

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

南 基 序*

Variation of chemical Composition and Relative migration of major Elements in the weathering of Baeg-Gu Granite

Ki Sang Nam*

ABSTRACT

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

The author intended to observe the relative mobility of major elements in weathering process of the granite, distributed on outskirts of Iri city Jeolla-bugdo, Korea. He analysed fresh granites and weathered ones from the Baeg-Gu granite mass and obtained following conclusions in the triangle-diagrams and the oxidized variation diagrams of the samples.

- 1) The increasing phenomena of H_2O was observed clearly in early and late stages of weathering process.
- 2) The early stage of weathering is commenced by physical weathering and followed by chemical weathering.
- 3) The ratio of FeO/Fe_2O_3 , FeO/MgO , and SiO_2/Al_2O_3 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 and $K < Si < Mg < Fe$ and Al .

1 序 言

地殼表面의 風化作用을 研究함에 있어서 構成岩石의 元素의 移動을 化學的으로 포착한다는 것은 主要한 것이다. 이는 地殼內의 岩石과 堆積物과를 連結하는 主要한 役割을 하기 때문이다. 이는 岩石學的으로 地殼物質의 分布를 考察함에 있어서 明白하게 되어야 할 問題의 하나이기도 하다. 岩石構成元素의 移動을 일으켜 주는 風化作用을 그 原因面에서 살펴보면 여러가지 要因이 있을 것이다. 그러나 보다 主要한것은 岩石의 組織, 造岩礦物의 安定度, 地形, 氣候條件 및 生物의 影響등이다. 이들 要因들은 結局은 自然地理的인 要件이 크게 支配한다고 생각된다. 즉 위도 경도 差에서

* 全北大學校 師範大學 地學科

오는 要因이 무엇보다 크다고 생각된다. 筆者는 前에도 花崗岩類 및 玄武岩類의 風化現像에서 오는 主要元素의 移動을 考察한바 있으며 今航에도 全羅北道 金堤郡 白鷗面 白鷗里 採石場에서 採取된 試料를 分析하여 그 結果를 考察하였다. 여기서는 風化過程이 各各 다른 岩石試料를 採集하여 이들의 化學分析을 실시하므로서 各成分元素의 相對的인 移動面에서 考察했다 化學分析은 石橋 澄九州大學 理學部 地質學教室의 好意에 依해서 實施하였으므로 그에게 깊은 謝意를 表한다.

2 試料의 概說

試料는 原岩石으로 부터 風化의 各段階의 試料를 系統的으로 採取하였다. 採取地點의 理想的인 柱狀斷

面圖는 第1圖와 같다. 採取地點은 全州와 群山 間을 이어 주는 全-群道路區에 있는 金提郡 白鷗面 白鷗里의 採石場이다. 採取地點의 地表로 부터의 狀況은 第1圖

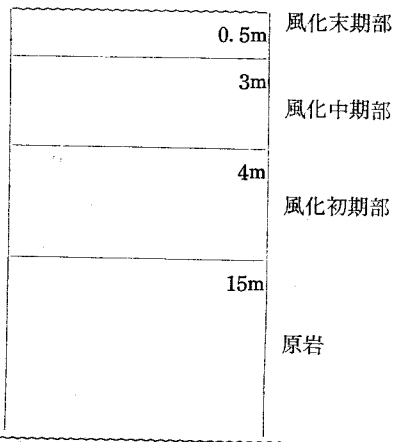


Fig. 1 Profile of sampling point at Baek-Gu granite and their weathered rocks.

와 같이 原岩으로 부터 風化末期岩까지에 걸쳐 試料를 段階的으로 採取하였다. 이때 各 試料는 風化度에 따라 新鮮한 原岩으로부터 漸次風化가 進行된 風化初期岩에서 風化中期岩을 거쳐 完全히 土壤化한 風化末期岩등 4 種類의 試料를 採取했다. 以下 各 試料에 對해서 記載하면 다음과 같다.

1) 原岩: 比較的 新鮮한 岩石으로 肉眼으로도 花崗岩의 組織을 쉽게 알수 있으며 石英 長石 雲母등의 新鮮한 造岩鑛物들이 보인다. 地表面은로 부터 約 15m

깊이의 것이다.

2) 風化初期部: 外見上으로는 新鮮한 原岩과 비슷하나 손 끝으로 強壓하면 部分的인 破壞를 보여주는 岩石이다. 採取地點은 地表로 부터 約 5m 깊이에 있다.

3) 風化中期部: 比較的 風化가 많이 進行된 岩石으로 構成鑛物은 거의 識別하기 어렵고 石英 黑雲母等만이 部分的으로 識別된다. 採取地點은 地表로 부터 約 3m의 깊이에 있다.

4) 風化末期部: 一種의 土壤이며 比較的 有機物質이 混在하지 않는 것으로 地表로부터 約 50cm 깊이의 것이다.

이곳의 地質은 湖南平野의 一隅로 周邊一帶가 第四紀의 沖積層으로 덮여있는 岩體로서 金玉準(1971)에 依하면 中期 侏羅紀인 것으로 알려진 黃登山 花崗岩과 同質의 花崗岩이다.

3 化學組成的 檢討

3-1 分析結果

各 試料의 分析値는 다음 같은 記號로 表1에 나타냈다. 이와의 比較를 위해서 全北의 黃登山 花崗岩과 日本 九州地方의 長垂 花崗岩 및 能古島 花崗閃綠岩도 함께 考察하였다.

白鷗花崗岩	黃登山花崗岩
BG-1 原岩	HG-1 原岩
BG-2 風化初期岩	HG-2 風化初期岩
BG-3 風化中期岩	HG-3 風化中期岩
BG-4 風化末期岩	HG-4 風化末期岩

Table 1. Chemical compositions of granitic rocks and their weathered part.

성분	BG-1	BG-2	BG-3	BG-4	HG-1	HG-2	HG-3	HG-4
SiO ₂	70.88	69.29	70.03	70.06	69.48	66.92	67.52	67.08
TiO ₂	0.25	0.26	0.27	0.39	0.39	0.51	0.29	0.39
Al ₂ O ₃	15.63	16.27	16.08	15.78	15.96	17.28	17.02	17.96
Fe ₂ O ₃	0.67	0.89	0.96	1.31	0.88	1.38	1.46	2.16
FeO	1.20	1.05	1.03	0.81	1.61	1.01	1.01	0.67
MnO	0.040	0.044	0.029	0.032	0.036	0.061	0.061	0.036
MgO	0.68	0.51	0.51	0.51	0.53	0.49	0.42	0.64
CaO	2.29	1.91	1.77	2.04	2.94	2.17	2.10	2.12
Na ₂ O	4.51	4.51	4.36	4.79	4.52	4.51	4.42	3.51
K ₂ O	3.76	4.78	4.44	4.01	3.91	4.49	4.49	3.45
H ₂ O ⁺	0.08	0.11	0.16	0.08	0.09	0.74	0.81	1.57
H ₂ O ⁻	0.03	0.08	0.13	0.13	0.02	0.18	0.14	0.22
P ₂ O ₅	0.10	0.105	0.107	0.130	0.13	0.16	0.15	0.12
Total	100.120	99.809	99.876	100.072	100.036	99.901	99.941	99.806

성분	시료	NG-1	NG-2	NG-3	NG-4	NKG-1	NKG-2	NKG-3	NKG-4
SiO ₂		2.56	72.13	70.16	74.38	69.98	62.29	59.35	64.43
TiO ₂		0.13	0.11	0.19	0.09	0.13	0.55	0.46	0.30
Al ₂ O ₃		14.61	15.17	17.22	11.69	16.73	19.19	17.24	19.31
Fe ₂ O ₃		0.62	0.85	1.25	1.38	0.62	3.47	4.36	3.05
FeO		0.74	0.72	0.36	0.74	1.92	1.74	1.56	0.68
MnO		0.06	0.06	0.05	0.05	0.07	0.11	0.11	0.08
MgO		0.35	0.24	0.20	0.27	0.84	2.11	1.43	1.32
CaO		1.54	1.25	0.11	tr.	2.66	4.09	3.45	0.79
Na ₂ O		3.80	3.30	1.52	1.30	3.90	3.24	2.00	2.30
K ₂ O		3.80	5.00	4.01	5.40	3.10	2.80	4.08	2.66
H ₂ O ⁺		1.16	1.11	4.92	4.08	0.54	0.57	5.04	4.78
H ₂ O ⁻		0.19	0.39	0.23	1.23	0.11	0.36	1.00	0.76
P ₂ O ₅		0.06	tr.	0.01	tr.	0.02	tr.	0.03	0.03
Total		99.63	100.33	100.23	100.46	100.03	100.70	100.11	100.49

長垂花崗岩(日本産) 能吉島花崗閃綠岩(日本産)
 NG-1 原岩 NKG-1 原岩
 NG-2 風化初期岩 NKG-2 風化初期岩
 NG-3 風化中期岩 NKG-3 風化中期岩
 NG-4 風化末期岩 NKG-4 風化末期岩

3-2 圖表에 依한 檢討

1 變化圖

SiO₂의 增減에 따르는 各 酸化物 卽 Al₂O₃, Na₂O, K₂O, CaO, FeO 및 MgO 등의 變化하는 樣相을 보기 위해서 黃登山 花崗岩의 圖表(南基祥, 1972)와 함께 比較檢討 했다. 第2圖에서 보는 바와 같이 酸化物들의 移動範圍는 Na₂O와 FeO를 除外하고 모든 酸化物은 거의 비슷한 現象을 보여주고 있다.

이들 各各에 對해서 考察하면 다음과 같다. 本岩의 Al₂O₃는 風化의 中期에 增加를 보이다가 末期에는 減少를 하는 現象을 보이며 이는 黃登山 花崗岩의 경우와 같다. Na₂O는 初期에 保合狀態 中期에 減少 末期에 增加現象을 보인다. 이것은 黃登山 花崗岩의 경우와 差異가 있다. K₂O는 初期 및 中期에 계속적인 增加를 보이다가 末期에 減少現象을 보이는데 이것도 黃登山 花崗岩의 경우와 같은 現象이다. CaO는 初期 및 中期에는 減少現象을 보이다가 末期에 增加現象을 보인다. 이것도 黃登山 花崗岩의 경우와는 差異點이 있다. FeO는 계속적인 減少現象을 보여주고 있는데 이는 黃登山 花崗岩에서와 같은 現象이다. 이같이 各 酸化物이 大體로 減少現象을 나타내는데 對해서 MgO는 初期에서 中期 및 末期에 이르기 까지 保合狀態가 아니면 增加現象을 보여주고 있는 것은 注目해야 할 것이다.

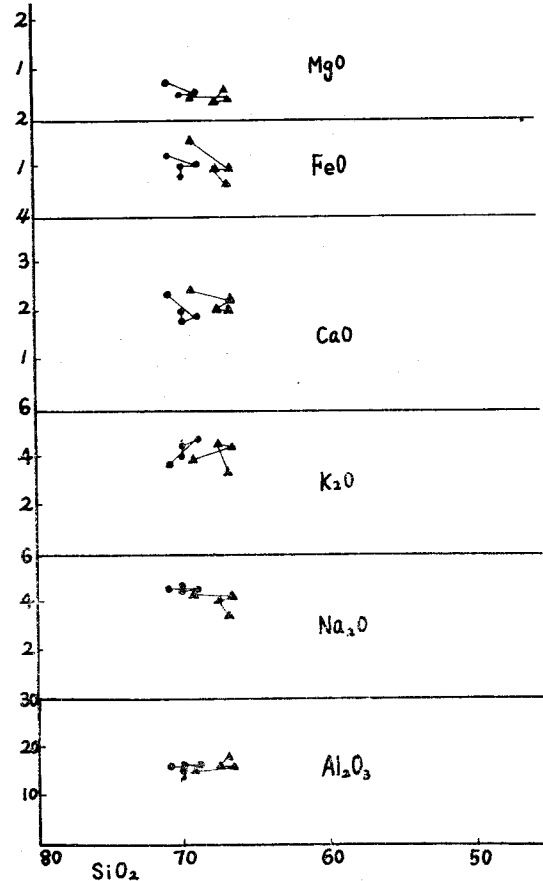


Fig. 2. Variation diagram for granite and weathered rocks. Solid circle is Baek Gu granite and their weathered rocks. Solid triangle is Hwang Dung granite and their weathered rocks. These symbol are used throughout all triangular diagram and figures.

3 三成分圖

MgO—(Na₂O+K₂O)—(Fe₂O₃+FeO)의 三成分圖(第 3 圖)에서 MgO는 初期減少 中期以後에는 增加現像을 보이고 있으며 (Na₂O+K₂O)는 初期에 增加를 보이다가 中期 및 末期에는 계속적인 減少를 보이고 있다. 이 에 對하여 (Fe₂O₃+FeO)는 初期에 減少, 中期 및 末期 에는 增加를 보여주고 있다. 이들 MgO, (K₂O+Na₂O)

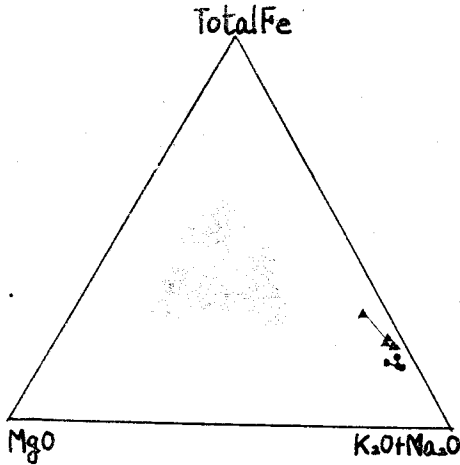


Fig. 3 Triangular diagram showing molecular ratio of MgO-(Na₂O+K₂O)-(Fe₂O₃+FeO) of granitic rocks and their weathered rocks

및 (Fe₂O₃+FeO)의 變化現像은 花崗岩에서는 同一한 三成分의 移動關係를 考察할수 있다.

K₂O—Na₂O—CaO의 三成分圖(第 4 圖)에서 K₂O는 增加現像을 初期 및 中期에 보이다가 末期에 가서는 두 드러진 減少를 보이고 있으며 Na₂O는 初期에서 減少를 보이다가 中期에 增加現像을 나타내기 始作하여 末期에는 이 亦是 두드러진 增加를 보이고 있다. CaO는 初期에서 中期까지 減少現像을 보이다가 末期에는 增加現像을 보여 준다. 이들 三成分 關係圖에서는 各成分들이 黃登山 花崗岩의 경우와 같이 增減現像을 보여 준다. 이같은 現像은 花崗岩의 主要 造岩鑛物인 長石類의 風化에 따르는 異質性의 結果에서 오른 것이라고 해석된다.

H₂O—(MnO+MgO+Fe₂O₃+FeO)—(CaO+K₂O+Na₂O)의 三成分圖(第 5 圖)에서 H₂O는 初期 및 中期에 는 두드러진 增加現像을 보이다가 末期에는 이에 못지 않는 減少現像을 보이고 있다. (MnO+MgO+Fe₂O₃+FeO)는 初期에 減少現像을 보이다가 中期 및 末期에 이르면서 계속적인 增加現像을 보이고 있다. (CaO+K₂O+Na₂O)는 初期에 增加 中期에 이르면서 減少現像을 보이다가 末期에 가서 增加現像을 보이고 있다. 여기서 注目할 것은 黃登山 崗岩에서는 H₂O가 初期에 두드러진 增加를 보이다가 末期에 減少를 보여주는 것 과 相異點 및 (CaO+K₂O+Na₂O)의 末期에 가서는 增加現像이라 하겠다. 이같은 現像은 黃登山 花崗岩에서 도 指摘한바와 같이 初期風化에서는 物理的인 風化가

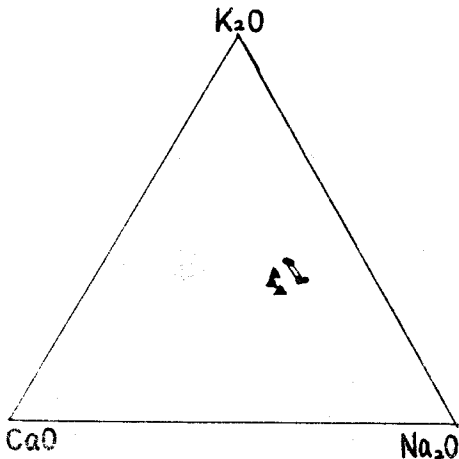


Fig. 4. Triangular diagram showing molecular ratio of K₂O—Na₂O—CaO of granitic rocks and their weathered rocks.

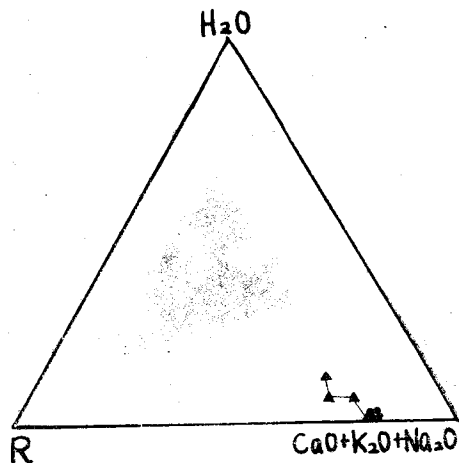


Fig. 5. Triangular diagram showing molecular ratio of H₂O—(MnO+MgO+FeO+Fe₂O₃)—(CaO+K₂O+Na₂O) of granitic rocks and their weathered rocks.

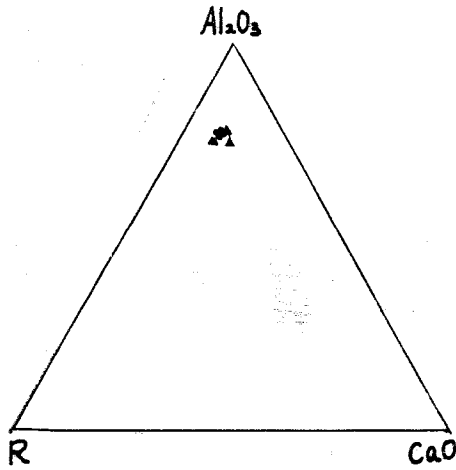


Fig. 6. Triangular diagram showing molecular ratio of Al_2O_3 -CaO-(MnO+Mg+FeO+Fe₂O₃) of granitic rocks and their weathered rocks.

앞서기 때문에 溶解流失이 거의 없다가 다시 말하여 相對的인 成分의 增加만을 보이다가 中期以後 末期에 가서 成分移動現象을 뚜렷이 나타낸다고 하겠다.

Al_2O_3 -CaO-(MnO+MgO+Fe₂O₃+FeO)의 三成分圖(第 6 圖)에서 Al_2O_3 는 初期 및 中期에 이르는 過程에서 增加를 보이다가 末期에 가서는 減少現象을 보이고 있다. CaO는 初期以後 계속적인 減少現象을 보이다가 末期에 가서 幅이 적으면서도 增加現象을 보이고 있다. 이같은 現象은 第 4 圖에서도 똑 같이 考察되어지고 있다. 이는 CaO의 移動性向이라 볼수 있으며 黃登山 花崗岩의 경우에도 같은 性向을 보이고 있다. (MnO+MgO+Fe₂O₃+FeO)도 初期 및 中期에 이르면서 減少를 보이다가 末期에 가서 增加를 보이고 있는데 이는 第 5 圖에서와 同一한 性向이라 해석된다. 이들의 三成分關係도 黃登山 花崗岩의 경우와 비슷한 性向이라 할수 있다.

Al_2O_3 -CaO-(K₂O+Na₂O)의 三成分圖(第 7 圖)에서 Al_2O_3 는 初期減少 中期增加 末期減少現象을 보이는데 第 6 圖에서의 初期增加 中期增加 末期減少 現象과 비슷한 性向이라 하겠다. 그러나 黃登山 花崗岩의 大體的인 增加現象과는 相異한 現象이라 하겠는데 이는 CaO의 初期減少 및 (K₂O+Na₂O)의 增加現象을 보여주는 것과 相對的인 것이다 하겠다. CaO는 初期 및 中期에 계속적인 減少를 보이다가 末期의 增加現象은 第 6 圖의 경우와 一致하고 있다. (K₂O+Na₂O)는 增加 減少以後에 保合現象을 維持하고 있는데 第 3 圖의 경우와

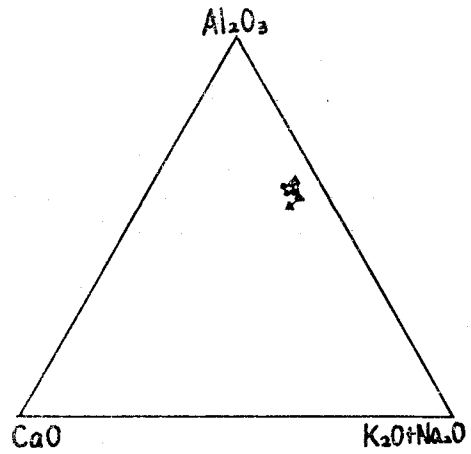


Fig. 7. Triangular diagram showing molecular ratio of Al_2O_3 -CaO-(K₂O+Na₂O) of granitic rocks and their weathered rocks.

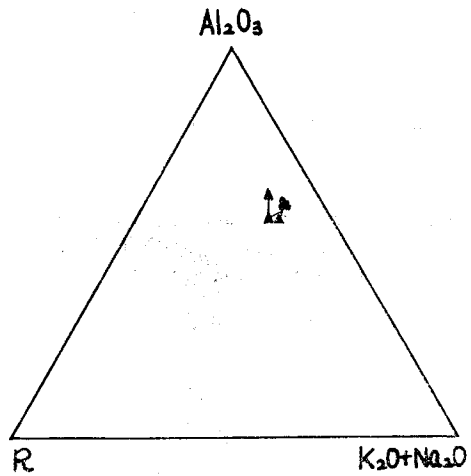


Fig. 8. Triangular diagram showing molecular ratio of Al_2O_3 -(MnO+MgO+FeO+Fe₂O₃)-(K₂O+Na₂O) of granitic rocks and their weathered rocks.

비슷한 性向을 보여주고 있다. 이들 三成分關係는 黃登山 花崗岩의 風化에 따른 現象과는 相異點을 考察할수 있는데 既述한바와 같이 CaO 및 (K₂O+Na₂O) 등의 相對的인 增減現象과 關連이 있으리라 생각 되어진다.

Al_2O_3 -(MnO+MgO+Fe₂O₃+FeO)-(K₂O+Na₂O)의 三成分圖(第 8 圖)에서 Al_2O_3 는 第 7 圖에서와 같은 性

向을 나타내고 있으나 第6圖와는 第7圖에서 說明 한 대로 相異한 現像을 보이고 있다. ($MnO+MgO+Fe_2O_3+FeO$)는 第5圖 第6圖와 비슷한 性向을 보여 주고 있으며 (K_2O+Na_2O)도 第3圖 第7圖에서와 같이 初期에 增加 中期以後에 減少現像을 보이는 것은 同一한 性向이라 하겠다. 黃登山 花崗岩과 比較할때 Al_2O_3 는 末期에 가서 黃登山 花崗岩은 增加現像을 보이는데 반하여 減少現像을 보이고 있는 것이 相異點이

라 하겠다. ($MnO+MgO+Fe_2O_3+FeO$)도 初期 및 中期까지는 同一性向을 보이다가 末期에 가서 黃登山 花崗岩은 減少現像을 보이는데 여기서는 增加現像을 보이는 것은 Al_2O_3 와의 相關關係라 보여진다. (K_2O+Na_2O)는 大體的으로 同一性向으로 減少를 보여 주고 있다.

$H_2O-(K_2O+Na_2O)-CaO$ 의 三成分圖(第9圖)에서 H_2O 는 初期 및 中期에 增加를 보이다가 末期에 가서 減少를 보이는 것은 第5圖와 同一性向이라 하겠다. (K_2O+Na_2O)는 初期增加 中期減少에서 末期까지 保合狀態를 보이고 있는데 이는 第3圖 및 第7圖와 비슷한 性向을 보여주고 있다.

CaO 는 初期減少 中期減少 末期增加現像을 보이고 있는 것은 第4圖 第6圖 및 第7圖와 비슷한 性向을 보여주고 있다. 黃登山 花崗岩과 比較할때 H_2O 의 末期減少現像은 相異點인데 이는 (K_2O+Na_2O)가 中期 및 末期까지 保合狀態인데 對하여 黃登山 花崗岩의 경우에는 두드러진 減少現像을 보여주는 것과 相關關係로 해석된다. 그리고 CaO 는 비슷한 性向임이 考察되었다.

$H_2O-Na_2O-K_2O$ 의 三成分圖(第10圖)에서 H_2O 는 第5圖, 第9圖에서와 같이 增加가 初期 및 中期까지 계속하다가 末期에 減少現像을 보여주고 있다. Na_2O 는 初期에 減少現像을 보이다가 中期以後 末期에 이르기까지 增加現像이 계속적이다. 이는 第4圖에서와 同一한 性向을 보여주고 있는 것이다 K_2O 는 初期에 增加 中期以後에 減少를 보이고 있는것은 亦是 第4圖에

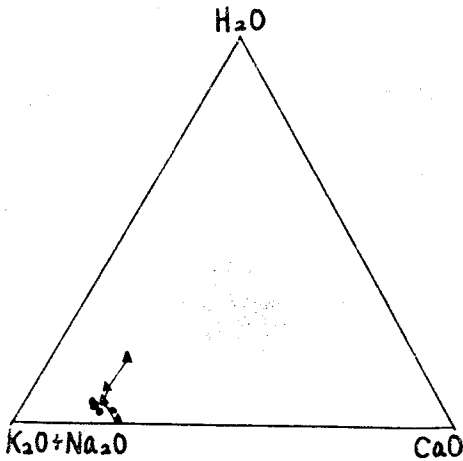


Fig. 9. Triangular diagram showing molecular ratio of $H_2O-(K_2O+Na_2O)-CaO$ of granitic rocks and their weathered rocks.

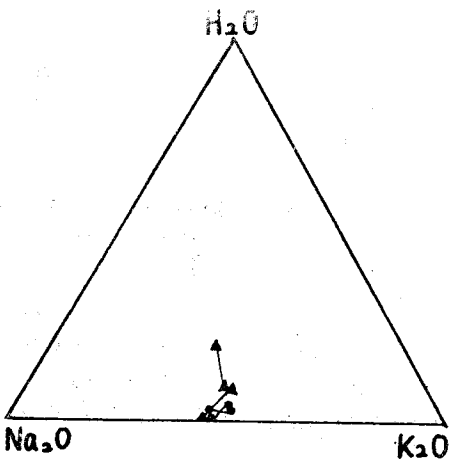


Fig. 10. Triangular diagram showing molecular ratio of $H_2O-Na_2O-K_2O$ of granitic rocks and their weathered rocks.

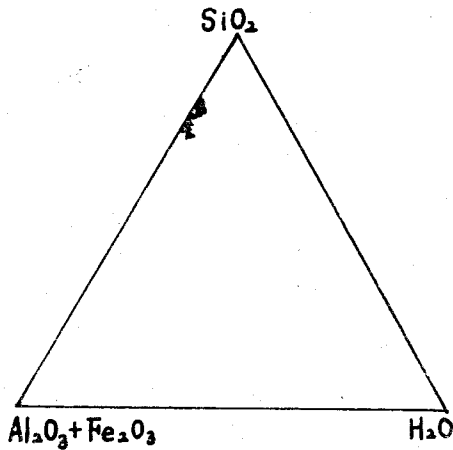


Fig. 11. Triangular diagram showing molecular ratio of $SiO_2-Al_2O_3$ of granitic rocks and their weathered rocks.

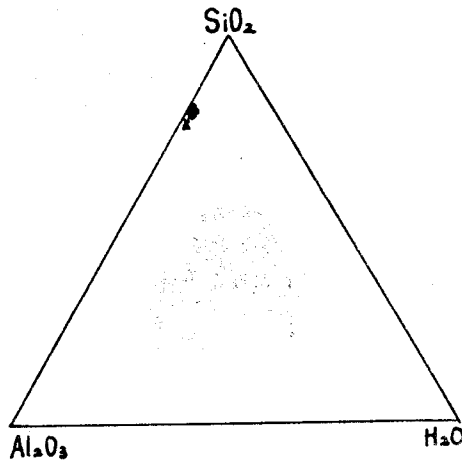


Fig. 12. Triangular diagram showing molecular ratio of SiO_2 - $(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)$ - H_2O of granitic rock sand their weathered rocks.

시 보여주는 바와 同一한 性向이라 하겠다. 黃登山 花崗岩과는 H_2O 의 末期에서의 減少現像이라 하겠으며 이는 Na_2O 의 增加現像과의 相關關係라 해석 된다.

SiO_2 - Al_2O_3 - H_2O 의 三成分圖(第11圖)에서 SiO_2 는 初期에 減少를 보이다가 中期 및 末期에는 若干의 增加를 보이고 있기는 하나 大體的으로 保合狀態를 維持한다 Al_2O_3 는 第6圖와 비슷한 性向을 보이면서 變化하고

제 2 표 試料의 各酸化物의 比.

Sample No	$\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$	FeO/MgO	$\text{K}_2\text{O}/\text{N}_2\text{O}$	$\text{Al}_2\text{O}_3/\text{CaO}$	$\text{Alkali}/\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$
BG-1	1.79	1.76	0.83	6.82	0.52	4.53	18.85
BG-2	1.17	2.05	1.05	8.51	0.57	4.25	14.49
BG-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
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

있는데 卽 初期에 增加 中期에 保合狀態를 末期에 減少現像을 보여주고 있는 點이다. 그러나 第7圖와 의 相異點은 第8圖에서 既述한대로이다. H_2O 는 第5圖, 第9圖, 第10圖등에서와 같이 初期에 增加 末期에는 減少를 보여준다. 黃登山 花崗岩과의 比較에서 SiO_2 는 大體로 비슷한 性向이고 Al_2O_3 및 H_2O 는 既述한 바와 같다.

SiO_2 - $(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)$ - H_2O 의 三成分圖(第12圖)에서

SiO_2 는 第11圖에서 처럼 初期에 減少를 보이다가 中期 및 末期에 若干의 增加를 보이기는 하나 保合狀態를 維持한다고 해석 되어진다. $(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)$ 는 初期에 增加를 보이다가 中期 및 末期에는 保合狀態를 維持한다고 해석된다. H_2O 는 第5圖 第9圖 第10圖 및 第11圖 등에서와 비슷한 性向이라 하겠다. 黃登山 花崗岩과의 比較는 SiO_2 및 H_2O 에 對해서의 性向은 既述한 바 있거니와 $(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)$ 는 同一한 性向이라 해석 된다.

3. 各酸化物의 比의 檢討

酸化物을 比較 檢討하기 위하여 黃登山 花崗岩도 같이 計算하여 第2表에 나타냈다. $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ 는 黃登山 花崗岩의 경우와 같이 初期以後 계속적인 減少現像을 보여주고 있음을 볼때 日本地域에서의 花崗岩類와도 同一한 性向임을 말해주는 것이다. FeO/MgO 는 黃登山 花崗岩의 경우처럼 계속적인 減少現像을 보여주는 것이 아니라 初期增加 中期減少를 거쳐서 末期에는 뚜렷한 減少를 나타내고 있다. 이는 日本地域에서는 玄

武岩에서 보여주는 現象이다. K_2O/Na_2O 는 黃登山 花崗岩의 경우에서와 같이 初期 및 中期에는 增加 末期에는 減少 現象을 보여주고 있다. Al_2O_3/CaO 는 初期 및 主期까지는 黃登山 花崗岩의 경우처럼 계속적인 增加를 보이다가 末期에 가서는 그 性向을 바꾸어 減少 現象을 보여주고 있다. K_2O+Na_2O/Al_2O_3 는 大體로 保合 狀態를 維持하고 있다고 보여지나 詳細히 考察하면 初期에 減少 現象 主期에 保合 狀態를 그리고 末期에는 減少 現象을 보여주는 黃登山 花崗岩의 경우와는 달리 初期에는 增加 現象 中期에는 減少 現象 末期에는 增加 現象을 보여주는데 이들의 幅은 아주 좁다.

SiO_2/Al_2O_3 는 黃登山 花崗岩의 初期 減少 中期 增加 末期 減少의 現象에 比較해서 初期 減少 以後 계속하여 末期까지 增加 現象을 보여주는 것이 相異點이다. SiO_2/K_2O 는 黃登山 花崗岩의 경우 똑같이 初期 減少 以後에는 中期 및 末期에 이르기까지 계속 增加 現象을 보여준다는 點이다.

4. 風化의 潛能(possible)

風化의 潛能을 나타내기 위하여 橫軸에 $SiO_2/SiO_2 + R_2O_3$ 의 百分率을 取하고 縱軸의 $CaO+Na_2O+K_2O+MgO-H_2O/SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3+CaO+Na_2O+K_2O+MgO$

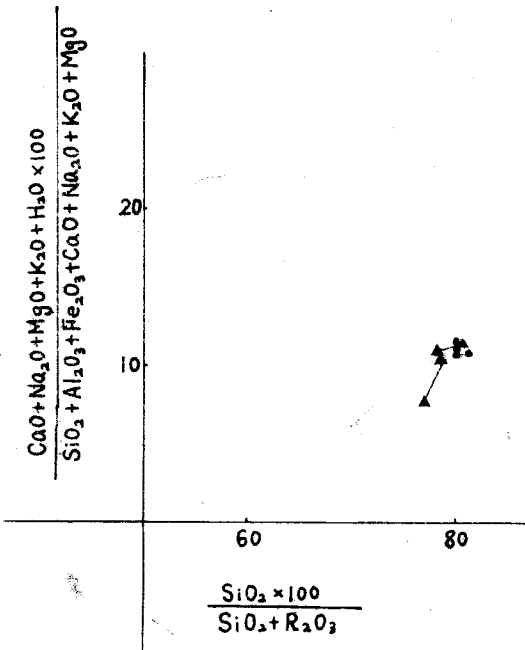


Fig. 13. Weathering potential index.

MgO 의 百分率을 取하여 第13圖로써 나타냈다.

이 경우 縱軸 方向의 變化가 큰 것을 우리는 風化의 潛能살이 크다고 말하고 있다. 여기서 考察할 수 있는 것은 日本地域에서의 花崗岩類의 風化 潛能살 보다 幅이 좁고 黃登山 花崗岩의 경우보다도 幅이 좁다는 것이다. 即 第13圖에서 白鷗花崗岩의 風化 潛能살은 日本地域 및 黃登山 花崗岩보다 風化 潛能살이 적다는 것이다. 이것은 氣象條件 및 地域的인 要因들을 생각해야 할 것이다. 이는 우리 나라와 日本地域에서의 風化 潛能살에는 두드러진 差異가 있다는 것을 말해준다고 해석할 수 있다.

4. 風化作用의 過程

(從來의 說에 立脚한 解釋)

SiO_2 原岩 가운데의 珪酸鹽 鑛物이 分解되는 途中 珪酸이 遊離해서 알카리 珪酸鹽의 型으로 移動하는 것 같다. (第10圖, 第11圖, 第12圖) 珪酸의 溶解度는 PH가 크면 클수록 크고 溶液 가운데에 炭酸가 쓰의 含有量이 어느 程度 있으면 溶解度가 크다고 알려져 있다. 이는 黃登山 花崗岩의 경우처럼 初期에 減少 現象 中期 및 末期에 減少를 보이는 것은 風化作用을 일으키는 要因의 差가 環境으로 說明되어질 것 같다. 即 一次的으로 알카리 珪酸鹽을 形成할 SiO_2 는 溶失 現象을 보이다가 알카리 珪酸鹽을 形成 殘溜시켰다고 해석할 수 있을 것 같다. 이는 이곳 白鷗地方처럼 溫帶氣候條件下에서는 PH의 變化가 그다지 크다고 볼 수 없기 때문에 環境條件의 變化로 그 成分 移動의 要因을 說明해야 할 것 같다. 即 처음에 어떤 環境의 變化가 있을 때는 珪酸의 移動이 오는데 이 地域에서는 結果의으로 減少 現象을 보이다가 風化岩 가운데서 含水 珪酸鹽이 豊富한 部分이나 알루미나 珪酸鹽이 豊富한 部分 또는 酸化第一 鐵含水 珪酸鹽의 混合物이 豊富하지 못할 때는 그다지 移動하지 않는 狀態이고 이에 對하여 相對的으로 他 成分이 移動함으로써 增加 現象을 보인다고 해석되어진다. 換言하면 他 元素가 溶脫하면 結果에 珪酸이 增加하는 것 같다고 해석할 수 있는 것이다.

Al_2O_3 는 風化하여 移動하기 어려운 元素라고 하는 것이 從來의 學說이다. 第6圖, 第7圖, 第8圖 및 第11圖 등에서 考察되어지는 바와 같이 保合 狀態乃至 增加 現象을 보여주고 있다. 一般的으로 알려져 있는 原岩 가운데의 造岩 鑛物인 알루미나 珪酸鹽 鑛物은 酸性 溶液 (PH 3.5~3.7) 가운데서는 kaoline型 粘土로써 弱알카리性 (PH 7.8~8.5) 가운데서는 montmorillonite型 粘土로써 殘溜한다고 알려져 있는 事實을 反證해주는 것이다. 그렇기 때문에 初期 風化作用을 받는다고

생각되어지는 斜長石(특히 灰長石) 등은 위에 列擧한 여러型的 粘土鑛物로서의 組成으로 參加하여 그대로 殘溜한다고 해석할 수 있을것 같다. 이같은 事實들은 三成分圖의 여러곳에서 考察 되어진다.

Fe (Iron)은 風化作用을 받아 溶失하기 어렵다는 것이 從來의 學說이며 第12圖에서 보여주는 바와 같이 大體的인 增加 또는 第3圖 第5圖 및 第6圖등에서 처럼 增加現像을 볼수 있는데 反해서 第8圖에서 減少現像을 보이는 것은 Al_2O_3 와의 相關關係로 解釋할 수 있을것 같다. Fe는 初生의 主要造岩鑛物 가운데 存在하여서 이들 鑛物이 溶解할때 Fe^{++} 乃至 Fe^{+++} 또는 水酸化物 水和物로 變化한다. Fe^{+++} 는 pH 2-4 以上の 環境에서 沈澱을 한다. 그런데 Fe^{++} 는 pH 5-7 以下에서 溶液中에 成分으로써 存在할수 있다고 알려져 있다. 그런데 風化末期岩의 경우 pH 5-7이며 그 밖의 風化初期岩에서는 pH 2 또는 그 보다 크기 때문에 새로히 생성된 Fe_2O_3 는 風化末期岩側에 酸化物 또는 水酸化物의 型으로 濃集되어진다고 해석할수 있다. 換言하면 全體的으로 風化末期岩側에서 mafic elements (특히 Fe^{+++})의 增加現像을 보여주는 것과 一致한다고 해석할 수 있다.

CaO, (Calcium)은 原岩의 造岩鑛物의 成分으로써 있다가 分解할때(化學的으로) 遊離溶失하거나 또는 溶解하기 때문에 새로운 化合物을 形成 殘溜한다는 것이 第4圖 第5圖 第6圖 第7圖 第9圖등에서 보여주는 바와 같다. 卽 增減現像의 一律性이 없음을 말해주는 것으로 三成分圖뿐 아니라 化學分析值에서도 考察할수 있다.

Mg (Magnesium)은 비교적 高溫狀態의 造岩鑛物 形成期에 형성된 鑛物中에 들어있는 成分이라 할수 있으며 第3圖에서 보여주는 바와 같이 初期減少現像을 보이는 것은 造岩鑛物이 溶解流失하다가 中期 및 末期에 가서는 他成分과의 相關關係로 增加現像을 보여 주고 있다. 結果的으로 溶解流失하기 어려운 元素라 해석되어진다.

Na_2O (Natorium)은 原岩의 造岩鑛物이 風化가 進行됨에 따라 生成된 알카리元素化合物은 두드러진 溶解現像을 보여준 黃登山 花崗岩의 경우와는 相異하다. 卽 여기서는 初期에 減少를 보이다가 中期 및 末期에 계속적인 增加現像을 보이는 것은 地域的인 特殘殊性을 認定하지 않을때 注目을 끄는 點이라 하겠다.

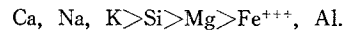
K_2O (potassium)은 Na의 경우처럼 溶性性 元素로서 溶脫風化產物이 流失되어진다고 分析結果에서 말해 주고 있다. 이는 알카리珪酸鹽鑛物인 造岩鑛物이 비교적

風化에 對한 저항력이 弱해 一律性 있는 變化 卽 增加나 減少를 보여주지 아니한다고 볼수 있다. 初期 및 中期에는 他 造岩鑛物의 溶解流失로 增加現像을 보이다가 末期에 가서는 自身의 溶解流失로 減少現像을 보여 주는 것이다 하겠다.

5. 結 論

白鷗花崗岩의 原岩, 風化初期岩, 風化中期岩의 化學分析值와 이를 土臺로한 各圖表의 解釋結果로부터 다음과 같은 結果를 얻었다. 이를 比較 檢討하기 위해서 黃登山 花崗岩의 原岩, 風化初期岩, 風化中期岩, 風化末期岩의 分析值도 같이 引用 活用했다.

가) 風化初期岩 卽 風化的 初期 및 風化中期岩 卽 風化的 中期에서는 水酸化物의 形成을 보이면서 적은 量 이면서도 SiO_2 의 溶解流失을 보여줌과 同時에 Fe, Mg의 珪酸鹽鑛物의 뚜렷한 酸化가 일어나고 또한 少量의 Fe, Mg가 流失되고 이에 대해 Ca, K, Na는 계속적인 流失現像을 보여준 黃登山 花崗岩의 경우와는 달리 初期風化岩 및 中期風化岩에서는 增加를 보여준다가 末期風化岩에서 增加를 보여준 것은 注目할점이라 하겠다. 또한 風化가 더욱 進展되어 末期風化岩에 이르게 되면 Na는 流失되어진 것과는 큰 相異點이라 하겠다. Fe는 거의 全部가 三價의 Fe로 變化되어지고 SiO_2 는 相對的으로 增加現像을 보여준다. 여기서 各成分의 流失度가 큰것으로부터 그 列을 表示하면 다음과 같다.



다) H_2O 의 增減現像으로 미루어 볼 때 全體的으로 初期 및 中期에 增加現像을 보이는 것은 이 時期가 粘土鑛物이 形成되어지는 時期라 볼수 있으며 末期에 가서는 H_2O 의 減少現像이 보이는데 이것은 相對的인 것이고 實質的인 것은 아니라 해석된다.

나) 花崗岩類가 風化되어 形成하는 粘土鑛物로서 halloysite, illite, kaolinite, montmorillonite 등은 風化的 中期까지가 될것이며 末期에는 두드러진 것은 없으리라 해석된다.

라) FeO/MgO , FeO/Fe_2O_3 및 SiO_2/Al_2O_3 의 增減現像은 黃登山 花崗岩의 경우와 같다.

마) 風化 포텐살은 第13圖에서 보여주는 바와 같이 Ca, Na, K, Mg 등의 減少 H_2O 의 增加는 花崗岩類의 特徵이며 幅이 좁다는 것을 말해준다.

바) MgO 는 他成分과는 달리 保合狀態가 아니면 增加現像을 보여주고 있다.

Reference

- Harris, R.C. and Adams, J.A.S. (1966); Weathering of Woodstock granite, near Baltimore, Maryland. Amer. Jour. Sci., 265 pp. 146-173.
- Lisityna, N.A. and Gazenko, S.D. (1967); New data on the weathered Labradorite crust of the Northwestern part of Ukpaina crystalline shield. Amer. Jour. Sci., 266 pp. 403-408.
- Kisang Nam (1971) Variation of Chemical composition and Relative movement of Important Elements on the weathering of Granitic and basaltic rocks.
- Kisang Nam (1972); A study of chemical composition of Hwang Dung granite. Jeonbuk N. Univ/Theses collection 14 pp. 211-217.
- Kisang Nam (1973); Variation of Composition and Relative movement of major Elements on the Weathering of Hwang Dung granite.
- Wolf, R.G. (1967); Geochemical and Mineralogical studies on the weathering of granite rock. Amer. Jour. Sci., 266 pp. 106-117.