

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

N₂O-CaO-Al₂O₃-SiO₂ 系合成沸石之研究： (二) albite-anorthite-SiO₂ 系合成沸石

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC 89-2116-M-002-043

執行期間：89 年 8 月 1 日至 90 年 7 月 31 日

計畫主持人：羅煥記

計畫參與人員：陳耀麟 李麗君 陳惠芬 林義傑

執行單位：台灣大學地質科學研究所

中華民國 90 年 10 月 30 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

計畫名稱：

$\text{N}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系合成沸石之研究：

(二) albite-anorthite- SiO_2 系合成沸石

計畫編號：NSC 89-2116-M-002-043

執行期間：89 年 8 月 1 日至 90 年 7 月 31 日

計畫主持人：羅煥記

計畫參與人員：陳耀麟 李麗君 陳惠芬 林義傑

執行單位：台灣大學地質科學研究所

一、摘要

本實驗以 albite-anorthite- SiO_2 系的合成玻璃為材料，在鹼性溶液中(分別用 NaCl 與 NaOH 之混合溶液和 Na_2CO_3 溶液)，進行鈉鈣沸石的合成研究。實驗在飽和蒸汽壓反應器中進行，溫度在 100° 200 間，溶液濃度為 0.1 1 M，時間為 1 60 天。

實驗結果顯示，含鈉高的斜長石，在海洋與鹽湖環境下，易形成方沸石，p-沸石及菱沸石，如含高鈉的斜

長石的岩石在蝕變過程中提供二氧化矽時，有利於絲光沸石的形成，此與野外觀察吻合。含鈣高的斜長石在海洋環境下易形成桿沸石與 garronite，在鹽湖環境下則易形成 p-沸石，水鈣沸石及 gobbinsite，此等沸石常見於玄武岩中。含鈣高的斜長石的岩石，在蝕變過程中提供二氧化矽時，有利於形成交沸石。

關鍵詞：斜長石，方沸石，p-沸石，菱沸石，桿沸石，絲光沸石，交沸石

Abstract

Synthetic glasses with the compositions of albite-anorthite-SiO₂ system were used as starting materials to synthesize zeolites in alkaline solutions (NaCl and NaOH mixed solution and Na₂CO₃ solution). Experimental conditions were set as: vapor pressures, 100 ° ~ 200 ° , solution concentrations of 0.1 ~ 1M, and 1 ~ 60 days.

Experimental results are as follows. Firstly, Na-rich plagioclases are easy to transform to analcime, p-zeolite and chabazite, but they are ready to transform to mordenite when sufficient amount of silica can be supplied from the plagioclase-bearing rocks during their alteration in marine or salt lake environment. This is agreed with field observations. Secondly, thomsonite and garronite, and p-zeolite, gismondine and gobbinsite are easy to be synthesized from Ca-rich plagioclases in marine and salt lake environments, respectively, harmotome is favored to form when sufficient amount of silica can be supplied from alteration of Ca-rich plagioclase-bearing rocks in marine and salt lake environments

Keywords: plagioclase, analcime, p-zeolite, chabazite, thomsonite, mordenite, harmotome

二、緣由與目的

N₂O-CaO-Al₂O₃-SiO₂ 系，包括了鈉沸石 (Na-zeolites)，鈣沸石 (Ca-zeolites) 及鈉鈣沸石 (Na-Ca-zeolites) 等重要沸石。前述沸石約佔天然沸石的 2/3。因此，此系對研究沸石非常重要，本研究乃以此系用天然條件做合成實驗來探討沸石的成因。前述系統，可分為 N₂O-Al₂O₃-SiO₂，CaO-Al₂O₃-SiO₂ 及 N₂O-CaO-Al₂O₃-SiO₂ 等三系來研究。本計畫即以前二系為研究對象。

本計畫模擬天然條件，以玻璃和天然水 (海水和鹽湖水) 反應來合成沸石，目的在了解天然沸石的形成與岩石中鈉長石和鈣長石的關係。

三、結果與討論

N₂O · Al₂O₃ · 6 SiO₂ (即鈉長石的成份) 的合成玻璃為材料，在鹼性溶液【分別用 NaCl 與 NaOH 之混合液 (代表海水) 與 Na₂CO₃ 溶液 (代表鹽湖水)】，濃度 0.1 ~ 1M, 100 ° ~ 200 ° ，飽和蒸汽壓及時間 1 ~ 60 天的條件下，合成方沸石 (analcime) 與 p-沸石 (zeolite p)，但以方沸石為主。合成沸石種類，不隨溫度，溶液濃度及時間等條件而改變。

CaO · Al₂O₃ · 2 SiO₂ (即鈣長石的成份) 的合成玻璃為材料，在與上述相同的實驗條件下，在 NaCl 與 NaOH 混合溶液中合成桿沸石 (thomsonite)，Na₂CO₃ 溶液中合成 p-沸石 (180 °) 與水鈣沸石 (gismondine) (150 °)。

玻璃成份為 $Ab(NaAlSi_3O_8)_{n_1}An(CaAl_2Si_2O_8)_{n_2}SiO_2$ ($n_1 = 0.8, 1.0, 2.5, 4.0$; $n_2 = 0, 2.0, 4.0, 16.0$)，在與上述相同的實驗條件下， $n_1 = 0.8, 1.0, n_2 = 2.0, 4.0$ 時，合成方沸石，p-沸石及菱沸石 (chabazite)， $n_2 = 16.0$ 時，合成絲光沸石 (mordenite) $n_1 = 2.5, 4.0, n_2 = 2.0, 4.0$ 時，在 NaCl 與 NaOH 溶液中合成桿沸石與 garronite，在 Na_2CO_3 溶液中合成 p-沸石，水鈣沸石及 gobbinsite。

本研究顯示，鈉含量較高的斜長石，在海洋與鹽湖環境下，易形成方沸石，p-沸石及菱沸石，如果含高鈉的斜長石的岩石在蝕變過程中提供二氧化矽時，有利於絲光沸石的形成，此與野外觀察吻合 (Hay, 1966; Surdam and Sheppard, 1978; Lo, 1987)。Gmelinite 則須 Na_2O 含量較高的環境下形成 (Senderov and Khitarov, 1971; Barrer and Mainwaring, 1972)。

高鈣的斜長石在海洋環境下易形成桿沸石與 garronite，在鹽湖環境下則易形成 p-沸石，水鈣沸石及 gobbinsite。此等沸石常見於玄武岩中 (Iijima and Harada, 1969; Betz, 1981)。含鈣高的斜長石的岩石，在蝕變過程中提供二氧化矽時，有利於形成交沸石，如見於玄武質砂岩中 (Sheppard and Gude, 1983)。

四、成果自評

- (一) 研究內容完全依計畫進行。
- (二) 預期目標已完全達成。
- (三) 本研究結果可發表於國際

優良期刊。

五、參考文獻

- Barrer, R. M. and Mainwaring, D. E. (1972) *Jour. Chem. Soc. Dalton Trans.*, 2534-2546.
- Betz, V. (1981) *Min. Record*, 12, 5-26.
- Hay, R. L. (1966) *GSA special papers*, 85, 130pp.
- Iijima, A. and Harada, K. (1969) *Am. Min.*, 54, 182-197.
- Lo, H. J. (1987) *Mem. Geol. Soc. China*, 8, 205-228.
- Senderov, E. E. and Khitarov, N. I. (1971) *Am. Chem. Soc. Adv. Chem. Ser.* 101, 149-154.
- Sheppard, R. A. and Gude, A. J. 3rd (1983) *Clays and Clay Minerals*, 31, 57-59.
- Surdam, R. C. and Sheppard, R. A. (1978) *Natural Zeolites*, Pergamon, Oxford, 145-174.