

忠州層群과 瑞山層群의 比較研究

羅基昌* · 金亨植** · 李東鎮*** · 李尙憲****

Comparative Studies between Chungju and Seosan Groups

Ki Chang Na* · Hyung Shik Kim** · Dong Jin Lee*** · Sang Hun Lee****

Abstract: The Chungju and Seosan Groups have been known usually as Precambrian formations in Korea. But their relative and absolute ages have been controversial problem in relation with other geologic system such as so-called Ogcheon and Yeoncheon Systems in Korea. This study has mainly focused on the correlation of the Chungju Group with the Seosan Group in their stratigraphy, structure, metamorphism, and iron ore deposits. In the process of study, the author surveyed and reclassified the Chungju and Seosan Groups and correlated with Gyeonggi and Ogcheon metamorphic belts and got some new data.

The Chungju iron-bearing formations showing transitional relation with the Gyeonggi Gneiss Complex and the Jangamri Formation consisting mainly of pebble bearing calcareous phyllite, should be separated from the Gyemyeongsan formation which is mainly composed of metavolcanic rocks. The Jangamri Formation and the coaly phyllite, which can be correlated respectively with the Hwaggangri Formation and Changri Formation in Ogcheon Group, are repeated in the Gyemyeongsan and Munjuri Formations with the overturned anticlinal folding(F1). So the Chungju Group which was defined as an independent geologic unit from the Ogcheon Group should be limited only on the Chungju iron Formation. The Seosan Group can be classified stratigraphically such as Seosan Formation consisting of iron-bearing quartzite and mica schist, Daesan Formation overlying unconformably on the Seosan Formation and Gyeonggi Gneiss Complex. Taean Formation overlying unconformably on the Daesan Formation should be separated from Seosan Group. There are many similarity in the stratigraphy, structure, and metamorphic facies between Chungju and Seosan Groups except the metavolcanic rocks in the Gyemyeongsan and Munjuri Formations and the pebble bearing calcareous phyllite in the Jangamri Formation. The two Groups were deformed with two kinds of different stages, the first shows N30°-40°E trend of fold axis, the second N70°-80°W respectively.

The Seosan Formation, which is the lowest formation in Seosan Group and bearing the iron formation, was metamorphosed at 2500 m. y. before. These age is similar with the metamorphic age of Gyeonggi metamorphic belt and with the age of Algoman and Kenoran Orogenies which divide the Precambrian into Archean and Proterozoic Era. So the Seosan Formation, which is included in some migmatitic rocks of Gyeonggi Gneiss Complex, is the oldest formation in Korea and can be correlated with the Anshan Group which bears the oldest iron formation in China. The metamorphic facies of the Precambrian metamorphism in Seosan area is similar with that of Chungju area, showing high temperature-low pressure amphibolite facies which is correlated with the Gyeonggi metamorphic belt, the oldest metamorphic belt in Korea (650°-680°C, 3.2-4.4 Kb). The high temperature intermediate pressure amphibolite facies in Seosan area with the low temperature-intermediate pressure greenschist facies of Taean formation is correlated with that of Ogcheon Group (590°-640° C, 5.2-6.3 Kb).

The Chungju and Seosan iron formations were deposited in Archean, showing geochemical composition of Precambrian iron formations. The Chungju iron formation was mainly formed by the chemical precipitation, on the other hand, the Seosan iron formation was formed by alternated action of chemical and detrital depositions.

*忠北大學校 地球科學教育科

**高麗大學校 地質學科

***韓國動力資源研究所

****江原大學校 地質學科

I. 序 論

I-1. 研究動機 및 概觀

忠州層群과 瑞山層群에 관한 層序의 位置나 構造 및 變成作用에 관하여는 2個 層群이 모두 鐵鑛床을 배태하고 있다는 유사점과 地理的 位置로 보아 중국의 타이산(Taishan)이나 안산(Anshan)層群 및 인도의 다와르(Dawar)系에 대비시키려는 경향이 일반적이었다. 그러나 鐵鑛層에 관한한 下部 내지 中部原生代層인 쿤양(Kunyang)層群이나 창청(Changcheng)層群에 대비시킬 수도 있으며 더우기 沃川系의 基底라고 볼 수 있는 忠州層群에 관하여는 一部 研究者들이 주장하는 대로 沃川系를 北韓의 祥原系 및 중국의 시니안(Sinian)系와 대비한다면 이럴 가능성은 더욱 많아진다. 또한 忠州層群이 沃川系의 上位에 놓이는 古生代層이라고 한다면 忠州層群의 含鐵珉岩層은 大石灰岩統中 銅店珉岩과도 대비될 수 있다.

京畿陸塊 西南部에 分布하는 瑞山層群도 그 層序의 上·下限이 불명료하여 앞으로 더 研究되어야 한다. 중국의 始生代 含鐵層인 타이산層群이나 안산層群 혹은 우타이(Wutai)層群과 瑞山層群이 대비된다면 祥原系와 대비될 수 있는 연천층군의 관계라든가 연천층군의 基底인 京畿片麻岩複plex와와의 관계 등이 규명되어 저야 하며, 쿤양層群이나 창청層群에 대비된다면 京畿片麻岩複plex와 연천層群 사이에 존재하는 層群이 되어야 할 것이다. 왜냐하면 연천層群은 筆者의 調査에 의하면 祥原系에 대비될 수도 있으며 祥原系는 중국의 시니안系와 대비되기 때문이다. 이러한 관계로 韓國의 先캄브리아紀의 層序設定을 위하여는 忠州層群과 瑞山層群에 관한 종합적 연구가 필히 進行되어야 하며 이들을 상호비교하여 層序의 先後關係를 명백히 하여야 할 것이다.

본 연구를 위하여 지금까지 忠州層群으로 불리워진 忠州圖幅 北東部에 分布하는 계명산층과 대향산돌로마이트層 및 대향산규암층과 文周里層 一部 및 曾平圖幅에 分布하는 장암리층을 연구지역에 포함시켰다. 瑞山層群은 層序가 세분되지는 않았으나 표식적으로 分布된 것으로 알려진 태안반도 一帶를 택하여 집중 조사하였다.

本研究은 1979-1981年度의 科學財團 연구장려금一部로서 이루어졌음을 밝히며 이에 감사할 바이다. 본 연구를 수행하는데 여러가지 조언을 해 주신 손치무, 김옥준, 이상만, 이대성 교수께 사의를 표하며 한국동력자원연구소의 장태우, 황제하 연구원께 감사드린다. 또한 EPMA 시설을 대여해 준 캘리포니아

대학교 (U.C.L.A) Ernst교수께 사의를 표한다.

I-2. 忠州層群과 瑞山層群에 대한 過去 研究의 綜合

1) 忠州層群: 忠北一帶에 分布하는 變成堆積層을 나카무라(中村, 1923)는 沃川層이라 명명하고 上·中·下 三層으로 구분하여 先캄브리아地層으로 기재한 바 있다. 忠州層群은 그가 기재한 沃川層中 대체로 上部에 속한다 할 수 있다. 고바야시(小林, 1965)는 沃川帶를 東北部의 非變成帶와 西南部의 變成帶로 구분하여 沃川系가 朝鮮系나 平安系의 質物質의 可能性을 시사하였다. 그후 국내 학계에서 본격적으로 層序를 細分하고 주위 沃川層群과의 關係를 調査한 것은 忠州圖幅(김기완, 이흥규, 1965) 및 黃江里圖幅(이민성, 박봉순, 1969)에서 비롯되었다. 이들은 忠州層群의 一部인 계명산층, 향산리돌로마이트층 및 대향산규암층을 朝鮮系 大石灰岩統과 沃川層群 사이의 時代未詳의 地層群으로 기재하였다. 손치무(1969, 1970)는 계명산층과 대향산돌로마이트층을 沃川系로 부터 분리하여 별도로 忠州層群을 설정하고 이를 京畿陸塊의 瑞山層群과 대비하려 하였으며 대향산규암층은 沃川層群의 基底로써 忠州層群을 不整合으로 덮는다고 주장하였다. 반면에 김옥준(1970, 1977)은 忠州層群中 계명산층만을 제외하고 모두 沃川系에 포함시켜 先캄브리아地層으로 기재하고 이들이 오버스러스트로 朝鮮系 大石灰岩統 上位에 놓인다고 주장하였다. 그후 이대성(1972)은 향산리돌로마이트層에서 아케오시아타(archaeocyatha)를 발견하고 忠州層群中 계명산층을 제외한 향산리돌로마이트층 이상의 地層과 沃川層群을 古生代層으로 기술하였다. 한편 증평도폭과 괴산도폭에서는 米東山層을 대향산규암층에 대비하고 그 下位에 장암리층을, 上位에 운교리층을 설정하여 운교리층을 계명산층에 대비시켰고 그 시대를 캄브로-오오도비스紀로 보았으며 沃川層群은 이의 上位層으로 기재하였다(이중혁, 1971, 1972). 당시까지의 조사자들은 忠州層群을 逆轉된 構造로 생각하여 沃川層群 보다 下位에 속하는 地層群으로 기재하였으나 韓·英合同調査團에서는 忠州層群이 역전된 구조가 아니라 정상적인 구조이며, 沃川層群을 不整合으로 덮고 있는 忠州型朝鮮系라고 기술하였다(Reedman, 1972).

2) 瑞山層群: 본 層群에 관한 조사는 鐵鑛床調査를 위하여 가와사끼(1921), 황제운(1962), 그리고 김정택(1965) 등에 의하여 含鐵珉岩을 중심으로 국부적이며 단편적으로 행하여졌으며 이들은 瑞山層群을 時代未詳 또는 先캄브리아地層으로 기술하였다. 그후 김남장(1971) 등은 變成堆積岩類로 구성된 本層群을 先캄브리아紀의 地層으로 생각하여 漣川系에 대비하였으며

손치무(1971)는 瑞山層群을 栗里統과 더불어 始生代地層으로 설정하고 이들이 漣川系와 구별될 可能性을 시사하였다. 그후 국립지질광물연구소에서 발간된 1:250,000 瑞山圖幅(1973)에서는 京畿陸塊內에서 衣岩層群과 京畿片麻岩複plex를 제외한 대부분의 結晶片岩類를 瑞山層群으로 표시하였고 京畿片麻岩複plex와는 貫入 내지 漸移의인 관계를 갖는 우리나라 最高期 地層에 해당하는 것으로 나타내었다.

II. 忠州層群과 瑞山層群의 層序 및 地質構造 比較

忠州層群과 瑞山層群의 層序 및 地質構造에 관하여는 나기창(1980), 나기창外 2人(1982)에 의하여 상술된 바 本 論文에서는 그 개요와 相互 對比를 통하여 나타난 幾만 問題點만을 검토하고 이들을 忠州層群과 瑞山層群의 종합적 對比에 이용코저 한다.

II-1. 忠州層群의 層序와 地質構造

忠州層群中 문제가 되는 것은 장암리층, 炭質千枚岩 및 계명산층인 바, 지금까지 沃川層群내에 분포하는 含礫千枚岩質岩은 黃江里層으로 대표되었으며 이들이 忠州層群에서 最下部層으로 명명된 장암리層과 어떤 관계에 있는가 하는 것이다(表1 참고).

중평도폭에서는 장암리층을 忠州層群의 最下位에 놓고 있으므로 沃川層群의 最上部層으로 알려진 黃江里層과 중간에 수많은 地層群이 介在될 수 있다. 本 調査에서 새로 밝혀진 사실은 장암리층은 중평도폭에서 시작되어 계명산층 분포지까지 연장되며 일종의 背斜構造모양으로 上部에 炭質千枚岩質岩과 珪岩이 覆被된다는 것이다. 이 점을 간과한다면 장암리층과 黃江里層을 별개의 層으로 놓아도 무관하나 이 사실을 감안한다면 黃江里層도 장암리층과 같이 沃川層群의 最下位에 놓아야 한다는 것이다. 물론 여기에는 장암리층과 大香山珪岩層 사이에 狹在하는 炭質千枚岩質岩이 沃川層群에 分布하는 炭質千枚岩質岩과 對比될 때에 한해서이며 이러한 논의에 대한 증거들은 소위 文周里

層내에 黃江里層 및 倉里層이 계속 습곡에 의한 반복 현상으로 출현한다는 사실로서 더욱 확실한 것이 된다.

계명산층은 지금까지 여러가지 복합된 層으로만 기술되었으나 이번 研究를 통하여 忠州層과 분리시키면 變成火山岩類가 主 構成員이 된다.

표준지역 자체가 變質火山岩地域이며 계명산층과 차이가 없으므로 沃川層群 전체의 層序를 다룰 때는 變成火山岩類가 아닌 文周里層은 層序上에서 무시하여도 좋을 것이다. 즉 倉里層과 계명산층中에서도 變成度의 차이에 따라 火山岩質岩類가 아닌 文周里層과 똑 같은 岩相이 충분히 출현될 수 있기 때문이다.

김옥준外(1974)는 수산리—황강리地域의 研究에서 그 地域 대부분의 文周里層이 變成火山岩類로 오버스러스트를 따라 貫入해 들어온 火山岩類가 變成된 것이라 하였다. 本 調査地域에서도 大香山珪岩層과 文周里層이 오버스러스트로 接하고 있으나 이 地域의 文周里層이 실제로 斷層面을 따라 들어와 變成된 火山岩類인지는 本 研究에서는 밝히지 못하였으며 角閃岩이 斷層面의 따라 貫入한 것은 확실하다.

지금까지의 논의를 요약해 보면 종래의 忠州層群과 沃川層群을 구분하던 개념은 불필요하고 忠州鐵鑛層을 제외한 종래의 忠州層群은 沃川層群의 습곡에 의한 반복이며, 장암리층과 黃江里層의 대비를 통하여 沃川系全體의 層序가 보다 확실히 설정될 수 있다고 본다.

II-2. 瑞山層群의 層序와 地質構造

그간 밝혀진 瑞山層群의 層序는 表 2에 있는 바와 같다(나기창 外 2人 1982). 종래의 견해는 珪岩이 모두 같은 時代의 것으로 褶曲에 의한 반복으로만 생각했으나 含鐵珪岩層과 이를 不整合으로 덮으며 花崗片麻岩에 의하여 貫入당한 珪岩層이 存在함으로써 含鐵珪岩層은 始生代로 對比하여 中國의 타이산層群이나 안산層群과 對比함이 合理的인 것이라 생각된다. 종래에는

表 1. 忠州附近的 忠州層群 및 沃川層群의 層序
(() 안은 대비될 수 있는 기존 沃川層群 地層名)(나기창, 1980)

白堊紀(花崗斑岩)	1980)
쥬라紀(花崗岩)	
角閃岩	
砂質千枚岩質岩(운교리층)	
變成凝灰岩層(문주리층)	
珪岩層(대향산규암층)	
時代未詳(炭質千枚岩層(장리층))	
대향산돌로마이트層	
장암리層(황강리층)	
계명산層	
충주層	

表 2. 瑞山層群의 層序

쥬라紀(花崗岩)	貫入	
쥬라紀(大同系)	不整合	
時代未詳(泰安層)	不整合	
時代未詳(古期角閃岩花崗片麻岩)	貫入	
時代未詳(大山層)	不整合(?)	
先캄브리아(始生代)	京畿片麻岩複合體 漸移的	미그마타이트 黑雲母帶狀片麻岩 角閃石片麻岩
	瑞山層	

瑞山層群
瑞山珪岩
瑞山片岩

本域의 마그마타이트質片麻岩을 花崗片麻岩으로 생각 하였으나 이는 花崗片麻岩이 아니며 瑞山層이 變成되고 再熔融되고 새로운 物質이 注入되어 이루어진 混成岩이다. 北韓에서 原生代 祥原系가 花崗片麻岩을 不整合으로 덮는다고 한 것도 역시 이러한 미그마타이트를 지칭한 것이 아닌가 한다.

本域의 地質時代를 확실히 하기 위하여는 미그마타이트의 鑛物年代 및 火山岩이나 泰安層을 貫入한 花崗片麻岩을 全岩法에 의하여 절대년령측정을 하여야 하는바 本 研究에서는 단지 미그마타이트의 생성연대만을 구할 수 있었다. 이의 生成年代는 既發表된 年代들과 대체로 一致하며 既發表된 年代測定資料들의 Sr^{87}/Sr^{86} 最初比率이 0.705인 점에 비하여 금번 資料는 0.712로 地殼의 再熔融過程을 더욱 잘 나타내고 있으며 既存資料들도 대체로 最初比率을 이 값을 기준으로 계산해야 할 것이다. 2,572±10m.y.는 先캄브리아의 區分에서 대체로 始生代와 原生代를 구분짓는 造構造運動의 年代와 일치하는 바 學者에 따라서는 始生代를 3500my 以前으로 보기도 하므로 (Salop, 1972), 고령다면 瑞山層은 Paleoproterozoic 이나 그 以前 地層이 될 수 밖에 없을 것이다. 時代에 관한 명명이 여러가지이나, 本 研究에서는 캐나다 및 美國地質調査所에서 사용하는 기준으로 하면 (King, 1976) 瑞山層은 Archean(始生代) 혹은 先 캄브리아 W에 속한다.

II-3. 忠州層群과 瑞山層群의 層序의 및 構造의 比較

忠州層群과 瑞山層群 사이에 層序의 및 構造의인 면에서 유사한 점도 있고 다른 점도 있다.

類似的한 점으로는 1)鐵鑛層을 함유하는 珪岩層이 最下位에 있다는 점이며 이들은 京畿片麻岩콤플렉스와 漸移한다. 2)이들 上位에 不整合 혹은 漸移의인 關係로 두터운 珪岩層이 피복하는 바 이 珪岩層(忠州層群)에는 大香山珪岩層, 瑞山層群에는 大山層의 珪岩層)들은 모두 石灰珪酸鹽岩을 수반하고 部分的으로 岩質千枚岩을 挾在한다. 3)瑞山層群에서 最上位에 있는 泰安層은 變成度에 있어서 沃川層群의 低變成岩類와 類似하여 이를 중심으로 양측으로 갈수록 變成度가 증가한다. 地質構造에 있어 뚜렷이 認知되는 二廻의 褶曲作用의 方向이 양 層群에 있어서 잘 一致된다.

다른 점으로는 1)瑞山層群에는 忠州層群에 많이 分布하는 變成火山岩의 分布가 없으며, 2)장암리층은 石灰質基質을 주로 하므로 이도 石灰岩 및 돌로마이트環境이라 볼 수 있는 바 忠州層群에는 鐵鑛層과 그 上位層間에 含礫돌로마이트質千枚岩類 즉 장암리층 혹은 黃江里層이 많이 발달되나 瑞山層群에 속하는 大山層中의 石灰岩中에는 礫들을 전혀 볼 수 없다는 점이다. 만

일 沃川系 黃江里層이 氷河堆積物이라면 이와 꼭 같은 岩相을 갖는 장암리층도 적용되어야 하며 瑞山層群에서 이를 찾아 볼 수 없다.

III. 變成作用과 變成作用時期

III-1. 忠州層群 變成作用의 時期 및 種類

本域 忠州일원의 變成作用은 그 時期에 따라 크게 3 個로 구분된다. 즉 先캄브리아紀, 캄브리아 (Cambrian) 와 侏羅紀 사이 및 侏羅紀로 나눌 수 있다. 前者 2개는 廣域變成作用이며 마지막은 侏羅紀에 貫入한 花崗岩體 부근에 국한되는 接觸變成作用이다. 本域의 最古期層인 忠州層은 이들 3회의 變成作用을 부분적이지만 모두 보여 주고 있다. 先캄브리아紀로 추정되는 變成作用은 忠州層에서만 볼 수 있는 것으로 주로 片麻岩化 過程을 수반하는 것을 특징으로 한다. 즉 雲母類, 石英 및 長石 등으로 구성되는 砂質 및 泥質起源의 岩石들이 正長石, 微斜長石 등의 K長石과 올리고클레이스, 柘榴石, 珪線石 및 黑雲母로 構成되는 片麻岩으로 化하는 것을 볼 수 있으며, 雲母片麻岩 및 千枚岩을 挾在하고 있다. 이들이 形成된 時期는 Fig. 1에서 볼 수 있는 바와 같이 대체로 先캄브리아紀일 것으로 추정된다. 즉 後期에 일어난 變成作用들, 특히 侏羅紀에 일어난 接觸變成作用을 수반한 花崗岩의 貫入의 영향으로 先캄브리아變成作用의 많은 부분들이 파괴되었다. 그 例로서 K長石의 白雲母化, 柘榴石의 綠泥石化 및

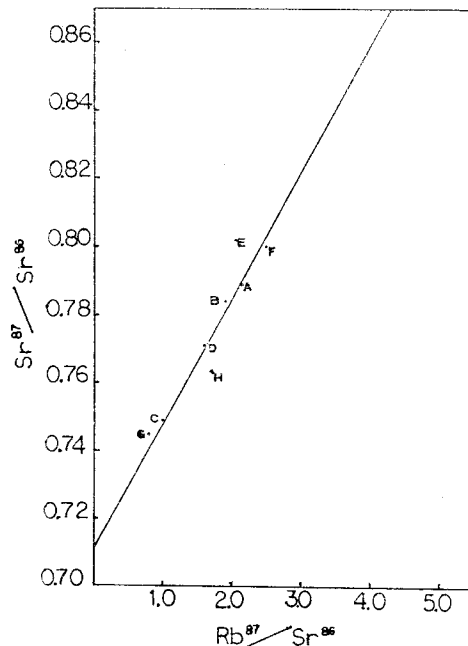


Fig. 1 Rb/Sr whole rock age of Chungju and Seosan iron formation. (Na and others, 1982)

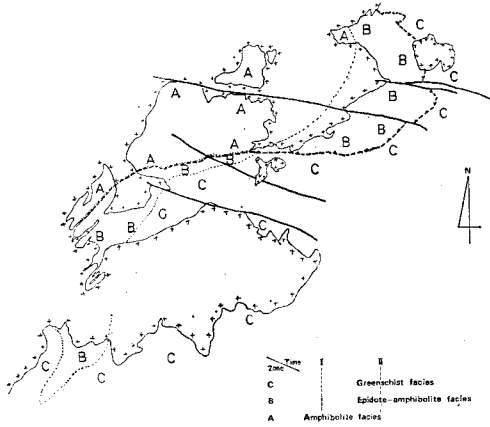
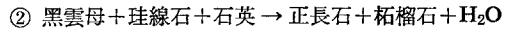
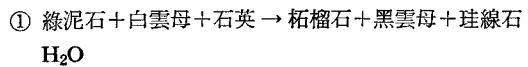


Fig. 2 Metamorphic zone time map (Chungju)

黑雲母化 등을 들 수 있다. 캄브리아—쥬라기 사이에 일어난 廣域變成作用은 沃川層群의 特征적인 變成作用으로서 中壓低溫 내지 中溫變成作用을 보여주는 것이 先캄브리아廣域變成作用과 다른 점이다. 즉 先캄브리아變成作用은 低壓—中溫 내지 高溫으로 대체로 크레누레이션構造를 보여 주며, 後期の 重複變成作用에 의하여 다양한 變形樣相을 나타내는 沃川層群의 特征적인 變成作用은 심한 褶曲이 수반된 變成作用으로 褶曲이 重複됨에 따라 단계적으로 鑛物들이 形成되어 회전구조, kink band 등을 잘 나타낸다. 특히 柘榴石의 경우 忠州層에서는 전혀 회전구조를 볼 수 없고 後期에 壓力으로 파쇄된 흔적들만 보여주나 沃川層群內에서는 成長하여 감에 따라 褶曲에 따른 剪斷力의 차이에 따라 회전하는 현상을 잘 관찰할 수 있다. 이들 柘榴石 및 黑雲母에 관한 설명은 瑞山層群에서 詳述하기로 한다. 砂質, 泥質 및 炭質을 기원으로 하는 雲母片岩 및 千枚岩이 主가 되며 變成火山岩 및 變成凝灰岩類도 沃川層群과 같은 양상의 變成作用을 받았다. 最後에 일어난 쥬라기 大寶花崗岩의 貫入에 의한 接觸變成作用은 忠州 附近의 忠州層內의 先캄브리아變成鑛物群 및 先쥬라기 變成作用의 變成鑛物群을 變化시켜 구별하기 힘들게 하고 있다. 또한 이 變成作用은 同位元素 年代測定을 어렵게 하고 있다. Fig. 2는 變成作用을 時期 및 地域에 따라 分類한 것으로 先캄브리아 變成作用과 先쥬라기 變成作用이 오버스러스트로 接觸하고 있는 것이 특징이다. 그림에서 A帶는 先캄브리아變成作用이 주이며 후에 重複變成作用이 進行된 지역이며, B 및 C帶는 後先캄브리아—쥬라기 變成作用을 받은 곳으로 沃川層群의 特征적인 變成相을 보여 준다.

III-2. 瑞山層群 變成作用의 時期와 種類

泰安半島一帶 瑞山層群의 變成作用은 變成作用의 時期에 따라 크게 3個로 區分할 수 있다. 가장 오래된 것이 瑞山層 및 京畿片麻岩複合體에 속하는 미그마타이트, 黑雲母帶狀片麻岩, 角閃石片麻岩 內에서 관찰할 수 있는 變成作用으로 이들의 變成作用 시기는 2572 m.y. 이다(나기창 외, 1982). 이는 京畿片麻岩複合體에 관한 기초연대측정자료들과 대체로 一致한다고 할 수 있다. 또한 주승환 등(1982)은 이 지역 花崗片麻岩의 年代를 $2370 \pm 50 \text{m.y.}$ 로 測定한 바 이것도 이 지역의 강력한 미그마타이트化作用과 관련있다 할 수 있다. 또한 $1420 \pm 70 \text{m.y.}$ 의 isochron age 는 二次變成作用과 관계 있을 것으로 思料되며 三次는 쥬라기 大寶花崗岩體의 貫入에 先行된 廣域變成作用과 관련이 있다고 할 수 있다. 一次變成作用의 特徵은 활발한 部分용융작용에 의한 미그마타이트를 수반하는 점이 특징인 바 야외에서나 현미경 下에 이 미그마타이트나 기타 瑞山層群 變成岩들이 그 후에 일어난 2차 3차 變成작용에 의하여 심하게 變形된 부분이 많이 관찰된다. 部分용융시에 잔류되어 남은 柘榴石, 黑雲母, 珪綠石, 角閃石 등은 優黑質帶를 이루며 石英, 斜長石, 正長石 등으로 이루어진 우백질帶와 互狀 構造를 이루고 있다. 이 帶의 중요한 變成反應은 다음과 같다.



그 후에 일어난 廣域變成作用에 의하여 곳에 따라 미그마타이트내의 柘榴石, 黑雲母들이 2次的인 葉理面과 나란히 배열된 것을 볼 수 있는 바 이와같은 현상은 京畿片麻岩 複合體에서 흔히 볼 수 있는 현상이다. 一次와는 달리 이 二次變成作用은 部分熔融을 수반하지 않는 것이 특징이며 一次變成作用과는 달리 十字石이나 南碁石을 수반하는 경우가 많다.

表 3과 4는 瑞山地域 및 忠州地域에서 柘榴石과 共存하는 黑雲母에 대한 EPMA 化學分析值 및 化學構造式을 위한 계산치이며, EPMA分析值는 같은 粒子內에서 3~4개의 點을 분석하여 平均한 것이다. 대부분의 柘榴石과 黑雲母들이 중심부나 變두리 부분이 거의 유사한 값을 보여 주며 均質한 점이 특징이다.

京畿陸塊의 變成作用은 先캄브리아變成作用 때에는 柘榴石과 黑雲母 雙이 Fe가 많아 지는 경향이 있으며 Mn 값이 낮으나 漣川變成作用時에는 黑雲母內에 Mg 성분과 柘榴石內에 Mn 성분이 증가하는 것이 특징인데 본역에서도 一次變成作用에서 Mg 값이 낮은 黑雲母와 Mn 값이 낮은 柘榴石이 共存하며 B帶로 감에 따라 점차 黑雲母의 Mg 값이 증가하는 경향을 보이거나 柘

表 3. Electron microprobe analysis and chemical structural formulae of biotites from Seosan and Chungju areas.

	SN2	SN3	SN4	SN5	SN6	SN7	SN8	C2	C3
SiO ₂	34.17	34.09	34.30	34.54	34.82	36.24	35.33	34.23	35.23
Al ₂ O ₃	19.13	19.48	19.20	19.02	18.93	18.50	17.44	19.23	18.94
TiO ₂	2.31	2.30	2.80	2.22	1.76	2.32	2.42	2.01	2.42
FeO	24.63	24.50	23.35	23.77	24.25	21.96	21.92	24.13	20.34
MgO	6.22	6.18	6.29	6.67	6.53	9.05	8.52	6.44	8.12
MnO	0.08	0.07	0.14	0.12	0.03	0.23	0.25	0.06	0.29
CaO	0.21	0.20	0.10	0.23	0.24	0.21	0.23	0.28	0.29
Na ₂ O	0.29	0.32	0.29	0.35	0.38	0.26	0.60	0.31	0.64
K ₂ O	8.74	8.95	9.28	9.07	9.04	9.13	9.46	9.85	9.52
Total	95.78	96.11	95.84	95.99	95.93	97.89	96.16	95.64	95.50
Si	2.653	2.639	2.656	2.671	2.693	2.711	2.713	2.659	2.692
Al ^{IV}	1.347	1.347	1.344	1.329	1.307	2.289	1.287	1.341	1.308
Al ^{VI}	0.404	0.471	0.412	0.401	0.415	0.343	0.292	0.420	1.308
Ti	0.135	0.134	0.156	0.129	0.102	0.130	0.140	0.420	0.398
Fe	1.600	1.586	1.506	1.532	1.563	1.374	1.408	1.567	1.300
Mg	0.720	0.713	0.731	0.774	0.758	1.009	0.975	0.745	0.925
Mn	0.005	0.004	0.009	0.008	0.002	0.014	0.016	0.004	0.019
Ca	0.018	0.017	0.009	0.019	0.020	0.017	0.019	0.023	0.024
Na	0.044	0.049	0.027	0.052	0.057	0.038	0.090	0.047	0.047
K	0.866	0.884	0.909	0.895	0.892	0.871	0.927	0.887	0.928
Total	7.791	7.805	7.768	7.810	7.809	7.797	7.866	7.811	7.780

表 4. Electron microprobe analysis and chemical structural formulae of garnets from Seosan and Chungju areas.

	SN2	SN3	SN4	SN5	SN6	SN7	SN8	C2	C3
SiO ₂	36.61	36.09	38.03	37.38	37.75	38.01	37.11	36.32	36.27
Al ₂ O ₃	21.41	22.30	21.81	21.75	21.57	21.48	21.68	20.34	21.13
TiO ₂	0.03	0.03	0.07	0.12	0.06	0.11	0.12	0.04	0.02
FeO	39.20	41.54	40.30	38.69	39.15	27.44	26.96	39.10	38.93
MgO	2.36	2.44	2.83	2.64	2.63	3.01	2.84	2.16	3.11
MnO	1.06	1.06	1.04	1.22	1.23	0.96	1.21	0.99	1.02
CaO	0.50	0.59	0.41	0.90	0.59	9.85	10.19	0.61	0.62
Na ₂ O	0.05	0.05	0.06	0.02	0.02	0.10	0.06	0.07	0.03
K ₂ O	0.17	0.16	0.15	0.13	0.14	0.14	0.11	0.04	0.08
Total	101.41	104.26	104.71	102.86	103.12	101.10	100.28	100.67	101.74
Si	2.947	2.855	2.961	2.955	2.977	2.978	2.937	2.941	2.926
Al ^{IV}	0.053	0.145	0.039	0.045	0.023	0.022	0.063	0.059	0.074
Al ^{VI}	1.988	1.934	1.963	1.982	1.972	1.962	1.961	1.882	1.936
Ti	0.002	0.002	0.004	0.007	0.003	0.007	0.007	0.002	0.001
Fe	2.640	2.748	2.624	2.558	2.583	1.798	1.785	2.648	2.626
Mg	0.284	0.288	0.329	0.312	0.309	0.351	0.335	0.381	0.374
Mn	0.072	0.071	0.069	0.082	0.082	0.064	0.081	0.068	0.070
Ca	0.043	0.050	0.034	0.076	0.059	0.0827	0.864	0.053	0.054
Na	0.007	0.007	0.010	0.003	0.003	0.015	0.009	0.011	0.002
K	0.018	0.016	0.015	0.013	0.013	0.014	0.011	0.004	0.004
Total	8.047	8.115	8.046	8.033	8.025	8.088	8.053	8.049	8.067

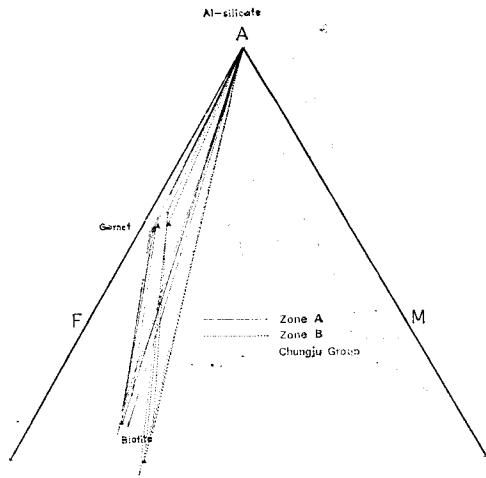


Fig. 3 AFM diagram of coexisting garnet and biotite of studied area.

表 5. 석류석의 광물성분 및 생성온도

Zone	Sample number	InK	T(C°)	P(Kb)	Alm	Pyr	Spe	Gro
S-A	SN4	1.35	680	4.9	85.9	10.8	2.3	1.1
S-A	SN5	1.42	650	4.3	84.5	10.3	2.7	2.5
S-A	SN6	1.40	655	4.3	85.4	10.2	2.7	1.7
S-B	SN2	1.43	645	4.5	86.9	9.3	2.4	1.4
S-B	SN3	1.46	640	4.3	87.0	9.3	2.3	1.6
S-B	SN7	1.32	685	6.2	59.1	11.5	2.1	27.2
S-B	SN8	1.31	690	6.1	58.2	10.9	2.6	28.2
C-A	C2	1.20	720	5.8	84.1	12.1	2.2	1.7
C-B	C3	1.60	590	5.0	84.0	12.0	2.2	1.7

榴石의 경우 Mn 값이 현저하게 증가하지 않는 점이 다르다 할 수 있다. Fig. 3은 共存鑛物의 AFM圖로 A帶와 B帶의 變成條件의 차이를 나타낸다. 점선으로 나타낸 것은 B帶 암피볼라이트系列의 것으로 母岩의 成分이 달라짐에 따라 AFM圖에서 分布가 달라지는 상태를 나타낸다.

表 5는 瑞山地域 및 忠州地域에 分布하는 變成岩類內에 석류석과 흑운모가 共存할 경우 Fe-Mg 분배계수를 이용하여 生成溫度 및 壓力을 추정한 것이다(Thomson, 1976, Perchuk et al., 1981). 여기서 추정된 溫度와 壓力이 대체로 鑛物群集과 일치하기도 하나 일치하지 않는 것은 重複變成作用을 받은 地域이므로 분배계수 산출에 무리가 있음을 지시해 준다.

Fig. 4는 분배계수의 변화를 나타낸 것으로 忠州層群에 비하여 瑞山層群은 均一한 變化를 보이는 점이 특

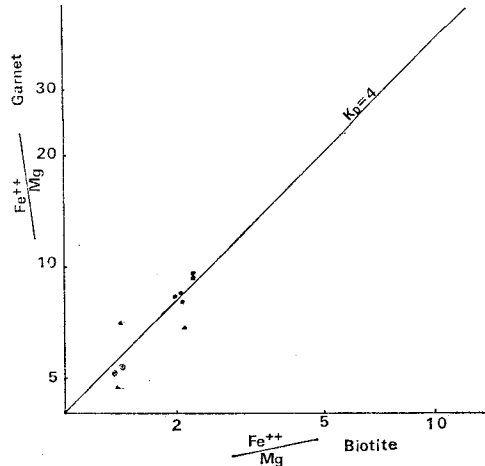


Fig 4 The variation of Kd between garnet and biotite of studied area.
 ○ Chungju area. ▲, ● Seosan area

징이다. 이에 관하여 석류석의 成分을 圖示하면 Fig. 3과 같다. 대체로 Fe 成分이 우세한 석류석이 대부분이라는 것을 알 수 있으며 Ca 成分이 많은 것은 變成作用의 強度에 의하기 보다는 母岩의 性質에 좌우되는 것으로 그림에서 이들이 우세한 岩石은 黴辟블라이트系列의 岩石이다.

여기서 特記할만한 사실은 瑞山地域에서는 先캄브리아變成帶인 A帶와 B帶의 生成溫度의 차이가 크지 않으나(나기창 외 2인, 1982) 忠州層群에서는 A帶와 B帶의 온도차이가 큰 점이다. 대체로 모두 先캄브리아變成帶가 높은 溫度를 보여 주고 있으나 瑞山地域의 大山層內의 석류석은 다른 帶의 석류석 보다 특히 높은 溫度를 나타낸다. 이는 大山層內의 석류석이 黑雲母外에도 각섬석을 함유하고 있는 角閃石片岩으로서 角閃石이 主를 이루는 岩石에서는 黑雲母와 柘榴石의 Fe-Mg 분배계수로서 온도를 추정하는 것은 매우 위험한 일이며 부적합한 것이라고 할 수 있다. 이 경우도 角閃石과 柘榴石의 Fe-Mg 분배계수로서 온도를 추정하여야 할 것이나 이에 관하여는 아직 연구된 바 없다.

忠州層群에서 온도차이가 큰 것은 3가지로 생각할 수 있다. 즉 큰 斷層을 경계로 하고 있는 관계로 中間溫度의 것이 없어진 것으로 해석하거나 忠州層의 경우 花崗岩의 貫入이 활발하여 侏羅紀의 接觸變成作用의 영향을 많이 받았기 때문으로 해석할 수 있는바 후자의 경우는 野外에서의 구조나 현미경하에서의 구조 혹은 鑛物成分으로 보아 可能性이 없으며 따라서 先캄브리아變成帶中 斷層으로 인하여 低溫度를 볼 수 없는 것으로 해석해야 할 것이다.

IV. 鐵鑛床 對比

IV-1. 鑛物 및 構造

忠州層: 鐵鑛이나 含鐵珪岩 모두 유사한 鑛物組織을 갖고 있으며 鑛石鑛物로는 磁鐵石과 赤鐵石이 主이며 소량의 黃鐵石과 黃銅石들이 二次的으로 도입되어 열극을 증진하거나 광염된 상태를 이룬다. 脉石鑛物로는 石英, 斜長石, 微斜長石, 黑雲母, 角閃石, 綠泥石, 白雲母, 스피넬 및 인회석등이며 이들의 함량비는 장소에 따라 변화가 심하다. 層狀 또는 렌즈狀으로 賦存되어 있는 鐵鑛層은 片麻岩類 및 片岩類와 共存하는 珪岩層內에 帶狀構造 또는 塊狀으로 產出된다. 帶狀構造는 赤鐵石, 赤鐵石+磁鐵石, 磁鐵石, 그리고 처어트 및 石

英이 풍부한 帶의 불규칙한 交互에 의하여 나타난다.

鐵鑛層은 鑛物組成에 따라 堆積相中에서 酸化相으로 分類되어지나 磁鐵石, 黑雲母, 角閃石 等 深한 變成起源의 鑛物들이 함유되며 侏羅紀에 貫入한 花崗岩體에 접근할 수록 變成起源의 磁鐵石이 풍부해 진다 (Lee, S.H, 1979) 즉 磁鐵石의 一部는 廣域變成作用時에 赤鐵石의 환원에 의하여 生成되었으며 一部는 接觸變成作用時에 生成된 것인데 後者는 대체로 塊狀構造를 보여줌이 특징이다. 따라서 鐵鑛의 起源은 赤鐵石을 主로한 堆積起源의 一次的인 것과 變成作用에 의한 二次的인 것으로 區分할 수 있다. 忠州層에서는 瑞山層에서 처럼 鐵層理가 발달되는 層準을 갖지 않는 반면 變成火山岩(流紋岩質, 安山岩質)岩을 挾在하는 경우

表 6. Chemical composition of iron formations of studied area

	SNg1	SN-2	SN-3	SN-4	SN-5	SN-6	SN-7	SM-8
SiO ₂	50.34	42.32	42.33	58.63	52.12	37.76	49.32	48.91
Al ₂ O ₃	2.02	6.24	2.12	4.63	8.32	1.77	5.38	3.42
TiO ₂	0.02	0.04	0.07	0.08	2.01	0.16	0.33	0.15
FeO ₂	42.08	33.03	36.23	22.24	11.03	30.52	12.38	11.52
Fe ₃ O ₂	0.81	8.02	12.34	10.13	18.05	21.13	27.67	29.48
MgO	0.93	2.02	1.27	0.97	2.32	2.35	3.14	2.15
MnO	0.16	0.32	0.12	0.22	0.08	0.21	0.09	0.04
CaO	1.03	3.62	2.14	0.44	2.48	2.23	2.33	1.03
Na ₂ O	0.27	0.81	0.34	0.32	0.26	0.13	1.02	1.07
K ₂ O	0.03	0.23	0.35	0.10	0.88	0.05	0.78	0.78
P ₂ O ₅	0.04	0.32	0.18	0.18	0.02	0.82	0.09	0.26
Ig.loss	2.14	.185	1.37	1.82	2.45	1.88	1.12	1.14
Total	99.87	98.82	98.86	99.76	99.20	98.93	99.23	99.95

SN: Seosan iron formation

CN: Chungju iron formation

	CN-1	CN-2	CN-3	CN-4	CN-5	CN-6	CN-7
SiO ₂	48.28	38.94	46.73	54.45	41.14	62.33	57.24
Al ₂ O ₃	6.44	11.13	11.64	7.33	13.26	4.24	6.44
TiO ₂	0.04	0.08	0.04	0.06	0.07	0.05	0.04
Fe ₂ O ₃	22.24	25.34	22.32	27.37	24.23	19.34	20.65
FeO	12.34	13.17	7.05	4.32	6.28	5.94	10.34
MgO	1.99	0.92	0.94	0.08	1.02	0.45	0.85
MnO	0.09	0.04	0.12	0.04	1.04	0.24	0.08
CaO	1.37	3.45	2.12	1.87	2.34	1.34	2.05
NaO	1.74	1.65	2.32	1.24	4.28	0.24	0.34
K ₂ O	1.32	1.37	3.14	1.38	3.11	1.34	2.05
P ₂ O ₅	0.38	0.09	0.08	0.04	0.21	0.11	0.13
Ig.loss	2.21	2.74	2.98	1.13	1.32	2.78	1.70
Total	98.44	98.84	99.48	99.11	99.20	98.40	99.97

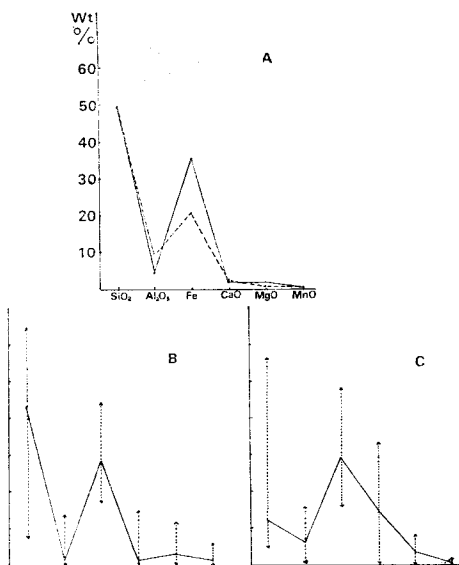


Fig. 5 Distribution of Major oxides and elements of Chungju and Seosan comparing the worldwide iron formations (Lepp & Goldich, 1964). A: Chungju & Seosan iron formations, solid line; Seosan, dashed line; Chungju. B; Precambrian iron formation. C: Post-Precambrian iron formation. Fine dotted line: Maximum & minimum limits of each compositions (%).

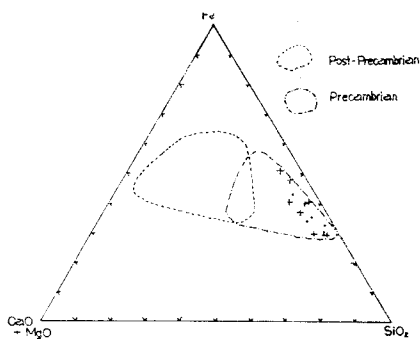


Fig. 6 Triangular diagram of total Fe, CaO+MgO and SiO₂ compositions in iron formations. Dots; Seosan iron formation, crosses; Chungju iron formation.

가 있으며 이는 瑞山層에서는 볼 수 없는 현상이다.

瑞山層 : 構成礦物에 있어서는 忠州鐵鑛層과 대체로 대동소이하나 극부적으로 黃銅石이 再結晶된 石英帶에 함유되어 있음이 다르며, 鐵鑛은 대체로 赤鐵石이 많고 磁鐵石은 忠州層에 비하여 적게 함유된 것이 특징

表 7. 時代에 따른 鐵鑛層의 CaO/MgO 比 (Lepp, H. & Goldich; S. S., 1964)

時 代	平 均 值	범 위
先캄브리아	0.59	0.008~2.06
古 生 代	8.0	0.03~19.1
中 生 代	8.8	0.62~47.0

平均值		범 위
忠州層	2.543	0.04~3.75
瑞山層	1.035	0.45~1.79

이다. 각섬석과 녹염석들이 어떠한 層을 중심으로 비교적 많이 함유되어 있는데 이 경우 鐵鑛物의 함량은 급격히 감소한다. 含鐵珪岩에는 廣域變成作用의 외에는 다른 作用에 의한 變化는 없으며 따라서 현재의 赤鐵石은 一次와 二次의 赤鐵石이 섞여 있을 것으로 생각된다. 二次赤鐵石은 廣域變成作用時에 높은 PO_2 에 의하여 溶液化되었던 鐵成分이 再結晶될 때 다시 酸化條件下에서 赤鐵石으로 生成된 것으로 보인다. 本含鐵珪岩을 전체적으로 볼 때 斜層層가 發達된 부분과 없는 부분으로 나눌 수 있는데 이는 堆積環境의 차이를 시사하는 것으로 斜層層가 발달된 부분은 碎屑性 堆積作用에 의하여, 없는 부분은 化學的 침전작용에 의해 형성된 것이다. 즉 含鐵珪岩의 生成은 化學的 침전작용과 碎屑性 堆積作用이 반복되는 환경하에서 이루어졌다. 鐵鑛物들은 化學的 침전작용에 의한 부분에 비교적 많이 함유되어 있으며, 構成礦物은 石英, 赤鐵石 및 磁鐵石으로 鐵帶를 形成하며 간혹 소량의 微斜長石을 함유한다. 鐵帶는 때로는 葉理와 平行하게 規則的으로 石英帶와 교호하기도 하나 때로는 불규칙하게 交互하거나 net-work 型的 構造를 보이며 때로는 다른 層準의 帶와 연결되어 연장되는 경우도 있다. 이러한 構造들은 忠州層에서도 잘 관찰한다.

IV-2. 化學成分

一般的으로 先캄브리아紀의 鐵鑛層은 캄브리아紀 이후의 鐵鑛層에 비하여 SiO_2 의 함량이 높고 CaO와 MgO의 함량이 낮은 것으로 알려 졌다(Lepp, H & Goldich, S. S., 1964). 忠州鐵鑛層이나 瑞山鐵鑛層은 모두 SiO_2 의 함량이 높다. 表 7에서 보면 SiO_2 는 瑞山鐵鑛의 경우 38.84%에서 58.63%까지 變化하며 平均值는 48.71%이다. 忠州鐵鑛層의 경우 38.94%에서 62.33%까지 變化하며 平均值는 49.8%이다. 이들은 Fig. 5에서 볼 수 있는 바와 같이 대체로 先캄브리아鐵鑛床의 分布와 잘 一致하고 있으며 表 7에서 보면 CaO/MgO 比의 값이 先캄브리아紀의 것과 유사한 것을 알 수 있다.

Fig. 6은 total Fe와 CaO+MgO, 그리고 SiO₂의 변화관계를 三角圖로 나타낸 것이다. 점선들로 나타낸 영역은 각각 Lepp. et al 이 先캄브리아紀와 後先캄브리아紀의 鐵鑛層을 區分한 것으로 忠州鐵鑛層이나 瑞山鐵鑛層 모두 先캄브리아紀의 영역내에 포함된다. 또한 忠州鐵鑛層이나 瑞山鐵鑛層을 구별하는 地化學의 특성을 보여주지 않는 점이 특징이다.

V. 忠州層群과 瑞山層群의 變成相 및 鐵鑛床의 相互比較

◎變成相: 忠州地域이나 瑞山地域 모두 重複變成作用을 받은 地域이다. 忠州層群의 變成年代는 測定이 不可能하였으므로 變成年代를 比較할 수 없으나 대체로 先캄브리아變成作用이 엠폴블라이트相을 나타내며 瑞山地域의 경우 미그마타이트化作用이 심하게 이루어진 瑞山層의 경우 비교적 高溫性(650-680°)이며 忠州層群에서도 비록 미그마타이트化作用은 미소하나 700°-720°의 高溫性變成作用을 보여 주는 점이 있어 상호 유사하다. 또한 變成鑛物群으로 韓國의 先캄브리아 특히 始生代에서 原生代 初에 形成된 變成作用의 특징을 나타내 주며 汎世界的인 低壓-高溫性의 變成作用과 同一한 變成作用이 일어난 것으로 思料된다. 造構造運動에 있어서도 2,500m.y 前에 北美大陸의 Algonan Orogeny 나 Kenoran Orogeny 와 類似한 것이며, 中國의 含鐵層群인 안산層群의 變成時期와 同一하다. 따라서 鐵鑛床을 포함하는 忠州層 및 瑞山層도 Lower Precambrian 혹은 Archean 내지 Precambrian W 에 해당시킴이 좋으리라 思料된다.

京畿陸塊의 變成作用에서 나기창(1979)은 이 變成帶를 京畿變成帶라 命名한 바 瑞山層에 주로 나타난 變成帶는 여기에 해당된다 할 수 있다. Fig. 7은 研究地域의 變成溫度-壓力條件을 나타낸 것으로 沃川層群의 變成條件과 瑞山層 및 忠州層의 先캄브리아變成條件과의 差異를 보여 준다. 즉 沃川層群은 비교적 低溫中壓의 變成作用을 받은 반면에 京畿陸塊內 瑞山地域 즉 京畿變成帶는 비교적 低壓의 變成作用을 받은 것을 알 수 있다.

◎鐵鑛床: 忠州鐵鑛이나 瑞山鐵鑛 모두 先캄브리아에 形成된 堆積起源 鐵鑛床으로서 이들의 鑛物成分이나 化學成分 分布狀態 및 變成相에 있어 대체로 類似함을 보여 주는 점으로 비록 忠州層에 관한 年代측정자료가 불확실하다 할지라도 이들을 같은 先캄브리아紀로 봄이 타당할 것으로 思料된다. 단 忠州層에는 斜層理들을 전혀 볼 수 없는데 瑞山層에는 많은 斜層理들이 鐵鑛과 함께 발달된다는 사실은 堆積環境의 차이를

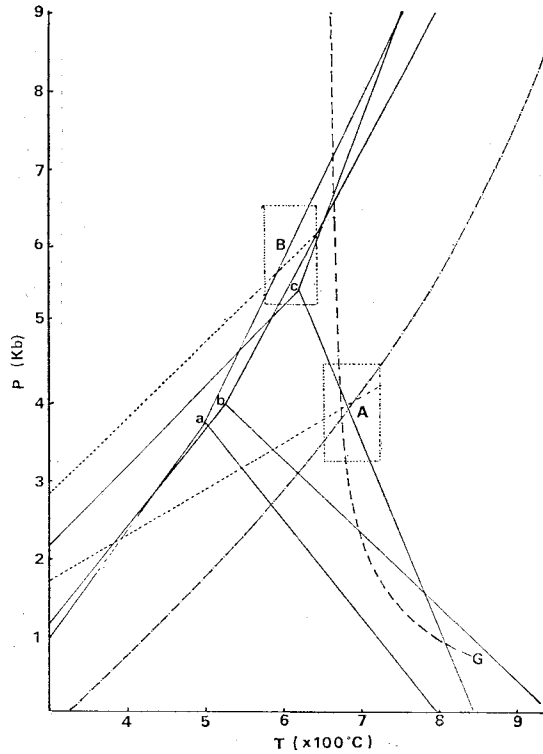


Fig. 7 Metamorphic P-T condition of studied area Area A, B; Maximum P-T conditoin of Seosan and Chungju areas. Al-silicate triple points a, b, c.; Holdaway (1971), Newton (1966), Richardson et al (1969). Dotted line; Metamorphic condition of Gyeonggi and Ogcheon metamorphic belts (Na, 1979). Dotted and dashed line; P-T gradient of Archean complex metamorphism in Siberia and Far East (Shuldiner, 1976). Gline; Granite melting curve in wet condition (Tuttle & Bowen, 1958)

示唆하는 것으로 忠州鐵鑛은 化學的 침전작용에 의하여 瑞山鐵鑛層은 碎屑性 堆積作用과 化學的 침전작용이 번갈아 일어난 것으로 생각된다.

VI. 結 論

韓國의 先캄브리아層의 層序 수립은 아직 연구의 초기단계이나 이번 忠州層群과 瑞山層群의 構造的, 岩石學的 및 鑛床學의 研究를 통하여 얻어진 結論은 다음과 같다.

1) 忠州層群이라는 말은 장암리층과 黃江里層이 대비되고 岩質千枚岩質岩이 倉里層이 대비된다면 완전히 層序설정 에 필요없는 層群名이다. 만일 對比가 되지 않는다 하더라도 종래의 忠州層群의 層序에서 계명산층은 構造的으로나 岩相으로나 砂質岩으로 알려진 米院層과 對比될 수 없다.

2) 계명산층으로부터 忠州鐵鑛層을 떼어 내어 이를 京畿片麻岩複合體의 漸移하는 始生代層으로 하여야 하며 나머지 계명산층중 장암리층이 분리되어야 한다.

3) 계명산층과 文周里層의 대부분은 變成火山岩으로서 忠州圖幅에서 명명한 文周里層은 재정의 되어야 하며 本 研究에서는 계명산층과 文周里層이 오버스러스트接觸을 함이 밝혀 졌다.

4) 瑞山層群의 最下位層은 京畿片麻岩複合體의 漸移하며 含鐵珪岩을 멤버로 갖는 瑞山層이며 이의 上位에 大山層과 泰安層이 不整合으로 놓여 있다.

5) 瑞山層群은 最下位層으로서 Rb/Sr 年代測定 結果 대체로 京畿片麻岩複合體의 年代와 유사한 2,500m.y. 에 變成作用과 再熔融作用을 받았으며, 이는 始生代와 原生代를 경계짓는 Algomian Orogeny 및 Kenoran Orogeny 와 같은 시기이므로 韓半島에서 始生代에 해당하는 地層은 이들 미그마타이트內에 포획된 각종 堆積岩

類가 될 것이며 含鐵珪岩을 함유하는 瑞山層은 따라서 最古期層이 될 것이다. 또한 中國의 含鐵層인 안산層群에 對比된다 할 수 있다.

6) 變成相에 있어서 瑞山地域의 미그마타이트를 포함하는 高溫低壓의 엠펜블타이트相을 나타내는 先캄브리아變成作用(650°-681°C, 3.2-4.4kb)은 忠州鐵鑛層의 變成相과 대체로 유사하며 따라서 이들은 韓國 最古期 變成帶라고 할 수 있는 京畿變成帶와 對比된다. 高溫中壓일 것으로 생각되는 엠펜블타이트相 및 泰安層의 低溫中壓의 綠色片岩相은 沃川層群의 變成作用(590°-640°C, 5.2-6.3kb)과 유사하다.

7) 忠州鐵鑛床과 瑞山鐵鑛床은 모두 先캄브리아(始生代)에 形成된 堆積起源 鐵鑛床의 地化學의 특징을 잘 보여 주며, 忠州鐵鑛은 주로 化學的 침전작용에 의하여 瑞山鐵鑛은 碎屑性 堆積作用과 化學的 침전作用의 반복에 의하여 形成되었다.

參 考 文 獻

김기원, 이흥규, 1965, 1:5만 충주도폭 및 설명서, 국립지질 조사소

김남장 외 3인, 1971, 서산지구연안 및 도서지질 조사 연구보고. 국립지질 조사소, 해양지질조사연구보고 제 2호 p.1-68

김옥준, 1970 남한중부지역의 지질과 지구조. 광산지질 3권 4호 p. 73-90

김옥준, 김규환, 1974, 수산리-황강리 지역의 지질구조와 암석학적 연구, 광산지질, 7권 3호, p.101-122

김정택, 1965, 서산지구 철광상조사보고, 국립지질조사소 지질광상 조사연구보고 제 8호, p. 76-141

나기창, 1980, 충주층군의 층서에 관하여, 충북대학교 논문집 18집 2호 p.11-17

나기창, 김형식, 이상현, 1982, 서산층군의 층서 및 변성작용, 광산지질 15권 1호 p. 33-39

나기창, 김형식, 이동진, 이상현, 1982, 충주층군과 서산층군의 비교연구 한국과학재단 연구보고서, p.1-80 미발간

손치무, 1969, 한국의 지질·광진, 제11권, p. 4-11

손치무, 1970, 육천층군의 지질시대에 관하여 광산지질 3권 1호 p. 9-15

손치무, 1971, 육천층군의 지질시대에 관한 토론, 광산지질 3권 4호, p. 231-244

이대성, 장기홍, 이하영, 1972, 향산리 도로마이트층에서의 Archaeocyatha 발견과 그 의의, 지질학회지 8권 4호 p.191-27

이민성, 박봉순, 1965, 1:5만 황강리도폭 및 설명서, 국립지질조사소

이종혁, 김정환, 1971, 1:5만 증평도폭 및 설명서, 국립지질조사소

이종혁, 김정환, 1972, 1:5만 괴산도폭 및 설명서, 국립지질조사소

이종혁, 1972, 육천지향사내 기저지질에 관한 연구, 지질학회지, 8권 1호, p. 25-36

정창희, 박용안, 김항복, 1976 1:5만 음성도폭 및 설명서, 자원개발연구소

주승환, 김동학, 1982, 서산지역 화강편마암 및 화강암의 Rb/Sr 전암연대와 변성시기, 제5차 국제 동위 원소지질연대학회 발표초록

황재운, 1962, 서산철산 광상조사보고서, 국립지질조사소

Kim, O. J., 1977, Precambrian geology, summary of geology of south Korea org. Commit. of 7th Meeting of IGCP/CPMP and KIGAM, p. 3-17

King, P. B., 1976, Precambrian Geology of the United States; An explanatory text to accompany the geological map of the United States. Geological survey professional paper 902, p. 1-85

Kobayashi, T., 1953, Geology of Korea, Tokyo Univ. Press

Lee, S. H., 1977, Genesis of the Chungju iron mine, Chungcheongbugdo, Korea, Jour. Geol. Soc. Korea. Vol.13. No.4, p.219-236

- Lepp, H., S. S. Goldich, 1964, Origin of Precambrian iron formations, *Economic Geol.* Vol. 59 No. 6 p. 1030-1042
- Na, K.C., 1979, Regional metamorphism in the Gyeonggi Massif with Comparative Studies in the Yeoncheon and Ogcheon Metamorphic Belts (III), *Jour. Geol. Soc. Korea.* Vol.15, No.2, p.145-151
- Perchuk, L. L., K. K. Podlesskii, and L. Ya. Aranovich, 1981, Calculation of thermodynamic properties of end member minerals from natural parageneses., *Advances in physical geochemistry.* Vol. 1. p. 112-129
- Reedman, A. J., K. S. Yoon, and H. S. Rhyu, 1972, The geological history of the ogcheon zone and of similar intratectonic fold belts of eastern China and Korea, *Geol. Survey. Korea Bull.* Vol. 14 p. 453-464
- Salop, L. I., 1972, A unified stratigraphic scale of the Precambrian, Section 1. 24th IGC p. 253-259
- Shüldiner, V. I., 1976, The geothermal gradient and formation conditions for Archean rock complex., *Geologia, Geofizika,* Vol. 17, No. 2, p. 67-75
- Thompson, A. B., 1976, Mineral reaction in pelitic rocks, 1. Prediction of P-T-X(Fe-Mg) Phase relations., *Am. Jour. Sci.* Vol. 276. p. 401-424
- Thompson, A. B., 1976, Mineral reactions in pelitic rocks. II. Calculation of some P-T-X(Fe-Mg) phase relations., *Am. Jour. Sci.* Vol. 276 p. 425-454
- Tuttle, O. F. and Bowen, N. L., 1958, Origin of granite in lite of experimental studies in the system, Na $AlSi_3O_8$ - SiO_2 - H_2O ., *Geol. Soc. Am. Mem.* 74.