

沃川帶 北東邊에 分布하는 婦山混成片麻岩에 對한 岩石學的 研究

羅 基 昌*

Petrologic Study on the Busan Migmatitic Gneiss in the northeastern
Margin of the Ogcheon Zone

Ki-Chang Na

Abstract: Busan migmatitic gneisses in the northeastern margin of the Ogcheon zone have been studied petrologically in order to clarify their origin.

Petrochemical and mineralogical studies show that the gneisses are Precambrian basemental paragneisses and the rocks were migmatized more intensively than the Bagdalryeong gneisses which have been known to constitute the basemental gneisses of Ogcheon zone.

K-Ar biotite isotopic ages are 150.79 ± 3.37 Ma in Busan migmatitic gneiss and 191 ± 4.27 Ma in Bagdalryeong gneisses. These ages seem to be isotopic homogenised ages.

Progressive regional metamorphisms are predominant in the studied area showing greenschist facies, epidote amphibolite facies and amphibolite facies toward N-W direction.

序 言

本研究는 文教部主管 第二次 5個年計劃基礎科學研究事業의 第二次年度(1985)에 地質學界(地球科學分野)가一年間 遂行한 研究의 一部이다.

沃川帶 北東邊에 分布하는 婦山混成片麻岩은 沃川層群의 一部인 西倉里層의 變成產物이라는 주장(金基院外, 1967)과 先chimpri아의 朴達嶺變成岩과 같은 시대에 형성된 基盤岩類라하는 주장(崔煥讚·金東鶴, 1981) 및 火成起源說(金玉準·俞剛民, 1983) 등으로 논란의 대상이 되어 왔다.

本研究에서는 婦山混成片麻岩 및 朴達嶺變成岩을 岩石學的으로 비교하고 K-Ar年代測定 및 정밀야의 조사를 통하여 이들의 상호관계를 규명하고 나아가 沃川帶와의 關係를 경험함을 목적으로 한다.

本研究를 위하여 XRF全岩分析에 조력해준 韓國動動資源研究所의 金允圭 博士와 EPMA鑽物分析에 조력해준 延世大學校 이경호 碩士, K-Ar年代測定에 수고를 아끼지 않은 陳明植 博士에게 謝意를 表한다.

地質概要

研究地域의 범위는 沃川帶의 基盤岩인 先chimpri아의 朴達嶺變成岩 및 종래 堤川圖幅說明書(金基院外, 1967)에서 西倉里層의 變成產物로 알려진 婦山混成片麻岩類를 중심으로 한 沃川層群의 分布地域이다.

이 지역의 北部는 미그마타이트질 繖狀片麻岩, 花崗岩質片麻岩, 斑狀變晶片麻岩, 眼球狀片麻岩, 黑雲母片岩等으로 이루어진 朴達嶺變成岩類와 類似한 岩石으로構成되어 있으며 이의 南部는 婦山을 중심으로 하여 도음(dome)形으로 婦山變成岩類가 분포되어 있다. 이들兩先chimpri아 變成岩類를 基底로하여 이의 外部에는 朝鮮系 및 沃川系의 變成岩類가 分포하여 이 지역의 南部에서는 이들沃川系 變成岩類가 계속 黃江里圖幅으로 연속된다.

금번 조사에서 婦山變成岩類는 朴達嶺變成岩類와 同一한 沃川系의 基盤岩類이며 西倉里層과는 衡上斷層으로 接합이 밝혀졌다. 朝鮮系地層으로는 陽德層群의 壯山珪岩層과 대비되는 珪岩層이 박달령변성암류를 不整合으로 덮고 있으며 이의 上位에는 含石英千枚岩質岩이 놓인다. 이들은 平昌 및 酒泉 부근에서 李大聲等(1985)에 의하여 研究된 중대 갈봉層群과 유사한 岩相

* 忠北大學校 師範大學 地球科學教育科

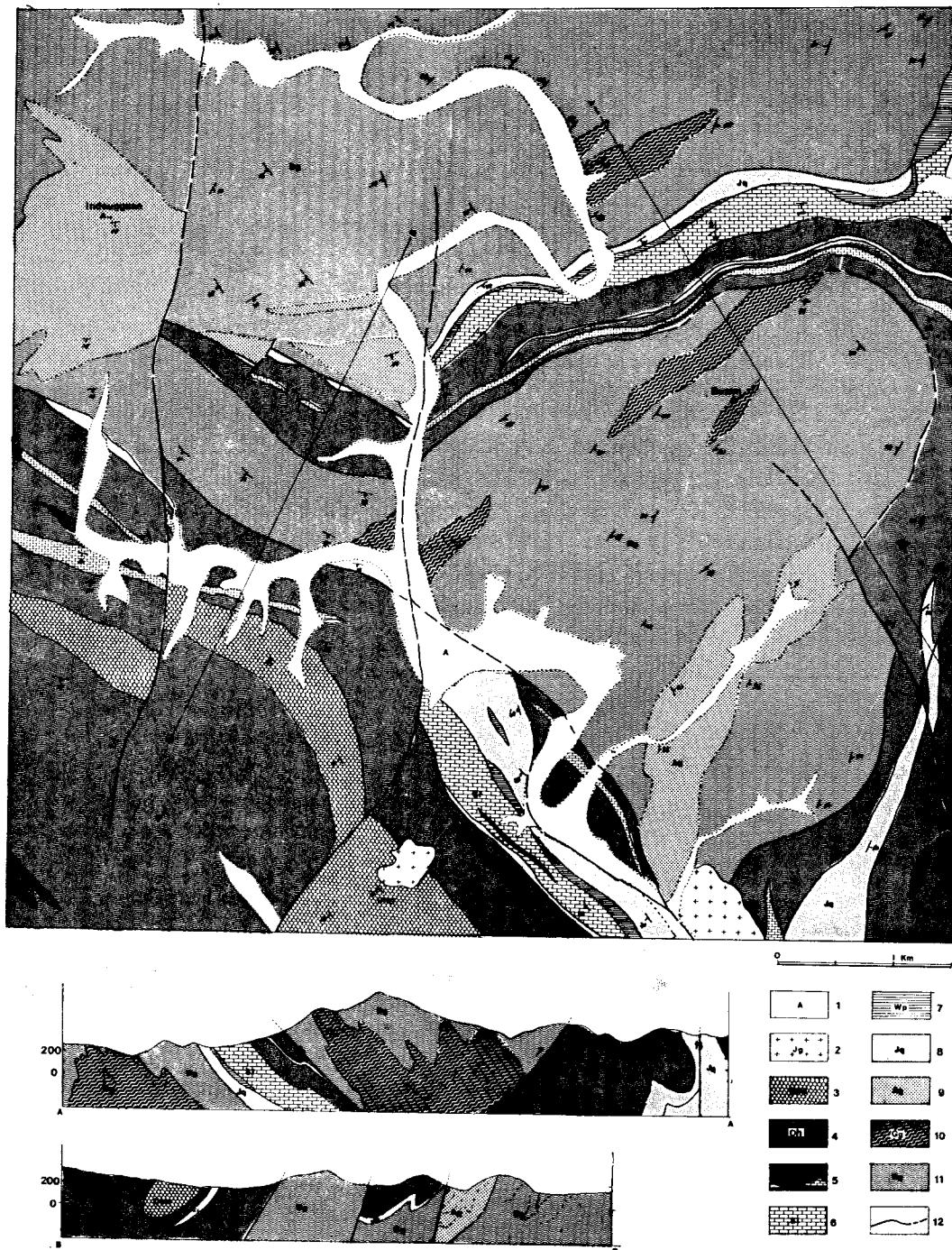
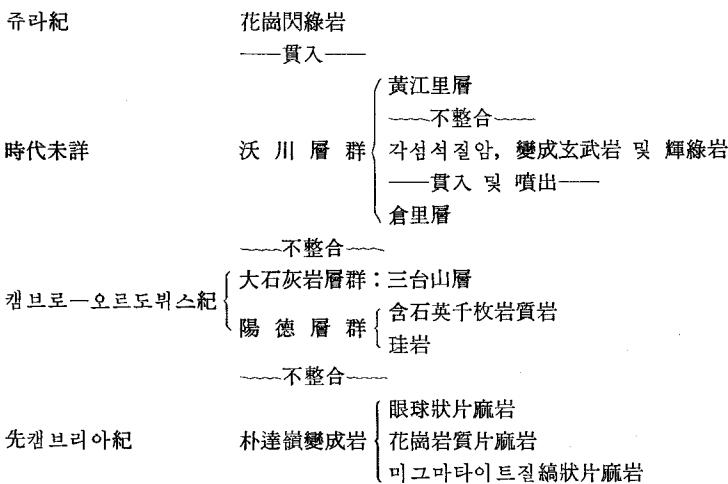


Fig. 1 Geologic map of the studied area.

1. Alluvium
2. Granite
3. Hwanggangri Formation
4. Metamorphosed mafic volcanic or intrusive rocks
5. Changri Formation
6. Samtaesan Formation and other limestones
7. Phyllite and slate
8. Quartzite
9. Augen gneiss
10. Granitic gneiss
11. Banded gneiss
12. Fault lines

表 1 提川圖幅 西南部一帶의 地質系統.



을 갖는다. 이珪岩層은 忠州圖幅에 분포하는 大香山珪岩層과 그分布相이 유사하여 沃川層群의 層序의 位置를 論할 때 매우 중요한 地層이다.

珪岩 및 含石英千枚岩質의 上位에는 朝鮮累層群의 大石灰岩層群에 속하는 三台山層이 整合的으로 놓여 있으며 이 三台山層은 본 조사지역의 東部에서 넓게 분포하나 本域에서는 層厚 약 300m내외로 珪岩層을 따라 분포하며 後述할 西倉里層에 의하여 整合的으로 피복된다.

西倉里層은 沃川層群에서 일반적으로 倉里層이라고 불리우는 黑色千枚岩質岩을 主構成岩으로 하는 地層에 對比되는 것으로 黃江里圖幅 및 忠州圖幅 조사시에 최초로 명명된 것이나 이들 圖幅 및 提川圖幅에서는 西倉里層을 北老里層, 鳴梧里層, 黃江里層, 文周里層으로 構成된 沃川層群에 넣지 않고 이 沃川層群에 의하여 피복되는 時代未詳의 地層으로 기술한 바 있다. 本研究에서는 西倉里層을 沃川層群의 倉里層과 대비하여 沃川層群의 下位 構成岩으로 취급코자 한다.

西倉里層內에는 곳곳에 염기성화성암들이 다수 貫入 혹은 噴出한 後 變成作用을 받아 角閃石質岩으로 분포되는 바 이러한 현상은 특히 倉里層과 密接히 수반되는 경향이 있다. 提川圖幅에서는 이들 염기성화성암류 및 倉里層의 대부분을 文周里層에 포함시켰는데 이곳에서는 文周里層이 倉里層과 層序의 位置에서나 起源岩의 종류에 있어서나 매우 유사함으로 文周里層을 倉里層에 포함시켜 설명코자 한다.

西倉里層(倉里層)을 위치하여 그 이전의 지층들은 含礫千枚岩質岩인 黃江里層에 의하여 不整合으로 피복된다. 提川圖幅 내에서도 忠州圖幅에서와 같이 文周里層으로 記載된 곳의 여러 곳에서 黃江里層이 새로이

발견된 점과 黑色粘板岩 및 千枚岩과 같이 倉里層에서 흔히 산출되는 유사한 岩層이 이곳에서 많이 발견되는 점으로 보아 文周里層을 西倉里層과 함께 둑어 黃江里層의 下位層으로 취급할 수 있을 것으로 보인다. 그러므로 文周里層의 대부분이 變成度 및 變成構造를 달리하는 倉里層으로 看做되어 이제까지 文周里層으로 取扱되어 왔던 地層內에 包含되어 있는 소위 綠色岩(green rock)은 倉里層을 貫入하거나 噴出한 後 變成作用을 받아 형성된 前記한 角閃石質岩과 同一한 것으로 볼 수 있다.

本域의 地質系統과 地質分布는 表 1 및 Fig. 1과 같다.

地質各論

朴達嶺片麻岩類

本岩類는 연구지역 北部로부터 시작하여 북으로 朴達嶺을 거쳐 神林圖幅까지, 西쪽으로는 목계圖幅에 이르기까지 沃川帶의 基盤을 이루며 넓게 분포하는 先 cambri아堆積起源의 變成岩類이다. 南으로는 婦山混成片麻岩類가 分布하는데, 이는 提川圖幅에서 西倉里層의 變成產物로 알려진, 婦山을 중심으로 한 片麻岩類이다.

本岩類는 婦山北麓 斜面에서 朝鮮系 壮山珪岩과 對比될 수 있는 珪岩層에 의하여 不整合으로 피복되며 婦山混成片麻岩體는 主로 斷層에 의하여 西倉里層과 接한다.

本岩類를 構成하는 암석은

- ① 미그마타이트質 綿狀片麻岩
- ② 花崗岩質片麻岩
- ③ 眼珠狀片麻岩

으로 나뉘어지며 이들은 상호漸移的인 관계를 가지고 곳에 따라地質圖上에 나타내기 어려운 정도로共存하는 경우가 많으므로地質圖上에 경계는 각 암석의 우세한 정도에 따른 것이다. 또한 곳에 따라 片麻岩類의 렌스狀의 片岩들이 협재되는 경우도 많다.

미그마타이트質 繼狀片麻岩 : 朴達嶺片麻岩類中에서 가장 넓은分布를 보여주는 것으로서 優白帶와 優黑帶가 교호하는 繼狀構造가 특징이다.

곳곳에有色礦物이集合된 片岩類가 렌스狀으로殘存된 것을 볼 수 있으며 또한 石英 및 長石類가 우세한 花崗岩質片麻岩이 交互하기도 한다. 繼狀構造를細分하면 leucosome, mesosome, melanosome으로三分할 수 있으며 leucosome의 우세한 정도에 따라 片岩에서 片麻岩으로化하는 특징적인 경로를 보여준다 (Photo. 1). 특히 朴達嶺片麻岩 全體를 두고 볼 때 leucosome이 우세한 부분에 花崗岩質片麻岩들이分布하고 있는 것으로 보아 미그마타이트質繼狀片麻岩과後述할 花崗岩質片麻岩이 同時代에形成된 것으로思料된다.

Leucosome 부분은 鏡下에서 石英, 斜長石(An 20~25), 미사장석이 主成分을 이루며 부성분광물로는 緑泥石, 正長石, 黑雲母, 白雲母等이 있다. Mesosome은 leucosome과 melanosome의 중간적인 특징을 가지나 곳에 따라 비교적 細粒($0.1\sim0.2\text{mm}$ 長徑)의 黑雲母 및 石英, 長石들이 비교적 균질하게 분포하며 곳에 따라 點紋狀의 長石이 散在하기도 한다. 石英은 波狀消光을 보여주며 長徑 $0.1\sim0.4\text{mm}$ 가 보통이다. 알카리長石은 대부분 퍼어사이트를 이루며 이 경우 斑狀變晶을 이룸이 보통이다. 先캄브리아變成作用에 의하여 형성된 것으로 보이는 董青石, 柘榴石 및 玛琳石은 黑雲母 및 緑泥石에 의하여 교대되고 이는 다시 白雲母에 의하여 葉理들이 단절되는 것으로 보아 2~3回의重複變成作用이 진행된 것으로 推理된다. 또한 雲母의 kinking이나 石英의 모르타르조직이 매우 빈번한 점으로 미루어 二次的變形도 활발히 일어났음을 알 수 있다. 그러나 柘榴石帶에서는 leucosome 내에서도 적류석이 斑晶으로 나타나는 것으로 보아 이 斑晶들은 二次變成作用의 결과라고 생각된다.

花崗岩質片麻岩 : 東良面 明西里 東部 방대 일대와婦山頂上 北側斜面一帶에 主로 분포하는 本岩은 전술한 繼狀片麻岩의 leucosome이 특히 우세한 부분에 주로 발달된다. 片麻構造의 發達이 繼狀片麻岩에 비하여 비교적 미약하며 mesosome이 거의 없다. 石英, 斜長石(An 25), 微斜長石, 黑雲母, 白雲母 등이 granoblastic 조직을 보인다. 微斜長石과 斜長石은 퍼어사이트構造를 보인다.

를 보이는 것이 대부분이며前述한 繼狀片麻岩과는 달리 melanosome은 黑雲母, 緑泥石으로만 구성된다. 石英이나 長石들은 각각 mortar조직을 보이며 교대작용에 의한 myrmekite들이 빈번히 관찰된다. 婦山地域에서는 白雲母의 함유량이 많은 것이 특징이다.

眼球狀片麻岩 : 東良面 荷川里 금잠 및 마천 일대와人登山 일대에 넓게 분포한다.前述한 二個岩體와는 달리 斑狀變晶片麻岩이 破碎變成作用에 의하여 眼球狀構造로變한 점이 특징이다. 斑狀變晶들의 形成時期는 연대측정자료의 미비로 확실한 것은 알 수 없으나 繼狀片麻岩의 mesosome에 散在된 點紋狀의 長石斑晶들이 곳에 따라 結晶의 크기가 커지면서 斑狀變晶片麻岩이나 花崗岩質片麻岩화하는 것으로 보아前述한 花崗岩質片麻岩과 同時期로 사료된다. 眼球의 크기는 $1\text{cm}\sim3\text{cm}$ 長徑을 갖는 것이 가장 흔하나 곳에 따라 5cm 이상의 것들도 관찰된다. 朴達嶺片麻岩類는 대체로 NNE-SSW의 葉理方向을 보이나 本岩의 主分布地인 人登山體에 이르러서는 葉理方向이 급변하여 거의 E-W方向으로 전환하고 있어 이러한 전환은 破碎變成作用에起因한 것으로 보이며 造構造運動 즉 斷層運動과 밀접한 관계를 갖는 것으로思料된다.

鏡下觀察에 의하면 石英, 斜長石, 微斜長石, 퍼어사이트, 黑雲母, 緑泥石으로 주로構成되어 그 밖에 柘榴石, 磁鐵石, 쳐콘 등을 볼 수 있다. 緑泥石은 主로柘榴石 및 黑雲母의裂開나 쪼개진 면을 따라 형성되어 있어 破碎變成 및 後退變成作用의 產物로 보이며 이러한 破碎構造는 眼球狀의 長石 주변에 모르타르화된 石英, 長石 들로서 확인된다.

人登山體의 것에는柘榴石, 董青石等의 비교적 高溫性礦物들이 잔류된 반면 荷川里 금잠 일대에는 대부분이 黑雲母나 緑泥石으로化한 것을 볼 수 있다.

陽德層群

珪岩 : 明西里 경암에서 長善里에 이르는 婦山北側斜面에 東西로 분포한다. 朴達嶺片麻岩을 不整合으로 피복하며 上部의 千枚岩質岩과 石灰質岩(三台山層)과整合의인 관계를 가지며 남쪽으로 경사한다. 婦山南側에서는 紙洞 미라클에서 $N30^\circ W$ 의走向을 가지며 역시 婦山片麻岩을 不整合으로 덮고 있다. 이의 東쪽에서는 背斜을 이루며 上部에 역시 千枚岩質岩과 石灰岩이 놓여 있다.

本珪岩은 沃川帶에서 沃川層群의 層序와構造를 결정하는 鍵層으로서, 조사지역 西南部 忠州圖幅 및 음성, 증평, 미원, 유성, 대전圖幅으로 연결되는 珪岩層들은 모두 이 地層과 對比되는 것으로思料되어 北東部의 平昌圖幅에서의 中대 갈봉層群(李大聲等, 1985)

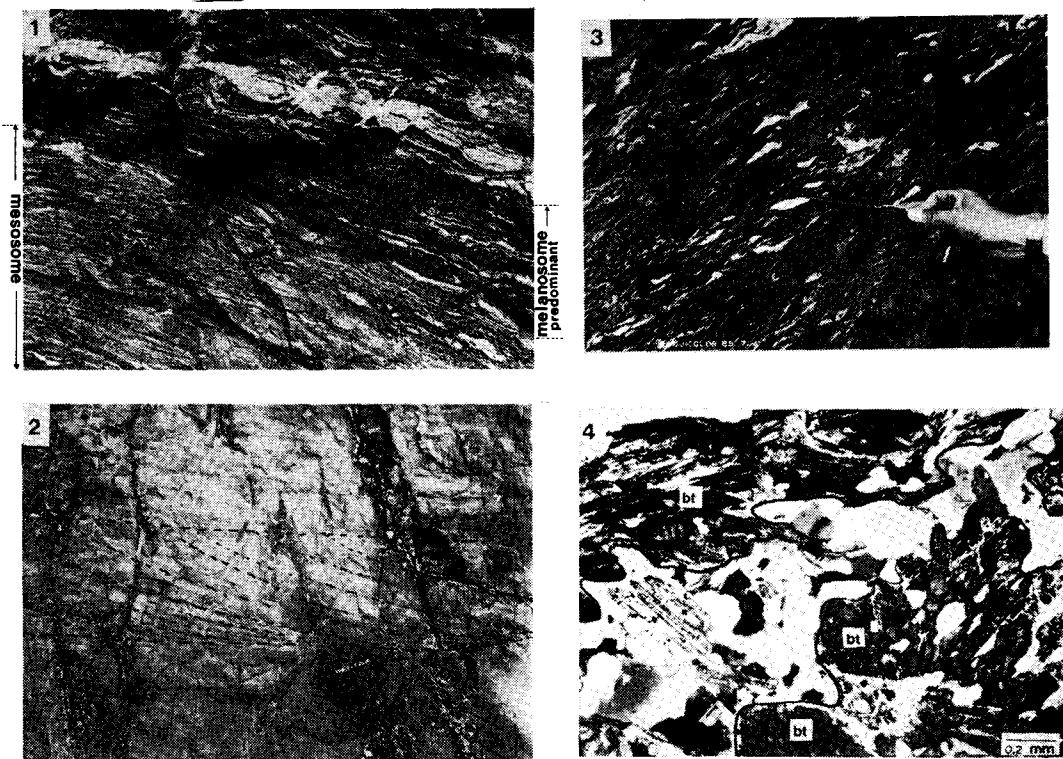


Photo. 1 미그마타이트質 繪狀片麻岩에서의 leucosome, mesosome, melanosome의 關係.

Photo. 2 珪岩層에 나타난 斜層理.

Photo. 3 含石英千枚岩質: 石英脈이나 珪岩礫이 甚한 變形作用에 依하여 壓碎되어 있다.

Photo. 4 미그마타이트質 繪狀片麻岩의 顯微鏡寫真(\times Nicol). Leucosome의 石英, 長石 等이 成長하면서 黑雲母(bt)를 melanosome으로 밀어내어 有色礦物帶가 形成된다.

의 구성멤버인 珪岩層도 이 연장방향으로보아 이와同一한 珪岩層으로 思料된다.

本域에서는 粗粒質 砂岩으로부터 變成된 유백색 珪岩으로 주로 구성되어 斜層理가 발달되어 있어 이로부터 珪岩層이 경상위에 놓여 있음을 알 수 있다(Photo. 2).

含石英千枚岩質岩: 本岩은前述한 珪岩層의 上位에 놓이는 것으로 本域에서는 層厚 20~30m로 비교적 얕게 단속적으로 분포되나 그 岩相이 독특하기 때문에 야외에서 쉽게 인지되며 平昌圖幅의 大和面 上安味里, 元堂里 一帶의 含石英千枚岩質岩 및 神林圖幅에서의 松峰片岩層의 岩相과 層序의 位置가同一하다.

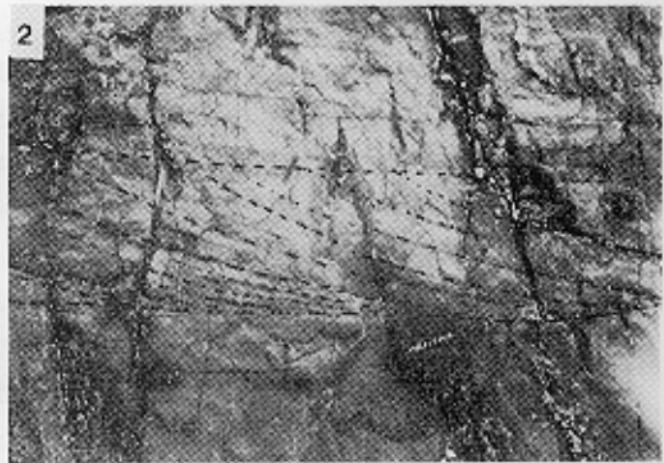
堤川圖幅說明書에서는 本層과前述한 壯山珪岩을 大石灰岩層群의 一員인 三台山層의 上位에 不整合으로 덮히는 西倉里層이라고 하였으나 이러한 含石英千枚岩質岩의 존재와 珪岩에 나타난 堆積構造 등으로 미루어 本層과 珪岩層을 猫峯層과 壯山珪岩層에 對比하는 것이 보다 타당하다고 볼 수 있다.

本岩은 石英塊, 黑雲母, 綠泥石 및 白雲母를 主로 하며 小量의 斜長石(알마이트) 및 正長石으로 構成되어 있다. 石英은 細長의 石英脈들이 심한 變形作用에 의하여 眼球狀이나 塊狀의 불규칙한 외양을 가지며 곳에 따라 珪岩礫으로 보이는 것들이 壓碎되어 형성된 것도 있다(Photo. 3). 黑雲母는 後退變成作用에 의하여 벽개면을 따라 부분적으로 綠泥石化하였으며 白雲母와 絹雲母가 이들을 二次的으로 투입하고 있어 이들은 二次變成의 產物로 볼 수도 있으나 本岩에 관한 變成岩石學的研究가 좀 더 필요하다.

大石灰岩層群

本層은前述한 珪岩 및 含石英千枚岩質岩層의 上位에 整合的으로 堆積된 것으로 本域 北部 明西里 경암에서 長善里까지 東西方向으로, 南部에서는 미라골 일대에서 西北方向으로 분포한다.

堤川圖幅에서는 三台山層과 對比하였으나 大石灰岩層群中에서 三台山層은 層序의 位置가 모호한 여러 石灰岩層이 복합된 것으로서 本域의 石灰岩層은 陽德層



群과의 관계로 보아 大石灰岩層群中에서 下位層에 對比될 가능성성이 크다. 부분적으로는 돌로마이트質을 보여주는 곳도 있으나 대부분은 方解石成分이 가장 우세한 結晶質의 大理岩으로 구성되어 있다. 石英과 黑雲母 및 緣泥石, 不透明礦物이 곳에 따라 副成分을 이루기도 한다. 忠州圖幅의 大香山珪岩層을 本域의 硅岩層과 함께 陽德層群의 壯山珪岩層으로 對比한다면 本石灰岩層은 香山里 돌로마이트層과 對比가 가능할 것이며 돌로마이트質과 方解石質의 성분상의 차이는 堆積環境에 따른 횡적변화현상에 기인한다고 볼 수 있다.

沃川層群

倉里層：本層은 黃江里圖幅 및 堤川圖幅說明書에서 西倉里層으로 지칭된 것으로서 本域의 西南部 대부분을 점한다. 堤川圖幅에서는前述한 硅岩 및 含石英千枚岩質岩까지도 모두 西倉里層으로 취급하였으나 構造의 面에서 硅岩 및 含石英千枚岩質岩은 大石灰岩層의 下位層임이 보다 타당하므로 本研究에서는 西倉里層中에서 이들을 제외한 것만을 倉里層으로 간주하였다. 또한 堤川圖幅에서 文周里層으로 記載된 것 중 變成火山岩을 제외하면 대부분이 倉里層과同一한 岩相을 갖는 것이므로 倉里層에 포함시켰다. 倉里層은 本域 뿐만 아니라 沃川帶 全域에 걸쳐 가장 광범위한 분포를 보여주며 특히 黑鉛質 黑色千枚岩을 數枚 함유한 점이 특징이다. 石英, 緣泥石, 黑雲母, 絹雲母를 主로 하며 곳에 따라 極榴石, 남경석, 白雲母를 包含하기도 한다. 泥質이 우세한 부분은 二次變形에 의한 波浪構造(crenulation) 및 킹크밴드(kink-band)들에 의하여 波面에 따른 雲母質의 絹絲光澤을 보여줌이 보통이다. 砂質部分은 細粒質의 石英과 黑雲母에 의한 치밀견고한 組織을 보여준다. 곳에 따라 下位에 있는 石灰岩層이 결여되고 직접 陽德層群의 硅岩이나 千枚岩과 接하는部分이 있는 것으로 보아 大石灰岩層群과는 不整合이 存在할 가능성이 높다고 본다.

金玉準等(1986)은 本 조사지역의 東部인 月窟里-當頭山附近一帶에서 堤川圖幅에서 西倉里層이라고 한 것 중 일부는 선캠브리아의 片麻岩基盤이고 그 외의 것은 大石灰岩層群(堤川圖幅에서의 三台山層)의 下位에 不整合의 관계를 갖는 沃川層群이라고 한 바 이 지층은 本 조사지역의 倉里層과는 별개의 지층이어야 하며 층서적으로前述한 含石英千枚岩質岩과 對比될 가능성이 높다.

變成鹽基性火成岩類：本岩은 聞慶圖幅이나 黃江里圖幅에 비하여 비교적 小規模의 岩脈状으로 나타나는 바 荷川里 比翼동 일대에 10여 m 폭으로 약 2km 연장을 보이는 것과 研究地域 東部에서 유사한 규모로 1km

연장된 노두를 볼 수 있다. 그러나 다른 지역에서는 이 岩體의 분포가 매우 빈번하여 黃江里圖幅에서 西倉里層 및 이와 大石灰岩層群과의 경계를 따라 南北方向으로 분포되는 것과 문경도폭에서 倉里層 내에 層狀으로 貫入하거나 分출한 것으로 沃川, 青山圖幅一帶에서 倉里層과 共存하는 大岩體等을 考慮할 때 本岩은 沃川帶 全體로 보아 그 분포가 매우 넓다. 本域 西部 목계圖幅 및 忠州圖幅에서도 倉里層 内에 本岩體와 유사한 鹽基性岩體가 貫入 내지 噴出岩相으로 분포한다. 비교적 粗粒質이며 青綠色의 角閃石結晶이 밀집되어 있으며 微粒의 斜長石(An 30)과 角閃石이 基質을 이룬다.

黃江里層：本岩은 연구지역의 西南部一部에 분포하나 沃川帶 全域에 걸쳐 광범위한 분포를 보여주는 지층이다. 時代 및 成因의 면에서 논란의 대상이 되는 지층으로 최근 본 특성화연구의 일환으로 진행된 黃江里層에 관한 研究進行과정에서 함유된 磻으로부터 캠브리아紀를 지시하는 化石 파편이 발견(유강민·이재화, 1987)되어 시대문제 해결에 중요한 진보를 보게 되었다.

本層은 硅岩과 石灰岩의 磻을 含有한 含礫千枚岩質岩으로構成된다. 磻의 크기는 3~10cm의 長徑을 갖는 것이 보통이나 곳에 따라 1cm 미만의 石英質 그라울들이 磻을 대신하기도 하며 이 경우 基質은 대부분 石灰質成分을 함유한다.

鏡下에서 基質은 granoblastic한 組織의 石英, 絹雲母, 方解石이 主가 되며, 스펀, 緣廉石, 透輝石이 副成分礦物로 들어 있다. 石英은 微粒으로 破碎된 불규칙한 모양을 보이며 伸張된 方向性을 보이며 파동소광을 한다.

朴達嶺片麻岩類와 婦山片麻岩類의 比較

堤川圖幅에서는 朴達嶺變成岩은 先캠브리아紀의 變成堆積岩類로서 太白山統과 對比하였으나 婦山片麻岩은 時代未詳의 西倉里層의 變成產物로 보았다. 즉 堤川圖幅의 경우 西倉里層이 花崗岩化作用에 의하여 斑狀變晶片麻岩으로 變한 후 構造運動에 따라 眼珠狀片麻岩을 形成시킨 것으로 설명하였으며 構造上 盆地의 中心部에서 花崗岩化作用이 活潑한 점이 특이한 현상이라고 記述하였다. 그러나 이번 조사연구에 의하면 兩岩體는 모두 先캠브리아 基盤岩類로서 婦山片麻岩은 단지 斷層構造運動으로서 기반암이 상승, 침식, 노출된 것으로 料된다.

이같이 보게 된 證據는 다음과 같다.

野外에서의 證據

堤川圖幅에서는 西倉里層이 千枚岩→斑點狀千枚岩→斑狀變晶片麻岩으로 花崗岩化作用이 進行된 결과로 婦山片麻岩이 形成되었다고 해석되었으나 本調查에 의하면 이러한 花崗岩化作用의 順序는 朴達嶺變成岩體에서도 흔히 볼 수 있는 현상이며 兩岩體 모두 花崗岩化作用이 活潑히 일어나 花崗岩質岩까지의 變化經路를 보여주는 곳이 많다는 점이다.

또한 婦山片麻岩과 西倉里層과의 接觸部인 지동 및 마천 부근에서 두 암체 간의 관계는 斷層接觸이라는 것 이 확인되었다. 이는 千枚岩에서 片麻岩으로 岩質이

急變하는 사실과도 잘 일치된다.

倉里層은 대체로 東西方向의 So 葉理를 보여주는데 대해서 婦山片麻岩은 매우 불규칙할 뿐만 아니라 倉里層은 波浪褶曲(crenulation)과 같은 微構造가 잘 보존되어 있으나 婦山片麻岩內의 千枚岩에서는 이러한 構造들을 볼 수 없다. 이러한 사실 등은 西倉里層과 婦山片麻岩이 각각 變成 episode를 달리하고 있다고 보아야 한다.

岩石學的研究

兩岩體를 岩石學의 으로 考察하기 위하여 이들 가운데 비교적 mesosome과 leucosome이 정연히 발달된

Table 2 Chemical composition, norms and Niggli values of gneisses in studied area.

	Bagdalryeong gneiss						Busan migmatitic gneiss					
	B-a	B-b	B-c	B-d	B-e	B-f	C-a	C-b	C-c	C-d	C-e	C-f
SiO ₂	69.66	69.78	71.58	69.60	70.80	71.94	75.60	58.62	61.02	55.86	65.70	60.18
TiO ₂	0.72	0.33	0.16	0.56	0.33	0.32	0.17	1.28	1.29	1.44	0.02	1.12
Al ₂ O ₃	13.57	16.01	16.32	13.67	15.31	14.48	13.26	14.89	14.18	16.32	19.48	15.71
FeO ₃	3.04	1.30	0.48	1.44	0.32	1.28	0.48	6.08	3.20	8.52	0.16	3.84
FeO	1.51	1.30	0.58	3.82	2.09	2.16	1.22	4.03	7.56	3.31	0.07	4.97
MnO	0.03	0.03	0.01	0.06	0.03	0.07	0.02	0.07	0.14	0.14	0.01	0.07
MgO	0.68	0.80	0.20	2.20	0.68	1.16	0.32	1.96	1.61	2.32	n.d	1.56
CaO	1.29	2.35	1.34	2.13	1.79	1.12	1.01	3.70	3.02	2.97	0.84	3.30
Na ₂ O	1.98	4.28	3.91	3.04	3.78	2.48	5.21	1.74	1.80	1.12	4.46	2.05
K ₂ O	5.92	2.26	3.67	2.26	2.73	3.38	4.70	4.79	4.04	5.83	8.18	5.08
P ₂ O ₅	0.19	0.21	0.20	0.21	0.29	0.20	0.14	0.43	0.55	0.42	0.28	0.42
Total	98.59	98.63	98.45	98.99	98.64	98.59	101.13	97.59	98.41	98.25	99.20	100.30
Q	30.6	29.7	31.5	33.24	32.88	39.3	24.12	19.5	22.92	18.3	7.38	18.6
Or	35.03	13.34	21.68	13.34	16.12	20.02	27.8	28.36	23.91	34.5	48.37	30.02
Ab	16.77	16.77	33.01	25.68	31.96	20.96	44.02	14.68	15.1	9.43	37.73	17.29
An	8.90	11.68	6.67	10.06	7.23	5.56	4.45	15.29	11.6	12.23	2.50	13.9
C	0.612	2.24	3.47	2.35	3.98	4.69	—	1.22	2.55	3.67	2.35	1.73
Il	1.37	0.61	0.30	0.30	0.61	0.61	0.304	2.43	2.43	2.74	—	2.13
Mt	2.78	1.86	0.70	0.70	0.46	1.86	0.70	8.82	4.64	6.50	—	5.56
He	1.12	—	—	—	—	—	—	—	—	3.84	—	—
Hy	1.7	2.79	0.9	10.38	4.74	5.41	—	7.41	13.12	5.8	—	8.1
Ap	—	—	—	—	0.67	—	—	1.01	1.35	1.01	0.67	1.04
al	41	46	53	37	48	46	42	31	32	32	52	34
fm	23	15	5	33	14	23	9	38	40	41	1	34
c	7	12	8	10	10	6	6	14	12	11	4	13
alk	29	27	34	20	28	25	43	17	16	16	43	19
si	358	338	394	317	364	387	406	208	231	187	297	283
k	0.66	0.26	0.38	0.33	0.32	0.47	0.37	0.65	0.60	0.78	0.55	0.62
mg	0.23	0.38	0.29	0.45	0.36	0.40	0.29	0.28	0.23	0.28	0	0.26
qz	142	130	158	137	152	187	134	40	67	23	25	47

각 6個地點에서 leucosome이 우세한 부분을 각각 표품으로 채취하여 完全化學分析을 실시하였다(Table 2).

이들 분석값에서 Na_2O 와 K_2O 의 상대적 비율을 Wiedemann(1965)의 圖에 나타내본 결과(Fig. 2) 이들은

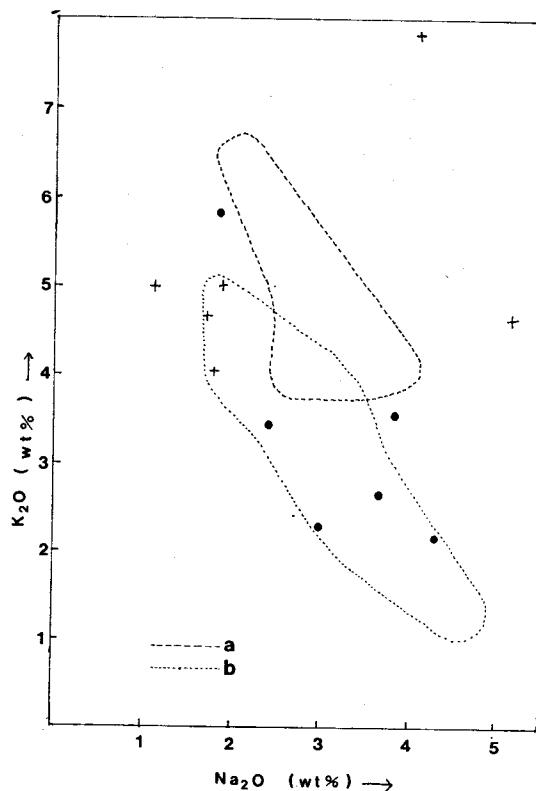


Fig. 2 Variation of K_2O to Na_2O in the Bagdalryeong gneisses and Busan migmatitic gneisses
 Full circles : Bagdalryeong gneiss
 Cross : Busan migmatitic gneiss
 a : Orthogneiss area
 b : Paragneiss area } by Wiedemann (1965)

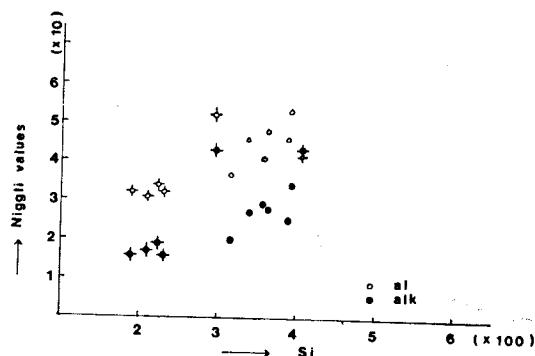


Fig. 3 Variation of Niggli values (al and alk) to Si.
 Circles : Bagdalryeong gneisses
 Circles with cross : Busan migmatitic gneisses

모두 火成起源의 영역을 벗어나 있어 이들이 모두 石英長石質 또는 泥質의 堆積岩類로부터 準片麻岩을 거쳐 部分熔融에 의해서 형성된 미그마타이트 임을 알 수 있다.

Johannes와 Gupta(1982)의 이론에 의하면 leucosome 부분은 대부분이 石英·長石質層으로부터 유래된 것이라고 한 바 있는데 이와 같은 것은 현미경학에서 관찰되어지는 바 leucosome의 석영, 미사장석 등이 성장하면서 후운모를 melanosome쪽으로 밀어내는 작용에 의하여 유색광물대가 놓집된다고 한다. 本域의 片麻岩類도 이러한 理論에 근거하면 mesosome부분은 비교적 細粒의 準片麻岩類이었을 것이며 melanosome은 再熔融時 殘留 놓집된 有色礦物帶로 볼 수 있다(Photo. 4). 婦山混成片麻岩類의 것이 朴達嶺片麻岩類의 것에 比하여 K_2O 의 含量이 比較的 많고 Na_2O 의 含量이 적은 것은 婦山片麻岩지역이 좀 더 높은 壓力下에서 再熔融이 일어났거나 아니면 이 지역에 별도의 K-交代作用이 二次로 일어났을 가능성이 있다. 그러나 本域에서의 岩石의 관찰결과兩者 모두 정도의 차이는 있지만 이러한 變成作用을 받았을 가능성성이 있다고 본다.

이들 분석값으로부터 Niggli value를 구하여 Si값에 대한 al, alk의 變化關係를 조사하여 보면 Fig. 3와 같다. 이들의 變化關係로부터 朴達嶺片麻岩이나 婦山片麻岩이나 모두 정비례 관계의 같은 트렌드를 보여주는 것을 볼 수 있는데 이는 이들 岩體들이 同時に 形成된 것임을 간접적으로 시사하고 있다. 여기에서도 婦山片麻岩類들이 朴達嶺片麻岩類에 비하여 비교적 낮은 Si

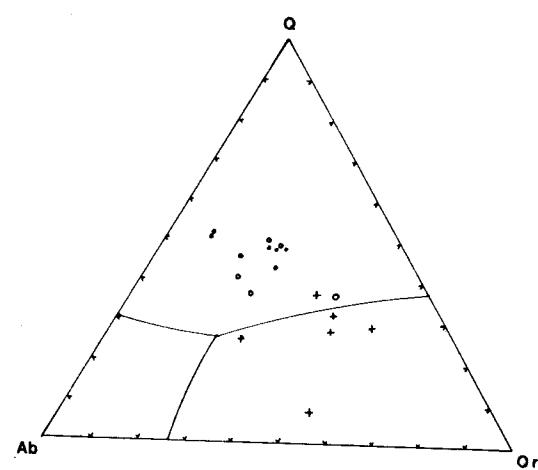


Fig. 4 normatic Q-Ab-Or diagram.
 Full and vacant circles : Bagdalryeong gneisses
 Crosses : Busan migmatitic gneisses
 Cotectic curves from Luth et al (1964)

값과 al, alk값을 보여주는 바 이는前述한 再熔融環境의 차이에서 오는 것으로思料된다. 또한 Fig. 4는 이들의 C.I.P.W. norm값을 Q-Ab-Or 圖에서 비교한 것인데 朴達嶺片麻岩類에 比하여 婦山片麻岩類가 보다 cotectic한 性分에 接近하는 것으로 보아 婦山片麻岩類가 보다 深部에서 再熔融과정이 진행되어 형성된 것으로 추리할 수 있다.

黑雲母의 鎌物化學

위의 12個 표품중 11個에서 EPMA에 의한 黑雲母의 化學成分을 분석한 결과는 Table 3와 같다. 黑雲母의 구조에 따른 原子分布를 알아보기 위하여 單位胞에서의 原子數를 계산하여 같은 表에 나타내었다.

分析한 黑雲母의 成分을 Dear, et al. (1962)에 의한 이상적인 黑雲母 plane에 圖示하면 Fig. 5와 같다. 이에 의하면 兩岩體에서의 Al^{IV} sites와 Al^{VI} sites에서의 原子數는 각각 유사하나 婦山混成片麻岩이 朴達嶺片麻岩보다 Fe가 Mg에 비하여 相對的으로 많다. Tschermak exchange인 $(Mg, Fe^{2+}) + Si^{IV} = Al^{IV} + Al^{VI}$ 에서 추리되는 壓力變化에 따른 결과는 알 수 없으나 Fe-Mg 치환은 일 반적으로 變成溫度와 밀접한 관계가 있는 것으로 알려진 바 본역에 나타난 흑운모의 성분

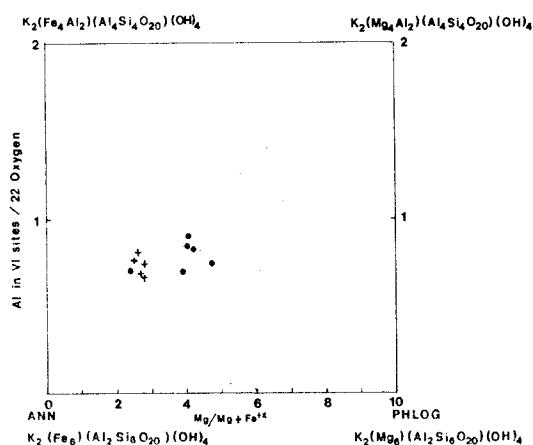


Fig. 5 Composition of biotites in studied area.

Full circles : Bagdalryeong gneisses
Crosses : Busan migmatitic gneisses

차이는 Fig. 6에서와 같이 母岩의 Niggli mg값이 증가함에 따라 흑운모의 Mg/Fe+Mg+Mn값이 증가하는 것으로 보아 母岩自體의 성분차이에 기인하는 것으로 사료된다. 그러나 婦山片麻岩의 흑운모가 보다 더 침

Table 3 Chemical composition of biotites in the gneisses of studied area.

	B-a	B-b	B-c	B-d	B-e	B-f	C-a	C-b	C-c	C-d	C-f
SiO ₂	34.41	35.83	35.42	36.06	35.59	35.84	35.04	35.62	35.49	35.75	34.93
TiO ₂	2.56	2.06	3.20	2.67	2.61	1.50	2.50	2.24	2.33	2.01	2.05
Al ₂ O ₃	17.41	18.58	19.53	18.48	18.03	18.48	16.57	17.29	17.23	18.18	17.58
FeO	26.22	20.56	20.02	19.17	22.12	20.67	25.09	25.03	25.74	25.90	26.32
MnO	0.18	0.32	0.17	0.20	0.20	0.30	0.19	0.26	0.28	0.21	0.34
MgO	4.66	8.35	7.88	9.44	7.80	8.03	5.46	5.48	4.76	5.21	5.55
CaO	0.00	0.12	0.00	0.05	0.00	0.04	0.05	0.18	0.11	0.03	0.00
Na ₂ O	0.07	0.07	0.13	0.16	0.10	0.06	0.07	0.04	0.06	0.03	0.01
K ₂ O	9.69	9.68	10.09	9.85	10.05	9.74	9.18	9.68	9.44	10.01	9.82
Total	95.21	95.58	96.45	96.08	96.51	94.65	94.15	95.82	95.45	97.34	96.61
Si	5.456	5.478	5.360	5.450	5.446	5.536	5.570	5.562	5.577	5.511	5.455
Al _{IV}	2.544	2.522	2.640	2.550	2.510	2.464	2.430	2.438	2.423	2.489	2.545
Al _{VI}	0.710	0.826	0.843	0.741	0.725	0.900	0.675	0.744	0.767	0.814	0.690
Ti	0.305	0.237	0.364	0.303	0.300	0.175	0.299	0.263	0.275	0.233	0.241
Fe	3.478	2.629	2.533	2.422	2.831	2.671	3.336	3.268	3.383	3.338	3.438
Mn	0.024	0.042	0.022	0.026	0.026	0.039	0.025	0.035	0.037	0.028	0.044
Mg	1.102	1.903	1.779	2.128	1.779	1.850	1.293	1.275	1.116	1.198	1.293
Ca	0.000	0.020	0.000	0.008	0.000	0.006	0.008	0.031	0.019	0.006	0.000
Na	0.023	0.022	0.038	0.047	0.029	0.017	0.023	0.013	0.019	0.010	0.004
K	1.961	1.888	1.947	1.898	1.961	1.918	1.862	1.927	1.893	1.968	1.957
Mg/ Fe+Mn+Mg	0.239	0.416	0.410	0.465	0.389	0.586	0.278	0.279	0.246	0.262	0.271

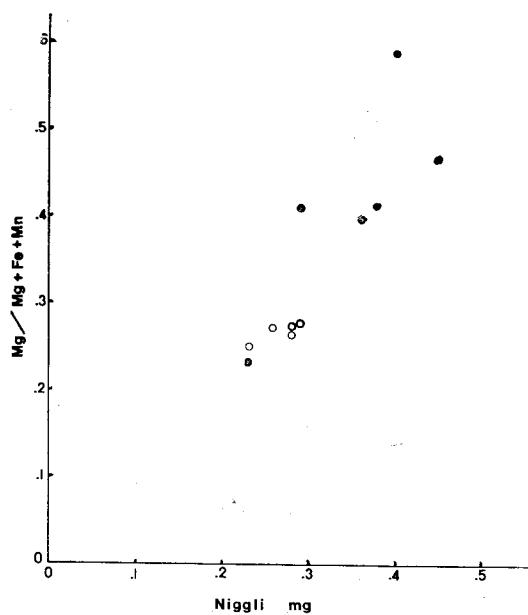


Fig. 6 Relation between $Mg/Mg+Fe+Mn$ in biotite and Niggli mg values of gneisses containing biotites.

Full circles : Bagdalryeong gneisses
Crosses : Busan migmatitic gneisses

증된 분포를 보여주는 것은 박달령편마암에 비하여 재 용융과정이 좀 더 균일화되었음을 의미한다.

同位元素年代

이 지역의 同位元素年代測定은 R.A. Cliff에 의하여 최초로 실시된 바 Rb/Sr 의 全岩法으로 얻어진 결과는 婦山眼珠狀片麻岩은 21억 년, 朴達嶺片麻岩은 18억 1천 만년으로 알려졌다(崔輝讚·金東鶴, 1981). 이에 따르면 婦山片麻岩은 先캠브리아의 基底岩體이며 沃川層群과는 衝上斷層接觸으로 해석된다. 또한 婦山片麻岩이 朴達嶺片麻岩보다 起源岩의 層序上 더 下位일 가능성 이 높아진다. 이는 婦山片麻岩의 미그마타이트化된 정도가 더 높은 점과 잘 부합된다. 本研究에서는 이들兩岩體의 相對的 운동상태를 추리하기 위하여 婦山片麻岩과 朴達嶺片麻岩에서 각각 黑雲母를 추출하여 K-Ar의 方法으로 年代를 측정하였다. 그 결과 婦山片麻岩은 150.79 ± 3.37 Ma, 朴達嶺片麻岩은 191.00 ± 4.27 Ma 값을 얻었으며 이는 均一化溫度에 도달한 후로부터의 상대적인 융기 속도가 朴達嶺片麻岩보다 婦山片麻岩이 더 빠름을 의미한다.

變成相

本域의 變成相 중에서 認知될 수 있는 것은 크게 3個로 區分된다. 첫째는 朴達嶺片麻岩 및 婦山片麻岩에

보존된 先캠브리아 變成相이고 둘째는 古生代에서 先쥬라기 사이에 형성된 變成相이다. 前者は 後者에 의하여 중첩되어 變成礦物群이 파괴되었으며 지역에 따라 보존상태가 다르다. 朴達嶺片麻岩地域에서는 婦山片麻岩보다 先캠브리아 變成礦物群이 비교적 잘 보존되어 있으나 婦山片麻岩地域은 柘榴石이나 董青石等 大部分의 高溫性礦物들이 黑雲母나 綠泥石에 의하여 交代되었다. 이는 後期의 變成相이 朴達嶺地域에서는 암피볼라이트相인 반면에 婦山地域에서는 綠色片岩相이기 때문이다.

先캠브리아 變成礦物群은 대체로 石英-斜長石-正長石-柘榴石-董青石-黑雲母로 구성되는 高암피볼라이트相인 것이 미그마타이트의 mesosome과 leucosome에서 곳에 따라 관찰된다. 따라서 미그마타이트의 形成環境은 高암피볼라이트環境이 있을 것이며 부분적으로 H_2O 의 含量여부 및 粒度 등에 의하여 再熔融의 程度가 다르게進行되었을 것으로 料된다.

本域은 變成相의 isograd가 褶曲軸을 교차하는 方向으로 나타나는데 트라이아스紀 變形으로 알려진 沃川帶 東部에서의 NS 내지 $N20^\circ W$ 方向의 褶曲運動의 간섭을 받아 E-W 내지는 $N60^\circ E$ 의 褶曲軸을 갖는 것이 일 반적이다. 따라서 本域의 變成相의 isograd는 $N30^\circ E$ 方向으로 이는 後大同紀의 大寶運動과 연관된 變成相의 方向으로 볼 수 있다. 이와 관련된 變成相은 크게 4帶로 區分할 수 있다. 이들의 isograd 경계는 Fig. 7과 같으며 각 帶의 대표적인 矿物群은 다음과 같다.

A帶의 矿物群: 石英-斜長石(An 30)-알만딘-董青石-黑雲母, 石英-斜長石(An 30)-알만딘-珪線石-藍晶石-黑雲母, 石英-正長石-珪線石-董青石-黑雲母。

이상과 같은 矿物群으로 보아 A帶는 암피볼라이트相에 해당된다 할 수 있다.

B帶의 矿物群: 石英-正長石-綠簾石-알만딘-黑雲母, 石英-斜長石(An 15)-알만딘-黑雲母, 石英-斜長石-微斜長石-綠簾石-白雲母, 石英一方解石-綠簾石-一角閃石。

이상의 矿物群으로 보아 B帶는 綠簾石 암피볼라이트相에 해당한다는 것을 알 수 있다.

C帶의 矿物群: 石英-微斜長石-斜長石(An 10)-黑雲母, 石英-斜長石(An 10)-黑雲母-綠泥石, 石英-黑雲母-綠泥石-白雲母, 方解石-透角閃石-黑雲母-조이사이트。

이상의 矿物群으로 보아 C帶가 綠色片岩相에 해당되며 黑雲母帶로 분류된다.

D帶의 矿物群: 石英-綠泥石-白雲母, 石英-斜長

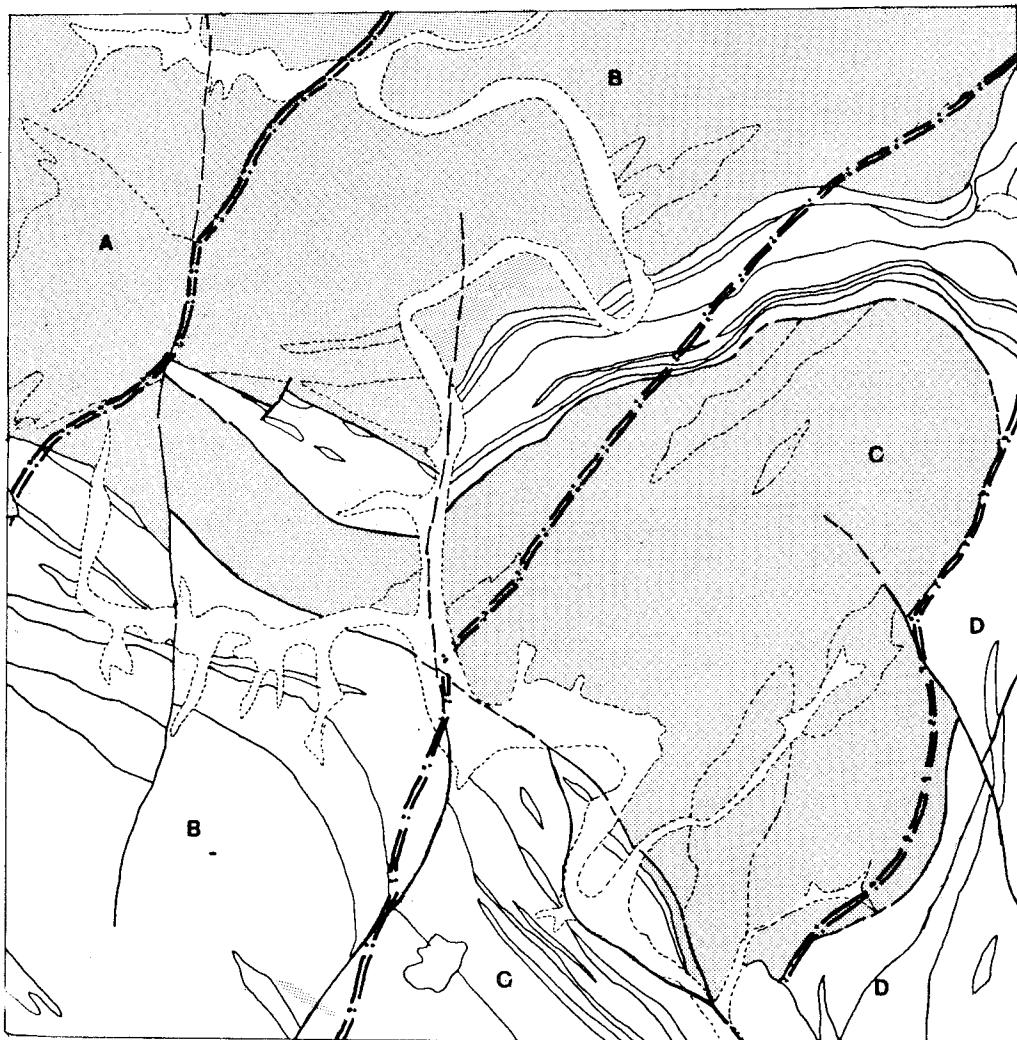


Fig. 7 Metamorphic facies map of studied area.

- A : amphibolite facies area
- B : epidote amphibolite facies area
- C : biotite zone } of greenschist facies
- D : chlorite zone }
- Double dotted and dashed lines : isograd lines

石一綠泥石, 石英一斜長石(An 10)一綠泥石一白雲母,
方解石一矽卡岩一綠簾石。

結論

이상의 鎌物群으로 보아 綠色片岩相의 綠泥石帶임을
알 수 있다.

이상과 같이 本域은 암피볼라이트相과 綠簾石암피볼
라이트相 및 綠色片岩相을 보여주는 지역으로 D帶에
서 A帶로 감에 따라 變成度가 높아지는 前進的 廣域
變成作用이 일어난 곳이다.

1. 本域은 미그마타이드質 繖狀片麻岩, 花崗岩質片
麻岩, 眼球狀片麻岩으로 構成된 朴達嶺片麻岩 및 婦山
混成片麻岩을 基盤으로 하여 古生代 陽德層群 및 大石
灰岩層群이 堆積되고 그 후 沃川層群이 脊起後 후 廣域
變成作用을 받아 形成되었다.

2. 婦山混成片麻岩과 朴達嶺片麻岩은 地質構造, 岩
石化學, 黑雲母의 鎌物化學, 同位元素年代 및 變成相

으로 보아 同一時期에 形成된 沃川帶의 基盤岩體로부터 유래된 것이다.

3. 婦山混成片麻岩體는 朴達嶺片麻岩類보다 미그마타이트化가 좀 더 진전된 것이며 좀더 높은 温度에서部分熔融된 것이다.

4. 本域은 중복변성작용을 받은 先camp보리아片麻岩에서 잔류된 高度의 암피볼라이트相을 보여주고 있으며 後大同紀 造山運動 즉 大寶運動과 연관된 二次變成作用에 의하여 東南에서 西北으로 향하여 綠色片岩相, 綠簾石암피볼라이트相, 암피볼라이트相의順으로 前進的 廣域變成作用을 받은 지역이다.

參 考 文 獻

- 金基院·朴奉淳·李弘圭 (1967) 堤川圖幅說明書.
 金玉準·閔庚德·金奎漢 (1986) 堤川南部의 沃川系와 朝鮮系의 境界 및 附近의 地質. 鎮山地質, 19권, 3호, p. 225-230.
 金玉準·俞剛民 (1977) 堤川郡 荷川里一月窟里 地域의 地質構造와 岩石學的研究. 鎮山地質, 10권, 1호, p. 19-36.

李大聲·羅基昌·金勇俊 (1985) 平昌~堤川間에 分布하는 沃川帶下部와 基盤의 岩相 및 火成貫入體의 岩質에 對한 研究. 鎮山地質, 18권, 4호, p. 381-397.
 유강민·이재화 (1987) 黃江리 층의 地質時代에 관한 研究(초록). 대한지질학회지, 23권, 4호, p. 403.

崔煥讚·金東鶴 (1981) 沃川地向斜帶 綜合研究(1) (沃川 Belt 東北部를 中心으로 하여). 한국동력자원연구소 조사연구보고, 제11호, p. 19-44.

Dear, W.A., Howie, R.A. and Zussman, J. (1966) Rock-Forming Minerals, Vol. 3, Sheet Silicates, p. 57.

Johaness, W. and Gupta, N.L. (1982) Origin and Evolution of a Migmatite. Cont. Min. Petrol., v. 79, p. 114-123.

Wiedemann, F. (1965) Zum Stoffhaushalt Kristalltiner Schiefer im Erzgebirge. Freiberger Forschungsh., C192.

Luth, W.C., Jahns, R.H. and Tuttle, O.F. (1964) The granite system at Pressure of 4 to 10 Kilobar. J. Geophys. Res., v. 69, p. 759-773.