低品位炭より硅酸石灰肥料製造に関する研究

—昭和33年4月26日受理—

阿部良之助*・坂本重一**・小幡宗平***

要旨：一わが国石炭の賦存状態からみて、低品位炭活用の重要性は言をまたない。すなわち年間精炭 4,000 万 t に対し 3,000 万 t 前後の低品位炭が附随する。もちろんこの中から特殊の選炭を行つて利用する面は若干あるが、この採掘費処理費の石炭原価に占める割合は大きい。

本研究は、在来、多くその有機物（炭素）の利用に主眼が向けられたのに対し、その大部（60～70%）を占める灰分に着目し、これを肥効性の高い硅カル肥料とし、かつ完全ガス化を計った。すなわち低品位炭を原料として、2% クエン酸および N/2HCl に可溶性に富む硅酸石灰化合物の生成条件、添加物の影響、並に生成物の結合状態などについて実験を行い、その結果最適製造条件として塩基度 1.2、処理温度 1,200～1,250°C であることを確めた。また生成物の主体は $\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7$ と推論した。また小規模工業試験の結果、配合試料を小粒状にして完全ガス化、残留炭素皆無の硅カルを得た。なお生成ガス組成に関してもある程度の見通しを得た。

水稻に対する肥効試験の結果、塩基度 1.2、温度 1,200～1,300°C における生成物が著しい効果を示し、製鉄スラグのものに比し顕著な効果を確認した。

I 緒 言

廃石を含めて、低品位炭の量が、出炭量の約半であるということは、日本産業の大きな宿命である。

宇部興産が、3,000 台の低熱量の石炭で発電している。また日本炭鉱が、ボタ山を再選炭して混合炭の原料を得ようとしている。ともに炭業界の大きな飛躍であるが、いずれも、低品位炭が含有する有機質の利用を、主目的としている。しかし有機質の利用には自ら限度がある。著者の一人（阿部）は、昭和30年秋低品位炭問題解決の焦点を、石炭中の無機質の活用にしぼるべきであることを提唱した¹⁾²⁾。すなわち石炭灰中の SiO_2 に対して、 CaO の重量比が、約 1 対 1.2 になるように、石灰石を加えて、完全ガス化するならば、多分硅酸石灰肥料となるであろう。石炭スラグの方が、製鉄スラグより 10% 程 Al_2O_3 が多くなるから、スラグセメントの性能も、よくなるはずであると。

われわれは、この構想の実現化のために、富山県工業試験場において、基礎実験をすすめてきた。幸い通産省が本研究の日本炭業に及ぼす意義の重大さを認め

て、昭和30、31—第2014号を以つて、研究補助金を下附された。かくて小規模な工業試験を完遂することができた。

さらに生成された石炭スラグの肥効について、富山県農業試験場本場において試験した。本報告はこれらの研究試験の結果である。

II 製造実験結果

1) 試 料

試料 A—常磐炭綴重洗研

試料 B—宇部炭洗捨硬、バウム參選後の最終産物の廃石

試料 C—宇部炭三選原炭、バウム主選第一槽および再選第一第二槽産物で従来廃棄している。

試料 D—宇部炭手選硬、手選最終産物の廃石

試料の工業分析値および試料中の硅酸および石灰分を、各々第一表および第二表に示している。

2) 予備実験

生成物が、農業資材となるためには、まず肥料取締法による、N/2HCl 可溶 SiO_2 が 20% 以上、 $(\text{CaO} + \text{MgO} \times 1.4)$ が 35% 以上の、規格に合致せねばならない。さらに本報告においては、作物に有効と考えられる 2% クエン酸に可溶の硅酸分ならびに石灰分をも併

* 天北化学工業株式会社

** 富山県立工業試験場

*** 富山県立農業試験場

第1表 工業分析

試料	水分 (%)	揮発分 (%)	灰分 (%)	固定炭素 (%)	発熱量 (cal.)
S-A	4.12	19.12	67.72	9.04	1,840
S-B	8.35	12.77	73.18	5.70	1,120
S-C	7.91	16.33	69.11	6.65	1,450
S-D	7.27	14.28	71.81	6.64	1,380

第2表 試料中の珪酸および石灰含有量

試料	灰分に含まれる		試料に含まれる	
	SiO ₂ (%)	CaO(%)	SiO ₂ (%)	CaO(%)
S-A	59.18	4.87	40.08	3.30
S-B	60.83	1.37	44.52	1.00
S-C	57.68	1.69	39.86	1.17
S-D	61.04	1.23	43.83	0.88

せて検討した。

(a) 灰化試料を用いた場合

石炭を900~1,000°Cに灰化し、これと化学用CaOを各々粉碎して、100meshに全通せしめた。塩基度

第3表 常磐炭綴重洗研による実験結果

塩基度	温度 (°C)	7 溶性珪酸 (%)	7 溶性石灰 (%)	N/2HCl可溶 石灰 (%)
1.0	1,100	24.13	25.46	—
	1,200	24.71	29.37	—
	1,400	21.31	18.36	—
	1,500	11.52	6.97	—
	1,600	5.14	2.72	—
1.2	1,200	27.91	29.10	—
	1,300	20.73	8.34	29.21
	1,400	11.22	6.58	24.84
	1,500	23.76	33.82	—
	1,600	8.64	6.02	22.95
灰分	無処理	0.78	4.04	—

第4表 宇部炭洗捨硬による実験結果

塩基度 (重量比)	温度 (°C)	7 溶性珪酸 (%)	7 溶性石灰 (%)
1.0	850	1.96	27.76
	950	0.29	0.46
1.2	850	2.91	42.20
	950	0.29	23.60
	1,100	2.81	24.58
	1,200	11.64	29.36
	1,300	21.35	28.72
灰分	無処理	0.48	—

第5表 宇部三選原炭による実験結果

塩基度 (重量比)	温度 (°C)	7 溶性珪酸 (%)	7 溶性石灰 (%)
1.0	850	0.23	0.42
	950	0.69	0.40
1.2	850	0.24	0.58
	950	2.73	17.34
	1,100	5.40	34.26
	1,200	9.28	24.12
	1,300	21.90	25.74
灰分	無処理	0.30	—

(CaO/SiO₂)反応温度、時間などの影響を確かめてみた。タンマン炉中に反応せしめて、水中に急冷した。その結果は第3表から第6表に示している。

第6表 宇部炭手選硬による実験結果

塩基度 (重量比)	温度 (°C)	7 溶性珪酸 (%)	7 溶性石灰 (%)
1.2	1,100	1.79	22.17
	1,200	13.89	19.25
	1,300	20.49	22.28
灰分	無処理	0.22	—

(b) 原炭を試料とした実験

原炭を試料とした実験結果は、第7表に示している。

第7表 原炭を試料とした実験結果

試料炭	塩基度 (重量比)	温度 (°C)	7 溶性珪酸 (%)	7 溶性石灰 (%)
常磐綴 重洗研	1.2	1,100	7.36	27.10
		1,200	4.96	37.57
		1,300	23.88	29.18
宇部 洗捨硬	1.2	1,100	0.32	29.91
		1,200	11.46	38.34
		1,300	22.73	30.41
宇部参 選原炭	1.2	1,100	5.80	34.26
		1,200	8.24	27.91
		1,300	18.30	31.10

常磐および宇部のボタの原炭およびその灰分を試料とした、aおよびbその実験結果から考察するに、若干の不一致はあるが、常磐炭も宇部炭も同様に、塩基度(重量比)1.2附近、1,200~1,300°Cにおいて、反応せしめた時に、クエン酸可溶珪酸の最高値が、あるようである。

3) 本実験

タンマン炉による実験は、温度の均一性がないので、温度調節装置を附した電気炉において、白金ルツボを使用して、本実験を試みた。反応時間は1時間である。

(a) SiO₂ および CaO の可溶率

試料として、宇部洗捨硬の灰分を用い、化学用CaOを反応せしめた。その結果は、第8表に示している。すなわち N/2HCl 可溶 SiO₂ 量は、塩基度に関係なく常に、1,100~1,200°Cに至つて、急激に上昇することがわかる。1,300~1,400°Cで100%に達する。可溶石灰量は、1,200°Cで最高値に達する。可溶珪酸および石灰量が、共に1,500°Cにおいて急減することは注目値に値する。

塩基度による含有珪酸量と含有石灰量と、を計算して見ると次のごとくである。

塩基度(重量比)	1.1	1.3
含有珪酸 %	35.79	34.00
含有石灰 %	39.49	44.18

第8表 硅酸石灰の可溶性

(重量比) 塩基度 温度(°C)	SiO_2 可溶性(%) = $\frac{\text{N/2HCl可溶SiO}_2}{\text{全 SiO}_2}$				CaO 可溶性(%) = $\frac{\text{N/2HCl 可溶CaO}}{\text{全 CaO}}$			
	0.8	1.0	1.2	1.4	0.8	1.0	1.2	1.4
500	6.18	8.91	7.44	9.48	73.4	73.4	76.8	74.6
700	6.23	7.19	8.76	9.48	71.5	70.3	74.2	74.5
800	8.14	8.71	11.31	10.18	73.2	58.8	57.6	76.5
1,000	8.73	10.38	11.52	12.01	76.9	77.5	78.6	76.5
1,100	40.60	80.50	85.60	83.60	73.9	77.5	74.0	69.5
1,200	91.00	93.90	72.10	84.60	88.7	94.5	100.0	75.5
1,300	91.70	93.30	100.00	100.00	18.3	27.3	55.6	24.4
1,400	100.00	100.00	100.00	100.00	60.3	58.6	52.9	48.8
1,500	6.56	14.53	17.51	12.19	19.9	20.7	21.7	—

すなわちこれらの含有計算量と、第8表に示した硅酸と石灰との溶解率とから判断するに、1,200乃至1,300°Cにおいて得られる硅酸石灰ならば、優に、農林省の肥料規格を通過することが確である。

(b) 加熱時間の影響

加熱時間の影響に関する実験結果は、第9表に示している。すなわち連続作業の場合 1,200~1,300°Cの加熱帯に、30分間試料を保持することができれば硅酸石灰肥料の生成は充分であることを示している。

(c) 添加物の影響

宇部洗捨硬の灰分と石灰との混合物

第9表 反応時間の影響

塩基度 (重量比)	温度 (°C)	時間 (分)	N/2HCl可溶 SiO ₂ (%)	2% 7 溶性 SiO ₂ (%)
1.2	1,200	15	25.73	12.27
		30	29.05	16.03
		45	29.08	16.00
1.2	1,300	15	28.25	30.08
		30	30.68	29.33
		45	28.27	29.93

に、加里石英粗面岩および蛇紋岩の粉末を添加して、硅酸石灰を造ってみた。その結果によると、添加物は可溶性硅酸量の増加には役立ったが、処理温度の低下は望めなかった。

(d) 小規模工業試験

以上の基礎的実験に基いて、将来の工業化に至る一段階として、小規模の連続設備をつくってみた。第1図はその概略を示したものである。装置の機能および反応操作は次のごとくである。

宇部洗捨硬と石灰石とを、おのおの 100mesh 全通に粉砕する。塩基度 (重量比) 1.2 に配合して混合して

第1図 小規模連続装置

- ① 予熱器(600°C) ② エレマ管状電気炉 ③ 乾留部(600°C)
 ④ 反応部(1,200~1,250°C) ⑤ 水槽 ⑥ 温度調節器附水槽
 ⑦ O₂-ポンプ ⑧ タールため ⑨ 冷却器
 ⑩ タール除去器 ⑪ ガスフローメーター ⑫ 循環ポンプ
 ⑬ ガスホルダー

造粒する。これをエレマ管状炉の上部試料口より計量的に投入する。上部の乾留部においては、600°C 附近に加熱され、乾留ガスを生成する。反応部に入つて、まず CaCO₃ の分解が起り、CaO と CO₂ となる。さらに 1,200~1,250°C に加熱されて、硅酸と石灰との反応が起る。下部から O₂ と水蒸気を送る。赤熱した炭素と作用して発生炉ガスを生成する。生成された硅酸石灰は順次下降して水槽中に急冷される。乾留部および反応部で発生したガスは、炉の上部より出て、タールためでタールを除かれ、冷却器で冷却され、洗滌器で残ったタール分が除かれる。ガスはメーターを経て、タンクに入る。このガスの一部は、循環ポンプで予熱器をとおり、600°C に予熱され、反応炉の中部に入り、上昇して乾留部で石灰を乾留する。

連続操業の結果次のことが判明した。1,200°C において、N/2HCl 可溶性の高い生産物をうるが、1,250°C を越えると、一部熔融を起して、炉を閉塞してしまつた。エレマ管状炉は実験室的炉で、温度分布が固定しているため、連続的操業を続けることができなかった。

た。要するに、1,200°Cを保持するような炉を設計すれば、これら一連の操作は可能であることを確め得た。

非連続的に行つた実験を通じて炉内の状態は、大体第10表に示すようなものであつた。なお残留炭素量は見掛けではなく、王水処理によつて、その有無を確めたものである。

第10表 炉内試料の状態

炉	状	態	温度 (°C)	残留炭 素(%)	N/2HCl可 溶率(%)
乾留部	上部試料の形で 黒色		500~ 600	20.61	1.94
反応部	A	ガス化。白色。 未反応	1,000	痕跡	85.1
	B	完全ガス化。反 応完了。黄褐色	1,200	0	92.4
	C	スラッグが二次 的に熔融、クリ ンカー生成	1,250	0	85.5

(e) $\text{SiO}_2 \sim \text{CaO}$ の結合状態

水硬性の要素として、硅酸石灰塩をみた多くの研究結果は、次のような化合形態を報告している³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾。すなわち(1), $\alpha\beta\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ または CaSiO_3 (2) $\alpha\beta\gamma 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ または Ca_2SiO_4 (3) $3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2$ または $\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7$ (4) $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ または Ca_3SiO_5 。

宇部洗捨硬を灰化し、試薬特級炭酸石灰とを混合し、塩基度(重量比)1.2乃至1.4として、白金ルツボに入れ、各温度に1時間加熱し、後水中に投じて急冷し乾燥して100mesh以下に粉碎して、定量試料とした。

分析法は、遊離硅酸を測定し、次に化合硅酸および全石灰を定量した。最後にラーチおよびボーグ氏法⁸⁾により遊離石灰を定量した。

これらの結果によると、硅酸と石灰との反応は、900~1,100°Cにおいて、約50%進行する。さらに1,200°Cに至つて、急激に進行してほとんど完結する。分析結果によると、1,200°Cにおける化合石灰硅酸の分子比は、1.5である。 $3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2$ または $\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7$ が生成していることを示している。A. L. DAYの状態図よりみれば、 $\beta\text{CaSiO}_3 + \text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7$ が生成する範囲であり、大体一致している。比較的低温における硅酸と石灰との反応に関する、永井彰一郎氏⁹⁾の研究結果と比較すると、分子比1.5の化合物を生ずる点は一致している。しかし永井氏の1,450°Cよりは低い温度、1,200°Cにおいて反応が完結している点に相違がある。恐らく、われわれの試料が、不

純物を含む点に原因するものであらう。

(f) 生成ガスの検討

この種炉を取扱う工業試験としては、装置が小さすぎ従つて完全なる生成ガスの検討ができなかつた。しかし大体の傾向はつかみ得たように思う。発生するガス量は、200~250立/kgである。(塩基度1.2の粒状試料を使用)。一、二のガス組成を示すと次のようである。

(1) 酸素少量、水蒸気(1気圧)送入。温度1,300°C

CO_2	27.40%	27.20%
O_2	1.80	2.50
CO	17.60	17.50

管中の試料は一部熔融して、灰化は不充分である。

(2) 水蒸気のみを送入。温度1,250°C

CO_2	8.2%	18.0%	10.1%	14.2%
O_2	13.5	4.2	7.3	3.7
CO	0.3	0.2	-	0.1

硅酸石灰の生成は不良である。

(3) 水蒸気を断続的に送入。温度1,230~1,250°C ガス循環量10~15立/分。

CO_2	16.2%	O_2	19.2%	CO	僅少	H_2	12.50%
---------------	-------	--------------	-------	----	----	--------------	--------

硅酸石灰の生成良好。

(4) ガス循環せず。温度1,200°C。

CO_2	1.4%	O_2	7.4%	CO	4.4%	H_2	1.6%
---------------	------	--------------	------	----	------	--------------	------

硅酸石灰の生成完了。

傾向としては、COの生成の多い時は、熔融灰化は不充分である。 H_2 の生成の多い時、硅酸石灰の生成は良好である。要するに O_2 、水蒸気、循環ガスの調節をあやまらなければ、硅酸石灰の生成は良好でありガス組成もまた正常になると思う。さらに大規模の炉で確める予定である。

III 肥効試験

富山県農業試験場本場において、塩基度および反応温度の相違によつて生ずる、C-硅カル(石灰スラッグ)の肥効を水稻について試験してみた¹⁰⁾¹¹⁾。第11表はこれら硅酸石灰肥料の種類を示している。

第11表 硅酸石灰肥料の種類

種類	塩基度	処理温度	全硅酸	N/2HCl可溶	
試験区名	(重量)	(°C)	(%)	SiO_2 (%)	CaO(%)
2 製鉄硅カル区			48.82	20.00	38.00
3 C-硅カル 第一区	1.0-1.1	1,200	35.00	18.75	33.58
4 C-硅カル 第二区	1.0-1.1	1,300	35.00	20.58	37.67
5 C-硅カル 第三区	0.8	1,200~1,300	39.00	12.06	34.75
6 C-硅カル 第四区	1.0-1.1	900~1,000	39.00	7.00	29.00
7 C-硅カル 第五区	1.0-1.1	1,400~1,600	39.00	18.00	27.42
8 C-硅カル 第六区	1.2	1,200~1,300	32.00	24.20	33.20
9 C-硅カル 第七区	1.4	1,200~1,300	29.00	21.37	44.54

第12表 収量成績 ($(1/50,000)$ 反ポット, g)

試験区名	調査項目	全重 (g)	藁重 (g)	精粒重 (g)	秕重 (g)	精粒重 指数
1 無 施 用 区		65.4	42.2	21.9	1.3	100.0
2 製 鉄 珪 カ ル 区		68.1	42.4	25.3	0.4	115.5
3 C-珪カル 第一区		58.5	35.0	23.0	0.5	105.0
4 C-珪カル 第二区		64.0	38.1	25.3	0.6	115.0
5 C-珪カル 第三区		60.7	35.2	24.8	0.7	113.2
6 C-珪カル 第四区		60.6	37.0	23.1	0.5	105.5
7 C-珪カル 第五区		64.1	37.6	26.1	0.4	119.2
8 C-珪カル 第六区		64.6	38.1	26.2	0.3	119.6
9 C-珪カル 第七区		60.7	35.9	24.5	0.3	111.9

第13表 藁および数の分析結果

試験区名	藁				粒		
	SiO ₂ %	N%	P ₂ O ₅ %	K ₂ O%	N%	P ₂ O ₅ %	K ₂ O%
1 無 施 用 区	2.74	0.53	0.29	1.35	1.21	0.67	0.37
2 製 鉄 珪 カ ル 区	3.37	0.44	0.22	1.16	1.15	0.69	0.36
3 C-珪カル 第一区	5.87	0.43	0.26	1.56	1.13	0.68	0.36
4 C-珪カル 第二区	5.35	0.43	0.28	1.62	1.14	0.74	0.40
5 C-珪カル 第三区	4.77	0.43	0.28	1.61	1.11	0.69	0.31
6 C-珪カル 第四区	4.95	0.45	0.25	1.93	1.13	0.67	0.31
7 C-珪カル 第五区	5.90	0.46	0.27	1.61	1.10	0.74	0.37
8 C-珪カル 第六区	6.36	0.46	0.23	1.60	1.14	0.63	0.37
9 C-珪カル 第七区	7.79	0.43	0.18	1.67	1.19	0.67	0.29

第12表は、無施用区に対して、珪カル（製鉄スラッグ）および各種のC-珪カル（石炭スラッグ）を施した場合の収量の相違を示している。塩基度（重量比）1.0～1.1で1,400～1,600°CのC-珪カルと、塩基度1.2で1,200～1,300°CのC-珪カルが、N/2HCl可溶成分も多く、これに比例して、精粒重の指数が最も大である。無施用区に対して19%多い。

第13表は、収穫された水稻の藁および粒の組成を示している。N, P₂O₅, K₂Oにおいては、各試験区に差を認め得ないが、藁中のSiO₂には、注目すべき差違が現われている。すなわち塩基度1.2温度1,200～1,300のC-珪カルが、無施用区の藁中のSiO₂に比し2.36倍、一般珪カル施用区の1.89倍にも達する。

全体を通じて、C-珪カルを施用した水稻の藁中のSiO₂が、一般珪カルを施用した場合より、常に1%以上多い傾向がみられる。注意すべき現象である。

IV 結 論

(1) N/2HCl可溶率からみると、石炭と石灰石との混合熔融反応による珪酸石灰生成に好適なる塩基度は、（重量比）1.2である。

(2) N/2HCl可溶率からみると、珪酸石灰の生成は、1,200°C 30分で充分である。製鉄珪カルの生成温度より遙に低い。

(3) 低品位炭および石灰石を、100mesh全通に粉

砕し、配合し、粒状を保持せしめて、ガス化すれば、残留炭素の全くないスラッグを生ずる。

(4) O₂, 水蒸気および循環ガスを調節することにより、珪カルの生成並にガス組成を正常ならしむることが、可能と思う。

(5) 水稻による肥効試験の結果をみると、塩基度（重量比）1.2 温度1,200～1,300°Cにおいて生成した珪酸石灰が最もよい。一般珪カル（製鉄スラッグ）よりは、精粒増加率が高い傾向を示し、藁含有珪素分もまた著しく高い。すなわち無施用区および製鉄珪カル

区の精粒重指数が、おのおの100および115.5に対して、C-珪カル第6区は、119.6を示した。無施用区及製鉄珪カル区の藁のSiO₂が、おのおの2.74%および3.37%に対して、C-珪カル第6区は実に6.36%を示している。

(6) 塩基度（重量比）1.2, 1,200°Cにおいて、石炭と石灰石との混合熔融反応によつて合成した、珪酸石灰肥料の本体は、Ca₃Si₂O₇が主なる

ものと考ええる。

(7) 基礎的実験並に小規模工業試験の結果、低品位炭よりN/2HCl可溶率の高い、従つて肥効の大なる珪酸石灰肥料の、工業的製造は可能であることが確められた。

(8) 本法による珪酸石灰肥料を、MG-珪カル（Coalより造られた珪酸石灰肥料）と呼称する。

(9) 目下大規模工業試験の準備中である。

文 献

- 1) 阿部良之助, 経済雑誌ダイヤモンド, 昭30, 9月下旬号。
- 2) 阿部良之助, 石炭評論, 昭30, 11月号。
- 3) E. S. Shepherd & G. A. Rankin *Zeit für anorg. Chem.*, **71**, 25 (1911). 92 213 (1915).
- 4) W. Dyckerhoff, *Dissertation: Über den Verlauf der Mineralbildung beim Erhitzen von Gemengen aus Kalk, Kiesersäure und Tonerde, Frankfurt am Main*, 1925; *Zement*, **13**, 681 (1924); **14**, 3, 21, 61, 103 (1915).
- 5) G. A. Rankin & F. E. Wright, *Amer. Journ. of Sci.*, **39**, 1 (1915).
- 6) P. H. Bates & A. A. Klein, *Technologic Paper* (No. 73) of the Bureau of Standards, Washington D.C. 1917.
- 7) W. C. Hansen, *Journ of Amer. Ceramic Soc.*, **11**, 68 (1928).
- 8) W. Leach & H. Bogue, *Ind. & Eng. Chem.*,

- 18 793(1926) Paper No. 2 Portland Cement Association Fellowship at the National Bureau of Standards, Washington, D. C. (1926).
- 9) 永井彰一郎および秋山桂一, 工化, **34**, 1426 (1931); **35**, 161 (1932); **35**, 370, 696 (1932); **36**, 841, 1136 (1933); **37**, 882(1934).
- 10) 富山県農業試験場試験成績報告第7号。
- 11) 小幡宗平, 日本土壤肥料学会岡山大会講演(昭和32) 本報告を終るに当り, 名古屋通産局, 常磐炭鉱株式会社, 宇部興産株式会社, 山陽化学工業株式会社, 富山県工業試験場北村利正場長, 富山県農業試験場寺田初夫場長らの御厚志に対し深甚なる感謝の意を表する次第である。

Manufacture of Silicated Calcareous Manure From Lower Class Coal

by Ryonosuke Abe, Shigekazu Sakamoto and Sohei Obata.

(Tenpoku Kagaku Kōgyō Co. Industrial Institute of Toyama prefecture.

Agricultural Institute of Toyama prefecture.)

SYNOPSIS:—Thinking of the hidden quantity of coal in our country, the utilization of the lower class coal is the most importance.

Because there are about 30,000,000 tons of the lower class coal as byproduct against 40,000,000 tons of refined coal a year.

Small part of lower class coal is used by the special selection, but the great part of its prime cost is occupied by the minning and treating cost.

Hitherto, to utilize lower class coal, the studies have been aimed at it organic components. In this studies the authors payed their attention to its inorganic substance (ash).

For this reason they tried to make higher class silicated calcareous manure and to gasify coals completely.

Lower class coal of Ube, Jōban was used as sample.

They experimented how to get the $\text{SiO}_2 \sim \text{CaO}$ compound which had a large quantity of soluble silica to 2% citric acid and N/2 hydrochloric acid, how SiO_2 and CaO are combined and etc,

Consequently, they got the following most suitable condition, CaO/SiO_2 was 1.2, the treated temperature was $1,200 \sim 1,250^\circ\text{C}$, and deduced that the $\text{SiO}_2 \sim \text{CaO}$ compound would be $\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7$.

By a small scale pilot plant they got the slag of $\text{SiO}_2 \sim \text{CaO}$ compound, which had no carbon, as by product of perfect gasification.

About the composition of produced gas, they could not know exactly, but could deduce to be able to control the composition of gas by controlling the suppling of O_2 and steam, and circulation of gas.