

忠南 扶餘-清陽一帶에 分布하는 變成岩類의 微量成分과 起源岩에 關한 研究

曹圭聖* · 南基庠*

A Study on the Original Rock and Trace Elements of the Metamorphic Rocks in Buyeo-Cheongyang, Chungnam

Kyu-Seong Cho* and Ki-Sang Nam*

ABSTRACT: The Buyeo-Cheongyang area, in the south-western area of Gyeonggi massif, comprises Precambrian and Mesozoic metamorphic and sedimentary rocks. The original rock of metamorphic rocks was studied by geochemical examination and statistical analyses of the trace elements in the gneisses, schists, shale and granitic rocks.

Average abundance of Cu, Cr, Pb, Ni, Co, Mn, Li and Zn elements from gneisses have similar to those from shale and schists. However the gneisses have higher Cr, Ni, Co, Mn, Li abundance than those from the granite. Abundance range and frequency distribution of the trace elements in the gneiss show a marked trend sedimentary origin, that is, standard deviation have far the higher than that of igneous origin. Also it is wide dispersion and irregularly distribution. For that reason, this gneiss is regarded as sedimentary original rocks with schists.

序 言

忠南 扶餘에서 清陽에 이르는 이 研究 地域은 韓半島의 基底를 이루는 京畿陸塊에 해당되는 곳으로서 多樣하고 複雑한 變成岩類들로 構成되어 있다.

이곳에 주로 分布하는 變成岩類는 片麻岩類 및 片岩類로 構成되어있으나 調査者에 따라 岩層의 區分과 時代 區分을 달리 하고 있을뿐만 아니라 起源岩에 대한 자세한 言及을 하고 있지 않다.

變成岩의 起源岩에 대한 研究는 野外에서 자세한 觀察을 통한 證據와 化學分析을 통해 Wiedemann(1965)圖, Nesbitt & Sun(1976)이 사용한 Y-Ti-Zr 圖 TiO_2/Al_2O_3 값 (Goldschmidt, 1954), K_2O/Na_2O 값 및 Harker의 變化圖 등을 이용한 地化學的인 方法이 있으나 이 研究에서는 특히 微量成分을 分析해 堆積起源과 火成起源의 岩石들의 平均含量, 含量範圍 및 頻度分布圖 등을 比較 考察함으로써 韓半島一帶에 넓게 分布하고 있는 變成岩類 중 京畿陸塊에 속하는 扶餘-清陽一帶의

片麻岩類에 대한 起源岩을 밝히고자 한다.

一般地質

研究地域의 地質은 變成岩類와 堆積岩類가 대체로 北東-北北西 方向으로 分布하고 이들을 貫入한 火成岩類로 구성된다.

變成岩類는 堆積岩起源으로 여겨지는 片麻岩類와 片岩類로 構成되는데 清陽圖幅(島村, 1931)에서는 이들 모두를 新캠브리아기의 花崗片麻岩系 및 結晶片岩系로 취급하였으나 忠南炭田精密地質調查報告書(李敦永外, 1974)에서는 이들을 古期 變成岩類와 後期 變成岩類로 나누고 片麻岩類를 前者에, 片岩類를 後者에 포함시켰으며 古期變成岩類는 新캠브리아기에, 後期 變成岩類는 時代未詳으로 처리하였다.

片麻岩類는 清陽郡 清陽邑 酒亭里 일대와 扶餘郡 忠化面 일대에 分布하며 주로 優白質 縞狀片麻岩과 長石-石英-黑雲母 縞狀片麻岩으로 構成되어 있다. 本岩類에 石灰岩이 狹在된다는 사실로 新캠브리아기일 것으로 생각하고 있다(李敦永外, 1974). 片岩類는 中生代 堆積岩類 分布地 周邊과 중간곳곳에 全般的으로 分布하며 主構成

*全北大學校 地球科學教育科 (Department of Earth Science Education, Chonbuk National University, Chonju 560-756, Korea).

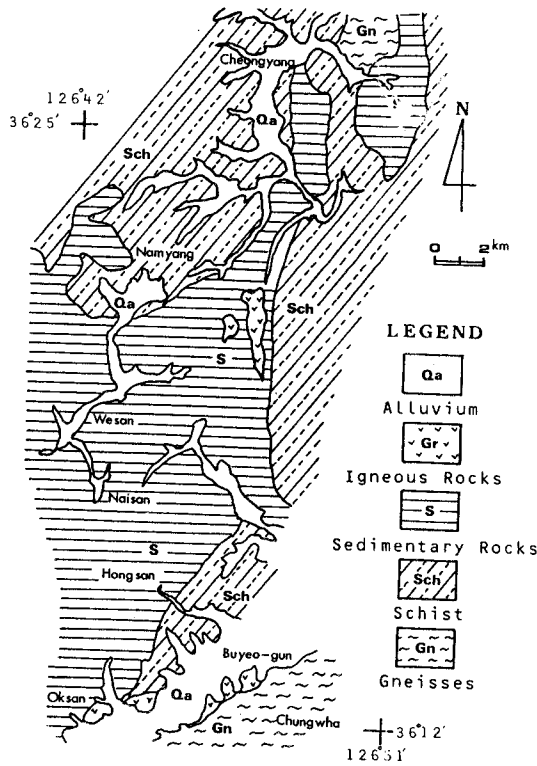


Fig. 1. Geological map of study area.

鐵物에 따라 黑雲母片岩, 長石-石榴石-黑雲母片岩, 白雲母-黑雲母片岩, 角閃石-黑雲母片岩 등으로 나눌수 있다. 堆積岩類 周邊에서는 堆積岩층으로부터 漸移的으로 變化하는데 原 堆積岩이 泥質岩인 경우는 비교적 漸移帶의 幅이 넓고 漸移 樣相도 뚜렷하지만 砂質岩이나 礫質岩인 경우는 漸移 樣相은 뚜렷하지 않고 주로 長石質로 된 塊狀岩相을 보이다가 곧 片麻岩으로 移化된다.

堆積岩類는 주라기 大同系 盤松層群에 해당되고 調査者에 따라 堆積岩層들의 分帶層을 달리 命名하고 있다. 下部로부터 下鳥層(月明山層), 峨嵋山層, 造溪里層, 白雲寺層, 聖住里層으로 區分되고 있으나 이 研究 地域에는, 峨嵋山層이 대부분을 차지한다. 峨嵋山層은 주로 세일과 砂岩 및 礫岩으로 構成되는데 세일의 대부분은 黑色이다

火成岩類는 變成岩類와 堆積岩層을 貫入하고 있으며 黑雲母花崗岩과 珉長岩, 石英斑岩 등으로 된 脈岩類들이 全 地域에 걸쳐 不規則的으로 곳곳에 分布하고 있다.

Fig. 1 은 研究地域의 地質圖이다.

試料採取 및 研究方法

扶餘郡 忠化面一帶와 淸陽郡 淸陽邑 酒亭里一帶에서 片麻岩類 32개, 扶餘郡 鴻山面, 淸陽郡 南陽面, 淸陽邑 등에서 片岩類 32개, 扶餘郡 鴻山面 內山面 外山面に 걸쳐 널리 分布하는 세일 32개 및 扶餘郡 玉山面 玉山貯水池 附近에 小規模 分布하는 黑雲母花崗岩 13개 등 총 109개의 岩石試料를 採取했다

採取한 岩石試料를 pulverizer로 粉碎한 후 Agate mortar를 이용해 粉末試料를 만들고, 王水處理法 (Holcomb et al. 1960) 으로 溶液試料를 만들어 原子吸收分光光度計 (Perkin Elmer 2380) 을 이용해 Cu, Cr, Pb, Ni, Co, Mn, Li, Zn 등 8가지 元素에 對하여 定量 分析을 실시하였다.

수차례에 걸친 野外調査 結果와 機器分析을 통해 얻은 分析值를 統計處理하여 平均含量 및 含量範圍, 標準偏差 그리고 頻度分布圖 등을 구하고 이들 값을 周邊에 分布하는 堆積起源 및 火成起源의 岩石과 比較 考察했다. 또한 既 發表된 資料들과의 比較를 통해 綜合的인 地化學的 考察을 실시하였다.

微量元素 含量

이 研究地域에 分布하는 岩石에 대해 8개의 微量元素를 定量分析해 平均한 값을 Table 1에 나타내었다. 片麻岩은 Gn, 片岩은 Sch, 세일은 Sh 그리고 黑雲母花崗岩은 Gr의 代表文字로 表示했다.

이 表를 보면 片麻岩에 含有되어있는 8개의 元素의 平均含量은 片岩類와 매우 비슷한값을 보여준다. 이곳의 片岩類가 이미 變成 堆積物로 밝혀졌다는 점을 생각할 때 이곳의 片麻岩과도 깊은 關係가 있을 것임을 豫想할

Table 1. Analysis of trace elements for the rocks in Buyeo-Cheongyang area. (unit in ppm)

	Cu	Cr	Pb	Ni	Co	Mn	Li	Zn
Gn	35	61	27	39	15	295	28	61
Sch	29	55	26	32	15	339	31	59
Sh	57	52	32	44	18	265	22	52
Gr	37	34	22	18	8	172	16	57

수 있다. 또한 片麻岩은 대표적인 泥質堆積岩인 셰일과 8개 元素 모두가 비슷한 含量을 알 수 있다. 그러나 花崗岩의 含量과는 다소 차이가 있으며 특히 Cr, Ni, Co, Mn, Li 등의 平均含量은 片麻岩이나 片岩, 셰일이 花崗岩보다 2-3배 높은 값을 갖는다. 이를 한눈에 볼 수 있도록 圖表化 해 보면 Fig. 2와 같이 나타낼 수 있는데 가로축에는 微量元素를 나열하고, 세로축에는 火成起源이나 堆積起源의 岩石에 대한 片麻岩의 含量比를 表示했다.

堆積起源인 片岩과 셰일에 대한 片麻岩의 含量比는 세로축의 1.0을 기준으로한 가로선 근처에 분포하고 火成起源인 花崗岩에 대한 片麻岩의 含量比는 훨씬 높게 분포하고 있다. 따라서 分析을 實施한 8개의 微量元素 대부분의 含量比가 1.0에 가깝게 分布함을 보여주고 있는 이 地域의 片麻岩과 셰일 및 片岩의 關係는 窺다고 할 수 있다.

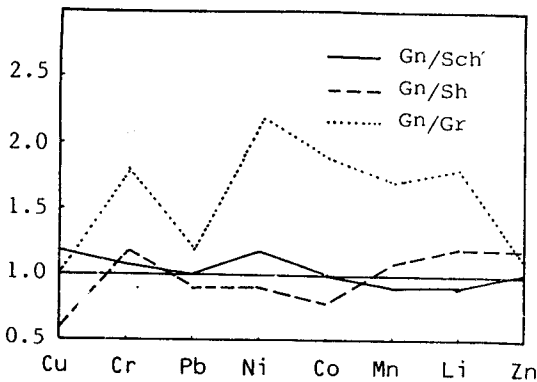


Fig. 2. Comparison for average abundance ratio of Gn for Sch, Sh and Gr.

이 地域의 片麻岩을 既 發表된 資料들과 比較해 보기 위해 Table 2 를 만들었다. 花崗岩類로는 Taylor (1964)에 의한 花崗岩 世界平均値를 Wgr, 陳明植 (1988)에 의한 南韓의 백악기-3기초 花崗岩 平均値를 Kgr, 南基庠 等(1987)의 黃登花崗岩은 Hgr, 南原花崗岩은 Jbgr 로 표시했고, 堆積岩類 및 堆積起源岩類로는 셰일의 世界平均値 Wsh(B.Mason, 1982), 南基庠 等 (1987, 1988)에 의한 茂朱 吉旺里層 셰일 Gsh, 全州 變

Table 2. Average abundance of the trace elements for the Wgr, Kgr, Hgr, Jbgr, Wsh, Gsh, Jms, Jgn and Ngn. (unit in ppm)

	Cu	Cr	Pb	Ni	Co	Mn	Li
Wgr	10	4	20	0.5	1.0	400	38
Kgr	15.4	17.5	25.8	8.6	6.4		20.9
Hgr	8.1	3.6	12.2	4.5	12.5	124.7	27.5
jbgr	8.0	13.5	11.8	6.2	5.5	176.7	30.9
Wsh	45	90	20	68	19	850	66
Gsh	26	30	18	24	9	302	
jms	28	33	18	28	26	290	45
Jgn	15	39	18	25	25	335	50
Ngn	32	47	22	31	21	279	28

Wgr: World average of granite (Taylor, 1964). Kgr: Cretaceous to early Tertiary granitic rocks in Southern Korea (Jin, 1988). Hgr: Hwangdeung granite (Nam and Cho, 1987). Jbgr: Jurassic biotite granite in Namwon (Nam, 1987). Wsh: World average of shale (Mason, 1982). Gsh: Shale of Gilwangri Formation in Muju area (Nam and Cho, 1988). Jms: Metamorphic sedimentary in Jeonju Formation. (Nam and Cho, 1987). Jgn: Jeonju gneiss (Nam and Cho, 1987). Ngn: Gneiss in Namwon (Cho and Nam, 1990).

成堆積岩類 Jms, 全州片麻岩 Jgn 및 曹圭聖 等(1990)에 의한 南原一帶 片麻岩 Ngn의 平均값 등을 나타냈다.

Table 2의 資料를 살펴보면 이 地域의 變成岩類가 Cu, Cr, Ni, Co, Mn 등의 元素에 있어서 堆積起源의 岩石인 셰일이나 片岩 및 片麻岩과 매우 비슷한 含量을 갖고 있으며 특히 셰일의 世界平均値와도 유사한 값을 보여준다. 반면 南韓의 佛國寺花崗岩이나 黃登花崗岩, 南原花崗岩은 물론이고 花崗岩 世界平均値와도 分析한 모든 元素에서 含量 차이가 있으며 특히 Cu, Cr, Ni, Co, Mn 등의 元素에서는 2-10배 以上の 차이를 갖는다. Hgr, Jms, Ngn에 대한 扶餘 - 清陽一帶 片麻岩 (Gn)의 含量比를 이용해 Fig. 3에 그래프를 그려 보았다.

Fig. 3을 보면 역시 堆積起源인 Jms나 Ngn에 대한 Gn의 含量比가 세로축의 1.0을 기준으로 분포하고 火成起源인 Hgr에 대한 Gn의 含量比는 많은 차이를 보인다. 이와같이 이 地域에 分布하는 片麻岩類 및 片岩類

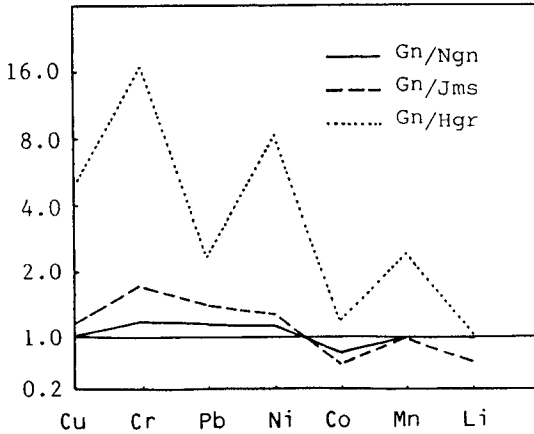


Fig. 3. Comparison for average abundance ratio of Gn for Ngn, Jms and Hgr.

는 그 周邊에 分布하는 堆積岩類 및 花崗岩의 比較에서 뿐만 아니라 韓半島의 여러곳과 世界平均値와의 比較 檢討에서도 火成起源 보다는 堆積起源임을 강력히 暗示해 준다.

含量範圍 및 頻度分布圖

各 元素의 含量範圍를 岩石 별로 나타낸 것이 Table 3 이다.

片麻岩의 含量範圍는 8개 모든 元素에서 片岩이나 세일과 마찬가지로 넓은 範圍를 갖는다. 이는 火成起源岩의 경우 同一岩體내에서는 보다 均質할 것이고 堆積起源岩은 堆積物의 供給과 堆積環境의 차이에 따라 다소 不均質할 것이기 때문에 試料 採取 場所에 따라 含量의 차이가 많이 날 수 있다는 점에 비추어 볼때 이 地域의 片麻岩類가 堆積起源임을 示唆해 주는 證據이다. 標準偏

Table 4. Standard deviation of analyzed trace elements.

	Cu	Cr	Pb	Ni	Co	Ni	Li	Zn
Gn	10.9	16.4	12.5	10.4	5.0	90.0	15.2	17.7
Sch	13.0	22.4	8.2	13.2	6.0	114.5	16.2	20.8
Sh	22.0	18.6	10.2	12.0	5.2	97.61	1.7	15.3
G	9.7	12.0	5.1	5.2	1.5	42.4	4.5	8.5

차를 Table 4에 표시했는데 8개 元素 모두에서 片麻岩, 片岩, 세일이 花崗岩보다 높은 값을 보여준다.

이 地域의 岩石을 分析한 微量元素 별로 頻度分布圖를 그려보면 Fig. 4처럼 나타낼 수 있는데, 各 微量元素가 岩石에 따라 最大頻度を 중심으로 어떤 分布를 보여주는가를 알 수 있는 것으로서 1상한은 片麻岩類, 2상한은 片岩類, 3상한은 세일 그리고 4상한은 花崗岩이다.

片麻岩 이나 片岩 및 세일은 分析한 모든 元素에서 最大頻度を 중심으로 不規則하게 넓게 분포하지만 花崗岩은 대부분 最大頻度 주변에 밀집 분포한다. 火成起源과 堆積起源의 차이를 그대로 보여주고 있다.

以上에서 살펴본 것처럼 火成起源과 堆積起源 사이에는 微量元素의 平均含量이나 含量範圍, 頻度分布圖 등의 차이가 있기 때문에 微量成分을 이용해 變成岩의 起源을 찾을 수 있을 것이다. 물론 野外에서의 철저한 證據 確保와 主成分元素를 포함한 많은 微量元素를 분석해 Wiedemann圖, Y-Ti-Zr圖, Harker의 變化圖 및 TiO₂/Al₂O₃ 값 등을 이용한 보다 綜合的인 地化學的 考察이 필요할 것이지만 우리가 소홀히 여길수 있는 微量成分의 많은 축적된 자료를 이용하는것도 變成岩類의

Table 3. Abundance range of the trace elements in each rock. (unit in ppm)

	Cu	Cr	Pb	Ni	Co	Mn	Li	Zn
Gn	15-68	33-95	12-73	18-63	7-30	150-511	7-76	25-10
Sch	14-87	16-98	13-45	15-65	8-32	146-690	8-65	18-99
Sh	19-97	21-95	17-58	25-70	10-28	106-450	6-49	23-83
Gr	16-51	13-51	13-31	9-26	5-10	99-250	9-22	39-71

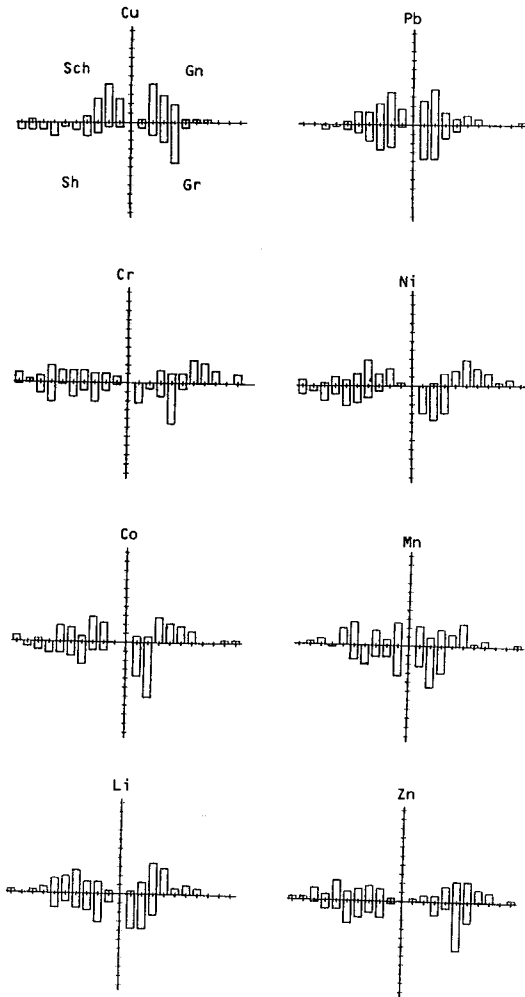


Fig. 4. Frequency distributions of the Cu, Pb, Cr, Ni, Co, Mn, Li and Zn of the rocks in study area.

起源岩을 밝히는 하나의 方法이 될 수 있을 것이다.

結 論

京畿陸塊에 해당하는 扶餘-清陽一帶에 分布하고 있는 片麻岩類와 그 周邊 變成 堆積物인 片岩類, 세일 및 花崗岩에 含有된 Cu, Cr, Pb, Ni, Co, Mn, Li, Zn 등 8가지 微量成分 元素를 分析하여 地化學的으로 考察한 結果는 다음과 같다.

1. 分析을 實施한 8개 微量元素에 의하면, 扶餘-清陽

一帶에 分布하는 片麻岩類에 含有된 微量元素의 平均含量은 세일 및 片岩類와 매우 類以한 含量을 갖지만 花崗岩 보다는 Cr, Ni, Co, Mn, Li 등의 元素가 매우 큰 값의 차이를 보인다.

2. 이 地域의 片麻岩類는 堆積起源의 南原片麻岩類 및 全州 變成堆積岩類와 매우 類以한 微量成分의 含量을 보이며 南原花崗岩, 佛國寺花崗岩 및 花崗岩 世界平均値 보다는 Cu, Cr, Ni, Mn 등의 元素에 있어 2-10배 以上 含量 差異가 나타난다.

3. 이 地域의 片麻岩類는 含量 範圍와 頻度分布가 堆積起源岩의 特徵의인 現象을 모두 지니고 있다. 卽 標準 偏差가 火成起源에 비해 월등히 크고 分散 幅이 넓으며 不規則的으로 分포하여 分散 幅이 좁고 規則的인 火成起源과는 큰 차이를 보이고 있다.

따라서 扶餘-清陽 一帶의 片麻岩類는 堆積起源으로 여겨진다.

參考文獻

- 權致純 (1988) 大田 - 公州間에 分布하는 花崗岩類의 微量元素含量과 그 地構造의 考察. 地質學會誌, 24권, p.147-162.
- 金亨植 (1970) 韓國 西南部 一帶의 壤域 變成作用에 關하여. 地質學會誌, 6 권, p.97-118.
- 羅基昌 (1987) 沃川帶 北東邊에 分布하는 婦山混成片麻岩에 對한 岩石學의 研究. 鑛山地質, 20권, p.235-246.
- 南基庠 (1987) 花崗岩과 片麻岩의 微量成分에 關한 研究. 科學教育論叢, 12권, p.37-50.
- 南基庠, 曹圭聖 (1988) 茂朱一帶에 分布하는 片麻岩의 微量成分에 對하여. 教育論叢, 8권, p.143-159.
- 南基庠, 宋永美, 曹圭聖 (1991) 智異山 西部 一帶에 分布하는 片麻岩類의 微量成分. 韓國地球科學會誌, 12권, p.123-131.
- 李敦永 外 (1974) 忠南炭田 精密 地質調查 報告書. 商工部.
- 李商萬 (1980) 智異山(河東-山淸) 地域의 變成泥質岩의 變成作用에 關한 研究. 地質學會誌, 16권, p. 1-15.
- 李商萬 外(1981) 小白山隆塊 (東南部) 變成岩複合體에 對한 變成作用에 關한 研究. 地質學會誌, 17권, p.169-188.
- 李商萬, 金亨植 (1984) 소위 票里層群 및 遠南層群의 變成岩石學의 연구. 地質學會誌, 20권, p.195-214.
- 曹圭聖, 南基庠 (1990) 小白山隆塊 南西部地域에 分布하는 片麻岩類의 微量元素含量과 地化學的 研究. 地質學會誌, 26권, p. 227-234.
- 島村 (1931) 淸陽 大川里 扶餘 監浦 地質圖幅 說明書. 朝鮮地質調查所.
- Ahrens, L.H. (1964) The Significance of the chemical bond for controlling the geochemical distribution of

- the elements. *phys. Chem. Earth*, v.5, p.1-54.
- Denis, M.S. (1970) Trace element fractionation during anatexis. *Geochem. Cosmochim. Acta*, v.34, p.237-243.
- Ferry, J.M. (1978) Fluid interaction between granite and sediments during metamorphism. *Amer. Jour. Science*, v.278, p.1025-1056.
- Goldschmidt, V.M. (1954) *Geochemistry*. Clarendon Press, Oxford, 730p.
- Holcomb, H., Perry, Y., and John, H. (1960) Spectrophotometric determination of uranium with 3-(2-Arsnophenylazo) 4,5-dihydroxy - 2,7 naphtholane disulfonic acid. *Analytical Chemistry*, v.32(6), p.612-617.
- Hong, Y.K. (1987) Geochemical Characteristics of Precambrian, Jurassic and Cretaceous Granites in Korea. *Jour. Korean Inst. Mining Geol.*, v.20(1), p.35-60.
- Jin, M.S. (1988) Geochemistry of the Cretaceous to Early Tertiary Granitic Rocks in Southern Korea. *Jour. of the Geological Society of Korea*, v.24 (spec.), p.168-188.
- Mason, B. and Moore, C.B. (1982) *Principles of Geochemistry*. 4th(ed), John Wiley, New York, 344p.
- Nesbitt, R.W. and Sun, S.S. (1976) Geochemistry of Archean Spinifex-textured peridotites and lowmagnesian tholeiites: *Earth Planet. Sci. Lett.*, v.31, p.433-453.
- Nzenti, J.P. (1988) Origin and evolution of the Late Precambrian high-grade Yaounde gneisses (Cameroon). *Precambrian Research*, v.38, p.91-109.
- Ringwood, A.E. (1955) The Principles governing trace elements distribution during magmatic crystallization. *Geochem. Cosmochim. Acta*, v.7, p.189-202.
- Rose, A.W., Hawkes, H.E., Webb, J.S. (1979) *Geochemistry in mineral exploration*. Academic press, London, 657p.
- So C.S. and Kim S.M. (1975) The Chemistry and Origin of Amphibolitic Rocks in the Sobaegsan Metamorphic Belt and the Ogbang and Sangdong Tungsten Mine Areas, Korea. *Jour. Korea Inst. Mining Geol.*, v.8 (3), p.147-164.
- Taylor S.R. (1964) Abundance of chemical elements in the continental crust. *Geochem. et. Cosmochim. Acta*, v.28, p.1280-1281.
- Taylor S.R. (1965) The application of trace elements data to problem in petrology. *Physics and Chemistry of Earth*, v.6, p.133-213.
- Wiedemann, F. (1965) Zum Stoffhaushalt Kristalliner Schiefer im Erzgebirge. *Freiberger Forschungsh.*, C192.