광산지질 5권 4호 (1772) p. 221~230

Wollastonite을 中心으로 한 珪酸質肥料鑛物資源에 關한 硏究

申 柄 雨*

The Study on the Wollastonite Mineral Resources for Silicious Fertilizer.

Byung Woo Shin

目 次

1. 序 言
2. 硏究史
3. 國內生產現況
4. 珪酸質鑛物의 종류와 성질
5. 韓國는土壤의 有效珪酸含量과 珪酸質肥料의 使用量
6. 硅灰石鑛床의 一般性과 賦存可能地域
7. 丹陽硅灰石鑛床
8. 盈德硅灰石鑛床
9. 大田硅灰石鑛床
10. 結 言

Abstract

Through the series of study on the above subjects, the following were founded.

1. Soluble silica in paddy top-soil ($x$ppm) and maxium possible yield (y) is expressed as following equation

$y=63.97+0.425x-0.00114x^2$

It is known that soluble silica in paddy top-soil in South Korea is limited as 130ppm.

2. Under the present Korean condition 90% of paddy-top-soil is estimated to be short in available silica content and the country average to only 78ppm.

3. The total area of Korean paddy-top-soil is about 1,036,710 ha. All requirements of wollastonite in South Korea estimated from the equation $Y=0.94-0.033\times$ are about 2 million M/T

4. Silicates fertilizer minerals are Bentonite, Zeolite, Wollastonite, Serpentine, and Chlorite. But Wollastonite is most economic and can be supplied to using Korea.

5. Wollastonite is formed in contact metomorphic deposits. Limestone is the country rock of wollastonite. Limestone in Korea is in Ryunchcon system, (Pre-cambrian) Okcheon system, (unknown), Great limestone series (paleozoic), Hongjum series (Paleozoic) and Kyungsang system (mesozoic) so that the zones of these limestone and igneous rock are the possible area which wollastonite can be produced.

6. According to the published geologic map (scale 1/5000), about 25 provinces will be possible area which wollastonite can be produced.

In future, I believe that many possible area will be increased.

7. According to this survey at Danyang, total wollastonite resources are about 179,000 M/T and average of soluble SiO_2 is 29.84%.

* 漢陽大學校 資源工學科, 敎授

8. According to this survey at Daijeon, total resources are about 57,600 M/T and average of soluble SiO_2 is 21.53%.

9. Total wollastonite resources including Danyang, Yangduk, and Daijeon are about 1,172,200 M/T. Considering possible resources, it will be over 20 million M/T and I can say that it is possible to be supply for a score.

I 序 言

우리나라 農土는 酸性土壤이 많고 또 벼를 대부분 심고 있으므로 규산질 비료는 대단히 중요하다.

규산질 비료는 산성토양을 개량하며 그 외에 생육을 완성하게 하고 또 病虫害에 대한 抵抗性을 강하게 한다.

보통 논 토양에서는 50%내외의 규산을 포함하고는 있으나 可給態珪酸含量은 매우 적으므로 벼 농사에는 특히 규산을 반드시 공급해주어야 한다.

질소를 많이 주는 오늘날에 있어서는 더욱 규산질 비료의 施肥는 중요하며 우리나라와 같이 규산질 비료를 주어야 하는 농토가 총 면적의 94%나 되는 실정에 비추어 규산질 비료에 대한 연구 및 비료자원에 대한 연구 및 비료자원에 대한 조사등은 국가적으로나 학술적으로 중요한 意義를 가지고 있음은 말할것도 없다.

이미 세계 각국에서는 오래전부터 규산질 비료를 사용해 왔으며 日本에서는 1970년에 약 100餘萬 ton의 硅酸石灰를 사용하였다. 우리나라에 있어서는 1964년에 5,000톤, 1966년에 2,000톤, 1970년에 50,000톤을 사용한데 불과했으며 水原에 生物環境研究所가 주체가 되어 수년전부터 연구가 진행중이나 아직도 未洽한 점이 많다.

규산질 비료 원료에는 熔性燐肥(fused phoshate) 平爐鑛滓(furance Slag) 銅鉉滓(Cu-Slag), 硅灰石(wollastonite), 벤토나이트(bentonite), 沸石(zoolite), 綠泥石(Chlorite), 蛇紋石(serpentine)등이 있으나 여기서는 주로 규회석에 대해서만 논하려 한다. 硅灰石은 持續性이 강하고 國內에 어느정도 자원을 확보할수 있으므로 slag와 함께 앞으로 우리나라에 가장 중요한 규산질 비료자원으로 생각되나 아직도 地質鑛床學的인 조사 연구가 거의 안되어 있고, 埋藏量도 전연 모르고 있어 本人은 우선 국내 규회석의 分布, 大田, 丹陽 등 몇개 지역의 규회석 광상 및 매장량 조사 기타 규회석의 賦存可能性 地域設定을 규명하여 규회석 자원의 종합적인 檢討를 해보려는 것이다.

그리고 앞으로 아직 전연 관심이 없는 綠泥石(chlorite)에 대해서도 비료학자들과 협력하여 農土에 대한 效果나 매장량 把握에 대해서 연구하려 한다. bentonite, 沸石등은 高價고 또 자원이 적어서 實用가치가 없으며 slag에 대해서는 이미 연구되어 있고 蛇紋岩에 대해서는 溶性燐肥로 취급할 수 있으므로 이런것에 대해서는 생략한다.

II 研究史

지금까지 外國 및 國內에서의 珪酸質肥料에 대한 研究發表를 들면 다음과 같다.

1929 Sommer……벼, 조 및 완두에 미치는 硅素와 Al에 관한 조사연구

1930 Brencheley……보리 水耕에 있어서의 珪酸과 燐의 관계

1930 大川金作……벼, 보리에 대한 珪素의 영향과 生理的研究

1938 原田準平……北海道硅灰石 및 柘榴石에 관하여

1939 Lipman……珪酸의 實收量에 미치는 영향

1945 Whittenberger……호밀과 해바라기의 규산의 效果

1952 石 橋……作物의 生育에 관한 珪酸의 영향

1956 岡本嘉……珪酸결핍인 水稻의 생육에 대하여

1958 三井進牛……禾本科作物에 대한 규산의 영양적 의의

1958 William……The effect of Silicon on yield and managanese-54 uptake and distribution in the leaves of barley plants grown in culture solutions.

1965 吉田昌一……水稻體內의 珪素存在와 病虫害에 대한 저항

1965 地質調査所(日本)…新窯業原料로 注目되는 硅灰石

이 밖에 50餘個의 研究發表가 있었으나 省略하고 다음에 國內 研究發表 中 중요한 것을 열거하겠다.

1964 박천서, 박영선……우리나라 水稻의 珪酸含量에 관하여

1965 박천서……水稻생육에 미치는 토양화학적 因子

1968 朴永大……秋락畓토양에 生育한 水稻에 대한 硅灰石의 效果

1970 박영선, 박천서, 김영서……水稻에 있어서 카리의 作用이 硅灰石의 效果에 미치는 영향

Ⅲ 國內生產現況

1957……slag, 硅灰石이 土地改良재로서 國立試驗場, 各道試驗機關에 實驗이 實施되었다.

1962……珪酸質肥料에 대한 公正規格公布

1963. 2…大陸肥料工業公社에서 규산염 鑛石을 원료로 하는 珪酸苦土石灰의 農造를 시작함

1963. 4…極東化成工業社에서 slag를 主原料로하여 규산질비료를 제작함

1964……土地改良組合에서 全南, 慶南에 5,000톤을 供給하였음. 10월에는 선창산업株式會社가 설립되여 slag를 주로한 비료를 생산하기 시작했으며 11月에는 忠北丹陽에 自由化學工業會社가 발족되고 또 仁川에 日新產業會社가 설립되어 역시 slag를 이용한 규산질비료를 생산하기 시작했다.

1965……土地改良組合과 農協에서 各各 5,000屯씩을, 供給하였으며, 生產은 선창산업에서 860屯 自由化學工業에서 860屯 世紀化學工業會社에서 780屯 東洋 cement에서 4,300屯 기타를 日新產業등에서 生產하였다.

1966……農協을 通하여 國庫補助로 약 20,000ton을 供給하였음 地力增進法이 制定公布되었음.

韓一肥料會社가 大田에 건립되어 鳥致院, 大田지역에 slag를 이용하여 규산질 肥料를 생산하여 1,500ton을 납품을 하였다. 기타 선창산업회사에서 5,000屯, 東洋 cement에서 4,500屯, 自由化學工業會社에서 3,300屯, 世紀化學에서 2,500屯을 生產納品하였음.

1967……硅灰石의 效果에 관한 硏究가 시작되었으며, 丹陽地區에서 硅灰石시험에 착수하였다.

Ⅳ 珪酸質鑛物의 종류와 性質

1. 硅灰石 (wollastonite)

$CaSiO_3$의 化學成分을 가지고 있으나 그 밖에 少量의 Fe, Mg等을 포함하고 있다. 例를들면 丹陽產硅灰石은 SiO_2 46.05%, CaO 42.16%, MgO 1.32%, Al_2O_3 2.79%, Fe_2O_3 1.20 %이다. 比重은 2.8~2.9, 硬度는 4.8~5.0이며 cleavage는 (100) (001)에 완전하다. 三斜晶系에 속하며 軸率은 a:b:c=1.0531:1:0.9676이다. 굴절율은 丹陽產이 α=1.623 β=1.635 γ=1.638이다. 石灰岩과 花崗岩 또는 閃綠岩의 접촉지대에 산출되며, 또는 金屬접촉광상의 脈石으로 나온다. epidote, tremolite, garnet等의 skarn mineral을 수반한다.

產地에 對해서는 Ⅺ에서 설명하겠다.

用途는 白色의 岩綿 도자기 原料, 타일원료로 쓰이고 기타 電氣의 절연체, 기타 규산질비료의 원료로 쓰인다.

市場條件은 陶磁器原料로서는 Fe_2O_3, TiO_2가 1%以下 肥料原料로서는 CaO가 40%以上 SiO_2가 15%以上 (soluble인것. 이것은 韓國農林部 規格임)

2. 沸 石 (zeolite)

Al, Na, Ca의 hydro silicates이며 섬유상 또는 방사상으로 나온다. 比重은 2.0~2.4이며 硬度는 5.5~7.0이고 等軸晶系에 속한다. 굴절율은 canadabalsam보다 낮고 low birefringence이다. heulandite, stilbite, chabazite, natrolite, analcime, gmelinite, phillipisile, harmotome, mesolile, thomsolite, mordenite, epistibite, scolecite, laumontite等 各種이 있으며 韓國에서는 stilbite, natrolite, analcime等이 가장 많다. 平安滑石(忠南)에서 생산함.

3. 벤트나이트 (bentonite)

montmorillonite가 主成分이며 吸收하여 原부피의 數倍로 팽창한다. 우리나라 寧越郡동해면 產 bentonite의 성분은 SiO_2 50.19%, Al_2O_3 21.6%, Fe_2O_3 2.10%, MgO 4.17%, CaO 0.72%, Mn 0.28%, Ig. loss 24.36%였다. 農藥, 煉炭용결제, 耐火物用, 漏水防止, 肥料添失防止用, 塗料, 醫藥, 燒結用等에 利用된다. 市場條件은 Fe_2O_3 TiO_2가 작을것 pH=8.5~9.5며 粘性이 우수할 것 等이며 產地는 全南寶城, 慶北, 영일, 月城等에서 第三紀層 凝灰岩속에 層狀으로 나온다. 1972. 9月 생산량 大明고령토 3,800㎏ 河東 2,000㎏ 기타 弘一, 月橫, 梧釜, 老開, 玉山等에서 약간 나온다.

4. 蛇紋石 (serpentine)

$3MgO \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$의 화학성분을 가지고 있으나 忠南保寧의 蛇紋岩은 다음과 같은 성분으로 되어 있다.

SiO_2 38.2%, MgO 37.8%, Al_2O_3 1.2%, Fe_2O_3 3.4%, Ni 0.3%, Cr 1.5% 其他 Ig. loss 14.6% 板狀 또는 섬유상으로 나오며 전자를 antigorite, 후자를 chrysotile이라하며 韓國產은 후자가 많다. 低質인 것은 soapstone 형태이다. 國內 蛇紋石은 輝石 或은 角閃石에서 변질한 暗綠色인 것과 透輝石에서 變質한 黃色 또는 淡綠色인 것이 있다. magnetite, chromite, magnesite等을 수반하며 鹽酸에 의하여 珪酸을 分離한다.

產地는 京畿道 富川郡 소래面 옥금리
忠南 公州郡 신화면 노동리
忠南 保寧郡, 대천, 광천, 청소
忠南 禮山郡, 광시면 광시리
江原道 고성

市場條件은 MgO 37~38%以上 SiO_2 35%以上 Al_2O_3 SiO_2 Ig. loss는 적을수록 좋다.

5. 綠泥石 (chlorite)

單斜晶系며 $(Mg, Fe)_5(Al, Fe)\ Si_3O_{10}(OH)_8$이며 結晶으로 나오지 않고 葉片狀이나 鱗片狀集合體로 나온다. 輝石, 角閃石, 黑雲母같은 Al, Fe, Mg를 포함한 珪酸鹽鑛物이 二次的으로 變質되어 만들어진 것이며, 南韓에서는 全州, 聞慶, 大田, 錦山, 報恩等, 沃川系를 구성한 綠泥石片巖岩에 많이 포함되어 있으나 經濟性있는 地域은 앞으로 조사가 필요하다.

6. 鑛 滓 (slag)

生產過程에 의해서 平爐 slag, 轉로 slag, 전기로 slag 등으로 분리되며 또 鹽基度에 의해서 鹽基性 slag와 酸性 slag로 나누어 진다. 各 slag의 성분은 다음과 같다.

	SiO_2	Al_2O_3	CaO+MgO	FeO	MnO	P_2O_5
산성전로광재	25~43	5~20	40~60	0~6	0~10	—
염기성전로광재	5~7	—	45~55	8~12	5~10	15~22
일반적광재	20~40	5~20	40~60	<3	—	—
長項제련소 slag	32~43	10~15	45~50	5~6	4~10	—

V 韓國 논 土壤의 有効珪酸 含量과 규산질 비료 사용량

식물 환경 연구소의 朴天石씨의 발표에 의하면 우리나라 논에 ha當 窒素를 100kg, 인산을 60kg, 가리를 80kg 施肥하는 條件下에서는 토양 作土의 유효규산 함량(x)과 규회석의 使用効果로 본 最高可能 精租收量指數(y) 간에는 다음과 같은 단계가 성립된다고 하였다.

즉 $y=63.97+0.425x-0.0014x^2$

精租收量指數(y)가 100일때 x를 구하면 약 130ppm가 된다. 즉 有効규산 함량이 130ppm을 한계로 하여 그 이하에서는 규회석의 사용 효과가 인정된다. 즉 유효규산 함량이 130ppm에 달할때 까지는 규산질 비료를 많이 사용할수록 효과가 좋아지나 유효 규산함량이 130ppm 以上이 되면은 규산질 비료를 사용할 필요가 없게된다. 그러므로 규산질 비료의 사용 여부를 決定하는 基準은 130ppm이다. 그런데 우리나라 논 토양의 유효규산 함량 80ppm 이하가 68%, 81—130ppm이 26%, 130ppm 以上이 6%이다. 그러므로 규산질 비료의 사용을 요하지 않는 것은 不過 全體面積의 6%밖에없고 나머지 94%는 모두 규산질 비료가 필요한 것이다. 勿論 논토양 母材의 差異 耕種條件의 차이 기타 灌漑水의 管理등에 의해서 다소의 차이가 생긴것은 있을수 있으나 거의 90%以上이 규산질 비료가 필요한 논 토양인 것이다. 다음에 이러한 논토양에 규회석 비료를 얼마나 使用하면 되는가를 計算해 보려한다.

우리 나라 보통 施肥, 基準인 ha 당 질소 100kg, 燐酸 60kg, 加里 80kg을 사용할 경우 논토양의 유효규산 함량($x$ppm)와 硅灰質 비료 使用適量(x_R) 間에는 다음과 같은 式이 성립된다.

$y_R=4.94-0.038x$ 단 $0\leqq x\leqq 130$

그러므로 $x=20$ ppm 일때 $y_R=+18$%

$x=50$ 〃 〃 3.04〃

$x=80$ 〃 〃 1.90〃

$x=110$ 〃 〃 0.76〃

우리나라 모든 논토양의 平均 有効珪酸含量은 6.91ppm 이므로 平均施肥 사용량을 계산해 보면

$x=69.1$ppm 일때 $y_R=2.31$%이다.

그러나 이것은 理論値이고, 실지 包裝試驗결과를 보면 다음 식으로 나타난다. $AT=26.3PA+x$. AT…유효규산함량 PA…사용량. x…논토양의 함량 즉 논토양의 유효규산 함량은 실지 사용량 當屯数를 26.3倍한 것과 使用前 作土의 유효규산 함량을 보탠것을 뜻한다.

그러나 일반적으로는 理論値와 實測値간에는 5%內外의 오차가 있는 것이 대부분이다. 만일 咸昌 series에 있어서와 같이 地下水가 湧出되어 排水가 지나치게 잘되는 경우에는 40~50%의 차이가 나타나니 그럴때에는 사용량이 훨씬 많아진다. 우리 나라는 前述한 바와 같이 규산성분이 부족한 논토양이 전 면적의 94%에 이른바 논의 총 面積을 A라고 하면 부족한 면적은 0.94 A이다.

유효 규산 함량별 면적은 다음 식으로 계산된다.

$$z=0.94\quad Ay=\frac{0.94\,A}{\sigma\sqrt{2\pi}}-\frac{(x-\mu)^2}{\sigma 2\rho}\cdots\cdots\cdots\cdots①$$

단 $\sigma=22.3$ $\mu=69.1$ $\sigma\leqq x\leqq 130$

즉 ①식은 논의 유효 규산 함량이 94%인 전 논의 면적을 추정할 수 있는 일반 函数式이다. 따라서 ①에 ha 당 규산질 비료 사용적량 추정식 $y=4.98-0.038x$를 곱하여 $x=0$에서부터 130ppm인 것까지를 定積分하면 우리나라 총 면적에 所要되는 총 규산질 비료량을 추정할 수 있게된다.

VI 규회석 鑛床의 一般性과 賦存 可能地域

규회석 (wollastonite)은 contact mineral이므로 CaO가 많은 점토질 암석 특히 石灰岩과 火成岩의 접촉지대에 생성된다. 즉 화성암 貫入에 의한 熱變質을 받으면서 규산분의 공급을 받아 $CaO+SiO_2\rightarrow CaOSiO_2$의 反應으로 규회석이 만들어진 것이다. 그러므로 石灰岩과 화성암의 접촉지대는 일단 부존 가능지대라고 볼수

있고 또 세일이나 사암속에 挾在되어 있는 석회암도 있고 석회암이 화성암안에 捕獲되어 있는 경우도 있기 때문에 직접 접촉되어 있지 않아도 隣接하고 있으면, 賦存할 수도 있는 것이다. 그러나 그 경제성 여부는 역시 매장량 品位등에 의하여 결정될 것이다. 南韓에서 석회암은 Pre—Cambrian의 漣川系와 時代 未詳의 沃川系, 朝鮮系의 大石灰岩統 平安系紅店統 및 慶尙系에 挾在된 것 등이 있으므로 이러한 地層들과 화성암의 접촉 지대를 追跡하면 될 것이다. 현재까지 50,000분의 1地質圖가 완성된 지역의 賦存可能地帶를 조사한 바 다음과 같다.

도폭명 소재지

① 慶北 평해리(울진군 평해면 온정면)
Pre—Camb. 의 平海統과 黑雲母—角閃石, 花崗岩의 접촉지대

② 慶北 三斤里(奉花郡 소천면, 재산면)
Pre—Camb. 遠南統에 속하는 變成堆積岩에 挾在한 將軍石灰岩層과 中生代의 春陽花崗岩과의 접촉지대

③ 慶北 春陽(奉化郡 명호면 才山面)
春陽도폭의 南部 北緯 36°50′～51′間이며 Pre-Camb. 의 遠南層에 挾在한 石灰岩과 時代未詳의 角閃石花崗岩과의 접촉부

④ 同 禮安(安東郡 상은면)
Pre-Camb. 의 變成堆積岩에 挾在한 石灰岩과 時代未詳의 角閃石花崗岩, 黑雲母花崗岩의 접촉부

⑤ 同 咸昌(醴泉郡 유곡리 불정리)
유곡리에서 NNE—SSW 方向으로 分布한 Ordovician의 大石灰岩統과 stock 狀을 하는 Cretaceous의 Alkali Granite의 접촉부

⑥ 同 中坪洞(安東郡 도연폭포부근)
pre-Camb. 의 片狀花崗片麻岩속에 들어있는 石灰岩과 Cretaceous의 佛國寺統 黑雲母花崗岩과의 접촉지대

⑦ 同 上金谷(聞慶郡 소야리)
Camb-Ord의 석회암과 Cretaceous의 花崗岩과의 접촉부

⑧ 同 蔚珍(울진군 원남면)
pre-Camb의 遠南統인 gneiss, schist 等에 포함된 石灰岩과 黑雲母花崗岩의 접촉부

⑨ 江原 玉洞(寧越郡 上東面)
玉洞도폭의 北緯 37°45′～50′과 東經 128°38′～42′間이며 Camb의 花析層과 豊村石灰岩이 時代未詳의 斑狀花崗岩을 접하고 있는지대

⑩ 同 江陵(溟州郡 왕산면)
Ordovician의 大石灰岩統, Carboniferous의 紅店統 石灰岩들과 花崗岩의 접촉지대

⑪ 同 石屛山(적성군 임계면, 왕산면)
同 上

⑫ 江原 平昌(平昌郡 北面)
Ordovician의 大石灰岩統과 花崗岩의 접촉지대

⑬ 江原 旌善(정선군 덕송리)
同 上

⑭ 江原 三陟(삼척군 금곡리)
同 上

⑮ 江原 寧越 永春(영월군 송학면, 가곡면)
同 上

⑯ 同 虎鳴(三陟郡 남면)
Ordovician의 大石灰岩統과 花崗岩의 접촉지

⑰ 慶南 圓城(진양군 만원리)
片麻岩에 挾在된 石灰硅酸鹽岩

⑱ 慶南 蔚山(蔚州郡 농소면)
蔚山鐵鑛을 中心으로 分布한 Camb-Ordovician의 石灰岩과 Cretaceous의 斑岩, 黑雲母花崗岩과의 접촉지대

⑲ 忠南錦山(錦山郡 이면 원석동)
時代未詳의 沃川系 石灰岩과 花崗岩과의 접촉부

⑳ 忠南瑞山(瑞山郡)
片岩 片麻岩層의 석회암과 時代未詳의 granite 접촉부

㉑ 忠北牧溪(中原郡 목계면 堤川郡 사루봉)
pre-Camb의 石灰岩과 時代未詳의 西倉里層 石灰岩 등이 Cretaceous의 花崗岩에 의해 貫入되고 있는 지대

㉒ 忠北丹陽
確認探掘中이며 Ⅶ에서 詳記함

㉓ 全南望雲(咸平郡 성남리)
時代未詳의 片岩속에 挾在한 石灰岩의 硅化作用을 받은 部分

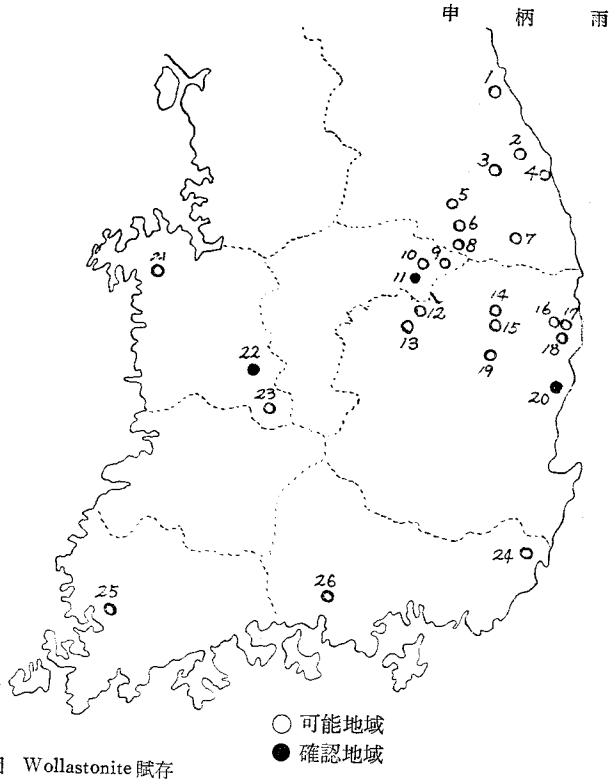
Ⅶ 丹陽硅灰石 鑛床(96호, 106호, 172호, 128)

1. 地質 鑛床

본 지역의 지질은 朝鮮系 大石灰岩統과 이를 不整合으로 被覆하는 平安系, 紅店統, 寺洞統 그리고 상기한 諸地層을 다시 부정합으로 덮고 있는 大同系와 이들을 관입한 흑운모 화강암으로 되어 있다. 본 규회석 광상은 接觸交代 광상으로서 홍점통에 挾在한 석회암통이 화강암의 관입을 받아 熱變成作用과 규산분의 공급으로 규회석이 형성된 것이다.

이 지역의 鑛床脈의 발달 상황은 3가지로 구분된다.

(가) 광맥이 頁岩에 협재되어 거의 直線的으로 발달되어 있는 것.



第1圖 Wollastonite 賦存

(나) 광맥이 석회암속에 lense 상으로 불규칙하게 발달한 것.

(다) (가)와 (나)의 中間型.

일반적으로 (나)와 (다)의 경우는 규회석은 品位가 낮으며 양도 적다. 규회석은 白色을 띄나 때로는 엷은 회색을 띄기도 하며 섬유상 單柱狀 혹은 斜狀으로 나오고 유리 광택을 한다.

규회석맥에 따라서 석회석이 散在하며 규회석으로 교대되지 않는 석회석은 saccharoidal texture 를 한다. 광맥의 走向은 N50—70E N40—80W 30—65SE 등으로 경사는 대체로 60—80NW이다. 脈幅은 적은것은 0.6m 큰 것은 9.2m 며 延長은 10~80m 深度는 8.5~50m 이다.

2. 鑛量과 品位

광량計算에는 다음과 같은 原則을 정하였다.

가) 광맥이 lense 狀이나 脈幅이 不規則한 것은 最下位 노두에서 5m 까지 계산하였다.

나) 脈幅이 비교적 一定하고 광맥중에 石灰岩이 거의 없는것은 最下部노두에서 15m 까지 계산하였다.

다) 鑛脈이 山斜面의 上部에서 하부까지 연결 될때는 심도는 최하부 露頭면까지 계산하였다.

以上과 같은 原則하에 鑛量을 計算하면

95호광구 총광량 146,384㌧

106 〃 〃 27,667㌧

127 〃 〃 1,069㌧

128 〃 〃 + 4,578㌧

그러므로 此地域의 총 推定鑛量은 179,098㌧이다.

品位는 총 16개의 sample 을 鑛脈의 延長方向을 따라 40~60m 거리를 두고 1개씩 採取하고 鑛脈에 直交한 방향으로 脈幅에 따라 1~2個 式 採取하여 分析하였다.

分 析 表

	CaO	MgO	Al_2O_3	SiO_2	Solble SiO_2
1.	42.38	1.95	2.77	48.10	27.16
2.	43.58	0.91	4.23	47.10	31.85
3.	41.12	3.93	3.74	44.24	25.80
4.	38.71	0.23	3.71	54.32	30.15
5.	42.60	0.70	4.17	46.25	27.21
6.	35.63	3.65	5.37	45.90	27.92
7.	45.11	0.81	1.60	47.52	34.85
8.	46.70	1.43	0.81	49.20	39.21
9.	45.00	1.02	0.98	50.60	37.48
10.	28.35	0.81	1.56	69.40	19.52
11.	45.40	2.01	0.43	50.90	33.42
12.	45.43	2.45	1.95	48.37	31.85
13.	46.25	0.63	1.19	49.40	34.90
14.	43.14	0.62	2.35	48.35	12.35
15.	36.80	0.43	8.90	48.15	30.45
16.	43.75	1.24	3.85	48.35	33.35

平均 29.84

分析結果 平均値는

CaO 42.68% SiO_2 53.94%이며 soluble SiO_2는 大部分이 15%以上이고 平均 29.84%여서 肥料原料로서 充分하다.

Ⅷ 盈德硅灰石鑛床

1. 地質鑛床

本鑛床은 梅亭地區와 大谷지구 두 지구로 생각할 수 있다. 梅亭지구는 角閃石花崗岩 및 半花崗岩이 慶尙系 新羅統의 堆積岩을 貫入하고 있으며 大谷지구에 있어서는 黑雲母花崗岩, 角閃石花崗岩이 石灰岩 및 慶尙系 堆積岩을 관입하고 있다. 鑛床은 梅亭지구에 있어서는 石灰岩이 granite에 捕獲되어 wollastonic가 다른 skarn mineral과 共生하고 있고 幅은 30~60m 延長 약 500m 정도이다.

大谷지구는 不規則하여 大小광체가(폭 3~70m 연장 10~130m) 11개나 된다. garnet, epidote, tremolite등을 수반한다.

2. 鑛 量

광량計算은 다음과 같은 原則으로 實施하였다.

가) 큰 鑛體는 꽹축을 고려하여 區劃別로 區分하여 四角形 三角形 혹은 機形으로 구분하여 計算하였다.

나) 深度는 鑛體가 賦存하는 地形과 硅化度를 고려하며 大鑛體는 30~40m 小鑛體는 5~10m 로 하였다.

다) 稼動率은 고려하지 않은 推定鑛量이다.

以上과 같은 原則下에 광량을 계산하니 다음과 같다.

大谷地區

鑛體	폭	연장	심도	체 적	폐석비	비중	광량
1	3	70	5	105	0.5	2.8	1,400㌧
2	15	20	7	2,100	〃	〃	2,900
3	20	40	7	5,600	〃		2,800
4	10	15	8	1,200	〃	〃	1,600
5	15	30	10	4,500	〃	〃	6,300
6	10	75	5	3,750	〃	〃	5,200
7	10	20	5	1,000	〃	〃	1,400
						計	26,600㌧

	폭	연장	심도	지형사면	비중	광량
9의1	30	55	30	1/2	2.8	69,300
2	50	75	20	1/2	〃	105,000
3	50	75	20	1	〃	210,000
4	55	60	70	1/2	〃	113,400
					計	497,700

기타10의1 11지구 광석비 46.7% 광량 232,400㌧

광량 111,000㌧

총계 412,400㌧

梅亭地區 : 522,200㌧(計算기준 省略)

그러므로 盈德地區 총 推定광량은 412,400+522,020 =934,600㌧

3. 品 位

本地區에 있어서 sampling은 다음과 같이 하였다. 큰 광체에 있어서는 그 鑛體를 횡단하는 線을 設定하고 일측하여 5~15m 간격으로 2개씩 採取하여 複合시료로 하였다.

그러나 규회석의 露頭가 없는 곳은 30m 간격으로 채취한 곳도 있으며 鑛體가 적은 것은 한 두개의 試料를 적당한 간격으로 채취하여 그 鑛體의 槪略的인 品位를 확인하는데 그쳤다. 따라서 sample의 간격이나 數에 따라 鑛體別品位를 표시하는데 그 正確度가 약간 차이가 있을 것이다.

梅亭지구에 있어서는 총 22개를 採取하여 分析한 結果 SiO_2 43.08%, CaO 40.36%, MgO 1.08%, Al_2O_3 6.68%, Fe_2O_3 1.29%, soluble SiO_2 17.5%였다.

大谷지구에 있어서는 총 45개의 sample를 分析한 결과 SiO_3 40.22%, CaO 43.27%, MgO 1.32%, Al_2O_3 4.93%, Fe_2O_3 1.32%, soluble SiO_2 1.93%였다. 分析値는 省略하였다.

以上 盈德地區는 本人이 직접 조사못하였으므로 地質調査所 金圭鳳氏調査를 그대로 요점만 수록하였다.

Ⅸ 大田硅灰石鑛床

本鑛床은 1971. 7. 10~7. 30까지調査하였다. 位置는 大田에서 北東으로 約 10km의 大德郡東面 건장골과 西南方向으로 約 20km 떨어진 大德郡斗馬面 농소리에 있으며 鑛床은 전체적으로 貧弱하다.

1. 地質鑛床

가) 건장골지구

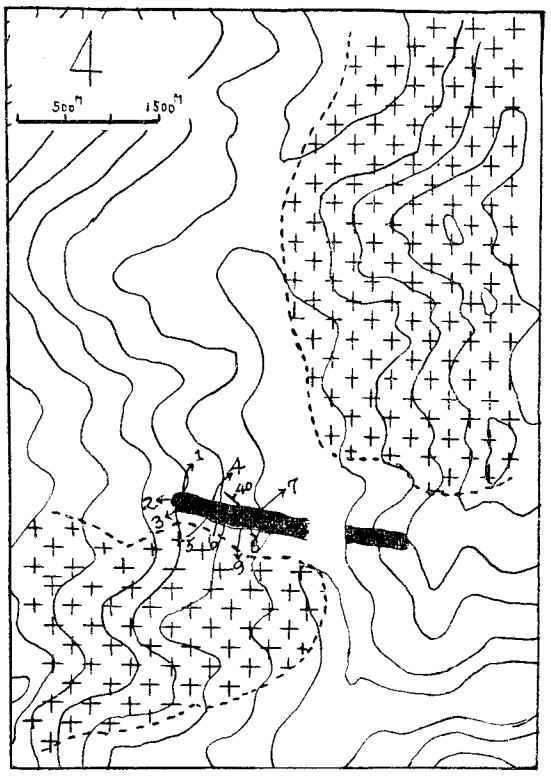
本 地區는 biotite-granite가 片岩 粘板岩등을 貫入하고 있으며 片岩中에 挾在한 lens狀石灰岩의 熱變質作用을 받아 生成되었다. 鑛石은 鏡狀을 呈하며 白色部分에 主로 섬유상, 單柱狀의 硅灰石이 집합체를 이루고 있으며 鑛體의 strike는 N70°~80°W경사는 S40°W이다.

平均脈幅은 28m 延長은 50m 깊이는 30m이며 溪谷건너편까지 연장이 나타나고 있으며 硅化作用은 거의 없어 石灰岩으로 80m가량 계속되고 있다. 硅灰石은 白色이다.

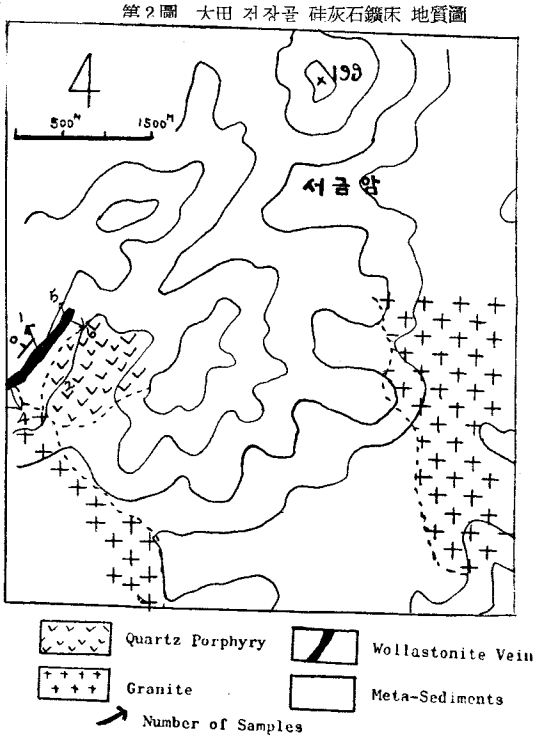
나) 농소리지구

本地域에는 粗粒質 黑雲母花崗岩 石英斑岩 片麻岩 片岩, 安山岩등이 一帶에 分布하고 있으나 鑛床은 帶紅色 黑雲母花崗岩과 片麻岩에 挾在된 石灰岩의 접촉지대에 形成되었으며 鑛體의 strike는 N30°E 傾斜는 N30°W이다. 脈幅은 平均 4.5m, 깊이 30m, 연장 80m 인 小規模鑛體이다.

가) 건장골지구



第2圖 大田 건장골 硅灰石鑛床 地質圖



第3圖 大田 農所里 硅灰石鑛床 地質圖

2. 鑛 量

광량計算은 다음과 같은 原則으로 하였다.

a) 鑛脈의 깊이는 溪谷水準까지로 하였다.

b) 旣採露頭上部와 下部로 구분하여 계산하였다.

上部鑛量	幅	深度	延長	比重	鑛量
	28	25	30	2.8	50,400㎏
下部鑛量	28	10	10	2.8	47,040
				計	97,440㎏

광석비 0.5로 보아 48,720㎏

나) 농소리지구

광량계산은 다음과 같은 기준으로 하였다.

a) 광체의 深度는 最下位露頭에서 10m 까지로 하였다.

b) 幅은 노두마다 큰 變化가 없으므로 노출된 노두(3개)의 平均幅을 求하였다.

c) 稼採率은 고려하지 않았으며 지질학적 推定鑛量이다.

광량계산

幅	깊이	延長	鑛石比	鑛量	
4.5	30	100	2.8	0.8	18,900㎏

그러므로 大田硅灰石鑛床의 總推定鑛量은 67,620㎏이다.

3. 品 位

sampling은 건장골 지역에서는 延長에 直角인 方向으로 三個의 線을 設定하여 약 10m 간격으로 3個式採取하여 9개로 分析하였고 농소리 지역에서는 3개의 露頭에서 각각 2個式 採取하여 6個를 分析하였다.

가) 농소리지역 (CaO와 Soluble SiO_2 만을 分析함)

Sample	CaO	Soluble SiO_2	
1	36.7	1.94	平均 CaO 23.2%
2	34.3	13.1	Soluble12.5%
3	34.8	21.1	
4	32.2	12.5	
5	15.2	0.18	
6	17.5	0.22	

나) 건장골지구

Sample	SiO	CaO	MgO	Soluble SiO_2
1	36.9	44.3	0.10	16.2
2	81.0	12.1	0.86	3.1
3	52.4	38.6	0.30	15.3
4	53.7	41.8	0.10	12.5
5	40.3	42.5	0.15	12.4
6	78.7	46.5	0.06	11.2
7	55.4	29.6	0.04	10.7
8	50.0	37.0	0.08	9.8
9	56.7	30.1	0.10	10.8
平均	51.7	35.9	0.20	11.3

以上과 같이 건장골지구에서 採取한 sample는 soluble SiO_2 12.5% 건장골지구 것은 11.3%이므로 선광이 필요하다.

X 結 言

1. 農土壤의 有初珪酸含量과 硅灰石의 使用効果로 본 最高可能租數量指數 y 간에는
   $y=63.97+0.4251x-0.00114x^2$ 式이 성립되며, 이 式으로 南韓에서 有効珪酸을 주어야 할 限界點은 有効珪酸含量이 130ppm 임을 알 수 있다.
2. 有効珪酸含量이 130ppm 以下되는 農土壤 즉 珪酸質肥料를 공급해야 할 논 土壤은 總 논面積의 94%에 달한다.
3. 南韓의 총 논 면적이 約 1,036,710ha 이며 여기에 ha當 硅灰石의 使用適量式 $y_R=4.94-0.038x$ 을 적용하여 硅灰石 총 사용적량을 계산하여 보면 대략 200 萬方이다.
4. 규산질 비료광물로선 여러가지가 있으나 wollastonite가 가장 경제적이고 國內供給이 可能하며 効果的이다.
5. 硅灰石의 효과는 다른 肥料에 比하여 特効的이고 그 효과가 漸進的이며 벼의 生育後期에 용해가 많이 됨으로 대단히 効果的이다.
6. 硅灰石은 石灰岩과 火成岩의 접촉지대나 금속광상(접촉)의 脈石으로 산출되며 南韓의 石灰岩이 地質時代上으로 보아서 Pre-Cambrian의 漣川系, 時代未詳의 沃川系, 古世代의 朝鮮系大石灰岩統, 平安系의 紅店統등에 賦存하고 있으므로 이들을 貫入한 火成岩과의 접촉지대에 부존可能性이 있다.
7. 現在까지 發刊된 五萬分之一地質圖와 地質調査등을 기초로 하여 賦存可能지역을 調査한 바 錦山 瑞山지구를 비롯하여 約 25개 지구에 달하며 아직 地質圖가 되어 있지 않는 지역까지 고려하면 數十個지구에 달할것으로 思料된다.
8. 本人이 調査한 丹陽지구의 총 매장량은 약 179,000 萬t이고 Soluble SiO_2의 평균 품위는 29.8%이다.
9. 역시 本人이 조사한 大田地區의 硅灰石 總埋藏量은 57,600萬t이고 Soluble SiO_2의 품위는 11.3%이다.
10. 現在까지 조사된 硅灰石의 총 매장량은 約 1,171,200萬t이며 賦存可能地域을 고려할 때 南韓의 매장량은 2,000萬t는 될 것으로 思料되며 이것을 開發하면 約 20년간은 國內供給이 可能할 것이다.
11. 이 論文은 아직 未完成이며 賦存可能지역의 實地踏査는 물론 zeolite, chlorite등 기타 광물에 대해서도 더 硏究가 進行되어야 한다. 其他 地球化學的인문제 成因규명도 해야 할 것이다.

參 考 文 獻

Jackson M. I (1956); Soil chemical analysis advanced course

Chae D. U.; A Study of clay ininerals in some representative soils of Korea

Broncheley E. W.; The Interrelation between silicon and other elements in plant nutrition. Ann. Appl. Biol. XIV

三好洋, 石井英之 (1959); 水稻に對する珪酸石灰の施用效果について日土肥法

太田, 小林 (1953); 珪酸鹽類の肥料學的 價値, 山梨大學 硏究報告 4.

朴永大, 金泳燮 (1968); 秋落土壤에 生育한 水稻에 對한 珪灰石의 効果, 韓土肥法 I,

朴天緖 (1970); 한국 논토양 作土의 有效珪酸含量과 珪酸質肥料의 效果와의 關係 O.R.D. Report Vol. 13

正田篤五郎; 箒澤產珪灰石, 光學的 性質, 岩石鑛物鑛床學,

日本地質調査所; 新窯業原料として注目される珪灰石,

國立地質調査所; 한국지질도 水春, 虎鳴, 寧越, 等 其他各圖幅,