

石灰石 選擇 採掘을 위한 Staining Technique 의 應用

安 桂 商

<雙龍洋灰 東海工場生産部長>

○ 筆者註：本稿는 筆者가 美國에서 해
○ 다다 開催되는 第9回「International
○ Cement Industry Operation Seminar」
○ 에 參加하여 美國 Dunn Geoscience
○ Corporation 社의 會長인 James R.
* Dunn 氏로부터 個人的으로 入手한 技
* 術資料이며 우리나라 시멘트 工業 特
* 히 石灰石 採掘에 있어서 그 事前 品
* 質管理를 위하여 매우 有益하다고 생
* 각하여 그 內容을 要約 紹介한다. ○

概 要

鑛物判別을 위하여 많은 chemical stains (化學的着色法)이 考案되어 왔으나 이들의 着色溶液은 調製面에서와 요구되는 상세한 技術的인 應用 등이 매우 어렵고 또 항상 확실하지 않다. 이 회사에서는 많은 經驗을 통해서 특히 石灰質鑛物 즉 石灰石, dolomite 그리고 鐵分이 많은 鑛物 등의 신속하고 효과적인 判別法을 開發하였다. 이 判別法에 사용되는 試藥은 alizarin red-s 와 potassium ferricyanide 이다. alizarin red-s는 calcite mineral 에 대하여 濃赤色을 나타내고 potassium ferricyanide는 ferrous iron 을 含有하는 carbonate 鑛物(dolomite)에 dark blue color 를 나타 내며 이 두 試藥을 차례대로 使用하면 鑛物은 다음과 같이 着色된다.

calcite (CaCO₃).....red
dolomite (Ca-MgCO₃)...colorless
ferrous calcite.....bluish red
ferrous dolomite.....blue

(shale 이나 다른 non-carbonate 들은 着色되지 않는다)

potassium ferricyanide 溶液은 실제에 있어서 대부분이 dolomite 에 選擇的으로 着色되는 것

이 확실해졌다. 이것은 대부분이 沈積 dolomite 로 置換되어 있으며 ferrous iron 이 거의 항상 dolomite 格子 속에 존재하기 때문이다. 물론 着色된 부분이 dolomite 인가 아니면 iron 이 多量 含有된 다른 carbonate 鑛物인가를 검사해 보아야 한다.

그들이 經驗한 바로는 limestone-dolomite 系에 있어서 dolomite 만이 着色되며 다른 鑛物은 稀貴할 뿐만 아니라 量的으로도 微量임을 발견했다. 또 dolomite 가 含有되지 않은 鑛物은 limestone 中の iron 이 多量 含有된 부분에 着色될 수 있다. 이것은 iron 이 含有된 calcite 는 남색이 되는 반면 iron 이 존재하지 않은 calcite 는 붉게 着色이 되기 때문이다.

1. Preparation

다음과 같이 試藥을 使用하여 만족한 결과를 얻었다(多少 酸性이기는 하지만).

- 1) 1 g alizarin red-s per liter of 5% HCl solution
- 2) 25 g potassium ferricyanide per liter of 10% HCl solution

좋은 결과를 얻기 위해서는 試藥을 適切한 成分比로 맞추어 實驗해야 한다. 만약 溶液이 너

두 강한 酸性이면 着色이 일어나기 전에 calcite가 溶解해 버리거나 crystal 表面에 염료가 沸騰해서 떨어질 우려가 있다. 또 충분한 酸性溶液이 되지 않으면 結晶, 특히 dolomite가 着色이 원만히 진행되기 위한 蝕刻이 일어나지 않는다. 동시에 酸性溶液 중에서의 試藥의 濃度 및 포화도의 결정은 最善의 결과를 얻을 수 있을 때까지 변화시키면서 반복 實驗을 해 보아야 한다.

2. Sources

上述한 바와 같이 각 鑛物에 따른 最善의 결과를 얻을 수 있는 最善적인 溶液의 成分比 및 濃度는 알 수 없다. 그러나 이 두 試藥으로서 여러 번의 實驗을 통해 적절한 濃度和 成分比를 알 수 있을 것이다. 이 試藥은 化工藥品商에서 쉽게 구할 수 있을 것이다. 또 이 試藥은 Matheson Coleman & Bell(Norwood, Ohio and East Rutherford, New Jersey, U.S.A.)와 J.T. Baker Chemical Co.(Phillipsburg, New Jersey, U.S.A.) 그리고 Eastman Organic Chemicals Co. 등 其他 메이커에서 만들고 있다. 여기서 중요한 것은 試藥의 規格인데 本目的에 사용되는 것은 반드시 試藥特級이나 試藥 1級이라야 한다.

3. Spraying and Handling

本溶液을 편리하게 사용하는 방법으로서는 적당한 型의 분무기(atomizer)로 안개 상태가 되도록 하여 岩石에 직접 spray 하는 것이 좋다. 또한 언고자 하는 결과에 따라 두 시약 중의 한 試藥 단독으로 사용할 수도 있다. 분무기는 庭園에서 사용하는 藥品撒布用이나 페인트 스프레이어(paint sprayer)用으로 溶液을 넣을 수 있는 plastic 통(혹은 유리 용기)이 달려 있고 量을 調節할 수 있는 것이면 spray 하는데 가장 편리하다. 이런 型의 분무기를 求하려면 美國에서는 어느 페인트 小賣商에서나 약 10달러 정도면 쉽게 살 수 있다.

현재 標本用으로 少量 使用하고자 할 때는 點滴器를 이용하여 한 방울씩 떨어뜨릴 수 있는 병을 사용하는 것이 좋다. 藥品을 항상 신선하게 보존하기 위해서는 어두운 용기를 사용하여야 하며(本溶液은 感光性이 있기 때문) 사용할 만큼

어서 混合 使用하여야 한다. 어떤 분무기는 metal bushing이나 valve, strainer 등이 있는데 특히 이런 sprayer는 potassium ferricyanide와 反應을 일으킬 수 있으므로 가급적 plastic 분무기를 사용하든가 아니면 사용 후에 즉시 세척하여야 한다. 溶液의 수명은 저장에 注意하면 상당히 오랫동안 사용할 수 있다. 즉 不透明한 병에 少量씩 보관하면 2년 이상 까지도 신선하게 보존된다.

또한 本溶液은 酸性이기 때문에 人體에 해로우므로 spray時 주의를 요한다. 그러나 mixing이나 handling, storing에 있어서는 特別한 위험은 없다.

4. Quantitative Usage

이와 같은 着色法은 定性的으로 잘 이용되며 定量的으로 色의 強度(hue intensity)와 鑛物의 組成(물론 化學分析이 더 믿을 수 있고 直接的인 방법이지만)을 관계시키기는 거의 불가능하다. 그러나 상대적인 組成을 구할 수 있는 방법은 첫째 붉거나 푸르게 着色된 calcite 혹은 dolomite 각각의 含量(percentage)과의 상대적인 推算으로 알 수 있으며, 둘째 着色度를 測定함으로써 概략적인 含量을 알 수 있다.

前者의 예로서 limestone과 dolomite가 混在하고 있을 경우 alizarin red-s 溶液을 鑛石表面에 spray 하면 limestone 鑛床이 선명히 나타난다. 後者の 예로서는 dolomite質이 많거나 鐵分の 含量이 높은 鑛物은 일반적으로 더욱 어두운 색깔로 분명히 着色된다. 위와 같은 예는 dolomite質의 含量程度가 均一하지 않을 경우 potassium ferricyanide 着色의 어두운 程度는 組成의 差異에 따라 만족할 程度로 나타난다.

5. Use in the Laboratory

여러가지 다른 着色法과 實驗室의 技法에 대해서는 參考刊行物(reference 參照)에 수록되어 있다. 採取한 標本中에는 calcite와 dolomite가 서로 얽혀 성장되어 있기 때문에 때로는 lens나 현미경으로 鑑定할 필요가 있다. 예를 들면 表面 색깔이 자주색처럼 보이는 것은 확대경으로 보면 붉게 착색된 calcite임이 分明하게 된다.

만약 영구적으로 着色된 sample 을 보존할 필요가 있을 때는 sample 을 4~5分間 溶液 속에 담근 후 조심하여 물로 씻어내고 乾燥시키면 그 着色된 색깔은 보존된다. carbonate content 를 測定하고 porous silica 나 chert 分을 찾아내는 有用한 다른 着色方法은 copper nitrate 着色法이다(參考書籍: New York State Department of Transportation, T.M. NY 226-69 and Dolar-Mantuani, 1962).

이 方法의 有用성은 sampling 과 preparation 의 複合된 技術的인 問題에 달려 있다. 그러나 單純한 spraying 에는 適用될 수 없다. 이 方法의

適用은 粉碎 혹은 저장되어 있는 鑛物에 가장 잘 이용된다.

6. Stock Pile Spraying

대량의 原料가 저장되어 있는 stock pile 鑛石의 組成을 推定할 필요가 있을 때도 역시 이 着色技法은 잘 이용된다. 精確한 dolomite 의 含量과 high-lime 의 含量을 推定하거나 貯藏 과정에 있어서 分離 貯장을 위한 分析에 本 alizarin red-potassium ferricyanide 의 混合液을 사용해서 效率的인 品質管理를 할 수 있다.

REFERENCES

- Brown, S.F., 1966, "New York Cement Producers Adjust to Geologic Complexities" *The Ohio Journal of Science*, Vol. 66, No. 2, PP. 123-130.
- Dolar-Mantuani, L., 1962, "Concrete Aggregate Examination by Prolonged Copper Nitrate Staining Method," *Ontario Hydro Research News*, Vol. 14, Second Quarter.
- Dunn, J.R., 1961 "Geologic Studies Play Major Role at Hudson Cement Company's Quarry," *Mining Engineering*, Vol. 13, No. 11, PP. 1243-1245
- Friedman, G.M., 1959, "Identification of Carbonate Minerals by Staining Methods," *Journal of Sedimentary Petrology*, Vol. 29, No. 1, PP. 87-97.
- Katz, A., and Friedman, G.M., 1965, "The Preparation of Stained Acetate Peels for the Study of Carbonate Rocks," *Journal of Sedimentary Petrology*, PP. 248-249.
- New York State Department of Transportation Materials Bureau, 1969, "Percentage of Non-Carbonate Particles in a Coarse Aggregate Mixture," Carbonate Staining Method, Test Method, N.Y. 226-69.
- Reid, W.P., 1969, "Mineral Staining Tests," *Mineral Industries Bulletin*, Colorado School of Mines, Vol. 12, No. 3, PP. 20.
- Wolf, K.A., and Warne, S.S.T. J., 1960, "Remarks on the Application of Friedman's Staining Methods," *Journal of Sedimentary Petrology*, Vol 30, No. 3