

報 文

553.311 (521.11): 553.26

青森県大畑町の砂鉄鉱床、とくにその鉱物組成について

原 田 久 光*

On the Iron Sand Deposits at Ohata, Aomori Prefecture, with Special Reference to Their Mineralogical Composition

by

Hisamitsu Harada

Abstract

Three kinds of occurrence of iron sand deposits, Quaternary terrace, beach plain and strand line deposits were studied to clarify their mineralogical features. Ore minerals of iron sands are magnetite, ilmenite and hematite. Unmixing textures of ilmenite and hematite in magnetite, and rutile in hematite are recognized.

Maghemite and hematite occur as an alteration product of magnetite. Hypersthene, augite, feldspars, quartz, limonite and chlorite are associated with gangue minerals, and occur usually in coarse fraction, while ore minerals concentrate abundantly between 40 and 80 meshes.

要 旨

- 1) 青森県下北半島の大畑町には洪積段丘砂鉄・海浜平坦地砂鉄および打上げ砂鉄がある。
- 2) 鉱石として濃集した部分の鉱石鉱物の粒度は40~80 mesh が量的に最も多く、脈石鉱物は概してそれより粒度が大きい。
- 3) 鉱石鉱物は、ウルボ・スピネルを若干混溶する磁鉄鉱を主とし、ほかに単体鉱物としてチタン鉄鉱、まれに赤鉄鉱がある。離溶組織を示すものとして、磁鉄鉱—チタン鉄鉱、赤鉄鉱—金紅石、磁鉄鉱—赤鉄鉱の共生が認められる。磁鉄鉱の風化現象に、マグヘマイト化、赤鉄鉱化がみられる。
- 4) 脈石鉱物は、中性火成岩を構成する鉱物からなる。

1. 緒 言

筆者は、砂鉄鉱石の鉱物組成の研究の一部として、昭和31年6月、青森県下北郡大畑町を中心とする砂鉄鉱床地区を、10日間にわたって概査した。この際採取した試料について室内作業を行なったので、その結果を報

告する。

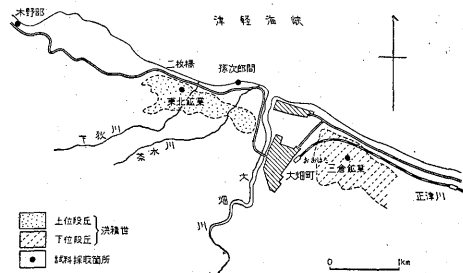
室内研究に供した試料は、大湊線大畑駅の西北西方約5 km から、同駅東方約1 km に至る間で採取したものである(第1図参照)。

2. 地質および鉱床の概要

下北半島北部の地質に関してはすでに調査報告¹⁾²⁾⁶⁾があるが、要約すると第1表のようになる。

調査地域内には洪積層・沖積層ならびに恐山型の燧岳熔岩流、凝灰角礫岩層が分布している。

この地方では、古くから砂鉄の存在が知られており、



第1図 試料採取箇所分布図

* 元所員

第1表 下北半島北岸地域の地質⁶⁾

地質時代	地層名	主要堆積岩	砂鉄 存否	主要火山岩	
第四紀	沖積世	沖積層	砂・礫・粘土	存	輝石安山岩
	洪積世	洪積層 (野辺地層)	砂・礫・粘土・火山灰	存	石英安山岩 (恐山型)
第三紀	鮮新世	浜田層	砂岩・礫岩・凝灰岩・泥岩・亜炭	存	
		田代層	集塊岩・凝灰岩・砂岩・頁岩・泥岩	存	輝石安山岩 石英粗面岩
	中新世	蒲の沢層	砂岩・頁岩・凝灰岩・泥岩	否	玄武岩
古生代	古生層	粘板岩・砂岩・珪岩・石灰岩・礫岩・輝緑凝灰岩	否		

この産状を分類すれば第2表のとおりである。

調査地域内では、洪積世段丘砂鉄・海浜平地砂鉄・打上げ砂鉄が稼行されている。

2.1 洪積世段丘砂鉄

洪積世段丘堆積物は上下の2段に分かれて分布し、大畑川以西では上位段丘が発達し、大畑川以東では下位段丘が発達する。

上位段丘堆積物は、懸岳前期凝灰角礫岩層上に不整合に重なり、標高20~30m、海岸線に平行に延長2km、幅300mの細長い分布を示している。地層は主として凝

灰質砂層からなり、ときに拳大の安山岩円礫、あるいは軽石からなる薄層を挟む。段丘堆積物の上部近くに、厚さ1.5~3mの砂鉄層があつて、現在、東北鉱業大畑鉱山が稼行している。とくに、二枚橋部落南方、下狄川・茶水川間の段丘中の鉱床が優勢で、厚さ3mに及び、品位も良好である。下狄川下流の現在採掘中の砂鉄から実験用試料を採取した。

下位段丘堆積物は、大畑川南東部に広く分布する凝灰角礫岩層上に不整合に重なり、標高5~20mの台地をなして、海岸線に平行に延長1.2km、幅約700mの区域に発達する。中粒砂ならびに大豆大~拳大の安山岩および軽石の円礫からなる砂礫層中に、砂鉄層が介在し、厚さは約2mである。現在、三倉鉱業大畑鉱山が稼行している。正津川西方の現採掘中の砂鉄を、実験用試料として採取した。

2.2 海浜平地砂鉄

現汀線から10~30mの海浜平地地に、旧打上げ砂鉄があり、標高は5m以下で、上位段丘砂鉄と同じく東北鉱業が採掘している。この砂鉄粒は、段丘砂鉄のように成層状構造を示さないで、砂の中に一樣に混在する。含砂鉄層の厚さは明らかでないが、海水湧出面までの深さは普通は3m前後で、5mまで砂鉄の存在が確かめられている所もある。木野部部落北方の現採掘中の砂鉄を、実験用試料として採取した。

2.3 打上げ砂鉄

主として冬季、津軽海峡からの季節風の時期に波浪によつて海岸に打上げられたもので、厚さは10cm内外である。この砂鉄は、沿岸流により遠くから運ばれてき

第2表 下北砂鉄の賦存状態⁶⁾

種類	時代	地層	賦存状態	層数	水準 (m)	表土の 厚さ (m)	砂鉄層の 厚さ (m)	平均品位	
								Fe(%)	TiO ₂ (%)
浜砂鉄	第	沖積層	打上げ砂鉄	1	0~5	-	1±	30	3
			海浜平地砂鉄	1	5~8	0.5	2~4	40	6
山砂鉄	第四紀	洪積層 (野辺地層)	洪積段丘砂鉄	1	30±	1~3	1~2	30	4
			丘陵地砂鉄	2+	50± 25~30 5~15	1~5 2~10	2~10	30	4
	第三紀・鮮新世	浜田層	高地砂鉄	1	100	-	3~8+	45	8
		田代層	段丘砂鉄	2+	50,130 30 10	2~10	3~8 2~10 0.5~5	30	4

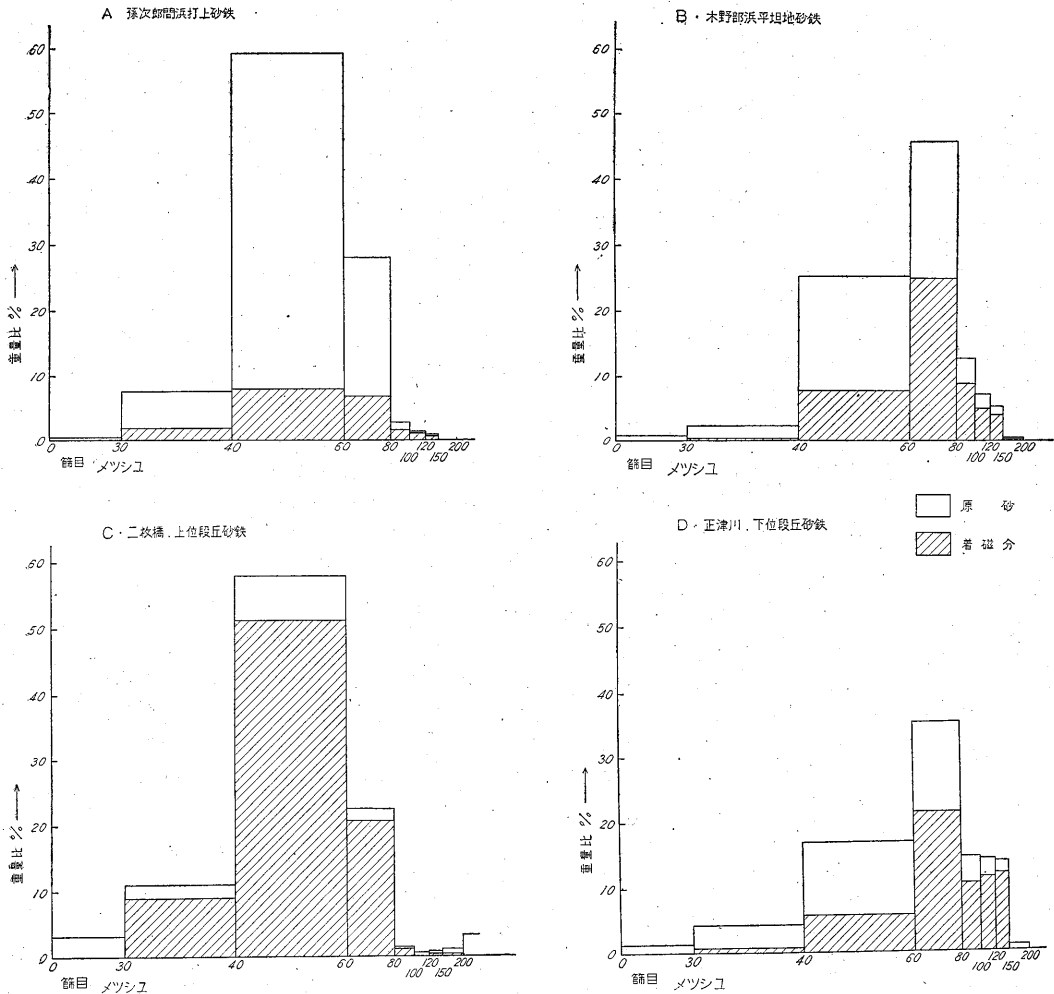
て海岸に打上げられたものと、海岸に廃棄された選鉱尾
 鉱が海中に流れたのち、淘汰されふたたび海岸に打上げ
 られたものとの混合物である。孫次郎間浜産のものを実

験用試料とした。

上記の室内実験用試料の採取箇所における産状を要約
 すれば、第3表に示すとおりである。

第3表 実験用試料の砂鉄の産状

採取箇所	砂鉄層厚 (採取厚) (cm)	色	外観	挟み	着磁分 (wt%)
A. 孫次郎間浜・打上げ	10	灰黒色	砂状	—	18.9
B. 木野部浜・平坦地	250	灰黒色	砂状	—	50.8
C. 二枚橋・上位段丘	250	褐黒色	褐鉄鉱による不完 全膠結	厚さ10cm の砂層2枚	83.0
D. 正津川・下位段丘	180	淡褐黒色	褐鉄鉱による不完 全膠結	厚さ10cm の砂層4枚	61.2



第2図 粒度別原砂,着磁分の重量比(横軸は篩目(タイラー標準篩)を實際の開孔間節(μ)にとる)

第4表 原砂および着磁分の粒度分布

篩目	原 砂		着 磁 分	
	重量(I) (g)	重量比 (II)(%)	(I)に対する 重量比 (III)(%)	全量に対する 重量比 (II)×(III) (%)
A. 孫次郎間浜, 打上げ砂鉄				
+ 30	0.7	0.4	14.3	—
+ 40	15.1	7.6	24.0	1.8
+ 60	117.6	59.2	13.0	7.7
+ 80	55.8	28.0	24.0	6.7
+100	5.4	2.7	51.9	1.4
+120	2.8	1.4	57.1	0.8
+150	1.5	0.7	73.3	0.5
計	198.9			18.9
B. 木野部浜, 平坦地砂鉄				
+ 30	1.7	0.6	—	—
+ 40	7.0	2.3	15.7	0.4
+ 60	75.7	25.3	30.0	7.6
+ 80	136.7	45.7	54.5	24.9
+100	37.6	12.6	68.0	8.6
+120	21.2	7.1	70.0	5.0
+150	16.2	5.4	74.0	4.0
+200	1.6	0.5	56.2	0.3
-200	1.5	0.5	—	—
計	299.2			50.8

3. 鉱 石

3.1 粒度分布

原砂を乾燥したのち、200~300gをとり、褐鉄鉱で膠結したものは指先で圧碎した後、タイラー標準篩を用いて篩分け、原砂および着磁分の粒度分布を調べた。その結果は第4表・第2図に示すとおりである。着磁分の分離には、400 Gaussの永久磁石を使用した。

第4表の結果を図示比較すれば、第2図のようになり、それから明らかなように、当地方の砂鉄原砂ならびに着磁分の粒度分布の一般的傾向としては、概して40~80 mesh のものが多く、上位段丘砂鉄では40~60 mesh に、木野部浜平坦地砂鉄・下位段丘砂鉄では60~80 mesh の粒度のものが最も多い。孫次郎間浜打上げ砂鉄では、さきに述べたように、選鉱尾鉱の混入のため40~80 mesh における着磁分の濃集が少なく、変則的な分布となつてゐる。また下位段丘砂鉄では、120~150 mesh にさらにもう1つの着磁分の濃集がみられるが、これは砂鉄堆積

C. 二枚橋, 上位段丘砂鉄

+ 16	0.8	0.3	—	—
+ 30	6.6	2.6	—	—
+ 40	27.1	10.9	81.5	8.9
+ 60	144.0	57.6	89.0	51.3
+ 80	56.0	22.4	95.0	21.0
+100	2.5	1.2	96.5	1.2
+120	1.1	0.5	41.0	0.2
+150	1.8	0.7	27.3	0.2
+200	2.3	0.9	19.0	0.2
-200	7.5	3.2	10.7	0.3
計	249.7			83.3

D. 正津川, 上位段丘砂鉄

+ 16	0.3	0.2	—	—
+ 30	2.8	1.4	10.0	—
+ 40	8.7	4.4	16.0	0.7
+ 60	33.2	16.7	34.0	5.7
+ 80	69.5	34.9	61.0	21.3
+100	28.4	14.3	73.0	10.4
+120	27.7	13.9	81.0	11.3
計	170.6			49.4

当時に淘汰分級が不完全であつたため、砂鉄供給岩石の斑晶磁鉄鉱以外に、石基中に点在する微粒磁鉄鉱も同時に濃集堆積したと思われる。同じような現象は、熊本県白川で阿蘇熔岩が分解して生じた砂鉄にもみられ^{註1)}、こゝでは阿蘇熔岩の斑晶をつくる磁鉄鉱と、石基中の磁鉄鉱が同時に、同一箇所堆積したことによる。

3.2 鉱石の鉱物組成

砂鉄を構成する鉱石鉱物は、量的に多いものから順に磁鉄鉱・チタン鉄鉱・赤鉄鉱・褐鉄鉱・金紅石があり、これらの中には離溶共生^{註2)}を示すものが少くない。脈石鉱物としては、輝石類が最も多く、石英・長石がこれに次ぐ。産地によつては緑泥石と褐鉄鉱の混合物や岩石破片が多いものもある。

砂鉄を篩分けると、ある種の鉱物は特定の mesh の間に集中的に濃集する性質がある。この粒度別鉱物組成の変化を知るため、粒度ごとに多数の薄片・研磨片をつくり、岩石顕微鏡下で薄片・研磨片1枚につき約500の鉱物粒の種類を調べた。粒度の大きい部分では、鉱物の種類も多く、かつそれらの組み合わせも複雑で、重量比で

註1) 福岡駐在員事務所、原田種成談による。

註2) 離溶組織は、磁鉄鉱-チタン鉄鉱に多く、これに次いで赤鉄鉱-金紅石、磁鉄鉱-赤鉄鉱間にもみられる。

第5表 鉱物粒の種類と比重

種類	平均比重	種類	平均比重
不透明鉱物を包有する紫蘇輝石	4.0	離溶組織を示す磁鉄鉱—チタン鉄鉱	5.1
不透明鉱物を包有する普通輝石	4.0	離溶組織を示す赤鉄鉱—金紅石	4.9
紫蘇輝石を包有する不透明鉱物	5.0	離溶組織を示す磁鉄鉱—赤鉄鉱	5.2
普通輝石を包有する不透明鉱物	4.9	透明鉱物を包有する磁鉄鉱	5.0
一部緑泥石化した輝石	3.3	透明鉱物を包有するチタン鉄鉱	4.5
緑泥石と褐鉄鉱の混合物	3.5	磁鉄鉱を包有する透明鉱物	3.9
褐鉄鉱の付着した不透明鉱物	4.5	チタン鉄鉱を包有する透明鉱物	3.7
凝灰質岩石破片	2.7	磁鉄鉱—チタン鉄鉱を包有する透明鉱物	3.8
ハリ質岩石破片	2.7	褐鉄鉱で膠結された磁鉄鉱粒	4.5
		一部赤鉄鉱化した磁鉄鉱	5.2
		一部マグヘマイト化した磁鉄鉱	5.2

1%を超えるものが23種類にも及ぶことがある。粒度が小さくなるにつれ、鉱物の種類も少くなり、かつ組合わせも単純となる。また、単体分離度も-100 mesh位でほぼ完全に近くなる。

次に、各 mesh 別の鉱物の重量比を吟味した。鏡下にみられる組成鉱物には、包有鉱物あるいは離溶鉱物を含むものが多いので、それらの鉱物では包有鉱物の量を面積比から求めて、その鉱物粒の平均比重を算出した(第5表)。第3、4図に、これらの比重を用いて各鉱物の mesh 別重量比を表示する。

粒度による組成鉱物の増減関係の特徴を通覧すると、まず石英と長石は、ともに粒度が小さくなるにつれ急激に減少し、上位段丘砂鉄以外の産状のものでは100 meshまででほとんど消滅する。透明鉱物のうち、最も多い紫蘇輝石は-200 meshまで存在するが、石英・長石と同様に粒度が小さくなるに従い減少する。たゞ、上位段丘砂鉄では、-30~+100 meshに濃集し、+30 meshでは石英・長石の方が圧倒的に多い。普通輝石は紫蘇輝石の量の20%以下で、紫蘇輝石と同じように、粒度が小さくなるにつれて減少する。不透明鉱物(おもに、磁鉄鉱・チタン鉄鉱・赤鉄鉱およびこれらの組合わさつたもの)は、+60~+80 mesh付近から占める比率が急増し、孫次郎間浜、打上げ砂鉄のごときは、150 meshで約95%にも達する。しかしながら、打上げ砂鉄より古い砂鉄では、+150 meshぐらいから褐鉄鉱ならびに褐鉄鉱と

緑泥石の混合物^{註3)}が現出し始めるため、相対的に不透明鉱物の比率が小さくなっていく。上位段丘砂鉄のみは以上の場合とやゝ異なつた傾向をもち、主要鉱物である不透明鉱物は+150 meshから急減し、+200 meshでは2.1%にすぎなくなる。

一般に、組成鉱物は比較的自形に近く、稜角も明瞭で、とくに石英・紫蘇輝石などは特有の柱状結晶をそのまま保存している場合が多い。

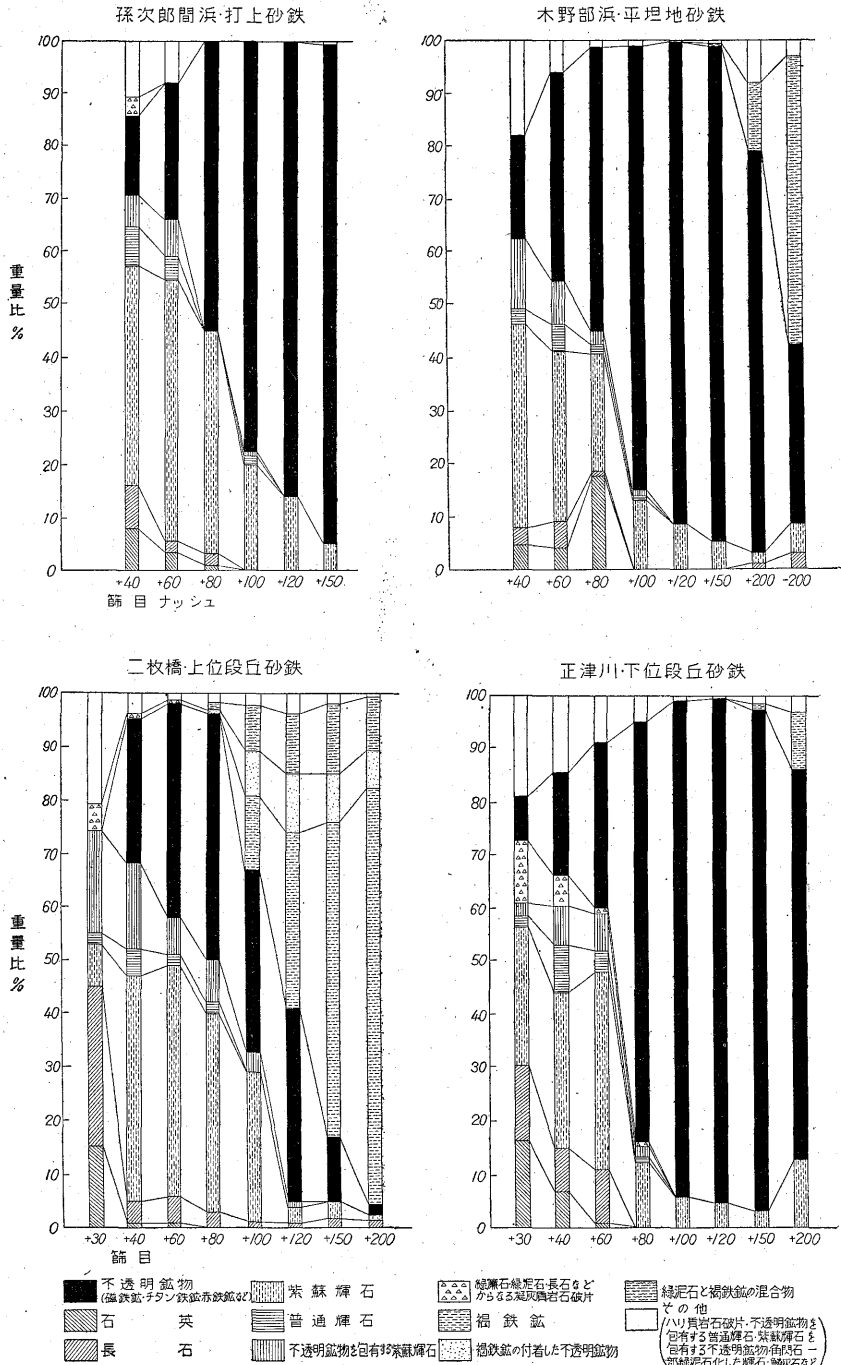
3.3 おもな鉄鉱物の性質

磁鉄鉱は鉄石鉱物の大半を占め、粗粒部分では、磁鉄鉱中に透明鉱物(多くは輝石類)を包有するものや、逆に透明鉱物中に磁鉄鉱が包有されるものなどが、単体の磁鉄鉱より多いが、このような片刃状の磁鉄鉱の量は粒度が小さくなるにつれて急減し、100 mesh付近では数%となる^{註4)}。磁鉄鉱中には、まれに離溶によると思われる赤鉄鉱が含まれるが、次に記載する二次生成赤鉄鉱との区別は困難である。

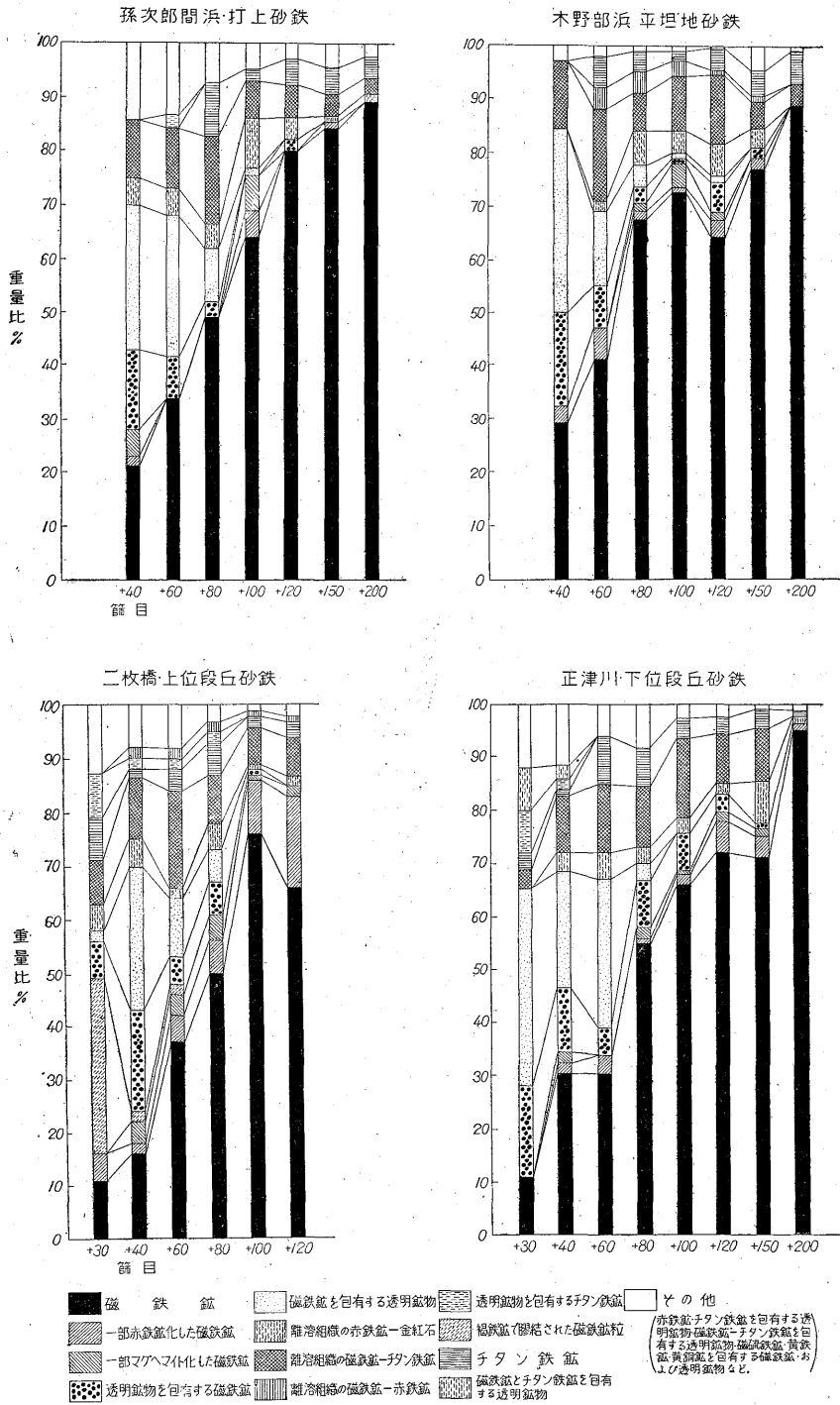
磁鉄鉱は風化作用を受けて、その一部がしばしば赤鉄鉱またはマグヘマイトに変化している。赤鉄鉱化は磁鉄鉱の劈開や割れ目に沿つて羽毛状あるいは樹枝状に発達する。マグヘマイト($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$)は磁鉄鉱を取り囲んで、皮殻状をなし、反射顕微鏡下で淡灰青色を示し、直交ニコルで異方性は認められない⁶⁾。マグヘマイトを含む磁鉄鉱粒を2~3粒摘出し、加熱による磁化の強さの変化を検討してみると(熱磁気分析)、275°Cでマグヘマイトのキュリー点に達し、酸化して $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ に変態する³⁾。残りの磁鉄鉱が成分的に純粋の Fe_3O_4 であれば、578°Cでキュリー点に達し磁性を失う筈であるが、取り扱つた試料のキュリー点は485°Cであつた。これは磁鉄鉱中に、固溶体としてウルボ・スピネル⁴⁾を多少含むためであろう。第5図に示すように横軸に温度、縦軸に磁化の強さをとると275°Cまでは、磁鉄鉱とマグヘマイトとの合計された磁化の強さを表わすが、275°C以上の温度では磁鉄鉱の影響だけとなる。次に、磁鉄鉱のキュリー点まで加熱した試料を、徐々に冷却しても275°C付近において、加熱のときのような磁化の強さの変化を生じない。

註3) 褐鉄鉱および褐鉄鉱と緑泥石の混合物は、主として紫蘇輝石の風化により生成したもので、しばしば結晶の輪郭を残している。

註4) これについては、始めの粗粒の片刃状磁鉄鉱であつたものが、その後の破砕作用によつて細粒となり、包有物のないものを生じたと考えられ易いが、これは鉱物粒に破損ないし磨耗の跡が少ないという事実と相反する。詳しく観察すると、磁鉄鉱の大部分は最初から自形で単体分離してつたものであつて、それが細粒部分に濃集し、粗粒部分ではむしろ磁鉄鉱をを包裹している輝石・長石類の方が圧倒的に多いことがわかる。



第3図 粒度別、原砂の鉱物組成



第4図 粒度別、鉱石鉱物の鉱物組成

磁鉄鉱中には、しばしばチタン鉄鉱が格子状離溶組織をなして含まれ、そのようなチタン鉄鉱は格子と格子の間隔が広く約 0.2 mm 土であるが、格子の幅は細くて 0.01 mm 以下である。離溶組織を示す磁鉄鉱粒と、単

体の磁鉄鉱粒の量的比率は、粒度が大きいうちは前者は後者の 1/2 程度であるが、粒度が小さくなるにつれ前者はさらに少なくなり、200 mesh では離溶組織をもつ磁鉄鉱は単体の磁鉄鉱の 5% 以下となる。

赤鉄鉱は、ほとんど例外なく離溶組織を示す金紅石を含み、単体の赤鉄鉱はきわめてまれである。この離溶組織を示す赤鉄鉱は、重量比で鉱石鉱物の10%に達することもある(例、孫次郎間浜・打上げ砂鉄の100 mesh)。赤鉄鉱-金紅石の離溶組織は第6図に掲げるように、赤鉄鉱中に螺旋状、ときに格子状に微細な金紅石が存在するものである。金紅石の硬度は赤鉄鉱より若干高く、反射顕微鏡下で白色光沢の強い赤鉄鉱に較べて、反射能は弱く、灰青色を呈する。直交ニコルで強い異方性をもち、黄褐色の内部反射が認められる。透過顕微鏡でこの赤鉄鉱-金紅石の離溶組織がみられるのは、原砂約1000粒につき、1個の割合にすぎない。ここでは、不透明の赤

がその量が少ないために濃集できなかった。なお、赤鉄鉱粒のX線回折像には、金紅石の回折線は検出し得なかった。

4. 結論

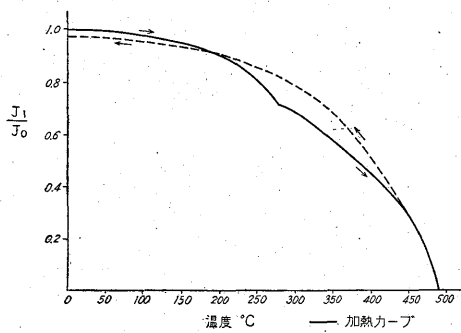
洪積世段丘砂鉄から打上げ砂鉄に至るまでの産状の異なつた4種類の砂鉄鉱物の性質に関して、本質的な差異は認められない。たゞし風化程度の強弱、淘汰分級の不均一性、とくに打上げ砂鉄における廃砂の混入等による相違が認められる。

砂鉄中の鉱石鉱物では、磁鉄鉱が最も多く、そのほかにチタン鉄鉱・赤鉄鉱・褐鉄鉱・金紅石がみられる。磁選の際に廃砂のほうに分離される赤鉄鉱は、離溶状金紅石を含んでいるので、チタン鉄鉱とともにチタン資源として考慮に入れる必要がある。

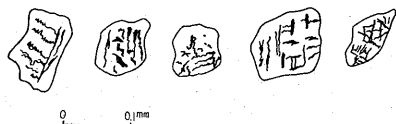
砂鉄中の脈石鉱物では、紫蘇輝石が圧倒的に多く、石英・長石・普通輝石がこれに続いている。橄欖石は認められなかった。

砂鉄供給原岩については、まだ論議の余地も残っているが、砂鉄層の構成鉱物、チタン鉱物を含むこと、砂鉄層を挟む地層中の安山岩、軽石礫、および脊後地一帯の火山活動等からみて、石英安山岩ないし安山岩質の火山砕屑物から分離、堆積したと思われる。

(昭和35年2月稿)



第5図 マグヘマイトのキュリー点測定カーブ



第6図 赤鉄鉱-金紅石の離溶組織(基地をなす赤鉄鉱白色部)中に螺旋状ないし格子状に離溶する金紅石(黒色部)

鉄鉱のなかに、高い屈折率と干渉色をもつ金紅石が、反射光の場合と同じく螺旋状、あるいは格子状に共生している。透過光において離溶組織の現出がきわめて少ないのは、薄片の厚さ0.02mmの間でも、金紅石の形状の変化が著しくて、いりくんでいる周りの赤鉄鉱が透過光を妨げるため、一般には単体の不透明鉱物粒として映るのである。孫次郎間浜・打上げ砂鉄から赤鉄鉱粒を選別し、さらにこれを粉碎して、おのおの分離を試みた

文献

- 1) 青森県: 青森県の地下資源, 1954
- 2) 丸山修司・高橋兵一: 大畑鉱山調査報告, 未利用鉄資源, 第2輯, 1955
- 3) Nagata, T.: Rock magnetism, Maruzen, 1953
- 4) Ramdohr, P.: Ulvospinel and its importance in titanium rich magmatic iron deposits, Econ. Geol., Vol. 48, 1953
- 5) 竹内常彦・南部松夫・岡田広吉: 砂鉄中の Magnetite について, 選研彙報, Vol. 9, No. 2, 1953
- 6) 東北地方含チタン砂鉄調査委員会: 東北のチタン砂鉄資源, 1953