

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

論高嶺岩——水成岩的一個新種

沈 永 和

(地 質 部)

目 次

- | | |
|-----------------|----------------|
| 一、引言 | 五、高嶺岩的化学性質 |
| 二、高嶺岩的產狀 | 六、高嶺岩的成因 |
| 三、高嶺岩的物理性質及礦物組成 | 七、高嶺岩及其有關岩石的分類 |
| 四、高嶺岩的岩相 | |

一、引 言

高嶺岩一名為作者正式建議採用的一種主要由高嶺石及其有關礦物組成的新種水成岩,從這種岩石本身被發現的歷史來看,雖然並不新穎,但是作者在此之所以建議採用新名,乃是因為這種岩石不論在產狀上、結構上、礦物成分上、化學組成上以及物理特性上都有其一定的特徵,而根據這些特徵,可以十分明顯地區別於任何已知的與其相似的水成岩種,因此有建議採用新名的必要。

類似於高嶺岩或即是高嶺岩的水成岩,在世界範圍內的分布是相當廣泛的,此種岩石在美國普遍稱之為燧石粘土,在日本則稱之為硬質粘土,在蘇聯除引用硬質粘土一名外,尚有更多的其他名稱,如厚層粘土岩(В. И. Пучицкий)、粘土岩或硬粘土岩(М. Ф. Викулова)、泥板岩、泥質板岩、板狀泥板岩及板狀頁岩(М. С. Швецов)、泥質岩(П. В. Пустовапов)等,在中國則稱之為鋁土頁岩或粘土岩。這些不同的、但是是類似的名稱,有時是指的一種岩石,有時則頗有區別,顯然在名稱的應用上還不一致,因此有建議統一學術名稱應用的必要。

產於內蒙大青山區的高嶺岩頗為標準,作者將根據該區高嶺岩的初步觀察和研究,略加論述,以供討論。

二、高嶺岩的產狀

內蒙大青山區的高嶺岩,主要產於石炭二疊紀——栓馬椿煤系地層中。高嶺岩層之下,主要為厚層石英礫岩,上覆薄層砂岩,砂岩與高嶺岩層交界處呈現顯著的過渡岩型,它們的主要特徵是:在結構上由粗粒結構逐漸變為細粒結構;在組成上由純砂岩逐

漸變為含砂的質岩——高嶺岩過渡型，在顏色上由淺灰色逐漸過渡到深灰色；高嶺岩層之上，主要為高嶺岩夾煤層，它們的一般厚度均為 10—50 厘米，再上即復為厚層石英礫岩層。

高嶺岩層本身呈清晰的層狀結構，其中粗粒高嶺岩與細粒高嶺岩往往成互層（圖 1），在

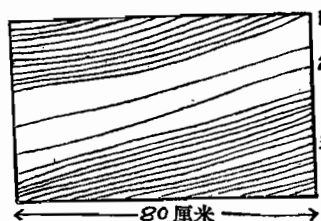


圖 1. 1. 深灰色細粒高嶺岩
2. 深灰色粗粒高嶺岩
3. 深灰色細粒高嶺岩

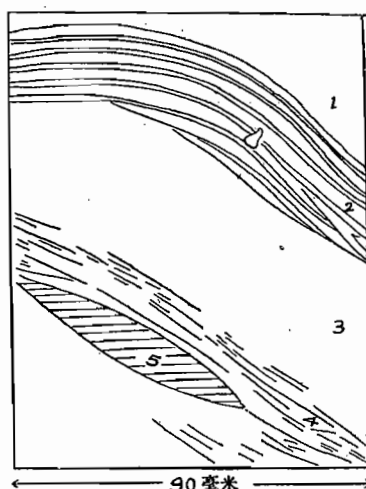


圖 2. 1. 深灰色細粒高嶺岩 2. 灰色粗粒含石英高嶺岩 3. 黑灰色細粒高嶺岩 4. 黑色高嶺岩含植物條痕 5. 黑色膠狀高嶺岩的扁豆體

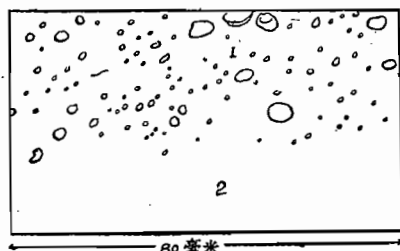


圖 3. 1. 黑灰色豆狀高嶺岩
2. 黑色粗粒高嶺岩

粗、細粒高嶺岩的互層中，亦有時見到小的膠狀高嶺岩的扁豆體以及植物的殘體（圖 2），在粗粒高嶺岩層中亦往往見到分布不均勻的豆狀結構（圖 3）。所有這些變化，在高嶺岩中常有出現，基本上都屬於造內（intraformational）變化，變化的基本規律，仍遵循水成岩的一般原則，即沿走向變化較小，而沿傾斜變化較大。

三、高嶺岩的物理性質及礦物組成

高嶺岩一般為灰色至深灰色，部分略帶紫色，風化後顏色一般減退至淡灰、青灰，有時表面略呈藍色。粗粒高嶺岩多為厚層塊狀，風化後表面凸凹不平，酷似砂岩；細粒及膠狀高嶺岩一般為薄層或厚層，風化後易成近于等體積的鋒利小塊，一般具整齊或美麗之貝狀斷口。 $H = 2-3$, $S.g. = 2.5-2.65$ ，岩石一般緻密，孔隙度不大，久置水中并無膨脹、鬆散、軟化及混濁等現象，與一般岩石無任何差異。

高嶺岩的礦物組成，主要為高嶺石及少量的多水高嶺石、石英、云母、褐鐵礦等，鉍石及長石僅偶而見之。

高嶺石的出現有兩種型式：一為大的晶体，最大者可至 2.3 毫米。顯微鏡下：無色或略帶棕褐色，常呈蠕狀，平行于 001 面劈理顯著，沿劈理多呈雲翳狀，多色性甚微弱。顯示：Y = 淡黃色，X = 無色或微帶黃色，消光角近于平行，油浸測定 $N \approx 1.565$ 。

高嶺石出現的另一種型式為隱晶狀，顯微鏡下為微黃至棕黃色，呈膠狀結構，有時呈似流紋狀結構(quasi-flaw structure)，透明的隱晶高嶺石油浸測定， $N = 1.575$ 。

多水高嶺石，一般為圓形及次圓形的顆粒。顯微鏡下：無色透明，主要為由細微鱗片狀所構成的集合體，干涉色甚低，一般均為一級灰色，油浸測定， $N = 1.56$ 。

石英一般均為棱角狀或楔形，少數為次圓狀。

褐鐵礦一般呈雲翳狀或散染狀，偶見不規則之團片，常與黑色有機質共生，構成薄片之污染。

雲母主要為絹雲母（可能有少量伊利雲母及水白雲母），呈鱗片狀，間呈定向排列，光性與習見者同。

鉛石為無色晶體，單軸(+)，突起與干涉色均高。

岩石經過 x -射綫分析，証明主要礦物為高嶺

石，含有少量石英、褐鐵礦、鉛石及金紅石；岩石亦經過差熱分析，同樣証明主要礦物為高嶺石，少數差熱分析曲綫如圖 4、5 所示。

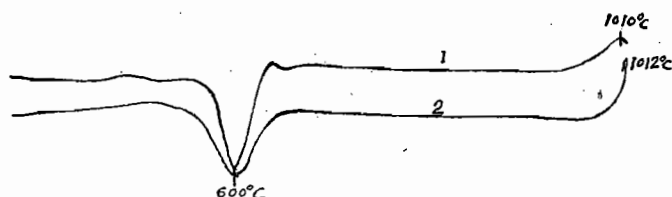


圖 4. 高嶺岩之差熱曲綫

1. 厚層塊狀粗粒高嶺岩之差熱曲綫
2. 暗紫灰色厚層塊狀細粒高嶺岩之差熱曲綫

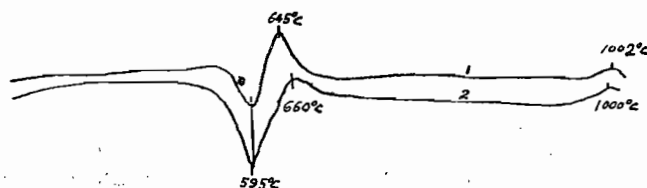


圖 5. 高嶺岩之差熱曲綫

1. 灰黑色細粒高嶺岩之差熱曲綫
2. 灰黑色細緻高嶺岩之差熱曲綫

四、高嶺岩的岩相

中國內蒙大青山區高嶺岩，從其結構上區分，基本上可分為下列 3 個類型：

1. 粗粒高嶺岩：（圖版 I，圖 1、圖 2）

標本為灰色至深灰色塊狀，風化後狀似粗砂岩，偶見凌亂之植物殘體。

顯微鏡下：顯示碎屑狀或粗粒狀結構，組成礦物主要為高嶺石，及少量多水高嶺石、石英、褐鐵礦及有機質等。高嶺石晶體發育較大，具完整之 001 面劈理，沿劈理常呈雲翳狀。多水高嶺石呈星散分布，圓形粒徑一般在 0.004—0.78 毫米，大者可至 1.2 毫米。石英呈楔狀，一般粒徑在 0.02 毫米左右。空隙中幾全為黃色或棕黃色之隱晶高嶺石所佔有，有機質及褐鐵礦常伴生，構成污染。

2. 細粒高嶺岩：（圖版 I，圖 3）

標本一般為深灰至黑灰色,部分略呈紫色,風化后顏色變為灰色或青灰色,斷口平整,常具貝狀。

顯微鏡下:顯示碎屑狀結構,部分受局部擠壓作用后呈平行排列,主要組成礦物同粗粒高嶺岩,高嶺石偶見較大晶体,光性同前,多水高嶺石一般粒徑較前為小,平均為 0.06—0.08 毫米,最大者可達 0.34 毫米,空隙間為隱晶之高嶺石所佔有,并有褐鐵礦及有机質之污染。

3. 膠狀高嶺岩: (圖版 I, 圖 4)

標本一般為深灰色略帶棕色,表面光滑細膩,稍顯似油脂 (quasi-resinous) 光澤,斷口平整,具美麗貝狀。

顯微鏡下:顯示膠狀結構,幾全為隱晶狀高嶺石所組成,其中偶包有少數之高嶺石、多水高嶺石及分散之石英屑。膠狀隱晶高嶺石一般為黃至棕黃色,呈美麗之似流紋狀結構,流紋延長方向与層理平行,其中被包礦物之長軸,亦大致与流紋平行,表面亦為褐鐵礦及有机質污染。

五、高嶺岩的化學性質

我國內蒙大青山區 16 塊代表性的高嶺標本,其分析結果如表 1 所示:

表 1 高嶺岩化學組成表

組成 編號	化 學 組 成										
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	燒失量	總 計
1	45.88	36.37	1.37	0.85	0.43	0.20	0.13	0.08	—	15.44	100.75
2	44.72	36.83	0.92	1.10	0.35	0.28	0.12	0.03	—	16.39	100.74
3	47.37	37.22	0.35	0.99	0.38	0.21	0.12	痕跡	—	13.82	100.46
4	47.00	34.90	0.57	1.00	0.69	0.20	0.38	0.02	—	16.00	100.76
5	46.42	36.80	0.69	1.00	0.47	0.21	0.15	0.02	—	15.02	100.78
6	47.60	36.78	0.52	1.00	0.44	0.18	0.26	0.03	—	14.01	100.80
7	46.51	38.49	0.39	0.93	0.17	0.03	0.01	0.03	0.06	14.31	100.93
8	47.13	37.93	0.39	0.80	0.24	0.02	0.02	0.04	0.03	14.21	100.81
9	46.73	38.62	0.32	0.90	0.27	0.02	0.02	0.02	0.01	13.76	100.65
10	46.23	37.84	0.78	0.83	0.27	0.02	0.04	0.03	0.02	14.24	100.30
11	45.43	38.57	0.19	0.80	0.26	0.08	0.02	0.02	0.04	15.24	100.65
12	46.24	38.56	0.40	1.35	0.30	0.00	0.007	0.03	0.04	14.16	101.08
13	45.86	38.92	0.31	0.90	0.32	0.03	0.008	0.04	0.07	14.20	100.65
14	45.32	38.76	0.41	0.90	0.25	0.03	0.01	0.02	0.05	14.50	100.25
15	46.38	37.18	0.25	1.37	0.24	0.01	0.03	0.03	0.02	14.83	100.34
16	46.72	38.19	0.62	0.95	0.32	0.04	0.01	0.02	0.04	13.89	100.80
平均值	46.35	37.62	0.53	0.98	0.33	0.09	0.08	0.03	—	14.62	—

1. 細粒高嶺岩, 2. 膠狀高嶺岩, 3. 粗細粒互層高嶺岩, 4. 薄層高嶺岩, 5. 厚層粗粒

高嶺岩, 6. 細粒高嶺岩夾植物殘體, 7. 細粒高嶺岩, 8. 粗粒高嶺岩, 9. 膠狀高嶺岩, 10. 褐灰色粗粒高嶺岩, 11. 細粒高嶺岩, 12. 灰帶紫色高嶺岩, 13 同 12, 14. 粗粒高嶺岩含植物殘體, 15. 厚層細粒高嶺岩, 16 同 15。

从表 1 不难看出, 高嶺岩的化学成分是相当穩定的。可以作為特徵提出的是: 鹼金屬及鹼土金屬氧化物含量特別低, 一般均不超过 0.5%。这种化学組成的特徵及其穩定性, 可以与同時代的苏联列寧格勒省產的高嶺岩(原称硬質粘土——作者)以及美國賓省(Pennsylvania)及密苏理省的歐文思村(Owensville, Mo.)等區產之高嶺岩(原称燧石粘土——作者)相互比擬。

高嶺岩中含量相当高的 Al_2O_3 , 比較低的 SiO_2 以及特別低的鹼金屬及鹼土金屬氧化物使之易与一般頁岩區別開來, 而根据其 Al_2O_3 与 SiO_2 之比率(一般都小于 1), 又十分容易与鋁土礦區別開來(鋁土礦中 Al_2O_3 与 SiO_2 之比率一般在 3—7 間), 因此, 从化学組成觀點來看, 本類岩石在水成岩中是有其独特性的。

根据表 1 中之化学組成, 換算后之主要理論礦物組成如表 2 所示:

表 2 高嶺岩理論礦物組成表

組 編 號	理 論 礦 物 組 成*								總 計
	高嶺石	雲 母	石 英	金紅石	針鐵礦	水 分 有機質	氧化鈣等	三氧化 二 鋁	
1	90.00	2.10	3.10	0.90	1.40	2.80	0.80	—	101.10
2	92.90	1.40	1.20	1.10	0.90	3.30	0.70	—	101.50
3	93.30	1.00	3.60	1.00	0.40	0.70	0.70	—	100.70
4	85.80	3.40	5.80	1.00	0.60	3.80	1.30	—	101.70
5	92.50	1.50	2.90	1.00	0.70	2.00	0.90	—	101.50
6	91.30	2.60	4.30	1.00	0.50	1.10	0.90	—	101.70
7	95.50	0.45	1.88	0.93	0.39	0.97	0.20	0.61	100.93
8	94.50	0.66	2.84	0.80	0.39	0.98	0.26	0.27	100.70
9	92.70	0.42	3.37	0.90	0.32	0.67	0.27	1.66	100.31
10	94.40	0.71	1.97	0.85	0.78	1.06	0.29	0.26	100.30
11	94.40	0.42	1.30	0.80	0.19	2.07	0.34	1.11	100.63
12	94.90	0.45	1.89	1.35	0.40	0.92	0.30	0.88	101.09
13	95.20	0.58	1.28	0.90	0.31	0.89	0.35	1.09	100.60
14	95.30	0.33	0.81	0.90	0.41	1.19	0.28	0.93	100.15
15	90.80	0.62	3.83	1.37	0.25	2.15	0.25	1.03	100.30
16	93.80	0.33	2.85	0.95	0.62	0.77	0.36	0.96	100.64
平均值	92.95	1.06	2.62	0.98	0.53	1.58	0.51	—	—

表中編號見表 1

根据計算出的主要理論礦物組成, 可見本類岩石高嶺石含量一般都達 85% 以上, 其餘副礦物一般均在 2% 以下, 只有少數達到 5%。因此, 从礦物組成觀點來看, 本類

* 表中剩餘 CaO 应以方解石存在, Al_2O_3 应以水鋁石存在, 因量甚微, 未予計算。

岩石在水成岩石中亦為一獨特者。

六、高嶺岩的成因

从高嶺岩組成的物質來源看,無疑它是由于富含硅酸鋁的各種岩石分解而來的。

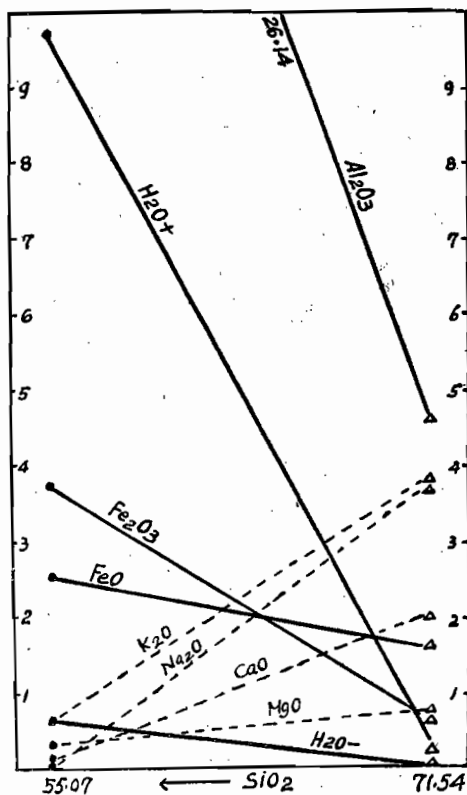


圖 6. 美國明尼蘇達州摩爾頓地方之新鮮片麻岩及風化片麻岩的化學成分變化圖解

△ 新鮮片麻岩 ● 風化片麻岩

介質的酸度以及大量植物腐殖質化合物的作用,后者主要賦予游離 SiO_2 以保護性的膠體。同時被挾帶的云母及石英屑等則以分散的顆粒夾于膠體溶液中。同時被挾帶走的也還有植物殘體,如果說在潮濕的氣候下,密茂的植物產生了大量的有機酸,因而大大促使了富含鋁硅酸鹽類礦物的岩石分解,并由是形成了高嶺岩

根据 Goldich 对于美國明尼蘇達州摩爾頓地方的新鮮片麻岩与風化片麻岩的分析結果,可給本節所討論的問題提供若干綫索。Goldich 分析結果可表示如圖 6。

根据圖 6,可見在片麻岩的風化过程中,鹼金屬及鹼土金屬氧化物大量流失,而 Al_2O_3 及 $\text{H}_2\text{O}+$ 則有急劇的增加,這一點是与該區岩石風化过程中礦物的消長變化完全符合的,根据 Goldich 所做同一區片麻岩因風化所產生的礦物變化如圖 7 所示。

从圖 7 不难看出,高嶺石量的急劇增加為一突出特徵。由于这种方式產生的高嶺石一般都是隱晶的,在酸性的介質影响下,可以移動很遠,同時被挾帶走的還有過飽和的游離 SiO_2 , Al_2O_3 以及殘留的云母、石英屑等,這一切都構成了高嶺岩的物質來源。

从高嶺石沉積物的搬運方式看,應該是膠體性質的。在這裏能使游離的 SiO_2 保持不与 Al_2O_3 作用,因而有遠距離搬運的主要因素是

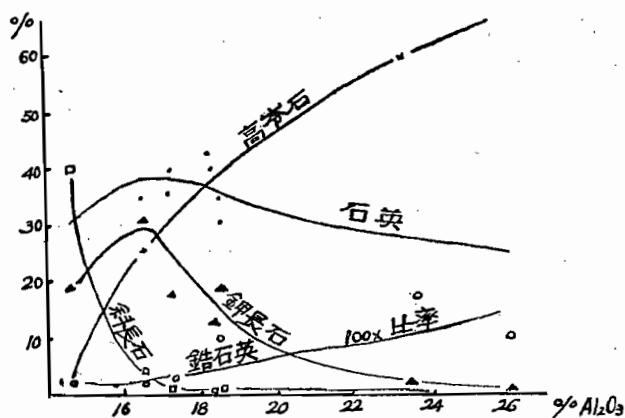


圖 7. 風化作用下片麻岩中礦物含量的變異曲綫

沉積物質的主要來源,那麼不難設想,在大量植物腐植質產生的條件下,同時帶來一些植物殘體是極其自然的,這一點也正說明為什麼高嶺岩總是與煤系地層有密切關係,並且往往生在其中。

從高嶺岩沉積的性質來看,基本上是化學的,特別是對於可以作為標誌特徵的粗粒高嶺岩來說,則完全是一種特殊的化學結晶停積(down-setting of chemical crystallization)而不是由於湖盆反覆干涸所形成的機械沉積(М. С. Швецов),如果我們公認搬運沉積物的介質是酸性的話,那麼便不能否認這種酸性介質在其長距離的搬運過程中會逐漸地改變其性質,這種性質改變的總趨向是:酸度逐漸減低,而漸趨於中和,這一點動搖了原來介質中游離 Al_2O_3 的穩定性;同時由於長距離的搬運,原來帶有保護性腐植質膠體的 SiO_2 也因沖刷或沖淡的影響,而逐漸減少或完全失去其腐植膠體的保護性作用,這兩種性質的改變,就大大促進了 SiO_2 與 Al_2O_3 的作用,因而便迅速發生高嶺石等礦物的沉積。

由於是迅速發生的結晶沉積,因而先期產生的高嶺石一般應是隱晶的或結晶很小的。在間歇期間,介質濃度因先期沉積而變為暫時的稀薄了,這就有機會給殘留 SiO_2 與 Al_2O_3 以緩慢結晶的時間,因而它們往往是大晶體的,這些晶體發育到一定程度便因比重的關係而逐漸停積下來,這就形成了粗粒高嶺岩。由於原來沉積物質的供給在每一特定時期內並不是相等的,因此類似於上述的沉積情況可以重複出現,這就具體反映了粗粒高嶺岩和細粒高嶺岩或膠狀高嶺岩往往以互層出現的情況。

斯塔烏特以及戈烈茨基因見到木賊屬能吸收 SiO_2 , 石松類能吸收 Al_2O_3 , 因而推斷說,當這些生物集中起來充滿淺水盆地中後,隨着 pH 值的不同,便能沉積出高嶺石類等礦物來,顯然這種生物成因釋說是十分勉強的,也是很難設想的。應當指出:如果在某種環境中能夠供給木賊屬和石松類等生物以大量的 SiO_2 和 Al_2O_3 , 那麼這些 SiO_2 和 Al_2O_3 它們自己也會隨着 pH 值的不同,因而首先發生作用,產生高嶺石等礦物的沉積,並不需要木賊或石松來作媒介。

阿倫(V. T. Allen)、富斯(R. M. Foose)等認為這類岩石是沉積成因的,並未深入討論其性質,顯然,沉積成因的解說對於本類岩石來說,在現代概念下是沒有什麼非議的。

七、高嶺岩及其有關岩石的分類

根據以上所述高嶺岩的各種特徵以及其在世界範圍內分布的廣泛性和穩定性,作者認為:在學術名詞上採用新名,並將與之相似的岩石加以區分,從而給予統一的命名及規定其應用範圍是有必要的,因此作者提出下列分類的建議。

統一後的“粘土”:專指散漫狀的、具有可塑性的一大類。在這一類中:從成因上

表 3 高嶺岩及其有關岩石分類表

舊 總 稱	粘 土		
舊 分 類	軟 質 粘 土	硬 質 粘 土	
新 分 類	粘 土	粘 土 岩	高 嶺 岩

可分為殘積的和沉積的兩類;從礦物組成上可分為單礦物的和複礦物的兩類;從產狀上可分為層狀的和非層狀的兩類。

統一後的“粘土岩”:指一切由于複礦物的“粘土”物質經過成岩作用而形成的岩石。這一類可以根據岩石本身的特殊構造而分別冠以形容詞,如厚層粘土岩、薄層粘土岩、板狀粘土岩等。

統一後的高嶺岩:指一種基本上是單礦物的、主要由高嶺石組成的、經過成岩作用的岩石。這一類包括舊名稱中的硬質粘土、燧石粘土等。

關於高嶺岩,作者根據自己的初步看法,提出了如上的說明和建議,供諸討論。

參 考 文 獻

- [1] 什維佐夫, 1955. 沉積岩石學。上冊 145—151 頁。
- [2] 什維佐夫, 1955. 沉積岩石學。下冊 47—82 頁。
- [3] 奧根斯基, 1954. 耐火粘土。
- [4] 盧奇茨基, 1954. 岩石學簡明教程。281—282, 293—301 頁。
- [5] 塔塔林諾夫、別傑赫琴, 1954. 礦床學。第三篇 129—141 頁。
- [6] 塔塔林諾夫、別傑赫琴, 1953. 礦床學。第二篇 105—111 頁。
- [7] F. F. Grout, 1954. 岩石手冊。103—229 頁 (張瑞錫等譯)。
- [8] V. T. Allen, 1946. Sedimentary and volcanic processes in the formation of high allumina clay, *Econ. Geol.* Vol. 41, No. 2, pp. 124—148.
- [9] R. H. Foose, 1944. High allumina clays of Pennsylvania, *ibid.* Vol. 39, pp. 557—577.
- [10] R. B. Ladoo & W. M. Myers, 1951. Non metallic minerals. pp. 141—160.



圖 1. KC——高嶺石結晶；H——多水高嶺石；
CK——隱晶高嶺石；Q——石英。
×N, ×50。



圖 2. KC——高嶺石結晶；Q——石英；
CK——隱晶高嶺石，暗色部分為有機質
及褐鐵礦所污染；
H——多水高嶺石。
11 N, ×90。

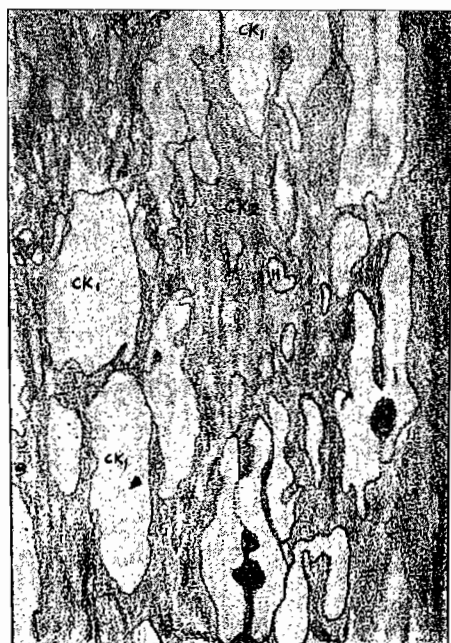


圖 3. CK₁——扁平小結節狀之隱晶高嶺石；
CK₂——隱晶高嶺石為有機質及褐鐵礦
所污染；Q——石英；
H——多水高嶺石。
11 N, ×90。

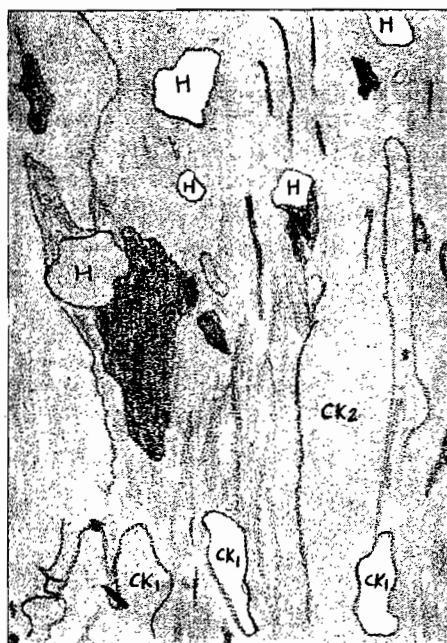


圖 4. CK₁——隱晶高嶺石之扁平小結節；
H——多水高嶺石；
CK₂——隱晶高嶺石，暗色部分為有機
質及褐鐵礦所污染。
11 N, ×90。