

편광현미경을 이용한 조암광물 관찰 웹 콘텐츠 개발

이창진* · 박철모 · 류춘렬

충북대학교 사범대학 지구과학교육과, 361-763, 충북 청주시 흥덕구 성봉로 410

Developing Web Contents for Rock-forming Mineral Observation under Polarizing Microscope

Chang Zin Lee*, Cheol Mo Park, and Chun Ryol Ryu

Department of Earth Science Education, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

Abstract: The purpose of this study is to develop and apply the web contents about the optical characteristics of rock forming minerals. The web contents developed in this study are fundamentally made up so as to show clearly the learning objective and the teaching and learning contents, and to review one content easily and search for another content freely. In addition to the web contents, the photos and moving images of the optical characteristics of rock forming minerals cited in the middle and high school textbooks are demonstrated for the students to recognize the mineral characteristics on the screen. The analysis on the quality level and learning effect of teaching and learning materials based on the investigation of the MALSAM after the application of the web contents to the class, showed that most students evaluated were effective for understanding the optical characteristics of the rock-forming minerals. About 62% of the students who used the web contents were able to identify the rock-forming minerals on the thin section under the polarizing microscope.

Keywords: rock-forming mineral, polarizing microscope, web contents

요약: 본 연구의 목적은 조암광물의 광학적 특징에 대한 웹 콘텐츠를 개발하고 적용하는데 있다. 개발된 웹 콘텐츠는 학습 목표와 교수 학습 내용을 명료하게 보여주고 학습 내용의 접근과 항목간의 이동을 원활히 하는 시스템을 구축하는 한편 중고등학교 교과서에서 가장 많이 인용되는 8종의 조암광물에 대한 광학적 특징을 동영상과 사진으로 제시하여 학생들의 광물에 대한 이해도를 높였다. 개발된 웹 콘텐츠를 수업에 적용한 후 MALSAM을 이용한 교수-학습 자료로서의 질적 수준과 학습 효과를 분석한 결과 대부분의 학생들은 수업목표, 학습내용, 수업전략, 화면구성, 이용의 편의성, 학습자료 항목에서 긍정적인 반응을 보였다. 웹 콘텐츠를 이용한 수업을 받은 학생 중에서 약 62%의 학생들이 편광현미경으로 박편상의 조암광물을 동정할 수 있었다.

주요어: 조암광물, 편광현미경, 웹 콘텐츠

서론

연구의 배경

현대 지식정보화사회에서는 정보의 요구자가 빠르고 쉽게 원하는 결과에 접근할 수 있도록 사회의 모든 분야의 정보를 인터넷 웹 콘텐츠의 형태로 전환하고 있다. 웹 콘텐츠는 정보의 다양성(diversity), 상

호작용성(interactivity), 개방성(patency), 시공간 독립성(independency), 접근용이성(usability) 등의 특징을 가지고 있다(Badrul, 1997). 맥매누스(McManus, 1995)는 이러한 특징들이 웹을 이용한 교수활동을 할 때에 다른 교수매체에 비해 여러 측면에서 유용하다고 볼 수 있다고 하였다. 웹을 활용한 교수학습의 효과는 첫째, 현대에 학생들에게 웹은 매우 친밀하고 흥미를 유발할 수 있는 익숙한 매체이며, 둘째, 학생들과 교수학습에 있어 시간과 공간의 제약없이 다양한 정보를 제공 할 수 있고, 셋째, 웹은 여러 가지 매체를 활용할 수 있고, 넷째, 충분한 학습시간의 제공으

*Corresponding author: leecz@cbu.ac.kr

Tel: 82-43-261-2737

Fax: 82-43-263-2737

로 학습자들의 관찰수업에 학습속도 간 차이를 극복할 수 있다는 것이다(조미현 외, 2004).

또한 웹을 이용한 교수학습은 학생 스스로가 자료를 찾아 학습에 활용할 수 있는 능력의 배양과 밀접한 관련이 있다는 점에서 구성주의 학습과 밀접한 관련이 있다. 학생 스스로가 개인의 적성에 맞는 주제를 선정하고, 학습주제를 탐구하는 학습방법은 학생의 흥미와 관심을 최대한 반영함으로써 학습에 대한 계획과 실천력을 기르고, 자기 학습에 대한 성취감과 만족감을 느끼게 하는 구성주의 학습원리를 실현함에 있어 웹이 최적의 환경을 제공할 수 있다고 하였다(Crotty, 1995; Wagner and McCombs, 1995; 박인우, 1996). 위와 같은 인터넷을 활용한 교수학습 방법을 위하여 교육인적자원부는 제7차 교육과정부터 ICT(Information and Communication Technology)활용교육을 강화하였으며(교육인적자원부, 2007a), 2000년 12월에는 초·중등학교 정보통신 기술교육 운영지침을 발표하여 교수학습에서 정보통신매체를 적극적으로 활용하기 위한 시도가 이루어져 왔다(한국교육학술정보원, 2003).

그러나 인터넷 활용 교육이 가지고 있는 문제점도 있다. 첫째, 각 학교에 보급된 교육자료의 활용이 미흡하고, 둘째, 자료가 가지는 내용이 비슷하여 다양한 교육이 이루어지기 힘들고 자료 제시에만 머물고 있으며, 셋째, 교사가 직접 제작한 자료가 부족하고, 넷째, 상급학교로 갈수록 자료의 활용빈도가 낮아진다는 점이다(한국교육학술정보원, 2003). 따라서 좋은 교육용 웹 콘텐츠를 개발하기 위해서는 교사가 중심적으로 개발해야 하고, 교수·학습 이론을 교실 현장에 적용할 수 있도록 구체적인 개발이 필요하고 교육용 콘텐츠는 교수·학습과정안과 교육자료를 통합한 형태로 개발되어야 한다(한병래, 2002).

이러한 추세에 부응하여 탐구 학습과 현장 학습을 강조한 자료가 활발히 개발되고 있다(김중욱 외, 1999; 이창진과 홍석의, 2003; 교육인적자원부, 2007b; 한국과학문화재단, 2007; 서울대학교 과학교육연구소, 2008). 과거에는 실제 교육 현장에서 탐구 학습을 수행하는 데는 극복해야 할 시간적, 경제적인 어려움이 많았지만 현재는 초·중등학교에 정보통신 기술 교육이 강화되고 웹 자료를 이용한 가상적인 학습에서 탐구와 관찰 학습을 가능하게 하고 있다(교육인적자원부, 2006).

연구의 필요성 및 목적

지구과학은 미시적인 규모에서 거대한 우주에 이르기까지 다양한 자연 현상을 다루기 때문에 한정된 공간인 실험실에서 탐구 학습을 수행하기에 어려운 경우가 많았다. 과거에는 이들 자연 현상을 영상으로 보여주기도 하고 자료를 분석하는 과정을 통하여 탐구 활동을 대신하기도 하였다. 지구과학 교과서의 내용 요소는 지구의 물질과 지각 변동, 대기의 운동과 순환, 해류와 해수의 순환, 천체와 우주로 구성되어 있는데 대부분의 내용을 교실 상황에서 직접 관찰하거나 실험을 통하여 학습하기 어려운 내용이 많다. 특히 광물의 광학적 특징을 학습하게 되는 단원에서는 암석 박편마다 그 특징이 다르기 때문에 편광현미경을 이용하여 간접색, 소광, 굴절률 차이를 통해 광물의 종류를 알 수 있다는 것을 학습해야 하지만, 일선 학교의 편광현미경 확보율 및 운영 능력의 차이에 의하여 암석박편의 실제 관찰하여 학습으로 진행하기 어려운 실정이다.

이를 극복하기 위하여 이창진 외(2000)는 '편광현미경으로 본 암석의 세계'에서 암석 광물에 대한 기초 이론, 암석의 특이한 광학적 성질 설명, 국내에서 수집한 암석 표본을 박편으로 제작하여 관찰한 광학적 특성과 사진을 제시하였다. 그러나 그 내용이 전문가와 대학원 및 학부 학생들만 활용 가능하고 중고등학생이 이용하기 어려운 수준으로 평가받고 있다.

위수민과 최준경(2002)에 의하면 고등학교 지구과학에서 다루는 광물과 암석은 실험이나 관찰을 통한 수업이나 현장 학습을 통하여 관찰할 수 있는 기회가 적극적으로 요구되므로 실물 수업이나 현장 수업이 어려운 경우에는 인터넷을 이용하거나 그림이나 사진을 제시하여 설명하는 시청각 교재의 도입을 적극적으로 고려해야 한다고 하였다.

김경수(2006)는 인문계 고등학교에서 편광현미경을 구비하고 있는 비율이 상당히 낮으며, 교사의 편광현미경 연수 필요성을 제시한 바 있다. 그리고 이를 극복하는 길은 편광현미경을 대체할 수 있는 새로운 실험기구의 개발이 필요하다고 하였다.

이와 같이 편광현미경을 이용한 광물과 암석의 광학적 내용을 학습하는데 저해하는 요인 즉 편광현미경의 확보율 저조, 학생과 교사의 관찰 내용과 의문점에 대한 교류의 제한, 교사의 편광현미경에 대한 이해도 부족을 극복하기 위해서 웹을 이용한 콘텐츠

개발을 시도할 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 편광현미경을 이용한 조암광물의 광학적 특징을 학생들이 흥미를 가지고 쉽게 접근하여 이해할 수 있는 웹 자료를 개발하는데 주 목적이 있다. 부수적으로 이 목적을 실현하기 위하여 중등 과학 교육 현장에 이 웹 자료를 적용하고 그 효과를 분석해 보고자 한다.

연구 방법

웹 콘텐츠 개발

웹 자료 개발은 편광현미경 관찰 수업에서 수행되는 상황을 경험해 볼 수 있도록 하였으며, 관찰에서 겪게 되는 갈등 요소를 최소화하도록 웹 자료를 다음과 같은 단계에 따라 개발하였다.

주제 선정: 실제 교실 수업에서 다른 부분에 비하여 웹 매체 활용의 활용도가 높다고 생각되는 편광현미경을 선정.

학습자 및 교사 요구 분석: 제시되어야 할 내용 조사, 학습자의 준비도 조사.

학습 내용 설계: 선정된 내용의 구조 및 조직화.

모형 개발: 학습 내용 설계를 바탕으로 웹 기반 학습 모형 작성.

모형 평가 보완: 웹 자료가 학습 설계에 관하여 설계자의 목표를 정확히 반영하고 있는가를 자체적으로 평가한 후 수정.

서비스 시작: 최종적으로 완성된 사이트를 학습자 및 교사에게 서비스하는 단계. 이 과정에서 사용자로부터 의견 및 평가를 할 수 있는 루트를 제공해야 하며, 지속적인 재개발이 이루어져야 한다.

웹 자료의 구성 및 내용은 Table 1과 같이 주 메뉴와 웹 내용으로 구성하였으며, 주메뉴는 주화면(main page)과 부화면(subpage)으로 구분하였다. 주화면에 학습 목표, 편광현미경, 광물 관찰을 넣었고 부화면에는 조암광물 8종에 대하여 광물의 정의, 광물의 기본적 광학적 특징, 광물의 박편 사진, 편광현미

경하의 개방 니콜과 직교 니콜에서 관찰되는 동영상 을 제시하였다.

웹 콘텐츠 적용 및 평가

개발된 웹 콘텐츠를 적용하고 학습효과를 평가하기 위해 수도권에 소재하는 인문계 고등학생 50명(남학생 31명, 여학생 19명)을 연구 대상으로 선정하였으며, 지구과학을 전공한 10년 경력의 지구과학교사에 의해 개발된 웹 콘텐츠를 이용한 수업이 1시간에 걸쳐 이루어졌다.

개발된 웹 콘텐츠를 수업에 적용한 후 교수-학습 자료로서의 질적 수준을 평가하기 위하여 한국교육학술정보원에서 제공하고 있는 평가 도구(MALSM: Multimedia Assisted Learning System)를 사용하였다. MALSM은 학교에서 사용하는 과학교육의 여러 가지 멀티미디어 자료를 데이터베이스화하기 위하여 개발된 시스템으로 수업설계 측면, 기술적 측면 그리고 기타 측면에 있어서의 학습효과를 평가하는 항목으로 구성되어 있다. 수업설계측면은 수업목표, 학습내용, 학습자, 수업전략 등 주요 수업 원리에 근거하여 설계가 이루어졌는가에 대한 평가이고 기술적 측면은 화면구성, 이용의 편의성, 학습자료 등 설계가 고려되어야 할 기술적인 사항들에 대한 평가이다. 기타 측면으로는 저작권과 같은 평가에 필요한 항목들을 제시하고 있다.

본 연구에서는 이 중에서 '선행학습의 진단'과 같이 웹 자료를 개발할 때 요구조건(specification)에 넣지 않은 항목에 대한 평가내용, '저작권' 영역과 '교육과정과의 일치 정도'와 같이 학생들이 평가할 수 없는 평가항목을 제외한 18문항을 발췌하여 사용하였다.

추가적으로 기존의 수업에 비해 웹 콘텐츠를 이용하여 실시되는 수업이 어떤 효과가 있는지를 분석하였다. 수업의 효과를 분석하기 위한 문항은 '실제 편광현미경의 사용에 도움 여부', '실제 관찰과 화면의 일치여부', '관찰된 광물의 특징 이해'로 구성되었다.

연구에 이용된 설문 문항에 대한 내용타당성은 지

Table 1. Web contents items and structure

Main menu		Web contents
Main page		Purpose of study Polarizing microscope structure Observed contents of mineral
Subpage	Main rock-forming minerals: Quartz, microcline, orthoclase, plagioclase, biotite, amphibole, pyroxene, olivine	Optical characteristics of main rock-forming minerals Thin section photos and moving images of main rock-forming minerals

구과학 전공자 3명(박사 1명, 석사 2명)에 의해 확인되었다.

연구결과

웹 콘텐츠 개발

화면구성: 화면 구성은 화면의 상단과 좌측에 주 메뉴 창을 두어 마우스로 선택하면 중앙에 내용 창이 나타나도록 배치하였다. 주 메뉴에 따른 부 메뉴는 내용에 따라 중앙의 내용 창에 나타나도록 하였으며, 광물의 박편 사진 상단에 광물의 특징을 배치하였다. 그리고 사진의 하단에 동영상 버튼을 만들어 마우스로 선택할 때 미디어 플레이어(media player)가 실행되도록 하였으며, 광물에 대하여 모르는 사람도 충분히 알 수 있도록 광물의 화학식과 특징에 관한 내용을 광물 이름 하단에 배치하였다

학습 내용 간을 쉽게 이동 할 수 있도록 메뉴 버튼을 단순하게 배치하였고 초기화면(Fig. 1a)에도 상단에 주 메뉴를 두어 접속과 동시에 초기화면을 거치지 않고 원하는 학습 내용으로 이동 할 수 있도록 배치하였다. 관찰 준비를 선택하면 학습 목표가 나타나고 동일 내용 창에 편광현미경의 구조(Fig. 1b)가 나타난다.

자료 내용: 보통 편광현미경으로 관찰하는 표본이 암석 박편이므로 여러 개의 광물이 박편 하나에 섞여있다. 따라서 광물의 특성을 파악해야만 편광현미경에서 원하는 광물을 찾을 수 있기 때문에 학습의 편의를 위하여 주요 조암광물 8종(석영, 정장석, 미사

장석, 사장석, 흑운모, 각섬석, 휘석, 감람석)의 일반적 성질과 함께 광학적 성질을 열거하였으며(Fig. 2), 그 내용은 다음과 같다.

석영(Quartz) 기호: Q

석영은 산출 빈도가 높은 조암광물로 화강암, 변성암, 퇴적암에서 발견되며, 화학 성분은 거의 순수한 SiO_2 이다. 박편을 육안으로 관찰할 때 변질되지 않고 깨끗하게 보인다는 것이 특징이다. 간섭색은 회색 또는 백색을 나타낸다. 두꺼울 경우 노란 색으로 나타난다. Fig. 2a에서 중앙에 석영이 있으며, 그 주위에서 변질된 장식들이 관찰된다. 중앙의 커다란 석영 결정이 소광을 하고 있고 주위와 작은 장식 결정과 석영 결정이 소광을 일으키고 있다. 경우에 따라서 물결모양의 소광이 나타나는 경우가 있는데 이는 석영이 정출된 후 외부로부터 응력을 받거나, 고온에서 저온으로 변할 때 결정 구조에 변이가 생겨 나타나는 현상이다. 이 소광은 일반적으로 화성암, 퇴적암, 변성암 모두에서 관찰되는 경우가 있지만 변성암의 석영 결정에서 물결모양의 소광이 잘 나타난다.

장석계열

장석계열에는 사장석 고용체와 카리장석으로 구분되며, 카리장석은 다시 미사장석과 정장석으로 구분된다.

사장석(Plageoclase) 기호: Pl

사장석($(Ca,Na)Al_2Si_2O_8$) 결정은 예외 없이 쌍정을 나타내고 있다. Fig. 2b의 직교 니콜 하에서 검고 흰

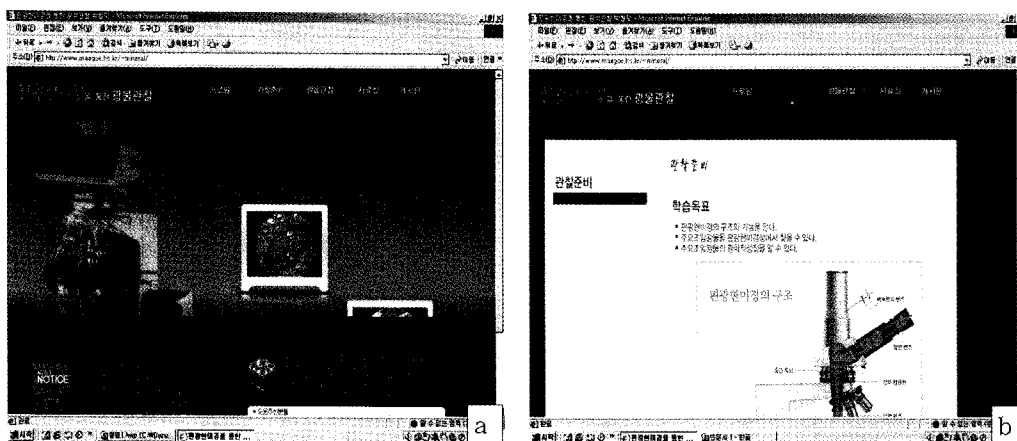


Fig. 1. Introductory screen of main page (a), learning objectives and polarizing microscope structure (b).

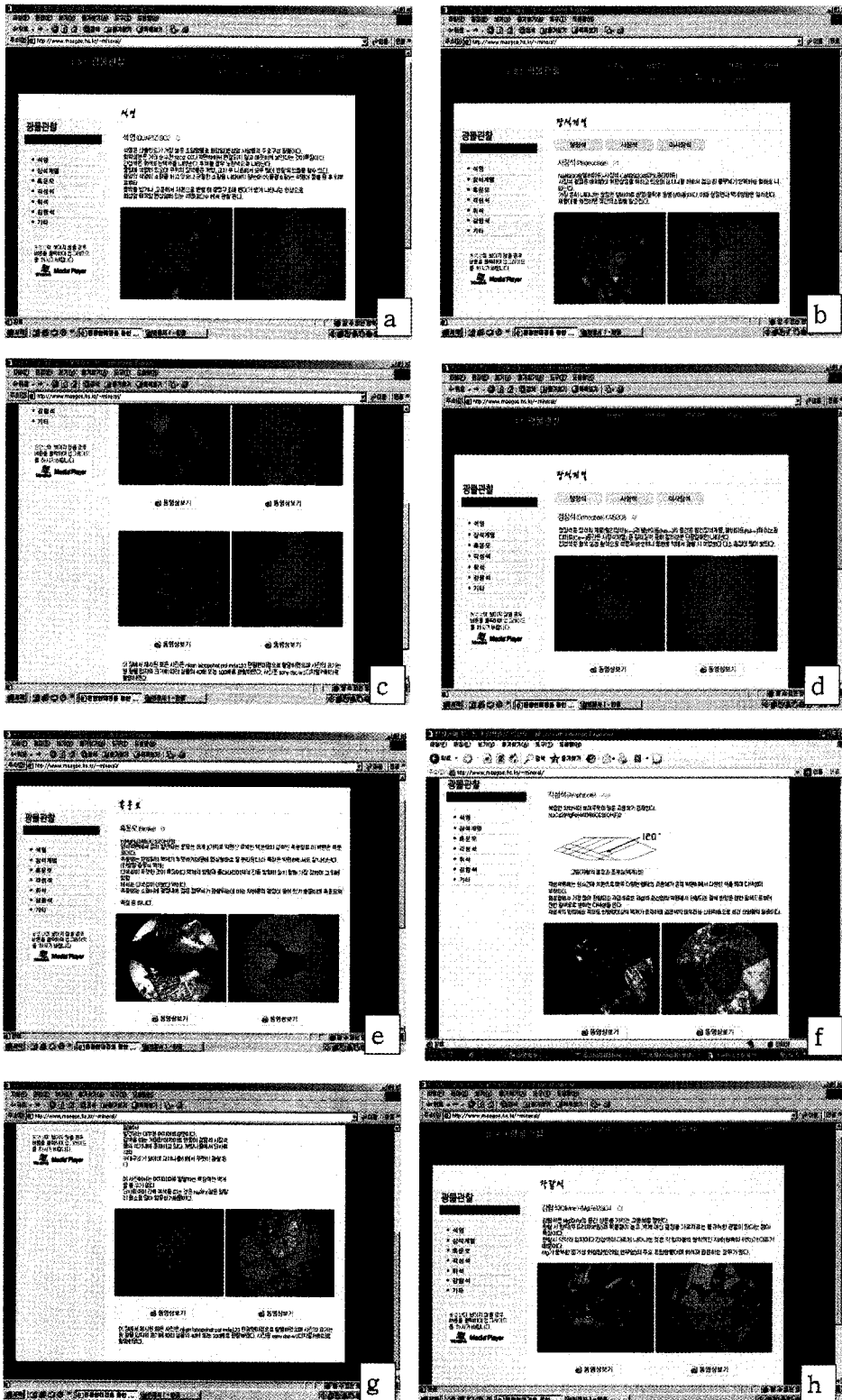


Fig. 2. Optical characteristics of main rock forming minerals: (a) quartz; (b) plagioclase; (c) microcline; (d) orthoclase; (e) biotite; (f) amphibole; (g) pyroxene; (h) olivine.

줄무늬가 반복하는 형태로 나타난다. 가장 흔히 나타나는 쌍정은 알바이트 쌍정(albite twin)과 알바이트-칼스밧 쌍정(albite-carlsbad twin)이며, 두 쌍정이 복합적으로 나타나는 경우도 흔하다. 이때 쌍정면과 벽개방향은 일치하며, 재물대를 회전하면 쌍정면이 교대로 소광을 일으킨다.

미사장석(Microcline) 기호: M

미사장석($KAlSi_3O_8$)은 Fig. 2c와 같이 격자 또는 망상 쌍정(grid twin)이 나타나는 것이 특징이다. 재물대를 회전하면 쌍정면이 교대로 소광을 일으킨다.

정장석(Orthoclase) 기호: Af

정장석($KAlSi_3O_8$)의 간섭색은 Fig. 2d와 같이 회색 또는 흰색으로 석영과 비슷하나 생성과정 중에 변질되기 때문에 석영보다 다소 흡집이 많이 관찰되기도 하고 칼스밧 쌍정(carlsbad twin)이 관찰되기도 한다.

흑운모(Biotite) 기호: Bi

흑운모($K(MgFe)_3AlSi_3O_{10}(OH,F)_2$)는 한 방향의 벽개가 뚜렷하기 때문에 엽상 형태로 잘 분리된다. 이 특징은 박편 하에서도 잘 나타난다. 다색성이 뚜렷한 것이 특징이다. 다색성은 벽개의 방향과 하부 편광판의 진동 방향이 일치 할 때 가장 강하게 나타나며, 그 외에 방향에서는 이보다 약하다. 흑운모는 소광시에 결정 내에 검은 점무늬가 관찰되는데 이는 저어콘(zircon, $ZrSiO_4$)의 결정이 들어 있기 때문이다. 때에 따라 그 주위를 따라 타원형 또는 원형의 무리(halo)가 발생하는데 이는 저어콘에 포함된 방사성 원소(U, Th) 때문에 나타나는 현상이다.

각섬석(Amphibole) 기호: Am

각섬석류($NaCa_2(MgFe)_4Al_5Si_6O_{22}(OH,F)_2$)에는 원소 간에 치환으로 매우 다양한 형태의 고용체가 존재한다. 박편 하에서 다양한 색을 띠며 다색성이 뚜렷하다. 화성암에서 가장 많이 관찰되는 각섬석류는 hornblende이다. 박편에서 관찰되는 각섬석 반정은 연한 갈색으로부터 진한 갈색으로 변하는 다색성을 띤다. 각섬석의 반정에는 적어도 한 방향 이상의 벽개가 존재하며, 두 방향의 교각은 120° 이다(Fig. 3).

휘석(Pyroxene) 기호: Py

휘석류($(Mg \cdot Fe)SiO_3$ 와 $(Mg,Fe)(Al,Fe)_2SiO_6$ 의 고용

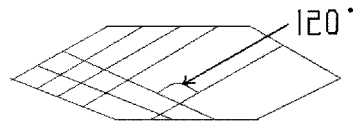


Fig. 3. Euhedral shape and cleavage angle of amphibole.

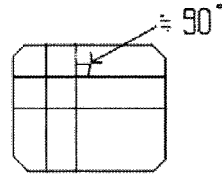


Fig. 4. Euhedral shape and cleavage angle of pyroxene.

체]는 감람석에 비하여 SiO_2 성분이 더 많다. 사방휘석은 개방니콜에서 대부분 분홍색 계통을 띠다가 90° 회전하면 녹색으로 변하는데 이는 다색성 때문이다 하지만 이런 현상이 항상 나타나는 것은 아님으로 주의하여야 한다. 약 90° 의 각도를 이루는 벽개가 나타나는 것도 특징이다. 하지만 경우에 따라서는 불규칙한 균열이 있기도 한다(Fig. 4).

감람석(Olivine) 기호: Ol

감람석($(Mg \cdot Fe)_2SiO_4$)은 Mg와 Fe의 중간 성분을 가지는 고용체이다. 감람석이 포함된 암석을 관찰할 때 양각(두드리쳐 보임)과 복굴절이 높고, 쪼개짐 대신 결정을 가로지르는 불규칙한 깨짐이 있다는 점이 특징이다. 관찰시 각각의 입자마다 간섭색이 다르게 나타나는 것은 각 입자들의 광학적인 자세(광축의 위치)가 다르기 때문이다. Mg가 풍부한 고철질 화성암(반려암, 현무암)의 주요 조암광물이며, 휘석과 공존하는 경우가 많다.

개발 자료의 평가 결과 및 효과 분석

개발된 웹 콘텐츠를 이용한 수업이 지구과학을 전공한 10년 경력의 지구과학교사에 의해 고등학생 50명(남학생 31명, 여학생 19명)을 대상으로 1시간에 걸쳐 이루어졌다. 수업 후 학생들을 대상으로 개발된 웹 콘텐츠를 이용한 수업 평가가 2단계에 걸쳐 이루어졌다.

1단계로 교수-학습 자료로서 웹콘텐츠의 질적 수준을 분석하였다. 평가도구의 문항 1번부터 18번까지는 인터넷 활용 시간, 수업 목표의 이해, 학습 내용의 이해, 수업 방법, 화면 구성, 이용의 편의성에 대한 문항이다. 평가의 결과는 다음과 같다(Table 2).

Table 2. Questionnaire after studying the web contents

division	questionary contents	no	moderate	yes
basic item	1. Average using time of internet per a day	above one hour		
studying objectives	2. Studying objectives are stated clearly	12%	28%	60%
	3. Studying objectives are carried out sufficiently through the WBI	14%	34%	52%
studying contents	4. Studying contents are suitable to the studying objectives	14%	36%	50%
	5. Studying contents are suggested exactly	14%	38%	48%
	6. Quantity of studying contents are suggested appropriately	18%	38%	44%
	7. Instructions of studying contents are clear	24%	42%	34%
studying strategy	8. Studying contents are causing the learning motivation and interest of students	10%	34%	56%
	9. Students are able to take part in the WBI	14%	22%	64%
	10. Studying contents are well summarized	18%	32%	50%
web page structure	11. Web pages are well designed and structured	6%	36%	58%
	12. Size and shape of letters are appropriate	12%	42%	46%
	13. Information quantity of each web page is appropriate	12%	36%	52%
	14. Manual contents are well suggested	20%	32%	48%
	15. Manu selection is easy	12%	32%	56%
convenience for use	16. Movement of web pages is very easy	10%	28%	62%
	17. Sending speed of multimedia materials is very fast	14%	34%	52%
learning material	18. Accessibility to the URL in WBI is available by standard equipment and software	8%	28%	64%

기본사항에서는 모든 응답자가 하루에 평균적으로 한 시간 이상 인터넷을 이용하고 있으며 컴퓨터와 인터넷을 활용한 수업에 문제가 없는 것으로 나타났다. 실제로도 수업 시간에 컴퓨터 활용에 문제가 있는 학생은 발견할 수 없었다. 수업목표에 대하여는 응답자의 50-60%가 수업 목표의 명료성과 이행 부분에서 '그렇다'라고 하였으며, 약 30%는 보통이라고 하였다. 학습 내용의 성취도, 명확성, 양에서 '그렇다'라는 응답은 44-50%였으며, '아니다'라는 응답은 약 15%로 나타났으나, 내용 지시 면에서 '그렇다'라는 응답은 34%이고, '아니다'라는 응답은 24%로 나타나 학습내용의 다른 영역보다 낮게 조사되었는데 이는 학생들이 광물의 특징을 이해하는 데 어려움이 있고 동영상 자료의 광학적 특징을 이해하지 못하였기 때문인 것으로 해석된다. 개발된 자료가 관찰이 주된 학습 방법이며, 광물의 특성이 뚜렷하여 관찰할 수 있었기 때문에 학습자의 학습 동기, 참여, 내용 요약에 대하여 54% 이상이 '그렇다'고 응답을 하였다.

화면 구성, 이용의 편의성, 학습 자료의 접속에서도 평균적으로 50% 이상의 학생들이 '그렇다'고 응답하였으며, 특히 문자의 크기와 모양, 도움말은 약 50%가 '그렇다'고 응답하였다. 이러한 응답은 자료의 설계단계에서부터 화면을 이용하기에 편하도록 단조롭고 조직적으로 구성하였기 때문에 나타나는 결과로 해석된다.

2단계로 멀티미디어 보조 학습 평가도구를 이용하여 조사한 다음에 실제 편광현미경을 사용하였을 때 개발된 자료의 효과를 분석하기 위하여 설문조사를 하였다(Table 3). 응답자중 약 62%의 학생들이 실제 광물을 관찰할 때 개발된 수업자료가 도움이 된다('그렇다')고 응답하였고, 도움이 되지 않는다('아니다')라고 응답한 학생은 8%로 나타났다. 그러나 실제 모습과의 일치, 실제 관찰에서의 특징을 이해하는 부분에서는 52-56%가 '그렇다'고 응답하였고 10-14%의 응답자는 '아니다'라고 응답하였는데 이는 광물의 모양과 색이 생성 환경에 따라 약간의 차이를 보일

Table 3. Questionnaire after studying the general observation

division	questionary contents	no	moderate	yes
Effects of web materials of mineral	19. Web materials of mineral is helpful for mineral observation in lab	8%	20%	62%
	20. Minerals can be identified by the web material contents of minerals	14%	34%	52%
	21. Web material contents of minerals are helpful to understand the characteristics of minerals	10%	34%	56%

수 있으므로 교사의 심화나 보충학습을 통하여 이를 설명할 필요가 있다고 생각된다.

결 론

고등학교 교육과정에 제시된 광물의 광학적 성질을 학습할 때 편광현미경을 이용하면 용이하게 학습목표에 도달할 수 있고, 과학에 대한 흥미와 긍정적인 태도를 함양하게 할 수 있다. 그러나 실제 수업의 광물 단원에 대한 학습은 주로 광물의 일반적 특징과 함께 약간의 물리 화학적 특징을 이론적으로 하고 있고, 편광현미경을 이용하여 광물을 직접 관찰하는 것은 비용과 시간, 전문 인력 부족 등의 이유로 이루어지기 힘든 실정이다.

본 연구에서는 고등학교 교수학습과정에 따른 조암 광물의 광학적 특징을 이해하기 위한 웹 콘텐츠를 개발하고 수업에 적용하였다. 또한 개발된 웹 콘텐츠를 MALS(Multimedia Assisted Learning System)을 이용하여 평가하였으며, 그 수업 효과를 분석하였다. 그 결과는 다음과 같다.

첫째, 중고등학교 교과서에서 가장 많이 제시되는 조암광물 8종(감람석, 휘석, 각섬석, 흑운모, 사장석, 미사장석, 정장석, 석영)의 광학적 특징을 촬영한 사진과 동영상상을 학생들에게 제시하였다. 특히 교과서와 참고도서, 그리고 기존의 웹 활용 교육 자료에서는 구현할 수 없었던 소광(extinction)과 간섭색의 변화를 동영상상으로 제공하였기에 실물 편광현미경을 학생들이 직접 조작하고 박편을 관찰하지 않아도 주요 조암광물에 대한 자세하고 심도 깊은 학습이 가능하다고 판단된다.

둘째, 실제 실험실 수업을 통하여 조암광물의 광학적 성질을 학습하기 위해서는 4차시 정도의 시간이 필요하나, 개발된 웹 자료를 사용하면 1차시 정도의 시간만이 소요되기에 시간상의 여유로 수준별 수업이 가능할 것으로 판단된다.

셋째, MALS 분석을 통하여 대부분의 응답자(44-64%)는 대부분의 영역에서 개발된 학습자료가 도움이 된다고 하였다. 그러나 '학습내용' 영역의 '내용지시' 문항에서는 '아니다'라는 응답은 24%로 다른 문항에 비하여 높게 나타났다. 이는 학생들이 자료에 제시된 학습내용에 대한 이해가 낮은 것으로 판단된다.

넷째, 응답자의 약 62%의 학생들은 개발된 수업자

료가 실제로 편광현미경을 이용하여 광물을 관찰할 때 도움이 된다고 응답하였다. 그러나 실제 모습과의 일치, 실제 관찰에서의 특징에 대한 문항에서는 10-14%의 응답자는 '아니다'라고 응답하였는데 이는 광물의 모양과 색이 생성 환경에 따라 약간의 차이를 보일 수 있으므로 교사의 심화나 보충학습을 통하여 이를 설명할 필요가 있다고 판단된다.

본 연구에서 개발된 자료는 인지적 영역에서 교사가 효과적으로 학습장을 장악하고 다수의 학습자에게 효과적으로 관찰 수업을 실시할 수 있는 기회를 제공하며, 정서적 영역에서 학습의 수행과정에서 학습 흥미를 유발하는데 긍정적인 효과를 지니고 있다고 할 수 있다. 그러나 웹 자료의 내용은 주요 조암광물 8종만을 다루고 있으며, 각 광물에 대해서도 하나의 표본만을 제시하고 있다. 이는 본 연구의 제한점으로 다양한 광물의 관찰을 원하는 학습자들의 호기심과 흥미를 만족시키지 못하고 있으며, 광물의 특징을 파악하기 위한 다양한 표본의 관찰 기회를 제공하지 못하고 있다. 그러므로 후속 연구를 통해 보다 다양한 광물의 표본과 동일한 광물에 대한 다양한 표본을 제시할 필요가 있다고 판단된다.

사 사

이 논문은 2007년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비지원에 의하여 연구되었습니다. 본 논문을 검토해 주시고 유익한 지적을 해주신 김정빈 교수님과 익명의 심사위원님께 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

- 교육인적자원부, 2006, 초·중등학교 정보통신기술교육 운영 지침. 교육인적자원부, 109 p.
- 교육인적자원부, 2007a, 과학과교육과정. 교육인적자원부 고시 제2007-79호(별책 9), 81 p.
- 교육인적자원부, 2007b, 탐구실험 중심의 초·중등 과학교육 활성화를 위한 연구개발 사업. 교육인적자원부 중등과학교육연구센터 2007년도 중간 발표회 중등 개발 과제 발표 자료집, 238 p.
- 김경수, 2006, 광물의 광학적 성질 관찰을 위한 실험 기구 개발 및 예비 적용. 한국지구과학회 2006년 추계학술발표회 초록집, 87-88.
- 김중욱, 이운중, 임성규, 정원우, 1999, 조암광물 실험키트의 개발과 적용. 한국지구과학회지, 20, 445-453.
- 박인우, 1996, 학교교육에 있어서 구성주의 교수원리의 실현 매체로서 인터넷 고찰. 교육공학연구, 12, 81-103.

- 서울대학교과학교육연구소, 2008, 고등학교 2,3학년 지구과학 수업 지도 자료. 교육인적자원부, 서울, 331 p.
- 이창진, 이문원, 박수인, 김정률, 2000, 관광현미경으로 본 암석의 세계. 교육과학사, 파주, 185 p.
- 이창진, 홍석의, 2003, 고등학교 학생을 위한 가상지질조사 웹 콘텐츠 개발 -제주도 송악산과 지샓개를 중심으로. 한국지구과학회지, 24, 172-180.
- 위수민, 최준경, 2002, 고등학생들의 광물과 암석에 대한 흥미도. 한국지구과학회지, 23, 625-631.
- 조미현, 김민경, 김미량, 이옥화, 허희옥, 2004, e-learning 콘텐츠 설계. 교육과학사, 파주, 462 p.
- 한국과학문화재단, 2007, 고등학교 과학. 교학사, 서울, 581 p.
- 한국교육학술정보원, 2003, 교실수업과 사이버학습 연계의 커뮤니티 기반 교수·학습 활동 안내서. 한국교육학술정보원 교육자료 TL2003-4, 159 p.
- 한병래, 2002, e-Learning 환경에서 학습동기 지속을 위한 온라인퀴즈 게임형 학습시스템 개발 및 적용. 한국교원대학교 교육대학원 박사학위논문, 126 p.
- Badrul, H.K., 1997, Web based instruction. Educational Technology Publications Englewood Cliffs, NJ, USA, 480 p.
- Crotty, T., 1995, Constructivist theory unities distance learning and teacher education. Education at a Distance, 9, 12-16.
- McManus, T.F., 1995, Selected case studies in internet based post-secondary distance education. In Willis, D., Robin, B., and Willis, J. (eds.), Technology and Teacher Education Annual 1995 (464-467). Charlottesville Association for the Advancement of Computing in Education. VA, USA, 1080 p.
- Wagner, M. and McCombs, B., 1995, Learner centered psychological principles in practices: Designs for distance education. Educational Technology, 35, 32-35.

2009년 2월 3일 접수
2009년 2월 27일 수정원고 접수
2009년 3월 23일 채택