

黃登花崗岩의 風化에 따른 化學組成의 變化와 主要元素의 相對的 移動

南 基 庠*

Variation of Chemical Composition and Relative Movement of Major Elements on the Weathering of Hwang-Dung Granite.

Nam Ki Sang

Abstract

The writer intended to observe the relative mobility of elements in weathering process of granite, on the outskirts of IRI city at Jeollabukdo KOREA. He analysed fresh granites and weathered ones of Hwang-Dung granite mass and had following conclusions by the triangular diagrams and the oxidized variation diagrams of the analysis.

- 1) The increasing phenomena of H₂O observed clearly in early and late stage of weathering processes.
- 2) Granites was weathered by physical weathering in early stage, and it was weathered by chemical weathering in late stage.
- 3) The ratio of FeO/Fe₂O₃, FeO/MgO, and SiO₂/Al₂O₃ decreased uniformly from early to late stage of weathering processes.
- 4) It was proved that weathering potential of granite was larger than that of basaltic rock.
- 5) The order of mobility in major elements was Ca, Na, K>Si>Mg>Fe, Al.

1. 序 言

地表面 特히 陸地의 岩石과 堆積物과의 連關性을 理解한다는 面에서 岩石의 風化作用을 化學的으로 究明하는 일은 큰 意義가 있다.

이에 對한 것은 이미 筆者가 指摘한바 있거니와 그 뒤 계속된 연구로써 新鮮한 黃登花崗岩의 化學分析值를 1972年에 發表한바 있다. 今般에는 新鮮한 岩石들의 風化現象을 究明하여 元素들의 移動을 考察하기 위한 目的으로 新鮮한 原岩石과 風化의 各 過程에 있는 風化岩을 化學分析하여 化學組成을 比較檢討하고 그 結果를 報告하는 바이다. 造岩鑛物의 變化하는 樣相은

*전북대학교 공과대학

此後日에 顯微鏡觀察을 實施해서 報告키로 한다.

風化現象이란 여러가지 要因들이 重複되어지는 것이어서 이들을 理論的인 處地에서 考察한다는 것은 不可能하기 때문에 먼저 經驗的으로 相對的으로 取扱하여 資料의 累積을 圖謀하는 일이 필요하다.

本文을 쓰는데 化學分析은 日本 九州大學 理學部 地質學教室 石橋 博士의 好意로 얻어진 것임을 附記하며 그에게 感謝한다.

2. 試料의 概說과 採取地點 附近의 地質概要

黃登山은 細粒乃至中粒質의 黑雲母花崗岩으로 距今 70餘年前 부터 良質의 石材 採石場으로 널리 알려져

곳이다.

黃登山을 이루고 있는 花崗岩을 野外觀察한 바에 依하던 그 表層新面이 褶曲構造처럼 만곡되어 있는데 이것이 joint 같지는 않고 또 性分이 다른 部分이 있는 것으로 보이므로 이런 現象이 무엇을 의미하는지를 앞으로 研究해야 될 문제이다.

黃登花崗岩의 地質年代는 參禮圖幅 및 威悅圖幅에 依하던 佛國寺世에 속할 것으로 記述되어 있다. 그러나 金玉準(1971)의 絕對年齡測定에 의해 中期쥬라기인 것이 밝혀졌다.

鏡下에서 觀察한바에 依하던 構成鑛物은 石英, 斜長石 微斜長石 퍼다이트(perthite) 黑雲母等이고 微量의 絹雲母도 觀察된다. 各試料를 다음과 같이 分類採集하여 室內作業을 實施했다.

A) 原岩: 比較의 新鮮한 岩石으로 採石場의 밑 바닥에 깔려 있는 것으로 組織과 成分에 있어서 變化가 없는것.

B) 風化初期岩: 外觀은 原岩과 大差를 發見할 수 없으나 손 끝으로 強하게 壓縮하면 破壞되어지는 岩石으로써 化學的風化하기 보다는 物理的 風化가 始作된 段階의 것으로 볼수 있는 것이다.

C) 風化中期岩: 보다 風化가 뚜렷하게 進行된 것으로서 構成鑛物들을 區別하기가 어려워 顯微鏡이 아니면 石英以外的 鑛物은 肉眼으로 識別해 내기 어려운 것이다.

D) 風化末期岩: 大部分이 石英으로 構成되어 있는 것으로 土壤에 該當하나 比較的 有機物이 混在하지 않은 것으로서 黑雲母의 微粒이 殘留되어 있다.

이들 試料는 採石場의 斷面을 생각하여 地表面에 가

까운것 부터 下部로向하여 風化末期岩 風化中期岩 風化初期岩 및 바닥을 原岩으로 定하여 採集했다. 採取點을 模式的인 斷面으로 圖示하면 第1圖와 같다.

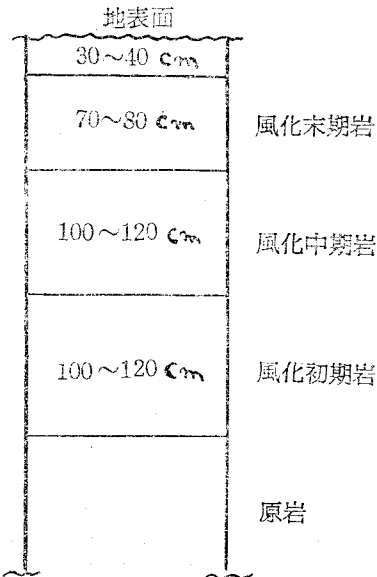


Fig. 1. Profile of sampling point at Hwang-Dung granite and their weathered rocks.

3. 化學組成의 檢討

3-1 分析結果

各 試料의 分析値는 다음 記號에 따라 表 I에 표시 하였으며 여기에 比較를 위해서 日本 九州地方의 두곳의 것을 같이 表記했다.

Table 1. Chemical composition of granitic rocks and their weathered rocks.

	HG-1	HG-2	HG-3	HG-4	NG-1	NG-2	NG-3	NG-4	NKG-1	NKG-2	NKG-3	NKG-4
SiO ₂	69.48	66.92	67.52	67.08	2.56	72.13	70.16	74.38	69.98	62.29	59.35	64.43
TiO ₂	0.39	0.51	0.29	0.39	0.13	0.11	0.19	0.09	0.13	0.55	0.46	0.30
Al ₂ O ₃	15.96	17.28	17.02	17.96	14.61	15.17	17.22	11.69	16.73	19.19	17.24	19.31
Fe ₂ O ₃	0.88	1.38	1.46	2.16	0.62	0.85	1.25	1.38	0.62	3.47	4.36	3.05
FeO	1.61	1.01	1.01	0.67	0.74	0.72	0.36	0.74	1.92	1.74	1.56	0.68
MnO	0.036	0.061	0.061	0.036	0.06	0.06	0.05	0.05	0.07	0.11	0.11	0.08
MgO	0.53	0.49	0.42	0.64	0.35	0.24	0.20	0.27	0.84	2.11	1.43	1.32
CaO	2.49	2.17	2.10	2.12	1.54	1.25	0.11	tr.	2.66	4.09	3.45	0.79
Na ₂ O	4.52	4.51	4.42	3.51	3.80	3.30	1.52	1.30	3.90	3.24	2.00	2.30
K ₂ O	3.91	4.49	4.49	3.45	3.80	5.00	4.01	5.40	3.10	2.80	4.08	2.66
H ₂ O ⁺	0.09	0.74	0.81	1.57	1.16	1.11	4.92	4.08	0.54	0.57	5.04	4.78
H ₂ O ⁻	0.02	0.18	0.14	0.22	0.19	0.39	0.23	1.23	0.11	0.36	1.00	0.76
P ₂ O ₅	0.13	0.16	0.15	0.12	0.06	tr.	0.01	tr.	0.02	tr.	0.03	0.03
Total	100.036	99.901	99.941	99.806	99.63	100.33	100.23	100.46	100.03	100.70	100.11	100.49

A. 黃登山花崗岩

- HG-1 原岩
- HG-2 風化初期岩
- HG-3 風化中期岩
- HG-4 風化末期岩

B) 日本의 長垂(Nagadare)花崗岩

- NG-1 原岩
- NG-2 風化初期岩
- NG-3 風半中期岩
- NG-4 風半末期岩

C) 日本의 能古島(Nagonoshima)花崗閃綠岩

- NKG-1 原岩
- NKG-2 風化初期岩
- NKG-3 風化中期岩
- NKG-4 風化末期岩

3-2. 圖表에 의한 檢討

A) 變化圖

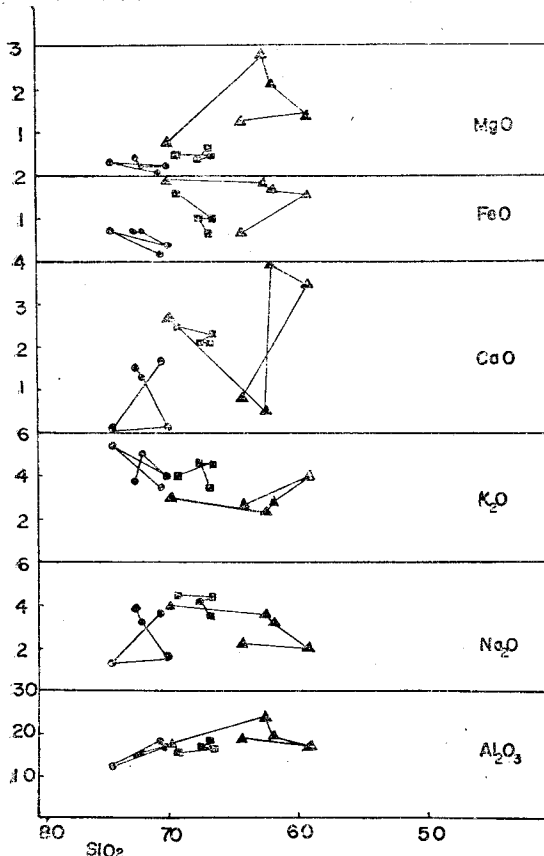


Fig. 2. Variation diagram for granite and their weathered rocks.

- ▲ : NOGONOSHIMA granodiorite.
- : NAGADARE granite.
- : HWANG-DUNG granite
- R : (MnO+Fe₂O₃+FeO+MgO).

The symbols of next figures are same as above.

SiO₂의 增減에 對한 各 酸化物 卽 Al₂O₃, Na₂O, K₂O, CaO, FeO 및 MgO의 變化를 보기 위해 第2圖를 作成했다. 이들의 變化狀態는 筆者가 이미 發表한 것과도 比較檢討했다.

第2圖에서 보여 주는바와 같이 酸化物들의 移動範圍가 Nagonoshima의 花崗閃綠岩의 경우 보다는 좁으며 Nagadare의 花崗岩보다는 작다고 할수 있으나 비슷하다고 보는것이 좋을것 같다. 즉 이들 酸化物에 對해서 考察해 보면 Al₂O₃가 風化中期에는 增加를 보이다가 末期에 減少現象을 보이는 것은 같은 現象이다. Na₂O의 경우도 역시 減少現象을 보이는데 특히 中期에서 末期에 이르는 사이에 뚜렷한 減少를 보여주고 있다. K₂O는 中期에서 增加現象을 보이다가 末期에서 減少現象을 보이고 있다. FeO 및 CaO는 함께 初期에서 末期를 向해서 減少를 보이고 있는데 CaO는 특히 中期와 末期에 두드러진 變化를 보이지 않고 一定限度를 維持하고 있다. 이 같이 여러 成分이 全般的으로 減少現象을 보이는데 反하여 MgO는 中期까지는 減少하다가 末期에 가서 增加現象을 보이는 것은 特記할만하다.

B) 三角圖表

total Fe—MgO—(K₂O+Na₂O)의 三角圖表(第3圖)에서 MgO는 初期 및 中期岩에서 一律性있는 減少現象을 보이다가 末期岩에서는 急激한 增加現象을 보여주고 있다.(Na₂O+K₂O)는 初期에 增加, 中期에는 保合 末期에는 急激한 減少現象을 보여준다. total Fe는 初

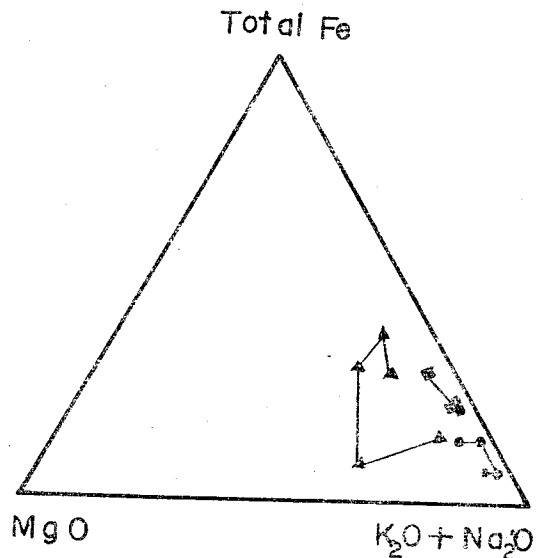


Fig. 3. Triangular diagram showing molecular ratio of MgO—(Na₂O+K₂O)—(FeO+Fe₂O₃) of granite and their weathered rocks.

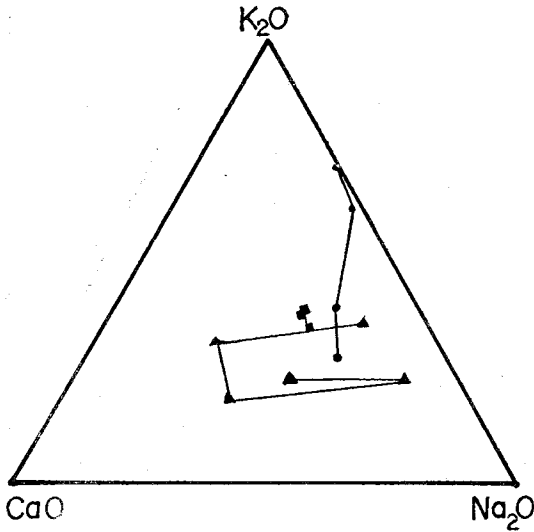


Fig. 4. Triangular diagram showing molecular ratio of K_2O-Na_2O-CaO of granite and their weathered rocks.

期에는 減少, 中期에는 保合, 末期에는 急増現象을 보여준다.

$K_2O-CaO-Na_2O$ 의 三成分圖(第4圖)에서 K_2O 는 初期에 急増하다가 中期에 保合, 末期에 減少現象을 나타내고 Na_2O 는 一律性 있는 減少는 아니지만 全體的으로 減少를 나타내고 있다. 이에 對하여 CaO 는 初期에 急減現象을 보이다가 末期에는 急増現象을 보여 주는데 이들 相互間의 關係가 一律性을 갖지 못 하는 理由로써는 灰長石 曹長石 正長石等의 風化度가 相違한데 있을것 같다.

$H_2O-(MnO+FeO+Fe_2O_3+MgO)-(CaO+K_2O+Na_2O)$ 의 三成分圖(第5圖)에서 H_2O 는 初期에는 急増現象을 보이다가 中期에는 保合狀態를 維持하며 末期에는 이에 더 急増現象을 보여주고 있다. mafic elements는 初期에 減少 中期에는 急増, 末期에는 保合狀態를 維持한다. $(CaO+K_2O+Na_2O)$ 는 全般的으로 一律性있는 減少現象을 보여주고 있다. 이 같은 現象은 初期風化에서는 物理的風化이기 때문에 溶解流失이 거의 없고 H_2O 의 增加現象을 보이다가 中期以後부터 成分의 移動이 나타남을 말 해 준다.

$Al_2O_3-(MnO+FeO+Fe_2O_3+MgO)-CaO$ 의 三成分圖(第6圖)에서 Al_2O_3 는 增加-減少-增加의 現象을 되풀이 하면서 變化를 보여주고 있다. Ca 는 全般的으로 減少現象을 나타내고 있으나 初期에 急減 中期와 末期에 漸減現象을 보여주고 있다. 이에 對해서 mafic elements는 初期에 減少, 中期와 末期에는 增加現象을

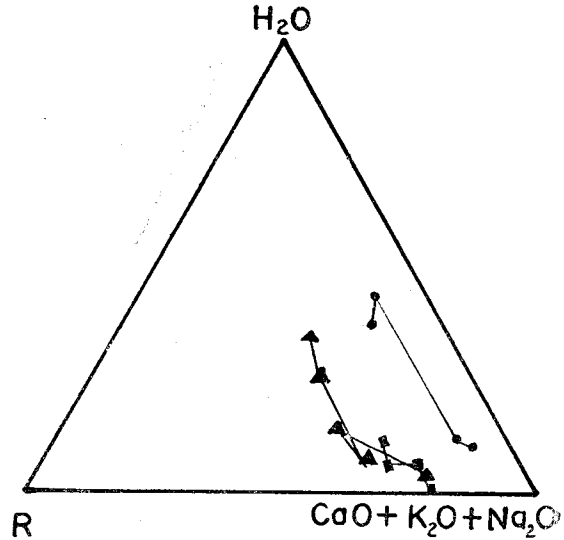


Fig. 5. Triangular diagram showing molecular ratio of $H_2O-(MnO+Fe_2O_3+FeO+MgO)-(CaO+K_2O+Na_2O)$ of granite and their weathered rocks.

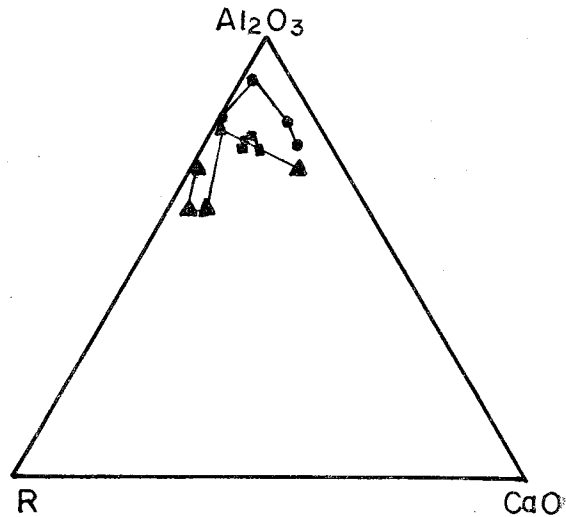


Fig. 6. Triangular diagram showing molecular ratio of $Al_2O_3-(MnO+Fe_2O_3+FeO+MgO)-CaO$ of granite and their weathered rocks.

보여주고 있음은 第5圖에서의 경우와 같다.

$Al_2O_3-CaO-(K_2O+Na_2O)$ 의 三成分圖(第7圖)에서 Al_2O_3 는 大體的으로 增加現象을 보이나 初期에 急増하고 中期에 保合狀態, 末期에 急増現象을 보여주고 있다. CaO 는 大體的으로 減少現象이나 初期急減 中期와 末期에는 保合을 維持시키는데 減少한다.

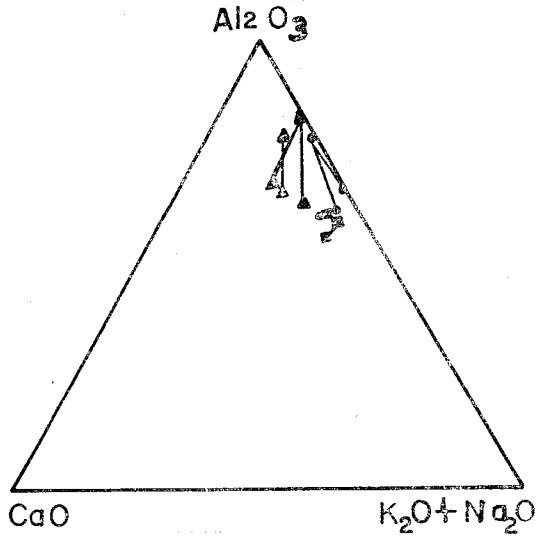


Fig. 7 Triangular diagram showing molecular ratio of Al_2O_3 - CaO - (K_2O+Na_2O) of granite and their weathered rocks.

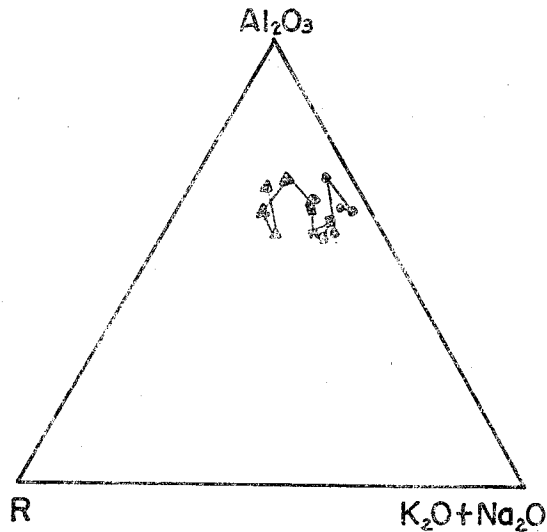


Fig. 8. Triangular diagram showing molecular ratio of Al_2O_3 - $(MnO+Fe_2O_3+FeO+MgO)$ - (K_2O+Na_2O) of granite and their weathered rocks.

(K_2O+Na_2O) 는 大體的으로 減少現象을 보이나 末期에 가서 急減現象이 뚜렷하다. 이는 第3圖에서의 (K_2O+Na_2O) 의 變化現象과는 差異點을 보여 준다.

Al_2O_3 - $(MnO+FeO+Fe_2O_3+MgO)$ - (K_2O+Na_2O) 의 三成分圖(第8圖)에서 Al_2O_3 는 初期에 增加, 中期에 減少 末期에 增加現象을 보이고 末期의 增加는 急增現象을

보여 준다. mafic elements는 Al_2O_3 와는 反對로 初期에 減少 中期에 增加 末期에 減少現象을 보여 주고 있다. (K_2O+Na_2O) 는 全般的으로 減少現象을 보여 주는데 末期에 急激한 減少現象을 보여 주고 있다.

H_2O - (K_2O+Na_2O) - CaO 의 三成分圖(第9圖)에서 H_2O 의 增加 現象은 第5圖에서의 경우와 같이 初期에 急增 中期에 保合狀態維持, 末期에 또한 急增한다.

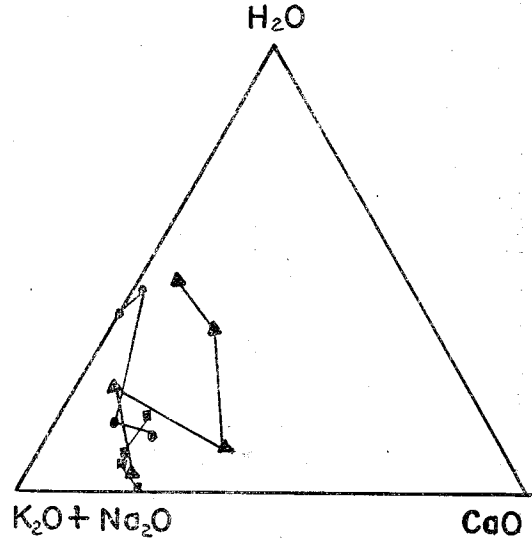


Fig. 9. Triangular diagram showing molecular ratio of H_2O - (Na_2O+K_2O) - CaO of granite and their weathered rocks.

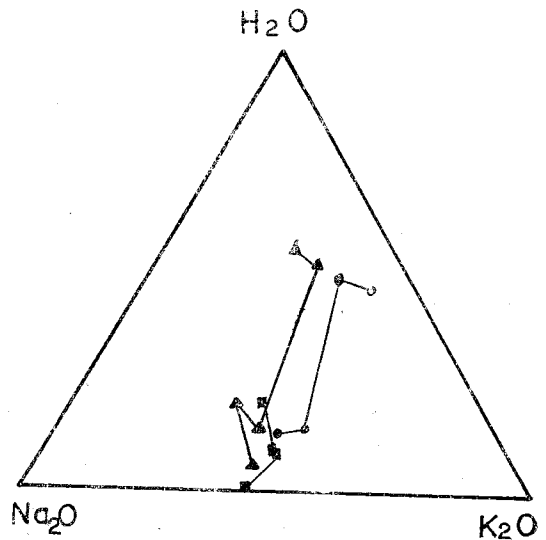


Fig. 10. Triangular diagram showing molecular ratio of H_2O - Na_2O - K_2O of granite and their weathered rocks.

($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$)는 大體的으로 減少現象을 나타내는 것이 第7圖의 경우와 비슷 하나 여기서는 末期에 急減現象을 나타내주고 있다. ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$)는 第3圖의 경우와 틀리는 現象을 보여주나 第7圖와 第8圖의 경우와 같게 一律性있는 現象으로서 末期에 가서 急減現象을 보여주고 있다. CaO 는 第4圖의 경우와 같이 初期와 中期까지 減少現象을 보이다가 末期에 가서 增加現象을 보여주며 第6圖의 減少現象의 一律性을 찾을 수가 없다.

$\text{H}_2\text{O}-\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}$ 의 三成分圖(第10圖)에서 H_2O 는 第5圖와 第9圖의 경우와 같이 初期에 急增, 中期에 保合狀態를 維持하다가 末期에 急增함을 보여 주고 있다. Na_2O 는 大體的으로 減少現象을 보여 주고 있으나 初期에 急減, 中期에 保合을 維持하다가 末期에 急減現象을 보여 준다. K_2O 는 大體的으로 保合狀態를 維持하다가 末期에 가서 急減現象을 보여 주고 있다.

$\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ 의 三成分圖(第11圖)에서 SiO_2 는 初期에 減少, 中期에 增加, 末期에 減少現象을 보여 주고 있다. Al_2O_3 는 第6圖와 第8圖에서와 같이 初期에 增加, 中期에 減少 末期에 增加現象을 보이는 것은 同一한 現象이며 第7圖의 初期의 增加, 中期의 保合維持, 末期의 增加現象과는 多少의 差異는 認定되나 大體的인 移動性은 同一하다. H_2O 는 第5圖 第9圖 第10圖 등에서 보여 주는 바와 같이 初期에 急增 中期에 保合維持現象 末期에 急增은 同一한 現象으로 나타 난다.

$\text{SiO}_2-(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3)-\text{H}_2\text{O}$ 의 三成分圖(第12圖)에서 SiO_2 는 第11圖에서와 같이 初期減少, 中期增加, 末

期減少現象과는 달리 初期急減 中期保合維持 末期急減現象을 보여 준다. ($\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3$)는 大體的으로 增加現象을 나타내는데 初期에 增加, 中期에 保合維持를 나타내고 末期에는 增加現象을 보여 준다. H_2O 는 第5圖, 第9圖, 第11圖 등에서 보여 주는 바와 같이 初期에 急增, 中期에 保合維持, 末期에 急增現象을 나타 낸다.

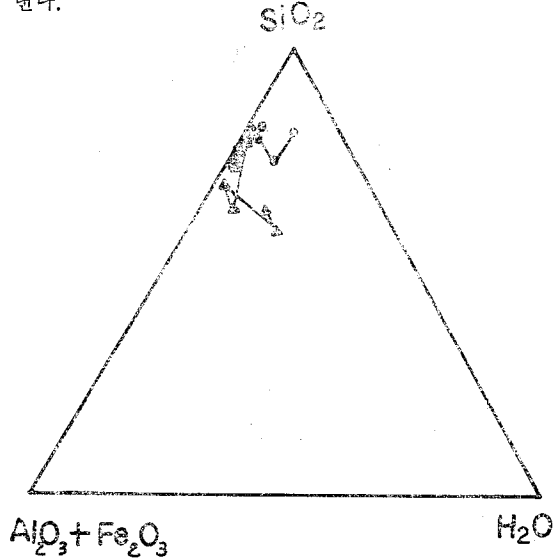


Fig. 12. Triangular diagram showing molecular ratio of $\text{SiO}_2-(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3)-\text{H}_2\text{O}$ of granite and their weathered rocks.

C) 各 酸化物의 比의 檢討

各 酸化物의 比를 檢討하기 위해서 長垂(Nagadare) 花崗岩 및 能高島(Nogonoshima) 花崗閃綠岩을 같이 表

Table 2. Ratio of oxides of granitic rocks and their weathered rocks.

	FeO/ Fe ₂ O ₃	FeO/ MgO	K ₂ O/ Na ₂ O	Al ₂ O ₃ / CaO	Alkali /Al ₂ O ₃	SiO ₂ / Al ₂ O ₃	SiO ₂ / K ₂ O
HG-1	1.83	1.83	0.87	6.41	0.53	4.35	17.77
HG-2	0.73	0.73	1.00	7.96	0.52	3.87	14.90
HG-3	0.69	0.69	1.01	8.10	0.52	3.97	15.04
HG-4	0.31	0.31	0.98	8.47	0.39	3.73	19.44
NG-1	1.19	2.11	1.00	9.49	0.52	4.97	4.21
NG-2	0.85	3.00	0.66	12.14	0.55	4.75	4.21
NG-3	0.29	1.80	0.38	15.60	0.32	4.07	3.76
NG-4	0.56	2.74	0.24	—	0.57	6.36	4.97
NKG-1	1.77	0.63	1.26	4.46	0.25	2.65	2.31
NKG-2	0.50	0.82	1.16	4.69	0.31	3.25	2.48
NKG-3	0.36	1.09	0.49	5.00	0.35	3.44	2.49
NKG-4	0.22	0.52	0.86	24.40	0.62	3.34	2.75

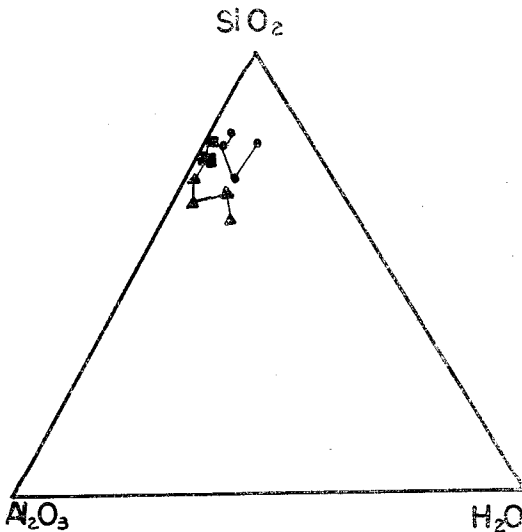


Fig. 11. Triangular diagram showing molecular ratio of $\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ of granite and their weathered rocks.

2로 나타 냈다. 이들 두 地域의 花崗岩類는 FeO/MgO 가 減少現象을 보여 주었는데 黃登山花崗岩에서도 同一한 現象을 보여 주고 있다. 이에 對하여 玄武岩類에서는 增加現象을 보여 주는 것이었다. 또한 Al_2O_3/CaO 는 初期에는 뚜렷한 增加를 보이다가 中期와 末期에는 一律性 있는 增加現象을 보여 주고 있다. K_2O/Na_2O 는 初期와 中期에는 增加現象을 보이나 末期에는 保合狀態를 나타내고 있다. $(K_2O+Na_2O)/Al_2O_3$ 는 大體적으로 保合狀態를 維持하다가 末期에 가서 減少現象을 보여 준다. SiO_2/Al_2O_3 는 初期에 減少 現象을 보이다가 그 다음부터는 保合狀態를 維持한다. SiO_2/K_2O 는 初期는 減少하고 中期에는 增加現象을 나타내고 있다.

D) 風化 포텐셜(potential)

橫軸에 $SiO_2/SiO_2+R_2O_3$ 의 百分率을 取하고 縱軸에 $CaO+Na_2O+K_2O+MgO-H_2O/SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3+CaO+Na_2O+K_2O+MgO$ 의 百分率을 取하여 第13圖로 나타냈다. 이 경우에 縱軸方向의 變化가 큰 것을 우리는 風化的 포텐셜살이 크다고 말하고 있다. 여기서 觀察할수 있는 것은 能高島 花崗閃綠岩 및 長垂花崗岩의 風化포텐셜에 對해서 黃登山花崗岩의 風化포텐셜이 작다는 것을 쉽게 알수 있다. 이는 風化 그 自體에 영향력을 주는 여러가지 物理化學的 要因을 생각할 수 있으므로 地域의인 差에 따르는 溫度 降雨量 氣象條件등이 더욱 크게 作用했을 것이라고 생각 된다. 그러한 意味에 黃登地方의 年平均 氣溫 또는 降雨量등과 九州

地方과를 比較檢討 해야 할 것으로 생각 한다.

4. 風化作用의 過程(從來의 設에 立脚한 解釋)

SiO₂: 原岩 가운데의 珪酸鹽礦物이 分解되는 途中 珪酸이 遊離하여 알카리珪酸鹽의 型으로 移動하는 것 같다. 長垂地域의 경우 및 能高島地域의 花崗岩質岩石의 경우는 大體적으로 增加現象을 보였으나 黃登山花崗岩의 경우는 減少한후에 增加現象을 보여주고 있는 것은 風化作用의 現象을 支配하는 環境要因의 差에서 오는것이라고 믿어진다. 卽 前記 兩地域에 比較해서 溶解度가 커서 一次적으로 알카리珪酸鹽을 形成할 SiO₂는 溶失現象을 보이다가 다음에 알카리珪酸鹽을 形成 殘溜시킨다고 해석 할수 있을 것 같다. 이 같은 해석은 珪酸鹽의 溶解度는 pH가 크면 클수록 크고 溶液가운데에 炭酸가스의 含有量이 어느 程度있으면 溶解度가 크다는것도 이미 알려진 事實이다.

우리 나라 特別히 裡里地方처럼 溫帶氣候條件下에서는 pH의 變化를 일으킬 그다지 큰 要因을 생각 할수 없기 때문에 SiO₂의 移動은 크다고 볼수 없을 것이다. 그러기에 環境條件의 變化에 따르는 移動을 생각해야 할수 밖에 없다. 즉 처음에 어떤 環境의 變化가 있을 때는 珪酸의 移動이 오히려 이 地域에서도 減少現象을 보이다가 風化岩가운데서 含水珪酸鹽이 豐富한 部分이나 알루미늄珪酸鹽이 豐富한 部分 또는 酸化第一鐵含水珪酸鹽의 混合物이 豐富하지 않을때는 그다지 移動하지 않는 狀態이다. 그러나 이에 對하여 相對的으로 다른 成分이 移動함으로써 역시 增加現象을 보인다고 解釋된다. 換言하면 다른 元素가 溶脫해서 걸보기에 珪酸이 增加해지는 것이라고 解釋할 수 있다.

Al: Aluminium은 風化하여 移動하기 어려운 元素임이 從來의 學說이며 第6圖, 第8圖, 11. 에서 보여 주는 바와 같이 大體的인 增加現象을 보여 주고 있다. 이는 一般적으로 알려져 있는 原岩으로 부터 알루미늄珪酸鹽礦物로 變할때에 酸性溶液(pH=3.5~3.7) 가운데서는 kaoline型 粘土로써, 弱酸性(pH=5.7~6.5)가운데서는 halloysite型 粘土로써, 弱알카리性(pH=7.8~8.5)에서는 montmorillonite型 粘土로써 殘溜한다고 알려져 있는 事實을 立證해 주는 것이다. 그러기 때문에 初期에 風化作用을 받는다고 생각되는 斜長石(特別히 灰長石)은 風化作用의 結果 完全히 分解된다고 해도 Al은 위에서 列舉한 諸型의 粘土礦物로서 그 組成을 이루어 남게 된다고 解釋할 수 있다.

Fe: Fe는 風化作用을 받아 溶解流失되기 어려운 元素라고 해석 되고 있다. 第12圖에서 $(Fe_2O_3+Al_2O_3)$ 의

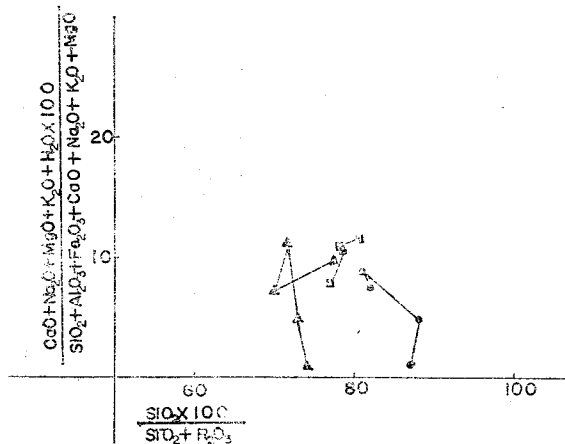


Fig. 13. Weathering potential index showing of granite and their weathered rocks.

경우 大體의인 增加 또는 第3圖에서의 增加現象, 第5圖에서의 增加現象, 第6圖에서의 增加現象등을 考察할수 있는데 反하여 第8圖에서 減少現象을 보이는 것은 Al_2O_3 와의 相關關係때문이라고 解釋되어진다.

Fe는 初生의 主要造岩鑛物 및 副成分鑛物 가운데 存在하며 이들 鑛物이 溶解할때 Fe^{++} 내지 Fe^{+++} 또는 水酸化物 및 水化物로 變化 한다. Fe^{+++} 는 pH=2~4 以上の 環境에서는 沈澱 하나 Fe^{++} 이 되면 pH=5~7 以下에서 溶液中の 成分으로서 存在할 수 있다는 것이 알려졌다. 風化末期岩에서 pH=5~7 風化初期岩에서 pH=2 또는 pH>2이기때문에 새로히 生成된 Fe_2O_3 는 末期岩側에 酸化物 또는 水酸化物의 型으로 濃集되어 진다고 생각 되어진다. 換言하면 全體의으로 末期岩에서 mafic elements의 增加現象을 보여 증과 一致하고 있다.

CaO: CaO는 原岩의 造岩鑛物이 分解할때 遊離溶失되고 또는 溶解하기 때문에 化合物을 形成한다는 것이 第4圖, 第7圖 및 第9圖 등에서 增減現象이 一律의 이 아니라는 것을 考察할때 알 수 있으며 化學分析值에서도 알수가 있다.

MgO: MgO는 第3圖에서 考察되어지는 바와 같이 初期와 中期에서 減少되고, 末期에 增加하는 現象은 原岩의 造岩鑛物이 分解할때에 遊離溶失되고 또는 溶解하기 때문에 化合物을 形成하여 殘留한다는 것을 말해 준다고 解釋할 수 있다.

Na_2O : Na_2O 와 같이 原岩石의 風化가 進行됨에 따라 生成된 알카리元素들의 化合物은 風化產物로 부터 急激히 溶脫 되어진다는 것이 第4圖 및 第10圖에서 考察되어진다. 第4圖에서는 一律性있는 減少를 보이고 있으나 第10圖에서는 中期風化岩까지는 漸變的인 減少를 보이다가 末期風化岩에와서 急減現象을 보이고 있다.

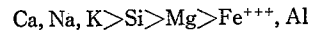
K_2O : 原岩으로 부터 造岩鑛物의 風化作用이 進展됨에 따라 알카리元素들은 易溶性元素로서 溶脫風化產物로 溶失되어 진다는 事實이 分析結果에서 쉽게 觀察되어진다. K_2O 은 Na_2O 와 같이 알카리元素의 酸化物이기는 하나 K_2O 보다 더 易溶性이라는 것이 詳細한 觀

察 結果로 알 수 있다. 第4圖 및 第10圖에서 Na_2O 는 全體의인 一律性이 K_2O 보다 잘 나타나고 있음을 보여 준다.

5. 結 論

黃登山花崗岩의 原岩, 風化初期岩, 風化中期岩 및 風化末期岩의 化學分析值와 이를 土臺로 한 各圖表의 考察로부터 다음과 같은 結果를 얻었다. 이를 比較檢討하기 위하여 日本九州 두 地方의 것도 같이 나타내고 있다.

1) 風化初期岩 乃至 風化中期岩에서는 水酸化物의 生成을 보이고 少量의 SiO_2 가 流失되고 있다. 同時에 Fe-Mg 鑛物이 뚜렷한 酸化를 받으면서 少量의 Fe-Mg는 流失되고 Ca, Na, K의 少量이 계속적인 流失을 보여준다. (分析值 및 三角圖表 參考) 더욱 風化가 進行되어서 風化末期岩에 이르게 되면 Na는 뚜렷하게 流失되고 鐵은 거의 全部가 三價의 鐵로 되어지고 SiO_2 는 相對的으로 增加現象을 보여 준다. 여기서 正確하지는 않으나 各元素의 流失度에 따라 큰것부터 羅列하면 다음과 같다.



注目할 것은九州 두 地域의 경우에서 Ca와 Na이 K와 Si 이 같은 그룹에 들어가는데 對해서 黃登에서는 K가 CaNa와 같은 그룹에 들어간다.

2) H_2O 의 增減現象으로 粘土鑛物의 生成은 初期와 末期에 이루어진다고 해석 된다.

3) 花崗岩類에서는 初期에 物理的風化作用이 活發하고 中期 末期에는 化學的인 風化作用이 活發함을 볼수 있다.

4) FeO/MgO의 減少現象 FeO/Fe_2O_3 의 減少現象 및 SiO_2/Al_2O_3 의 減少現象은九州 두 地域의 것과 같다.

5) 第13圖에서 考察되어지는 바와 같이 Ca, Na, K, Mg의 減少와 H_2O 의 增加하는 것을 미루어 보아 花崗岩類의 風化포텐살이 모두가 같다는 共通性을 보이고 있다.

參 考 文 獻

- Harris, R. C. & Adams, J. A. S. (1966); Weathering of Woodstock granite, near Baltimore, MARYLAND. Amer. Jour. Sci., 266 pp. 146—173.
- Lisitsyna, N. A. & Gazenko, S. D. (1967); New data on the weathered Labradorite. Crust of the Northwestern part of the UKRAINA crystalline shield. Amer. Jour. Sci., 265 pp. 403—418.
- 南基庫(1971); 花崗岩類 및 玄武岩類의 風化에 있어서의 化學組成的 變化와 主要元素의 相對的 移動. 대한지질학회지. 7권 3호 pp. 277—290.
- ” (1972); 黃登山花崗岩의 化學成分에 對하여 진북대학교 논문집 14. p. 211—217.
- Veryura, A. (1967); Mineralogical and chemical investigation of the weathering products of gabbro in the vicinity of NOWA RUDA. Litho. Miner. Reso., 1. pp. 419—426.
- Wolff, R. G. (1967); Geochemical and Mineralogical Studies on the Weathering of Granitic Rock. Amer. Jour. Sci., 266, pp. 106—117.