

2.5 研究報告

乾式磁力選鉱によるシラスの鉄脱精製に関する研究

藺田徳幸, 中重 朗, 野元堅一郎

I まえがき

未精製シラスを原料とする一連の利用研究については既に発表したとおりである。(鹿工試業務報告書昭40, 41, 42年)本年度は技術開発研究(共同研究)補助事業として, 粗原料シラスを乾式磁力選鉱により鉄脱精製し, その性状を把握するとともに, 新製品の開発研究を行なってシラス利用の高度化をはかるための研究を

行った。ここには磁力脱鉄効果につき報告する

II 粗原料シラスの性状

II-1 鉱物組成

試料は武岡産シラスを用いた。

構成鉱物は火山ガラス, 斜長石を主成分とし紫蘇輝石, 磁鉄鉱, 普通輝石, 角閃石を副成分としている。

表1 粗原料シラスの化学組成

Ig loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Total
2.68 %	69.28	15.68	3.37	2.60	0.84	2.22	3.58	100.25

II-2 粒度組成

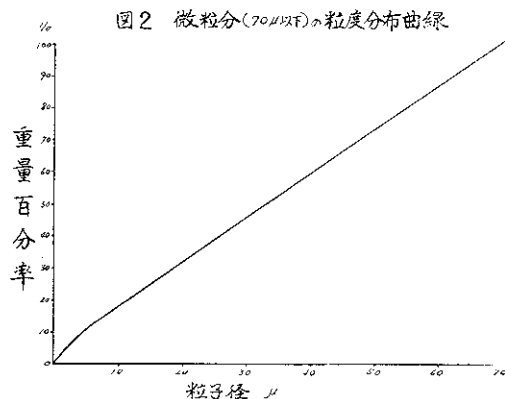
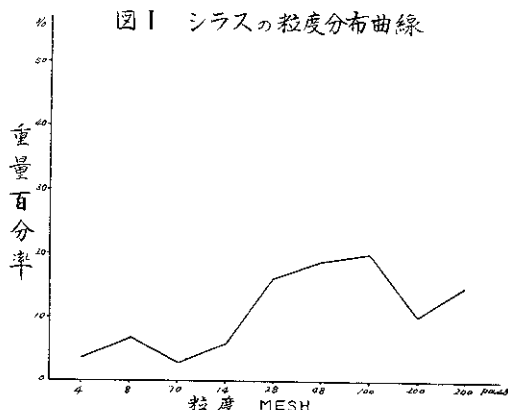
表2, 表3に原料シラスの粒度分布と200mesh通過の微粒分の粒度分布を示す。

粒度組成は2mm以上の礫に属するものが約11

%で砂分(0.05~2.0mm)が最も多く80%強を占めシルト分, 粘土分は少い。特に0.01mm以下は2.3%である。

表2 粗原料シラスの粒度組成

4 mesh up	4~8	8~10	10~14	14~28	28~48	48~100	100~200	200<
3.7 %	6.9	3.0	5.9	16.1	18.8	19.8	10.2	14.6



II-3 粒度別の化学組成

粒度別によるFe₂O₃含有分布は4.76mm以上の礫分と0.60~0.15mmの粒分が最も高い。礫分は安山岩, 碎屑物を主とし, 0.60~0.15mm粒分は

磁鉄鉱, 斜長石等の結晶質が検鏡され, Fe₂O₃の含有量も多く, 0.60~0.15mm粒分が粒度構成上の主体となっている。0.07mm以下の微粒分は含有Fe₂O₃は少く, 2.08%である。

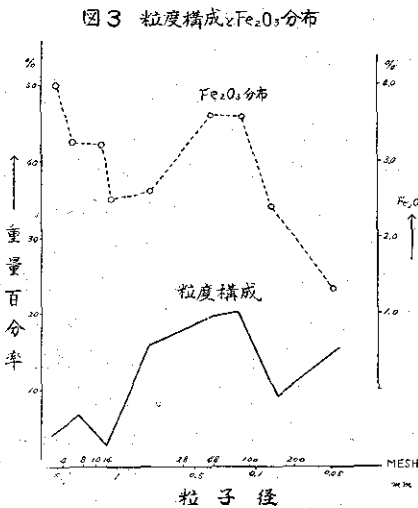
表8の軽石の化学分析値と対比すれば、 SiO_2 についてはさほど差は認められないが、 Al_2O_3 、 CaO 、 Na_2O 値が低く、粗粒分の1.68~0.60mm粒分までは軽石の混在による影響が顕著

で、微細粒分に移行するにつれてその影響が薄れ、シラス本来の特性であるガラス質のものが増加する傾向が見られる。

表3 粗原料シラスの粒度別化学組成

成分 粒度 mesh	Igloss	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	Total
4 mesh以上	3.35	67.20	16.48	4.04	2.63	1.41	2.00	2.90	100.01
4 ~ 8	2.80	68.20	15.85	3.27	2.41	1.01	2.10	2.80	98.44
8 ~ 10	2.75	67.20	17.37	3.35	3.20	1.01	1.80	3.75	100.43
10 ~ 14	2.70	66.10	18.47	2.45	4.66	0.88	1.30	4.00	100.56
14 ~ 28	2.45	66.60	18.27	2.65	4.72	1.00	1.15	4.10	100.94
28 ~ 48	1.95	67.90	16.82	3.58	3.50	1.04	2.05	3.65	100.49
48 ~ 100	3.00	70.00	14.82	3.58	1.95	0.88	2.40	3.40	100.03
100 ~ 200	4.10	70.70	14.16	2.44	1.57	0.68	2.70	3.25	99.60
200 以下	4.40	71.20	14.32	2.08	1.27	0.56	2.80	3.50	100.56
14 ~ 100 混合試料	2.62	68.22	16.03	3.21	3.09	0.88	1.90	3.65	99.60

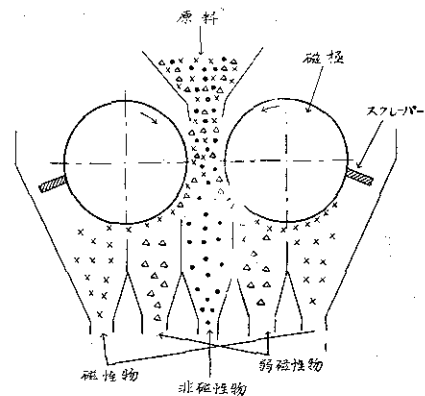
図3 粗原料シラスの粒度構成と Fe_2O_3 分布



励磁電流、最大D.C 6 A

処理量：最大60Kg/hrのもの図4に動作図を示す。

図4 動作図



III 脱鉄試験

III-1 装置および試料調整

粗シラスを標準篩、ロータップ型振盪機で分離し、粒分毎に乾式磁力選鉱を試みた。

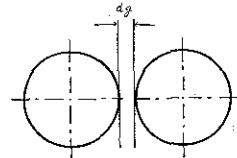
装置は日本磁力選鉱KK製、対極磁選機N J式、G- (30+30) 型

能力：乾式、磁束密度最大、20,000gauss

ローター間隔：3%, 5%

III-2 条件

ローター間隔 (以下 dg と呼ぶ) 3%, 磁束密度を4,200, 20,000gauss, dg 5% 2,550, 14,



640gauss とさらに dg 3 %, 4,200gauss 処理物を dg 3 % で 20,000gauss 再処理, dg 3 %, 4,200gauss 処理物を dg 5 %, 14,640gauss で

再処理し各粒度別の精鉱収率, 脱鉄率を検討した。なお処理量は 200g/10min とした。

表4 粒度別脱鉄効果

μ gauss	1680~1190		1190~590		590~297		297~149		149~70		70 以下		1190~70	
	収率	Fe ₂ O ₃ 脱鉄率	収率	Fe ₂ O ₃ 脱鉄率	収率	Fe ₂ O ₃ 脱鉄率	収率	Fe ₂ O ₃ 脱鉄率	収率	Fe ₂ O ₃ 脱鉄率	収率	Fe ₂ O ₃ 脱鉄率	収率	Fe ₂ O ₃ 脱鉄率
dg 3 % 4,200	93.01	74.29	96.01	74.34	93.52	17.39	49.60	21.38	39.52	09.14	39.00	1.98	95.02	1232.7
dg 3 % 20,000	80.01	32.46	174.50	91.65	7.69	0.14	68.24	1.00	86.76	0.41	51.63	33.22	8.51	1.43
dg 5 % 2,550	90.01	60.34	792.01	60.39	6.95	0.24	31.39	0.27	36.69	3.52	06.15	6.91	0.20	7.20
dg 5 % 14,640	82.01	46.40	476.01	01.61	9.68	5.12	64.85	0.21	66.24	0.60	34.44	1.02	0.84	59.01
dg 3 % 4,200	—	—	76.50	90.66	0.63	5.09	72.93	1.51	15.67	9.34	0.14	83.23	0.17	17.35
dg 3 % 20,000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
dg 3 % 4,200	—	—	77.50	94.64	5.67	0.10	67.44	0.51	55.56	7.43	5.15	35.74	2.01	1.83
dg 5 % 14,640	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

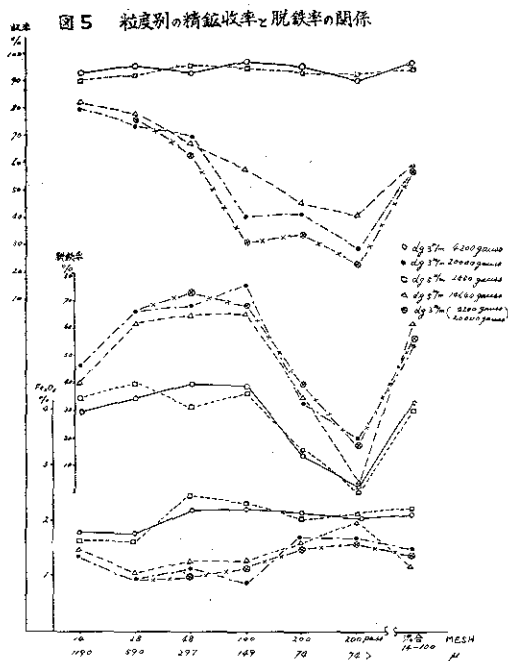


表4, 図5の粒度別の脱鉄効果から次のようなことが云える。

(1) 1,680~1,190 μ の粗粒分ではdg 3 %, 5 %とも低磁束処理が高磁束処理より精鉱収率は10 %程度高いが, 脱鉄率は前者で約30 %後者は約40 %で, 脱鉄効果は不良である。これは粗原料シラスの鉱物組成の影響によるもので安山岩礫等の混在と軽石粒の斑晶の分離が不完全である

ことによるものと考えられる。

(2) 600~300 μ 粒分では原料の斑晶の分離が比較的良く行なわれているので高磁束処理で精鉱収率約70 %, Fe₂O₃含有量が0.9~1.2 %で脱鉄率も約65 %となっている。

(3) 300~150 μ 粒分になると低磁束処理で収率約95 %, 脱鉄率 35 %であるが dg 3 %の高磁束処理では精鉱収率は40 %と低いFe₂O₃含有量は0.9 %で脱鉄率76 %と向上する。

(4) 150~70 μ 粒分には鉄分を褐色汚染の状態で内包するガラスが増加することにより, 低磁束処理の場合は精鉱収率は約95 %であるが脱鉄率は不良で約15 %となり, 高磁束処理では収率が40 %に低下し, 脱鉄率も約35 %である。

(5) 更に70 μ 以下の微粒分は殆どが褐色汚染を内包するガラスから成るので, 低磁束処理で精鉱収率90 %, 脱鉄率は 0.5~2 %と極端に低下し, 高磁束処理では精鉱収率30~40 %, 脱鉄率も 5~20 %で一般に過粉碎された微粒分は磁選効果を下げるといわれているが乾式での磁選効果も同じく期待できない。

(6) 各粒分とも低磁束処理の後, 次いで高磁束処理をほどこしたものでは高磁束処理を単独で行うものより精鉄収率は若干低下するが脱鉄率はわずかながら上昇する傾向がある。

以上の実験結果より粒度別の特性を把握し脱鉄効果の薄い, 粗粒分と70 μ 以下の微粒分の上

限下限をカットし 1,190~70 μ 粒分、粒度組成として65%。(以下混合試料と呼ぶ)につき脱鉄試験を行った結果 dg 5% 14,640gauss で精

鉈収率59%, Fe₂O₃含有量 1.2%, 脱鉄率 62%を得た。

表5 Ⅲ-3 磁束密度と脱鉄率との関係

gauss dg3% 粒度 μ	4,200			8,400			16,000			18,200			20,000		
	収率	Fe ₂ O ₃	脱鉄率	収率	Fe ₂ O ₃	脱鉄率	収率	Fe ₂ O ₃	脱鉄率	収率	Fe ₂ O ₃	脱鉄率	収率	Fe ₂ O ₃	脱鉄率
300 ~ 150 μ	96.0	2.21	38.3	82.0	1.47	58.9	58.0	1.25	61.6	48.0	0.96	73.2	41.0	0.86	76.0
混合試料 1,190~70 μ	95.0	2.12	32.7	87.0	1.83	41.9	71.0	1.52	51.4	65.0	1.48	53.0	58.0	1.43	54.6

最も脱鉄効果の顕著な300~150 μ の粒分と、混合試料につき比較検討するため、磁力と脱鉄率の関係を見ると、300~150 μ の粒分では磁束密度の増加に伴い20,000gaussで精鉈収率は41%となるがFe₂O₃含有量として0.86%, 脱鉄率76%となり、混合試料においてもそれぞれ58.0%, 1.46%, 54.6%となり、用途に応じ、収率と脱鉄率の関連より磁束密度を選定し得る。

Ⅲ-4 磁選回数による脱鉄効果および収率の関係

磁束密度を4,200gaussと14,640gaussに限定し、dg 3%と5%につき 300~150 μ 粒分と混合試料の磁選回数による脱鉄効果および精鉈収率の関係をj知るため実験を行った結果を表6と図7に示す。

図6 磁束密度と脱鉄率の関係

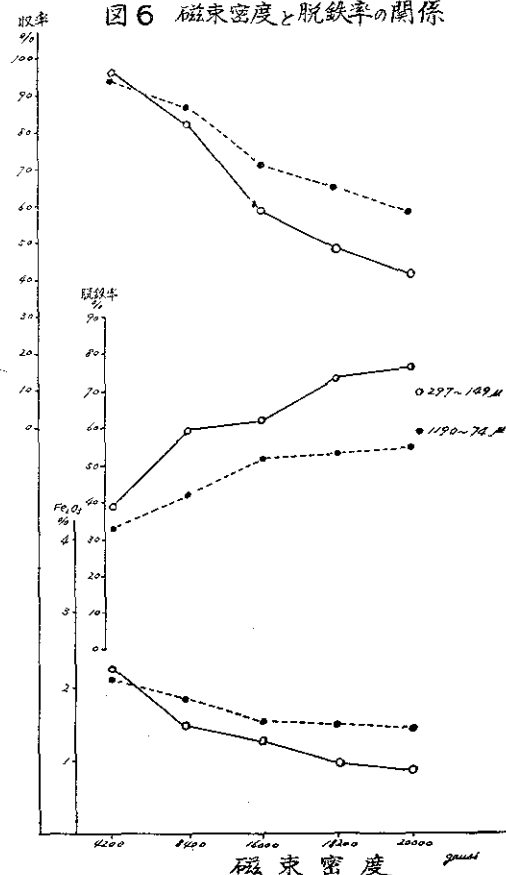
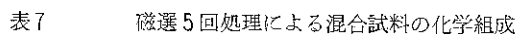


図7 シラスの磁選回数による脱鉄効果及び収率の関係



	Igloss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Total
dg 3 $\frac{m}{m}$ 4.200G	2.53	69.86	16.35	1.72	2.97	0.68	2.00	3.75	99.86
dg 5 $\frac{m}{m}$ 4.200G	2.36	69.84	16.19	1.65	3.08	0.72	2.00	3.50	99.34
dg 5 $\frac{m}{m}$ 14.640G	2.56	69.98	16.51	1.12	3.17	0.84	2.07	3.57	99.76

これによると混合試料をdg3%, 4,200gauss処理で5回繰返すことにより精鉱収率 91%, Fe₂O₃含有量 1.72%, 脱鉄率 46.4% dg5%ではそれぞれ, 87.5%, 1.65% 48.6%となり脱鉄効果としては dg5%の方が好結果をもたらす。dg5%, 14,640gauss処理では精鉱収率は59%から32.5%と極端に低下するがFe₂O₃含有量として1.12%, 脱鉄率65.1%となる。なお磁選回数による脱鉄効果としては5回で平衡状態に達し限界を示す。

表8 IV-2 原鉱軽石の化学組成

Igloss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Total
1.60	66.20	17.82	3.78	5.19	0.96	1.00	4.00	100.55

原鉱軽石を粉碎し1190~150μに粒度調整したものを試料とした。原鉱軽石中のFe₂O₃含有量は3.78%で粗原料シラスに比し0.4%程多い。

IV-3 磁選回数による軽石の脱鉄効果および収率の関係

dg5%, 磁束密度4,200gaussと14,640gauss処理で脱鉄試験を行った結果を表9, 図8に示す。

表9 磁選回数による軽石の脱鉄効果および収率

磁選回数	4,200 gauss			14,640 gauss		
	1,190~150 μ dg5%			1,190~150 μ dg5%		
	収率	Fe ₂ O ₃	脱鉄率	収率	Fe ₂ O ₃	脱鉄率
1	93.5	2.03	45.2	87.0	1.79	52.6
2	92.5	1.70	55.0	85.5	1.52	59.8
3	91.5	1.42	62.4	84.5	1.15	69.6
4	90.5	1.30	65.6	83.5	0.86	77.2
5	89.8	1.15	69.6	82.5	0.62	83.3

表9からも明らかなように軽石は斑晶の分離が良好なため低磁束処理1回でも精鉱収率93.5% Fe₂O₃含有量2.03%, 脱鉄率45.2%と脱鉄効果があり, 5回処理でFe₂O₃含有量1.15%, 脱鉄率69.6%までがある。高磁束処理では最終的に精鉱収率82.5%, Fe₂O₃含整量0.63%で脱鉄率は83.3%, 精鉱収率, 脱鉄率ともに良好な結果を得た。この結果は九州工業技術試験所の

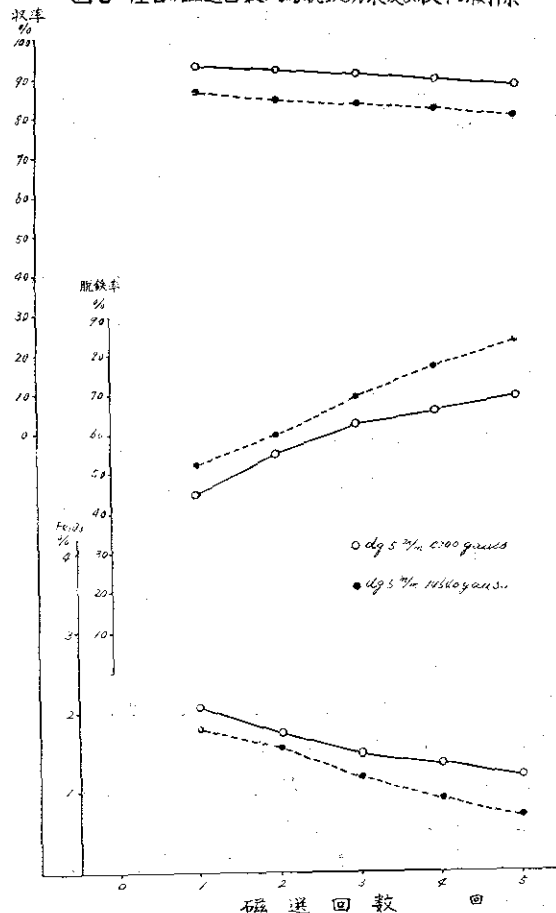
IV 降下軽石の性状

シラス中の軽石または降下軽石層の軽石について検討する必要があるが, ここでは試料入手の容易な大隅降下軽石(古江産)を用いた。

IV-1 鉱物組成

シラスと同様大部分はガラスであって斑状鉱物としては斜長石が最も多く紫蘇輝石がこれに次ぎ常に磁鉄鉱を伴っているのが角閃石は含まない。

図8 軽石の磁選回数による脱鉄効果及び収率の関係



資源開発部で研究が進められている降下軽石についての研究報告ともよく一致する。

表10 磁選回数（5回処理）による化学組成

磁束密度 gauss	%	Igloss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Total
4,200		1.50	67.84	18.36	1.15	5.23	0.98	1.02	3.96	100.04
14,640		1.55	68.36	18.52	0.63	5.31	1.01	1.12	3.76	100.26

V 結 び

粗原料シラスおよび降下軽石につき乾式磁力選鉱による脱鉄試験を行った結果次の知見を得た。

(1) 粗シラス原料に対する低磁束処理では各粒分について精鉱収率は約90%で高いが脱鉄率は30~40%。磁選回数5回処理でも50%未満である。混合試料における最良の条件のもとでもFe₂O₃含有量は1.65%どまりである。高磁束処理では精鉱収率は30%台に極端に低下するがFe₂O₃含有量1.12%のものを得る。

(2) 脱鉄効果としては粒度別による差が大きい。粗シラス、軽石原料とも斑晶の分離が良好な1,190~150μの粒分が最も良好で150μ以下の粒分では乾式磁選による脱鉄効果は薄い。分級

による粒度調整を行う必要がある。

(3) 磁束密度と脱鉄率とは一定の関係をもつので精鉱の用途および経済性に応じて磁束密度を撰定することができる。

(4) 磁選回数の増加とともに脱鉄効果も増加することは認められるが5回程度で限界となる（但しこの結果は本研究に用いた試験機的能力とも関係がある。）

(5) 粗シラスと降下軽石の脱鉄効果を比較すれば、粗シラスは微細な磁性結晶をだき込んだガラス および褐鉄汚染で内包するガラスが多いので、比較的斑晶分離が容易な降下軽石に比し低い。

以上の結果によりシラスの総合利用開発の一例として次のようなシラスも考案される。

dg5% 14,640 gauss 処理

	粒 度 (μ)	粒度組成 (%)	精鉄収率 (%)	対原鉱収率 (%)	精 鉱 Fe ₂ O ₃ 含有量 (%)	用 途
(軽石凝灰角礫岩)	1,190~300μ	35	73	25	≒1.0	瓶、繊維等のガラス、建築用陶磁器、有色陶器の釉
	300~150μ	20	58	12	≒1.0	人工軽量骨材
	150~70μ	10	処理せず	—	2.4	有色陶器の胎
	70μ以下	15	同上	—	2.1	
軽吉江石産	1,190~150	80	82.5	66	0.6	瓶、繊維等のガラス、
			90	72	1.1	建築用陶磁器、有色陶器の釉

参考文献：

- 1) 種子田定勝：Geological and Petrologic studies of the "Shirasu" in south Kyushu, Japan, Part III, 九大理紀要，地質，Vol.6, No.2 (1953)
- 2) 鹿児島県企画部：シラスについて（その1）（1964）
- 3) 鹿児島県企画部，鹿児島県工業試験場：鹿児島周辺における“シラス”の物理的，化学的性質について

- 4) 野元堅一郎，松浦英夫，中田主基，大島金次：九州電力総合研究所期報 Vol.20 (1963) P136~140
- 5) 野元堅一郎：シラスの利用研究：粘土を使用しない赤レンガの製造について (1951)
- 6) 野元堅一郎：未開発資源としての“シラス”について，九州鉱山学会誌，第35巻，1号，(1967) P85~99
- 7) 野元堅一郎，蘭田徳幸，中重朗：鹿児島工業試験場業務報告，(1963) P5~14

同 上：同 誌 (1964) P11~18
同 上：同 誌 (1965) P 5~11
同 上：同 誌 (1966) P12~16
同 上：同 誌 (1967) P 6~14

8) 富田堅二：非金属鉍物の選鉍法