉱物が侵される。したがって重要な造岩元素中 最も耐蝕性の強い化合物を作るものは 鉄とアルミニウムと珪素である。次に量的には余り重要ではないが マンガン チタンならびに燐も安定な鉱物を作る。岩石が風化されると これらの安定な元素を含む含水珪酸塩と含水酸化物が生成する。この中で含水珪酸塩 すなわち粘土鉱物は 風化作用における中間生成物であって風化がさらに進むと酸化アルミニウムと珪酸に分解し 珪酸は溶出してしまうので 酸化アルミニウムが残る。したがって通常の岩石の最終的風化生成物は 主として鉄とアルミニウムの含水酸化物からなる。

以上簡単に説明した過程を laterization といい 原岩が鉄分にとむ塩基性岩もしくは超塩基性岩の場合には鉄鉱石になるラテライトを生じ 酸性岩である場合にはアルミニウムに富むボーキサイトを生ずる。この laterization が行なわれるには 化学反応が活発に進行する熱帯性の気候と 相当量の降雨量が必要である。さらに地下水面が変動することも望ましく それには雨期と乾期が交互にあるような状態が最も適当である。

なお laterization において バクテリアの果たす役割が



← ラテライトの顕微鏡写真
 黒い部分：上端部に見える黒い部分は 実際は暗赤色で赤鉄鉱に富んだ部分
 灰色部分：大部分を占める灰色部は 実際は黄褐色で goethite に富んだ部分
 白色部分…空隙である 中央左右にならぶ空隙の内側にはりついている gibbsite が見られる

最近重要視されている。

5. あとがき

以上世界におけるラテライトの分布 埋蔵量 さらに化学組成 鉱物 成因について述べたが ここで世界のラテライトの埋蔵量を集計すると 次のようになる。

北アメリカ	400 万 t
西インド諸島および南アメリカ	480,500 //
ヨーロッパ	12,000 //
アフリカ	1,270,300 //
アジア	486,431 //
太平洋	1,900 //
合計	2,252,331 万 t

注 キューバ コナクリについて Einecke 博士の資料に基づいて計算すると 合計は 約 350 億 t になる

すなわち 現在知られているラテライトの総埋蔵量は約 230 億 t になる。このラテライトの埋蔵量の数字は Einecke のまとめた世界の鉄鉱石資源の種類別の埋蔵量に比べてみると 埋蔵量の大きさという点で きわめて重要な鉄鉱資源ということが出来る。

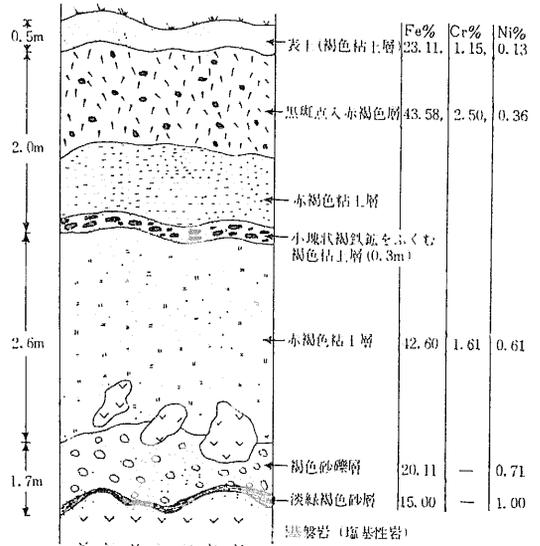
鉱石の種類による鉄鉱埋蔵量の分布

磁鉄鉱	242 億 t
赤鉄鉱	337 //
褐鉄鉱	13 //
卵状鉄鉱	135 //
菱鉄鉱	5 //
炭質炭酸鉄鉱	12 //
球状菱鉄鉱	1 //

(G. Einecke による)

したがって 世界の鉄鉱資源を論ずる場合に ラテライトのことを除外して考えることはできない。

わが国は鉄鉱資源にめぐまれない国であり 戦前から不足の鉄鉱石は 常に輸入に依存していた。1960年には 約 1,500 万 t の鉄鉱石を国外からの輸入にあおいでいる。しかも 国内の経済成長を持続させるためには 1970年には 4,500 万 t の鉄鉱石を輸入しなければならないことになる。この大量の鉄鉱石は インド 南アフリカ その他の国に依存しなければならないであろうが このことを考えると 比較的近距离にある(すなわち鉄石の運賃が安い) フィリピン インドネシアのラテライト 28 億 t は 日本の鉄鉱業界にとってきわめて魅



若狭鉱山宮尾鉄床の柱状図
(分析：大阪通産局鉄山部分分析)

力のある存在ということが出来る。

ラテライトが従来使用されなかったのは 含有水分が多いためと Ni, Cr の含有量が高くもなく低くもない いわば中途半ばなためであった。もし これらの含有量が高ければ 特殊鋼として使用されたであろうし またきわめて低ければ 高炉用鉄石として使用されたはずである。したがって ラテライトの利用として重要な問題は 脱ニッケル 脱クロム の冶金術を開発することである。

製錬技術の問題については 門外漢である筆者らには ふれることはできないが 行政にたずさわる人々 鉄冶金技術者にとって 本文がいくぶんなりとも参考になることを望むものである。

参考文献

1. 金森九郎 (1959) : アジア協会誌 1959 2月号
2. 三木武夫 (1960) : 特殊製鉄 Vol 2 No. 1
3. United Nations Ore Resources (1955)
: Survey of World Iron Ore Resources.
4. Gustav Einecke 著 島村哲夫監修 日本鉄鉱連盟訳(1950)
: 世界の鉄鉱資源
5. Problems of clay and laterite genesis (A. I. M. E. Symposium 1951)

(筆者は 鉄床部)