

(교육 자료)

## 고등학교 지구과학 II 교과서에서 화성암의 조직에 대한 용어 분석

고정선<sup>1</sup> · 윤성효<sup>2,\*</sup> · 한종수<sup>2</sup>

<sup>1</sup>부산대학교 과학교육연구소, 609-735, 부산광역시 금정구 장전동 산 30

<sup>2</sup>부산대학교 사범대학 과학교육학부, 609-735, 부산광역시 금정구 장전동 산 30

### Analysis of and Ideas for Improving Descriptions of Igneous Rock Textures in High School Earth Science II Textbooks

Jeong-Seon Koh<sup>1</sup>, Sung-Hyo Yun<sup>2,\*</sup>, and Jong-Soo Han<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Research Institute for Science Education, Pusan National University, Busan 609-735, Korea

<sup>2</sup>Division of Science Education, Pusan National University, Busan 609-735, Korea

**Abstract:** The purpose of this study is to analyze the concept of igneous rock textures and to uncover incorrect descriptions regarding the concept found within high school Earth Science II course seventh curriculum textbooks. Based upon this analysis suggestions will be made so as to improve descriptions regarding the concept of igneous rock texture. At least some incorrect descriptions regarding igneous rock texture were found in all the textbooks examined. Textures of volcanic rocks are described as being either fine-grained and glassy or porphyritic, while those of plutonic rocks are described as hollocrystalline, granular, coarse-grained or equigranular. These descriptions may contribute to forming and/or reinforcing misconceptions about both the classification criteria for, as well as the general concept of igneous rock textures. Therefore, some improvement schemes for the classification of igneous rock textures have been suggested. These schemes suggest that volcanic rocks be classified as either aphanitic or porphyritic, while plutonic rocks be classified as phaneritic, hollocrystalline or equigranular according to granularity, crystallinity, and both the absolute and relative sizes of the crystals within the rock.

**Keywords:** igneous rock texture, incorrect description, improvement scheme

**요약:** 이 연구는 7차 고등학교 지구과학 II 교과서의 내용 중 화성암의 조직 개념에 대한 본문 진술을 분석하고 문제점을 지적하고 그 개선 방안을 모색하였다. 과학 교과서의 개념 진술이 정확하지 않아 학습자들에게 오개념을 유발하거나 재강화할 가능성이 있는 여러 진술문이 발견되었다. 화산암에 대하여 세립질, 유리질 또는 반상 조직을 기술하고 있으며, 심성암에 대하여 완정질, 입상, 조립질 및 등립질 조직 등 다양한 조직을 제시하고 있다. 이들은 화성암 조직 분류체계 기준의 혼란에 관련된 것들이었다. 화성암의 조직에 대한 정확한 개념을 전달하기 위한 화성암 분류 기준의 개선방안들을 제시하였다. 화성암을 구성광물의 입도, 상대적인 크기와 결정도에 따라 화산암에는 비현정질 또는 반상 조직을, 심성암에는 현정질 또는 완정질, 등립상 조직을 사용하여야 한다.

**주요어:** 화성암 암석 조직, 부정확한 진술, 개선 방안

## 서론

우리 주변에 있는 암석을 관찰해 보면 참으로 다양한 겉모습을 발견하게 된다. 예를 들어 암석에서

층리가 발견되면 퇴적암이고, 편리나 편마구조가 보이면 변성암이다. 화성암을 분류하는데 이용되는 특징은 여러 가지가 있지만, 이 중에서도 가장 대표적인 것은 구성 광물의 종류, 입자의 크기와 모양, 배열 상태 등과 같이 전체적인 특징을 보여주는 조직(texture)이다. 조직을 통하여 주변에 있는 암석을 육안으로 관찰하면 암석이 어떻게 만들어졌는지에 대한 근거를 찾게 된다(Hibbard, 1995). 암석의 조직은 암

\*Corresponding author: yunsh@pusan.ac.kr

Tel: 82-51-510-2723

Fax: 82-51-513-7495

석을 분류하는 특징 중에 가장 큰 특징일 것이다 (MacKenzie et al., 1981). 따라서 교과서에서 암석의 조직에 대한 정확한 서술은 참으로 중요하다. 학교 교육에서 교과서는 교사와 학습자 모두에게 매우 중요한 학습 자료이며, 교과서의 개념 진술은 과학적이어야 하고, 제시되는 그림이나 도표는 최신의 검증된 자료를 이용하여 학생들에게 가장 효과적으로 이해시킬 수 있도록 구성되고 표현되어야 한다. 부정확한 교과서의 내용이나 도표는 교사들의 효과적 개념 학습지도에 장애가 될 뿐만 아니라 학생들의 개념 이해를 저해하여 오개념 발생의 원인이 된다는 것이 여러 과학교육학자들의 연구 결과이다(국동식, 2002).

교과서의 개념 진술이 정확하지 않아 학습자들에게 오개념을 유발하거나 재강화하는 비과학적인 일이 없도록 교과서 내의 개념을 정확하게 진술하는 것은 매우 중요하다. 대학 지구과학 및 지질학 교과서에서 학습한 화성암의 조직이 고등학교 교과서에 제시된 내용과 다소 달라서 교사들은 이를 교수 학습하는데 많은 어려움을 겪고 있다. 그리고 화성암의 육안 분류는 학생 뿐 아니라 과학교사들 또한 어려운 학습 과제로 인식하고 있다(위수민과 최준경, 2002; 조규성 외, 2003; 문병찬 외, 2005; 위수민 외, 2007). 이에 고등학교 지구과학 II 교과서의 화성암의 조직에 대한 분류체계가 정확하게 그리고 명료하게 되어 있는가를 검토하여 교사들과 학생들이 올바른 교수 학습을 할 수 있도록 교과서의 내용을 바로 잡을 필요가 있다.

화성암의 조직은 산출 상태에 따라 달라지며, 광물의 핵화작용률, 성장률(결정도), 구성 광물의 결정 크기(절대적인 크기와 상대적인 크기) 등에 따라 규제된다(Cox et al., 1979; MacKenzie et al., 1981; 김용준, 1998).

화산암은 지표에 노출된 마그마가 갑자기 냉각되어 광물 결정을 전체적으로 맨눈으로 거의 식별이 불가능한 치밀한 비현정질(非顯晶質) 조직을 나타낸다(Philpotts, 2003). 비현정질 조직은 결정을 전혀 가지지 않는 유리질 조직과 육안으로는 보이지 않지만 현미경 상으로는 보이는 미세한 결정을 가진 미정질(微晶質) 또는 전자현미경 상으로 보이는 아주 미세한 결정을 가지는 은미정질(隱微晶質) 조직으로 세분된다. 또한 화산암 분포지역에서 주로 화산암은 몇 개의 큰 결정들과 그들 사이를 메우는 미세한 결정들 또는 유리질로 되어있는 반상(斑狀) 조직을 흔히

나타낸다. 그러므로 화산암에 적용할 조직명은 반상 조직과 비현정질 조직을 들 수 있으며, 비현정질 조직을 심화 세분하여 분류하면 미정질, 은미정질, 유리질 조직으로 나눌 수 있다.

한편, 심성암은 지하 깊은 곳에서 마그마가 비교적 천천히 식어 모두 결정으로 형성된 완전정질(完晶質: holocrystalline)로서 결정을 육안으로 식별할 수 있는 현정질(顯晶質) 조직을 나타낸다. 현정질 조직은 육안으로 광물 결정을 식별할 수 있고, 결정의 크기에 따라 1 mm 이하인 경우에는 세립질(細粒質), 1 mm에서 5 mm 사이는 중립질(中粒質), 5 mm 이상은 조립질(粗粒質)로 분류할 수 있다. 완전정질 조직 중에서 비슷한 크기의 광물의 입자들이 비교적 고르게 얽힌 조직은 등립상(等粒狀) 조직이라 부른다. 그러므로 심성암에 적용할 조직명은 등립상, 완전정질 및 현정질 조직을 들 수 있으며, 현정질 조직을 더 세분하면 결정의 절대적인 크기에 따라 조립질, 중립질, 세립질로 나눌 수 있다.

그 외에도 화산으로부터의 폭발적인 분화에 의하여 분출물이 대부분 화산재, 라필리, 화산암괴나 화산탄, 화산 유리 및 결정편 등으로 구성되어 고화된 화성쇄설암인 경우에는 화성쇄설(火成碎屑: pyroclastic) 조직을 나타낸다. 마그마가 냉각되는 동안에 몇몇 광물이 매우 크게 성장하여 전체적으로 결정의 크기가 수 cm에서 수 m에 이르는 괴상의 암상을 나타낼 때 거정질(巨晶質: pegmatitic) 조직이라고 부른다.

따라서 이 연구는 제7차 교육과정 중 총 6종 지구과학 II 교과서(우종욱 외, 2006; 이문원 외, 2006; 이규석 외, 2006; 경제복 외, 2006; 허창희 외, 2006; 김희수 외, 2006)의 화성암의 조직에 대한 부적절한 진술을 분석하고, 학생들로 하여금 화성암 조직을 쉽게 구별할 수 있게 그리고 교수-학습 방법에 적절하다고 판단되는 분류 체계 및 개념을 새롭게 포함하는 개선안을 제시하고자 한다.

## 연구 방법

지구과학 개념 중 화성암의 조직에 대한 내용은, 제7차 교육과정에서 검인정된 6종의 지구과학 II 교과서의 대단원 「I 지구의 물질과 지각 변동」 내에 화성암, 화성암의 특징은 무엇인가?, 화성암의 세계, 암석의 종류와 특징에는 무엇이 있는가? 등의 소단원에서 다루어지고 있다. 이에 검인정된 지구과학 II 교

과서 6종의 내용을 분석하였다.

화성암 조직에 대한 올바른 서술 체계를 제시하고, 화성암 조직에 관한 교과서 내용을 분석하고, 각 교과서에 나타난 화성암 조직을 제시하는 용어의 비교를 통하여, 교사와 학생이 쉽게 이해할 수 있는, 교수-학습 방법에 적절하다고 판단되는 분류 체계 및 개념을 제안하고자 한다.

본 연구에서는 6종의 지구과학 II 교과서에 제시된 교과 내용을 중심으로 분석하였으며, 교과 내용에 수반된 그림(또는 도표)에 나타난 화성암의 조직과 분류는 논의에서 제외하였다. 그림이나 도표에 나타난 화성암의 조직 또한 교과 내용과 마찬가지로 여러 오류를 내포하고 있으며, 각 교과서마다 제시된 그림이 서로 달라 학생들의 화성암 조직과 분류에 대한 정확한 개념 인식에 혼란을 야기할 가능성이 존재한다. 이에 대한 연구는 별도로 진행할 예정이다.

본 연구에서는 제7차 교육과정에서 검인정된 현행 6종의 지구과학 II 교과서를 분석하였다.

## 연구 결과

### A 교과서

A교과서에서의 화성암의 조직에 대한 내용은 대단원 「I 지구의 물질과 지각 변동」, 소단원 <(1) 화성암>에 기술되어 있으며, 그 내용을 살펴보면 아래와 같다.

화성암의 조직은 광물 입자의 크기에 따라 조립질, 중립질, 세립질 및 유리질로 나누는데, 이것은 마그마의 냉각 속도에 따라 결정된다.

이는 화성암의 조직을 구성 광물 결정의 결정도(結晶度)와 입도(粒度)에 근거한 분류 기준을 혼용하여 기술한 것이다. 즉 화성암의 입도에 따른 분류로서 현정질 조직에서 결정의 절대적인 크기에 따라 사용되는 용어인 조립질, 중립질, 세립질과 화성암의 결정도에 따라 분류하는 용어인 유리질을 함께 혼용하여 기술하고 있다.

마그마가 지하 심부에서 천천히 고결되면 암석이 모두 조립질 광물로 구성된 완전질의 암석이 된다. 따라서 대부분의 심성암은 광물 입자가 크고 비교적 고른 입상 조직을 나타낸다.

마그마가 지하 심부에서 천천히 냉각 고결되면 암석은 모두 광물 결정으로 구성되는데, 이때 광물의 결정도에 따라 분류하면 현정질 조직이 되며, 광물의

입도 즉 절대적인 크기에 따라 분류하면 조립질, 중립질 혹은 세립질로 세분될 수 있으므로 모두 조립질 광물로 구성된다고 단정하여 기술하는 것은 곤란하다. 이를 화성암의 결정도에 따라 분류하면 완전질로 표현이 가능하며, 상대적인 결정의 크기에 따라 분류하면 등립질 또는 등립의 입상(등립상) 조직으로 표현할 수 있다. 분류 기준을 화성암의 입도, 결정의 절대적인 크기, 그리고 결정의 상대적인 크기를 혼용하여 기술하고 있다.

지하 심부에서 고결되던 마그마가 지표 가까운 곳으로 이동하여 고결되면 미세한 광물 입자들로 된 비탕, 즉 석기 속에 큰 결정인 반정이 섞인 반정질 암석을 형성하는데, 이와 같은 조직을 반상 조직이라고 하며 주로 반심성암이나 화산암에서 볼 수 있다.

반정질(半晶質)은 암석이 결정들과 유리질 물질로 함께 구성되어 있지만 결정의 양이 유리질 보다 훨씬 많은 조직을 뜻하는 결정도에 근거한 조직이며, 반상(斑狀) 조직은 암석의 나머지를 구성하는 광물들보다 크기에 있어서 현저하게 큰 하나 또는 그 이상의 광물 종을 가지는 상대적인 결정의 크기로 정해지는 조직으로, 이는 둘 이상의 광물 종의 냉각 생성 단계를 의미하고 있다. 큰 광물 결정들을 반정(斑晶)이라 부르고, 이들을 둘러싼 많은 작은 결정들을 석기(石基: 기질부)라고 부른다. 그러므로 반정질 조직과 반상 조직을 혼동하여 사용하면 안 된다.

화산암과 같이 지표에서 갑자기 냉각되어 생성된 암석 중에는 결정이 미세한 세립질이거나 또는 결정이 거의 없는 유리질 조직을 보여 주는 것도 있다.

세립질은 현정질 조직 중에서 육안으로 결정을 식별할 수 있는 1mm 이하의 광물 결정으로 된 완전질 조직을 뜻하는 용어이므로, 서술 내용에서 ‘결정이 미세한 세립질’이라는 표현보다는 화성암의 결정도와 입도에 근거하여 비현정질로 표기하여야 할 것이다. 비현정질 조직은 결정이 전혀 없는 유리질 조직과 육안으로는 보이지 않지만 현미경 상으로는 보이는 미세한 결정을 가진 미정질 또는 전자현미경 상으로는 보이는 은미정질 조직으로 세분할 수 있다. 그러므로 ‘화산암과 같이 지표에서 갑자기 냉각되어 생성된 암석 중에는 결정이 미세한 비현정질이거나 또는 결정이 거의 없는 유리질 조직을 보여 주는 것도 있다’로 수정되어야 한다.

## B 교과서

교과서에서의 화성암의 조직에 대한 내용은 대단원 「I 지구의 물질과 지각 변동」, 소단원 <2-2 화성암>에 기술되어 있으며, 그 내용을 살펴보면 아래와 같다.

화성암은 마그마가 식는 깊이에 따라 서로 다른 조직이 나타난다. 용암이 지표로 분출하여 빨리 냉각된 화산암은 광물 입자가 거의 없는 유리질 조직이나 광물 입자가 작은 세립질 조직이 나타나며, 반심성암에서는 반정 광물을 가지고 있는 반정질 조직이 잘 나타난다.

앞의 A교과서 분석에서 제시한 바와 같이 ‘화산암은 광물 입자가 작은 세립질 조직이 나타나며’에서 세립질이란 현정질 조직에서 결정 입자의 절대적 크기가 1mm 이하인 경우에 해당하므로 화산암에 사용하기에는 어려움이 많다. 그러므로 화산암은 광물 입자가 매우 작아 잘 보이지 않는 비현정질 조직으로 표현하는 것이 좋을 것이다. 또한 ‘반정 광물을 가지고 있는 반정질 조직’에서 반상 조직과 반정질 조직을 혼용하여 사용하여서는 안된다. 즉 반상 조직은 상대적인 결정의 크기에 근거한 분류 조직이며, 반정질 조직은 구성광물의 결정도에 따른 분류 조직이므로 각각 분리하여 적용하여야 할 것이다.

그러나 마그마가 지하 깊은 곳에서 서서히 냉각된 심성암은 암석 전체가 광물로 이루어진 완전정질이며, 조립질, 등립질 조직 등이 잘 나타난다.

화성암의 결정도에 근거한 완전정질, 결정의 절대적인 크기에 근거한 조립질, 그리고 상대적인 크기에 근거한 등립질을 혼용하여 기술하고 있다. 심성암에는 절대적인 크기에 따라 조립질, 중립질, 세립질로 세분할 수 있으므로 조립질로만 단정하기는 어렵다. 그러므로 조립질 대신에 맨눈으로 광물 결정을 식별할 수 있는 현정질로 표현하는 것이 옳을 것이다.

화성암은 조직에 따라서 유리질이나 세립질의 화산암과 반상 조직을 보이는 반심성암, 조립질의 심성암으로 구분된다.

앞에서 기술한 바와 같이 화성암의 분류에는 통일적인 기준이 필요하다. 화성암의 입도를 기준으로 보면, 화성암은 조직에 따라 비현정질의 화산암과 현정질의 심성암으로 구분된다고 수정하여야 한다. 반상 조직은 기질부가 현정질인 경우와 비현정질인 경우 모두 가능하므로 반심성암에서만 특징적으로 나타나는 조직으로만 볼 수 없다. 즉, 화산암이나 반심성암과 같이 석기가 비현정질이면 반정 광물을 가지

는 비현정질-반상 조직(예, 화강반암, 석영반암, 장석반암, 유문반암 등)과 석기가 현정질이면 반정 광물을 가지는 현정질-반상 조직(반상화강섬록암, 반상화강암 등, 사공희와 좌용주, 1997)을 서술하는 용어로 현정질 조직과 비현정질 조직에 다 사용되어 질 수 있기 때문이다(Hibbard, 1995).

## C 교과서

교과서에서의 화성암의 조직에 대한 내용은 대단원 「I 지구의 물질과 지각 변동」, 소단원 <03 화성암의 특징은 무엇인가?>에 기술되어 있으며, 그 내용을 살펴보면 아래와 같다.

화성암의 산출 상태는 냉각 속도를 좌우하고, 냉각 속도에 따라 조직도 달라진다. 지표에서 빨리 식어 굳어진 화산암은 대부분 결정이 없는 유리질이나 결정이 작은 세립질 조직을 보인다.

전술한 바와 같이 세립질 조직은 현정질 조직에 해당하는 용어이고, 결정이 작은 세립질 조직이라는 표현은 오개념을 유발하기 쉽다. 그러므로 결정이 작은 비현정질 조직을 보인다고 표현하는 것이 좋을 것이다.

마그마가 지표 가까운 곳까지 뚫고 올라와 굳어진 병반이나 암맥 등에서는 비교적 냉각 속도가 빨라 미세하게 굳어진 광물 입자 속에 큰 결정들이 들어 있는 반상 조직을 가지게 된다. 그러나 지하 깊은 곳에서 형성된 저반이나 암주에서는 냉각 속도가 매우 느리므로, 결정이 충분히 성장하여 육안으로도 식별이 가능한 입상 조직을 가지게 된다.

입상 조직은 화성암의 결정도에 기준하여 분류하는 조직이며, 결정이 충분히 성장하여 육안으로도 식별이 가능한 조직은 현정질 조직이다.

## D 교과서

교과서에서의 화성암의 조직에 대한 내용은 대단원 「I 지구의 물질과 지각 변동」, 소단원 <(3) 화성암의 세계>에 기술되어 있으며, 그 내용을 살펴보면 아래와 같다.

화성암은 산출 상태에 따라 암석을 이루고 있는 광물들의 조직, 즉 크기와 짜임새가 달라진다. 심성암은 마그마가 지하 깊은 곳에서 천천히 식어 만들어진 것으로, 입자가 크고 비교적 고른 입상 조직을 보인다.

입자가 크다는 것은 결정 입자의 절대적인 크기를

나타내는 의미이며, 비교적 고른 조직은 등립질을 의미하는 것으로 해석된다. 입자가 크고 비교적 고른 조직은 등립질 조직이라고 표현한다. 등립질 조직은 구성 광물이 같은 크기의 고유한 판상이나 주상의 모양을 가진 조직이며, 구성 성분 광물들의 직경을 비교할 수 있는 조직으로 화성암의 현정질 조직 중에서 인접한 광물과의 상대적 크기에 따른 분류이다.

반심성암은 지표 부근에서 비교적 빨리 식어 굳어진 것으로 미세한 광물 입자들로 된 비탄인 석기 속에 큰 결정인 반정들이 산재해 있는 반상 조직을 보인다.

일반적으로 반심성암은 규모가 작고 암맥이나 암상의 형태로 산출되며, 이 경우 마그마가 급랭하여 전체가 비현정질 조직을 나타내거나 비현정질 조직에 큰 결정을 가진 반상 조직을 나타내기도 한다.

이에 비해 지표에서 빨리 식어 굳어진 화산암은 대부분 결정이 없는 유리질이나 결정이 작은 세립질 조직을 보인다.

세립질이란 현정질 조직에서 결정 입자의 절대적 크기가 1mm 이하인 경우에 해당하므로 화산암에 사용하기에는 어려움이 많다. 그러므로 화산암은 광물 입자가 매우 작아 잘 보이지 않는 비현정질 조직으로 표현하는 것이 좋을 것이다. ‘결정이 작은 세립질’이라는 표현은 학생들로 하여금 결정이 작은 것이 세립질이라고 오해할 수 있는 소지가 있으므로, 결정이 작다는 것(결정이 너무 작아서 육안으로 식별이 불가능한 비현정질 조직)과 세립질(결정 입자의 절대적인 크기가 1mm 이하이지만 육안으로 광물 입자를 식별할 수 있는 현정질 조직)은 각각 구분하여 사용하는 것이 좋을 것이다.

## E 교과서

교과서에서의 화성암의 조직에 대한 내용은 대단원 「I 지구의 물질과 지각 변동」, 소단원 <I 화성암>에 기술되어 있으며, 그 내용을 살펴보면 아래와 같다.

마그마가 지표로 분출하여 형성된 암석을 화산암이라고 한다. 화산암은 마그마가 지표에서 급속히 식어 굳어지기 때문에 결정이 잘 성장하지 못하여 유리질이나 세립질 조직을 이루는 경우가 많다. 그러나 큰 결정인 반정이 포함된 반상 조직이 보이기도 한다.

세립질 조직이란 현정질 조직에서 결정 입자의 절대적 크기가 1mm 이하인 경우에 해당하므로 화산암에 사용하기에는 어려움이 많다. 실제로 화산암의

경우 구성 광물이 매우 미세하여 맨눈으로는 식별이 불가능한 경우가 대부분이다. 그러므로 화산암은 광물 입자가 매우 작아 잘 보이지 않는 비현정질 조직으로 표현하는 것이 좋을 것이다.

마그마가 상승하는 도중에 지하 깊은 곳이나 지표 가까운 곳에 관입하여 비교적 빨리 굳어진 암석을 반심성암이라고 하며, 암경, 암맥, 암상, 병반이 이에 속한다. 이들 반심성암은 일반적으로 미정질 조직이나 반상 조직이 나타난다.

여기서는 다른 교과서에서는 기술하지 않은 미정질 조직을 표현하고 있다. 미정질 조직은 비현정질 조직 중에서 육안으로는 구성 광물이 보이지 않지만 광학현미경으로는 보이는 미세한 결정을 가진 조직이다. 실제 화산암에서는 미정질 조직도 관찰되지만, 때때로 광학현미경으로는 식별이 불가하나 전자현미경 상으로 결정이 보이는 은미정질 조직도 나타난다. 그러므로 비현정질 조직을 미정질 조직으로 세분하여 기술하는 것보다는 차라리 비현정질 조직으로 표현하는 것이 좋을 것이다.

지하 깊은 곳에서 마그마가 서서히 냉각되어 굳어진 심성암은 저반이나 암주 등으로 산출되며, 광물 입자들이 비교적 크고 고른 조립질 조직이 나타난다.

광물 입자가 비교적 크다는 것은 결정 입자의 절대적인 크기를 나타내는 의미이며, 고른 조직은 등립질을 의미하는 것으로 해석된다. 입자가 비교적 크고 고른 조직은 등립질 조직이라고 표현한다. 조립질 조직은 구성 광물의 직경이 5mm 이상인 현정질 조직이다. 구성 광물의 직경이 1~5mm인 경우에는 중립질 조직으로 표현하므로, 비교적 크다는 표현은 상대적 크기를 나타내는데 매우 애매모호한 표현이므로 수정되어야만 한다.

## F 교과서

교과서에서의 화성암의 조직에 대한 내용은 대단원 「I 지구의 물질과 지각 변동」, 소단원 <I 암석의 종류와 특징에는 무엇이 있을까?>에 기술되어 있으며, 그 내용을 살펴보면 아래와 같다.

마그마가 지표나 지하의 여러 장소에서 냉각됨에 따라 화성암을 구성하는 광물의 조직이 다르게 나타난다. 지표에 노출된 용암이 급히 냉각되어 고결된 화산암은 유리질 조직이나 세립질 조직을 이루는 경우가 많고, 때로는 결정이 반정으로 산출되는 반상 조직이 나타나는 경우도 있다.

앞에서 기술한 바와 같이 세립질 조직이란 현정질 조직에서 결정 입자의 절대적 크기가 1mm 이하인 경우에 해당하므로 화산암에 사용하기에는 어려움이 많다. 실제로 화산암의 경우 구성 광물의 매우 미세하여 맨눈으로는 식별이 불가능한 경우가 대부분이다. 그러므로 화산암은 광물 입자가 매우 작아 잘 보이지 않는 비현정질 조직으로 표현하는 것이 좋을 것이다.

반면에 지하 깊은 곳에서 천천히 고결된 심성암체는 암주나 저반으로 산출되며 광물 입자들이 비교적 크고 고르게 얽힌 조립질 조직을 가진다.

광물 입자들이 비교적 크다는 것은 결정 입자의 절대적인 크기를 나타내는 의미이며, 고르게 얽힌 조직은 등립질을 의미하는 것으로 해석된다. 입자가 비교적 크고 고른 조직은 등립질 조직이라고 표현한다. 그리고 조립질 조직은 구성 광물의 직경이 5mm 이상인 현정질 조직이다. 구성 광물의 직경이 1~5mm인 경우에는 중립질 조직으로 표현하므로, 비교적 크다는 표현은 상대적 크기를 나타내는데 매우 애매모호한 표현이므로 수정되어야 하고, 조립질로만 한정하는 것은 곤란하다.

화성암에서 광물 입자의 크기는 생성 조건에 따라 달라진다. 용암이 급격히 식으면 광물 입자가 성장하는데 필요한 충분한 시간을 갖지 못하기 때문에 분출암은 세립질 암석이 되거나 유리질 조직을 나타낸다.

앞에서 기술한 바와 같이 세립질 조직이란 현정질 조직에서 결정 입자의 절대적 크기가 1mm 이하인 경우에 해당하므로 화산암에 사용하기에는 적절하지 않으며, 실제 화산암의 경우 구성 광물의 매우 미세하여 맨눈으로는 식별이 불가능한 경우가 대부분이므로 비현정질 조직으로 표현하는 것이 좋을 것이다.

마그마가 지각이나 맨틀에서 서서히 고화되면 커다란 광물 입자를 형성할 만한 충분한 시간을 갖게 되어 조립질 암석을 형성한다.

조립질 조직은 구성 광물의 직경이 5mm 이상인 현정질 조직이다. 구성 광물의 직경이 1~5mm인 경우에는 중립질 조직으로 표현하므로, 조립질로만 한정하는 것은 곤란하다.

큰 입자와 작은 입자가 혼합된 특별한 조직을 갖는 경우에는 반암이라고 한다. 반암은 세립질 광물 입자의 혼합체에 조립질 광물이 흩어져 있는 암석이다. 반암에서 조립질 입자(반정)는

마그마가 서서히 냉각될 때 형성된 것이고, 조립질 입자를 둘러싸고 있는 세립질 입자(석기)는 고화되고 있는 마그마가 빠르게 상승한 증거이다.

반정을 조립질 입자로, 또 석기를 세립질 입자로 표현하는 것은 조립질과 세립질의 기본적인 정의 즉, 현정질 조직에서 구성 광물의 절대적 크기로 표현하는 조직의 이름에 위반되는 것이므로 표현을 바꿀 필요가 있다. 반암에서 나타나는 반상 조직은 기질부가 유리질인 경우와 비현정질인 경우 모두 가능하다.

이상에서 분석한 제7차 교육과정에서 검인정된 6종의 지구과학 II 교과서에서 화성암의 조직에 관한 용어를 요약 정리한 것은 부록 1과 같다.

## 고찰 및 제안

### 화산암에 대한 조직

제7차 교육과정 총 6종의 지구과학 II 교과서에서 화산암 조직을 유리질 조직이나 세립질 조직이라 나타내며, 교과서 E, F는 반상 조직이 나타나는 경우도 있다고 더 추가하였다. 모든 교과서에서 구성 광물 입자의 결정도(예, 유리질)와 절대적인 크기(예, 세립질)를 기준으로 화산암 조직을 분류하였고, 교과서 E, F는 상대적인 결정 크기(예, 반상 조직)를 더 추가하였다.

그러나 화산암의 석기 부분은 광물 결정이 너무 미세하여 대부분 육안으로 구성 광물을 볼 수 없으므로 결정 크기에 기준하여 세립질 조직이라 명명할 수 없고, 비현정질 조직이라 해야 할 것이다. 또한 자연 상태에서 산출되는 화산암 조직의 대부분은 몇 개의 큰 결정들(반정)과 그들 사이를 메우는 미세한 결정들 또는 유리질로 되어있는 반상 조직이 혼하므로 교과서 E, F뿐만 아니라 모든 교과서에 기재해야 할 것이다. 심성암에서 화산암으로 감에 따라 결정의 크기는 상대적으로 점차 작아져 맨눈으로는 안 보이는 작은 알갱이로 된다. 이를 한자어로 표현하면 ‘미립(微粒)으로 된다’라고 표현하거나 ‘비현정질로 된다’라고 표현하여야 할 것이다. 정창희(2006)와 원종관 외(1989)에 의하면 세립질은 결정의 절대 크기가 1mm 이하인 현정질 조직을 나타내는 용어이므로 화산암은 결코 세립질은 아니다.

### 반심성암에 대한 조직

교과서 A, B, C, D, E는 반심성암이 반상 조직을

나타낸다고 표현하였으며, 교과서 B는 반정질 조직을 추가하였고, 교과서 E는 미정질 조직을 더 추가하였다. 교과서 F는 다른 교과서와 전혀 다른 반암(세립질 광물 입자의 혼합체에 조립질 광물이 흩어져 있는 암석)이라 정의하였다.

반상 조직과 반정질 조직은 그 분류 기준 및 개념이 서로 다른 것으로 혼돈하여 사용하는 것은 학생들로 하여금 용어의 혼돈을 초래할 것이다. 반상(斑狀: porphyritic) 조직은 상대적인 결정의 크기에 근거한 분류 조직으로 암석의 나머지를 구성하는 광물들보다 크기에 있어서 현저하게 큰 하나 또는 그 이상의 광물 결정이 발달해 있는 조직을 말한다. 이 때, 큰 광물 결정들을 반정(斑晶)이라 부르고, 이들을 둘러싼 많은 작은 결정들을 석기(石基) 또는 기질부(基質部)라고 부른다. 이와는 달리 구성광물의 결정도에 따른 분류 조직인 반정질(半晶質: hypocrystalline) 조직은 암석이 광물 결정들과 유리질 물질로 함께 구성되어 있지만, 광물 결정의 양이 유리질보다 훨씬 많은 조직을 말한다. 그러므로 반상 조직과 반정질 조직은 그 개념이 다른 것이므로 구분하여 적용하여야 할 것이다.

F 교과서를 제외한 교과서 A, B, C, D, E는 상대적인 결정 크기를 기준으로 반심성암을 분류하였고, B 교과서는 결정도를 추가하였다. 그러나 교과서 F는 조직명이 아니라 암석명으로 반심성암 조직을 기재하였다. 하지만 대부분의 마그마는 관입이나 분출할 때 반정을 운반하므로 반심성암뿐만 아니라 화산암과 심성암에서도 반정이 발견된다(Hibbard, 1995; Philpotts, 2003). 따라서 반정이 반심성암 조직의 특징이라 할 수 없다. 그리고 어디까지를 반심성암으로 할 것인가는 실제로 의문의 여지가 많다. 그러므로 반심성암의 분류가 오히려 배우는 학생들에게 오개념의 소지가 많으므로 교육과정에서 삭제하는 것이 더욱 좋을 것이다.

### 심성암에 대한 조직

교과서 E, F는 심성암의 대표적인 조직이 조립질 조직이라 기재하였으며, 교과서 A, C, D는 입상 조직이라 표현하였고, 교과서 A는 완정질을 더 추가하였다. 교과서 B는 완정질이며 조립질, 등립질 조직 등이라고 나타내었다.

교과서 E, F는 결정의 크기를 기준으로 심성암 조직을 분류하였고, 교과서 A, C, D는 결정의 모양을

기준으로 심성암 조직을 분류하였고, 교과서 A는 결정도의 기준을 추가하였다. 교과서 B는 결정의 결정도와 결정의 크기를 기준으로 심성암 조직을 분류하였다. 교과서마다 조직의 분류 기준을 달리하여 혼란스럽기 때문에 심성암 조직 분류의 기준을 통일시킬 필요가 있다. 심성암은 조립질 또는 입상 조직뿐 아니라 중립질, 세립질, 반상 조직 등의 조직을 보인다. 따라서 심성암 조직을 조립질 또는 입상 조직으로 국한하기 보다는 화산암 조직의 비현정질의 반대 개념인 현정질로 바꾸어야 할 것이다. 왜냐하면 심성암은 지하 깊은 곳에서 마그마가 천천히 식어 결정을 형성하여 육안으로 식별이 가능한 현정질 조직과 모두 광물 결정으로 만들어진 완정질 조직으로 나타나기 때문이다. 현정질 조직은 맨눈으로 결정을 식별할 수 있고, 완정질 조직은 유리질을 함유하지 아니하고 결정만으로 이루어져 있으며, 크기에 따라 세립질(1 mm 이하), 중립질(1~5 mm)과 조립질(5 mm 이상)로 분류할 수 있다(Johannsen, 1931; Dutro et al., 1989).

### 화성암 조직에 대한 제안

화산암에 적용할 조직명(부록 2)은 비현정질 조직과 반상 조직을 들 수 있으며, 비현정질 조직을 세분하면 미정질, 은미정질, 유리질 조직으로 나눌 수 있다. 심성암에 적용할 조직명은 현정질 조직과 등립상, 완정질 조직을 들 수 있으며, 현정질 조직을 더 세분하면 결정의 절대적인 크기에 따라 조립질, 중립질, 세립질로 나눌 수 있다.

기존의 교과서에서 화산암의 조직으로 제시된 세립질은 분류 체계상 현정질 조직에 속하는(정창희, 2006; 원종관 외, 1989) 완정질 조직에 해당하는 명칭이므로, 결정 입자의 크기가 1 mm 이하이지만 육안으로 식별 가능한 심성암(예, 세립질 화강암)에 한하여 사용할 것으로 제안한다. 그리고 심성암에서 화산암으로 감에 따라 결정의 크기는 상대적으로 점차 작아져 맨눈으로는 안 보이는 매우 작은 알갱이로 된다. 이를 한자어로 표현하면 ‘미립(微粒), 또는 미립으로 된다’라고 표현하거나 ‘비현정질 또는 비현정질로 된다’라고 표현할 것을 제안한다.

결정의 핵화작용과 성장에서 대부분의 마그마는 관입이나 분출할 때 반정을 운반하며, 이 떠있는 결정들은 상승하는 마그마의 운반통로에서 떨어져 나온 암편과 결정도 있지만 대부분은 온도, 압력 감소와 마그마의 휘발성 성분 분실 등의 조건 변화로 상

승하는 액체상으로부터 정출된 것이다(김용준, 1998; Hyndman, 1972; Raymond, 2002; Philpotts, 2003). 따라서 모든 화성암은 반상 조직을 나타낼 수 있으므로 반심성암만의 특징적 조직이 아니다. 제7차 교육과정 총 6종 지구과학 II 교과서에 기술된 반심성암이 반상 조직을 특징적으로 나타낸다고 기술하기에는 적절치 않으므로 이 연구에서는 반심성암에 대한 분류 및 조직은 교육과정에서 삭제하는 것을 제안한다.

## 결론

김인정 지구과학 II 교과서 6종을 대상으로 화성암의 비교 분석을 통해 얻어진 결론은 다음과 같다.

첫째, 제7차 교육과정 총 6종의 지구과학 II 교과서는 절대적인 결정 크기와 결정도를 기준으로 화산암 조직을 유리질 조직이나 세립질 조직이라 나타내었으며, 2종의 교과서는 상대적인 결정 크기를 추가하여 반상 조직이 나타나는 경우도 있다고 하였다. 실제 화산지역에서 화산암은 지표에 노출된 마그마가 갑자기 냉각되어 결정을 육안으로는 거의 식별이 불가능한 비현정질 조직을 나타내거나, 몇 개의 큰 결정들과 그들 사이를 메우는 미세한 결정들 또는 유리질로 되어있는 반상 조직을 나타내므로, 화산암의 대표적인 조직은 비현정질 또는 반상 조직으로 표현하여야 한다.

둘째, 총 5종의 지구과학 II 교과서는 상대적인 결정 크기를 기준으로 반심성암은 반상 조직을 나타낸다고 기재하였으며, 1종의 교과서는 결정도를 기준으로 반정질 조직을, 또 다른 1종의 교과서는 미정질 조직을 추가 기술하였다. 또 다른 1종의 교과서는 다른 교과서와 전혀 다른 암석명(반암)으로 반심성암 조직을 기재하였다. 일반적으로 대부분의 마그마는 관입이나 분출할 때 반정을 운반하는데, 이 반정들은 대부분은 온도, 압력 감소와 마그마의 휘발성분 분실 등의 조건 변화로 상승하는 액체상으로부터 정출된 것이다. 따라서 모든 화성암은 반상 조직을 나타낼 수 있으므로 반심성암만의 특징적 조직이 아니다. 암석의 육안 감정에서도 반심성암을 설정하기에는 많은 무리가 따르므로 제7차 교육과정 총 6종 지구과학 II 교과서에 기술된 반심성암이 반상 조직이라 기술하기에는 적절치 않으므로 이 연구에서는 반심성암에 대한 조직을 교육과정에서 삭제하는 것을 제안한다.

셋째, 제7차 교육과정 총 6종의 지구과학 II 교과서 중 2종의 교과서는 결정의 크기를 기준으로 심성암은 조립질 조직, 3종의 교과서는 결정의 모양을 기준으로 입상 조직을 나타낸다고 기재하였다. 그리고 결정도를 추가하여 완정질, 등립질 조직, 절대적인 크기를 기준으로 조립질 등을 추가하여 나타내었다. 교과서마다 조직의 분류 기준을 달리하여 혼란스럽기 때문에 심성암 조직 분류의 기준을 통일시켜야 할 것이다. 심성암은 지하 깊은 곳에서 마그마가 천천히 식어 모두 결정으로 형성된 완정질로서 이를 육안으로 식별할 수 있으므로 현정질 조직을 제안한다. 심성암의 대표적인 조직은 등립상, 완정질 또는 현정질 조직으로 표현하여야 한다. 현정질 조직을 결정의 절대적인 크기에 따라 조립질, 중립질, 세립질로 나눌 수 있다.

넷째, 총 6종의 지구과학 II 교과서의 화성암 조직에 관한 사전 설문지 검사와 화성암 조직을 새롭게 제시한 후의 사후 설문지 검사를 통하여, 본 연구의 내용에 대한 명확하고 심층적인 학습 효과의 유무를 정성적으로 검정 도출할 필요가 있다.

## 감사의 글

본 논문의 초고를 읽고 내용을 검토해 주신 부산대학교 이상원 교수님, 부산교육대학교 한영욱 교수님께 감사드립니다. 그리고 투고된 원고에 대하여 건설적인 비평과 문장을 개선하여 주신 전북대학교 조규성 교수님, 강원대학교 박수인 교수님께도 감사를 드립니다.

## 참고문헌

- 경제복, 윤일희, 이경훈, 김기룡, 황원기, 이기영, 2006, 고등학교 지구과학 II 교과서. 중앙교육진흥연구소, 서울, 347 p.
- 국동식, 2002, 온실효과에 대한 고등학교 공통과학교과서 분석. 한국지구과학회지, 23, 455-460.
- 김용준, 1998, 화성암석학. 전남대학교출판사, 광주, 321 p.
- 김희수, 정남식, 신동원, 박정웅, 이정식, 한홍열, 박용선, 2006, 고등학교 지구과학 II 교과서. 천재교육, 서울, 368 p.
- 문병찬, 정진우, 정철환, 2005, 예비과학교사들의 화성암 육안분류 능력. 한국지구과학회지, 26, 630-639.
- 사공회, 좌용주, 1997, 청산 일대에 분포하는 화강암류의 광물조성과 주성분원소 지구화학. 암석학회지, 6, 185-209.



- 우종욱, 정진우, 위수민, 임청환, 홍성일, 이석형, 2006, 고등학교 지구과학 II 교과서. 교학사, 서울, 304 p.
- 원종관, 이하영, 지정만, 박용안, 김정환, 김형식, 1989, 지질학원론. 우성문화사, 서울, 662 p.
- 위수민, 조현준, 김준석, 김윤지, 2007, 광물과 암석에 대한 고등학생들의 개념 이해의 특징. 한국지구과학회지, 28, 415-430.
- 위수민, 최준경, 2002, 고등학생들의 광물과 암석에 대한 흥미도. 한국지구과학회지, 23, 625-631.
- 이규석, 이창진, 김정률, 이용준, 강진철, 김재현, 2006, 고등학교 지구과학 II 교과서. 대한교과서, 서울, 351 p.
- 이문원, 전성용, 권석민, 진만식, 신석주, 임부철, 2006, 고등학교 지구과학 II 교과서. 금성출판사, 서울, 391 p.
- 조규성, 황지현, 김정빈, 2003, '지각의 물질과 변화' 단원에 대한 중학생들의 인식. 한국지구과학회지, 24, 128-134.
- 정창희, 2006, 지질학원론. 박영사, 서울, 642 p.
- 허창희, 박병훈, 정성표, 김병국, 2006, 고등학교 지구과학 II 교과서. 지학사, 서울, 335 p.
- Cox, K., Bell, J., and Pankhurst, R., 1979, *The Interpretation of Igneous Rocks*. George Allen and Unwin, London, UK, 464 p.
- Dutro, J.T.Jr., Dietrich, R.V., and Foose, R.M., 1989, *AGI data sheets for geology in the field, laboratory, and office (3rd ed.)*. America Geological Institute, Alexandria, VA, USA, 294 p.
- Hibbard, M.J., 1995, *Petrography to petrogenesis*. Prentice-Hall, NJ, USA, 587 p.
- Hyndnan, D.W., 1972, *Petrology of Igneous and Metamorphic Rocks*. McGraw-Hill, NY, USA, 533 p.
- Johannsen, A., 1931, *A Descriptive Petrography of the Igneous Rocks, Volume I. Introduction, textures, glossary*. University of Chicago Press, USA, 318 p.
- MacKenzie, W.S., Donaldson, C.H., and Guilford, C., 1981, *Atlas of Igneous Rocks and Their Textures*. Wiley, USA, 148 p.
- Philpotts, A.R., 2003, *Petrography of Igneous and Metamorphic Rocks*. Waveland, USA, 192 p.
- Raymond, L.A., 2002, *Petrology: The study of igneous, sedimentary and metamorphic rocks (2nd ed.)*. McGraw Hill, Boston, USA, 720 p.

---

2008년 1월 15일 접수  
2008년 3월 18일 수정원고 접수  
2008년 5월 7일 채택

부록 1. Summary of description about igneous rock textures in the 7th curriculum textbooks of high school Earth Science II course

교과서	화성암 조직		
	화산암	반심성암	심성암
A	-결정이 미세한 세립질 -결정이 거의 없는 유리질 조직	-미세한 광물 입자들로 된 바탕, 즉 석기 속에 큰 결정인 반정이 섞인 반정질 암석: 반상 조직	-조립질 광물로 구성된 완전질 -광물 입자가 크고 비교적 고른 입상 조직
B	-광물 입자가 거의 없는 유리질 조직 -광물 입자가 작은 세립질 조직	-반정 광물을 가지고 있는 반정질 조직 -반상 조직	-암석 전체가 광물로 이루어진 완전질 -조립질, 등립질 조직
C	-결정이 없는 유리질 -결정이 작은 세립질 조직	-미세하게 굳어진 광물 입자 속에 큰 결정들이 들어 있는 반상 조직	-결정이 충분히 성장하여 육안으로도 식별이 가능한 입상 조직
D	-결정이 없는 유리질 -결정이 작은 세립질 조직	-미세한 광물 입자들로 된 바탕인 석기 속에 큰 결정인 반정들이 산재해 있는 반상 조직	-입자가 크고 비교적 고른 입상 조직
E	-유리질이나 세립질 조직 -큰 결정인 반정이 포함된 반상 조직	-미정질 조직이나 반상 조직	-광물 입자들이 비교적 크고 고른 조립질 조직
F	-유리질 조직이나 세립질 조직 -결정이 반정으로 산출되는 반상 조직	-세립질 광물 입자의 혼합체에 조립질 광물이 흩어져 있는 암석	-광물의 입자들이 비교적 크고 고르게 얽힌 조립질 조직

부록 2. Proposed igneous rock textures

산출 상태	분류 기준	특징적인 조직(typical texture)		심화 조직 내용(detailed texture)
		입도 (granularity)	상대적인 결정 크기 및 결정도 (the relative crystal sizes and crystallinity)	결정도 및 결정의 절대적인 크기 (the absolute crystal sizes and crystallinity)
화산암	비현정질 조직		반상 조직	유리질 은미정질 미정질
심성암	현정질 조직		완정질 조직 등립상 조직	세립질(1 mm 이하) 중립질(1~5 mm) 조립질(5 mm 이상)