

全北 全州地域 花崗岩 및 郎山地域 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 migration of major Elements in the Weathering of Jeon-Ju granite and Rang-San granite.

Ki Sang Nam*

ABSTRACT

Weathering of granites has a geochemical role of great significance, because of their abundance and because of chemical instability near the surface of the earth, which is more pronounced than in most other rocks.

On the other hand the granites are tectonically fragile and "react" to deformation with marked facility, giving rise to a whole gamut of deformed rocks.

Therefore, the writer has studied on the weathering of granitic rocks at of Iri city and Jeonju city Jeollabukdo, Korea,

The fresh and weathered rocks were used as material for the investigation. The results obtained by chemical analysis and observation are as follows.

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

1) 序 言

風化作用을 地殼陸地表面에서 일어나는 續成作用의 一環으로 取扱하여 그의 解釋을 化學的인 面으로 이끌려하는데서 本文은 두 地域의 風化岩들을 採取 分析하여 그 分析值를 여러가지 圖表를 使用하여서 考察한 것이다.

地殼을 構成하고 있는 岩石들의 成分 移動을 地球化學的으로 解釋한다는 것은 堆積物과 岩石과의 物質分佈를 考察하는데 必要 不可缺의 것이라고 생각되기 때문이다.

이런 見地에서 著者は 既往에도 몇군데의 風化岩을 分析考察하여 發表한 바 있거니와 그의 계속 研究로서

今般에는 全北 全州 花崗岩 및 郎山 花崗岩을 風化度가 틀리는 岩石을 採取하여 分析考察하여 地殼內的 岩石과 堆積物과를 連結하는 主要한 役割의 一部나를 解釋하려고 시도했다.

風化作用이란 그의 要因을 여러가지로 생각할 수 있는 것이겠으나 보다 主要한 것은 岩石의 組織 造岩鑛物의 安定度 氣候條件 地形條件 또는 產物條件들이라고 생각된다. 이들 條件이 複合的인 作用을 함으로서 하나의 過程이 進行되겠으나 上記 條件들 가운데서 더욱 重要한 것은 自然地理的인 條件이 크게 支配하는 것이라 생각된다. 이 같이 風化現象이란 여러가지 要因들이 複合되어지는 것이어서 이들을 理論的인 處地에서 考察한다는 것은 不可能하기 때문에 먼저 經驗的

이며 相對的으로 取扱하여 資料의 累積을 圖謀하는 것이 必要해 지게 되는 것이다. 岩石의 化學分析은 日本九州大學 地質學教室의 石橋 澄 博士의 好意로 이루어졌음을 밝히고 깊이 感謝한다.

2) 試料의 概說 및 採取地點의 地質概說

試料은 新鮮한 原岩으로 부터 各己 다른 風化過程에 있다고 보여지는 것을 系統的으로 採取했다. 採取地點은 理想的인 柱狀斷面을 생각하고 두 地域이 多같이 採石場이었기에 地表面으로 부터 深部를 向하여 風化度가 틀리는 四種類의 標品을 採取했다.

卽 比較의 新鮮한 原岩으로 부터 漸次風化가 進行되 어진 風化初期岩 보다 더욱 風化가 進行된 風化中期岩 및 完全히 土壤化한 風化末期岩등의 四種類이다. 以下 各試料에 對하여 記載하면 다음과 같다.

가) 原岩 : 比較의 新鮮한 岩石이다. 두 地域이 多같이 採石場이기에 新鮮한 岩石을 採取하기가 어렵지 않았다. 肉眼으로도 花崗岩 組織을 쉽게 識別할 수 있으며 石英, 長石, 黑雲母등의 新鮮한 造岩鑛物이 보인다. 特히 花崗岩(全州)의 경우 硫化物인 黃鐵石의 結晶이 나타나 있다는 것을 말해 두고 싶다. 地表面으로 부터 約 20m의 深部에서 採取했다. 또한 卽山花崗岩은 黃登 花崗岩보다 그의 粒子가 큰 長石類가 部分的으로 나타나 있는 곳도 있어서 標品採取에서 比較的 造岩鑛物들의 粒子들이 均等한 곳을 골라서 採取했다.

나) 風化初期岩 : 外見上으로는 그 組織이 花崗岩의 組織을 나타내고 造岩鑛物도 識別되나 손가락 끝으로 強壓하면 부스러진다. 勿論 全體的인 破壞가 아니라 部分的인것은 하나 原岩과의 커다란 差異點이고 詳細히 觀察하면 造岩鑛物 特히 長石은 化學的인 風化를 받기 始作했기 때문에 新鮮하다고 볼수 없으리만큼 汚染되어 있는 것도 보인다. 其他 造岩鑛物들은 物理的인 風化가 相當히 進行되었기 때문에 손가락으로 強壓했을 때 破壞되어 진다고 보아야겠다.

다) 風化中期岩 : 比較的 風化가 進行되어서 그의 構造上의 特徵은 거의 찾아볼수 없으며 손바닥에 놓고 손가락 끝으로 누르면 石英 以外의 鑛物은 거의 부스러지고 識別해 내기가 어려운 것이다. 勿論 鏡下에서는 아직 風化가 덜 進行된 雲母 長石등의 一部가 新鮮하지는 못하지만 汚染되어진 狀態로 남아 있다.

라) 風化末期岩 : 完全히 土壤化한 岩石으로 狹意로 볼때도 岩石이라 할수 없고 土壤이라 할수 있는 것이다. 그러기 때문에 造岩鑛物은 識別해 낼수 없다는 것이 當然한 것이라 하겠다. 試料採取에 있어서는 比較的 有機物質이 들어 있지 않는 것을 얻는데 留意했다.

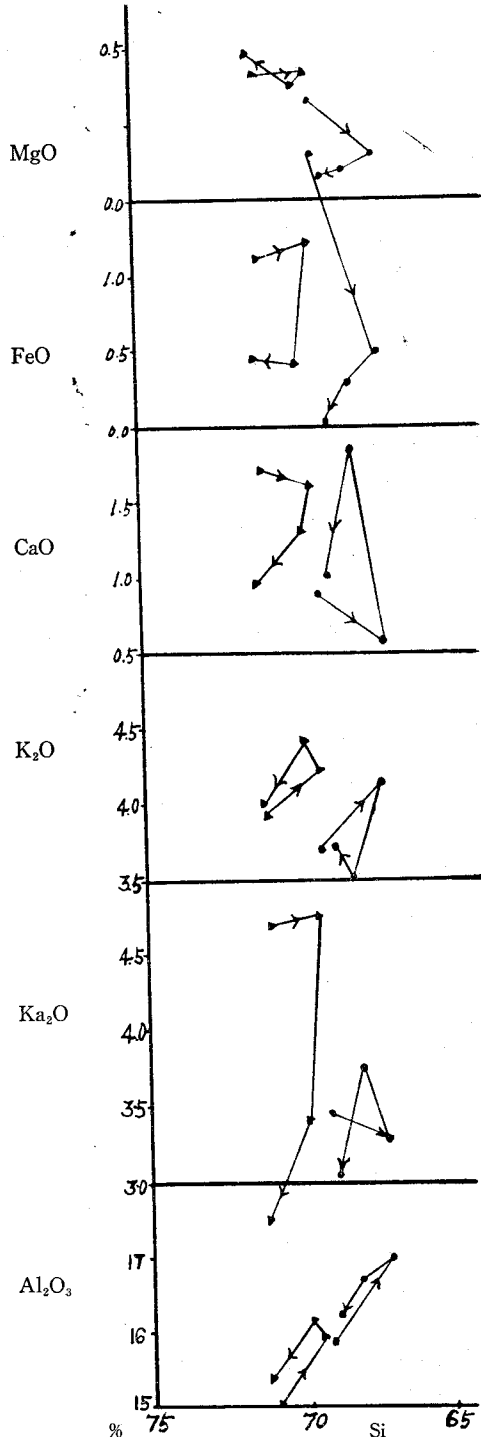


Fig. 1. Variation diagram for granite and weathered rocks. Solid circle is Jeon-Ju granite and their weathered rocks. Solid triangle is Rang-San granite and their weathered rocks. These symbols are used throughout all triangle diagram and figures.

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

	JG-1	JG-2	JG-3	JG-4	RG-1	RG-2	RG-3	RG-4
SiO ₂	69.20	67.12	68.18	68.69	71.11	69.54	69.91	71.33
TiO ₂	0.34	0.21	0.35	0.34	0.27	0.29	0.19	0.27
Al ₂ O ₃	15.88	17.09	16.72	16.24	14.97	15.96	16.13	15.42
Fe ₂ O ₃	0.83	2.21	2.12	2.69	1.02	0.93	1.36	1.27
FeO	2.26	0.97	0.78	0.41	1.12	1.21	0.42	0.45
MnO	0.043	0.034	0.021	0.051	0.044	0.076	0.032	0.057
MgO	0.83	0.67	0.61	0.58	0.43	0.41	0.37	0.45
CaO	1.40	1.06	2.36	1.50	1.69	1.64	1.33	0.86
Na ₂ O	3.47	3.31	3.73	3.04	4.71	4.73	3.40	2.69
K ₂ O	3.17	3.65	2.97	3.19	3.91	4.21	4.41	3.93
H ₂ O ⁺	1.75	2.84	1.50	1.72	0.39	0.56	1.47	1.81
H ₂ O ⁻	0.26	0.81	0.47	1.11	0.18	0.26	0.53	1.10
P ₂ O ₅	0.123	0.054	0.121	0.058	0.108	0.115	0.045	0.038
Total	99.636	100.048	99.932	99.619	99.949	99.93	99.601	99.675

HG-1	HG-2	HG-3	HG-4	BG-1	BG-2	BG-3	BG-4
69.48	66.92	67.52	67.08	70.88	69.29	70.03	70.06
0.39	0.51	0.29	0.39	0.25	0.26	0.27	0.39
15.96	17.28	17.02	17.96	15.68	16.27	16.08	15.78
0.88	1.38	1.46	2.16	0.67	0.89	0.96	1.31
1.61	1.01	1.01	0.67	1.20	1.05	1.03	0.81
0.036	0.061	0.061	0.036	0.040	0.044	0.029	0.032
0.53	0.49	0.42	0.64	0.68	0.51	0.51	0.51
2.94	2.17	2.10	2.12	2.29	1.91	1.77	2.04
4.52	4.51	4.42	3.51	4.51	4.51	4.36	4.79
3.91	4.49	4.49	3.45	3.76	4.78	4.44	4.01
0.09	0.74	0.81	1.57	0.08	0.11	0.16	0.08
0.02	0.18	0.14	0.22	0.03	0.08	0.13	0.13
0.13	0.16	0.15	0.12	0.10	0.105	0.107	0.130
100.036	99.901	99.941	99.806	100.120	99.809	99.876	100.072

全州花崗岩

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

郎山花崗岩

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

3) 採取地點의 地質概說

本花崗岩은 參禮圖幅 및 全州圖幅이 說明書에 依하던 全州統을 貫入하여 一部는 花崗岩質의 片麻岩으로 漸次 移傳하고 片理의 走向은 大體로 北東이고 傾斜는 北西이지만 測定이 可能한 處는 드물다. 過去에 全州 및 鎮安圖幅을 調査한 日本人 島村은 片理는 斷層附近에서 顯著하며 그의 産成은 後期の 産成으로 생각했으나 그의 鎮安圖幅에서의 斷層은 主로 鎮安統과 片狀花

崗岩과의 境界로 그었다. 이는 鎮安統을 貫入한 片狀花崗岩이 上昇하므로써 上部의 鎮安統은 削磨過失된 結果 片狀花崗岩만이 남게 되었는지도 모른다. 片狀構造가 全州統을 貫入한 部分에서 부터 먼곳으로 갈에 따라 微弱해짐은 地下深部に 들어갈에 따라 微弱해짐을 意味하는 것인듯하며 片狀構造가 初産的인 것임을 뒷받침하는 것인지도 모른다.

4) 化學組成的 檢討 分析結果

4-1 分析結果

各試料의 分析値는 다음과 같은 記號로서 表1에 나타냈다. 이와의 比較를 위해서 全北 黃登花崗岩 및 白鷗花崗岩도 같은 表에 넣었다.

4-2 圖表에 依한 檢討

가. 變化圖

SiO_2 의 增減에 따르는 各 酸化物의 移動을 考察하기 위하여 第1圖를 作成했다. 이 그림에서 보여주는 바와 같이 酸化物들은 其의 移動領域이 Na_2O 와 FeO 를 除外하고서는 거의 비슷한 樣相을 보여주고 있다. 이들 各酸化物에 對하여 觀察하여 보면 다음과 같다.

Al_2O_3 : 이는 全州花崗岩에서나 郎山花崗岩에서나 같이 初期 中期에 增加現像을 보이다가 末期에 가서 減少現像을 보여주고 있는 것은 著者가 이미 發表한 바 있는 黃登花崗岩과 白鷗花崗岩의 경우와 같게 나타나고 있다.

Na_2O : 이는 全州花崗岩이나 郎山花崗岩의 경우나 다 같이 減少現像을 보여주지만 郎山花崗岩의 경우는 幅이 아주 넓다. 郎 SiO_2 의 增加에 따라 Na_2O 의 增加現像을 보이는데 SiO_2 의 減少現像에 따른 Na_2O 의 減少幅이 넓다는 것이다. 第1圖의 分析値를 參考하면 더욱 쉽게 알수 있을 것이다.

K_2O 이는 全州花崗岩에서는 初期에 增加 中期에 減少, 末期에 增加를 보이며 郎山花崗岩에서는 初期에 增加, 中期에 增加, 末期에 減少를 보이고 있다. 이는 全州花崗岩의 경우는 黃登花崗岩 白鷗花崗岩의 경우와 다르며 郎山花崗岩의 경우는 비슷한 現像임을 보여주는 것이다.

CaO : 이는 全州花崗岩의 경우 初期에 減少, 中期에 增加, 末期에 減少를 보이며 郎山花崗岩의 경우 初期에 減少 中期 및 末期는 保合狀態를 보이고 있다. 이는 黃登花崗岩 및 白鷗花崗岩에서 初期減少 中期減少 末期增加 現像을 보여주고 있는 것과 相異한 點이라 하겠다. 이는 郎山花崗岩의 경우와 비슷한 現像임을 보여주는 것으로 解釋되어 진다.

FeO : 이는 全州花崗岩의 경우는 初期 以來 末期까지 계속적인 減少現像을 보이는 것과는 別리게 郎山花崗岩의 경우는 初期增加 中期減少 末期減少 現像을 보이고 있어 이들은 서로 相異한 點이다. 이들을 黃登花崗岩 白鷗花崗岩과 比較할때 全州花崗岩은 同一한 現像을 보이나 郎山花崗岩의 경우는 相異한 것이다.

MgO : 이는 全州花崗岩의 경우는 初期 中期 末期를 걸쳐서 減少現像을 보이고 郎山花崗岩의 경우는 初期 中期에 걸쳐서 減少를 보이다가 末期에 가서는 增加現像

을 보이는 것이 이들 兩者間의 差異點이며 黃登花崗岩의 初期에 減少를 보이다가 中期 末期에는 保合을 維持하며 白鷗花崗岩의 경우는 初期 中期에 減少를 보이다가 末期에 增加를 보여주는 現像과 比較할때 全州花崗岩은 黃登花崗岩과 비슷한 現像을 郎山花崗岩은 白鷗花崗岩과 비슷한 現像을 보여주고 있다고 할 수 있다.

나) 三成分圖

$\text{MgO}-(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})-(\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3)$ 의 三成分圖(第2圖)에서 郎山花崗岩은 MgO 가 初期減少 中期增加 末期減少 現像을 보이는데 全州花崗岩에서는 初期 以來 末期까지 減少現像을 보여주고 있다. 이는 花崗岩의 一般的인 傾向이라 볼수 있는 初期 中期의 減少現像에다 末期의 增加現像과는 相異한 點이라 할수 있다. $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ 는 一般的인 傾向이라 할수 있는 初期 中期에 增加 末期에 減少現像을 보여 주는 바와 같은 現像으로 全州花崗岩에서나 郎山花崗岩의 경우도 똑 같이 初期에 增加 中期에 增加現像을 보이다가 末期에 減少現像을 보이고 있다. $\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$ 는 一般的인 傾向이라 볼수 있는 初期減少以後에 계속적인 增加現像과는 달리 郎山花崗岩의 경우는 初期 中期에는 계속적인 減少現像을 보이다가 末期에는 增加現像을 보이고 全州花崗岩의 경우 初期에 增加 中期에 減少 末期 增加現像을 보이는 것은 全體的인 傾向으로 본 增加現像을 그대로 보여준다고 하겠다. 이들을 綜合해 볼때 第2圖에서 MgO 의 變化는 風化에 따라 減少現像을 보여준다고 할수 있으며 $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ 는 初期에는 增加現像을 보이다가 末期에는 減少現像을 보이며 $\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$ 는 末期에 이르면서 增加現像을 보인다고 보아야겠다.

$\text{K}_2\text{O}-\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}$ 의 三成分圖(第3圖)에서 K_2O 는 郎山花崗岩의 경우 初期에서 末期까지 增加現像을 보이며 全州花崗岩의 경우 初期에 增加 中期에 減少 末期에 增加現像을 보여주고 있다. 이는 兩者 똑같이 初期에서 末期에 이르면서 增加한다고 해석되어 진다. 그런데 一般的인 傾向인 初期 中期 增加現像을 보이다가 末期에 보여주는 減少現像과는 相異點이라 하겠다. CaO 는 郎山花崗岩의 경우 初期以後 末期까지 減少를 보여 주는데 全州花崗岩의 경우는 初期에 減少 中期에 增加 末期에 減少現像을 보여주고 있는 것은 서로가 別리는 점이라 하겠다. 이는 黃登花崗岩 및 白鷗花崗岩에서도 보여지는 現像으로 理由로써는 風化에 따르는 長石類의 異質性의 결과라 해석되어 진다. 郎 斜長石類 正長石類의 風化度의 差라 해석되어 진다. Na_2O 는 郎山花崗岩의 경우는 初期以後 末期까지 減少現像을 나타내고 全州花崗岩의 경우도 初期以後 末期까지 減少現像을 보이는 것은 兩者같은 現像이며 黃登花崗岩의 경

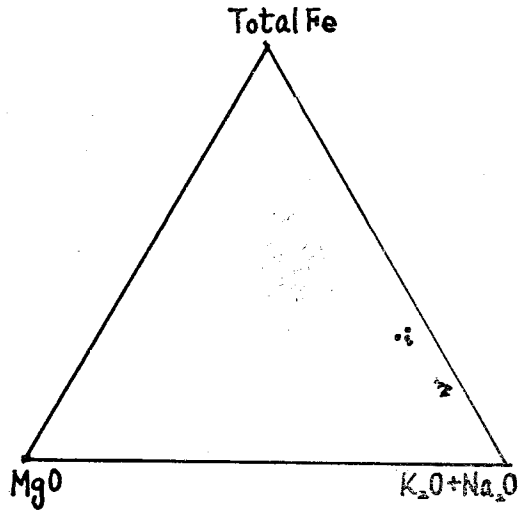


Fig. 2. Triangular diagram showing molecular ratio of $MgO-(Na_2O+K_2O)-(Fe_2O_3+FeO)$ of granitic rocks and their weathered rocks.

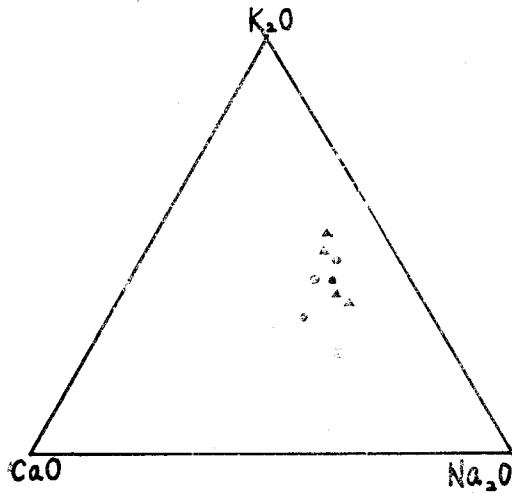


Fig. 3. Triangular diagram showing molecular ratio of $(K_2O-Na_2O)-CaO$ of granitic rocks and their weathered rocks.

우와 同一現象인데 白鷗花崗岩의 末期現象은 보여지지 아니한다.

$H_2O-(MnO+MgO+FeO+Fe_2O_3)-(CaO+K_2O+Na_2O)$ 의 三成分圖(第 4 圖)에서 H_2O 는 郎山花崗岩에서

初期以後 末期까지는 증가현상을 보이는데 全州花崗岩의 경우는 初期에 증가 中期에 減少 末期에 증가현상을 보여주고 있는 相異點이 있다. 이는 一律性있는 증가현상은 아니지만 화강암에서 보여주는 風化에 따르는 H_2O 의 增加現象과 같은 現象이라 할수 있겠다. $MnO+MgO+FeO+Fe_2O_3$ 는 郎山花崗岩에서는 初期에서 中期까지 減少를 보이다가 末期에 增加現象을 보이는데 全州花崗岩의 경우는 初期中期에 減少保合을 維持하다가 末期에 증가현상을 보이는 것은 똑같은 現象이라 하겠다. 이는 花崗岩에서 보여주는 一般的인 現象과 같은 것이라 해석된다. $CaO+K_2O+Na_2O$ 는 郎山花崗岩의 경우 初期以後 末期까지 減少現象을 보여 주는데 全州花崗岩의 경우는 初期減少 中期增加 減少 現象을 보여준다. 이같은 現象은 全體의으로 볼때 減少 現象을 보인다고 할수 있겠다. 이같은 現象은 黃登花崗岩의 경우와 같은 現象인데 白鷗花崗岩의 경우와는 相異하다고 보아야겠다. 卽 白鷗花崗岩의 경우는 末期에까지 增加現象을 보여 주었기 때문이다. 이들 서로의 관계는 白鷗花崗岩에서 指摘한 바와 같이 初期에는 溶解流失이 없다가 中期以後 末期에 이르러 成分 移動이 일어난다고 해석되어 진다.

$Al_2O_3-CaO-(MnO+MgO+FeO+Fe_2O_3)$ 의 三成分圖(第 5 圖)에서 Al_2O_3 는 初期以後 末期까지 增加現象을 보여주고 全州花崗岩에서는 初期增加 中期減少 末期 增加現象을 보여주고 있다. 이는 花崗岩에서 보여지는 一般的인 現象과 같은 現象이다. 卽 初期以後 末期까지 增加現象을 보여 준다라는 것이다. CaO 는 郎山花崗岩에서는 初期以後 末期까지 減少現象을 보여 주는데 全州花崗岩의 경우는 初期減少 中期增加 末期減少 現象을 보여주고 있다. 黃登花崗岩 및 白鷗花崗岩과 郎山花崗岩의 경우는 初期以後 末期까지 減少現象을 똑같이 보이는데 全州花崗岩의 경우는 이와는 달리 中期에 增加를 보이다가 末期에 減少를 보이는 것을 볼때 大體로 減少現象은 風化의 進行에 따라 보여진다고 볼수 있다. 이는 第 3 圖에서 보여준 CaO 의 性向과 같음을 말해주고 있다. $MnO+MgO+FeO+Fe_2O_3$ 는 郎山花崗岩의 경우나 全州花崗岩의 경우와 같이 初期中期에 減少現象을 보이다가 末期에 增加現象을 보여주고 있다. 이는 黃登花崗岩 및 白鷗花崗岩의 경우에서와 같은 現象을 보여준다. 卽 一般的인 性向인 初期中期에 減少現象을 보이다가 末期에 增加現象을 보여준다는 것이다. 이는 第 4 圖에서의 性向과 同一함을 보여주고 있다.

$Al_2O_3-CaO-(K_2O-Na_2O)$ 의 三成分圖에서(第 6 圖) Al_2O_3 는 郎山花崗岩의 경우 初期以後 末期까지 增加現

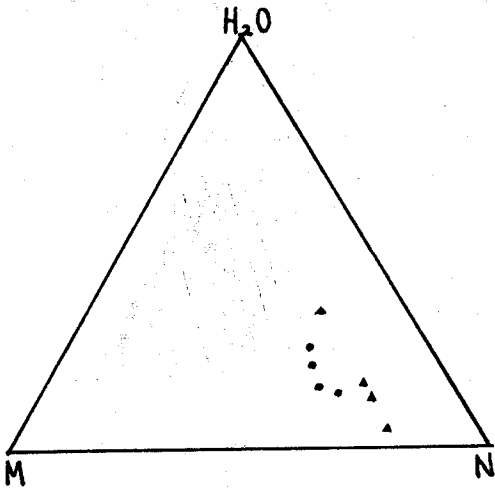


Fig. 4. Triangular diagram showing molecular ratio of $HO-(MnO+MgO+FeO+Fe_2O_3)-(CaO+K_2O+Na_2O)$ of granitic rocks and their weathered rocks.
 $M=(MnO+MgO+FeO+Fe_2O_3)$
 $N=(CaO+K_2O+Na_2O)$
 These symbols are used throughout all triangular diagram.

像을 보여주는데 全州花崗岩의 경우는 初期增加 中期減少 末期增加 現象을 보여주고 있다. 이는 黃登花崗岩의 大體的인 增加現象과는 비슷한 性向이라 할수 있겠는데 白鷗花崗岩의 경우와는 相異한 性向이다. 그러나 第5圖에서의 大體的인 增加現象과는 비슷한 現象이라 하겠다. CaO는 初期以後末期까지 減少現象을 보여주는 郎山花崗岩과 初期減少 中期增加 末期減少의 全州花崗岩은 大體的인 同一性向이라 하겠다. 이는 黃登花崗岩 白鷗花崗岩의 경우와 同一한 性向이며 제5도와도 비슷한 경향을 말해준다. K_2O+Na_2O 는 初期以後末期까지 減少現象을 보여주는 郎山花崗岩 및 全州花崗岩은 同一한 性向을 보여주며 黃登花崗岩과는 一致하나 白鷗花崗岩의 初期增加 中期末期의 減少現象과는 相異點이라 할수있겠으나 大體的인 性向으로 볼때는 初期以後 末期까지 減少現象이라 하겠다. 그리고 제2도서 보여주는 現象과는 相異한데 이는 長石類와 黑雲母類의 風化度の 差에서 오는 現象으로 相對的인 成分移動의 結果라 해석된다.

$Al_2O_3-(MnO+MgO+FeO+Fe_2O_3)-(K_2O+Na_2O)$ 의 三成分圖(제7도)에서 Al_2O_3 는 郎山花崗岩의 경우 初期以後末期까지 增加現象을 보여주며 全州花崗岩의 경우는 初期以後 中期까지 增加를 보이다가 末期에는 保合을 보여주고 있다. 이는 初期以後 末期까지의 大體的인 性向으로는 增加를 보여 준다고 보는것이 옳을 것 같다. 이는 제5도 제6도 등에서 보여준 性向과 같

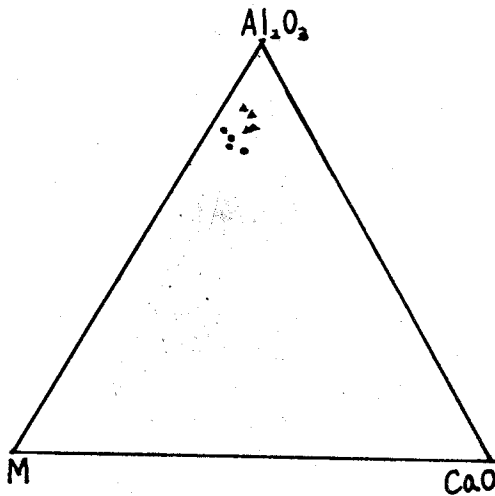


Fig. 5. Triangular diagram showing molecular ratio of $Al_2O_3-CaO(MnO+MgO+FeO+Fe_2O_3)$ of granitic rocks and their weathered rocks.

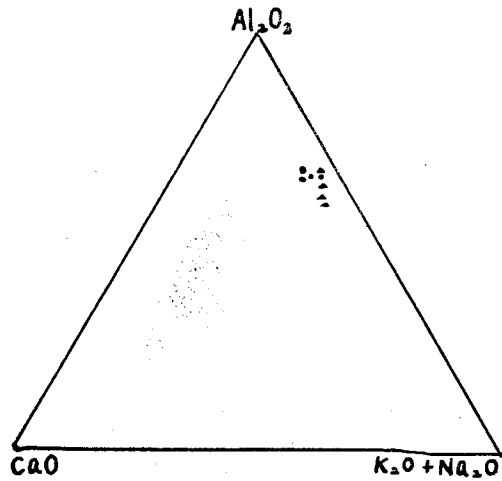


Fig. 6. Triangular diagram showing molecular ratio of $Al_2O_3-CaO-(K_2O+Na_2O)$ of granitic rocks and their weathered rocks.

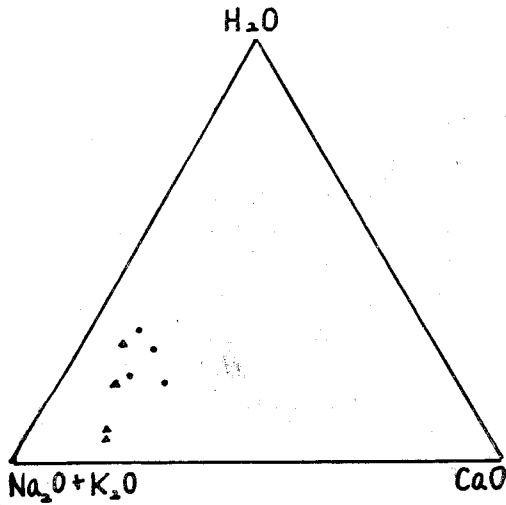


Fig. 8. Triangular diagram showing molecular ratio of $H_2O + (K_2O + Na_2O) - CaO$ of granitic rocks and their weathered rocks.

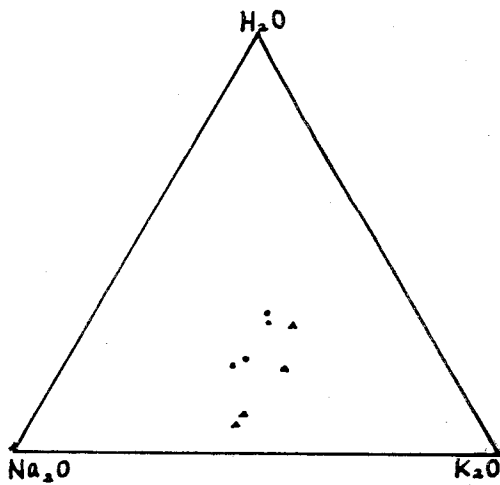


Fig. 9. Triangular diagram showing molecular ratio of $H_2O - Na_2O - K_2O$ of granitic rocks and their weathered rocks.

보이고 있다. 이는 兩花崗岩이 同一한 性向을 보이고 있다. 제 5도에서 初期以後 末期까지의 增加現象 제 6도에서도 初期以後 末期까지 增加現象 제 7도에서도 初

期以後末期까지 增加現象을 보여주는 郎山花崗岩의 경우와의 相異點은 SiO_2 , 鐵, 苦土元素, 알카리원소 등의 相對的 移動의 差라고 해석되어진다. 全州花崗岩에서도 제 5도 제 6도 제 7도 등에 同一한 性向을 나타내던 現象이 相異點을 보여주는 것은 역시 同一한 現象이라 해석되어진다. H_2O 는 郎山花崗岩의 경우 初期以後 末期까지 계속적인 增加現象을 보이고 있으며 全州花崗岩의 경우는 初期增加 中期減少 末期增加 現象을 보여주는 것은 제 4도 제 5도 제 8도 제 9도 등에서도 같은 性向이며 郎山花崗岩도 大體의 同一한 性向이라 하겠다.

$SiO_2 - (Al_2O_3 + Fe_2O_3) - H_2O$ 의 三成分圖(제 11도)에서 SiO_2 는 郎山花崗岩의 경우 初期減少 中期減少 末期保合 現象을 보여주며 全州花崗岩의 경우 初期減少 中期增加 末期減少 現象을 보여주는데 그의 幅은 넓지 않다. 이는 제 10도에서 보여준 兩花崗岩의 경우와 거의 같은 性向이다. 이들 三成分關係도 黃登花崗岩 및 白鷗花崗岩의 경우와 각각 그 性向의 一致性을 볼수 있다. $Al_2O_3 + Fe_2O_3$ 는 初期以後 末期까지 增加現象을 보여주는 郎山花崗岩의 경우와 初期增加 中期增加 末期減少 現象을 보여주는 全州花崗岩의 경우가 있는데 이들의 差異性은 H_2O 의 增加現象과 相關關係를 갖고 있다고 해석 되어진다. H_2O 는 郎山花崗岩의 경우 初期以後末期까지 계속 增加를 보이는데 全州花崗岩의 경우는 初期增加 中期減少 末期增加 現象을 보여주고

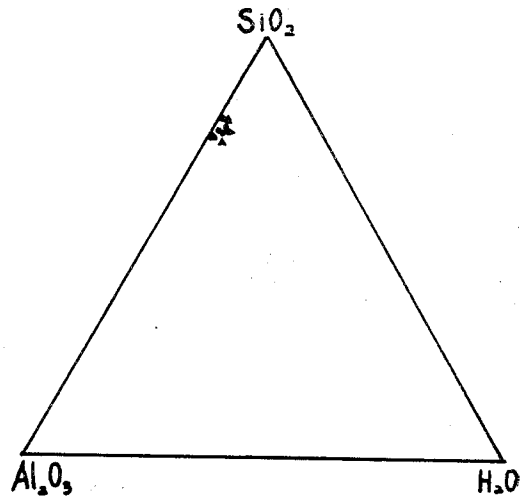


Fig. 10. Triangular diagram showing molecular ratio of $(Al_2O_3 + Fe_2O_3) - SiO_2 - H_2O$ of granitic rocks and their weathered rocks.

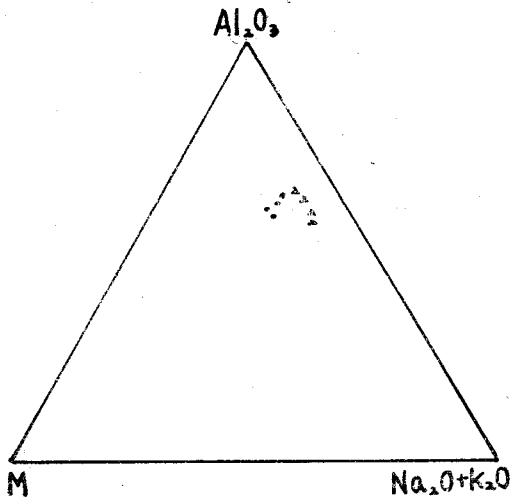


Fig 7. Triangular diagram showing molecular ratio of Al_2O_3 — $(MnO+MgO+FeO+Fe_2O_3)$ — (K_2O+Na_2O) of granitic rocks and their weathered rocks.

다. 郎 大體의으로는 增加現像을 보이는 것이다. 이 黃登花崗岩의 경우와는 비슷한 現像이나 白鷗花崗岩의 경우와는 相異한 點이다. $MnO+MgO+FeO+Fe_2O_3$ 는 初期에서 中期에 이르면서 똑같이 減少現像을 보이고 있으나 또한 末期에 가서는 同一하게 增加現像을 보여 주고 있다. 이는 제 4도 제 5도에서 보여준 初期減少 中期減少 末期增加 現像과 同一한 現像이며 白鷗花崗岩과는 大體의로 同一性向을 보여주고 있으나 黃登花崗岩에서의 初期減少 中期增加 末期減少現像과는 相異點이라 하겠다. K_2O+Na_2O 는 初期以後 末期까지 減少現像을 兩花崗岩은 같이 보여주고 있다. 이는 제 6도의 경우와는 동일한 性向이라 보여지나 제 2도와는 相異한 現像으로 鐵 苦土元素 個個에 對한 相對인 移動現像과 이들의 綜合的인 移動現像에 따르는 알카리元素의 相對 移動에 差異點이 있음을 말해주는 것이라 해석된다. 또한 黃登花崗岩과 白鷗花崗岩의 경우와도 同一한 性向을 보여주고 있다.

H_2O — (K_2O+Na_2O) — CaO 의 三成分圖(제 8도)에서 H_2O 는 初期以後 末期까지 增加를 보여주는 郎山花崗岩의 경우와 初期增加 中期減少 末期增加의 全州花崗岩의 경우가 각각 相異하다. 이는 각각 제 4도에서 보여준 현상이 그대로 되풀이되는 現像이다. 이는 黃登花崗岩의 경우와 郎山花崗岩의 경우는 同一한 性向이며 全

州花崗岩과 白鷗花崗岩은 또한 同一한 性向을 보여주고 있는 것은 興味있는 事實이라고 보아야겠다. K_2O+Na_2O 는 郎山花崗岩의 경우는 初期以後 末期까지 減少現像을 보여주는데 全州花崗岩의 경우는 初期減少 中期增加 末期減少現像을 보여주고 있다. 이는 제 6도 제 7도에서 보여주는 것과 同一하다고 해석되어 진다. 黃登花崗岩 및 白鷗花崗岩의 경우에서도 대체로 同一한 減少現像을 보여주고 있다. CaO 는 郎山花崗岩에서는 初期以後 末期까지 減少現像을 보여주고 있는데 全州花崗岩의 경우는 初期減少, 中期增加, 末期減少 現像을 보여주고 있다. 이는 郎山花崗岩에서는 제 3도 제 5도 및 제 6도에서도 同一하게 初期에서 末期까지 계속적인 減少現像을 보이고 있는데, 全州花崗岩에서는 제 3도 제 5도 및 제 6도에서는 初期減少, 中期增加, 末期減少現像을 보여주고 있다. 이를 三成分關係에서 CaO 의 一律性있는 變期가 觀察되어지지 아니하는 것은 黃登花崗岩 白鷗花崗岩의 경우에서도 마찬가지로 現像인데 이는 H_2O 의 增減現像 및 K_2O+Na_2O 의 增減現像 등과의 相關關係의 幅의差에서 오는것이라 해석된다.

H_2O — Na_2O — K_2O 의 三成分圖(제 9도)에서 H_2O 는 郎山花崗岩의 경우 초기 이후 末期까지 계속적인 增加現像을 보여주고 全州花崗岩의 경우는 初期增加 末期增加 現像을 보여주는 것은 제 4도 제 8도에서 보여진 바와같은 同一한 性向이다. 이는 黃登花崗岩의 경우와 郎山花崗岩의 경우는 비슷한 性向이고 白鷗花崗岩의 경우와 全州花崗岩의 경우가 서로 비슷한 性向을 보여주고 있다. Na_2O 는 郎山花崗岩의 경우는 初期에서 末期까지 減少現像을 보여주는데 全州花崗岩의 경우는 初期減少 中期增加 末期減少의 現像을 보여주고 있다. 이는 또한 黃登花崗岩과 郎山花崗岩의 同一한 性向이란 것이 觀察되어지며 白鷗花崗岩과 全州花崗岩이 同一한 性向을 보여주고 있음이 考察되어진다. K_2O 는 郎山花崗岩의 경우 初期 中期까지는 增加를 계속하다가 末期에 減少現像을 보이는데 全州花崗岩의 경우는 初期 이후 末期까지 減少現像을 보여주고 있다. K_2O 도 역시 黃登花崗岩과 白鷗花崗岩은 각각 郎山花崗岩 및 全州花崗岩과 同一한 性向을 보여주고 있다.

SiO_2 — Al_2O_3 — H_2O 의 三成分圖(제 10도)에서 SiO_2 는 郎山花崗岩의 경우는 初期減少 中期減少 末期保合 現像을 보여주고 있으며 全州花崗岩의 경우는 初期減少 中期增加 末期 保合 現像을 보여주고 있다. 이를 相關關係는 黃登花崗岩의 경우나 白鷗花崗岩의 경우와 같이 그 幅이 넓지 않으며 좁은것이 共通點이다. Al_2O_3 는 郎山花崗岩의 경우 初期增加 中期保合 末期減少를 보이며 全州花崗岩의 경우도 初期增加 中期保合 末期減少를

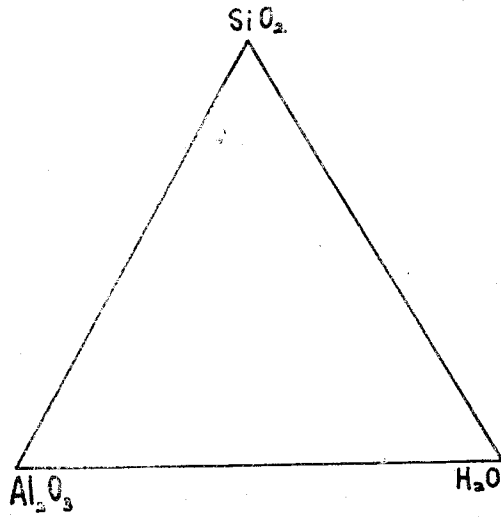


Fig. 11. Triangular diagram showing molecular ratio of $SiO_2 - (Al_2O_3 + F) - H_2O$ of igneous rocks and their weathered rocks.

있다. 이들은 兩花崗岩이 다같이 $(Al_2O_3 + Fe_2O_3)$ 의 增加現象과 同一性向이며 O_2 와의 相關關係를 이루면서 變化하는 現象이라 해석 되어진다. 이들은 黃登花崗岩 및 白鷗花崗岩에서도 同一性向이 있음을 發見할 수 있

다.

다 各酸化物의 比의 檢討

各酸化物들의 比를 檢討하기 위해서 黃登花崗岩 및 白鷗花崗岩도 같이 表 2에 넣었다. 表 2에서 보여주는 바와같이 FeO/Fe_2O_3 의 關係는 郎山花崗岩을 除外하고는 다같이 그 값이 적어짐을 볼 수 있으며 郎山花崗岩도 大體的인 傾向으로 볼때는 同一한 性向이라 해석된다. FeO/MnO 의 關係는 黃登花崗岩 및 全州花崗岩은 兩者 다같이 初期以後 末期까지 그 값이 적어지며 郎山花崗岩 및 白鷗花崗岩은 兩者가 같이 初期에 增加現象을 보이다가 中期末期에 가서는 減少現象을 보이고 있다. 理由로는 初期에는 FeO 의 移動에 比하여 MgO 의 移動이 먼저 이루어 지고 있다고 볼수 있다. K_2O/Na_2O 의 關係는 一律性있는 變化를 보여준다고는 할수 없으나 郎山花崗岩 및 白鷗花崗岩등의 경우에는서는 大體的으로 그 값이 커지고 있다고 해석되어 진다. Al_2O_3/CaO 는 郎山花崗岩의 경우는 黃登花崗岩의 경우와 白鷗花崗岩은 同一 性向인 그값의 커짐을 보이는데 全州花崗岩은 一律性있는 變化를 보여주지 않는다. 이로 보아 이들도 대체적으로 볼때는 그 값이 커진다고 볼수 있다. K_2O/Al_2O_3 의 경우 兩花崗岩이 같이 그 값이 적어지고 있으며 黃登花崗岩도 同一性向인데 白鷗花崗岩의 경우에는서는 初期에 增加 中期와 末期에 減少 現象을 보이고 있는데 이들을 綜合해볼때 大體的으로 그 값이 작아진다고 할수 있겠다. SiO_2/Al_2O_3 의 關係는 각각의 花崗岩에서 그의 一律性을 찾을수가 없어서 同一性向

Table. 2. Ratio of oxide.

	FeO/Fe_2O_3	FeO/MgO	K_2O/Na_2O	Al_2O_3/CaO	$Alkali/Al_2O_3$	SiO_2/Al_2O_3	SiO_2/K_2O
JG-1	2.72	2.72	0.91	11.34	0.42	4.36	21.83
G-2	0.44	1.45	1.10	16.12	0.41	3.93	18.39
JG-3	0.37	1.28	0.80	7.08	0.40	4.08	22.96
JG-4	0.15	0.71	1.05	10.83	0.38	4.23	21.53
RG-1	1.10	2.60	0.83	8.86	0.58	4.75	18.19
RG-2	1.30	2.95	0.89	9.57	0.56	4.36	16.52
RG-3	0.31	1.14	1.30	12.13	0.48	4.33	15.85
RG-4	0.35	1.00	1.46	17.93	0.43	4.63	18.15
BG-1	1.79	1.76	0.83	6.82	0.53	4.53	18.85
BG-2	1.17	2.05	1.05	8.51	0.57	4.25	14.49
BF-3	1.07	2.01	1.01	9.08	0.54	4.35	15.77
BG-4	0.61	1.58	1.83	7.73	0.55	4.43	17.47
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

을 말하기가 어렵다. SiO_2/K_2O 는全州花崗岩을 除外하고서는 黃登 白鷗 卽山花崗岩은 다 같이 初期 中期에 減少를 보이다가 末期에 增加現像을 보여주는 共通性이 있는 同一性向을 보여주고 있다.

라 風化의 포텐셜

이를 考察하기 위해서 제12도를 作成했다. 제12도는 橫軸에 $SiO_2/SiO_2+Fe_2O_3+Al_2O_3$ 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 表示한 것이다. 이 도표에서 우리는 그의 縱軸 方向의 變化의 幅이 큰것을 風化의 포텐셜이 크다고 한다. 여기서 視察되어지는것은 全州花崗岩의 風化포텐셜보다 卽山花崗岩의 風化포텐셜이 적은 것을 알수가 있다. 黃登花崗岩 白鷗花崗岩과의 比較에서는 卽山花崗岩은 前者를 全州花崗岩은 後者를 닮은것 같으나 詳細히 관찰하면 全州花崗岩은 그幅이 넓어서 橫軸의 下限까지 내려오고 있음이 보여지는데 이는 地域的인 面과 氣象條件등을 念頭에 두고 연구해야 할 자료라고 생각된다.

4) 風化作用의 過程

硅素: 硅酸으로써 移動되어 진다. 이는 造岩鑛物의

大部分이 硅酸鹽 鑛物이기 때문에 化學的인 風化作用이 始作되면 硅酸이 遊離되어 알카리 硅酸鹽의 型으로 되어서 移動하는것 같다. 용해도가 클때는 一次的으로 알카리 硅酸鹽을 形成할 SiO_2 은 溶解 流失한다는 것이 제10도 제11도 등에서 보여주는 現像으로 說明可能한 것 같다. 黃登花崗岩 白鷗花崗岩에서도 同一現像을 보여주는 것은 溫帶氣候條件下에서는 pH의 變化가 그다지 크지 않을 것이기 때문에 成分 移動의 變化要因으로 는 pH의 條件이 그다지 크게 작용하지 않을 것이다. 이는 어떤면에서 보면 他元素가 溶脫하면 矽보기에 는 硅酸이 增加하는 것 같다고 해석도 할 수 있겠다.

알미늄: 酸性岩의 60~70%을 차지하는 長石類의 化學的인 風化作用을 說明하는데 있어 主要한 指示 元素가 될 것으로 생각 되어진다. 알미늄 역시 移動하기 어려운 元素임은 기왕에 알려진 事實이지만 이는 風化의 각 過程을 볼때는 一律的인 現像이 아니며 pH의 變化에 따라 二次 鑛物으로써 粘土鑛物의 性質 例를 들면 kaoline型(pH=3.5~3.7) montmorillon型(pH=7.8~8.5)으로 殘留할수 있느냐가 더욱 重要한 것이다. 이는 風化初期에는 二次 鑛物의 形成與件이 어렵다든가 또는 風化末期에서는 어렵지 않다든가 하는것을 反證하기가 어렵기 때문이다. 그러나 斜長石은 위에 열거한 여러型的 粘土鑛物로서의 組成으로 參加하여 그대로 殘留되어 진다고 해도 좋을 것 같다.

철: 鐵은 二價의 철과 三價의 鐵로 나누어 생각해야 한다. 一般的으로 二價의 鐵은 風化가 進行됨에 따라서 三價의 鐵로 酸化되어져 가고 있기 때문이다. 이런 側面에서 관찰한다면 전체적인 鐵으로써의 成分移動은 그의 幅이 크다고 볼수 없다.

철은 主要 造岩鑛物가운데 存在하며 이들 鑛物이 溶解할때 Fe^{++} 乃至 Fe^{+++} 또는 水酸化物로, 水化物로 變化한다. Fe^{+++} 가 pH=2-4에서 沈澱한다는 사실 Fe^{++} 가 pH=5-7에서 용액중에 존재 할 수 있다는 사실 등으로 볼때 風化初期의 pH가 2乃至는 2보다 큰 값을 나타내고 風化末期의 pH가 5-7이란 사실 등으로 미루어 생각할때 새로히 生成되어진 鑛物으로써의 Fe_2O_3 은 風化初期岩에서는 酸化物 또는 水酸化物의 型으로 濃集되어 진다고 해석할 수 있다. 이는 分析結果 및 三成分圖에서의 觀察로써도 說明되어 진다.

칼슘: 원광을 구성하는 造岩鑛物의 成分으로 있다가 溶解流失 되어지는 것과 또는 二次 鑛物을 形成했다가 溶解流失 되어지는 경우등을 생각할 수 있다. 이는 그의 增加現像이 一律性을 보이지 않는 것으로 해석되어지며 그같은 사실은 分析值 및 三成分圖에서 관찰되어진다.

마그네슘: 마그네슘은 초기에 形成되어 지는 造岩鑛

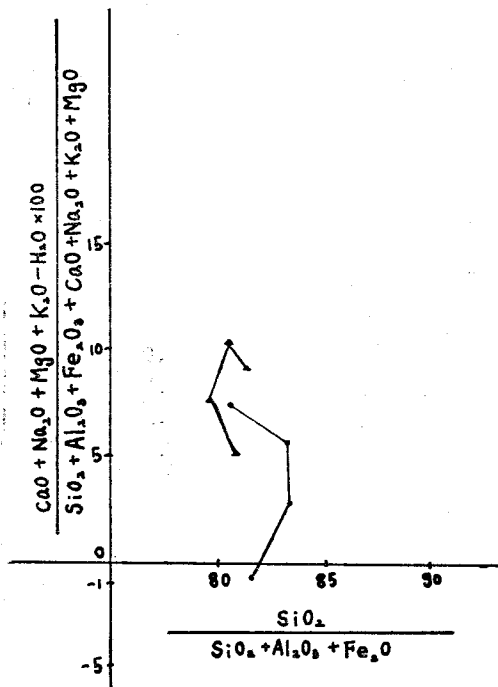


Fig. 12. Weathering potential index

물로 風化의 初期에 減少現像을 보이는 것은 마그네슘 含有 硅酸鹽鑛物의 溶解流失로 說明되어지나 中期以後 末期까지의 增加現像은 다른 成分과의 상관관계로 설명되어 진다. 즉 溶解流失하기 어려운 元素임을 말해 준다.

소듐(나트륨): 造岩鑛物의 風化에 따른 알카리 元素 化合物은 두드러진 溶解 流失現像을 보여주는데 黃登地域과 郎山地域 그리고 白鷗地域과 全州地域으로 나누어지는 成分移動 現像은 주목해야 할 現像이라 할수 있다. 卽 두 地域的인 특수성을 고려해야겠다.

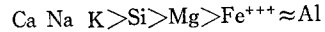
포타슘(칼슘): 소듐과 더불어서 造岩鑛物에서 용해유실하기 쉬운 元素임이 分析結果 및 三成分圖에서 관찰되어 진다. 앞에서 指摘한바와 같이 알카리 硅酸鹽鑛物은 비교적 化學的인 風化에 對한 耐性이 強해 一律性있는 變化를 보이지 않고 있어서 그의 增減 現像이 規則性을 보여주지 않는다.

5) 結論

全州花崗岩 및 郎山花崗岩의 化學分析值와 이를 土台로한 各種 圖表의 해석결과로부터 다음과 같은 것을

얻었다. 이를 해석하는데 도움을 얻고자 黃登花崗岩 白鷗花崗岩도 같이 2 分析值를 表에 넣어서 引用했다.

가) 水酸化合物의 形成을 보이며 적은 量이면서도 SiO_2 의 溶失 流失現像 Fe 硅酸鹽鑛物의 뚜렷한 酸化가 일어나고 Mg은 소량이면서도 溶失現像 또한 Cu, K, Na의 계속적인 溶失現像을 보여준 黃登花崗岩과 郎山花崗岩은 同一한 性向을 보여주고 이와는 달리 白鷗花崗岩 全州花崗岩의 경우는 서로가 同一한 性向을 보여주고 있다. 여기서 이들 各 成分의 流失度를 고려해서 그 系列를 表示하면 다음과 같다.



나) 알카리 금속원소($Na_2O + K_2O$)들과 Al_2O_3 및 MgO와 FeO의 相對的인 比는 風化가 進行됨에 따라 該이 減少하여 지고 있다. 이는 地域的인 差에서 상관없는 것 같다.

다 風化포텐셜에서 縱軸方向으로의 變化幅이 玄武岩처럼 넓지는 아니하지만 적어도 全州花崗岩의 경우는 白鷗花崗岩 黃登花崗岩 郎山花崗岩의 경우와는 差異點을 보여주고 있다.

參 考 文 獻

- 木宮 一邦(1975); 花崗岩類의 物理的 風化指標としての引張強度—花崗岩의 風化, 第1報, 地質學雜誌, 81.6. pp. 349—364.
- 南 基 庠(1971); 花崗岩類 및 玄武岩類의 風化에 있어서 化學組成의 變化와 主要元素의 相對的 移動. 대한지질학회지 7.3. pp. 727—290.
- “ (1972); 黃登花崗岩의 化學成分에 對하여, 전북대학교논문집, 14. pp. 211—217.
- “ (1973); 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. 광산지질. 6.2. pp. 115—122.
- “ (1974); 白鷗花崗岩의 風化에 따른 化學組成의 變化와 主要元素의 相對的 移動. 광산지질. 7.4. pp. 175—184.
- “ 種細定勝(1974); 福岡市周邊의 花崗岩玄武岩의 風化에 於ける 主要元素의 相對的移動. 地學研究. 25. pp. 257—267.
- 島村新兵衛(1925); 朝鮮地質圖(全州 및 鎭安圖幅)
- 홍만섭, 김영원(1969); 지질도복설명서(參禮)