

국립민속박물관 과학 탐방 지도자료

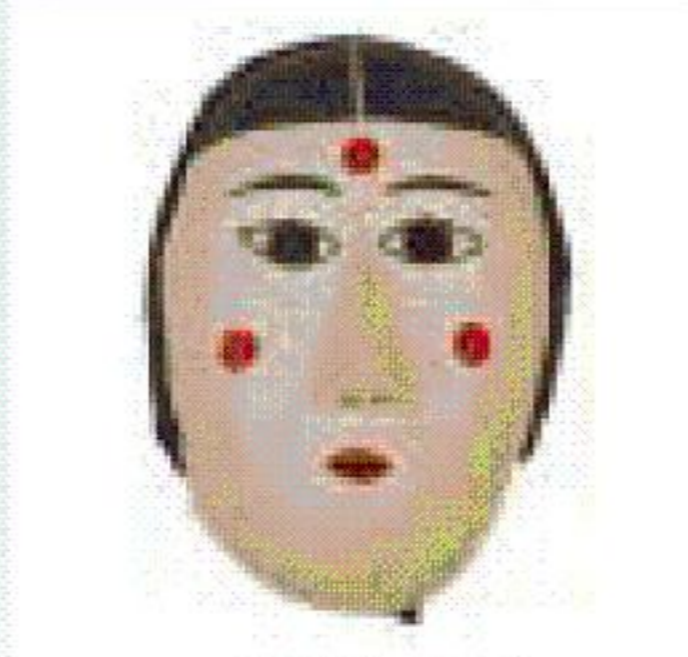
-한국 민속 문화 속의 과학을 찾아서-



서울대학교 과학교육연구소



하회이매탈



강령소무탈



하회양반탈



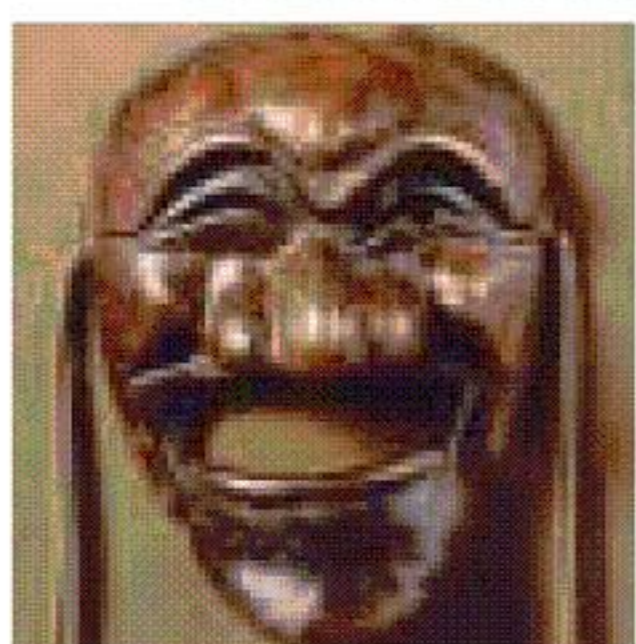
북청사자탈



하회각시탈



봉산먹중탈



하회중탈



양주산대눈끔찍이탈



하회백정탈

감사의 말씀

본 지도 자료는 교육인적자원부가 지원하는 중등 과학교육 자료 연구 개발 사업 중 하나인 “교실 안과 밖 탐구활동 연계를 위한 과학탐방 지도자료 연구개발” 과제로 진행되었습니다.

본래 “우리 역사 속 과학문화 탐방”은 서울대학교의 박승재 명예교수님이 제안하시고 기획하시어 시작된 것입니다. 그 일환으로 청소년을 위한 “국립민속박물관 과학 탐방” 안내서를 연구 개발을 시작 하였으며 현재 과학문화교육연구소의 과제로 마무리 단계에 있습니다.

교사를 위한 본 지도서는 상기의 청소년을 위한 안내서를 참고하며 염두에 두고 개발되고 있습니다. 이 자료가 청소년 과학문화교육의 도움이 되리라 확신합니다. 여러 교사님들께서 보시고 사용하시며 좋은 의견을 보내주시면 더욱 알찬 자료가 되도록 계속 연구 개발 할 것입니다.

2004년 12월
유준희

차례

제 1 부 과학 탐방의 준비와 사전 지도

제 1 장 국립민속박물관 과학탐방의 교육적 과제	3
1.1 국립민속박물관 과학탐방의 교육적 의의	3
1.2 국립민속박물관 과학탐방의 교육적 의미	4
1.3 국립민속박물관 과학탐방과 과학교육과정	5
1.4 국립민속박물관 과학탐방의 교수-학습 모형	10
제 2 장 과학탐방 활동의 계획과 준비	14
2.1 국립민속박물관 과학탐방 활동의 계획	14
2.2 국립민속박물관 과학탐방 활동의 준비	18
2.3 전국의 민속 관련 박물관	21
제 3 장 과학탐방 사전 지도의 실제	22
3.1 국립민속박물관 과학탐방 활동 소개	22
3.2 동기유발 활동	26
• 읽을거리 : 우리가 옛것을 왜 알아야 하는가?	
• 학생 활동지 : 옛날과 오늘날	
• 학생 활동지 : 무슨 보물인가?	
• 학생 활동지 : 돌로 만든 보물찾기	
3.3 국립민속박물관 가상 체험	33

제 2 부 과학 탐방의 현장 지도

제 4 장 제1전시실, 한민족 생활사 과학탐방 지도	37
4-1. 고대의 소리	40
4-2. 선사시대의 생활상	42
• 학생용 활동지 : 석기와 돌	
4-3. 청동기 시대의 생활상	46
• 학생용 활동지 : 구리와 주석, 그리고 청동	
4-4. 백제의 공예 공방	50
4-5. 가야의 야철 공방	52
4-6. 신라의 유리 금속 공방	54
• 학생용 활동지 : 청동과 철 그리고 금과 은	
4-7. 고려청자 문화 전시실	58
4-8. 고려와 조선의 인쇄문화	60
• 학생용 활동지 : 목판인쇄, 금속활자 그리고 목활자	
4-9. 조선시대의 과학	64
• 학생용 활동지 : 석제평일구에 그림자 바늘을 찾아주자.	
• 학생용 활동지 : 정남일구로 어떻게 시간을 잴 수 있었을까?	
제 5 장 제2전시실, 한국인의 생업과 의식주 과학탐방 지도	68
5-1. 오곡종자와 표준자 만들기	70
5-2. 논갈이, 벼와 잡초의 경쟁	72
5-3. 고대의 농기구	74
• 학생용 활동지 : 논갈이에 사용된 기구는 어떻게 변해왔을까?	
• 학생용 활동지 : 서있는 쟁기, 땅에 누운 쟁기	
5-4. 한국의 농기구	78
5-5. 방아기구	80
• 학생용 활동지: 디딜방아의 공이를 높게	
• 읽을거리: 볍씨, 왕겨 그리고 쌀	
5-6. 침선구	84
• 학생용 활동지: 타래버섯, 돌잡이를 위한 미끄럼 방지용?	
5-7. 신발류	88
5-8. 초가삼간	90

5-9. 온돌, 구운 돌 그리고 구들	92
5-10. 쫓대와 등잔	94
5-11. 장독대	96
5-12. 두부만들기와 소주고리	98
• 학생용 활동지: 소주고리와 가지달린 시험관	

제 6 장 제3전시실, 한국인의 일생 과학탐방 지도	102
6-1. 출생, 삼신상과 금줄	104
6-2. 문방사우	106
6-3. 거래 관행과 도량형	108
• 학생용 읽을거리: 여러 가지 자 이야기	
• 학생용 활동지: 도량형 어림 해보기	
6-4. 국악기, 종류와 과학	112
• 학생용 활동지: 올림통으로 소리 키우기	
• 학생용 활동지: 발대피리로 화음 맞추기	

제 3 부 과학 탐방의 사후 지도

제 7 장 국립민속박물관 집중탐구 활동의 지도	121
7.1 국립민속박물관 집중탐구 활동이란?	121
7.2 국립민속박물관 집중탐구의 예시	124
• 학생용 활동지: 어울림음과 안어울림음의 측정	
• 학생용 활동지: 12울관 만들기	
제 8 장 국립민속박물관 과학탐방과 진로지도	128
8.1 학생의 삶과 과학을 연계시키기	128
8.2 미래와 과학을 연계시키기	128
제 9 장 국립민속박물관 과학탐방과 평가	129
9.1 과학탐방에서 면담 평가	129
9.2 과학탐방에서 장기 탐구활동의 평가	133
참고문헌	137
사진출처	138

제 1 부 과학탐방의 준비와 사전 지도자료

제 1 장 국립민속박물관 과학탐방의 교육적 전망

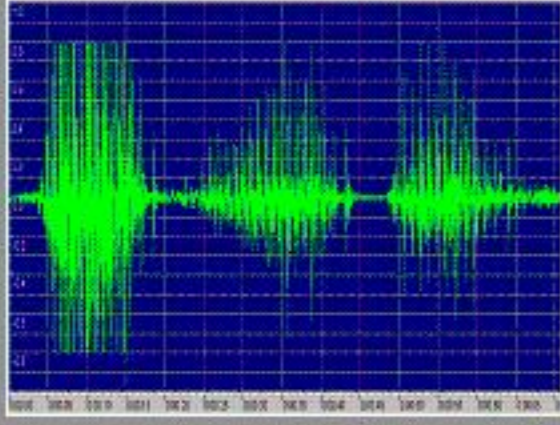
- 1.1 국립민속박물관 과학탐방의 교육적 의의
- 1.2 국립민속박물관 과학탐방의 교육적 의미
- 1.3 국립민속박물관 과학탐방과 과학교육과정
- 1.4 국립민속박물관 과학탐방의 교수-학습 모형

제 2 장 과학탐방 활동의 계획과 준비

- 2.1 과학탐방 활동의 계획
- 2.2 과학탐방 활동의 준비
- 2.3 전국의 민속 관련 박물관 정보

제 3 장 과학탐방 사전지도의 실제

- 3.1 국립민속박물관 과학탐방 활동 소개
- 3.2 동기 유발 활동
- 3.3 국립민속박물관 가상 체험



제 1 장

국립민속박물관 과학탐방의 교육적 과제

1.1 국립민속박물관 과학탐방의 교육적 의의

온고이지신

정보통신 기술의 발달로 점점 더 국제화가 가속되고 있는 21세기에 수백 년 전, 심지어는 수천 년 전 조상들의 살았던 모습이 왜 중요할까. 그것은 자신의 고유성을 전문적으로 지켜 나가지 않으면, 정보의 확대 재생산이 아주 짧은 시간 안에 이루어지는 세계 속에서 경쟁력을 가지기 어렵기 때문이다. 사람들이 생명을 유지하는데 기본적으로 필요한 것은 수천 년 전이나 현대나 크게 다르지 않다. 그것은 바로 먹을 것, 구한 먹을 것을 먹기 쉬운 상태로 만드는 기구, 추위나 더위로부터 몸을 보호할 수 있는 집과 의복이다.

오늘날 우리는 스위치 하나만 누르면 거의 모든 것을 해결할 수 있으나 조상들은 일일이 모든 것을 가내수공업적으로 해결했다. 오늘날과 비교해 볼 때, 중간과정도 복잡하고 효율도 좋지는 않지만, 그 속에는 한반도의 기후와 환경에 적응해 삶을 꾸려 왔던 조상들의 슬기가 묻어 있다. 그리고 그 중에는 오늘날의 과학기술로도 재현할 수 없는 멋진 것이 많다. 이제 조상들이 사용하던 도구와 방법들을 잘 관찰해 온고이지신의 참뜻을 새겨보는 것은 어떨까.

과학문화감성과 창의력

저 갈판과 갈돌은 어디에 사용됐던 것일까. 굽기 전의 청자와 구운 다음의 청자가 색이 다른 이유는 무엇일까. 저 큰 더덕방아로 방아를 쉽게 찼으려면 받침대를 어디에 놓아야 할까. 소주고리는 증류의 원리를 이용했다는데 그 속은 어떻게 생겼을까. 저 황종척의 길이는 몇 cm나 될까. 국립민속박물관에는 어디서 본 듯하고 들은 듯한, 그러나 이름과 쓰임새를 자세히 알 수 없는 전시물들이 많다. 생활 속에서 자연스럽게 받아들였던 조상들의 관습과 물건 중에는 학교에서 배우는 과학 원리가 적용된 것들을 찾을 수 있다. 그래서 저것이 어떻게 작동되고 왜 저런 모양으로 생겼는지를 고민하다 보면 과학적 탐구를 경험할 수 있다.

또한 석기시대에 쓸모있는 암석을 선별하여 적합한 석기를 만든 것이 그대로 끝나는 것이 아니라 비교적 최근까지 맷돌이나 벼루, 그리고 온돌까지, 청동기시대의 청동기들은 오늘날 유기그릇으로, 철기시대의 철부리 기술이 오늘날 제철 기술로, 금의 박막을 세공하는 기술과 오늘날 우리가 가진 나노 기술을 연결해 생각해본다면, 오늘날의 우리가 하늘에서 떨어져서 생기지 않음을 알 수 있다. 옹기, 벼루, 온돌, 숯 등 우리가 무심히 보아왔던 것들도 자세히 들여다보면, 그 당시 그 조건에서 최적화한 물질을 찾고 구조화한 것을 알 수 있다.

오늘날 우리의 과학기술은 세계에서 누군가가 만들어 놓은 것이 있다면, 그에 유사한 것을

만들 수 있다고 한다. 그러나 아무도 만들지 않은 새로운 것을 만들어 내지는 못한다고 한다. 새로운 창조적인 기술과 도구를 만들어내는데 필요한 것은 과학문화감성이라고 생각된다. 우리가 삶을 살면서 이런 것이 있으면 좋겠다는 것은 과학의 눈으로 재구성하여 꿈을 지피기 시작한다면, 지구상에서 누구도 생각하지 못한 멋진 것들을 찾고 만들어 낼 수 있을 것이다.

국립민속박물관 탐방은 소극적으로 교과서에 나와 있는 과학적 원리를 실생활에 적용하는 장으로 활용할 수 있지만, 적극적으로 우리 주변의 여러 가지 것을 서로 연결하고 그것을 바탕으로 미래를 내다보는 과학문화감성을 배양하는 장으로 활용할 수 있다.

1.2 국립민속박물관 과학탐방의 교육적 의미

다양한 실물과 복원된 모형과의 대면성

국립민속박물관에서는 6,000 여점의 전시물이 있다. 또한 청동기 시대 생활상, 백제 공예공방, 가야 야철공방, 신라 금속 유리공방 등이 당시의 생활상이나 제작과정을 복원해 놓은 모형이 있어 학생들에게 가시적인 정보를 줄 수 있다. 또한 청자 제작과정도 단계별로 전시해 놓아야 필요한 부분에서 질문을 할 수 있다. 한번의 탐방으로 이 모든 것을 다 관람하기 어려워 각자의 관심과 필요에 맞게 관람할 전시물을 선택하는 것이 필요하다.

STS 소재와 작동 원리가 가시적으로 보이는 전시물

국립민속박물관에 있는 전시물들은 대부분이 의식주 및 문화와 관련된 것이다. 예를 들어 술을 내리는 소주고리, 돌쟁이 아이에게 신겼던 타래버선, 순라꾼들이 들고 다녔던 조족등 등 조상들이 일상생활을 영위하면서 필요했던 소박한 물건이 전시되어 있다. 또한 전시된 물건들은 모두 가시적으로 작동하는 원리가 보인다. 오늘날 정미기는 커다란 상자 속에서 정미가 이루어지기 때문에 그 속에서 과학적 원리가 어떻게 적용되는지 않지만, 디딜방아는 지레의 원리와 곡식이 정미되는 과정이 가시적으로 보인다. 그러나 정미기나 디딜방아에서 곡식이 정미되는 기본원리는 마찰력으로 같다. 국립민속박물관의 소박한 전시물들은 오늘날의 첨단 과학기술에 대한 이해를 도입하는데 좋은 실마리가 될 것이다.

과거-현재-미래의 조망선과 진로교육

국립민속박물관에 있는 전시물들은 대부분 어떤 형태이던지 현재 우리가 사용하고 있는 것들이다. 선사시대에 사용하던 갈돌은 최근까지 맷돌로, 오늘날에는 전동식 블렌더로 사용하고 있다. 청동기 시대의 청동기는 건강에 좋은 유기그릇으로, 돌을 갈아서 만든 온돌은 오늘날에도 중요한 난방 수단이다. 따라서 오래되고 낡은 전시물을 보면서 오늘날 우리 사용하는 이기는 어떻게, 현재의 이기는 미래에 어떻게 발달해나갈지 생각해보는 것은 통찰력을 가지고 사물을 조망한다는 점에서 중요하지만, 학생들이 미래에 삶을 어떻게 영위할지를 생각하게 하는 점에서 더욱 중요하다. 진로교육은 자신의 미래와 인류사회의 미래를 연결하는데서 시작될 수 있다.

또한 최근에 수명이 급격히 늘어나면서 오늘날의 청소년들은 대부분 100세 이상의 수명을 누릴지 모른다. 그렇게 되는 경우 자신의 건강을 유지하는 것이 개인의 삶의 질이나 사회유지 비용 측면에서 모두 중요하다. 건강을 유지하는 것은 섭생과 운동과 직업과 관련된다. 부모가 모든 것을 다해주는 학생들에게 옛날 사람들이 그렇게 어렵게 필요한 물질과 도구를 구해서 살아온 모습을 보여주는 국립민속박물관 과학탐방은 자신의 삶을 유지할 뿐 만 아니라 삶의 질을 높이기 위해서 어떤 일을 해야 하는지를 생각하게 하는 기회가 될 것이다.

통합적 접근

의식주에 필요한 물질을 얻고 도구를 사용하는 것은 시험문제를 풀듯이 한 가지 측면만을 보아서는 해결되지 않는다. 예를 들어 디딜방아는 지레의 원리로 자주 제시되지만, 좀더 자세히 보면 공이의 재질과 모양, 방아채의 Y자형 모양, 손잡이의 역할, 그리고 볍씨의 구조까지 관련되는 측면을 총체적으로 바라보는 것이 필요하다. 그래야 어떻게 우리에게 필요한 하얀 쌀을 얻을 수 있는지를 이해할 수 있다. 또한 디딜방아는 중학교에서 배운 내용만으로는 설명하기 어려우며 초등학교에서 배운 수평잡기 등을 상기하고 확장해야 한다. 다른 한편으로는 우리 문화에서 쌀이 가지는 의미를 또한 이해해야 한다. 따라서 국립민속박물관 과학탐방은 교과서에는 별도의 단원으로 제시된 물리의 각 단원의 통합 뿐 만 아니라, 물리, 화학, 생물, 지구과학 영역의 통합도 필요로 하며, 과학과 역사, 과학과 문화, 과학과 사회의 통합적 시각도 요구한다.

수준별 접근 가능성

국립민속박물관의 육천여가지의 전시물이 가지는 다양성 때문에 국립민속박물관 과학탐방은 자연스럽게 수준별로 접근하게 된다. 학생의 지적 수준 뿐만 아니라 관심 분야에 따라 다양한 탐방이 진행될 수 있다. 가장 쉽게는 전시물과 관련되는 과학 개념을 연결하는 수준으로부터 보다 수량적인 해석을 하는 부분까지 이루어질 수 있다. 지도교사는 학생의 수준에 맞추어 탐방할 전시물, 설명 수준을 정할 수 있다.

한계

국립민속박물관 탐방의 가장 큰 한계를 학생들이 전시물을 만지고 작동시켜볼 수 없다는 점이다. 탐방 중에 계속 교사가 설명을 하면 학생들이 지루해하고 흥미를 잃을 수 있다. 또한 학생들에게 생소한 전시물이 많은데, 생소함은 호기심을 유발할 수도 있고, 지루함을 유발할 수도 있다. 따라서 가능한 학생들이 스스로 전시물을 찾아서 활동할 수 있는 보물찾기나 모형, 간단한 해보기 등의 활동을 준비하여야 한다.

1.3 국립민속박물관 과학탐방과 과학교육과정

국립민속박물관 탐방과 관련되는 중학교와 초등학교의 과학교육과정은 다음의 표와 같다.

제1전시실, 한민족 생활사 과학탐방 지도자료

전시실 설명 자료	학생용 활동지	관련 단원	전시물과 관련 개념
4-1. 고대의 소리	-	7학년 파동 8학년 혼합물의 분리	종: 소리의 높이와 세기 청동의 주조: 혼합물
4-2. 선사시대의 생활상	• 석기와 돌	7학년 지각의 물질 전체 과학의 본성	석기의 종류: 암석의 특징 석기구분: 관찰의 이론의존성
4-3. 청동기 시대의 생활상	• 구리와 주석, 그리고 청동	7학년 물질의 세가지 상태, 상태변화와 에너지 8학년 물질의 특성, 혼합물 의 분리 3학년 온도재기, 5학년 에 너지 7학년 지각의 물질	청동의 주조: 혼합물의 특징, 녹 는점 내림 토기굽기와 청동녹이기: 온도 올 리기 거푸집을 만드는 돌: 암석의 특징
4-4. 백제의 공예 공방	-	7학년 물질의 세가지 상태, 상태변화와 에너지 8학년 물질의 특성, 혼합물 의 분리 9학년 물질변화의 규칙성	청동의 주조, 수은 아말감: 혼합 물의 특징, 녹는점 내림 청동, 철의 산화 비교: 산화
4-5. 가야의 야철 공방	-	3학년 온도재기, 5학년 에 너지 8학년 물질의 특성, 혼합물 의 분리 9학년 물질변화의 규칙성 8학년 지각의 구성물질	철광석에서 철 얻기: 온도 올리기 쇠뿔분리: 밀도차이에 의한 분리 조개껍질을 이용한 불순물 분리: 화학 변화 쇠의 냉각 속도와 강도: 황의 결 정 실험
4-6. 신라의 유리 금속 공방	• 청동, 철, 그리 고 금과 은	8학년 물질의 특성, 혼합물 의 분리 9학년 물질변화의 규칙성	각종 유물의 보존 상태: 금속의 반응성 금의 성질: 전연성, 안정성, 강도
4-7. 고려청자문화전시실	-	7학년 분자의 운동 9학년 물질변화의 규칙성	청자베개의 공기구멍: 기체의 부 피변화와 온도 청자의 색: 철의 산화와 환원
4-8. 고려와 조선의 인쇄문화	• 목판인쇄, 금 속활자, 목활 자	8학년 물질의 특성 8학년 혼합물의 분리	나무와 금속의 표면: 물질의 표면 기름먹과 솔먹: 친수성, 친유성 금속활자: 구리, 아연, 주석, 납, 철 등의 합금
4-9. 조선시대의 과학	• 석제 평일구에 그림자비늘을 찾아주자. • 정남일구로 어떻게 시간 을 잴 수 있 었을까?	6학년 계절의 변화 7학년 빛 9학년 태양계의 운동	해시계: 계절의 변화 그림자: 빛의 직진 해시계: 황도와 지구의 공전

제2전시실, 한국인의 생업과 의식주 과학탐방 지도자료

전시실 설명 자료	학생용 활동지	관련 단원	전시물과 관련 개념
5-1. 오곡종자	-	7학년 힘 8학년 식물의 구조와 기능	벼: 뿌리, 줄기, 잎 기장: 길이, 표준자 황종척
5-2. 논갈이	-	8학년 식물의 구조와 기능 9학년 생식과 발생, 유전과 진화	벼와 잡초의 특성: 발아 조건 새싹종의 벼: 육종학
5-3. 고대의 농기구	<ul style="list-style-type: none"> • 논갈이에 사용된 기구는 어떻게 변해왔을까? • 서있는 쟁기, 땅에 누운 쟁기 	6학년 물속에서 무게와 압력 7학년 힘 9학년 일과 에너지	따비의 모양: 압력 쟁기의 모양: 마찰력 쟁기에서 일어나는 쟁기밥: 역학적 에너지의 보존
5-4. 한국의 농기구	-	4학년 수평잡기 7학년 힘 8학년 여러 가지 운동	쇠스랑이 일어서는 것: 지레 가래: 힘의 합력 도리깨: 이중진자
5-5. 방아기구	<ul style="list-style-type: none"> • 디딜방아의 공이를 높게 • 법씨, 왕겨 그리고 쌀 	4학년 수평잡기 7학년 힘 8학년 여러 가지 운동 8학년 식물의 구조와 기능	디딜방아: 지레 양다리방아: 힘의 합력 디딜방아의 손잡이: 작용반작용 공이: 마찰력 공이: 법씨의 구조
5-6. 침선구	<ul style="list-style-type: none"> • 타래버섯: 돌 쟁이를 위한 미끄럼방지용 버선 	4학년 열의 이동 7학년 힘 9학년 일과 에너지	인두와 다리미: 열의 이동, 온도 운모, 금속: 열전도도 타래버섯: 마찰력
5-7. 신발류	-	6학년 물속에서 무게와 압력 7학년 힘	등구니신: 거칠기와 마찰력 설피: 단면적과 압력
5-8. 초가삼간	-	9학년 물의 순환과 날씨 8학년 여러 가지 운동	창호지의 구멍: 바람의 세기, 기압, 베르누이 정리
5-9. 온돌, 구운 돌, 구들	-	4학년 열의 이동 6학년 물속에서 무게와 압력 9학년 물의 순환과 날씨	뜨거운 공기에서 구들로 열이동 방고래에서 공기의 이동: 베르누이의 정리 구들들의 특성: 열전도도 실내의 온도 분포: 기온 역전
5-10. 등화구	-	7학년 물질의 세가지 상태 8학년 물질의 특성 9학년 물질 변화의 규칙성 7학년 힘	콩기름과 촛불의 연소 콩기름과 등유의 발화점 조족등의 구조: 관성
5-11. 장독대, 용기와 김치의 만남	-	7학년 호흡과 배설 9학년 물질변화의 규칙성 9학년 물의 순환과 날씨의 변화 7학년 혼합물의 분리 7학년 지각의 물질	알코올의 형성: 혐기성 효모, 물질변화 장독의 단면적과 흡수하는 태양 에너지: 태양복사에너지 숨쉬는 용기: 용기의 미세구멍 진흙으로 만든 용기: 토양
5-12. 두부만들기와 소주고리	<ul style="list-style-type: none"> • 소주고리와 가지달린 시험관 	4학년 혼합물 분리하기 7학년 물질의 세가지 상태 변화와 에너지 8학년 혼합물의 분리 7학년 마찰력 7학년 지각의 물질	두부만들기: 혼합물의 분리 소주의 분별 종류 시 장작 때기 소주의 분별 종류 풀매

제3전시실, 한국인의 일생 과학탐방 지도자료

전시실 설명 자료	학생용 활동지	관련 단원	전시물과 관련 개념
6-1 출생, 삼신상과 금줄	-	7학년 힘(압력) 8학년 물질의 특성 8학년 전기 9학년 생식과 발생, 유전과 진화	여러 각진 돌상: 압력 숫: 환원력과 흡착력 숫: 흡착력 태, 제대혈 보관: 생식과 발생
6-2 문방사우	-	6학년 물속에서 무게와 압력 9학년 물의 순환과 날씨변화 7학년 지각의 물질 7학년 빛	연적: 두개의 구멍 벼루: 암석의 특징 분관: 난반사
6-3 거래 관행과 도량형	<ul style="list-style-type: none"> 여러 가지 자이야기 도량형 어렵해보기 	4학년 수평잡기 7학년 힘 전체 길이, 질량, 질량 표준 및 측정	저울: 지레의 원리, 양팔저울 만들기, 중력, 관성, 질량, 무게 영조척, 주척, 말두, 저울추
6-4 국악기, 종류와 과학	<ul style="list-style-type: none"> 올림통으로 소리 키우기 화음을 내는 빨대 피리 	3학년 소리내기 7학년 파동 음악: 음계와 화음	피리와 단소: 관의 진동 장구: 얇은 막과 두꺼운 막의 진동 공명통: 고유진동수 12율관: 화음과 진동수 비

국립민속박물관 단원별 탐방 코스의 예시

국립민속박물관의 모든 전시물을 하루에 보는 것을 불가능하기 때문에 탐방의 목적에 맞게 관람할 전시물을 잘 선택해야 한다. 다음은 단원별로 가능한 전시물을 분류한 예이다. 이것은 참고로 하기 위한 것이고 민속박물관 탐방은 한 전시물을 여러 측면에서 보도록 하는 것이 원래 의도 중 하나이다.

7학년 단원별 탐방 코스의 예시

단원	관련 내용	관련 전시물 및 자료	대체 장소
7학년 지각의 물질	퇴적암, 변성암, 화강암의 성질과 이용 (암석의 경도, 강도, 쪼개짐, 거칠기)	4-2. 선사시대의 생활상 펜석기와 간석기 4-3. 청동기 시대의 생활상, 간석기, 청동기의 주물 4-6. 신라의 유리공방 중 곡옥 주물 5-3. 고대의 농기구 중 돌보습, 반달돌칼 5-7. 방아기구 중 맷돌, 방아공이 5-8. 온돌, 구운돌 그리고 구들 5-12. 두부만들기와 소주고리 중 풀매 6-2. 문방사우 중 벼루	각 지역의 국립 박물관 및 민속 박물관
	흙의 성질과 이용 (소성과 재결정)	4-3. 청동기 시대의 생활상 중 무문토기 4-7. 고려청자문화전시실(고령토) 5-11. 장독대, 옹기(진흙)	

7학년 상태 변화와 에너지	온도에 따른 상태변화 이용 도자기 소성과 재결정	4-2. 선사시대의 생활상 중 토기 4-3. 청동기 시대의 생활상 중 무문토기, 청동기 4-7. 고려청자문화전시실 5-11. 장독대, 옹기	각 지역의 국립박물관 및 민속박물관
	각종 금속의 제련	4-4. 백제의 공예공방 중 금도금 4-5. 가야의 야철 공방 중 제철, 제련 4-6. 신라의 유리 금속 공방 중 금	
7학년 힘	마찰력 압력 관성의 이용 지레의 원리	5-2. 논갈이 중 쟁기 5-3. 고대의 농기구 5-4. 한국의 농기구 5-5. 방아기구 5-6. 침선구 중 타래버선 5-7. 신발류, 설피와 압력 5-10. 등화구, 조족등, 심지가위, 등경걸이	각 지역의 민속박물관과 농업 박물관
7학년 파동 중 소리	소리의 높이와 세기	4-1. 고대의 소리 6-4. 국악기	각 지역의 국립박물관 및 민속박물관

8학년 단위별 탐방 코스의 예시

단위	관련 내용	관련 전시물 및 자료	대체 장소
8학년 혼합물의 분리	혼합물과 순물질	4-3. 청동기 시대의 생활상 중 청동기 4-5. 가야의 야철 금속 공방 4-8. 고려와 조선의 인쇄문화 중 금속활자 4-8. 고려와 조선의 인쇄문화 중 기름먹과 솔먹 5-12. 두부만들기와 소주고리	각 지역의 국립박물관 및 민속박물관
	역학적 힘을 이용한 분리	5-5. 방아기구	
	밀도를 이용한 분리	4-5. 가야의 야철 금속 공방 4-8. 고려와 조선의 인쇄문화 중 기름먹과 솔먹 5-5. 방아기구 중 별씨의 구조	
	분별 종류	5-12. 소주고리	
	끓는점 차이에 의한 분리	4-4. 백제의 공예공방 중 금도금	
8학년 식물의 구조와 기능	벼의 뿌리, 줄기, 잎 및 종자	4-2. 청동기 시대의 생활상 중 농사짓기 5-1. 오곡종자 5-2. 논갈이 중 벼와 잡초의 경쟁 5-5. 방아기구 중 별씨의 구조	각 지역의 민속박물관과 농업 박물관
8학년 전기	전기력	6-1. 출생 중 금줄에 매달린 숯의 역할	
8학년 여러 가지 운동	※ 유체의 운동이 명시적으로 나오는지 않으나 관련지어 설명할 수 있다.	5-8. 초가삼간, 문풍지 5-9. 온돌, 구운돌, 구들	

9학년 단원별 탐방 코스의 예시

단원	관련 내용	관련 전시물 및 자료	대체 장소
9학년 일과 에너지	역학적 에너지의 보존	5-2. 논갈이 중 쟁기 5-3. 고대의 농기구 5-4. 한국의 농기구 5-5. 방아기구	각 지역의 민속박물관
	온도, 비열, 열전도도 (이 개념들은 에너지 단원에서 명시적으로 나오는 것이 아니라 전체적 맥락에서 필요하다고 판단하여 포함시킴)	4-3. 청동기 시대의 생활상, 토기굽기와 청동녹이기 4-5. 가야의 야철공방, 풀무질하기 4-7. 고려청자 문화실, 청자소성하기 5-6. 침선구, 인두와 다리미 5-9. 온돌, 구운돌, 구들	
9학년 태양계의 운동	계절의 변화 계절에 따른 태양 고도	4-9. 조선시대의 과학 중 해시계	각 지역의 국립박물관 및 민속박물관
9학년 생식과 발생	여러 가지 생물의 생식방법 사람의 임신과 출산	5-1. 오곡종자 5-2. 논갈이 5-5. 방아기구 중 벼씨의 구조 6-1. 출생	각 지역의 민속박물관 및 농업박물관
9학년 유전과 진화	유전과 육종학	5-1. 오곡종자 5-2. 논갈이 5-5. 방아기구 중 벼씨의 구조	각 지역의 민속박물관 및 농업박물관
9학년 물질의 구성 및 물질변화의 규칙성	산화와 연소	4-5. 가야의 야철 금속 공방 4-7. 고려청자 문화실, 청자의 색 5-10. 등화구, 참기름 등잔, 조족등, 촛불	각 지역의 국립박물관 및 민속박물관
9학년 물의 순환과 날씨 변화	기압	5-8. 초가삼간, 문풍지	각 지역의 민속박물관 및 농업박물관
	단위 면적당 도달하는 태양복사에너지	5-11. 장독대, 날씬한 새우젓독, 배불퍽이 된장독	

1.4 국립민속박물관 과학탐방의 교수-학습 모형

사전-현장-사후 지도

국립민속박물관 과학탐방의 교수-학습 모형은 특별히 정해진 것은 없다. 다만 지금까지의 경험으로는 사전 지도 없이 학생들을 박물관에 풀어 놓거나 교사가 데리고 다니면서 설명하는 것은 그다지 효과적이지 않다고 말할 수 있다. 시간이 부족하여 짧게 하더라도 탐방 장소의 소개, 탐방의 목적, 과제의 명확한 제시, 동기 유발 등이 사전지도에 포함되어야 한다.

또한 박물관에서 복기가 중요하듯이 탐방을 다녀와서도 복기, 즉 사후 지도가 필요하다. 무엇을 보았는지, 보고 알게 된 점이나 느낀 점은 무엇인지를 되돌아보게 하는 것은 탐방에서 얻은 경험을 보다 풍부하게 할 것이다. 적극적으로 복기 뿐 만이 아니라 새로운 확장적 탐구를 하도록 지도할 수 있다.

사전 지도

국립민속박물관 과학 탐방 사전지도는 다음과 같은 내용을 포함할 수 있다.

- 동기 유발 활동
옛이야기 수집하기
우리 민속의 중요성에 대해 생각해보기 (활동지 활용)
재미있게 생긴, 처음 본 듯한 전시물 이름과 기능 맞추기

- 국립민속박물관 소개
국립민속박물관 소개 영상물: http://www.nfm.go.kr/info/il_lint.jsp 에서 내려받기
홈페이지 활용: <http://www.nfm.go.kr/>

- 탐방의 목적과 탐방 중 해야 할 일 명시
단원 중심 탐방의 예: 석기들을 관찰하고 어떤 돌을 사용하여 만들었는지 알아내기
주제 중심 탐방의 예: 예로부터 사람들이 사용한 금속에는 어떤 종류가 있고 그 특징은 무엇인지 알아내기
개방적 탐구 중심의 예: 학생들이 각자 관심있는 전시물을 찾고, 그 전시물에 대한 탐구 문제 만들기

- 탐방 시 준비물과 주의점
학생증
기록할 종이와 연필
가능한 경우는 사진기 (사진은 허용된 구역 안에서만 찍는다)
국립민속박물관 안내 지도 (현관 로비에서 받을 수 있다)

국립민속박물관은 외국 관람객이 많으므로 정해진 관람방향을 따라 이동한다.
갑자기 서거나 뛰거나 큰 소리를 내지 않는다
전시실 안의 제한된 구역에 손이 닿으면 경보음이 나므로 전시물에 손을 대지 않는다.

- 비상 연락망 작성
교사의 휴대전화번호 및 학교 과학실 전화번호를 가르쳐주어 비상시 연락하게 한다.
휴대전화를 가지고 있는 학생들을 중심으로 비상연락망을 작성한다.

- 개별 이동 시 위치 및 교통 안내

서울시 종로구 세종로 1-1번지 (경복궁 내) (우) 110-820

지하철 3호선 경복궁역 5번 출구, 또는 안국역 1번 출구

지하철 5호선 광화문역 2번 출구

현장 지도

국립민속박물관 과학 탐방 현장지도는 교사의 안내와 학생의 자율 탐방으로 나누어질 수 있다. 그러나 어느 한가지 활동만 하기보다는 교사의 안내와 학생의 자율 탐방을 함께 실시하는 것이 좋은 것으로 생각된다. 또한 탐방의 재미를 더하기 위해서 시범 및 해보기를 포함할 수 있다.

- 모이는 시간과 장소 안내

개별 이동하여 모이는 경우는 모이는 시간과 장소를 명확히 해야 한다.

날씨가 좋으면 민속박물관 앞마당에서 모일 수 있고, 날씨가 나쁘면 건물 안 로비에서 모일 수 있다.

개별 활동을 하는 경우에도 활동을 끝내고 모이는 장소와 시간을 정하는 것이 중요하다. 3전시실 들어가기 전 휴식 장소가 모이는 장소로 적당하다.

박물관 측의 허락을 얻어 강당이나 영상실을 사용할 수도 있다.

- 교사의 안내

사전에 대상 전시물을 정하고 본 지도 자료나 기타 자료를 참고하여 질문거리를 만든다.

교사가 일방적으로 설명하면 학생들은 주목하지 않고 산만하게 되므로 길게 설명하지 않고 학생들이 호기심을 느낄 만 한 질문을 던지고 학생들이 대답하면 다시 한걸음 더 나아가는 질문을 하도록 한다.

질문의 예) 고려청자는 굽기 전과 굽고 난 후의 색깔이 다른데 왜 그럴까?

질문의 예) 디딜방아는 지레의 원리를 적용했다고 배웠는데, 그럼 지레의 원리를 사용하여 힘을 절약했을까?

질문의 예) 저 영조척의 길이는 얼마나 될까?

- 자율 탐방

학생들에게 활동지를 주어 자율 탐방을 하게 할 수 있다. 자율 탐방은 사전 준비가 많이 되어 학생들이 자신이 무엇을 할지 명확한 경우에 효과적으로 할 수 있다.

대부분의 경우 교사 안내를 한 시간 정도 하면, 한 시간 정도를 자율 탐방을 하게 할 수 있다. 자율 탐방시 학생들에게 너무 많은 활동지나 자세하게 적은 활동은 학생들에게 생각할 기회를 빼앗을 수 있다. 간단하지만 흥미있고 생각을 할 수 있는 한 두가지 활동 정도면 학생들이 한 두시간을 즐기면서 충분히 보낼 수 있다.

활동지를 주지 않더라도 해야 할 과제를 명확히 하는 것은 중요하다.

- 시범 실험 및 해보기

전시실 안의 전시물을 만질 수 없기 때문에 시범 자료를 가지고 가는 것은 학생들의 흥미 유발을 위해서 중요하다.

박물관 안에서는 물, 전기 등을 사용할 수 없고 다른 관람객도 고려해야 하기 때문에 가능한 간단한 시범을 개발하는 것이 필요하다.

또는 그날 주 대상이 되는 전시물의 모형을 가지고 갈 수 있다.

1전시실을 관람객이 많고 붐비므로 2전시실이나 3전시실이 시범이나 해보기를 하는데 적당하다. 시범실험이나 모형의 예는 다음과 같은 것이 있다.

예1) 소리: 유리잔 울리기

예2) 석기: 암석 표본 중 관련이 있는 것(흑요석, 이암, 사암, 화강암 등)

예3) 금속: 화학 시간에 사용하는 몇 가지 금속조각(구리, 철, 주석, 등)

예4) 해시계: 휴대용 앙부일구

예5) 타래버선: 종이에 발자국 찍은 것

예6) 초가삼간의 바늘구멍 황소바람: 긴 비닐봉지

예7) 도량형: 한국표준과학연구원의 표준자와 시중에서 파는 30 cm 자

예8) 도량형: 플라스틱 자로 만든 대저울

예9) 국악기: 여러 가지 크기의 페트병과 소리굽쇠, 기념품으로 파는 대나무 팬플룻 등

예10) 국악기: 빨대피리 만들기(빨대, 가위, 자 등, 여러 사람이 해보기 가능)

사후 지도

국립민속박물관 과학 탐방 사후지도는 다음과 같은 내용을 포함할 수 있다.

- 관련 단원의 수업시간에 활용하기

특정 단원에 대한 전시물을 주로 보고 관련 탐구 활동을 수업 시간에 연장해서 한다.

- 탐방기사 및 신문 만들기

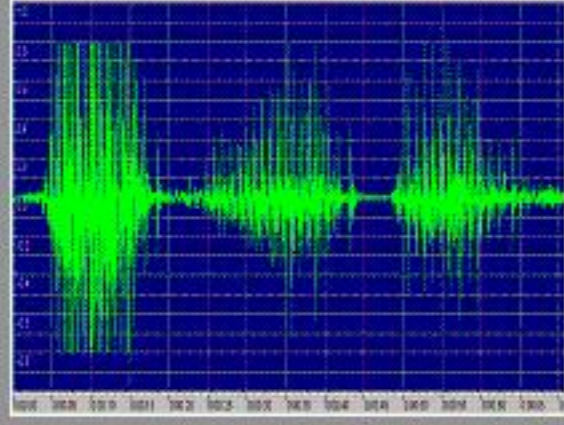
학생들이 조별로 자신들이 보고 알게 된 점을 기사화하고 모아서 탐방신문을 만든다.

- 탐방보고서 쓰기

학생들이 특정한 주제에 대해 깊게 탐구하는 활동을 했다면, 돌아와서 자료 조사를 더하여 탐방 보고서를 작성하게 한다.

- 개방적 탐구 시작하기

학생들이 관심있는 분야에 대한 탐구질문을 찾는 활동을 했다면, 돌아와서 탐구질문을 구체화하고 개방적 탐구를 시작한다. 많은 과학전람회 출품작이 민속의 과학을 다루고 있다.



제 2 장

과학 탐방 활동의 계획과 준비

2.1 과학탐방 활동의 계획

국립민속박물관 과학 탐방 계획의 절차

국립민속박물관 과학 탐방을 계획하려면 다음과 같은 절차가 필요하다. 각 학교의 사정이나 민속박물관의 상황에 따라 융통성 있게 적용한다.

국립민속박물관 과학 탐방 계획의 절차

절차	예시
탐방 활용 시간	<ul style="list-style-type: none"> • 창의적 재량활동 • 수업 시간의 일환 • 소풍 • CA 활동
탐방의 목적과 목표 세우기	<ul style="list-style-type: none"> • 개방적 탐구 주제 찾기 • 특정 단원의 적용 사례 찾기
참가인원과 시간 정하기	<ul style="list-style-type: none"> • 지도교사: 1명, 1개 학년 지도교사 • 학생수: 과학반, 1개반, 1개 학년 • 탐방시간: 2-3 시간, 하루 중일
탐방활동내용정하기	<ul style="list-style-type: none"> • 관람할 전시물 • 활동 방식: 교사 안내, 학생 자율, 교사 안내+ 학생자율 • 교재: 학생용 활동지, 해보기, 시범 준비물 등 • 국립민속박물관 제공 교육 프로그램 활용 여부
국립민속박물관 현황 파악	<ul style="list-style-type: none"> • 휴관일: 화요일 • 강당 사용 가능 여부 • 국립 민속박물관 교육 프로그램이나 기타 특별행사 확인
공문 작성 및 결재	<ul style="list-style-type: none"> • 기안 내용: 목표, 일자 및 일시, 활동내용, 참가자, 비용 부담(교통비, 청소년 입장료 무료, 성인 3,000원), 보험 가입 • 국립민속박물관에 협조 공문 발송
탐방 활동 준비	<ul style="list-style-type: none"> • 사전지도 내용: 사이버 박물관, 활동지, 국립민속박물관 소개 영상물, 영화나 TV 영상물 '그때를 아십니까' 활용 • 현장지도 내용: 전시물별 교사 안내 내용, 학생활동 • 사후지도 내용: 주제별 탐방 보고서, 확장적 탐구 수행 • 학생 비상연락망 작성
사전지도	<ul style="list-style-type: none"> • 국립민속박물관 소개: 국립민속박물관 소개 영상물(17분), 사이버박물관 활용, 적어도 10분 이상 할애 • 탐방목적의 인식하고 흥미 유발
현장활동	<ul style="list-style-type: none"> • 교사 안내 • 학생 자율 활동 • 모이는 시간과 장소 공지
사후지도 및 평가	<ul style="list-style-type: none"> • 탐방 보고서 작성 또는 확장적 탐구 시작 • 학생 평가 및 활동 평가

국립민속박물관 주제별 탐방 코스의 예시

국립민속박물관의 모든 전시물을 하루에 보는 것을 불가능하기 때문에 탐방의 목적에 맞게 관람할 전시물을 잘 선택해야 한다. 다음은 주제별로 가능한 전시물을 분류한 예이다. 각자의 상황이나 목적에 맞게 수정하여 사용한다. 또한 국립민속박물관과 유사한 전시물을 가진 박물관들이 전국에 많이 있기 때문에 반드시 국립민속박물관 뿐 아니라 유사 박물관을 탐방도 가능하다.

주제별 탐방 코스의 예시

주제	관련 전시물 및 자료	관련 단원	대체 장소
암석의 특성과 이용	4-2. 선사시대의 생활상 중 편석기와 간석기 4-3. 청동기 시대의 생활상, 간석기, 청동기의 주물 4-6 신라의 유리공방 중 곡옥 주물 5-3. 고대의 농기구 중 돌보습, 반달돌칼 5-7. 방아기구 중 맷돌, 방아공이 5-8. 온돌, 구운 돌 그리고 구들 5-12. 두부 만들기와 소주고리 중 풀매 6-2. 문방사우 중 벼루	7학년 지각의 물질	각 지역의 국립 박물관 및 민속 박물관
도기와 자기	4-2. 선사시대의 생활상 중 토기 4-3. 청동기 시대의 생활상 중 무문토기 제작 4-7. 고려청자문화전시실 5-11. 장독대, 옹기	7학년 상태변화와 에너지 8학년 물질의 특성 9학년 물질변화에서의 규칙성 7학년 지각의 물질: 경도, 강도, 다공성, 고령토와 진흙 ※ 나노 크기의 입자	각 지역의 국립 박물관 및 민속 박물관
우리에게 필요한 금속 연기와 다루기	4-1. 고대의 소리 중 각종 방울, 종 4-3. 청동기 시대의 생활상중 청동기 4-4. 백제의 공예공방 중 금도금 4-5. 가야의 야철 공방 중 제철, 제련 4-6. 신라의 유리 금속 공방 중 금 4-8. 고려와 조선의 인세 문화 중 금속활자 5-6. 침선구 중 다리미	7학년 상태변화와 에너지 8학년 혼합물의 분리 9학년 물질변화에서의 규칙성 ※ 나노 두께의 표면처리	각 지역의 국립 박물관 및 민속 박물관
생명 물질 다루기	4-2. 청동기 시대의 생활상 중 농사짓기 4-8. 고려와 조선의 인세문화 중 기름먹과 술먹 5-1. 오곡종자 5-2 논갈이 중 벼와 잡초의 경쟁 5-5. 방아기구 중 볍씨의 구조 5-11. 장독대, 발효 식품 5-12. 두부 만들기와 소주고리 중 두부와 술 6-1. 출생, 삼신상과 금줄	8학년 식물의 구조와 기능 8학년 혼합물의 분리 9학년 생식과 발생 9학년 유전과 진화 ※ 생명공학과 품종개량 ※ 나노탄소튜브	각 지역의 민속 박물관과 농업 박물관
열과 불 다루기	4-3. 청동기 시대의 생활상, 토기굽기와 청동녹이기 4-5. 가야의 야철공방, 풀무질하기 4-7. 고려청자 문화실, 청자소성하기 5-6. 침선구, 인두와 다리미 5-8. 초가삼간, 문풍지 5-9. 온돌, 구운돌, 구들 5-10. 등화구, 참기름 등잔, 조족등, 촛불 5-11. 장독대, 날씬한 새우젓독, 배불퓀이 된장독 5-12. 두부 만들기와 소주고리 중 소주고리	3학년 온도재기 4학년 열의 이동 4학년 열에 의해 물체의 온도와 부피의 변화 5학년 에너지 6학년 촛불 관찰 9학년 물질변화에서의 규칙성 9학년 물의 순환과 날씨 변화	각 지역의 민속 박물관

힘의 원리를 이용한 도구와 구조물	5-2. 논갈이 중 쟁기 5-3. 고대의 농기구 5-4. 한국의 농기구 5-5. 방아기구 5-6. 침선구 중 타래버선 5-7. 신발류, 설피와 압력 5-10. 등화구, 조족등, 십지가위, 등경걸이	4학년 수평잡기 6학년 물속에서의 무게와 압력 7학년 힘 8학년 여러 가지 운동 9학년 일과 에너지	각 지역의 민속 박물관과 농업 박물관
표준	4-9. 조선시대의 과학 중 해시계 5-1. 오곡종자 중 기장 6-3. 거래 관행과 도량형	6학년 계절의 변화 9학년 태양계의 운동 ※ 표준 및 측정	각 지역의 국립 박물관 및 민속 박물관
소리	4-1. 고대의 소리 6-4. 국악기	3학년 소리내기 7학년 파동 중 소리	각 지역의 국립 박물관 및 민속 박물관

제1전시실 과학탐방 예시: 복원 모형과 제작과정에 대한 전시물 탐구

제1전시실에는 선사시대부터 조선 시대에 이르기까지 한민족의 문화유산 중 오늘날에 중요하게 생각하는 것을 시대와 주제에 따라 구성하였다. 선사시대에는 당시에 생활상, 백제의 향토제작과정, 가야 주철 공방, 신라의 유리 금속공방 등에서 복원모형, 고려시대의 인쇄술과 청자, 조선시대의 과학기술 관련 유물이 전시되어 있다. 주로 모형과 제작과정에 대한 전시물이 많다. 역사와 관련된 여러 가지 모형과 국보급 보물에 대한 제작과정에 대한 과학적 해석을 할 수 있다.



선사시대 생활상



신라시대의 유리제품

다음은 석기시대의 생활상 전시물에 대해 가능한 질문이다. 전시물의 모양과 쓰임새에 대한 질문, 그리고 그것에 관련되는 과학적 내용을 질문할 수 있다. 또한 국사시간과 관련된 내용, 예를 들어 모래에 세우는 빗살무늬토기는 도토리가 많은 강가에서 생활했다는 것을, 무문토기는 강가에서 벗어나 바닥이 단단한 지역에서 생활했다는 것을 연결시킬 수 있을 뿐 아니라 고고학 연구나 고인류학 연구에서 과학의 역할에 대해서도 안내할 수 있다.

제2전시실 과학 탐방 예시: 과학적 원리의 적용이 바로 보이는 도구들

제2전시실에는 각종 농기구, 칠기공예, 염색, 침선구, 초가집과 기와집, 등잔과 촛대, 상차

림, 김치, 유기제작과정, 각종 주방 용구 등이 전시되어 있다. 이러한 전시물들은 선조들이 생활에서 사용한 도구와 방법으로 복잡한 과학보다는 한 두 가지의 단순한 과학적 원리를 슬기롭게 이용한 것을 바로 볼 수 있다. 그러나 생활에 필요한 것을 얻으려면 섬세한 동작이 필요하기 때문에 일반적으로 간단하게 “디딜방아는 지레의 원리”라고 대답하는 식 이상의 과학적 활동을 할 수 있다. 디딜방아는 작은 힘으로 큰 힘을 내는 것이 아니라 큰 힘으로 곡식이 으깨지지 않고 껍질이 벗겨지거나 으깨는 두 가지 역할을 모두 해내기 위한 장치이다. 그래서 그냥 지레의 원리를 이용했다고 하는 것보다 각각의 역할에 따라 디딜방아가 어떻게 작동하는지를 생각해보게 하는 것이 학생들로 하여금 보다 지적인 흥미를 느끼게 한다.



한국의 농기구

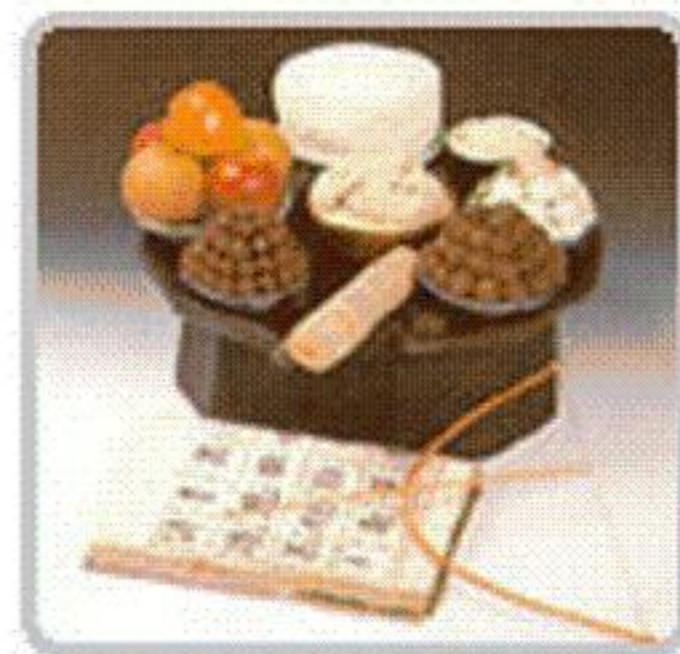


대청마루

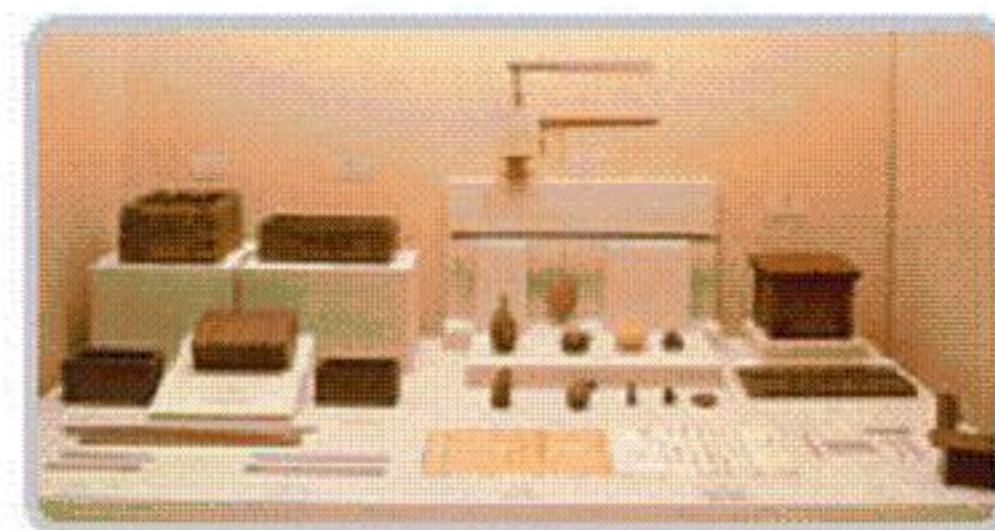
7학년의 힘 단원에서 농기구의 예가 많이 나오지만 실제로 농촌에 가면 교과서에 나온 농기구보다는 현대화된 기계가 더 많다. 따라서 힘 단원에서 예를 확인하고 관련된 과학적 원리를 탐구할 수 있다.

제3전시실 과학 탐방의 예시: 주척과 황종척의 차이

제3전시실에는 전통놀이, 문방구, 관혼례, 화폐, 도량형, 봉수, 천문학, 의학, 전통 악기 등이 전시돼 있다. 이 중 도량형 전시관에서는 옛날과 오늘날의 척도를 비교하고, 그 실제의 크기를 어림할 수 있는 능력을 키우는데 도움된다. 도량형에서 ‘도(度)’는 길이를 말한다. 조선시대에 사용했던 길이의 단위에는 황종척, 주척, 영조척, 포백척 등이 있다.



돌상



도량형

전시된 황종척이 몇 cm 인지 어림을 해보자. 주척과 같이 사람의 신체부위를 사용한 것 보다 기장 1백알을 사용하면 좋은 점이 무엇일까, 오늘날 길이의 기준은 무엇일까, 기준으로 사용하는 것이 짧을수록 좋을까, 길수록 좋을까, 그 이유는 무엇일까를 생각해보는 것도 필요하다.

2.2 국립민속박물관 과학탐방의 준비

국립민속박물관 이용 안내

홈페이지	http://www.nfm.go.kr/		
관람시간	3 ~ 10월	09:00 ~ 18:00	(17:00까지 입장)
	11 ~ 2월	09:00 ~ 17:00	(16:00까지 입장)
유의사항	음식물 반입 금지		
입장료	18세 이하 내국인	무료	(※경복궁 정문 입장 시 관람요금 징수)
	개인 (19세 ~ 64세)	3,000원	
단체관람예약	초중고 학생	30인 이상	
	문의전화	02 3704 3003	
	인터넷 예약	http://www.nfm.go.kr/info/i2_lgui.jsp	
	※ 관람 희망일 한 달 전부터 1일전까지 가능		
	※ 학생들의 단체 관람 시 반드시 인솔교사 동행		
음성 안내기	이용요금 1,000원		
박물관 교육	우리문화 한아름		
	내용: 탈춤 및 택견 배우기, 탈/도자기/연/숫대 만들기		
	기간: 학기 중 매주 화목 10:00-15:00		
	대상: 초등학교 3학년 이상 100-120명 내외		
	재료비: 1인당 3,000 ~ 6,000원 (학교별 접수)		
	청소년 열린 민속교실		
	내용: 단청문양/민화 그리기, 숫대깎기, 공예품 만들기		
	기간: 학기 중 매주 토요일		
	대상: 중고등학생 및 청소년 100명 내외		
	재료비: 1인당 5,000원 (학교별, 학급별 접수)		
위치 및 교통	서울시 종로구 세종로 1-1번지 (경복궁 내) (우) 110-820		
	지하철 3호선 경복궁역 5번 출구, 또는 안국역 1번 출구		
	지하철 5호선 광화문역 2번 출구		

교재 및 준비물

활동지

활동지는 본 지도 자료에 나온 것을 전시물에 맞게 수정하여 사용해도 되고 필요에 따라 개발할 수 있다. 본 자료에 나온 활동지는 전시물 중 연구자가 일부만을 선택하여 한 것이고, 각각의 상황에 맞게 개발할 수 있다. 민속박물관 과학탐방과 관련하여 다음의 웹사이트가 사진이나 배경 설명을 얻는데 도움이 될 것이다.

국립민속박물관 <http://www.nfm.go.kr/>
 국가문화유산종합정보서비스 <http://www.heritage.go.kr/>

최근 들어 민속에 대한 과학적인 설명을 시도하는 경우가 많이 있다. 다음의 웹사이트에서 과학적 설명 자료를 얻을 수 있다. 또한 각종 지식 검색창도 활용할 수 있다. 그러나 어떤 경우는 상반된 설명을 하는 경우도 있으므로 정보의 질을 잘 평가하여 활용하여야 한다.

사이언스올 <http://www.scienceall.com>
 국립중앙과학관 자료실 중 과학기술사 자료 <http://www.science.go.kr/>

시범 및 해보기 준비물

시범이나 해보기는 국립민속박물관 내에서 들고 다니면서 10분 이내로 보일 수 있는 간단하면서도 가시적인 것으로 한다. 물, 전기 등의 사용이 어렵고 주변에 관람객이 많이 다니므로 안전에 유의해야 한다.

각 전시실 앞에서 할 시범이나 해보기 준비물을 봉투에 전시실별로 분리하여 담고 커다란 비닐 봉투에 넣어가지고 다니면 간편하다. 본 연구자도 준비물을 일괄 구입한 것이 아니고 관련되는 것을 볼 때 마다 수집한 것이다.

제1전시실은 관람객의 수가 많고 천천히 이동하여 시범하기가 나쁘다. 제3전시실의 공간이 넓고 한가하다. 따라서 시범이나 해보기를 하기에는 제3전시실 또는 제2전시실이 좋다.

영상자료

국립민속박물관 및 한국의 민속문화를 소개하는 영상물이 17분짜리가 있다. 국립민속박물관의 다음 웹사이트에서 내려 받기 하여 활용할 수 있다.

국립민속박물관 소개 웹사이트	http://www.nfm.go.kr/info/il_lint.jsp
영상물의 내용과 길이	
국립민속박물관 소개	약 5분
한국인의 일생	약 7분
한국인의 생활문화	약 5분

본 지도 자료의 활용

제목

각 자료의 제목은 전시실의 제목과 일치시켰다. 국립민속박물관에서 제공하는 지도 등에서 각 자료에 해당하는 전시실을 쉽게 찾을 수 있다.

용도

왼쪽의 동그라미에 파란색은 교사용, 빨간색은 학생용으로 표시하였고, 설명자료, 활동지, 읽기자료, 시범 등으로 구분하였다. 학생용은 가능한 그대로 복사하여 사용할 수 있게 하였다. 그러나 한번의 탐방에 한 학생에게 여러 개의 활동지를 작성하게 하는 것은 바람직하지 못하다.

관련단원

제목 아래에 관련 단원을 에너지, 물질, 생명, 지구 등의 영역에 따라 표시하였다. 이것은 연구자의 개인적인 의견으로 자료를 활용하시는 선생님마다 다르게 활용할 수 있다.

개요

관련 단원 아래 각 전시실과 관련된 과학이나 설명해야 하는 부분의 개요를 제시하였다. 한 전시실 안에도 여러 가지 전시물이 있는데 그중 몇 가지만 선택하여 제시한 것이다.

각 전시실 사진

해당 전시실을 사진과 본 자료에서 다른 전시물의 위치를 표시하였다. 한 전시물이 한가지 질문에 해당하는 경우는 해당 전시물에 관련되는 질문 번호를 적어 놓았다. 여러 전시물을 비교하거나 하는 경우는 사진에 관련 질문 번호를 적어 넣지 않았다.

문화질문

각 전시물에 대해 궁금해 할만한 일반적인 질문을 제시하고 간단한 설명을 붙였다. 이 질문들을 모두 할 필요는 없으며, 필요한 대로 골라서 사용할 수 있다.

과학질문

전시물 중 중학생의 과학으로 설명할 수 있을 만한 것을 골라 과학 질문으로 제시하였고 간단한 설명을 추가 하였다. 어떤 경우는 문화질문의 성격과 과학 질문의 성격이 혼재되어 있는 경우도 있다. 과학 질문을 하면서 시범을 할 수 있는 경우 함께 제시하였다.

오늘날

민속박물관의 전시물은 대개 오늘날 우리가 사용하는 물품이나 기구의 전신이다. 따라서 오늘날 사용하는 물건과 관계 짓는 것은 학생의 시야를 넓히는데 중요하다. 또한 미래로 시각을 옮겨가게 하는 것 역시 진로 지도와 관련하여 중요하다.

관련사진

전체 전시실 사진에서 전시물이 잘 안 보이는 경우는 전시물 전체 또는 필요한 일부분을 확대한 사진을 제시하였다. 또한 모형이나 모조품이 전시된 경우는 진품 사진 및 현장 사진, 민속화 사진 등을 제시하여 문화적 이해를 높이도록 하였으며, 과학적으로 설명하는 도해, 그림과 관련되는 현미경 사진들도 제시하여 과학적 이해를 돕도록 하였다.

관련전시물

청동기 시대의 생활상 중 청동기 만드는 법 모형은 그 모형만 보기에는 재미가 없다. 옆의 다호리 묘주의 생활상 중 청동기나, 금동 향로, 철기, 금 세공, 금속 활자, 유기 등 여러 가지 금속 전시물과 서로 연계해서 보면 발달상도 볼 수 있고 각 금속의 특성도 비교할 수 있어서 또 다른 재미를 준다.

관련 웹사이트

관련 웹사이트는 각 전시물과 관련된 다른 박물관이나 기관, 연구기관 등의 홈페이지를 표시하였다. 해당 홈페이지를 방문하거나 국립민속박물관 대신 방문할 수 있다.

추가 설명이나 관련되는 이야기

본문 옆에 있는 날개는 추가 설명이나 관련되는 이야기를 제시하였다.

2.3 전국의 민속 관련 박물관

각 지역별로 민속박물관과 역사 유물을 전시한 국립박물관이 분포해있다. 또한 크고 작은 공사립 박물관이 많이 있으나 지면 관계상 다 실지 못하였다. 지역의 박물관을 찾고 싶으면 국가문화유산종합정보서비스(<http://www.heritage.go.kr/>)에서 검색할 수 있다.

전국의 민속 관련 소장품이 있는 박물관

강원	삼척시	삼척시립박물관	http://www.scm.go.kr
강원	원주시	원주시립박물관	http://www.wonjumuseum.or.kr
경기	수원시	경기대학교박물관	http://museum.kyonggi.ac.kr
경남	의령군	의령박물관	http://www.uiryeong.go.kr/other/bak/main/
경북	대구시	국립대구박물관	http://daegu.museum.go.kr
경북	청송군	청송민속박물관	http://www.cs.go.kr/03/station/tour06.asp
경북	구미시	금오민속박물관	http://www.geumofm.net
경북	안동시	안동민속박물관	http://www.adfm.or.kr/
경북	포항시	영일민속박물관	http://paperya.cafe24.com/
서울	종로구	짚풀생활사박물관	http://www.zipul.com
서울	도봉구	옹기민속박물관	http://onggimuseum.org
전남	광주시	광주민속박물관	http://www.kwangjufolk.go.kr/
전북	익산시	원광대학교박물관	http://museum.wonkwang.ac.kr/
전북	김제시	동진수리박물관	http://www.karico.co.kr/project/dongjin/intro.htm
전북	전주시	국립전주박물관	http://jeonju.museum.go.kr
제주	제주시	제주민속자연사박물관	http://museum.jeu.go.kr
충남	공주시	공주민속극박물관	http://www.folkdrama.net
충남	아산시	온양민속박물관	http://www.onyangmuseum.or.kr
충남	대전시	대전광역시향토사료관	http://museum.metro.daejeon.kr/
충북	충주시	충주박물관	http://www.cj100.net/sub06/frame06.html

금속, 도자기 유물이 있는 박물관

강원	춘천	국립춘천박물관	http://chuncheon.museum.go.kr/
경남	김해시	국립김해박물관	http://gimhae.museum.go.kr
경남	진주시	국립진주박물관	http://jinju.museum.go.kr
경북	경주시	국립경주박물관	http://gyeongju.museum.go.kr
서울	용산구	국립중앙박물관	http://www.museum.go.kr
전남	광주시	국립광주박물관	http://gwangju.museum.go.kr
제주	제주시	국립제주박물관	http://jeju.museum.go.kr
충남	부여군	국립부여박물관	http://buyeo.museum.go.kr
충남	공주시	국립공주박물관	http://gongju.museum.go.kr
충북	청주시	국립청주박물관	http://cheongju.museum.go.kr

농업 관련 유물이 있는 박물관

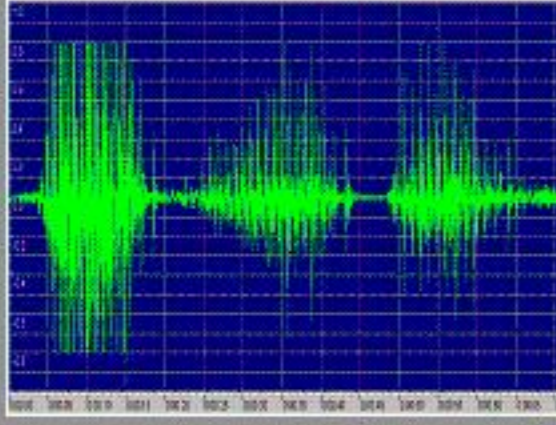
서울	강동구	농업박물관	http://museum.nonghyup.com/
전남	영암군	전라남도농업박물관	http://www.jam.go.kr/

과학기기 관련 유물이 있는 박물관

서울	중구	궁중유물 전시관	http://www.royalmuseum.go.kr
서울	광진구	세종대왕기념관	http://arachne.sejong.ac.kr/museum/

국악기 관련 유물이 있는 박물관

서울	서초구	국립국악박물관	http://www.ncktpa.go.kr/walk3.htm
서울	광진구	세종대왕기념관	http://arachne.sejong.ac.kr/museum/



제 3 장

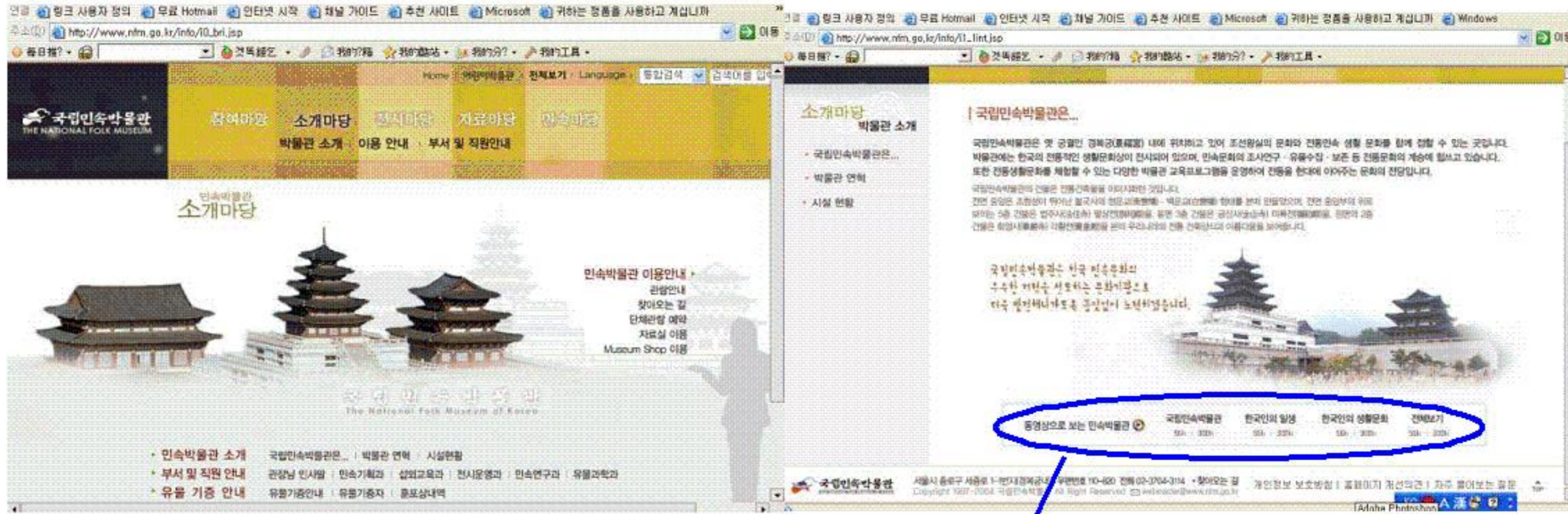
과학탐방 사전 지도의 실제

3.1 국립민속박물관 과학탐방 활동 소개

국립민속박물관 소개

다음의 국립민속 박물관 홈페이지를 활용한다.

<http://www.nfm.go.kr/>



다음 내용의 영상물을 내려 받아 활용할 수 있다.

영상물 내려받는 국립민속박물관 웹사이트 http://www.nfm.go.kr/info/il__1int.jsp

영상물의 내용과 길이

국립민속박물관 소개	약 5분
한국인의 일생	약 7분
한국인의 생활문화	약 5분

국립민속박물관 전시실 소개

다음의 국립민속박물관 홈페이지를 활용한다. http://www.nfm.go.kr/exhi/e0_bri.jsp

국립민속박물관 전체 지도



제1전시실



제2전시실



제3전시실



야외 전시



국립민속박물관 과학 탐방에서 해야 할 일

학생들에게 이번 국립민속박물관 과학탐방 목적과 탐방 중 해야 할 일을 명시한다. 탐방의 목적과 해야 할 일은 교사의 의도에 따라 달라질 수 있다. 다음은 몇 가지 가능한 예시이다.

단원 중심 탐방의 예: 지각의 물질

- 국립민속박물관 탐방 목적: 돌은 선사이래로 인류가 사용해온 중요한 자재 중의 하나일 뿐 만 아니라 가장 먼저 사용한 자재이다. 구석기 시대로 오늘날에 이르기까지 우리 주변에서 어떻게 암석을 이용했는지, 그리고 그렇게 암석을 이용하게 된 암석의 특징은 무엇인지 알아보자.
- 관련 단원: 7학년 지각의 물질
- 관련 전시물: 4-2. 선사시대의 생활상 뎀석기와 간석기
4-3. 청동기 시대의 생활상, 간석기, 청동기의 주물
4-6. 신라의 유리공방 중 곡옥 주물
5-3. 고대의 농기구 중 돌보습, 반달돌칼
5-7. 방아기구 중 맷돌, 방아공이
5-8. 온돌, 구운돌 그리고 구들
5-12. 두부만들기와 소주고리 중 풀매
6-2. 문방사우 중 벼루
- 해야 할 일: 해당 전시실에서 관련되는 전시물을 찾고 전시물의 이름, 용도, 그리고 사용된 암석의 종류와 특성을 짚지어 본다.

주제 중심 탐방의 예: 열과 불 다루기

- 국립민속박물관 탐방 목적: 열과 불을 잘 다루는 것은 인류가 문화를 일으키는데 굉장히 중요한 역할을 하였다. 특정한 용도의 물질을 얻거나 냉난방을 위해 온도는 높이거나 낮추는 일이 필요하다. 이와 관련하여 온도에 따른 물질의 상태, 열전도율, 부피 팽창 등을 이해하는 것도 필수적이다. 불을 발견한 구석기 이후로 인류는 필요한 온도를 얻기 위해서 어떻게 불과 물질을 다루어 왔는지 알아보자.
- 관련 단원: 3학년 온도재기, 4학년 열의 이동, 4학년 열에 의해 물체의 온도와 부피의 변화, 5학년 에너지, 6학년 촛불 관찰, 9학년 물질변화에서의 규칙성, 9학년 물의 순환과 날씨 변화

- 관련 전시물: 4-3. 청동기 시대의 생활상, 토기굽기와 청동녹이기
4-5. 가야의 야철공방, 풀무질하기
4-7. 고려청자 문화실, 청자소성하기
5-6. 침선구, 인두와 다리미
5-8. 초가삼간, 문풍지
5-9. 온돌, 구운돌, 구들
5-10. 등화구, 참기름 등잔, 조족등, 촛불
5-11. 장독대, 날씬한 새우젓독, 배불퓀이 된장독
5-12. 두부만들기와 소주고리 중 소주고리
- 해야 할 일: 해당 전시실에서 관련되는 전시물을 찾고 각 경우에서 필요한 온도를 어떻게 얻었는지 알아보자.

개방적 탐구 중심 탐방의 예: 개방적 탐구 문제 찾기

- 국립민속박물관 탐방 목적: 평소 궁금하거나 관심있는 대상을 찾고 그 대상과 관련된 개방적 탐구 문제를 탐색한다.
- 관련 단원: 관심 분야
- 관련 전시물: 관심 분야
- 해야 할 일: 학생들이 각자 관심있는 전시물을 찾고, 그 전시물에 대한 탐구문제 만들기

국립민속박물관 과학 탐방 중 주의 사항

탐방 시 준비물

- 학생증
- 기록할 종지와 연필
- 가능한 경우는 사진기 (사진은 허용된 구역 안에서만 찍는다)
- 국립민속박물관 안내 지도 (현관로비에서 받을 수 있다)

모이는 장소 및 시간 약속

- 모이는 시간과 장소를 숙지하고 철저히 지킨다.
- 선생님이 지정한 곳을 벗어나는 장소는 별도의 허락 없이 가지 않도록 한다.
- 교사의 휴대전화번호 및 학교 과학실 전화번호를 가르쳐주어 비상시 연락하게 한다.
- 휴대전화를 가지고 있는 학생들을 중심으로 비상연락망을 작성한다.

탐방 시 주의점

- 국립민속박물관은 외국 관람객이 많으므로 자긍심을 가지고 품위있게 행동한다.

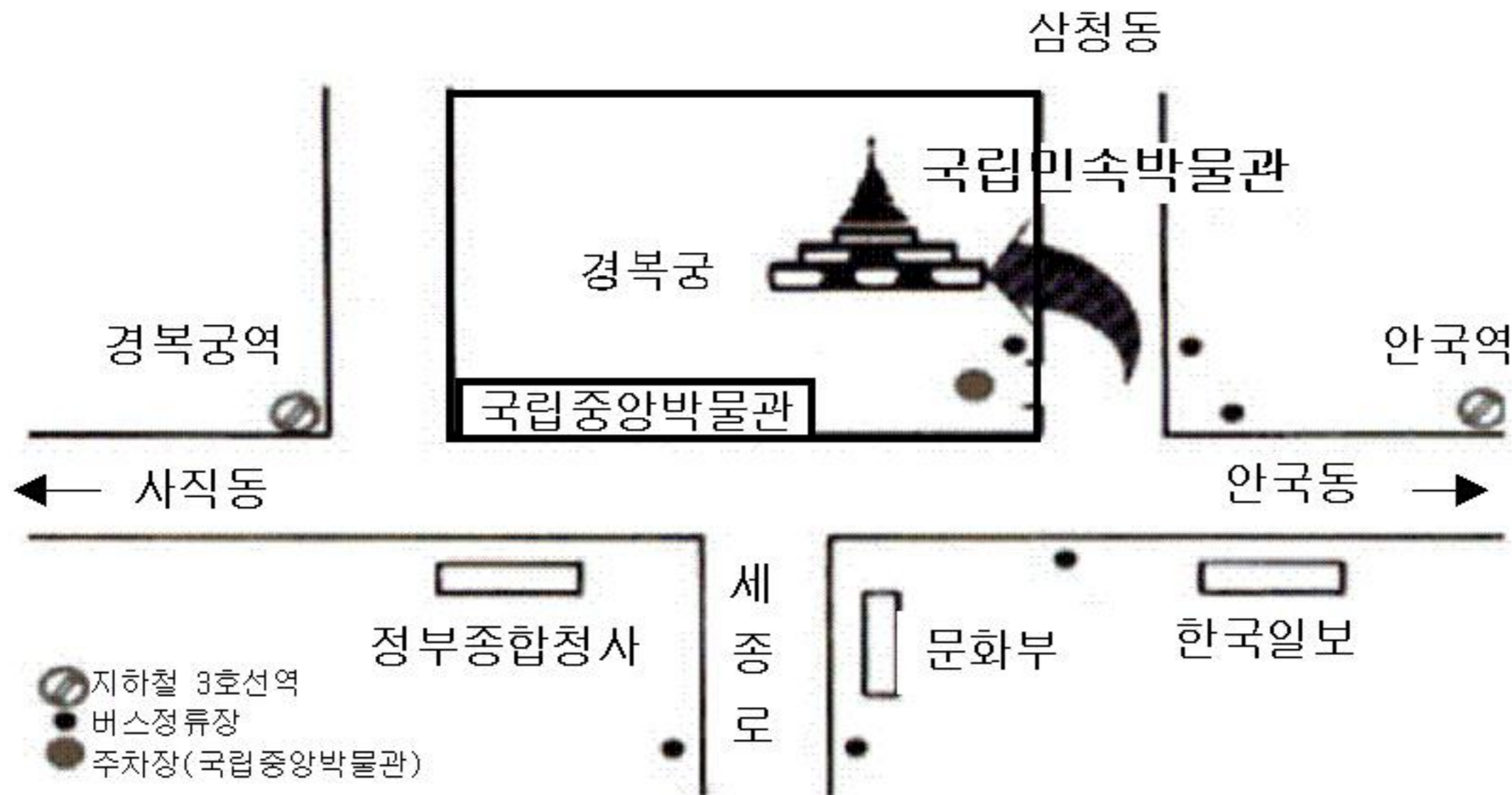
정해진 관람방향을 따라 이동한다.

갑자기 서거나 뛰거나 큰 소리를 내지 않는다

전시실 안의 제한된 구역에 손이 닿으면 경보음이 나므로 전시물에 손을 대지 않는다.

개별 이동 시 위치 및 교통 안내

국립민속박물관 약도



전화: 02-3704-3114

주소: 서울시 종로구 세종로 1-1번지 (경복궁 내) (우) 110-820

교통: 지하철 3호선 경복궁역 5번 출구, 또는 안국역 1번 출구
지하철 5호선 광화문역 2번 출구

3.2 동기 유발 활동

학생들의 동기 유발을 위하여 다음과 같은 활동을 사전에 할 수 있다.

옛이야기 수집하기: 할머니께서 들려주신 이야기나 동화책 등에서 궁금한 점을 찾는다.

예1) 방아공이는 참나무로 만든 것과 소나무로 만든 것이 있지

예2) 보리방아는 퐁퐁퐁하고 찢었지

예3) 옛날에는 호롱불의 심지를 돋우면서 책을 읽었지

우리 민속의 중요성에 대해 생각해보기: 활동지 3-1, 활동지 3-2

재미있게 생긴, 처음 본 듯한 전시물 이름과 기능 맞추기: 활동지 3-3, 활동지 3-4



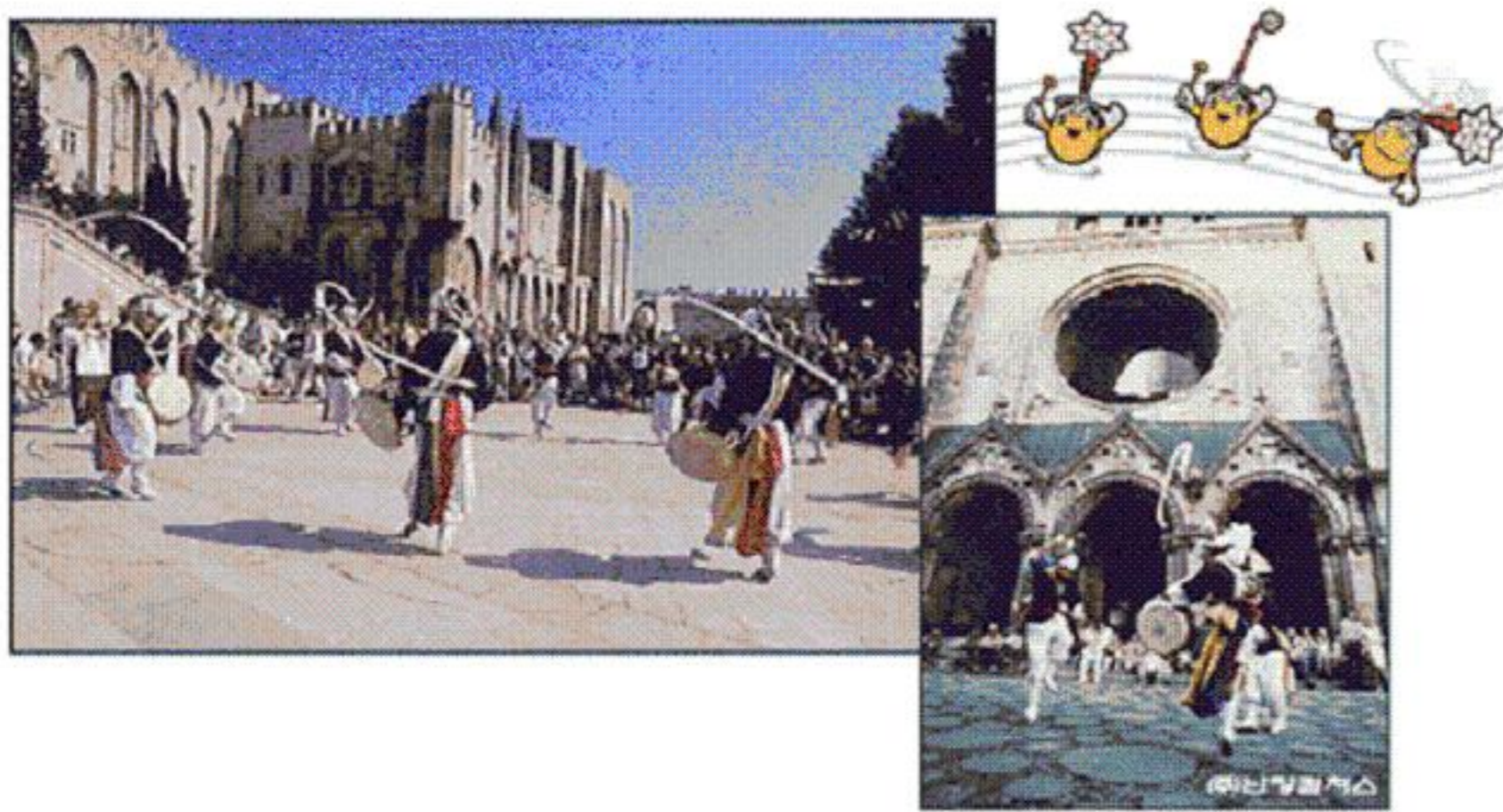
3-1. 우리가 옛것을 왜 알아야 하는가?

[관련 전시물 : 전체 및 영상자료]

()년 ()월 ()일 ()학년 ()반 ()번 이름 ()

다음의 글을 읽고 첨단 과학 기술 시대에 사는 우리가 옛것을 알아야 하는 이유에 대해 생각해보자.

정보통신 기술의 발달로 점점 더 국제화가 가속되고 있는 21세기에 서 수 백 년 전, 심지어는 수 천 년전에 우리의 선조들이 살았던 모습이 왜 중요할까? 그것은 자신의 고유성을 전문적으로 지켜나가지 않으면, 정보의 확대 재생산이 아주 짧은 시간 안에 이루어지는 세계 속에서 경쟁력을 가지기 어렵기 때문이다. 사람들이 생명을 유지하는데 기본적으로 필요한 것은 수 천 년 전이나 현대나 크게 다르지 않다. 그것은 바로 먹을 것, 구한 먹을 것을 먹기 쉬운 상태로 만드는 기구, 추위나 더위로부터 몸을 보호할 수 있는 집과 의복이다.

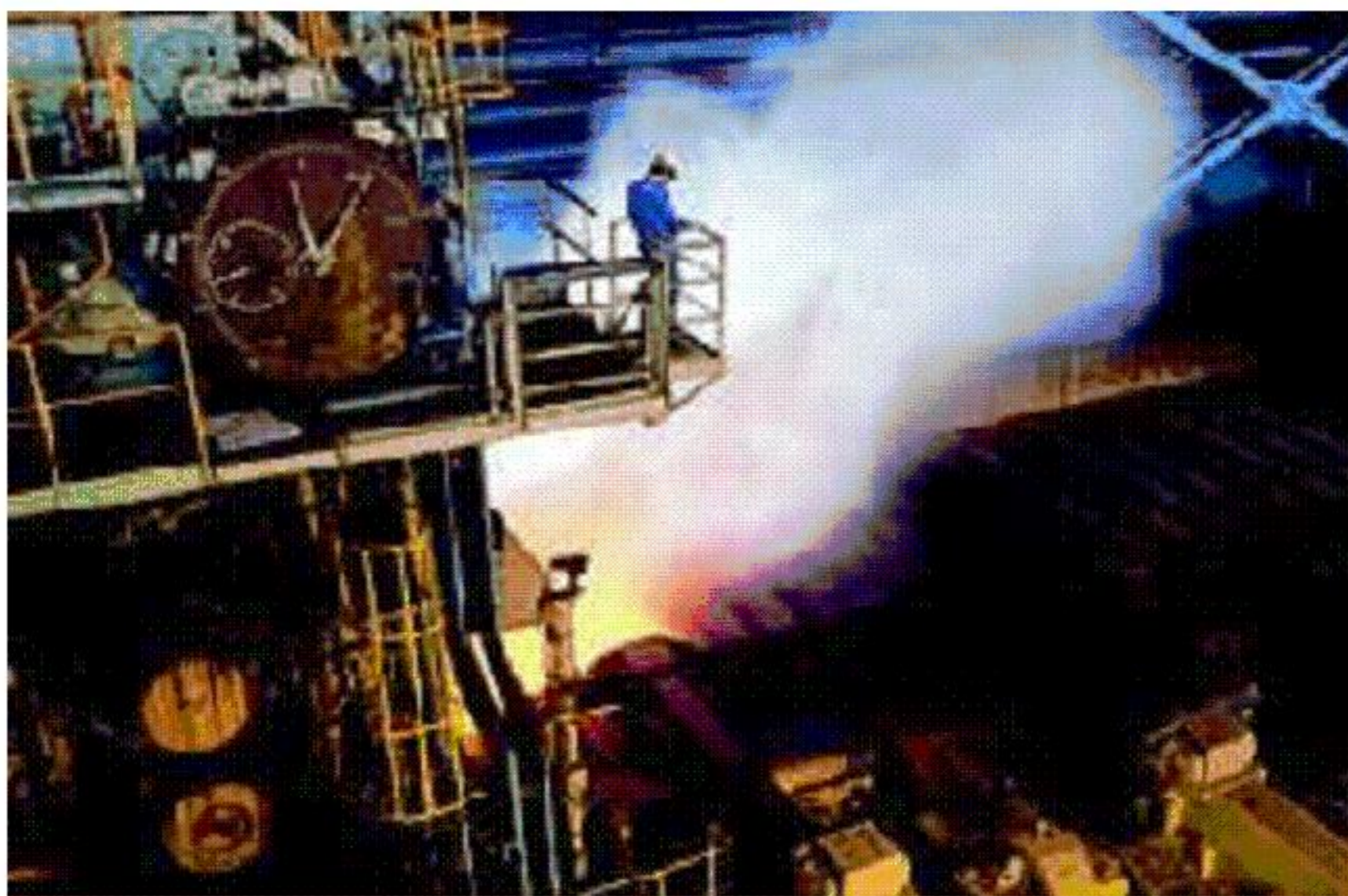


전통 소리를 현대의 감각에 맞게 재창조해 새로운 소리로 세계적으로 각광받고 있는 사물놀이



균형잡힌 건강식으로 각광받고 있는 비빔밥

오늘날 우리는 스위치 하나만 누르면 거의 모든 것을 해결할 수 있으나 조상들은 일일이 모든 것을 가내수공업적으로 해결해야 했다. 오늘날과 비교하여 볼 때, 중간과정도 복잡하고 효율도 별로 좋지는 않지만, 그 속에는 한반도의 기후와 환경에 적응하여 삶을 꾸려 왔던 조상들의 슬기가 묻어 있다. 그리고 그 중에는 오늘날의 과학기술로도 재현할 수 없는 멋진 것이 얼마나 많은가? 자, 이제 옛날이야기 속에서 듣던 도구와 방법들을 실제로 관찰하고 탐구하여 나의 과학 실력도 높이고 조상들의 슬기로부터 새로운 것을 창조해 보도록 하자.



포항제철에서 제품을 생산하는 모습



진천 석장리 원형 제철로



삼국시대의 말얼굴 가리개



3-2. 옛날과 오늘날

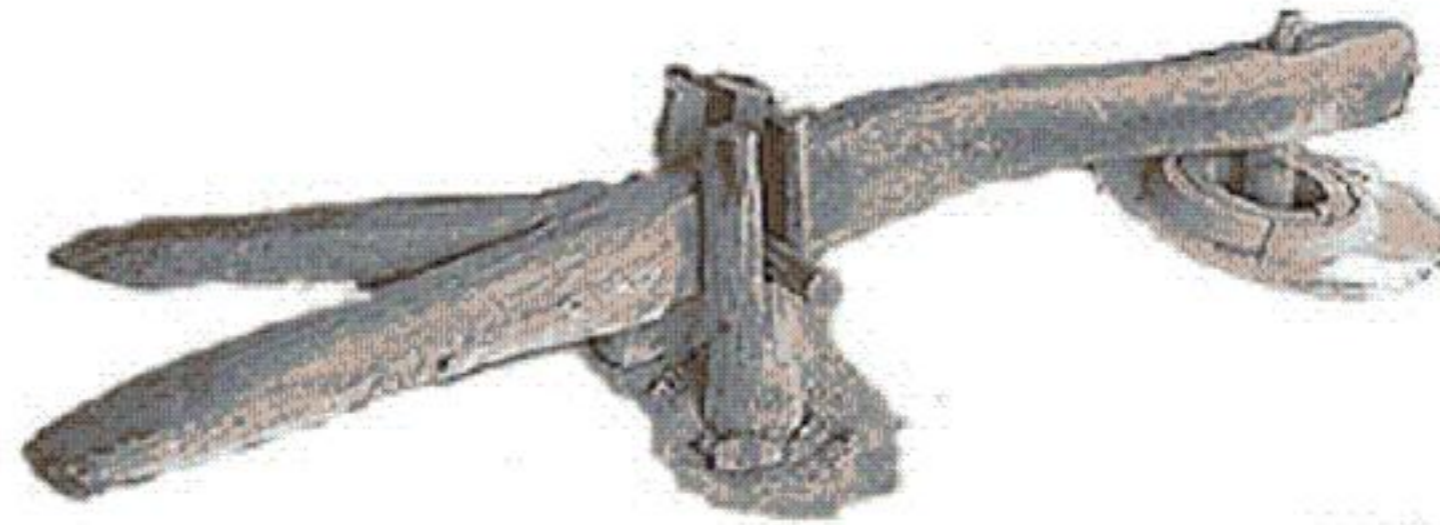
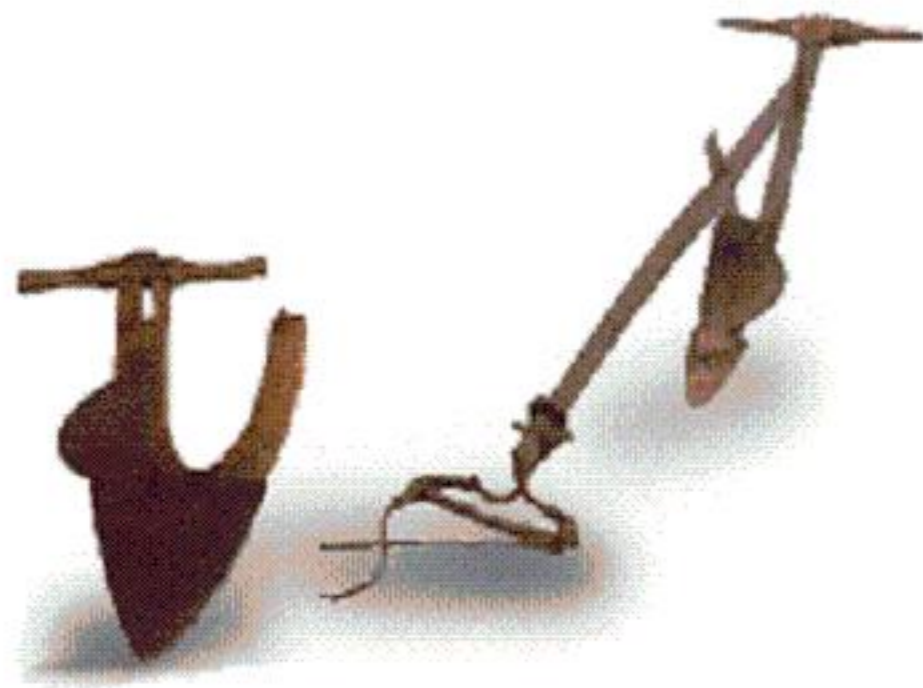
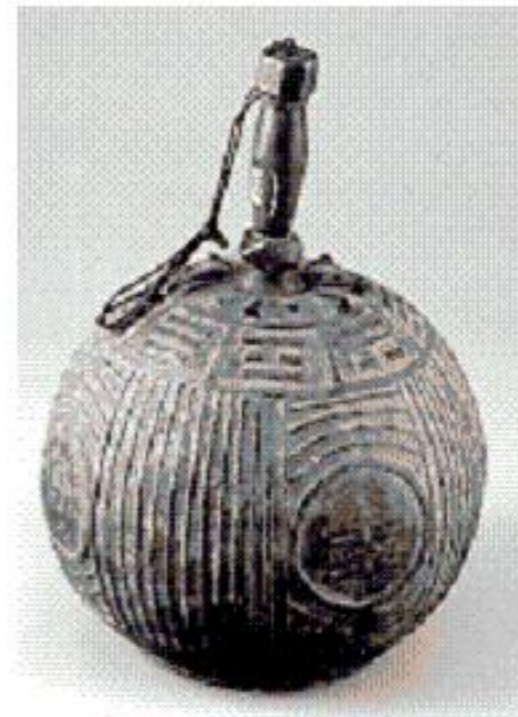
[관련 전시물: 전체 및 영상자료]

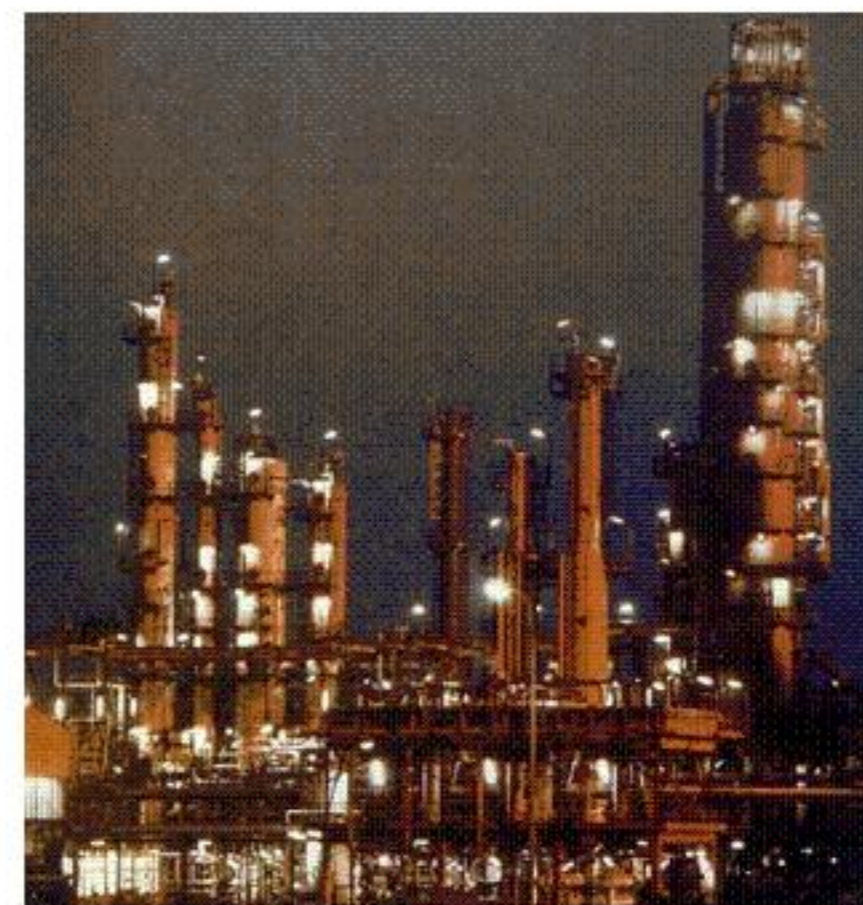
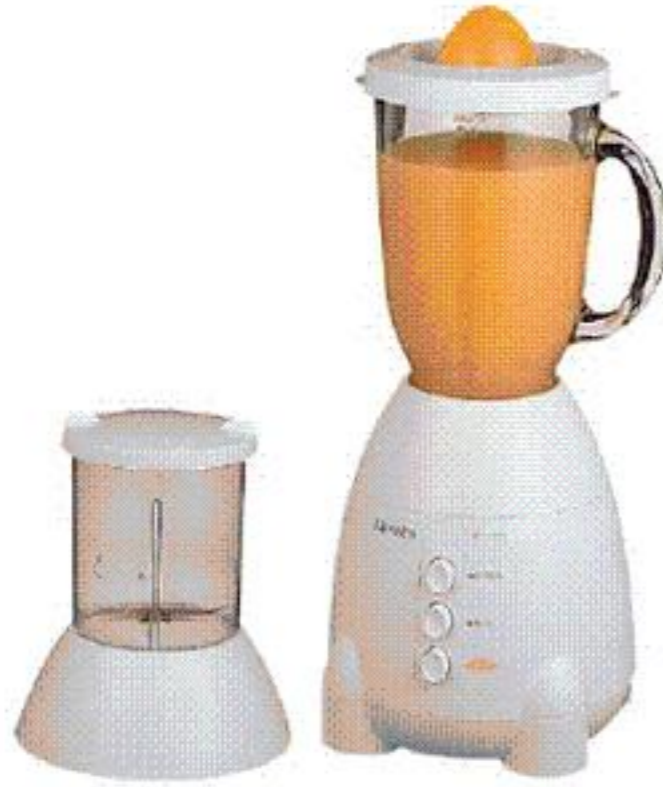
()년 ()월 ()일 ()학년 ()반 ()번 이름 ()

다음에 나오는 물건의 이름과 오늘날 이와 유사하게 쓰이는 물건을 맞추어 보자.

옛날 것의 이름

1. 갈판과 갈돌
2. 낫
3. 금속활자조판
4. 오석평일구
5. 쟁기
6. 디딜방아
7. 인두, 다리미
8. 조족등
9. 김치독
10. 소주고리
11. 황동척
12. 대저울





오늘날의 것

1. 전기믹서
2. 콤팩인
3. 컴퓨터 조판
4. 전자시계
5. 트랙터용 쟁기
6. 정미기
7. 다리미
8. 손전등
9. 김치냉장고
10. 증류탑
11. 표준자
12. 전자저울



3-3. 무슨 보물인가?

[관련 전시실 : 제1전시실, 제2전시실 제3전시실]

()년 ()월 ()일 ()학년 ()반 ()번 이름 ()

다음은 국립민속박물관에서 만날 수 있는 전시물이다. 각각의 이름과 쓰임새를 추측해보자.

1. 알아맞히기

옆의 사진에 있는 것은 제1전시실에 있는 전시물 중 하나이다.

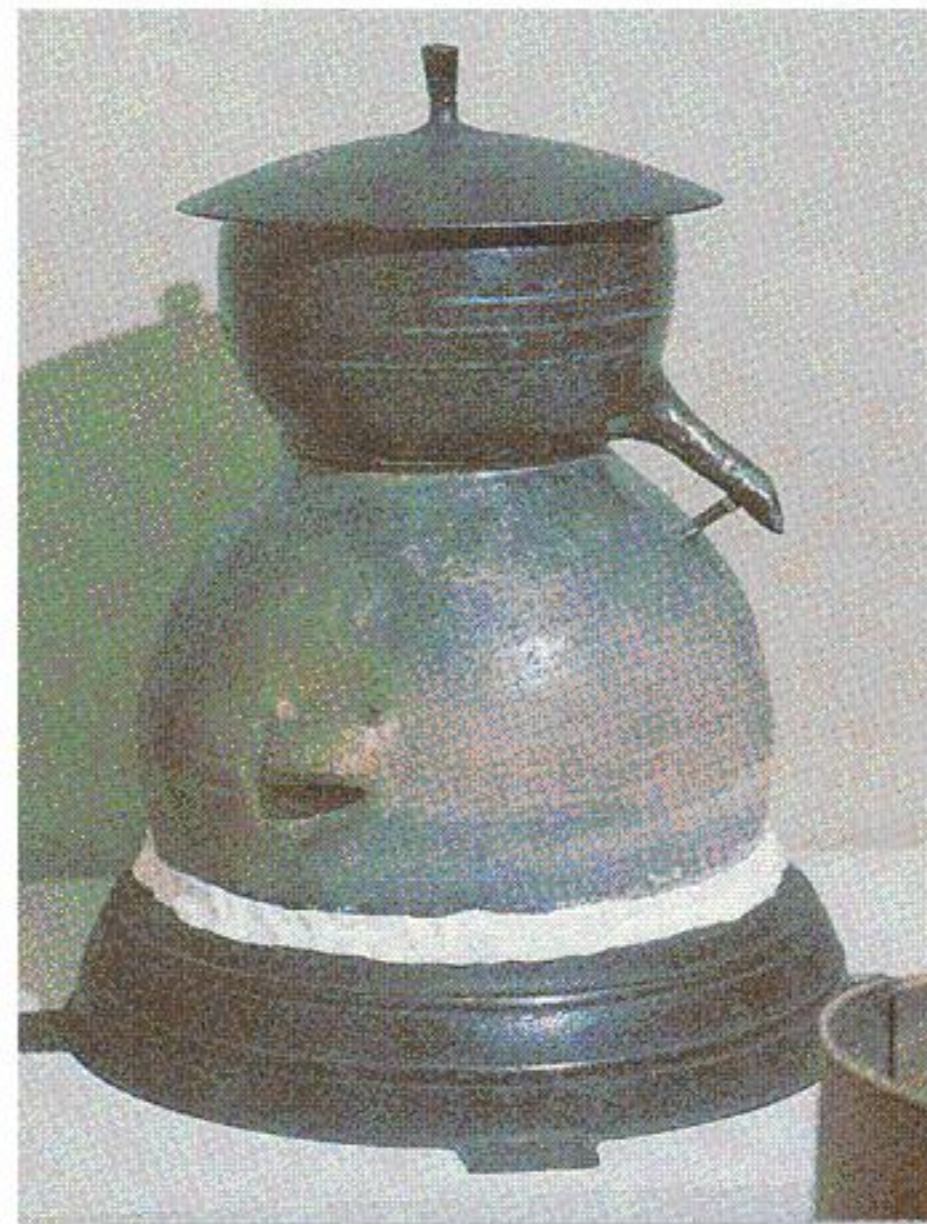


가. 이름은?

나. 무엇에 사용했을까?

2. 알아맞히기

옆의 사진에 있는 것은 제2전시실에 있는 전시물 중 하나이다.



가. 이름은?

나. 무엇에 사용했을까?

3. 알아맞히기

옆의 사진에 있는 것은 제3전시실에 있는 전시물 중 하나이다.



가. 이름은?

나. 무엇에 사용했을까?

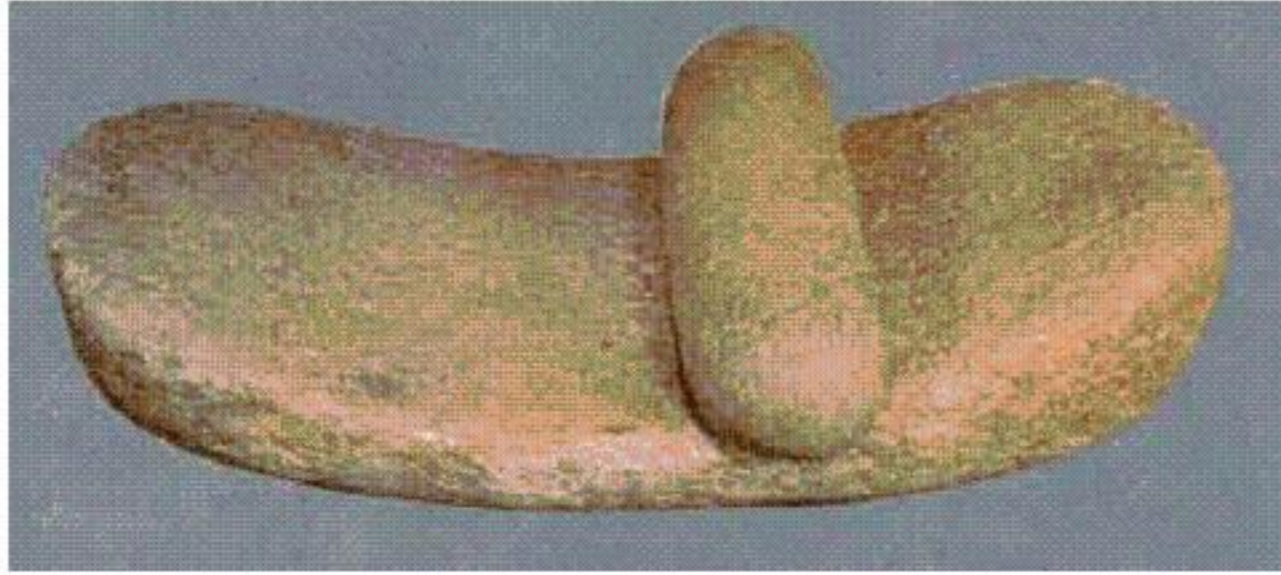


3-4. 돌로 만든 보물찾기

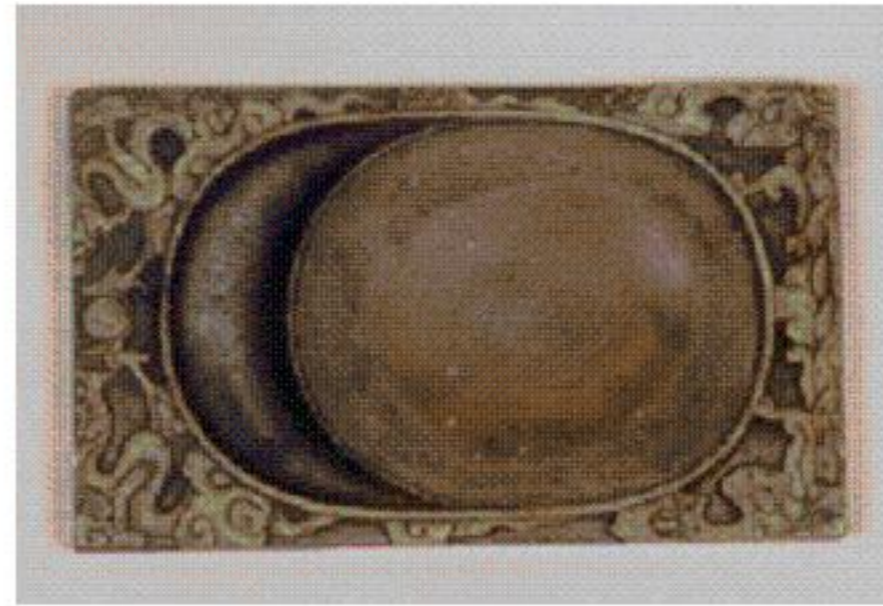
[관련 전시실 : 제1전시실, 제2전시실, 제3전시실]

()년 ()월 ()일 ()학년 ()반 ()번 이름 ()

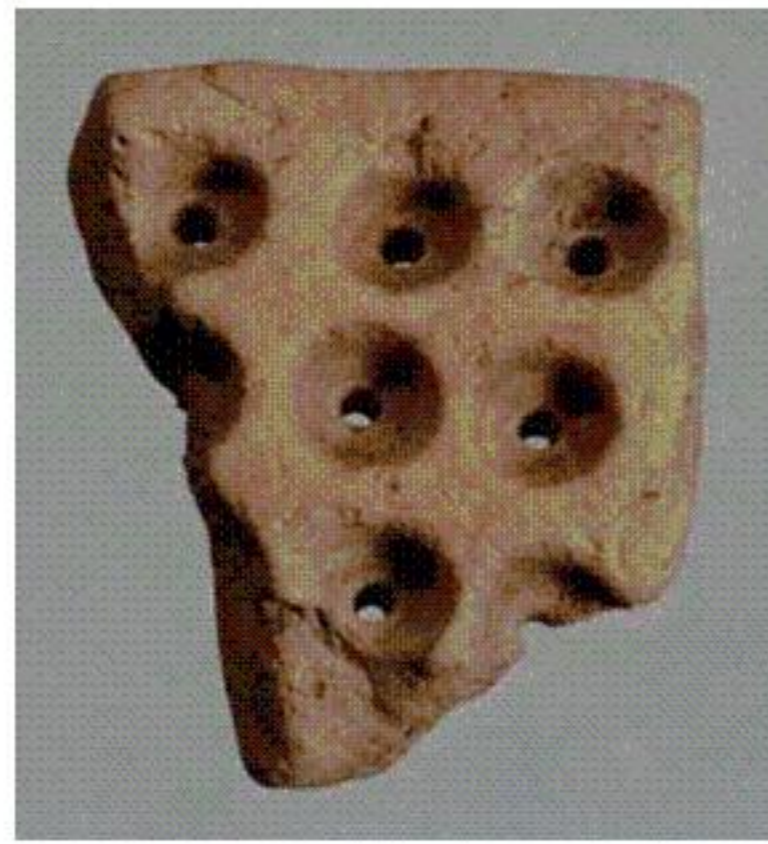
다음은 모두 돌로 만든 도구들이다. 각각의 이름과 용도는 무엇일까?
어떤 종류의 돌로 만들었을까?



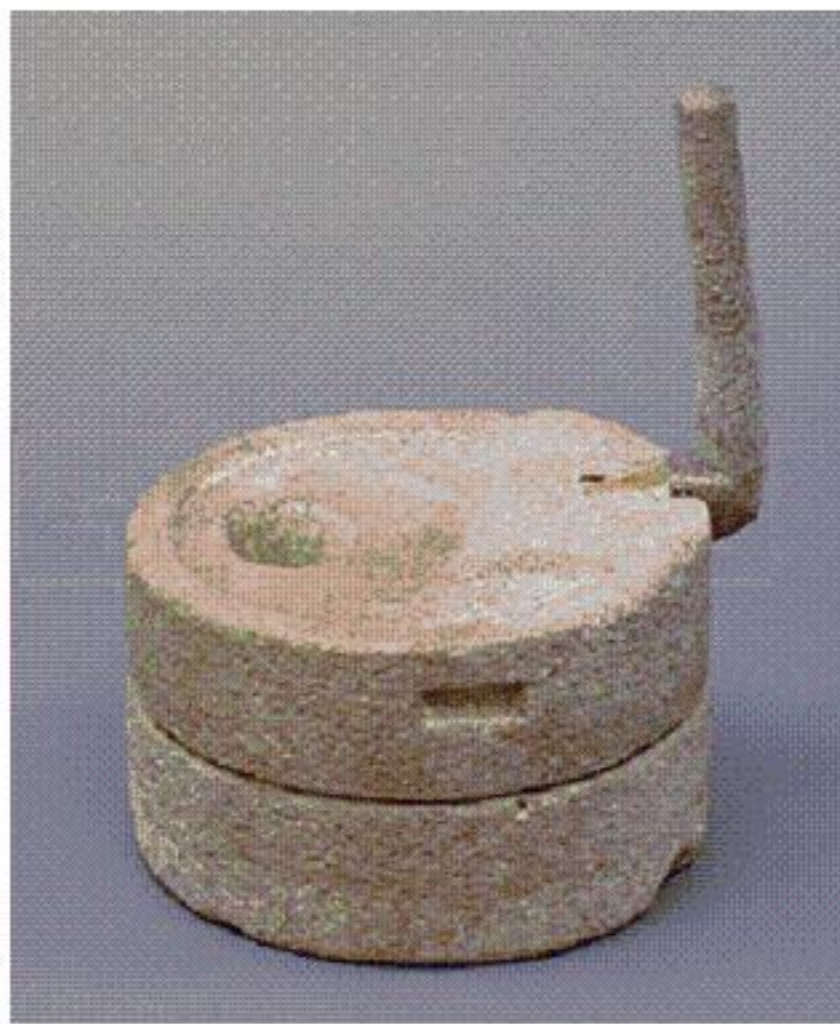
갈판과 갈돌(온천 운하리 궁산 유적)⁵⁹⁾



벼루¹⁾



백제의 유리구슬 거푸집²⁹⁾



풀매¹⁾



디딜방아의 돌촉 공이⁶⁰⁾

3.3 국립민속박물관 가상 체험

가상체험관 입장

다음의 웹사이트에서 국립민속박물관 가상체험을 할 수 있다. 안내하는 대로 실행파일을 내려받기 하고 등록을 하면 원하는 전시실과 전시물을 가상 관람할 수 있다. 가기전에 흥미 유발로 가상체험을 하는 것도 좋지만, 한번 탐방을 하고 나면, 학생들 머리 속에 어디에 무엇이 있는지 지도가 그려지므로 가상체험을 보다 효과적으로 이용할 수 있다

http://www.nfm.go.kr/exhi/e5_1cybe.jsp

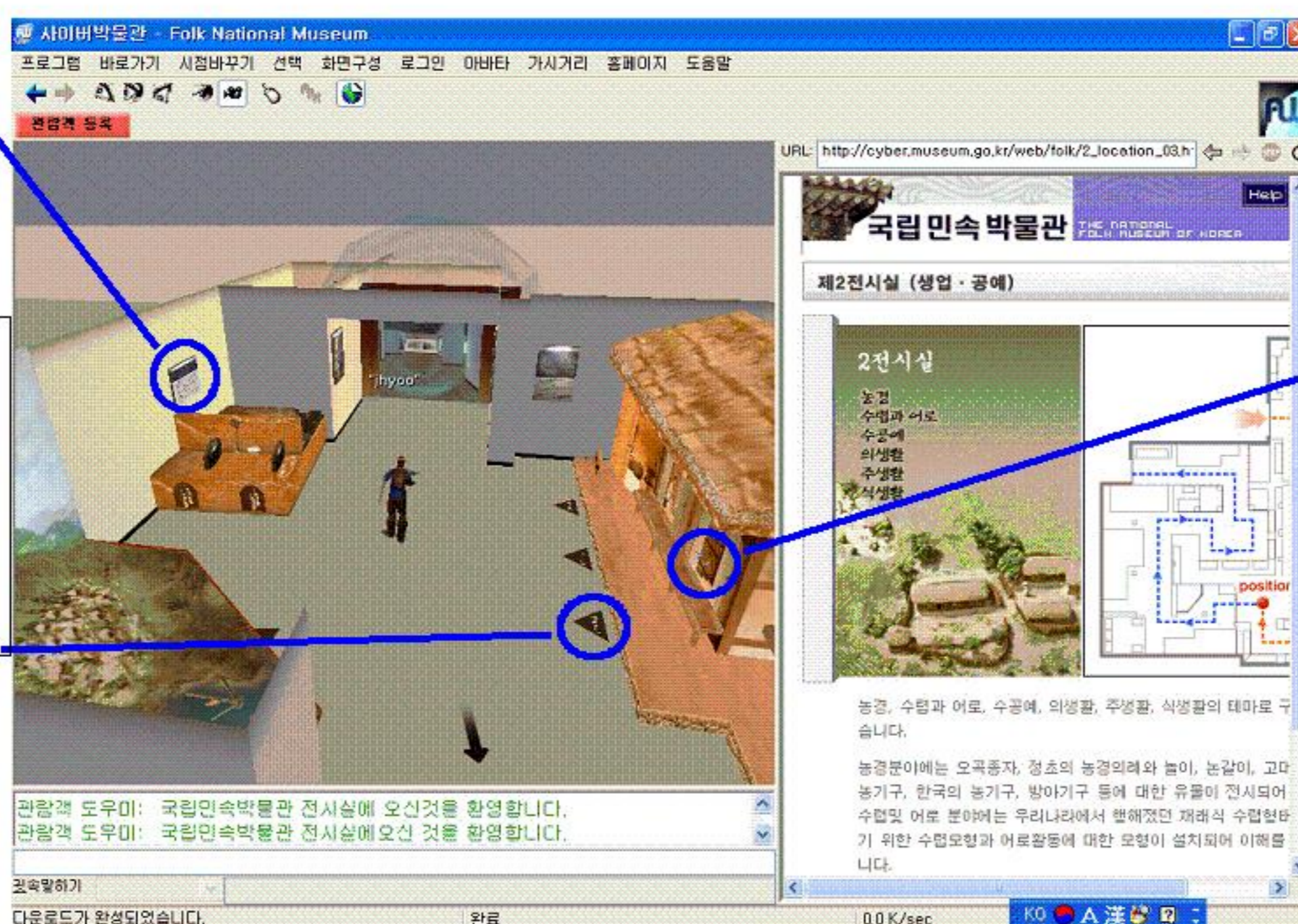
가상체험 시작창



전시물 가상 체험

벽에 있는 판넬을 누르면 판넬 내용이 오른쪽 화면에 나온다.

본신이 검정색 삼각형 패널 앞에 서면 전시물에 대한 안내가 오른쪽 화면에 나온다.



전시물 위에 있는 보라색 표지를 누르면 해당 전시물 안내가 나온다.

제 2 부 국립민속박물관 과학탐방의 현장지도

제 4 장 제1전시실, 한민족 생활사 과학탐방 지도

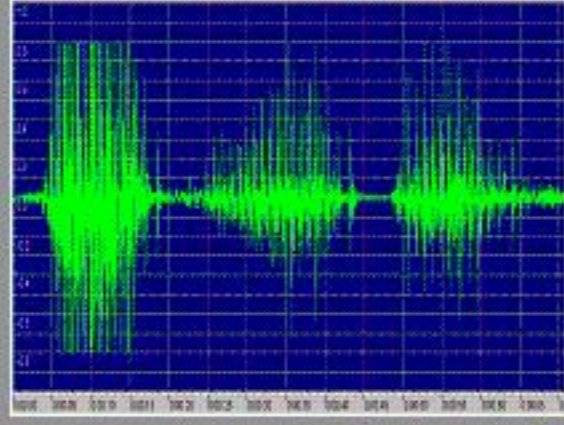
- 4-1. 고대의 소리
- 4-2. 선사시대의 생활상
- 4-3. 청동기 시대의 생활상
- 4-4. 백제의 공예 공방
- 4-5. 가야의 야철 공방
- 4-6. 신라의 유리 금속 공방
- 4-7. 고려청자문화전시실
- 4-8. 고려와 조선의 인쇄문화
- 4-9. 조선시대의 과학

제 5 장 제2전시실, 한국인의 생업과 의식주 과학탐방 지도

- 5-1. 오곡종자
- 5-2. 논갈이, 벼와 잡초의 경쟁
- 5-3. 고대의 농기구
- 5-4. 한국의 농기구
- 5-5. 방아기구
- 5-6. 침선구
- 5-7. 신발류
- 5-8. 초가삼간
- 5-9. 온돌, 구운 돌 그리고 구들
- 5-10. 촛대와 등잔
- 5-11. 장독대
- 5-12. 두부 만들기와 소주고리

제 6 장 제3전시실, 한국인의 일생 과학탐방 지도

- 6-1. 출생, 삼신상과 금줄
- 6-2. 문방사우
- 6-3. 거래 관행과 도량형
- 6-4. 국악기, 풍류와 과학

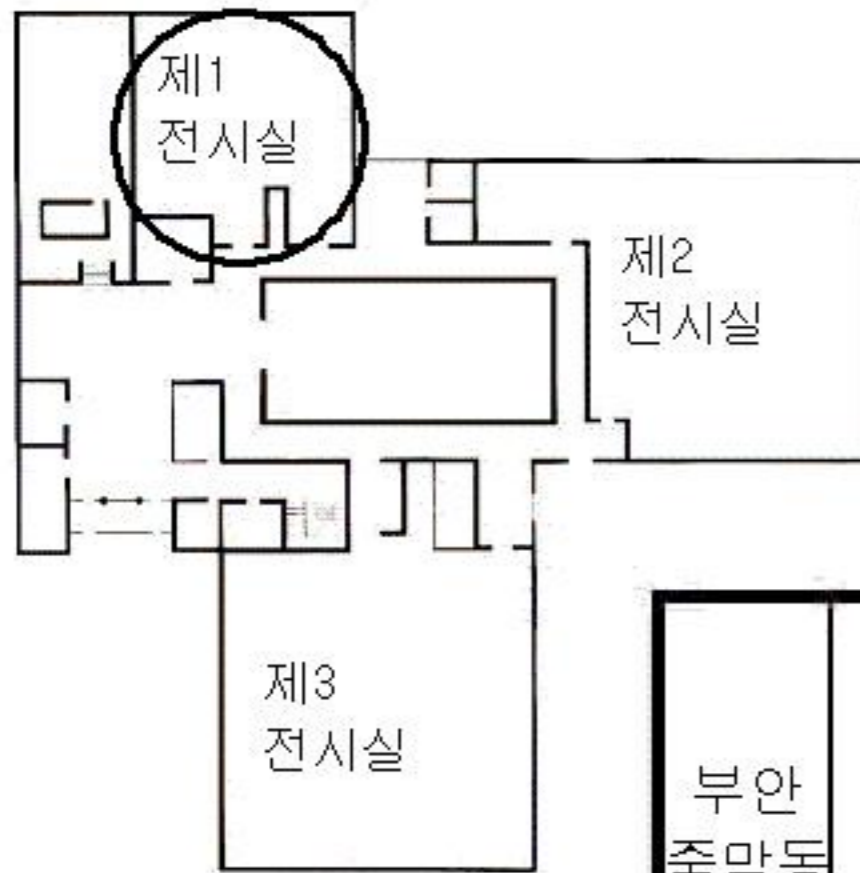


제 4 장

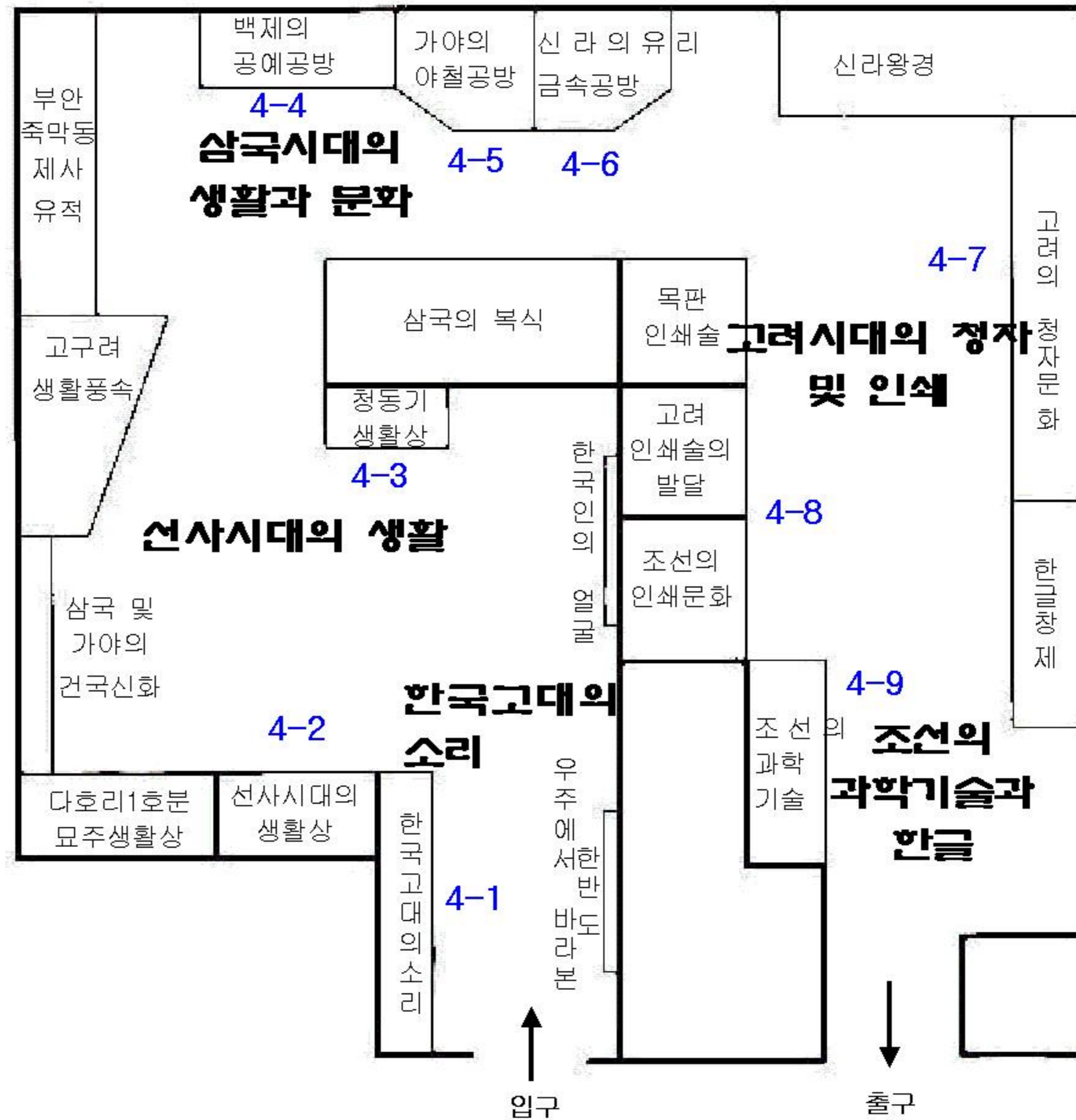
제1전시실, 한민족 생활사 과학 탐방 지도

제1전시실, 한민족 생활사

제 1 전시실의 지도



한민족 생활사를 주제로 한 제1전시실에는 우리 민족이 한반도에 자리 잡은 선사시대부터 조선시대에 이르기까지 주요 생활상을 복원하여 전시하고 있다.



제1전시실, 한민족 생활사 과학탐방 지도자료 개요

4-1. 고대의 소리

우리나라 종소리와 서양 종소리가 다른 점을 구분하고 그 이유를 종의 구조로 설명할 수 있다. 유리잔을 사용하여 종소리의 진동에 대해 설명할 수 있다.

4-2. 선사시대의 생활상

석기 시대에 식량을 얻기 위해 사용한 농경, 어로 및 사냥 도구들을 볼 수 있으며, 필요한 연모를 만들기 위해 적절한 돌의 특성을 이용하였음을 볼 수 있다. 또한 국사 시간에 배우는 빗살무늬토기와 민무늬토기의 모양을 비교하고 사용한 토기의 변화가 시사하는 농경의 발달상을 설명할 수 있다.

- 학생용 활동지: 석기와 돌

4-3. 청동기 시대의 생활상

따비를 이용하여 농사짓는 장면, 청동 녹이기와 거푸집을 사용하여 청동기 만드는 장면, 노천에서 민무늬토기 굽기, 장방형과 원형의 집자리 등 청동기 시대의 다양한 생활상을 볼 수 있다. 녹는점이 낮은 청동기의 제작, 노천소성하는 민무늬토기에 대해 물질의 특성과 연관지어 설명할 수 있다. 집자리는 이후 온돌과 연계할 수 있다.

- 학생용 활동지: 구리와 주석, 그리고 청동

4-4. 백제의 공예 공방

단계별로 복원된 금동 향로의 제작 과정을 확인할 수 있으며, 마지막 단계인 청동 향로에 수은도금을 하는 방법을 현대의 전기 도금하는 방법과 비교하여 설명할 수 있다. 또한 상온에서 액체 상태인 수은을 이용한 수은도금법을 수은과 금의 녹는점과 끓는 점 등을 도입하여 설명할 수 있다. 금동향로의 제작과정은 혼합물의 성질 및 분리의 좋은 예라고 할 수 있다.

4-5. 가야의 야철 공방

가야의 야철 공방은 대장간에서 쇠를 부리는 모습을 복원한 모형과 철을 얻기까지의 과정을 그림으로 보여준다. 철광석을 녹여서 필요한 철강을 얻기까지의 과정을 혼합물의 분리와 물질의 반응성으로 설명할 수 있다. 또한 철의 강도에 대해 결정의 크기와 관련지을 수 있다.

4-6. 신라의 유리 금속 공방

국보급 보물인 금관의 두께와 장식품인 영락의 역할을 금의 전연성과 반사율로 설명할 수 있다. 금관에 장식으로 새겨진 점무늬, 점열이 장식으로서의 역할 뿐 만 아니라 금관을 똑바로 세우는 역할에 대해서 금속의 결정 구조와 관련하여 논의할 수 있다. 또한 곡옥과 관옥을 거푸집을 이용하여 만드는 과정을 복원된 모형으로 확인할 수 있다.

- 학생용 활동지: 청동, 철, 그리고 금과 은

4-7. 고려청자문화전시실

청자의 제작 과정을 확인할 수 있다. 청자를 굽기 전과 후의 자기가 전시되어 있으므로 굽기 전과 굽기 후의 색을 비교하고 색이 다른 이유를 철의 산화와 환원으로 설명할 수 있다. 또한 청자베개에서는 높은 온도에서 베개 안의 밀폐된 공기가 팽창하여 터지는 것을 방지하기 위한 구멍을 확인할 수 있다. 같은 철이온이 포함된 유약이라도 가마에서 구울 때 공기를 충분히 공급하면 붉은 색을 나타냄을 물질 변화의 규칙성과 관련하여 설명할 수 있다.

4-8. 고려와 조선의 인쇄문화

목판본, 금속활자, 목활자를 비교할 수 있으며, 목활자와 금속활자로 인쇄한 글자의 특징을 나무와 금속의 특징으로 설명할 수 있다. 또한 금속으로 인쇄하기 위해서 기름먹을 사용한 점을 물질의 특징으로 설명할 수 있다.

- 학생용 활동지: 목판인쇄, 금속활자, 목활자

4-9. 조선시대의 과학기술

석제평일구, 오석평일구, 양부일구 및 정남일구 등 다양한 해시계를 비교하고 석제평일구와 같이 단순한 형태로는 왜 정확하게 시간을 측정할 수 없는 지를 생각해보게 하고 이로부터 양부일구나 정남일구와 같은 복잡한 구조나 신법지평일구와 같은 곡면의 눈금이 필요하게 됨을 추론할 수 있다. 또한 정확한 시간 측정을 위한 장치를 지구의 공전 및 태양고도와 관련하여 설명할 수 있다.

- 학생용 활동지: 석제평일구에 그림자바늘을 찾아주자.
- 학생용 활동지: 정남일구로 어떻게 시간을 짚 수 있었을까?



4-1. 고대의 소리

물리영역: 7학년 파동과 소리

국사영역: 8학년 선사시대의 생활

⊕ 주의점

이 부분은 제1전시실의 입구로 관람객이 붐비는 장소이다. 따라서 긴 시간을 할애하기 보다는 학생들이 처음 보는 여러 모양에 관심을 나타내므로 이름과 모양 등을 연결하여 설명하는 정도로 도입한다.

제1전시실의 입구에는 쌍두령, 팔주령, 간두령 등 제사에 사용된 각종 방울과 범종의 모형 등이 전시되어 있다. 이러한 소리 유물의 구조는 심미적인 아름다움 뿐 만 아니라 비대칭성을 통해 낼 수 있는 소리의 특색과 관련지어 설명할 수 있다.

1 문화적 소양 넓히기



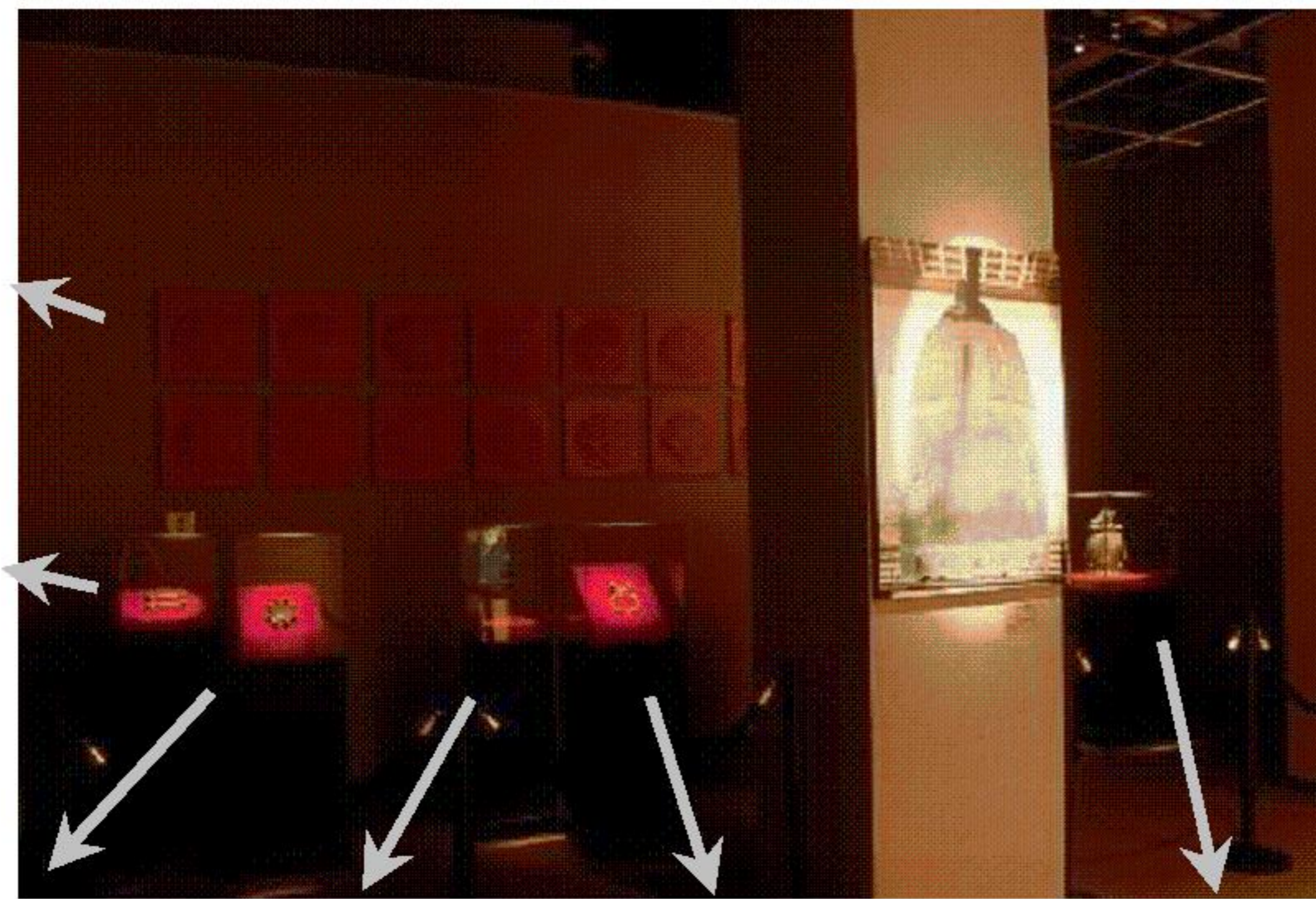
말방울²⁾



쌍두령³⁾



팔주령⁴⁾



간두령⁵⁾



환상쌍두령⁶⁾



범종⁷⁾

문화질문1. 팔주령, 쌍두령, 환상 쌍두령을 잘 관찰해보자. 각각 몇 개의 방울이 달려있는가? 방울의 수와 이름을 연관시켜보자.

쌍두령은 중앙부가 약간 부푼 기다란 막대의 양쪽 끝에 하나씩 두개의 방울을 달았다. 막대는 속이 비었고 중앙부에는 네모난 구멍이 나있다. 방울의 양쪽 면에는 작은 구멍이 뚫려 소리가 나도록 고안되었다. 팔주령은 팔각 청동판 끝에 각각 1개씩 여덟 개의 방울이 달린 제사용품이다. 여덟 개의 방울은 납작한 모양으로 표면에는 고사리 무늬를 대칭으로 새겼다. 환상쌍두령은 둥글게 휘어진 가지 양쪽에 방울이 달린 것으로 청동기 후기에 제사 의식에 사용된 것으로 추정된다.

⊕ 관련 웹사이트

<http://soundmasters.kaist.ac.kr/animation/bell/main.htm>

📌 **문화질문2.** 팔주령이나 쌍두령은 손에 쥐기 편하게 생겼으나 간두령(장대투 검방울)의 길쭉한 모습은 손에 쥐기보다는 다른 방식으로 사용하는 것이 편했을 것으로 추정된다. 간두령은 어떻게 사용하였을까?

간두령은 청동기시대의 제의용품 중 방울류에 속하며 장대의 끝부분에 꽂았던 것으로 추정된다. 속이 빈 포탄모양 장식인데 하부에는 테두리가 돌아가 있다. 내부에는 꼭대기에서 약 7cm쯤 아래쪽에 칸막이를 가로로 설치하고 방울소리를 내기 위한 청동으로 만든 방울알을 넣었다.

📌 **문화질문3.** 에밀레 종소리는 어떤 점에 세계적일까?

범종은 청동으로 주조한 종으로서 때를 알리거나 사람들을 불러 모을 때 사용한다. 세계에서 가장 아름다운 소리를 낸다는 에밀레종은 어린아이를 제물로 바쳤다는 슬픈 전설을 지니고 있다. 좋은 종소리는 종을 친 다음도 길게 여음이 남는 것을 말한다. 에밀레종을 만들 때 정말 어린아이를 제물로 바쳤는지는 알 수 없지만, 여음을 길게 내기 위해 우리나라의 종에는 몇가지 특이한 구조가 있다.

2 과학 시범과 질문

📌 **과학질문1.** 방울소리, 절에 있는 범종소리, 서양의 종소리 등을 흉내내어 보자. 또는 이를 나타내는 의성어를 찾아보면?

방울소리는 딸랑 딸랑, 범종 소리는 디디잉, 서양의 종소리는 팽팽팽. 방울소리나 서양의 종소리에 비해 한국의 범종은 맥놀이에서 비롯되는 긴 여음이 특징적이다.

📌 **과학시범1.** 매끈한 유리잔과 울퉁불퉁한 포도주잔을 문질러서 소리를 내보자. 어느 쪽이 소리를 내기가 쉬운가? 그 이유는 무엇이라고 생각하는가?

매끈하고 양질의 유리로 만들어진 포도주잔은 각 부분의 팽팽한 정도가 같아서 동일한 진동수에서 공명을 일으키나, 울퉁불퉁하거나 각 부분마다 유리의 밀도가 다르면 각 부분마다의 공명진동수가 다르기 때문에 동일한 진동수의 소리를 내지 못한다.

📌 **과학질문2.** 서양의 종은 사진처럼 사방이 매끈하고, 우리나라의 범종은 사방에 다른 무늬를 새겨놓아 대칭성이 깨지도록 만들었다. 이러한 구조의 차이는 소리를 내는데 어떤 차이를 가져오게 할까?

범종에서 소리가 길게 나기 위해서는 진동수가 비슷한 두개의 소리가 맥놀이를 일으켜야 한다. 범종에는 사방에 다른 무늬를 새겨놓아 한 진동수가 아니라 비슷한 두개의 진동수에서 공명하도록 하였다. 에밀레 종의 경우는 64.06 Hz와 64.38 Hz, 168.31 Hz와 168.44 등과 같은 비슷한 진동수의 두 소리가 맥놀이를 일으켜 여음이 끊일 듯이 끊이지 않으면서 길게 이어진다.

📌 포도주잔을 손으로 문질러서 진동시킬 때 주의점



포도주잔 문지르기

손을 먼저 깨끗하게 씻어서 기름기가 없게 하고 손에 물을 묻힌다. 아래 방향으로 힘을 주기보다는 바깥쪽으로 살살 문지른다. 처음에 잘 안되면 문지르는 속도를 변화시키면서 천천히 관찰한다.

📌 **매끈한 종과 울퉁불퉁한 종**



매끈한 자유의 종



울퉁불퉁한 성덕대왕신종^{하)}



4-2. 선사시대의 생활상

지구: 5학년 화산과 암석, 7학년 지각의 물질
국사: 8학년 선사시대의 생활

선사시대의 생활상에는 선사시대에 식량을 얻기 위해 사용한 농경, 어로, 사냥 및 가공과 보관 등과 관련된 유물들을 볼 수 있다. 숯을 사용하여 암석을 갈아 만든 석기의 제작은 암석의 특성과 관련지어 설명할 수 있다.

④ 관련 유적지

- 서울: 암사동 선사주거지
- 충청권: 둔산 선사유적지, 단양 금굴 구석기 유적지
- 호남권: 영암 장천리 선사유적지, 주암댐 지석묘군

④ 도움되는 사이트: 국가문화유산 종합정보시스템

<http://www.heritage.go.kr/>

② 잠깐 돌도끼로 나무를 베려면 시간이 얼마나 걸릴까?

돌도끼는 화강암, 섬록암 등 주로 굳은 돌로 만들었다. 돌도끼로 지름 5cm 인 소나무를 베는데 약 2분 정도 걸린다고 한다.

1 문화적 소양 넓히기



민무늬토기^㉞



빗살무늬토기^㉞



탄화미^㉞



갈판과 갈돌^㉞
(온천 운하리 궁산 유적)

② 문화질문1. 고고학 연구에서 과학은 어떤 역할을 할 수 있는가?

유물의 성분 속에 들어있는 방사성 탄소 동위원소인 ^{14}C 의 양을 측정하여 연대를 추정할 수 있다. 대기 중에 들어 있는 방사성 탄소 ^{14}C 와 보통 탄소 ^{12}C 의 비율이 일정하고, 살아 있는 생물의 호흡으로 생물체 내에 들어온 ^{14}C 와 ^{12}C 의 비율도 대기에서와 같이 일정하다. 그러나, 생물체가 죽으면 호흡이 정지되어 그 때부터 ^{14}C 는 붕괴되어 ^{14}N 로 변하므로 ^{14}C 가 줄어 ^{12}C 와의 비율이 달라진다. ^{14}C 의 반감기는 약 5,700 년으로 고고학이나 인류학 등의 연구에 사용하기에 적절하다. 예를 들어 송국리 유적지에서 나온 숯이나 짚의 탄소동위 원소량을 측정하면, 지금으로부터 2,500년에서 2,700여년 전의 유물임을 추정할 수 있다.

④ **문화질문2.** 빗살무늬토기의 아래 부분은 뾰족하고, 민무늬토기의 아래 부분은 편평하다. 두 종류의 토기가 발견되는 지역의 특성을 비교하라.

강가에 주로 살던 신석기인들은 빗살무늬토기를 모래바닥에 꽂아서 사용했을 것으로 추정된다. 농경이 발달하면서 강가를 좀 벗어난 곳에서도 마을이 생겨났다. 청동기시대의 무문토기는 단단한 바닥에 세울 수 있게 만들어졌다.

④ **문화질문3.** 갈판과 갈돌은 오늘날의 무엇과 같은 역할을 하는가? 갈판과 갈돌은 후에 어떤 기구로 발전하였을까?

갈판과 갈돌은 청동기 시대의 유물로 낱알의 껍질을 벗기거나 도토리를 가는데 사용했던 유물로 오늘날의 도정기나 전동 블렌더의 역할을 하였다. 아래의 넓은 돌이 갈판, 위의 밑대 모양 생긴 것이 갈돌이다. 돌낫, 보습 등과 함께 농경이 시작되었다는 것을 보여주는 자료이다.

2 과학 시범과 질문

④ **과학질문1.** 석기일까? 돌일까? 깨진 자갈을 하나 준비해 가지고 가서 학생들에게 보여주면서 다음과 같이 질문한다. “이 돌이 석기인지 돌인지 어떻게 구분할 수 있을까요?”



여러 면 석기(단양 수양개 유적지 출토, 국립청주박물관 소장) ¹²⁾



돌의 일부분을 떼어내어
뎨석기 만들기 ¹²⁾

구석기는 다른 돌로 내리쳐서 돌을 일부분을 떼어 내기 때문에 뎨석기라고도 한다. 따라서 석기에는 사람이 필요에 따라 다른 돌로 내리 친 여러 가지 흔적이 남아있다. 사진의 여러 면 석기는 회색 세일로 만들었으며, 자연 면이 한 면 남아 있고 이외의 다른 면은 모두 떼어낸 흔적이 있다. 전면에서 돌을 떼어내어 둥근 형태로 다듬은 점을 보아 의도적으로 만든 석기로 보인다.

④ **과학질문2.** 숫돌일까? 간석기일까?

유물 중 어느 것이 연모이고 어느 것이 숫돌인지 어떻게 알 수 있을까? 숫돌과 연모는 모두 같은 암석으로 만드는 것이 좋을까?

간석기는 숫돌에 대고 갈거나 모래로 갈아서 만든다. 숫돌은 사암, 응회암, 점판암 등 사용해왔다. 사포를 사용하여 거친 면을 다듬는 것처럼 숫돌은 미세하고 단단한 입자를 가진 암석을 사용한다. 미세한 입자를 가진 응회암은 아주 날카롭게 날을 세울 때 사용한다. 숫돌은 닳아서 움푹 들어간 부분이나 팬 부분이 있다.

④ **갈판과 갈돌의 발달사의 발달사**



갈판과 갈돌



맷돌¹⁾



질구 ¹⁾



전동블렌더

디딜방아 ¹⁾



정미기

④ **연천 전국리 구석기 유적지의 발견은!**

한탄강 유원지를 산책하던 미군이 이상한 돌을 주어 서울대 박물관에 보냄. 그는 고고학 전공자였음.



4-2. 석기와 돌

[관련 전시물 : 선사시대의 생활상 중 돌도끼, 돌칼, 갈판, 화살촉,]

()년 ()월 ()일 ()학년 ()반 ()번 이름 ()

여러 석기



뿔돌 화살촉 1)



간돌 화살촉 1)



간돌도끼 1)



반달돌칼

반달돌칼 1)



갈판과 갈돌 9)

선사시대의 생활상에서 볼 수 있는 전시물 중 각 석기가 어떤 암석으로 만들어졌는지를 알아보고, 이 때 사용된 암석의 성질은 무엇인지 생각해본다.

관찰하기 : 왼편에 있는 석기의 원재료인 암석을 찾아라.

흑요석

- 용암이 응고한 것으로 비결정체이며 유리와 같은 느낌을 주는 검은색을 띤다. 미세한 석영이나 장석의 결정이 흐르는 모양이 보인다. 화학 조성상 화강암이나 유문암에 해당된다.
- 조개 모양으로 불규칙하게 깨짐을 갖기 때문에 가벼운 타격으로 예리한 날을 만들 수 있다.



흑요석 10)

사암

- 사암은 석영, 장석, 운모 등으로 된 작은 입자가 모여서 굳어진 암석이다.
- 함유광물에 따라 암석의 질, 강도, 내구성 등이 현저하게 달라지나, 규산질 사암 등은 경도가 크고 내마모성이 강하다. 숫돌 등에 사용된다.



사암 10)

점판암

- 셰일과 이암 등이 변성작용에 의해 만들어진 암석이며, 층상구조를 가지기 때문에 판으로 채취할 수 있다.
- 회흑색으로 석질이 치밀하여 숫돌, 벼루 등에 사용된다.



점판암 10)

화강암

- 화강암은 쑥돌이라고도 하며, 석영, 장석, 운모 등을 포함하고 있다. 석질이 견고하고 치밀하며, 내마모성이 사암과 같이 강하다.
- 우리나라의 많은 산들이 화강암으로 이루어졌으며, 가공이 어려우나 여러 방면에 두루 사용되는 석재이다.



화강암 10)

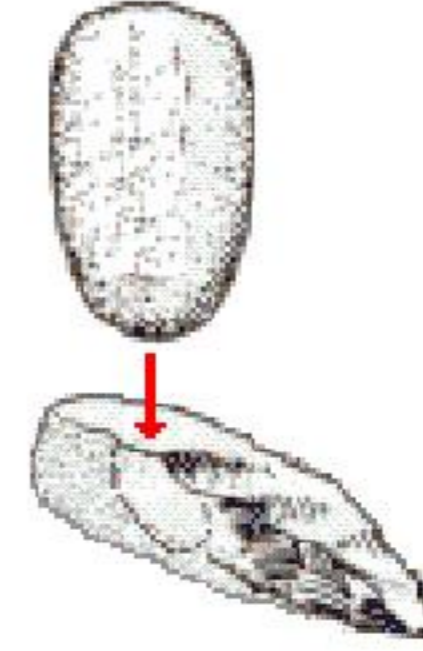


4-2. 석기와 돌

지구과학영역: 5학년 화산과 암석, 7학년 지각의 물질
국사영역: 8학년 선사시대의 생활

· 뎨돌 화살촉

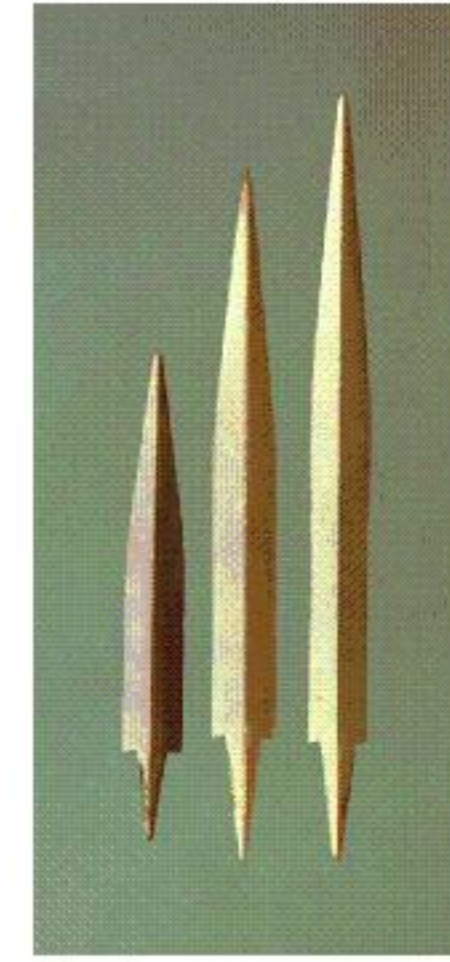
뎨석기 화살촉(타제 화살촉)은 흑요석을 깨뜨려서 얻은 예리한 날을 사용하였다. 흑요석은 모오스 경도 5 정도로 구석기 시대에 만들어진 것으로 추정되는 칼, 도끼, 화살촉 등의 흑요석기가 상무릉리, 단양 수양개 유적 등지에서 출토된다.



단단한 망치로
도끼만들기¹⁾

· 간돌 화살촉

간석기 화살촉(마제 화살촉)은 버들잎 모양 마름모 모양 등 여러 가지 모양이 있는데, 날카로운 끝을 만들 수 있으면서 충분히 강한 암석이 필요했다. 따라서 이암이 약한 변성 작용을 받은 점판암이 이런 조건을 만족시킨 것으로 보인다. 점판암은 칼, 낫 등 여러 가지 간석기를 만드는데 사용되었다.



점판암으로 갈아
만든 버들잎
모양 화살촉⁹⁾

· 간돌도끼

간돌도끼는 타원형의 자갈을 날부분만 갈거나 크고 편평 납작한 돌의 전체를 갈아 만들었다. 전쟁이나 수렵의 무기로 사용되기도 하고 나무를 벌채하거나 절단하는데 사용되었다. 따라서 단단하고 치밀한 화강암이 많이 사용된 것으로 보인다.

· 반달돌칼

반달돌칼은 곡물의 이삭을 따는 추수기구로 반월형 석도라고도 한다. 곡물의 이삭을 따는데 사용되었으므로 돌도끼처럼 단단한 화강암을 사용하기보다는 주로 점판암 계통의 돌을 갈아 사용했다.

· 갈판과 갈돌

곡물이나 야생열매의 껍질을 벗기거나 가는데 사용되었다. 곡물이 잘 갈리기 위해서는 단단한 작은 입자들로 이루어진 석재가 필요하였고, 그 결과 주로 사암이나 운모 편암 등이 사용되었다. 사암은 칼의 날을 가는 숫돌로도 사용된다. 숫돌도 오래 사용하면 가운데 부분이 닳듯이 갈판도 많이 사용한 경우 가운데가 닳아서 움푹 파이게 된다.



점판암이나
사암으로 만든
숫돌⁹⁾

4-3. 청동기 시대의 생활상

물질: 7학년 물질의 세가지 상태

지구: 7학년 지각의 물질, 에너지: 4학년 열의 이동

움집의 집자리



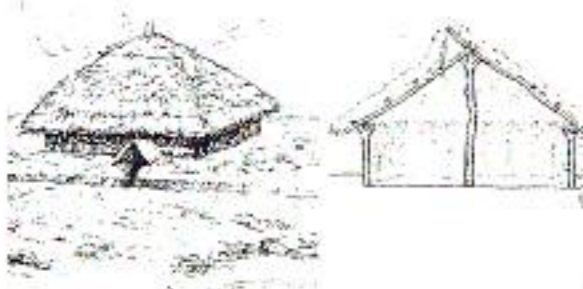
송곡리유적 기념우표



원형 집자리 9)



장방형 집자리 9)



우진각지봉의 움집 13)



수원 여기산 유적지의 온돌과 아궁이 14)

집자리와 관련되는 전시물

제2전시실의 온돌, 초가집, 양반집.

청동기 시대 생활상은 무문토기 빚기와 토기 굽기, 청동녹이기와 청동기 만들기, 따비로 땅을 일구어 농사짓기 등 다양한 생활 양식을 종합적으로 보여준다. 초등학생과 중학교 저학년생이 선호하는 전시물이다. 토기 굽기에서는 열의 전달, 거푸집에 청동붓기는 물질의 특성, 광물의 성질과 관련하여 설명할 수 있다.

1 문화적 소양 넓히기



문화질문1. 청동기 시대에도 사람마다 사는 집의 크기가 달랐을까?

송곡리 유적지에서 발견된 원형의 집자리는 직경 3.4-5 m의 소형이며, 장방형 집자리는 원형 집자리와는 달리 움의 깊이가 얇지만 규모는 큰 편이다. 사진의 집자리는 길이 747 cm, 너비 377 cm 규모로 깊이는 34~45 cm이다.

문화질문2. 움집 안에는 화덕을 중심으로 토기와 석기가 많이 발견되는 곳이 나뉜다고 한다. 이 사실은 무엇을 입증한다고 볼 수 있는가?

도구의 특성상 토기는 여성이, 석기는 남성이 많이 사용한다. 따라서 화덕을 중심으로 여성의 공간과 남성의 공간으로 구분한 것으로 보인다.

문화질문3. 움집의 바닥에서 올라오는 습기와 찬 공기에 어떻게 대처했을까? 요즘, 텐트를 칠 때 바닥을 어떻게 하는가?

움집 바닥에 모래를 깔고 그 위에 점토를 얇게 입혀 다지거나 흙을 불에 구웠다. 이후 철기 시대로 넘어가면서 난방시설로 온돌을 채택하면서 이 문제는 자연스럽게 해결되었다. 난방시설의 구조는 북쪽 벽에 붙여 30cm 정도의 얇은 흙벽돌을 양쪽에 세우고 그 위에 다시 같은 크기의 벽돌을 덮어서 터널형태의 구들·불고래를 만들고 아궁이와 연결하였다.

2 과학적 안목으로 바라보기

🔍 **과학질문1.** 청동기 시대에는 토기를 가마에서 굽지 않고 구덩이를 파고 피운 모닥불에 구웠다. 이런 방식을 노천요(한데가마)라고 한다. 이렇게 굽는 것과 폐쇄된 가마에서 굽는 것과 어떤 차이가 있을까?



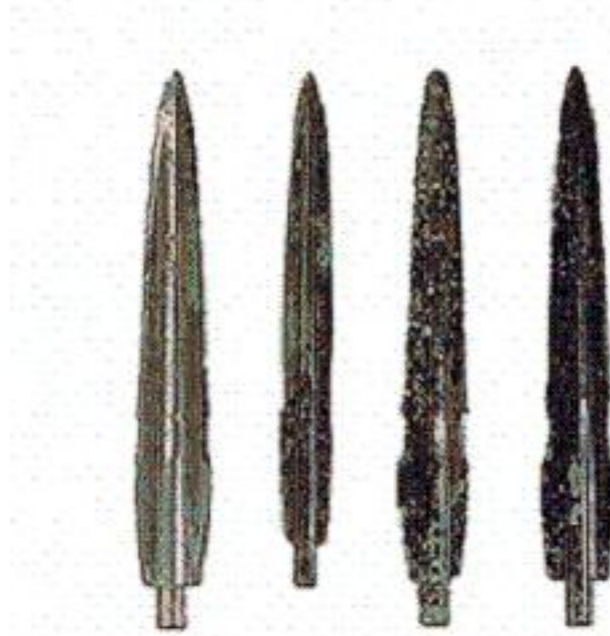
노천소성 중인 토기들 ¹⁵⁾



폐쇄된 가마에서 토기 굽기 ¹⁶⁾

노천가마에서는 소나무와 참나무를 번갈아 때면서 온도를 올리고 나무가 탄 재가 날아가 토기에 붙어 자연스럽게 유약의 역할을 하게 한다. 그러나 온도가 올라간 공기가 계속해서 대기 상층부로 올라가기 때문에 높일 수 있는 온도는 700℃에서 800℃ 정도가 된다. 폐쇄된 가마를 사용하면, 온도가 올라간 공기가 대기 상층부로 상승하지 않고 가마 속에서 계속 대류하게 되어 1,200℃까지 온도를 높일 수 있다. 그 결과 보다 단단한 토기를 얻을 수 있게 된다. 그런데 가마 속의 온도는 어떻게 알 수 있을까?

🔍 **과학질문2.** 다음은 청동으로 만든 칼인 동검과 거푸집이다. 거푸집은 활석(곱돌)을 사용했다고 한다. 활석은 경도가 1이고 표면이 매끄러우며 화학적으로 안정하다. 이러한 활석 거푸집은 어떤 점에서 유리한가?



세형 동검 ¹⁸⁾



거푸집 ¹⁸⁾

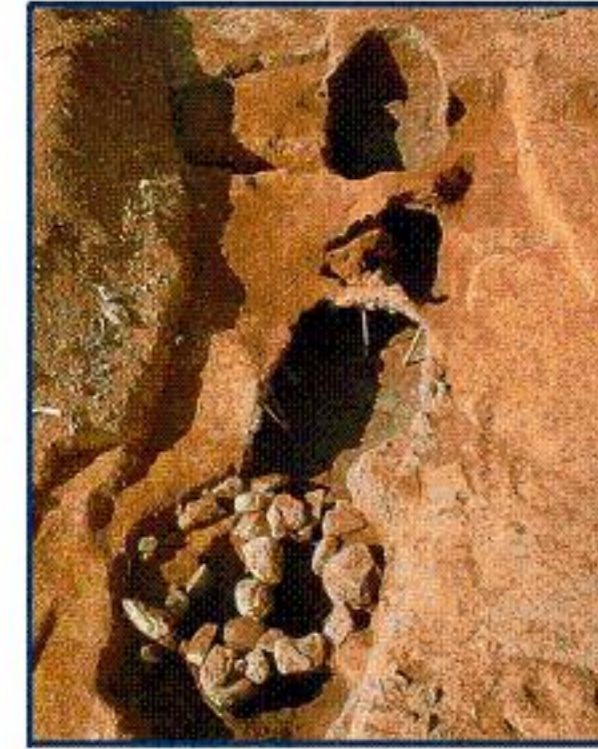


청동잔무늬거울(국보 141호) ¹⁸⁾

활석은 경도가 1이기 때문에 다른 물질로 쉽게 긁어 섬세한 무늬를 새겨 놓을 수 있으며, 표면이 매끄럽고 화학적으로 안정되어 녹은 금속이 잘 달라붙지 않고 깨끗한 주물의 표면을 얻을 수 있다. 매끈한 표면이 필요한 구리거울을 만드는데도 활석거푸집이 많이 사용되었으리라고 추정된다. 그러나 여러 번 사용하면 온도에 의해 변형된다.

그러나 국보 141호로 지정된 청동잔무늬거울과 같이 섬세한 무늬를 활석거푸집으로 얻을 수 없고 아주 미세한 세일에 무늬를 새기고 밀랍에 무늬를 찍은 다음 고운 모래로 거푸집을 만들어 얻었으리라고 추정된다.

🔍 가마 유적



김해 능동 유적지의 가마터 ¹⁷⁾

김해 능동 유적지의 토기 가마터이다. 길이 7m, 폭 1.5m로 가마터의 내벽은 수리한 흔적이 남아있다. 바닥에 퇴적된 재의 층위로 판단하건대 3회 이상 사용된 것으로 보인다.

🔍 토기 굽기와 관련 전시물

제1전시실
고려청자문화실
고려의 금속활자

제2전시실
옹기 가마와 장독대



청동거울의 잔무늬 50배 확대 ¹⁹⁾



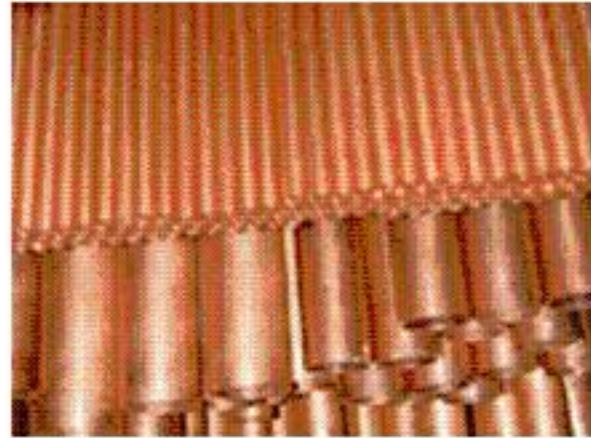
4-3. 구리와 주석 그리고 청동

[관련 전시물 : 청동기시대의 생활상 중 청동 녹이기]

()년 ()월 ()일 ()학년 ()반 ()번 이름 ()

구리, 주석, 청동의 색

인류는 어떻게 합금인 청동을 철기 보다 먼저 사용하게 되었는지 등 역사적 질문을 녹는점, 혼합물의 녹는점 내림, 금속의 반응성 등과 관련 지어보자.



오늘날의 구리관



오늘날의 주석잔



오늘날의 유기그릇(청동기)

생각할 거리. 다음은 여러 금속의 성질을 나타낸 것이다.

구리(Cu) : 구리는 적색의 금속광택이 있다. 얇게 펴거나 길게 늘이는 것이 쉽고 여러 가지 모양으로 가공할 수 있으며 어느 정도 단단하다. 또한 화학적으로 안정하여 공기 중에서 녹이 잘 슬지 않는다. 그러나 습한 공기 중에서는 녹이 슬어 녹청을 만들며 탄성의 한계 이상의 힘을 주면 쉽게 금이 가거나 부러진다. 구리선을 몇 번 구부러보면 쉽게 끊어지는 것을 볼 수 있다. (녹는점: 1,083 °C, 끓는점: 2,562 °C, 모오스경도: 2.5-3.0, 강성율: 48 GPa)

주석 (Sn) : 은백색 광택이 잘나고 공기 중에서 특히 안정하다. 산화가 잘되는 철에 덧입혀 음식 통조림용 통을 만들기도 한다. 또한 결정을 만드는 경향이 커서 주석을 구부리면 결정이 깨지는 것에 의해 소리가 난다. 청동에 주석을 많이 넣으면 소리가 높고 맑아진다. (녹는점: 282 °C, 끓는점: 2,602 °C, 모오스경도: 1.5, 강성율: 18 GPa)

철 (Fe) : 철은 상대적으로 지구상에 많이 분포하지만, 반응성이 크고 쉽게 산화한다. 경도가 크고 단단하나 잘 부서진다. 다른 금속과 쉽게 섞여 다양한 합금을 만들 수 있다. (녹는점: 1,540 °C, 끓는점: 2,861 °C, 모오스경도: 4.0-5.0, 강성율: 82 GPa)

아연

녹는점 : 420 °C
끓는점 : 907 °C
모스경도 : 2.5
강성율 : 43 GPa

강성율

물질의 단단한 정도와 관련있는 물리량으로 일정한 길이만큼 변하게 하는데 필요한 단위면적당 작용하는 힘

가. 구리를 철보다 먼저 사용하게 된 이유를 녹는점 및 반응성과 관련하여 설명하라.

나. 구리 70-80 %에 주석을 섞으면, 합금의 녹는점은 올라가는가? 내려가는가? 그 온도와 노천가마에서 토기를 굽는 온도와 비교해보라.

다. 청동기의 쓰임새에 따라 구리와 주석의 합금비율이 달라진다. 청동기 중 가느다란 칼(세형동검)은 강도와 잘 늘어나는 성질이 중요하고 거울은 반사율이 중요하다. 청동 칼과 거울을 만들 때 주석이 더 많이 들어가는 것은?

라. 청동기와 오늘날 우리가 사용하는 놋쇠(유기)는 같은가? 다른가? 박물관에서 보는 청동기의 색과 오늘날 유기그릇의 색이 다른 이유는?

마. 구리와 아연의 합금은 황동이라고 해서 오늘날 사용되는 중요한 합금 중의 하나이다. 그런데 구리와 아연의 합금은 구리와 주석의 합금보다 만들기 어렵다고 한다. 그 이유는?



4-3. 구리와 주석 그리고 청동

물질: 8학년 물질의 특성, 혼합물의 분리, 9학년: 물질변화의 규칙성

가. 구리를 철보다 먼저 사용하게 된 이유를 녹는점 및 반응성과 관련하여 설명하라.

구리는 지표면 가까이 묻혀 있고, 녹는점이 낮아 토기를 구울 수 있는 정도의 온도에서 주조할 수 있어 인류가 가장 먼저 이용한 금속이었다. 철은 인류가 철의 녹는점인 1540 °C에 도달하는 방법을 터득하고 나서야 이용할 수 있게 된다. 그렇다면 인류는 어떻게 이 온도에 도달할 수 있었을까?

나. 구리 70-80 %에 주석을 섞으면, 합금의 녹는점은 올라가는가? 내려가는가? 그 온도와 노천가마에서 토기를 굽는 온도와 비교해보라.

구리에 주석을 10 % 이상 섞으면 녹는점이 950 도 정도로 내려간다. 주석을 많이 섞을수록 온도가 많이 내려가 구리가 70-80 %이면 녹는점이 750-800 도까지 내려간다. 그러면 토기를 구울 때 정도의 온도로도 청동을 얻을 수 있다.

다. 청동기의 쓰임새에 따라 구리와 주석의 합금비율이 달라진다. 청동기 중 칼은 강도가 중요하고 거울은 반사율이 중요하다. 청동으로 칼과 거울을 만들 때 주석이 더 많이 들어가는 것은?

강도와 연성이 함께 중요한 칼은 구리 80%와 주석 12 % 그리고 7% 정도의 납을 섞어 조성한 것으로 알려졌다. 반사율이 중요한 청동거울은 구리 54 %, 주석 23 % 등의 비율로 조성하였다고 한다.¹⁹⁾

라. 청동기와 오늘날 우리가 사용하는 놋쇠(유기)는 같은가? 다른가? 박물관에서 보는 청동기의 색과 오늘날 유기그릇의 색이 다른 이유는?

일반적으로 청동은 구리와 주석의 합금이고, 놋쇠라고 하는 황동은 구리와 아연의 합금이다. 그러나 우리나라에서 발견되는 청동기에는 구리, 주석과 함께 아연이 녹아 있었다. 오늘날 놋그릇에 사용되는 것은 구리와 아연의 합금이 아니라 구리 72-78 %, 주석이 22-28 %가 섞인 청동이다. 따라서 녹슬지 않은 청동기를 보고 싶다면, 오늘날의 유기그릇을 보면 된다. 청동기 유물의 색이 녹청의 색을 띠는 것은 구리가 산화하여 녹청색의 염기성탄산동($CuCO_3$, $Cu(OH)_2$)을 만들어 내기 때문이다. 이 녹은 안정되며 본체에 있는 청동과 잘 접합되어 본체가 계속 산화되는 것을 방지해준다.

마. 구리와 아연의 합금은 황동이라고 해서 오늘날 사용되는 중요한 합금 중의 하나이다. 그런데 구리와 아연의 합금은 구리와 주석의 합금보다 만들기 어렵다고 한다. 그 이유는?

아연의 끓는점이 907도로 청동의 녹는점 950도보다 낮아 아연이 기화한다.

이온화경향

금속은 일반적으로 전자를 잃고 산화되는 경향이 비금속보다 크다. 금속이 전자를 잃고 양이온으로 되려는 경향을 상대적으로 나타낸 것이 이온화 서열이다.

예를 들어 금은 이온화 경향이 작으므로 안정되게 환원소 물질로 존재할 수 있다.

반대로 칼륨은 이온화 경향이 크기 때문에 자연에 화합물로 존재할 가능성이 더 크다.

크다 : K - Ca - Na - Mg - Al - Zn - Fe - (H) - Cu - Ag - Au : 작다

관련 전시물

위의 이온화 경향과 금속의 성질표는 다음의 전시물을 관람할 때도 활용할 수 있다.

- 제1전시실의 백제의 공예공방
- 가야의 야철공방
- 신라의 유리금속공방
- 고려의 금속활자

- 제3전시실의 유기공방

4-4. 백제의 공예 공방

물질: 7학년 물질의 세가지 상태, 8학년 물질의 특성, 혼합물의 분리, 9학년: 물질변화의 규칙성

백제금동대향로의 실물은 국립부여박물관에 있다. 한번 그 실물을 보는 사람은 그 정교함과 힘찬 모습에 감동하지 않을 수 없다. 이러한 멋진 예술 작품을 가능하게 하는 당시의 과학기술적 바탕을 물질의 성질과 관련하여 설명할 수 있다.



백제금동대향로
(국보 제 287호) ²⁰⁾

밀랍이란?

밀랍은 벌집의 주성분으로 에스테르가 80%, 유리지방산이 15% 정도로 구성된다. 녹는점은 61-65℃이고 접착성이 있는 비결정성 물질이다. 이 밀랍에 점성이 강한 송진을 섞어서 보다 끈적하게 만들어서 조각했을 것으로 추정한다. 송진의 주성분인 수지는 100-135℃에서 녹는다.

문화질문 2은 미술시간에 배우는 조각하는 법과 관련지어 설명할 수 있다.

1 문화적 소양 넓히기



문화질문1. 금동이라고 하는 것은 무엇을 말하는가?

금동은 청동 주물로 만든 본체에 황금을 도금한 것을 말한다. 금은 전연성이 뛰어나 세공이 용이하고 변하지 않는 우수한 성질을 가졌으나 귀하고 비싸다는 한계가 있다. 따라서 많은 부피를 차지하는 본체는 청동으로 만들고 표면에 금을 입혀서 시각적인 효과와 함께 표면 처리 효과를 함께 얻을 수 있었다.

문화질문2. 높이 62.5 cm인 백제금동대향로는 정교한 조형과 완숙한 주조 기술에 뛰어난 도금 기술이 더해져 당대의 어떤 나라에서 만든 금속공예품보다 훌륭하다고 할 수 있다. 금동향로는 어떤 과정을 거쳐서 만들어졌는가?

- ① 밀랍으로 향로를 조각하는 모습
- ② 완성된 밀랍에 진흙을 섞워 바깥틀을 만드는 모습
- ③ 바깥틀을 불에 달궈 안에 있는 밀랍을 제거하는 모습
- ④ 바깥틀에 쇳물을 부어넣는 모습
- ⑤ 바깥틀을 깨고 향로를 꺼내는 모습
- ⑥ 세부 조각을 하는 모습
- ⑦ 완성된 향로에 도금하는 모습 등이 재현되어 있다.

2 과학적 안목으로 바라보기

🔍 과학질문1. 향로에 황금을 입힌 이유는 무엇일까?

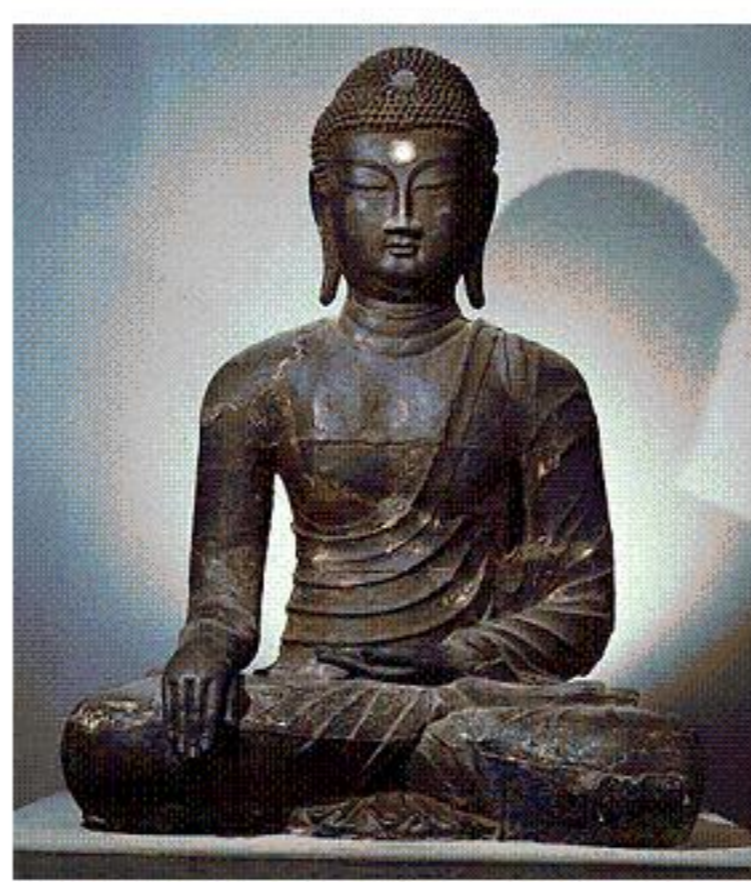
황금이 지니는 사회문화적인 의미도 있지만, 가장 안정한 금속으로 다른 물질과 잘 반응하지 않는다. 만약, 황금을 입히지 않고 청동으로 만든 본체 그대로 놓아 두었으면, 청동의 구리가 산화한 녹청이 생겨서 녹청색의 향로가 되었을 것이다. 실제로 도금이 벗겨져 녹청이 생긴 금동불을 볼 수 있다. 표면 처리를 하지 않은 청동제 다리미는 백제시대에 만들었다고 추정되는데 보존상태를 비교해볼 수 있다. 철붙의 경우는 표면처리를 하지 않은 경우가 많은데 반응성이 높은 철의 특성과 더불어 금이 간 것을 볼 수 있다. 왼쪽의 금동관음보살입상은 7세기, 가운데 다리미는 백제시대, 오른쪽의 철제여래좌상은 10세기경에 제작된 것으로 추정된다.



금동관음보살입상
(국보 293호)²¹⁾



청동제위두(다리미)
(보물 332호)²²⁾



철제여래좌상
(보물 332호)²²⁾

🔍 과학질문2. 당시에는 전기도 없었는데, 어떻게 도금을 했을까?

금을 액체로 만들어 바를 수도 있지만 액체 금의 온도는 1,064도이상이므로 바를 수 없었을 것이다. 금동 조각 중 일부를 성분 분석한 결과 수은이 검출되어 수은 아말감 도금을 한 것을 확인 할 수 있다. 수은은 상온에서 액체 상태이고 철, 납 등을 제외한 나머지 금속과 잘 섞여 아말감을 만든다. 수은과 금을 2:1로 섞어 아말감을 만들면 쉽게 금속 표면에 바를 수 있고, 온도를 높이면 수은만 증발하여 표면에는 금만 남게 된다. 도금이 충분치 않으면 덧칠하기도 한다. 그런데 수은은 납과는 아말감을 잘 형성하지 않아 납이 포함된 청동에는 잘 달라지지 않았다. 그 결과, 금동불이나 금동향로에 사용된 청동에는 다른 청동기와는 달리 납이 1% 이하로 포함된 것으로 알려졌다.¹⁹⁾

4 나노 기술: 오늘날의 표면처리 기술

금을 입히는 것에서 시작하여 옷칠 그리고 현대의 페인트칠 및 각종 금속 도금 등과 같은 표면처리기술은 단순히 외장을 보기 좋게 하는 것 이상으로 본체를 보존하는 기능을 가지고 있다. 이에 더해 최근 들어 반도체의 박막과 같이 표면이 기능을 담당하기 시작했고 그 미세한 두께는 나노 수준에 이르고 있다. 앞으로 원자단위의 초정밀 미세 표면처리 기술이 중요한 중점 기술이 될 것이다.

📌 관련 전시물

제 2전시실 중

옷칠(표면처리)

금박공예

🔍 황금 1g을 얼마 나 넓게 펼 수 있을까?

수공 직업으로 하면 황금 1g을 가로 세로의 길이가 각각 70cm 이고 두께가 0.1 μm, 즉 만분의 일 밀리미터까지 펼 수 있다고 한다.

🔍 수은

녹는점: -39 °C

끓는점: 357 °C



상온에서 액체인 수은

🔍 금

녹는점: 1,064 °C

끓는점: 2,856 °C



안정된 금

4-5. 가야의 야철 공방

물질: 8학년 물질의 특성, 혼합물의 분리
9학년: 물질변화의 규칙성

개마무사란?



갑옷을 입힌 말을 탄
가야의 무사¹⁾



말투구²⁾

경주 황성동에서 발굴된 철기 시대의 제철제작유구



용해로³⁾



송풍관 조각⁴⁾



거푸집⁵⁾

오늘날 한국의 제철 산업이 세계적으로 된 배경에는 청동기와 철기 시대부터 금속을 잘 이해하고 다루는 전통이 있다는 주장이 있다. 이 전시물은 그와 관련하여 어떻게 혼합물이며 화합물인 철광석으로부터 철을 분리해내고 우리에게 쓸모 있게 단단하게 만드는지를 물질의 특성 및 변화와 관련지어 설명할 수 있다.

1 문화적 소양 넓히기



문화질문1. 마지막 손질을 하고 있는 이 길쭉한 철제품은 무엇일까?

가야는 서기 전후 무렵부터 562년까지 경상남북도 서부 지역에 존재했던 국가이다. 농업과 철기 문화를 배경으로 발달한 국가로서, 풍부한 철의 생산지를 가지고 있었다. 개마무사란 철제품으로 된 갑옷을 입힌 무사란 뜻으로 그만큼 철의 생산과 기술이 우수하였음을 나타낸다.

2 과학적 안목으로 바라보기

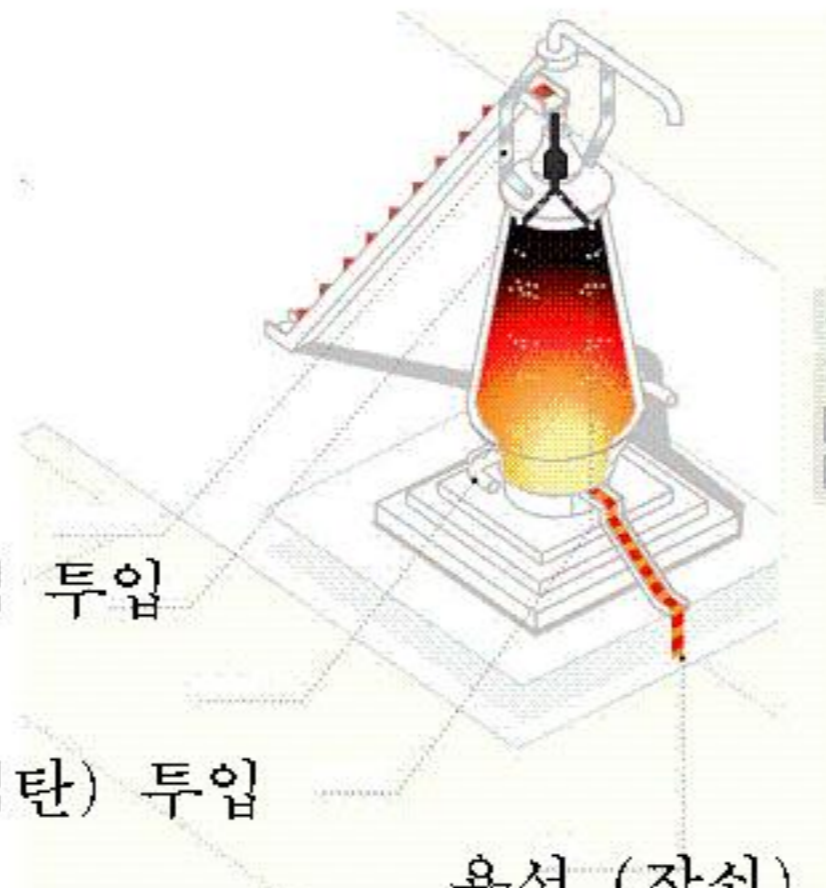
과학질문1. 청동을 노천요에서 토기를 굽는 온도로도 용융시킬 수 있었다. 그러나 철을 다루려면 1,000도 이상으로 올려야 한다. 어떻게 온도를 올릴 수 있었을까?

발열량이 큰 숯을 연료로 사용하였고, 풀무로 바람을 불어 넣어 산소 공급을 충분히 하였다. 산소 공급이 많아지면 시간당 발열량이 커져 온도를 높일 수 있다. 철기시대에는 땅에 구덩이를 파서 제철로를 만들고 여기에 철광석, 숯, 조개 등을 넣고 구웠다고 한다. 철기시대의 유적지에서 바람을 불어 넣어주는 송풍관의 구조를 볼 수 있다. 이후 풀무를 사용하였고 오늘날에는 대형 송풍관으로 1,200도의 더운 바람을 불어 넣는다.



광양제철의 고로
설치작업²⁴⁾

철광석, 석회석 투입
열풍관
코크스(석탄) 투입



포항제철의 고로(쇠부리가마)
단면도²⁵⁾

용선 (잡쇠)

과학질문2. 야철 유적지에서는 꼭 조개더미가 함께 발견된다. 조개껍질은 무슨 역할을 했을까?

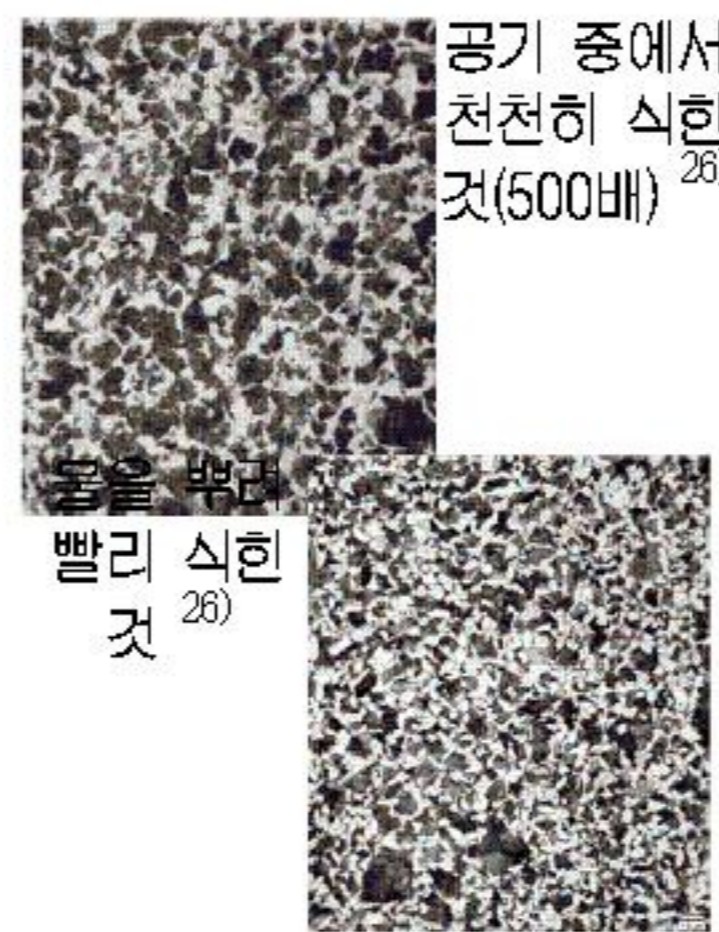
용융된 철광석에는 여러 가지 불순물(인, 황, 규산, 알루미늄) 등이 많이 섞여 있는데 이러한 불순물을 분리해내야 한다. 조개껍질에 들어있는 산화칼슘(CaO)은 이러한 불순물과 결합하여 먼저 녹은 다음 아래로 가라앉는데 이것을 슬래그(쇠똥)라고 한다. 그 다음 철이 녹고 용융된 철의 밀도가 슬래그보다 크기 때문에 슬래그 아래로 가라앉는다. 오늘날에는 조개껍질 대신 석회석을 사용하며, 포항제철에서 나오는 슬래그는 연간 300만톤이 넘으며, 이들은 대부분 시멘트원료, 비료원료, 도로포설용 골재로 활용되고 있다.

과학질문3. 쇠의 강도 및 경도에 관련되는 큰 요인으로 중요한 두가지는 탄소의 함유와 결정립의 크기이다. 대장간에서 다음의 과정을 반복하며 원하는 철물을 만들어 내는데 각각 어떤 역할을 할까?

가. 쇧조각을 숯불 풍로에 달군다 → 탄소를 철에 침착시켜 탄소강으로 만든다.

나. 망치질: 쇧조각을 망치로 두드린다 → 탄소원자와 큰 탄화물이 고루 퍼져 조직이 균일해지고 불순이 빠진다. 또한 재결정되어 결정립이 미세해지고 조직이 치밀해진다.

다. 담금질: 두드린 쇧조각을 찬물에 넣어 재빨리 식힌다 → 결정립을 작게 한다. 옆의 사진은 철강재를 850도 가열했다가 식히는 방법을 달리 하여 찍은 조직 사진이다.



4 파이넥스공법: 오늘날의 제철 산업

오늘날 제철 산업은 한국을 상징하는 중요한 성장 동력 중의 하나이다. 그러나 녹이 슬지 않고 환경친화적인 새로운 철강 소재의 개발, 제철 과정을 줄일 수 있는 생산과정 등 기존의 기술을 개선해야 할 부분이 많다. 최근 포항제철은 파이넥스공법이라는 신기술을 개발하여 기존의 공정을 줄일 뿐 만 아니라 지금까지는 사용하지 못했던 가루 형태의 철광석을 활용할 수 있게 하였으며 환경오염물질을 줄일 수 있다고 발표하였다. 출처: 동아일보 2004년 8월 17일 인터넷판, http://www.donga.com/fbin/output?f=totalk&code=k____&n=200408170288

📍 관련탐방지

포항제철

<http://www.posco.co.kr>

🔍 황 결정 크기

황의 결정 만들기 실험에서 스티로폼 속에서 천천히 식혀 결정이 큰 황과 유리판에서 빨리 식혀 결정이 거의 없는 황 중 더 강한 것은?



빨리 식은 황



천천히 식은 황

🔍 전자석 만들 때

연철이 필요한 이유

전자석을 만들 때 달군 못을 천천히 식혀 연철을 만든다. 가열된 철을 천천히 식히면 철의 결정립이 커지면서 일정한 방향으로 배열하기 때문에 자화도가 높아지게 된다. 반면, 강도가 약해지기 때문에 연철이라고 한다.

🔍 벤처경영자,

석탈해 :

석탈해는 남의 땅에 숯과 숯돌을 몰래 파묻고 대장장이인 자기 조상의 땅이라고 주장하여 땅을 차지한다. 석탈해가 당시의 신기술인 쇧부리 기술과 관련됨을 보여주는 신화라고 할 수 있다.

4-6. 신라의 유리 금속 공방

물질: 8학년 물질의 특성, 9학년: 물질변화의 규칙성

에너지: 7학년 빛, 9학년 파동

신라 시대의 섬세하고 화려한 금관과 장식품을 만들기 위해서는 금, 금속, 유리 등을 자연 속에서 필요한 순도로 얻고 가공을 할 수 있어야 했다. 섬세한 가공품을 만드는 과정을 각 물질의 녹는점, 불순물의 분리, 전연성, 반사율 등과 관련하여 설명할 수 있다.

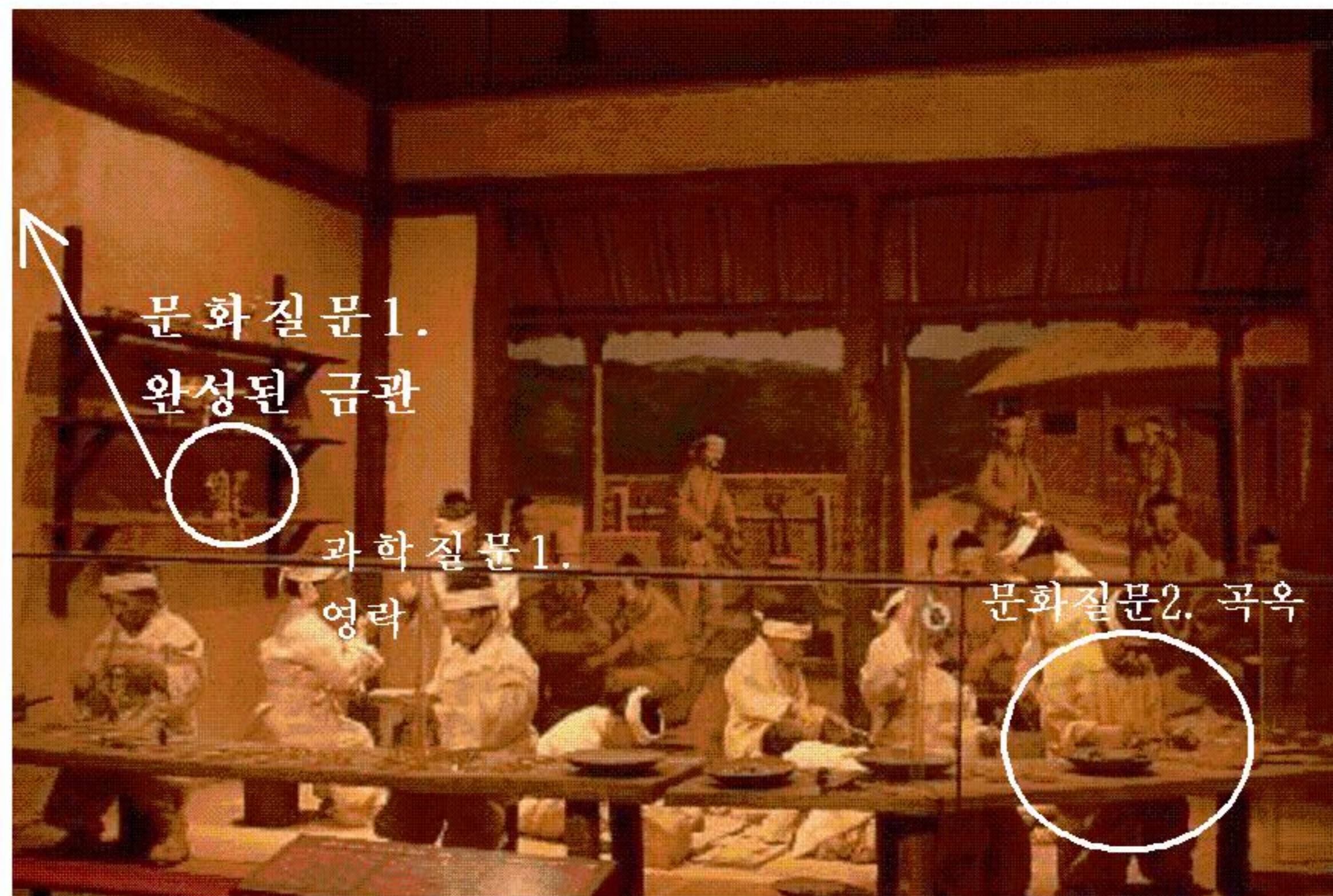
1 문화적 소양 넓히기



국보 188호
천마총금관²⁸⁾



천마총금관
중 일부 확대²⁸⁾



원삼국시대
유리 곡옥²⁹⁾



청동기시대
천하석 곡옥²⁹⁾

🕒 문화질문1. 저렇게 무거워 보이는 금관을 실제로 사용했을까?

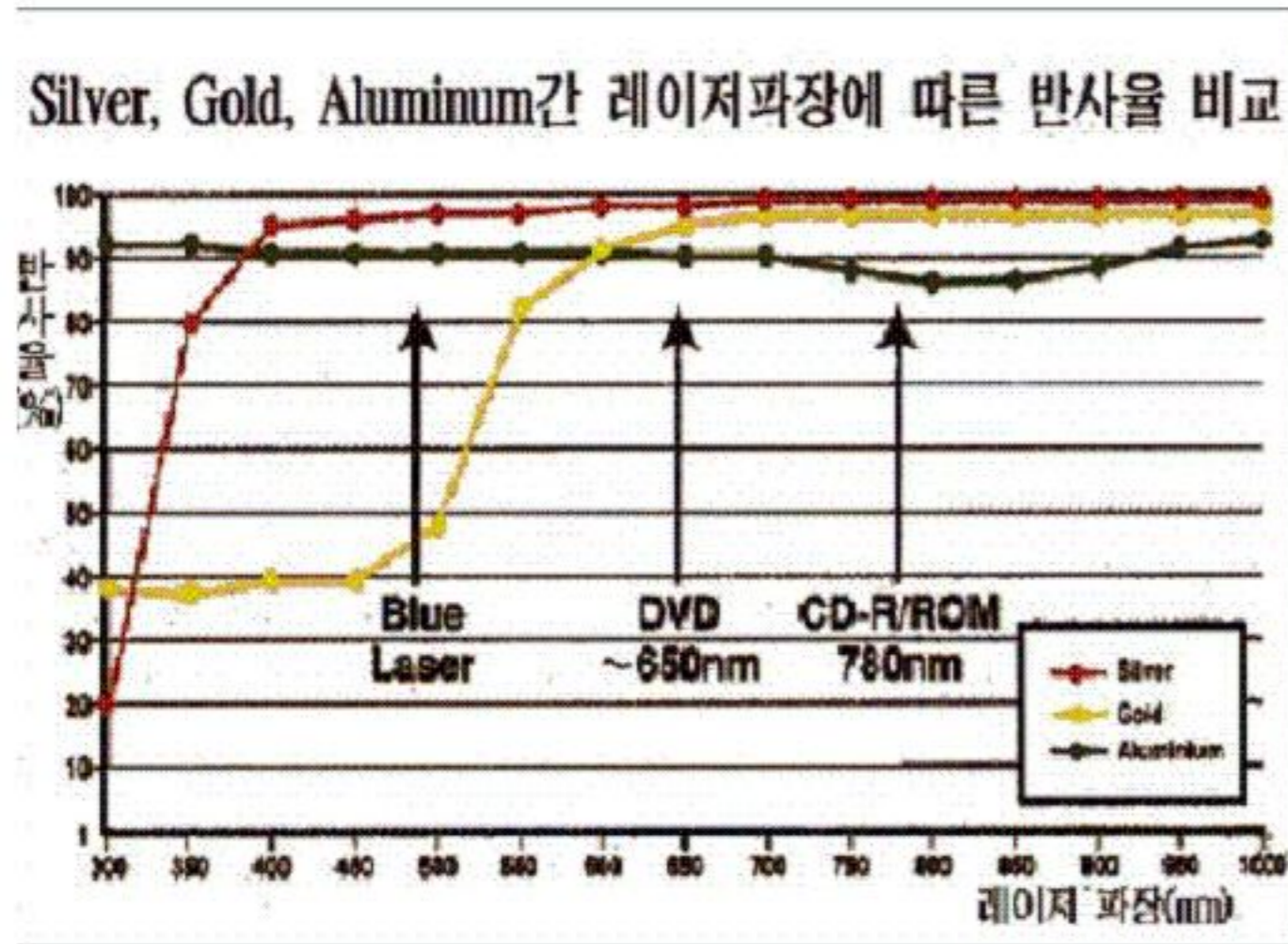
금관은 금을 두께가 1 mm도 채 안되게 얇게 펴서 만들기 때문에 보기보다 질량이 많이 나가지 않는다. 천마총 금관의 질량은 약 1.2 kg, 금의 일상 단위로는 320돈으로 한 돈짜리 돌 반지 320개에 해당한다. 그러나 강도가 약한 판에 수백 개의 곡옥을 달아 만들었기 때문에 머리에 쓰면 휘청거리고 불안정하여 실용적이지 못하다고 한다. 관련된 가설이 두 가지인데 하나는 고분에서 금관을 발견했을 당시 금관이 머리에 썩워진 것이 아니라 얼굴 전체를 덮고 있었던 것을 근거로 금관이 산 자보다는 죽은 이를 위한 부장품이라는 것이다. 또다른 가설은 국가 행사나 커다란 의식이 있는 경우에 예식용으로 착용했다는 가설이다. 그러나 구체적인 증거가 없어 수수께끼로 남아있다.

🕒 문화질문2. 곡옥은 어떤 모양을 닮았을까?

곡옥(굽은옥)은 재료와 모양이 변하기는 하지만 청동기시대부터 장식품으로 사용되었다. 청동기 시대에는 천하석이라는 돌로, 이후에는 비취와 각종 옥돌 및 유리로 만들었다. '곡옥'은 대개 청록색을 띠고 있으며, 반달 모양, 태아모양, 씨를 많이 가진 열매 모양 등으로 이야기되어지는데 생명 또는 번식에 대한 소망과 관련있는 것으로 해석된다.

2 과학적 안목으로 바라보기

🕒 **과학질문1.** 왕관에 계속해서 흔들리도록 얇고 둥근 금판(달개, 또는 영락)으로 장식했는데 이것은 어떤 시각적 효과를 가져올까?



금, 은, 알루미늄의 파장별 반사율 ³⁰⁾

금은 가시광선 영역을 중심으로 적외선 부분에서 반사율이 90% 이상이고 자외선 영역에서는 40%로 급격한 차이를 보인다. 붉은색(600 Å) 영역에서 반사율이 크기 때문에 사람들은 촛불 아래서 반짝이는 금판을 볼 수 있었을 것이다. 금판의 영락은 아주 얇은 판으로 잘 흔들리기 때문에 다양한 방향에서 입사하는 빛을 반사시킬 수 있어 고정된 판보다 더 반짝이는 것처럼 보인다.

🕒 **과학질문2.** 얇은 금판을 잘라 금판에 달려 있는 출(出)자 모양으로 세우면 똑바로 서있지 못하고 휘청거리거나 굽어지는 것을 볼 수 있다. 장식으로 세운 기다란 금판이 똑바로 잘 서있게 하는 방법에는 무엇이 있을까?

금속판의 굽힘 강도는 일정한 길이나 각도만큼 변형시키는데 단위 면적당 힘이 얼마나 필요한가로 알 수 있다. 전연성이 좋은 금이나 금동을 얇은 판으로 만들면 지구가 잡아당기는 힘에 의해서도 구부러질 수 있다. 이렇게 쉽게 구부러지는 금판이나 금동판을 권위있게 잘 세워져 있으려면 굽힘강도를 증가시켜야 할 것이다. 은과 같은 다른 금속을 섞어 굽힘 강도를 증가시킬 수도 있다. 즉 24K나 18K의 금을 만드는 것이다. 다른 방법은 금판에 작은 점들을 새겨 넣는 것인데, 이러한 점들로 이루어진 무늬를 점열문이라고 한다. 점으로 무늬를 새기는 것은 탄성의 한계를 벗어나게 변형을 시킨 것이다. 즉 결정이 깨져서 규칙적으로 배열되었던 전자의 분포가 엉키게 되고 그 결과 강도가 더 증가하게 된다. 이러한 과정을 가공경화라고 한다. 금판의 점열문은 신라와 가야의 금판을 구분하는 중요한 장식이기도 하지만, 또한 장식을 똑바로 세우는 역할도 하였다.

4 오늘날 금판의 이용: CD-R에도 금판이?

오늘날 얇은 금판을 만드는 것은 정보 저장과 관련하여 중요하다. 정보저장 매체로 많이 사용하는 CD-R은 기판, 염료층, 반사층 및 보호층으로 이루어져 있다. 반사율이 좋고 안정된 금속을 반사층으로 사용하면 좋은데 금 또는 은이 해당한다. CD-R 중 골드라고 적히고 금색으로 보이는 것이 금을 전기도금한 것으로 가장 안정적이다. 도금된 금의 두께는 약 100 nm(만분의 일 mm)이고, CD 한 장당 300-400원 어치의 금이 들어가며, CD 250 장을 녹이면 금 1돈이 나온다고 한다.



신라의 유리관옥 ²⁹⁾

🕒 유리 거꾸집

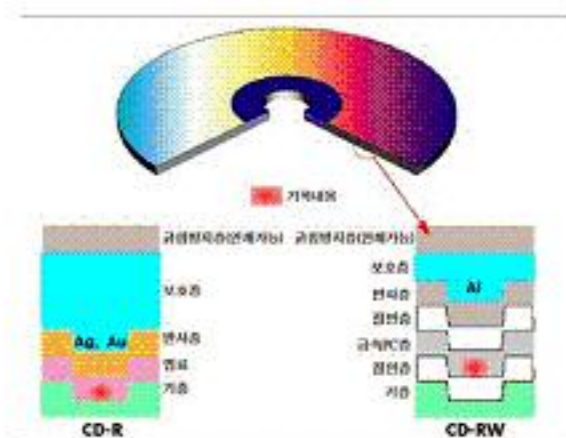


백제의 유리구슬 거꾸집 ²⁹⁾

가운데 구멍에 심지를 세우고 유리가루를 넣어 아래쪽에서 가열하여 유리가루를 녹였을 것으로 추정한다. 유리 가공 역시 1,000도 이상의 고온을 필요로 한다.

🕒 CD-R의 색깔과 반사층에 사용되는 금속

CD-R의 색깔 = 반사층 + 염료
 골드 = 골드 + 프탈로시아닌
 그린 = 골드 + 시아닌
 블루 = 실버 + 시아닌
 화이트골드 = 실버 + 프탈로시아닌



CD 및 CD-R의 구조 ³⁰⁾



4-6. 청동과 철 그리고 금과 은

[관련 전시물 : 청동기시대의 생활상, 백제의 금동향로, 가야의 야철공방, 신라의 유리 금속공방]

()년 ()월 ()일 ()학년 ()반 ()번 이름 ()

질문 1

각각 어느 금속으로 만들어 졌는지 ()안에 넣어보자.

질문 2

정교한 세공이 가능한 금속은 어느 것인가?

강도가 높은 물질이 필요한 것은 어느 것인가?

질문 3

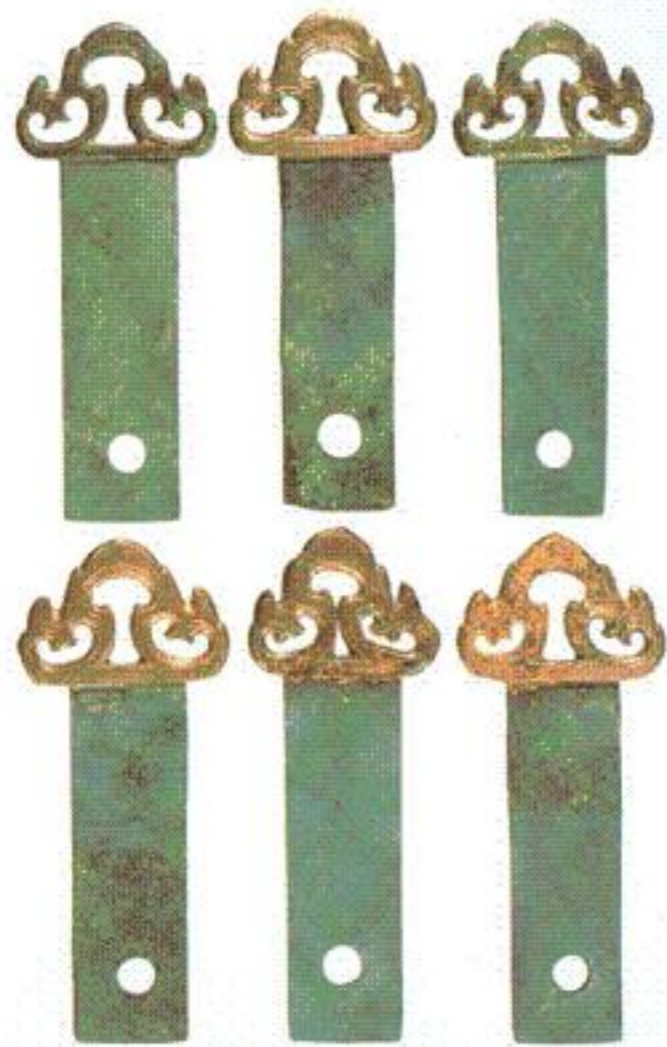
유사한 시기에 만들어 졌다고 추측되는 청동기와 철기를 비교해보자. 어느 쪽이 보존 상태가 양호한가? 청동기시대가 철기시대보다 오래되었음에도 불구하고 발굴되는 유물 중 철기보다 청동기가 많은 이유는 무엇일까?

질문 4

가야의 백제 금동제관장식은 머리 부분과 몸통 부분의 색이 다르다. 어떻게 이런 일이 벌어졌을까?

청동기 시대부터 우리 민족은 청동, 철, 금, 은 등 여러 금속을 잘 이해하고 다루어왔던 것으로 알려져 있다. 각각의 금속에는 고유한 성질이 있어 물건의 용도에 맞게 사용되며 또한 1,300 여 년 동안 공기와 접촉하면서 각기 다른 결과를 가져왔다. 비슷한 시기에 각기 다른 금속으로 만든 유물의 현재 상태를 비교해보자.

생각할 거리. 다음은 6-7세기에 백제에서 만들어진 것으로 추정되는 유물들이다. 각각의 유물은 모두 다른 금속인 청동, 철, 금, 은으로 만들어진 것이다.



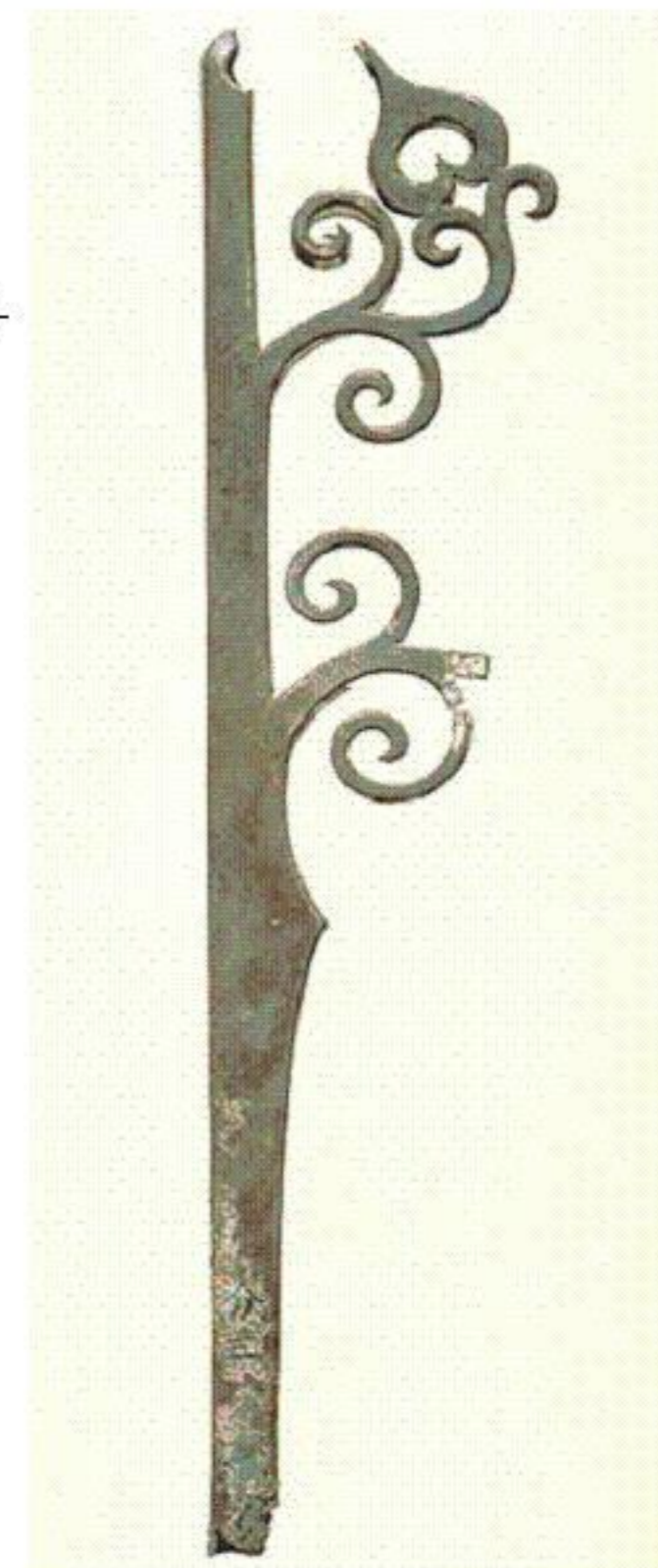
가. ()제 관장식²⁷⁾
시대: 백제 사비시대 6-7세기
출토지: 부여 능산리고분군



나. ()제 꾸미개²⁷⁾
시대: 백제 사비시대 6-7세기
출토지: 부여 능산리고분군



다. ()제 무기²⁷⁾
시대: 백제 사비시대 6-7세기
출토지: 부여 부소산성



라. ()제 관꾸미개²⁷⁾
시대: 백제 사비 시대 6-7세기
출토지: 부여 하황리유적



4-6. 청동과 철 그리고 금과 은

물질: 8학년 물질의 특성, 9학년: 물질변화의 규칙성

질문 1. 각각 어느 금속으로 만들어 졌는지 ()안에 넣어보자.



질문 2. 정교한 세공이 가능한 금속은 어느 것인가? 또 강도가 높은 물질이 필요한 것은 어느 것인가?

정교한 세공이 가능하려면, 전연성이 뛰어나 얇게 펴거나 길게 뽑을 수 있고 여러 가지 모양을 만들 수 있게 적당히 물러야 한다. 금과 은은 이러한 조건을 만족하는 좋은 물성의 금속이다. 구리도 전연성이 좋은 금속이라 두드려 펴서 여러 가지 형태로 가공이 가능하다. 철은 잘 가공하면 강도가 커지므로 농기구나 무기 등에 적합하다. 그러나 반응성이 크기 때문에 시간이 지나면 산화한다.

질문 3. 유사한 시기에 만들어졌다고 추측되는 청동기와 철기를 비교해보자. 어느 쪽이 보존 상태가 양호한가? 청동기시대가 철기시대보다 오래되었음에도 불구하고 발굴되는 유물 중 철기보다 청동기가 많은 이유는 무엇일까?

철은 반응성이 크기 때문에 시간이 지나면 산화하고, 산화철은 잘 부스러지고 본체에서 떨어진다. 따라서 계속 산화가 진행되어 본체를 보존하기 어렵다. 구리는 반응성이 적고, 산화된 녹청도 안정하며 본체에 잘 부착되어 있다. 따라서 표면이 산화해도 녹청이 본체와 산소의 접촉을 막기 때문에 본체가 보존된다. 가장 안정된 금속인 금은 천년이 지나도 원래의 색을 그대로 보존하고 있다.

질문 4. 가의 백제 금동제관장식은 머리 부분과 몸통 부분의 색이 다르다. 어떻게 이런 일이 벌어졌을까?

머리 부분은 금을 도금하여 금이 그대로 보존되어 원래의 금색을 유지하였다. 몸통 부분은 청동으로 만들어 표면이 산화하였고 그 결과 녹청색으로 보이게 되었다.

이온화경향

금속은 일반적으로 전자를 잃고 산화되는 경향이 비금속보다 크다. 금속이 전자를 잃고 양이온으로 되려는 경향을 상대적으로 나타낸 것이 이온화 서열이다.

예를 들어 금은 이온화 경향이 작으므로 안정되게 환원소 물질로 존재할 수 있다.

반대로 칼륨은 이온화 경향이 크기 때문에 자연에 화합물로 존재할 가능성이 더 크다.

크다 : K - Ca - Na - Mg - Al - Zn - Fe - (H) - Cu - Ag - Au:작다

관련 탐방지

국립부여박물관

<http://buyeo.museum.go.kr/kor/index.html>

국립경주박물관

<http://gyeongju.museum.go.kr/>

4-7. 고려청자 문화 전시실

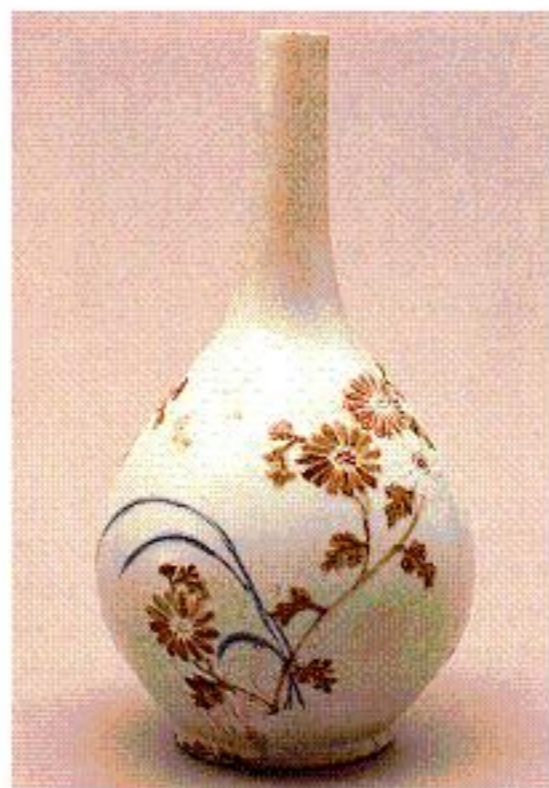
7학년 '분자의 운동' 단원 중 기체의 부피변화와 온도
9학년 '물질 변화에서의 규칙성' 중 강철솥의 연소

📌 관련 전시물

제2전시실 장독대, 옹기

📖 관련이야기

사람 피 속의 헤모글로빈도 철이온이다. 허파에서 산소를 공급받아 산화되면 산화제이철로 붉은 색이 된다. 세포에 산소를 내주면 산화제일철로 환원되어 암적색이 된다. 옛날 서양의 외과의사는 이발사를 겸해서 그림과 같은 표지판을 만들었는데, 오늘날 이발소 간판으로 되었다.



산화제이철의 붉은색 꽃무늬가 돋보이는 청화백자철사진사국화문병³¹⁾



베개모 구멍이 보이는 청자상감모란운학문침³¹⁾

1 과학적 안목으로 바라보기



사진. 주병, 오리 모양의 연적, 청자 베개를 만드는 과정 전시물

📌 **과학질문1.** 청자를 굽기 전에는 옅은 붉은 색이 난다. 그런데 어떻게 해서 굽고 나서는 비취색이 날까?

그 이유는 고려청자의 독특한 색은 표면에 발라놓은 유약 때문이다. 유약에는 철, 구리, 코발트, 망간, 크롬 등의 금속원소가 포함되어 있다. 비취빛의 청자색을 나타내게 하는 데는 철이 가장 큰 역할을 한다. 철은 산화되면 산소가 공급되는 양에 따라 산화제일철(FeO)이나 산화제이철(Fe_2O_3)이 된다. 우리가 흔히 보는 철가루는 검은색이지만, 산화제일철은 검푸른색, 산화제이철은 붉은색을 나타낸다. 청자를 구울 때 산소를 부족하게 공급하면 유약 속의 철이 산화제일철이 되어 푸른 비취색이 된다. 그러나 고려청자의 비취색을 그대로 재현하기는 쉽지 않다.

📌 **과학질문2.** 공기를 가열하면 부피가 팽창한다. 청자 베개의 양쪽에 구멍이 나있는 것을 볼 수 있다. 베개에 구멍이 없다면 청자를 굽는 동안 어떤 일이 생길까?

청자 베개는 얇게 만든 네모 판을 서로 붙여 만들었다. 이때 양쪽에 구멍을 뚫어 구울 때 공기가 팽창하여 청자가 터지는 것을 방지하였다.

2 문화적 소양 넓히기

☞ 문화질문 1. 고려 청자가 세계적으로 인정받는 이유는?

우리 청자는 중국 청자기술의 영향으로 만들어지기 시작했지만, 중국과 다른 독특한 색과 모양으로 발전하였다. 고려청자가 세계적인 이유는 다음과 같다. 첫째는 청자의 맑은 비색이다. 중국 청자의 비색이 불투명하고 탁한 것에 비하여 한국은 투명한 가을 하늘 색으로 발전시켰다. 둘째는 단아한 조형미이다. 중국 청자의 모양이 우리의 생활 양식과 정서에는 적합하지 않다는 것을 인식하고 처음부터 고유의 모양을 발전시켜 나갔다. 셋째는 섬세하고 장엄한 상감기법이다. 상감기법은 한국 도자 공예의 극치일 뿐 만 아니라 고려인의 독창적인 역량을 보여준다. 본체를 만드는 흙(태토)과 상감 무늬에 넣은 흙(백토 또는 적토)의 수축율이 같지 않으면, 상감무늬가 떨어지거나 균열이 생긴다. 따라서 상감청자는 정교한 완성미를 대표할 뿐 만 아니라 과학적 슬기와 장인 정신의 극치라고 할 수 있다.

☞ 문화질문 2. 청자로 다양한 생활용기를 만들어 쓸 수 있었던 것은 청자의 어떤 특성 때문인가?

금속, 나무, 돌에 비하여 청자는 흙을 반죽하여 어떤 모양이라도 만들 수 있고 고온에서 구워 열에 강하며 물이 스며들지 않았다. 탁잔, 주전자, 화병, 대접, 주병 등의 식기류 뿐 만 아니라, 유병이나 합과 같은 화장용기, 기와나 화분 등과 같은 각종 생활용구를 만들어 사용했다.

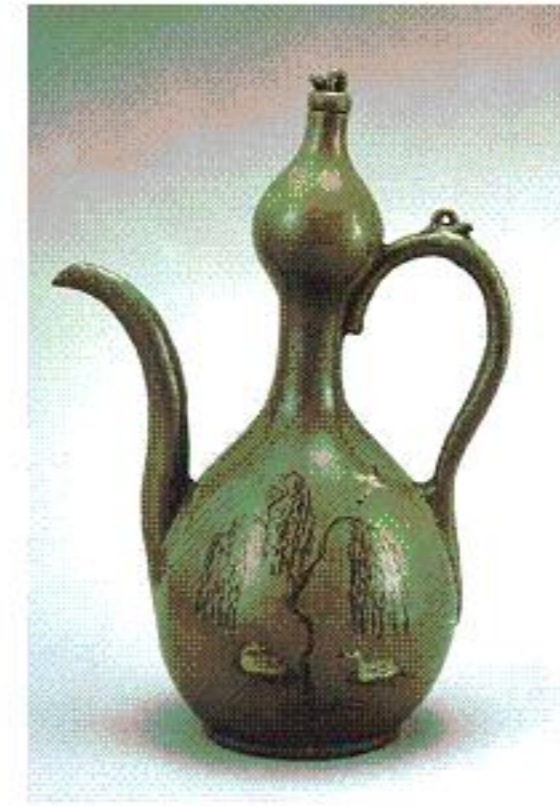
3 더 생각해보기

☞ **한걸음 더 1.** 전선의 피복을 벗겨보면, 주황빛의 구리선을 볼 수 있다. 구리가 산화하여 산화제이구리(CuO)가 되면 녹색을, 산화제일구리(Cu₂O)가 되면 적색을 나타낸다. 구리이온을 포함한 유약을 도자기에 바른 다음, 산소공급을 줄여서 구우면 어떤 색이 나올까?

☞ **한걸음 더 2.** 상감청자의 바탕 흙과 백토의 수축팽창계수를 어떻게 맞출 수 있었을까?

4 현대의 도자기

과거의 도자기는 오늘날 세라믹스로 이어진다. 세라믹스에는 여러 종류가 있는데 TV, 라디오, 컴퓨터 등의 각종 전자기기에는 절연 및 저항 세라믹스, 유전체 세라믹스가 들어 있다. 자성 세라믹스는 안테나, 변압기, 노래방용 스피커 등과 자기기록매체인 하드 디스크 등에 사용된다. 가스렌지에서 스위치를 눌렀다 땀 때 작은 불꽃을 일으키는 것은 압전 세라믹스이다. 높은 강도, 내마모성, 내식성 및 내열성 등의 특성을 가져 우주선의 표면에 붙이는 구조세라믹스도 있다. 세라믹 필터는 정수 등에 사용된다. 생체 세라믹스재료는 인체에 잘 적응하고 부작용이 적은 것으로 알려졌다. 치과 분야에서 상아질과 비슷하여 충치 등을 씌우는데 사용되며, 정형외과 분야에서 뼈와 관절의 치환 재료로서 각광 받고 있다.



이름다운 비취색을 자랑하는 청자상감주자³¹⁾



뛰어난 조형미를 자랑하는 청자압형수적³¹⁾



생활용기의 하나인 청자탁잔³¹⁾

도자기의 흙부분(태토)
도자기의 상감무늬(백토)



현미경으로 본 도자기 흙과 상감 무늬³²⁾



압전세라믹진동자

4-8. 고려와 조선의 인쇄문화

물질: 8학년 물질의 특성

목판본을 이용한 인쇄 과정



목판본으로 찍은
무구정광다라니경 33)



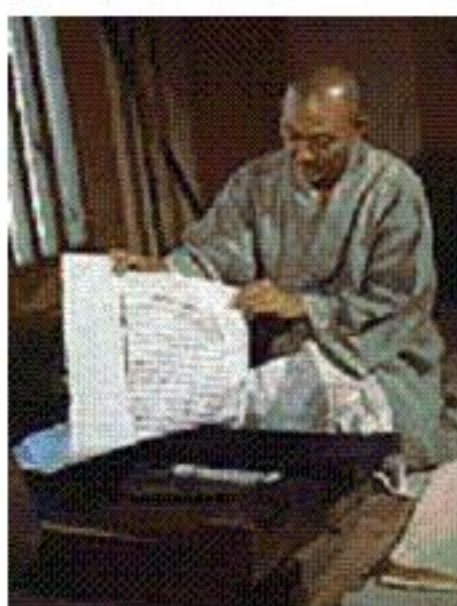
대장경판 34)



먹물칠한 목판에
종이 문지르기



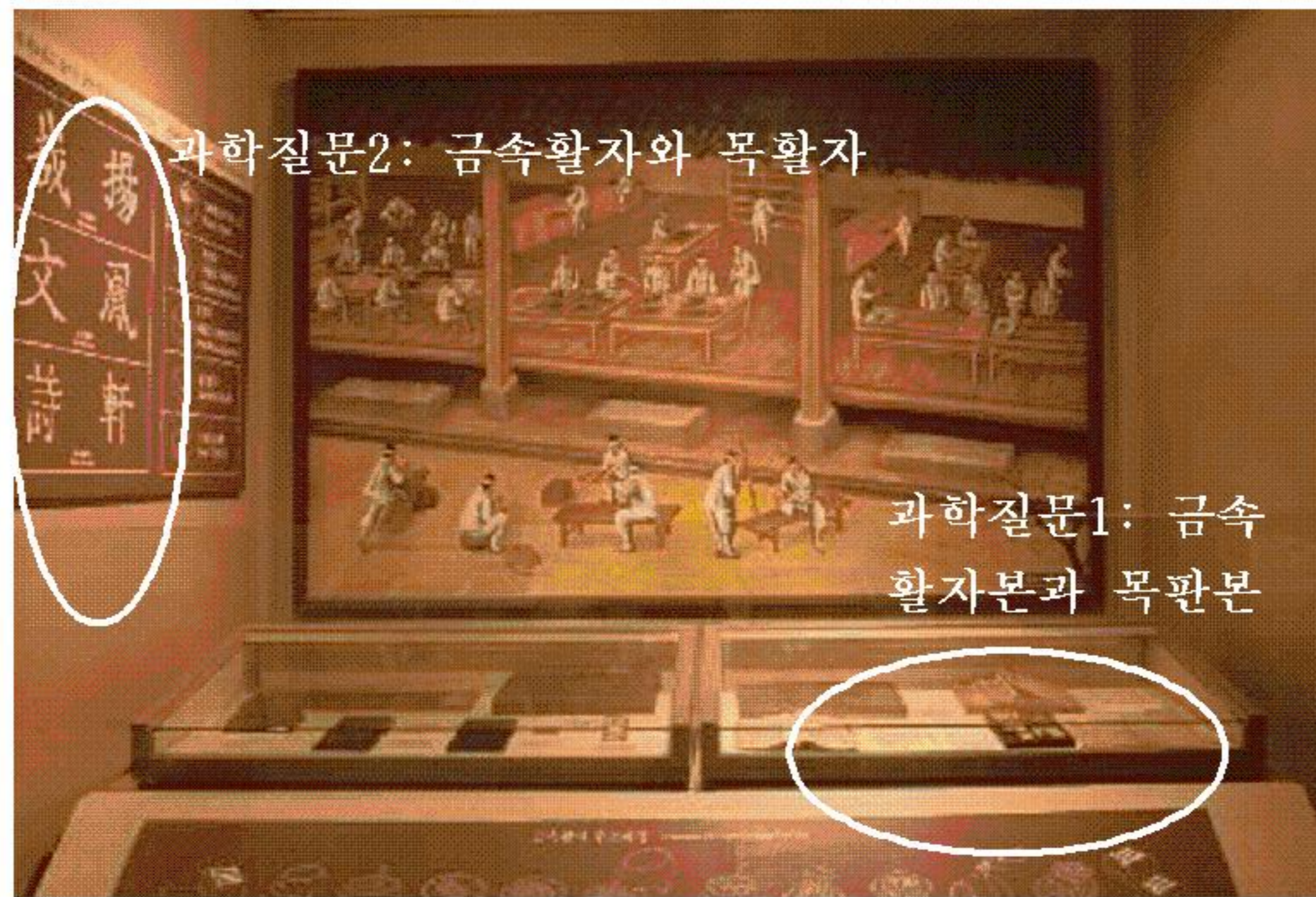
종이 떼어내기



인쇄완성

고려와 조선의 인쇄 문화와 관련하여 우리나라는 세가지의 세계문화유산을 가지고 있다. 즉, 팔만대장경과 해인사 장경판각, 현존하는 최고의 금속활자본인 직지심체요절, 그리고 훈민정음이다. 썩지 않은 목판본을 만든 것이나, 섬세한 글자를 주물로 뜨는 것, 수성과 유성의 두가지 먹을 만든 것은 모두 나무와 금속에 대한 이해를 바탕으로 한 것이라고 할 수 있다. 인쇄와 관련하여 고인쇄, 목판인쇄술, 금속활자 등 세 가지로 나누어 전시하였으므로 서로 비교할 수 있다.

1 문화적 소양 넓히기



문화질문1. 금속활자가 팔만대장경과 같은 목판본보다 유리한 점은 무엇인가?

목판은 제작하는 과정에서 나무를 베어, 짜고, 판을 짜고, 새기기 위해서는 많은 시간과 경비와 노력을 기울여야 한다. 그런 반면, 전쟁이나 화재 등이 한번 발생하면 보존하기가 어렵다. 해인사대장경판을 완성하는데는 16년이라는 세월이 걸렸다고 한다. 이러한 어려움을 극복하기 위하여 오랫동안 쌓아온 금속공예의 기술을 바탕으로 새로운 금속활자 인쇄 기술이 고안되었다. 금속활자 인쇄에 대한 가장 오랜 기록은 고려 고종 21년경에 <상정고금예문> 50권을 찍어냈다는 것이다. 현존하는 가장 오래된 금속 활자본은 청주 흥덕사에서 백운화상이 불법을 간추려서 정리한 <백운화상초록불조직지심체요절>이다.

문화질문2. 조선 시대의 활자 인쇄 기술이 발전하였음에도 불구하고 목판본이 계속 사용된 이유는?

수요가 많은 서적들은 조판을 해야 하는 활자로 인쇄하는 것보다 이미 조판까지 한 목판본으로 발간하는 것이 효율적이다. 이러한 조선시대의 인쇄술은 대규모로 서적의 보급을 가능하게 해 당대의 학술분야 발전에 크게 공헌하였다.

2 과학적 안목으로 바라보기

🔍 **과학질문 1.** 목활자와 금속활자로 인쇄한 글자를 확대해서 보면 어떤 차이점이 있겠는가? 이 차이는 어디에서 오는 것일까?(학생활동지4-8)



<금속활자 인쇄물 확대>



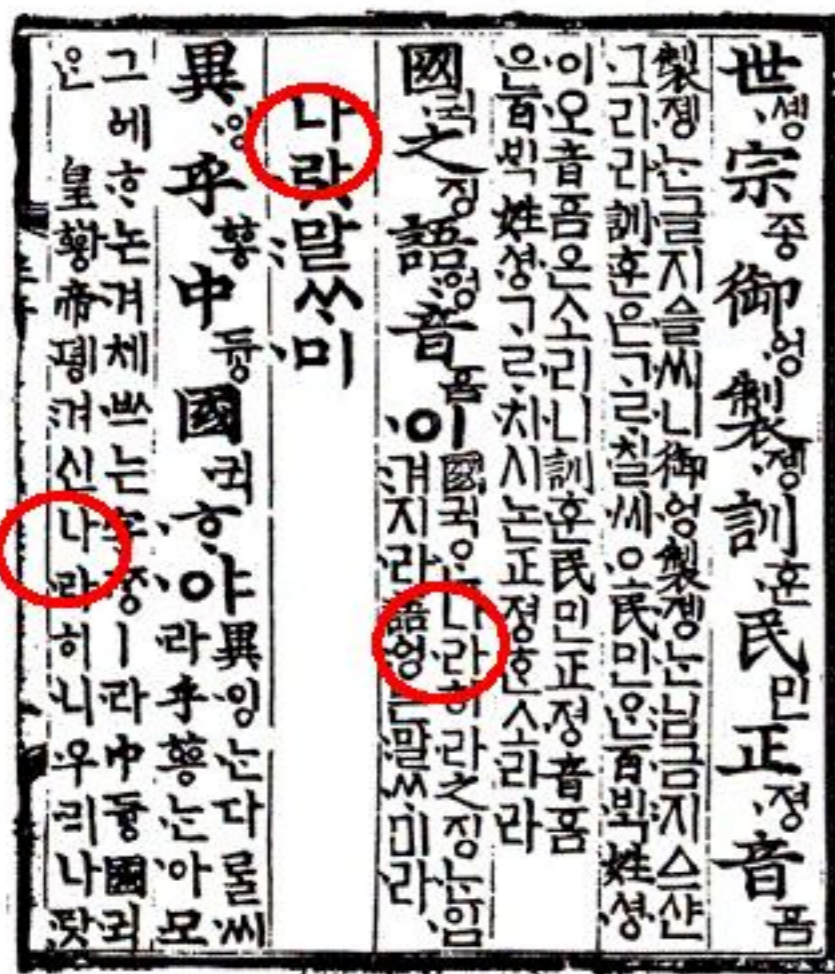
<목활자 인쇄물 확대>

목활자에는 가로줄의 나뭇결 무늬가 보이며 전체적으로 먹의 진하기가 고르며 송연먹을 사용하기 때문에 먹이 종이에 골고루 퍼져있다. 금속활자는 금속위에 수성먹이 송연먹이 잘 퍼지지 않기 때문에 기름먹인 유연묵을 사용한다. 기름먹의 경우라도 금속위에서 완전히 퍼지지 않고 뭉쳐있을 수 있기 반점이 생기거나 먹이 아주 진하게 묻은 부분과 잘 먹히지 않은 부분이 크게 차이난다.

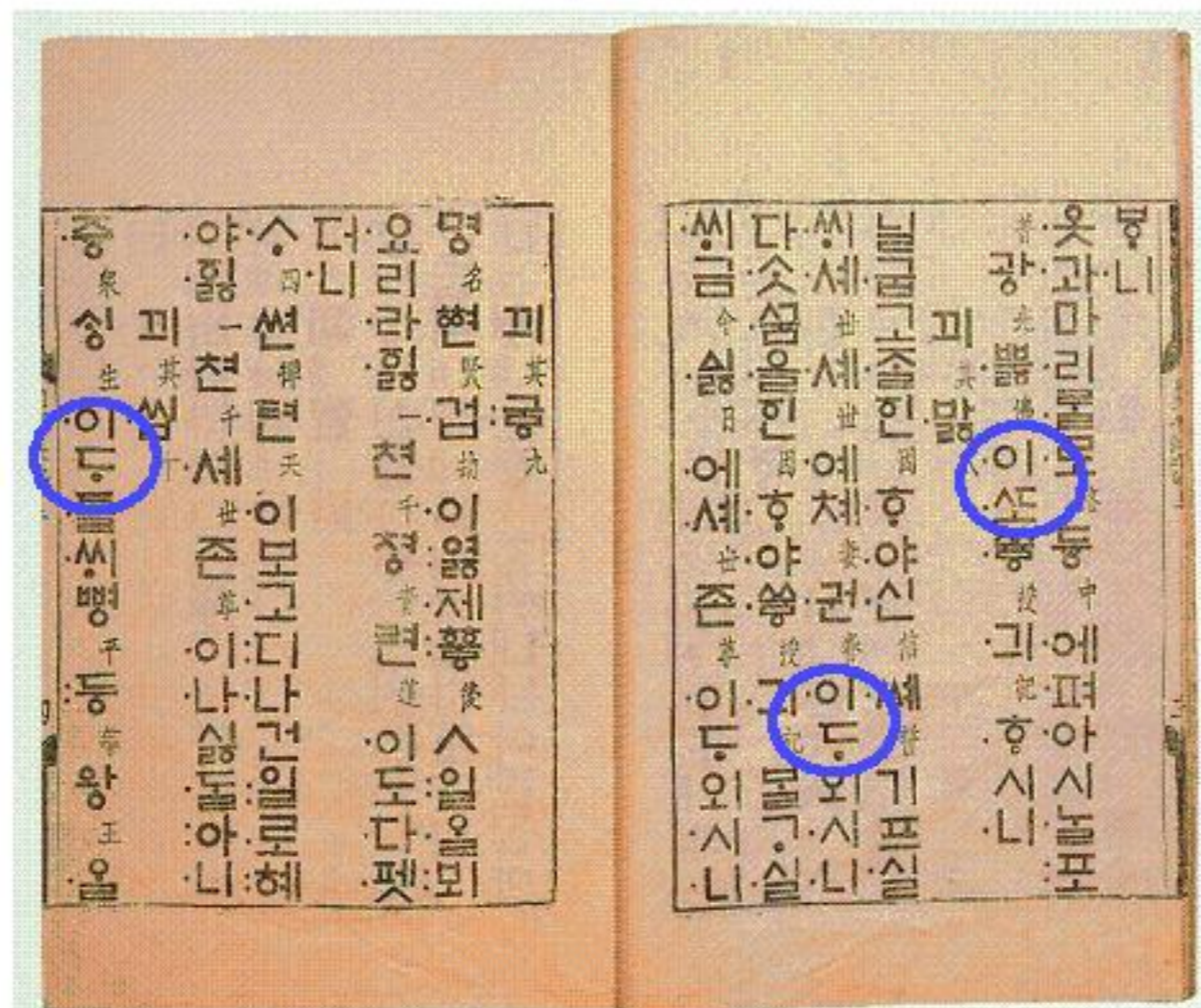
철판 등 금속판 위에 물을 묻혀보면 물이 금속판 위에서 잘 퍼지지 않는 것을 볼 수 있다. 마찬가지로 금속활자에 물을 타서 만든 먹을 묻히면 잘 퍼지지 않는다. 금속활자의 인쇄 품질을 높이기 위해서는 금속위에서 먹이 잘 퍼지도록 기름을 용제로 사용한 유연묵을 만들어 사용했다

🔍 **과학질문 2.** 목판본과 금속활자본의 차이점을 찾아보면?(학생활동지4-8)

- 글자 하나마다의 크기와 모양, 글자 사이의 간격과 줄, 오래된 글자



<훈민정음 언해본> 목판본³⁵⁾

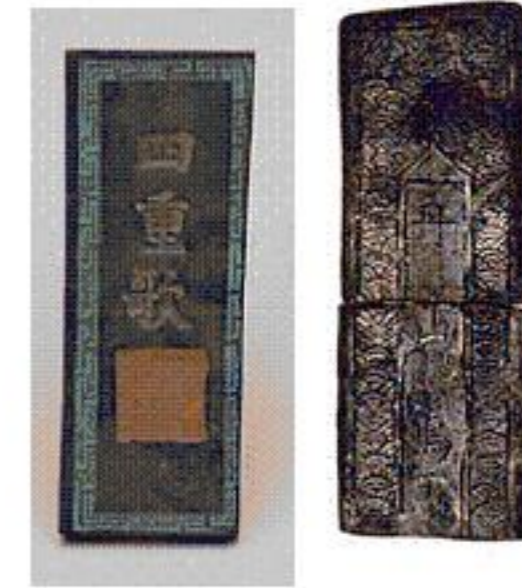


<월인천강지곡> 금속활자본³⁶⁾

훈민정음 언해본 목판본은 종이 쓴 것을 목판에 새긴 것이기 때문에 같은 '나'자라도 글자마다 모양과 크기가 다른 것을 볼 수 있다. 월인천강지곡은 주조된 금속활자를 하나씩 찾아 조판한 것이기 때문에 여러 군데 나온 '이'자가 비교적 동일한 것을 볼 수 있다. 또한 목판본은 글자 사이의 간격이나 줄은 비교적 고른 편이나 금속 활자본은 글자 사이의 간격이나 줄은 고르지 못하다.

🔍 먹의 종류

물과 친한 묵: 송연묵(솔먹)은 송진을 뺀 노송을 태워 얻은 그을음, 즉 탄소를 아교로 반죽하여 만든다. 송진을 제거하여 물에 잘 녹는다.



해주묵³⁷⁾ 단산오묵³⁸⁾

기름과 친한 묵: 유연묵(기름먹)은 오동나무 씨, 깨 등 식물성 기름을 태워서 얻은 탄소를 아교로 반죽하여 만든다. 유성의 성질을 가지며, 먹이 갈았을 때, 물위에 생기는 기름막 때문에 간섭색이 나타난다. 위의 사진 중 해주묵은 송연묵이고 단산오묵은 간섭색으로 보아 유연묵으로 추정된다.

🔍 오늘날의 먹토너

오늘날 인쇄 방법 중의 하나인 레이저 프린터나 복사기에는 토너가 있다. 얼핏 보기에는 토너가루가 흑연 한 가지 같지만, 다음의 성분이 들어있다.

- 탄소가루: 검정색
- 섫가루: 대전 입자로 녹아서 종이에 탄소를 붙게 함. 먹의 아교와 같은 역할.

🔍 관련 전시물

제2전시실의 문방사우



4-8. 목판인쇄, 금속활자 그리고 목활자

[관련 전시물 : 고인쇄, 목판인쇄, 금속활자]

()년 ()월 ()일 ()학년 ()반 ()번 이름 ()

고려 복활자



'복'활자 39)

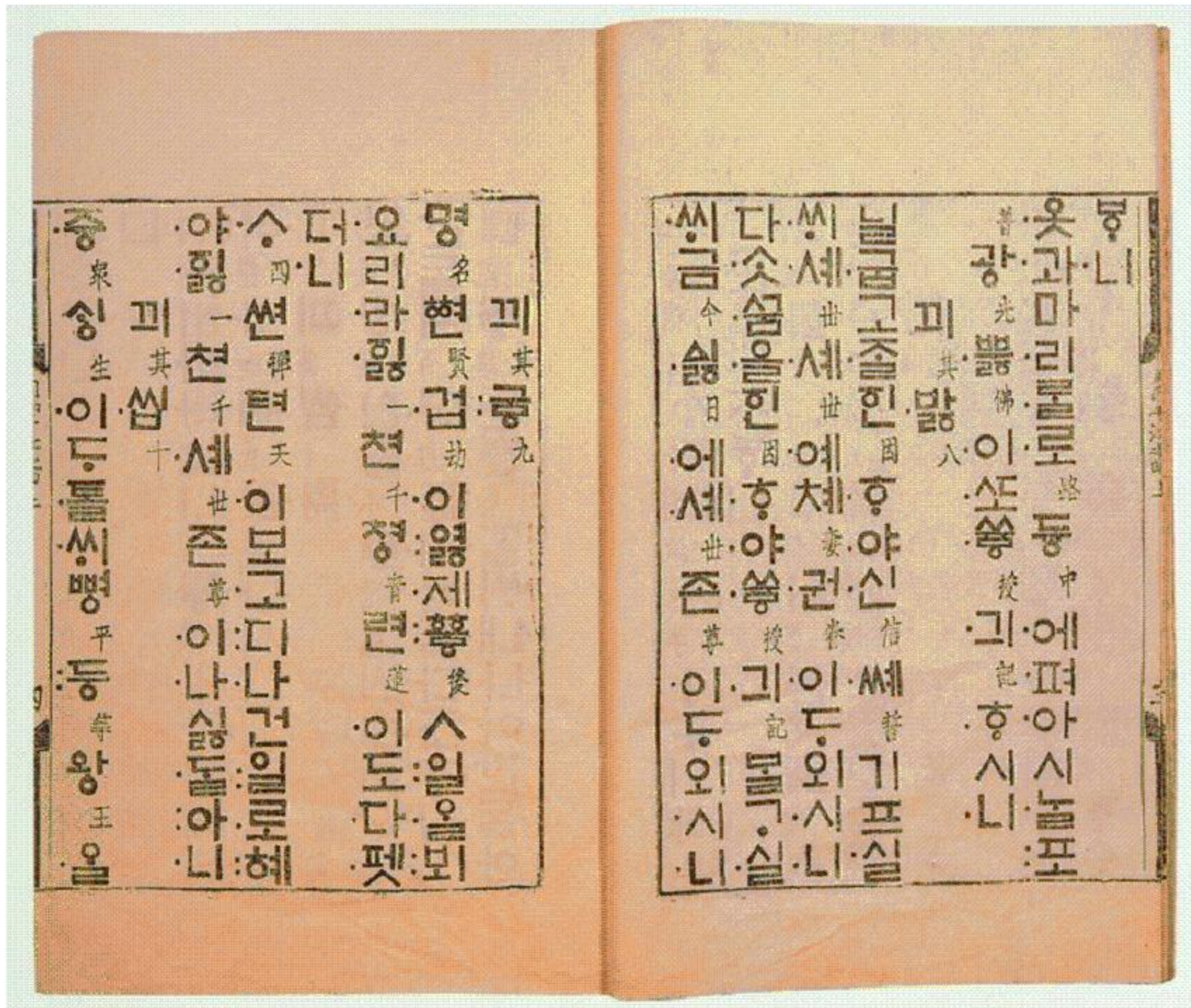
현재 국립중앙박물관에
는 개성의 개인 무덤에서
출토된 것으로 알려지고
있는 고려시대 금속활자
인 복자가 새겨진 활자
하나가 있다. 가로 세로
가 각각 1.0 cm이며, 이 글
자는 자전에도 나타나지
않는 글자이다. 구리
50.9, 아연 0.7, 주석 28.5,
납 10.2, 철 2.2%의 금속
성분을 함유하고 있다.
여러 가지로 보아 고려후
기에 만들어졌을 것으로
추정하고 있다.

우리나라는 목판본, 금속활자, 목활자 등의 여러 가지 인쇄 방법을 개발해왔다. 각각의 인쇄방법은 나름대로 특징과 장단점이 있다. 다음의 인쇄결과물을 보고 그 특징들을 생각해보자.

관찰하기 : 다음은 목활자와 금속활자로 인쇄한 글자이다. 어느 것이 목활자로 인쇄한 것이고 어느 것이 금속활자로 인쇄한 것인가? 그렇게 생각한 이유는?



2 관찰하기: 다음 중 하나는 목판으로 인쇄한 것과 금속활자로 인쇄한 것이다. 어느 것이 목판본이고 어느 것이 금속활자본이겠는가? 전시물과 비교하여 구분하라.



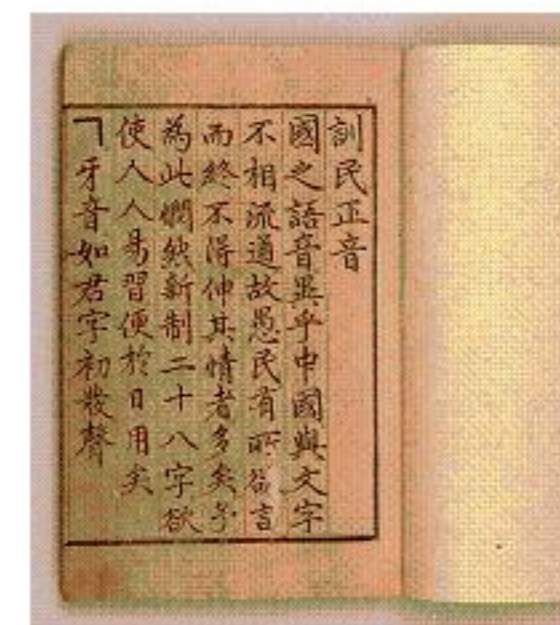
<월인천강지곡> 36)

IT강국과 한글

...전략...휴대전화로 문자를 보낼 때 한글로 5초면 되는 문장을 중국, 일본 문자는 35초 걸린다는 비교가 있었다. 세종이 수백년 뒤를 내다본 정보통신 대왕이 아니었다 하는 감탄이 나온다. 한글은 하나의 글자가 하나의 소리만 갖는다. 발음기관의 모양까지 반영한 음성공학적인 문자여서 세계의 언어를 다 표현해낸다. 세계적 언어학자들은 한글이 가장 배우기 쉽고 과학적이어서 세계 문자 중 으뜸이라고 말한다... 이하 후략...김일 부국장 (중앙일보 디지털 담당)

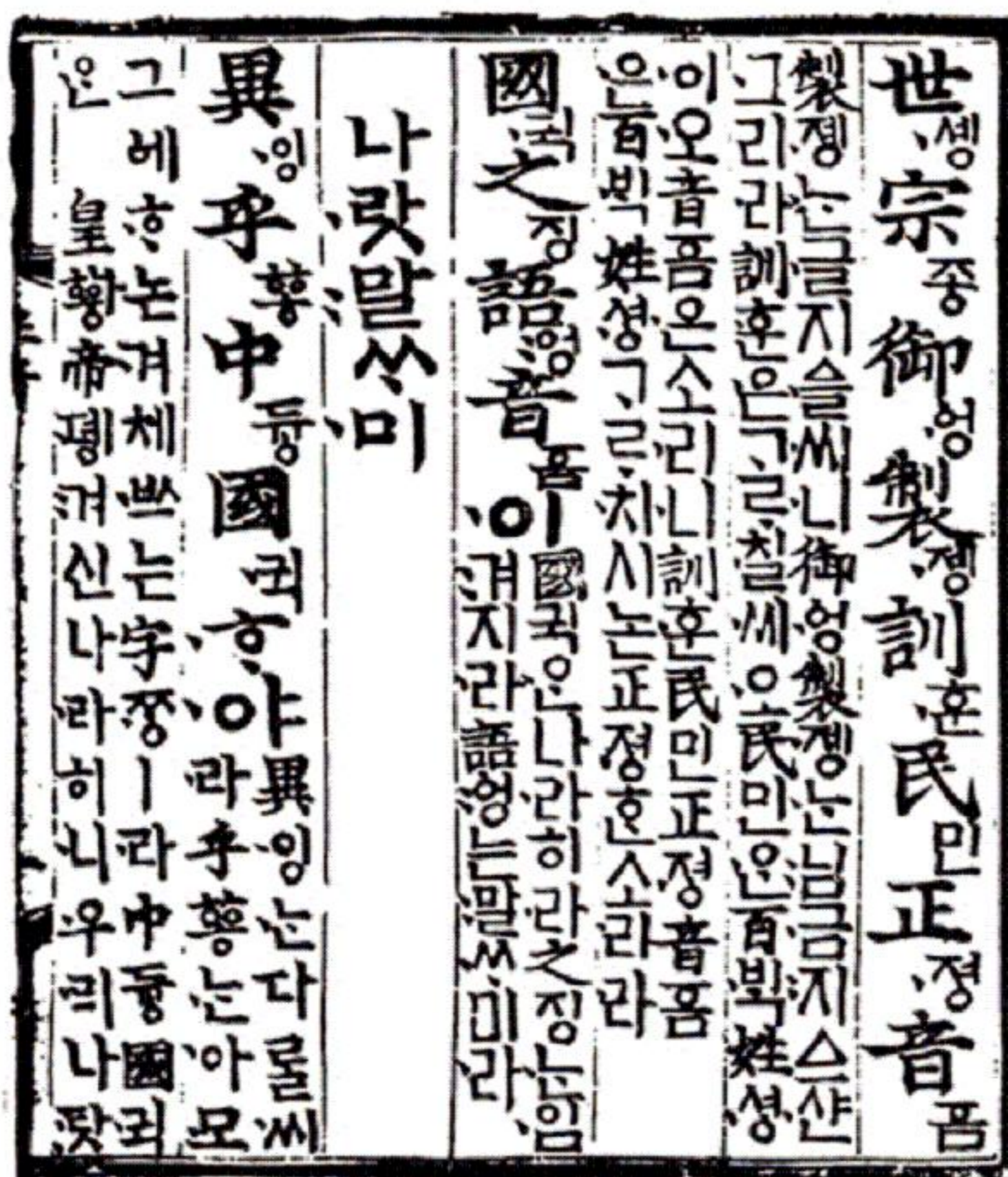
출처: 중앙일보 인터넷판 2004년 10월 4일자, <http://service.joins.com/asp/article.asp?aid=2476328&serv=opinion&=0pinionews>

세계기록유산인 훈민정음



훈민정음 40)

세종께서 한글 창제의 목적과 문자 하나마다의 예시, 설명, 용례를 제시한 책을 짓도록 하였는데, 이 책이 훈민정음으로 세계기록유산으로 지정되었다.



<훈민정음 언해본> 35)

4-9. 조선시대의 과학기술

지구: 6학년 계절의 변화, 9학년 태양계의 운동

수학: 정사영, 각도

이 전시실에는 천체관측 기구도 있지만 여러 종류의 시계가 모여 있는 것이 특징이다. 각 해시계의 특징과 장단점을 비교하고 정확한 시간을 측정하기 위해서는 지구의 자전과 공전에 대한 이해가 필요하다. 더 나아가 정확한 시간 측정과 관련한 현대의 표준과학기술과 연계하여 설명할 수 있다.

여러 종류의 평면 해시계



석제평일구¹⁾



오석평일구⁴¹⁾



신법지평일구⁴²⁾

관련 전시물

제3전시실의 도량형

관련웹사이트

한국표준과학연구원

<http://www.kriss.re.kr/>
한국천문연구원

<http://www.kao.re.kr/>

1 과학적 안목으로 바라보기



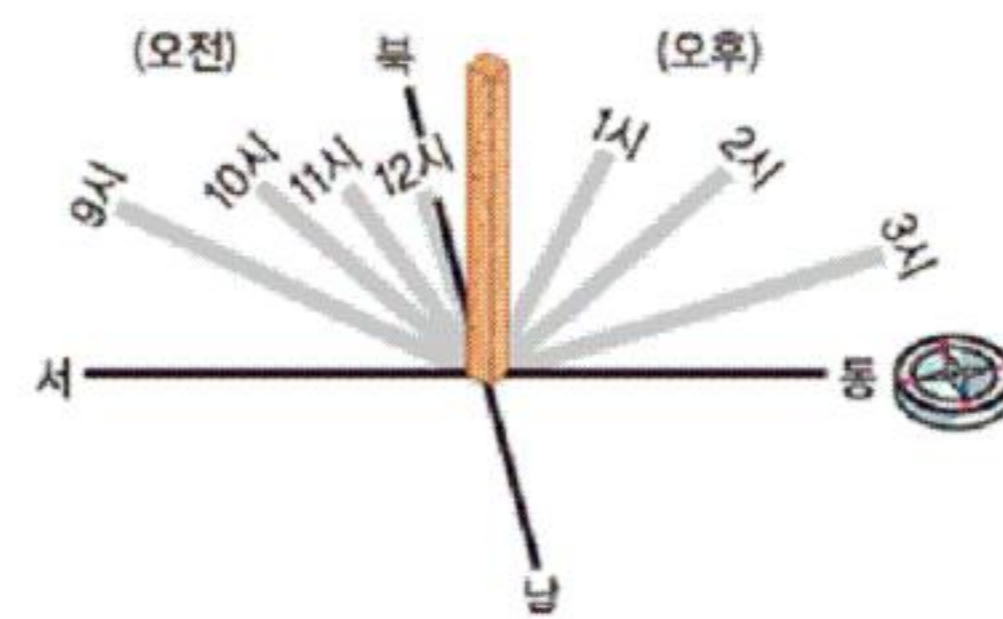
과학질문 1. 시간을 어떻게 잴 수 있을까?

규칙적으로 변하는 것을 활용하여 잴 수 있다. 예를 들어, 일년, 하루 등은 지구의 공전과 자전 등 규칙적으로 변하는 천문 현상을 이용한 것이다. 해시계는 낮 동안 해의 움직임, 물시계는 일정한 물의 흐름을, 패종시계는 진자를, 수정시계는 수정의 진동 등을 이용하여 시간을 잴 수 있다.

과학질문 2. 석제 평일구, 오석평일구, 양부일구, 정남일구는 모두 해시계이다. 이 중 가장 만들기 쉬운 해시계는 어느 것일까? 그와 같이 해시계를 만들면 어떤 점이 문제가 될까?

석제평일구는 민간에서 사용하던 것으로 돌의 넓적한 면을 가운데를 중심으로 12등분하여 눈금을 그리고 그 가운데에 그림자 바늘을 꼽아 사용한 것이다. 그러나 시간과 계절마다 그림자 길이가 달라져서 그림자가 눈금을 벗어나기 쉽다.

또한, 태양은 1시간에 15도씩 원주상을 돌고 그림자는 평면에 드리워지게 된다. 평면상에서 그림자가 길게 드리울 때와 짧을 때 이동하는 각도가 같지 않다.



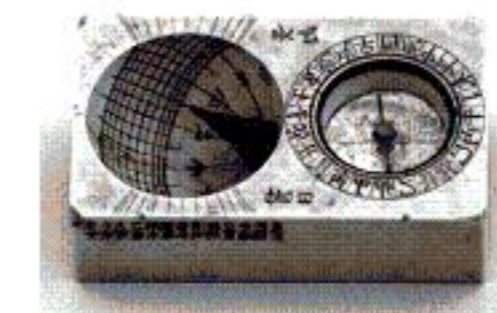
해를 이용한 시간 측정⁴³⁾

☞ **과학질문 3.** 석제 평일구의 단점을 보완하고 정확한 해시계를 만들려면 어떻게 해야 하는가?

그림자바늘을 중심으로 해가 돌아가는 것과 대칭되는 지점에 그림자가 드리워져서 그림자도 1시간에 15도씩 돌아가게 하면 된다. 즉, 그림자 바늘을 우리나라의 위도만큼 기울여 북극을 향하게 하고, 그림자가 원주 상에서 드리워지게 하면 된다. 이러한 생각을 그대로 구현한 것이 앙부일구이다. 앙부일구는 '솔이 하늘을 보고 있는 모양의 해시계'라는 뜻이다. 가운데 있는 쇠바늘인 영침은 서울의 위도인 37도 39분 1초만큼 기울어져 있다. 나침반을 이용하여 정남방향을 잡고, 수준기를 이용하여 수평을 잡아 설치한다. 바닥에는 동지에서 하지에 이르는 24 절기를 나타내는 13개의 위선과 이에 수직한 시각선이 그어져 있다. 시각과 절기를 동시에 알 수 있다. 앙부일구는 설치 시 방향과 수평을 잘 잡는 것이 관건이다. 그래서 휴대용 앙부일구에는 나침반이 함께 달려있다. 나침반이 없어 시계만으로 방향을 잡아 시간을 측정하는 시계가 있었을까?



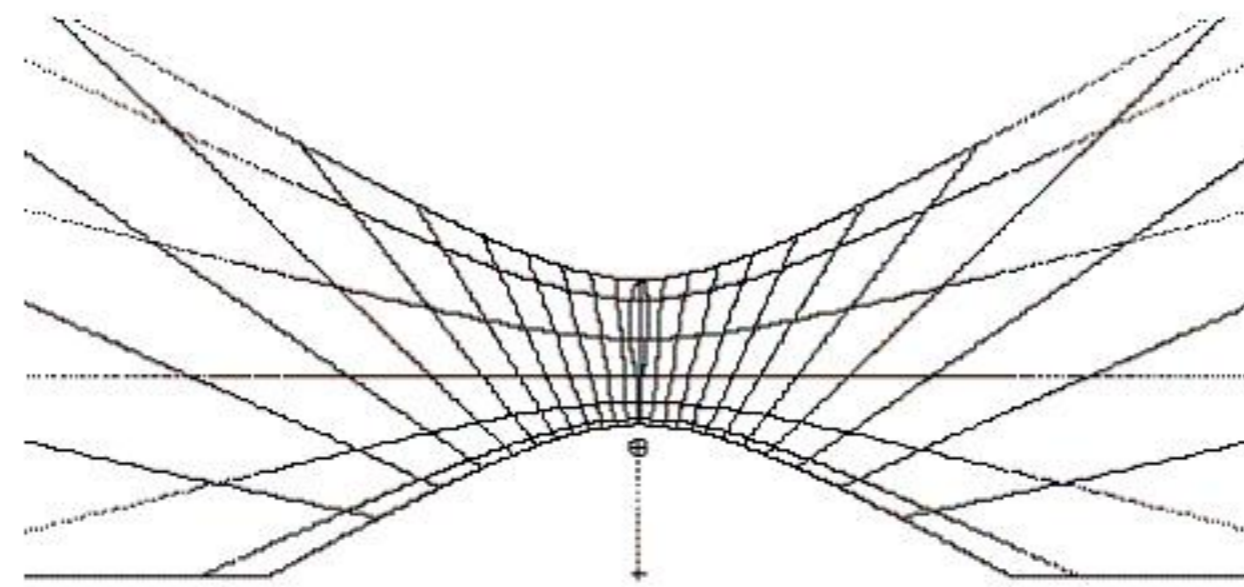
동지 부근의 한나절 시간을 가리키는 앙부일구 ⁴⁴⁾



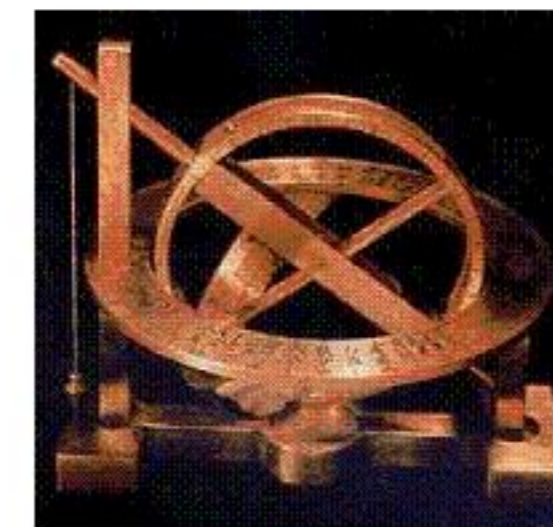
휴대용 앙부일구 ¹⁾

☞ **과학질문 4.** 평면해시계로도 앙부일구만큼 정확하게 시간을 잴 수 있도록 할 수 있을까?(학생용 활동지 4-9)

평면 해시계로 정확하게 시간을 재려면 계절과 시간 차이에 따른 그림자의 길이 변화와 각도 변화에 평면에 고려하여 눈금을 그려야 한다. 그런 작업을 하려면 각도에 대한 이해가 있어야 하는데 이것은 서양에서 각도의 개념이 들어온 이후에 가능하였다. 각도에 대한 새로운 이론을 적용하여 눈금을 나누었기 때문에 신법지평일구라고 한다. 이것을 잘라서 오르면 앙부일구가 된다.



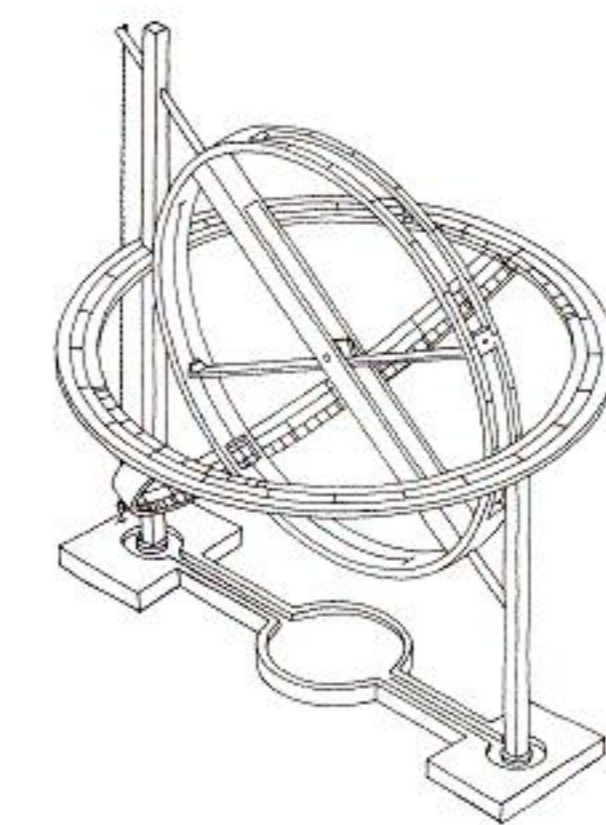
수평해시계의 눈금 ⁴⁵⁾



복원된 정남일구 ⁴⁶⁾

☞ **과학질문 5.** 정남일구는 나침반 없어도 남북방향을 찾고 시간을 측정할 수 있도록 고안되었다. 어떻게 나침반 없이도 그것이 가능할까?

여러 해시계 중에서 가장 정확한 해시계를 찾으라고 하면 많은 학생들이 앙부일구를 지목한다. 그러나 앙부일구보다 더 정교한 시계는 정남일구이다. 정남일구는 전해지는 유물은 없지만 관련기록이 비교적 상세하기 때문에 1987년에 한국표준연구소(현한국표준과학연구원)에서 복원하였다. 정남일구는 태양의 위도와 경도를 측정함으로써 정남방향과 그림자의 역할을 대신한다. (활동지 4-9)



정남일구 모형도 ⁴⁶⁾

2 오늘날의 시간 측정

오늘날에도 정확한 시계를 만드는 것은 국가적으로 중요한 일이다. 때문에 한국표준과학연구원에서 첨단 과학기술로 시간 표준을 유지하고 있다. 한국표준과학연구원의 홈페이지를 방문하여 어떻게 시간표준이 유지되는지 알아보자.



4-9. 석제평일구에 그림자 바늘을 찾아주자.

[관련 전시물 : 석제평일구, 앙부일구, 오석평일구, 신법지평일구]

()년 ()월 ()일 ()학년 ()반 ()번 이름 ()

④ 실마리 1

- 그림자 바늘을 똑바로 세우면 어떤 문제가 생길까?
- 앙부일구, 정남일구 등의 그림자 바늘은 어떻게 세워져 있는가?

④ 실마리 2

- 오석평일구의 눈금은 어떻게 그려져 있는가?

다음은 국립민속박물관에 전시된 석제평일구이다. 이 석제평일구에는 그림자 바늘이 없다. 이 석제평일구에 그림자 바늘을 만들어 꽂아주자. 어떻게 만들어야 시간을 정확하게 잴 수 있을까?

! 알아내기

시간을 알아보던 옛날의 해시계에 시간을 알게 하는 영침(바늘)이 없다.



- 이 해시계의 이름은 무엇인가?

- 이 해시계에 바늘을 어떻게 만들어 세워야 시간을 잘 잴 수 있을까?

- 만약, 더 정확하게 시간을 재기위해 눈금을 고친다면, 어떻게 고치는 것이 좋은가?



4-10. 정남일구로 어떻게 시간을 잴 수 있었을까?

[관련 전시물 : 석제평일구, 앙부일구, 오석평일구, 신법지평일구]

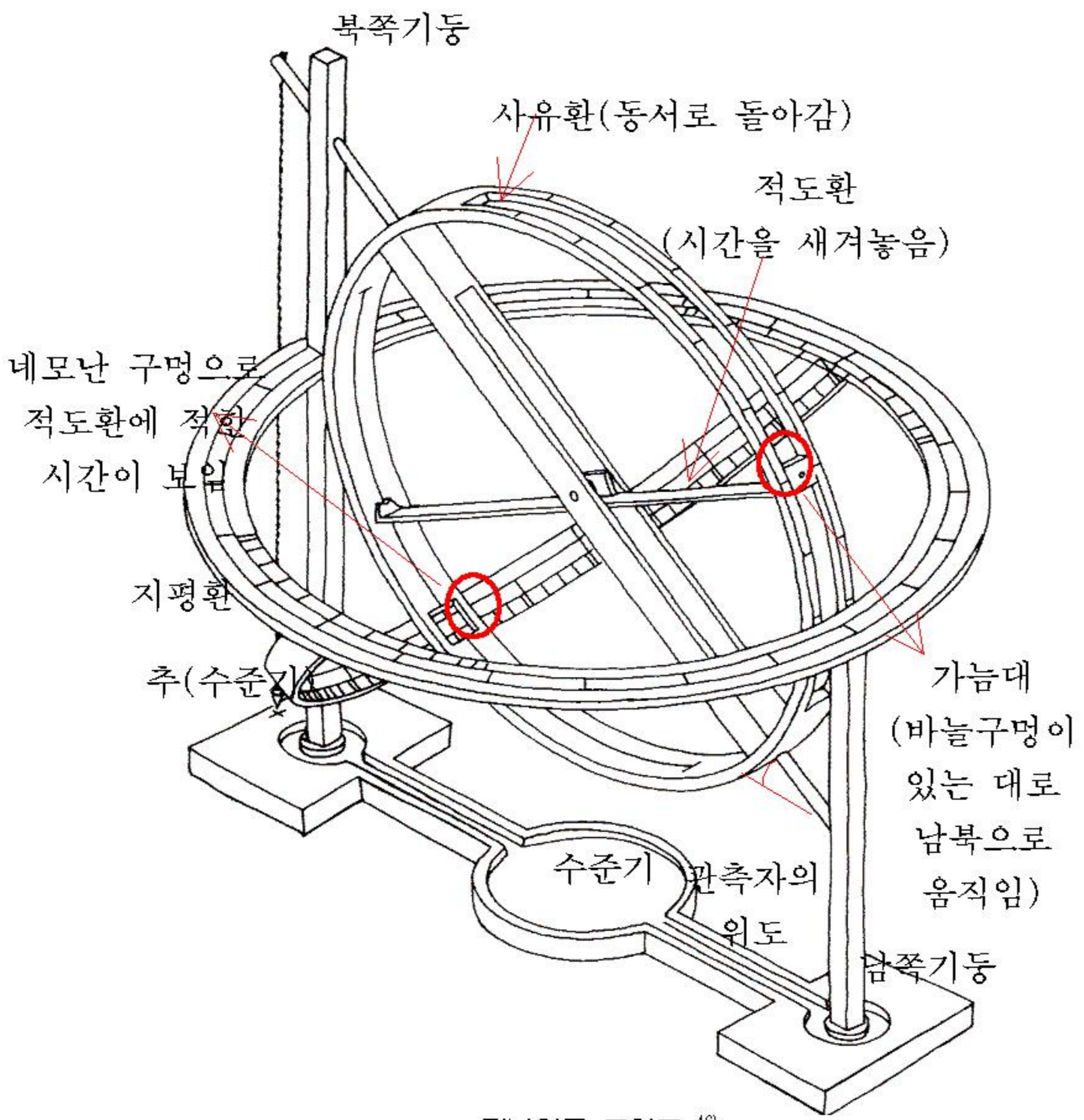
()년 ()월 ()일 ()학년 ()반 ()번 이름 ()

다음은 정남일구의 복원도이다. 어떻게 나침반없이 정남일구로 남쪽 방향을 찾고 시간을 잴 수 있었을까?

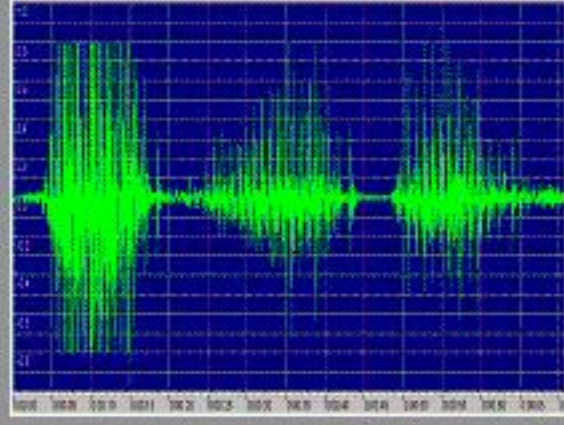
알아내기

아래 그림은 정남일구의 모형도이다. 정남일구는 바닥에 있는 수준기와 추를 이용하여 수평을 맞춘 다음, 가늌대에 햇빛을 통과하게 하여 그 햇빛이 사유환에 뚫린 네모난 구멍에 도달하게 정남일구의 위치, 가늌대의 높낮이, 사유환의 각도를 조절하면 된다. 그때 네모난 구멍으로 보이는 적도환의 시각을 읽으면 시간을 알 수 있으면 북쪽 막대는 북쪽으로 남쪽 막대는 남쪽으로 향하게 된다.

어떻게 햇빛을 맞추는 것만으로 시간을 알 수 있는지 설명해보자.



정남일구 모형도 46)

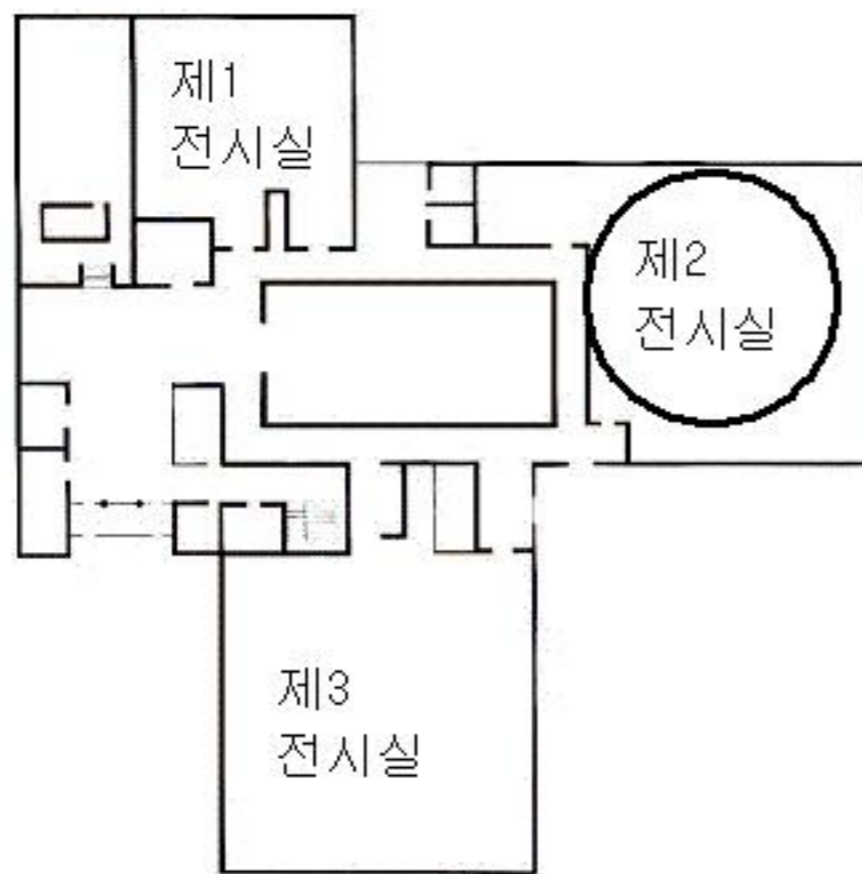


제 5 장

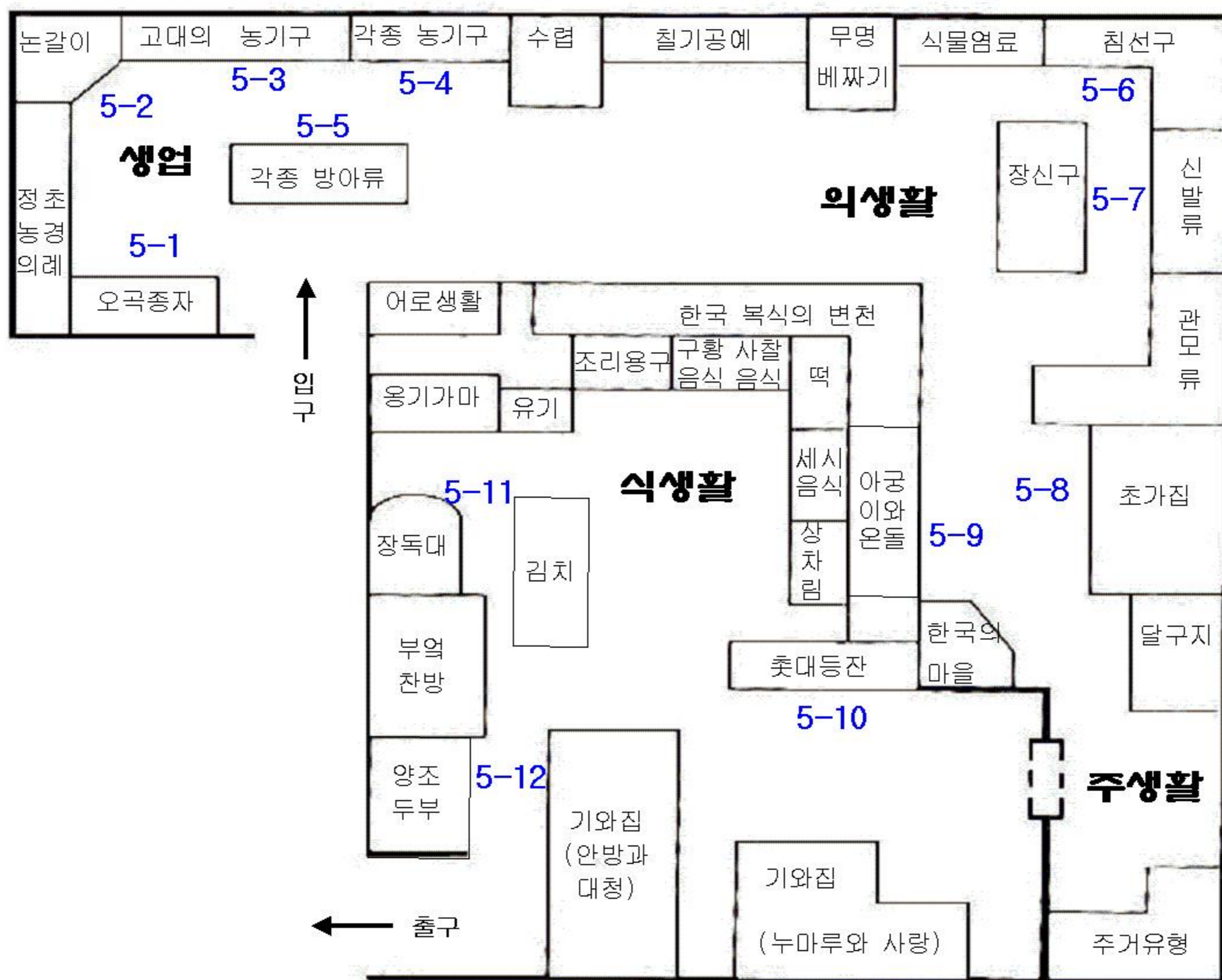
제2전시실, 한국인의 생업과 의식주 과학 탐방 지도

제2전시실, 한국인의 생업과 의식주

제 2 전시실의 지도



한민족생활사를 주제로 한국인의 의식주를 주제로 한 제2전시실에서는 우리 민족의 생업, 의식주 생활 및 수공업 발달상을 여러 유물과 복원물을 통하여 보여주고 있다.



제2전시실, 한국인의 생업과 의식주 과학탐방 지도자료 개요

5-1. 오곡종자, 기장으로 표준자 만들기

오곡종자의 뿌리, 줄기, 잎, 이삭을 비교할 수 있으며, 표준자를 만드는데 사용한 기장 알의 크기를 확인할 수 있다.

5-2. 논갈이

대단한 것 같지 않아 보이는 논갈이지만, 그 속에는 잡초의 씨를 파묻고 벼를 잘 자라게 한다는 것을 밭아의 조건과 관련하여 설명할 수 있다.

5-3. 고대의 농기구

벼를 키우기 위해 선사시대부터 어떤 농기구를 사용했는지 확인할 수 있다.

- 학생용 활동지: 논갈이에 사용된 기구는 어떻게 변해왔을까?
- 학생용 활동지: 서있는 쟁기, 땅에 누운 쟁기

5-4. 한국의 농기구

농기구의 작용을 역학적으로 설명할 수 있으며 옛날 도난 경보기로 사용했던 쇠스랑 설명은 관람객이 좋아하는 이야기이다.

5-5. 방아기구

지레의 원리와 역학적 에너지의 보존을 보다 구체적으로 적용할 수 있다.

- 학생용 활동지: 디딜방아의 공이를 높게
- 학생용 활동지: 볍씨, 왕겨 그리고 쌀

5-6. 침선구

돌잡이를 위한 타래버선을 마찰력과 관련하여 설명할 수 있다.

- 학생용 활동지: 타래버선: 돌잡이를 위한 미끄럼 방지용 버섯

5-7. 신발류, 설피와 압력

신발 밑창의 무늬와 마찰력, 면적과 압력 등을 관련하여 설명할 수 있다.

5-8. 조가삼간, 베르누이 정리의 집합체

바늘구멍 황소바람 속담의 뜻을 베르누이 정리로 설명하고 관련하여 기다란 비닐 봉지 한번에 불기 시범을 할 수 있다.

5-8. 온돌, 구운 돌 그리고 구들

온돌 구조에 적용되는 베르누이 정리를 확인하고 구들의 역할을 열전도와 비열로 설명할 수 있다.

5-10. 촛대와 등잔

사극에서 많이 봐서 친숙한 조족등에서 촛불이 항상 바로 서있는 이유는 관성과 관련하여 설명할 수 있다.

5-11. 장독대, 용기와 김치의 만남

물을 안통하고 공기는 통하는 미세한 구멍을 가진 용기의 특성을 미세입자의 크기와 관련하여 설명할 수 있다. 또한 날씬한 새우젓독과 배불독이 된장독의 이유를 태양열을 받는 단면적 및 발효 식품의 특성과 관련하여 설명할 수 있다.

5-12. 두부만들기와 소주고리

가지달린 시험관과 구조가 같은 소주고리를 이용한 혼합물의 분리를 설명할 수 있다.

- 학생용 활동지: 소주고리와 가지달린 시험관

5-1. 오곡종자와 표준 자 만들기

생명: 3학년 여러 가지 잎, 8학년 식물의 구조와 기능, 9학년
유전과 진화, 에너지: 7학년 파동, 표준

📌 관련웹사이트

농업진흥청 작물과학원
http://www.nces.go.kr/userspace/child_comic_s.asp

이 전시실에는 우리에게 주식이 되는 5가지 종자의 초본과 낱알이 전시되어있다. 오곡은 우리 민족의 주식으로서 삶을 경영하는데 중심이 되었다. 그 중 기장은 식량 뿐 만 아니라 세종대왕께서 제작하신 표준자인 황종척과도 관련된다.

1 문화적 소양 넓히기

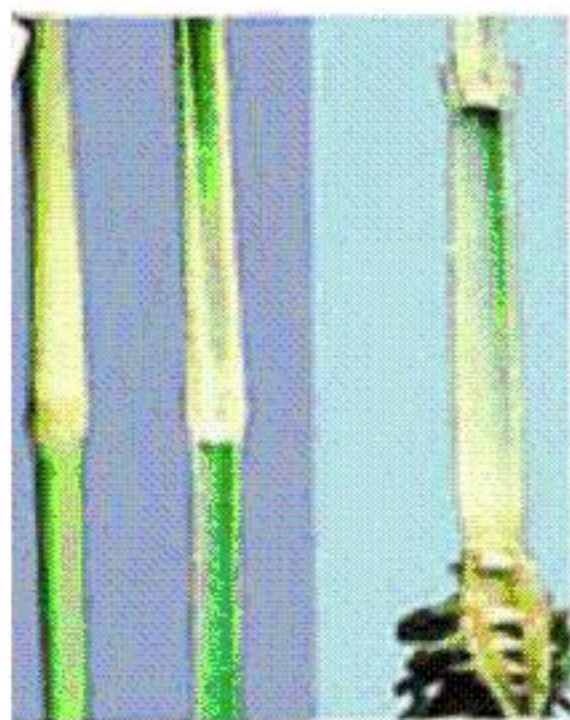
📌 벼의 모습



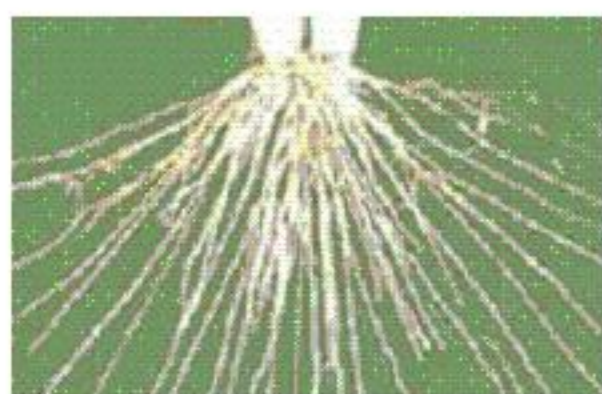
벼씨 화석 48)



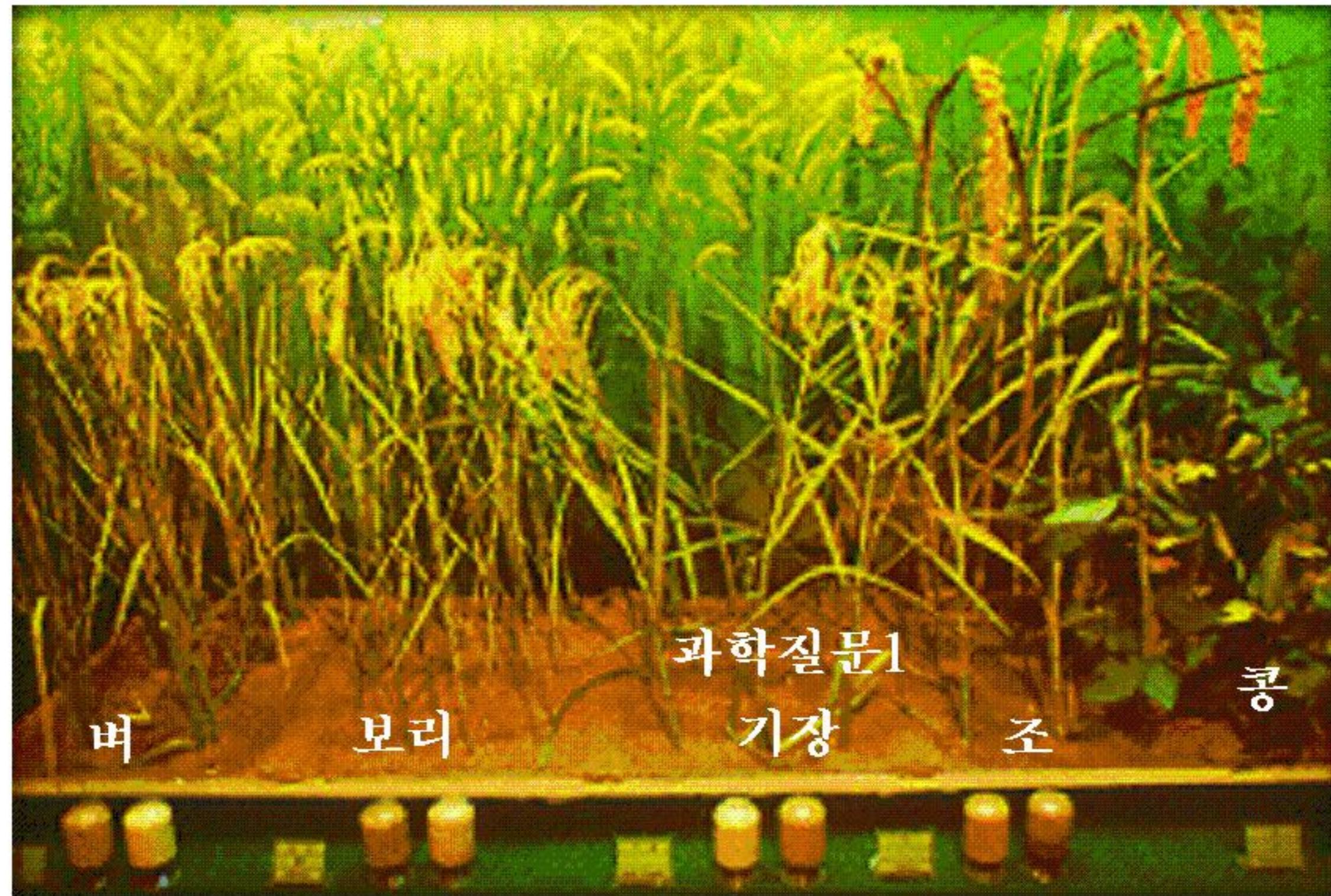
벼의 꽃 48)



벼의 마디줄기 48)



벼의 수염뿌리 48)



오곡종자

📌 문화질문1. 오곡종자가 신화에 자주 등장하는 이유는?

동명성왕의 건국신화에서 보면 주몽이 부여에서 도망칠 때, 어머니인 유화부인이 오곡종자를 싸서 보내는 장면이 있다. 심지어 주몽이 슬픔에 빠져 보리종자를 빠뜨리자 비둘기를 통해 도망가는 주몽에게 보내기도 한다. 또한 탐라국의 건국신화인 삼성혈신화에 따르면 수렵생활을 하던 세 명의 신인이 벽랑국에서 온 세 명의 공주와 혼인을 하는데 그 공주들이 가지고 온 오곡종자와 송아지, 망아지로 농경생활이 시작되었다고 한다. 고대 건국신화에서 오곡종자가 등장하는 것이 나라를 세우는 것과 식량 문제를 해결하는 것이 밀접하게 관계있음을 나타낸다. 이와 유사하게 석탈해의 신화에서는 오곡종자가 아니고 숯과 숯들이 등장하는데 이는 선진기술인 철기를 다루는 기술로 권력을 장악했음을 보여준다. 조선시대의 천체 관측이나 오늘날 과학기술을 중요시 하는 것은 모두 국가를 경영하는 통치자들이 첨단기술을 보유하고 진작시키는 노력을 중요시해왔다는 것을 보여준다.

오늘날까지 발견된 벼씨 중 가장 오래된 것으로 알려진 것은 경기도 일산의 유적지에서 발견된 벼씨화석이다. 탄소연대법으로 추정한 결과 지금으로부터 4,300-4,700년전으로 것으로 추정되고 있다.

2 과학적 안목으로 바라보기

과학질문1. 기장 백알과 표준자가 무슨 상관이 있을까?

정확한 자를 만들어 보급하는 것은 국가 산업과 경제에 있어서 중요하다. 조선 시대의 세종대왕은 여러 가지 국가 표준을 만들려는 노력을 많이 하였다. 그 중 소리 표준과 길이 표준을 동일시하고 이를 정확하게 정하려고 노력하였다.

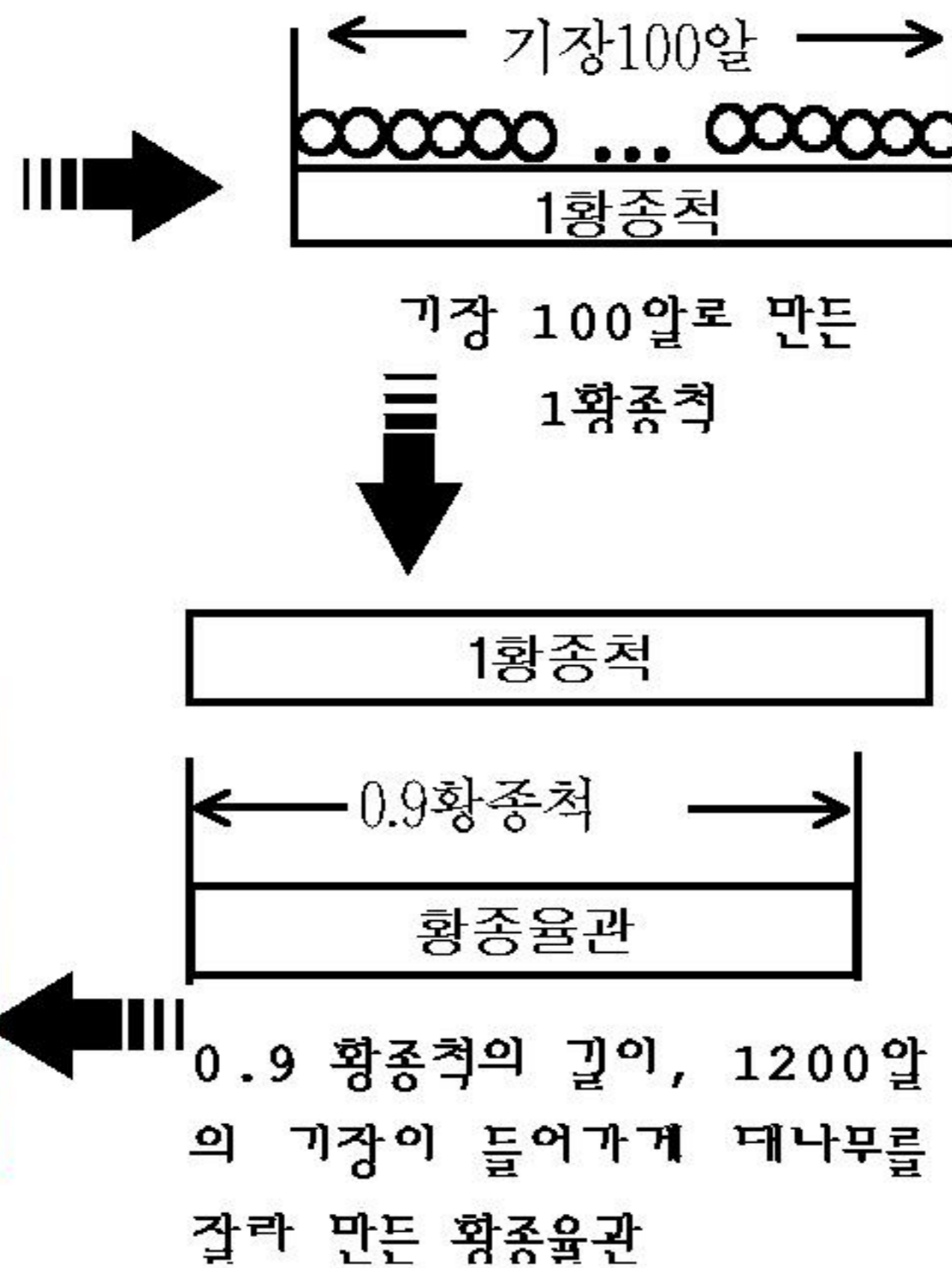
세종실록에 세종대왕께서 해주에서 얻은 거서(큰 기장)과 밀랍으로 만든 인조 기장 등을 사용하여 표준적인 황종척을 만드려는 시도를 여러 번 하였다고 기록되어있다. 즉, 기장 백알을 일렬로 세워 그 길이를 1황종척으로 삼고 이로부터 황종울관의 길이를 정해 음높이를 정하였다.



기장: 조와 비슷하나 조보다
깊은 재배식물



황종음: 황종울관
을 불어서 나는
소리 (266 Hz로
추정)



과학질문2. 기장 백알로 표준을 만들면 어떤 점이 좋을까? 또한 어떤 점이 문제가 될까?

주척의 기준이 되었던 손바닥의 폭보다 황종척의 기준이 되는 기장의 직경이 작기 때문에 표준을 만드는 데 오차가 적었을 것이다. 오늘날 아주 짧은 파장 ($632.991398.22 \times 10^{-15}$ m)의 빛을 사용하여 길이 표준을 만든다. 기장은 자연의 산물이기 때문에 낱알마다 크기가 다 달라서 백알을 세울 때마다 다른 길이를 얻게 되었을 것이다. 이러한 문제 때문에 세종실록에도 황종척을 얻기 위해 시도한 기록이 여러 번 나온다.

관련 전시물

제3전시실의 도량형
제3전시실의 국악기 중
생황

황종척



궁중유물전시
관에 보존된
황종척⁴⁹⁾

오늘날의 소리 표준

국제표준음계는 A₄ 440 Hz를 기음으로 하여 1옥 타브의 12개 반음으로 균일하게 나누는 12평균율이다.

5-2. 논갈이, 벼와 잡초의 경쟁

생명: 8학년 식물의 구조와 기능, 9학년 유전과 진화

④ 관련 전시물

제2전시실의 농기구
제3전시실의 도량형

④ 관련 웹사이트

전라북도 농업기술원
어린이 농업교실
청소년 농업교실
<http://www.farmjeonbuk.kr>

② 벼 관련 단위

- 논 한마지기: 오늘날에
는 약 200평을 일컫음.
- 벼 한섬: 15말



섬 "

- 한 섬: 두가마니



가마니 "

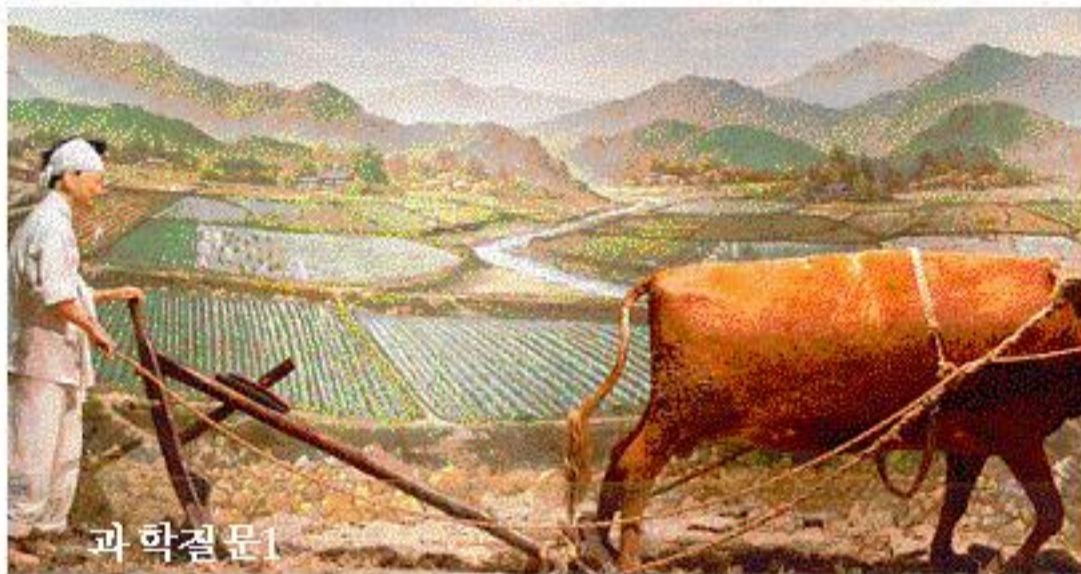
- 한 말: 201, 18



말 "

이 전시실에는 소에 쟁기를 매어 논을 가는 논갈이 모형 한 가지만 있지만, 땅을 갈고 고르는 일이 벼씨의 발아에 어떻게 관련되는지를 설명할 수 있다. 또한 모내기, 물대기 등 복잡한 생육 과정을 벼의 특성과 관련지어 설명할 수 있으며 오늘날 식량 자급을 이루기까지 농민과 육종학자의 노력을 이해하도록 한다.

1 문화적 소양 넓히기



과학질문1

② 문화질문1. 한마지기는 벼씨 한말을 뿌릴 수 있는 논외 크기를 말한다. 한마지기로 알려진 땅의 넓이는 150평에서 300평까지로 지방마다 다르다. 그 이유는 무엇일까?

한마지기는 한말 농사짓기에서 유래된 말로 알려져 있다. 기름진 논인가, 척박한 논인가에 따라 단위면적당 뿌릴 수 있는 벼씨의 양이 달라진다. 즉, 기름진 논에서 벼씨를 촘촘하게 뿌려도 벼가 잘 자라서 한마지기가 이르는 땅의 넓이가 좁다. 그러나 척박한 땅에서는 벼씨를 듥성들성 뿌려야 벼가 잘 자라므로 한마지기가 이르는 땅의 넓이가 넓다.

요즘 사용하는 단위 중 아르(a)는 각 변이 10 m인 정사각형의 넓이(100 m²)와 같다. 헥타르는 아르에 10배인데, 가로세로가 100 m인 정사각형의 넓이를 생각하면 된다. 전래되어 오는 넓이의 단위 한 평은 3.3 m²로 가로세로가 각각 1.8 m 정도인 정사각형의 넓이를 생각하면 된다.

② 문화질문2. 한마지기가 지니는 벼의 효율은 얼마나 될까?

70년대 이전에는 한마지기에 벼씨 한말을 뿌려 얻을 수 있는 소출은 대략 벼 2섬이다. 한 섬은 15말이므로 효율을 1,500 %가 된다. 벼 두 섬을 쌀로 정미하면 한 섬이 된다. 쌀 한섬은 쌀 두가마니가 된다. 오늘날에 한마지기에서 대략 쌀 3-4가마니를 소출하는 것으로 알려져 있다. 즉, 3,000 %의 효율이 된다. 물론 여기에는 농부의 노력, 비료, 햇빛과 물 등 각종 에너지와 물질이 추가로 입력된다.

2 과학적 안목으로 바라보기

㉠ 과학질문1. 모내기 전에 논을 쟁기로 갈고 씨레로 삼는 이유는?

논의 표면이 너무 딱딱하면 옮겨심은 모의 뿌리가 땅속 깊숙이 파고 들기 힘들다. 또한 직파한 볍씨의 경우는 발아한 어린 싹이 지표를 뚫고 나와야 하는데 땅이 딱딱하면 씨를 심기도 나쁘고 심어놓은 씨에서 싹이 나오기도 어렵다. 수염 뿌리인 벼의 뿌리가 내릴 것을 고려하여 20 cm 정도로 논을 갈아엎는다. 그러면 잡초도 뽑히고 잡초의 씨앗도 20 cm 아래로 떨어져 싹을 틔우기가 어렵게 된다. 그런 다음 씨레로 흙을 부드럽게 부숴놓는데, 씨레가 들어가는 깊이는 대략 5 cm 정도이다. 그러면 토양에 있는 수분은 흙 사이의 공극을 타고 올라와서 증발되는 것을 막을 수 있다. 오늘날에는 경운기를 사용하여 논을 갈고 삼기도 하고 새로운 유기농법에 따라 모내기를 하지 않고 직파를 하기도 한다.



쟁기질하는 농부 50



씨레 51

㉠ 과학질문2. 다음은 10 아르(a)당 수확량을 년도별로 나타낸 것이다. 이와 같이 수확량이 증가하는 데는 과학이 어떻게 역할을 했을까?

1975년	1985년	1996년	2000년
386 kg/10a	456 kg/10a	507 kg/10a	497 kg/10a

식량 자급은 변화하는 국제정세에서 국가 자주권을 가지는데 굉장히 중요한 역할을 한다. 오늘날 우리나라가 식량을 자급하기까지는 품질 좋은 벼의 개발(육종학), 영농법의 발달, 물의 관리 등 다방면에서 과학기술의 지원이 있었다.

3 우리나라 농업의 현재와 미래

㉠ 더 생각해보기1. 조선실록에 보면 모내기를 금지했다는 기록이 여러 번 나온다. 모내기는 왜 금지하였을까? 오늘날 다시 건답직파법이 사용되는 이유는 무엇일까? 앞으로 농업은 어떻게 발전해나갈까?

모내기를 하면, 어린 벼를 모판에서 키우기 때문에 그동안 논에 다른 작물을 키울 수 있으며, 어느 정도 큰 벼를 이앙하면 어린 잡초와의 경쟁에 강해 제초하는데 일손이 적게 든다. 바로 논에 씨를 뿌린 논은 제초하는데 20명이라도 부족하지만, 모내기를 한 논에는 3명이 족하기 때문에 모내기 금지가 불가하다는 실록의 기록도 있다. 그러나 가뭄이 들면 모내기를 할 수 없어 농사를 망치게 된다. 오늘날 수리시설의 발달로 필요한 물을 확보할 수 있어 모내기를 한다. 그러나 최근에는 기계의 발달로 오히려 직파하는 경우가 노동력을 절감할 수 있으며 유기농법과 어우러져 국제 경쟁력을 가질 수 있는 영농법으로 재조명되고 있다.

㉠ 볍씨 발아조건

- 온도 : 30℃-33℃
- 수분 : 볍씨 무게의 23%
- 파종 심도 : 어린 싹이 땅을 뚫고 나올 수 있을 정도의 깊이로 대개 3cm 정도
- 빛 : 벼, 보리, 콩의 발아는 빛과 상관없다.
- 산소 : 벼종자는 산소가 없어도 발아에 필요한 에너지를 얻을 수 있다.

㉠ 모내기



손으로 모내기 52



이앙기로 모내기 53

㉠ 건답직파법

파종기를 이용하여 마른 논에 바로 볍씨를 뿌리는 장면



마른논에 볍씨 뿌리기 54

㉠ 오리농법



오리농법 55



5-3. 고대의 농기구

에너지: 7학년 힘의 합력, 9학년 역학적 에너지의 보존

④ 관련 전시물

제1전시실의 선사시대의 생활상, 청동기 시대의 생활상
제2전시실의 논갈기, 여러 가지 농기구

④ 관련 웹사이트 및 탐방지

농업과학관: 수원
<http://www2.rda.go.kr/eh/eh10.htm>

농업공학연구소
<http://www.namri.go.kr>

농협 농업박물관: 서울
<http://nature.nonghyup.com/serve/museum>

전라남도 농업박물관
<http://www.jam.go.kr>

충청북도 농업기술원 농업과학관
<http://www.ares.chungbuk.kr/kwahak/>

④ 따비질하는 모습이 새겨진 농경문청동기⁵⁴⁾



이 전시실에는 다양한 고대의 농기구가 전시되어 있다. 옆 전시실에 있는 여러 가지 농기구와 비교할 수 있으며 또한 선사시대의 생활사, 청동기시대의 생활사관에 나온 농경생활과도 비교할 수 있다. 여러 가지 쟁기의 특성을 힘의 합력으로, 쟁기로 땅을 일구는 과정을 역학적 에너지 보존으로 설명할 수 있다.

1 문화적 소양 넓히기



④ 문화결문 1. 논갈이 농기구는 어떻게 발달해왔는가(학생 활동지 4-4)

막대기처럼 생긴 굴봉(뒤지개)이 선사시대에 사용되었고 손잡이와 받판이 있는 따비를 사용한 그림이 농경문 청동기에 나온다. 따비는 손잡이와 가로대가 엇비슷하게 있어서 땅을 파올릴 때 뒤칠 수 있어 땅의 표면이 속으로 들어가게 할 수 있다. 이후 따비는 선쟁기로 발달하고 계속해서 늪쟁기, 굽쟁기로 발달한다.



갈이 연장의 발달 과정⁵⁵⁾

㉞ 문화질문2. 수확하는데 사용하는 기구가 반달돌칼에서 낫으로 바뀐 것은 무엇을 의미하는가?

반달돌칼은 손에 쥐고 익은 이삭만 딸 수 있다. 벼의 포기를 베는 일은 어렵다. 낫은 벼를 포기째 벨 수 있다. 즉, 반달돌칼을 사용하던 시대는 농경이 덜 발달하여 한 포기 안에서 익은 이삭만을 골라 따고 나머지를 얻기 위해서 포기를 살려 두어야 했지만 낫을 사용했다는 것은 한 포기 안에서 이삭이 고르게 익어서 벼를 통째로 벨 수 있다는 것을 의미한다. 즉 그만큼 농경이 발달했다는 것이다.

㉞ 반달돌칼 사용법 추정도¹⁾



2 과학적 안목으로 바라보기

㉞ 과학질문1. 지역마다 사용하는 쟁기의 모양이 다른데 그 이유는 무엇일까?
(학생활동지 5-3)

지역마다 지형과 토질이 다르기 때문에 각각에 적합한 방향으로 쟁기가 발달하였다. 논이 좁고 토양이 척박한 산간 지역에서는 낫을 수직에 가깝게 세우는 선쟁기나 극쟁기가 사용되었고, 토양이 부드러운 평야지역에서는 낫을 수평에 가깝게 세워 땅을 가는 늪쟁기가 사용되었다. 선쟁기는 땅을 깊게 갈 수 있는 지지면이 작기 때문에 불안정하다. 늪쟁기는 지지면이 넓기 때문에 쟁기를 안정적으로 부릴 수 있으나 술이 커서 무겁고 지면과의 마찰이 크다.

㉞ 국자에 의해 위아래가 반전되는 아이스크림



㉞ 과학질문2. 쟁기의 술에 철로 된 보습 외에 벼를 위쪽에 달았는데 벼이 하는 역할을 무엇이었을까?(학생활동지 5-3)

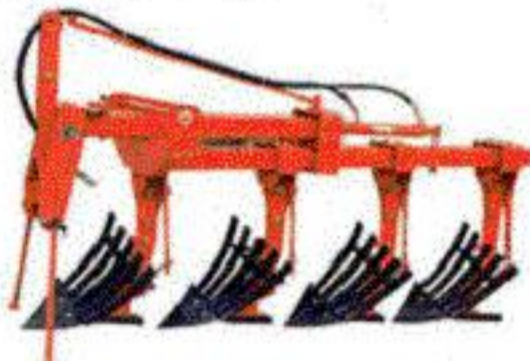
논갈이의 목적 중의 하나는 잡초의 씨앗이 있는 지표면을 땅속으로 파묻어 잡초의 싹이 나오지 않게 하는데 있다. 따라서 쟁기의 보습에 의해 떠올려진 흙덩이, 즉 쟁기밥의 위아래가 뒤바뀐 채 쟁기에서 떨어지도록 하는 것이 중요하다. 휘어진 벼이 보습 위에 있으면 쟁기밥이 휘어진 벼를 따라 뒤집어지게 된다. 이것은 아이스크림을 뜰 때 둥근 국자로 뜨면 아이스크림이 둥글게 말리는 것과 같다. 초기의 쟁기에는 보습만 있고 벼가 없다가 차츰 벼가 붙게 되었다. 오늘날에는 트랙터나 경운기에 연결하여 사용하는 기계 쟁기에는 빗살로 된 벼이 달려있으며 쟁기밥이 반전되어 떨어지는 방향은 조절할 수 있다.

에너지의 이동:
손 → 국자의 운동에너지
지 → 아이스크림의 운동에너지
에너지 → 아이스크림의 위치에너지

반전현상: 파도의 경우는 육지로 밀려오면서 앞부분의 속도가 느리고 뒷부분의 속도가 빨라서 부서진다. 아이스크림이나 땅을 면으로 떠내면 그 면을 따라 움직이므로 면이 휘는 곳에서 아이스크림이나 흙덩어리(쟁기밥)가 휘게 되어 반전된다.



굽쟁기의 보습과 벼¹⁾



현대의 쟁기²⁾



5-3. 논갈이에 사용된 기구는 어떻게 변해왔을까?

!..... [관련 전시물 : 논갈이, 고대의 농기구, 여러 가지 농기구]

()년 ()월 ()일 ()학년 ()반 ()번 이름 ()

다음은 선사시대부터 근대까지 논갈이에 사용되던 농기구들이다. 시대에 따라 어떻게 발달해왔는지 순서대로 한번 맞추어 보자.

㉞ 논갈이에 사용된 농기구가 발달한 순서는?

()
→ ()
→ ()
→ ()
→ ()

㉞ 논갈이의 뜻:

논을 파서 표면의 흙은 20 cm 아래로 깊이있던 흙은 위로 올리게 한다. 표면에는 각종 잡초의 씨앗이 있는데 20 cm 아래로 표면의 흙과 함께 파묻히면 싹을 띄울 수가 없다.

㉞ 논살이의 뜻:

흙이 덩어리져 있으면 범씨가 잘 안 묻히고 싹이 나오기 나쁘다. 범씨가 2-3 cm 흙으로 잘 덮이고 싹이 흙을 밀어낼 수 있도록 흙을 잘게 부수어 주어야 한다. 이것을 논을 삶는다고 하고 머리빗처럼 생긴 씨리를 이용하여 논을 삶는다.

알아내기

다음 논갈이용 농기구들의 발달 순서를 맞추어 보자.



㉞ 굽쟁기^㉞: 술이 작아 쟁기 부리기가 쉽고 땅도 깊게 갈 수 있다.



손잡이

가로대

따비날

㉞ 뒤지개(굴봉)^㉞: 땅을 뒤지거나 구멍을 내는데 사용한 도구. 사진의 것은 끝이 파손되고 한쪽이 부러졌다

㉞ 따비^㉞: 쟁기보다 끝이 뾰족하여 돌밭, 산간처럼 지형이 험한 곳에서 사용한다. 끝에 있는 손잡이를 잡고 중간에 있는 가로대를 발로 밟아 땅에 박는다. 손잡이와 가로대가 달린 각도가 달라 흙을 파올리면서 뒤칠 수 있다.



㉞ 선쟁기^㉞: 술이 거의 없어 땅을 깊게 갈 수 있으나 쟁기를 부리기가 쉽지 않다.



㉞ 늪쟁기^㉞: 땅을 닿는 술 부분을 크게 하여 안정감을 높였다. 그러나 술이 땅속 깊이 파고들기가 어렵다.

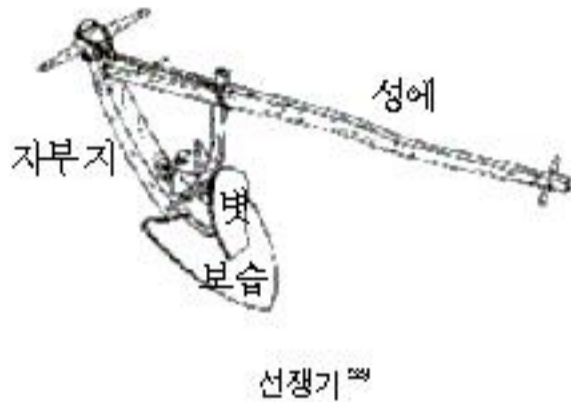


5-3. 서있는 쟁기, 땅에 누운 쟁기

..... [관련 전시물 : 논갈기, 고대의 농기구, 여러 가지 농기구]
 ()년 ()월 ()일 ()학년 ()반 ()번 이름 ()

중학교 1학년에서 배운 힘의 합력을 응용하여 선쟁기와 눕쟁기가 수직, 수평으로 작용하는 힘의 크기를 비교해보자. 또한 나중에 덧붙여진 벼이 하는 역할에 대해서 생각해보자.

1. 선쟁기와 눕쟁기



가. 선쟁기와 눕쟁기 중 쟁기 중 수직방향으로 힘을 많이 작용할 수 있는 것은?

나. 선쟁기와 눕쟁기 중 수평방향으로 더 큰 힘을 작용할 수 있는 것은?

다. 내가 만일 소라면 어떤 쟁기가 끌기 어려울까?



라. 농부는 쟁기의 손잡이를 잡고 쟁기를 부려야 하는데, 무겁고 안정적으로 느껴지는 쟁기는?

마. 자기 논 토양 특성이 다음과 같을 때 어떤 쟁기를 택하겠는가?

- 땅이 척박하고 돌이 많음
- 땅이 부드러운 평야지형

2. 덧붙인 벼? 중요한 역할을 하는 벼?

굽쟁기는 술이 작기 때문에 눕쟁기가 가지는 안정성도 있으면서 선쟁기처럼 땅을 깊게 팔 수도 있다. 최근의 쟁기는 굽쟁기의 변형으로 볼 수 있다.

쟁기의 끝에 철로 만든 보습을 붙이다가 후에는 벼도 붙이기 시작했다. 거추장스럽게 벼를 붙인 이유는 무엇일까?



㉠ 쟁기의 벼



굽쟁기의 보습과 벼¹⁾

㉡ 아이스크림 떠먹기

- 아이스크림 국자로 아이스크림을 뜨면 아이스크림의 모양이 어떻게 되는가?
- 쟁기의 벼이 있는 경우와 없는 경우 땅이 갈리는 모양이 어떻게 다를까?



5-4. 한국의 농기구

지구: 6학년 계절의 변화, 9학년 태양계의 운동

수학: 정사영, 각도

이 전시실의 여러 가지 농기구는 역학 관련 개념의 적용을 볼 수 있는 좋은 예이다. 가래는 힘의 합력, 따비는 면적과 압력을, 옛날의 도난 경보기였던 쇠스랑은 지레의 원리와 각속도 등과 연관하여 설명할 수 있다.

④ 관련 전시물

제2전시실
고대의 농기구



여러 가지 따비 ㉞

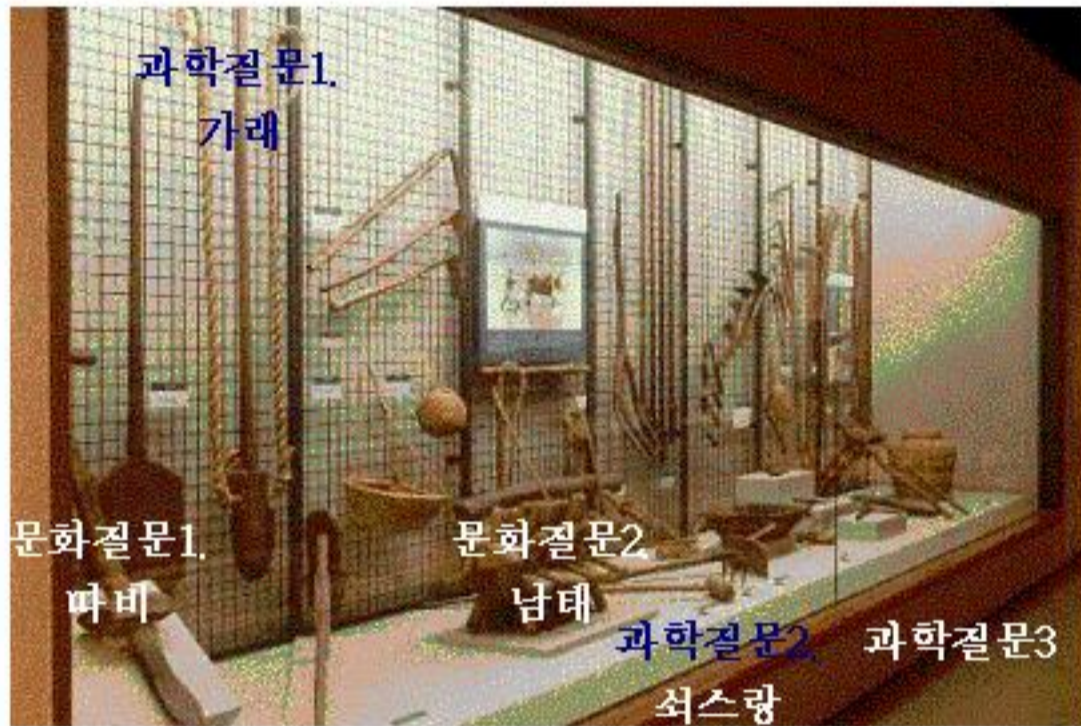


남태 ㉞



홀태 ㉞

1 문화적 소양 넓히기



㉞ 문화질문1. 재미있게 생긴 여러 가지 따비의 이름은?

한국의 농기구 전시관에 전시된 따비는 세가지 종류로 그 모양새에 따라 이름이 다르다. 날이 두개인 따비는 쌍따비 또는 코끼리이빨형 따비라고 한다. 옆의 사진에서는 제일 오른쪽에, 전시관에는 제일 왼쪽에 있다. 가운데 있는 것은 말발굽처럼 생겼다고 해서 말굽쇠형 따비이다. 옆의 사진의 제일 왼쪽, 전시관의 제일 오른쪽에 있는 따비는 주걱처럼 생겼다고 해서 주걱형따비라고 부른다.

㉞ 문화질문2. 울퉁불퉁한 남태가 하는 일은?

이 전시관 앞에서 많은 학생이 궁금해 하는 전시물 중의 하나가 남태이다. 남태는 주로 제주도에서 씨를 뿌린 다음, 바람에 날아가지 않도록 땅을 다져줄 때 사용한다. 양끝 고리에 끈을 달아서 끌면 남태가 돌아가면서 원통형 몸체에 수직으로 박힌 나무토막들이 땅을 묵묵 눌러주게 된다.

㉞ 문화질문3. 홀태? 홀태바지?

머리빗처럼 생긴 홀태는 벼에서 낱알을 털어낼 때 사용한다. 머리빗살 사이에 벼를 끼우고 훑어 내리면 낱알이 아래로 떨어진다. 홀태의 빗살 사이가 좁은 것에 빗대어 폭이 좁고 콧 끼는 바지를 홀태바지라고 한다.

2 과학적 안목으로 바라보기

㉞ 과학질문1. 힘의 합력에서 예시로 항상 등장하는 농기구, 가래



가래로 흙을 퍼내기 ㉞

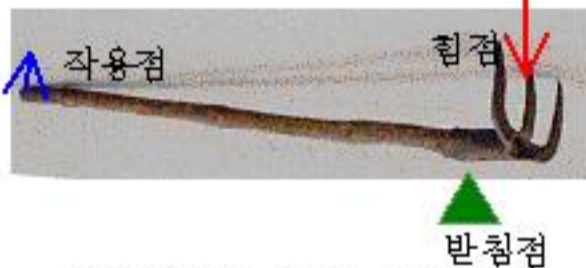
가래는 도랑을 치거나 흙을 퍼내는데 사용한다. 가운데 사람이 흙을 퍼서 밀면, 양쪽의 동아줄 잡은 사람들이 잡아당긴다. 중학교 1학년 힘 단원에서 힘의 합력에 대한 예시로 자주 나온다. 비록 좋은 예이기는 하지만, 요즘 들어 실제로 가래를 보았거나 사용해본 학생들이 거의 없고 교과서의 사진으로만 주어지는 경우가 많아서 효과가 있는지는 의문스럽기도 하다. 이 전시관이나 농업 전시관에서 학생들이 가래를 실제로 확인할 수 있다.



가래 ㉞

㉞ 과학질문2. 옛날에는 도난경보기를 대신하여 마당에 쇠스랑을 놓아두었다고 한다. 쇠스랑이 어떻게 도난경보기 역할을 할 수 있었을까?

쇠스랑은 땅을 일구고 두엄도 치는 등 여기저기 다양하게 사용되는 농구이다. 다른 한편 밤에 대문 앞에 쇠스랑을 놓아두면, 도둑이 들어오면서 쇠스랑발을 밟게 된다. 그러면 지레와 같이 쇠스랑의 손잡이 쪽이 세워져 도둑의 얼굴을 치게 되어 있다. 그러면 도둑이 놀라서 소리를 지르게 된다고 한다.



쇠스랑의 힘점, 반침점 및 작용점 ㉞

쇠스랑의 자루가 길기 때문에 쇠스랑이 천천히 올라와도 자루끝 쪽의 선속도를 빠르게 그 때문에 선운동량의 값도 크게 갖는다. 얼굴과 충돌할 때 큰 충격을 줄 수 있다.

㉞ 과학질문 및 시범3. 도리깨는 혼돈 이론을 이용한 첨단 도구?

과학완구 혼돈이나 만든 이중 진자를 보여주면서 고정점의 움직임과 진자끝의 움직임을 비교해서 보게 한다. 이중진자는 위쪽 진자와 아래쪽 진자의 각 변화량이 합해져서 아래쪽 진자의 각속도가 커지며 비선형적으로 움직인다. 따라서 위쪽 진자의 고정점인 손목에서 조금만 각도를 변하게 해도 진자의 끝은 굉장히 크게 움직인다. 태평양 건너편에 있는 나비의 날개 짓으로 태풍이 불 수도 있다!



도리깨 ㉞

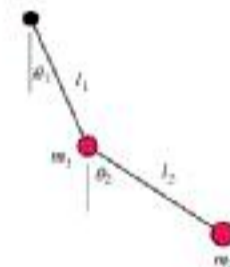


도리깨 타작 ㉞

㉞ 관련 속담

도랑치고 가재잡고: 일석 이조

㉞ 이중진자



다음 웹사이트에 가면 이중진자의 비선형 운동을 확인할 수 있다. 이 원리를 팔(어깨, 팔꿈치)에 적용하여 빠른 속도로 공을 받아칠 수 있게 한다.

http://www.myphysicslab.com/dbl_pendulum.html

5-5. 방아기구

에너지: 6학년 지레, 7학년 작용 반작용, 힘의 합력, 9학년 일과 에너지, 생명: 8학년 식물의 구조

① 관련 전시물

제1전시실
선사시대의 생활사

② Y자형 나무로 만든 디딜방아



뚝다익뚝다 59)

③ 쪼갬, 삶기, 찧기

- 쪼갬: 방아로 곡식을 빻거나 삶는 것 모두를 말한다.
- 꺾질(제현): 꺾질인 왕겨를 벗기는 것을 말한다.
- 삶기(정백): 속껍질인 쌀겨를 벗기는 것을 말한다.
- 찧기(제분): 가루를 내는 것을 말한다.

이 전시실에 있는 각종 방아기구는 힘과 운동에 대한 예시의 보고이다. 특히, 디딜방아는 지레의 원리, 작용과 반작용, 일과 에너지, 무게 중심 등 역학적인 주제를 통합적으로 다룰 수 있는 좋은 소재이다.

1 문화적 소양 넓히기



① 문화질문1. Y자형 나무에서 방아다리와 방아채가 되는 부분은?

양다리 디딜방아는 Y자형으로 잘 자란 나무를 베어 가지 가까운 쪽 줄기에 반침목을 박아 끼우고 뿌리 쪽에 공이를 끼워 사용한다. 즉, 나무의 가지가 방아다리가 되고 나무의 뿌리 쪽이 방아채가 된다. 방아를 거꾸로 세우는 기우제 풍습도 있지만, 나무의 입장에서 보면 똑바로 세우기가 된다.

② 문화질문2. 맷돌과 절구는 선사시대의 어떤 도구가 발전한 것인가? 오늘날 어떤 기구로 대체되었는가? 기계의 효율은 얼마나 발전했을까?

쪼갬 기구: 갈판과 갈돌 → 돌화 → 절구, 매동(두사람이 하루에 현미 1가마 정백 가능) → 디딜방아(세사람이 하루에 현미 2가마 정백 가능) → 물레방아, 연자방아 → 정미기(하루에 현미 88가마 정백 가능)
 찧는 기구: 갈판과 갈돌 → 맷돌 → 방아류 → 전통 믹서와 블렌더

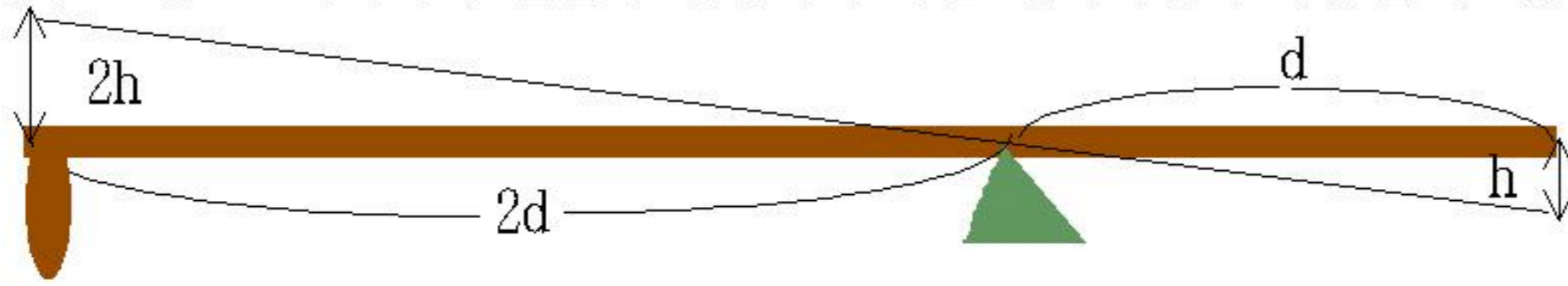
③ 문화질문3. 우리가 밥을 먹게 되기까지 어떤 과정을 거치는가?

벼씨	→	모	→	벼	→	벼단	→	알곡	→	쌀	→	밥
	↑		↑		↑		↑		↑		↑	
벼씨담그기		논갈이,		논살이		감매기		털기		찧기		밥하기
씨뿌리기		거름내기,		모내기		병충해 막기		고르기				
		물대기		거두기		갈무리						

2 과학적 안목으로 바라보기

🔍 **과학질문1.** 디딜방아의 받침점, 힘점 및 작용점을 찾아보자. 디딜방아는 힘을 절약하는 기구일까? (학생활동지 5-5)

디딜방아는 받침점과 힘점 사이의 거리보다 받침점과 작용점 사이의 거리가 더 멀다. 따라서 공이의 무게보다 더 큰 힘을 주어야 공이를 들어 올릴 수 있다. 대신 힘점에서 조금만 눌러도 공이를 높게 올릴 수 있다. 따라서 디딜방아는 힘을 절약하기보다는 공이의 위치에너지를 크게 하는데 더 효과적이다. 공이의 위치에너지가 크면 그 에너지가 낱알에 전달되어 겨를 벗겨내는데 사용될 수 있다.



🔍 **과학질문2.** 백짓장도 맞들면 낫다는데 양다리방아는 두 사람이 주는 힘의 합력을 이용하는 방아이다. 그런데 양다리 사이의 각도가 방아를 찡는데 드는 힘을 다르게 할까?

양다리의 각도가 크면 받침점과 작용점 사이의 거리가 좁아져 그만큼 힘을 많이 주어야 공이를 들어 올릴 수 있다.

🔍 **과학질문3.** 디딜방아에 손잡이가 있거나 천장에 끈이 매달려 있으면 방아 찡기가 편하다고 했다. 어째서 그럴까?

방아다리를 발로 누르면 몸의 중심이 아래로 내려간다. 따라서 방아를 찡고 올라온 방아다리를 다시 누르려면 몸의 무게 중심을 위로 올려야 한다. 천장에 있는 끈을 잡아당기면, 반작용으로 몸이 올라가기 쉽다.

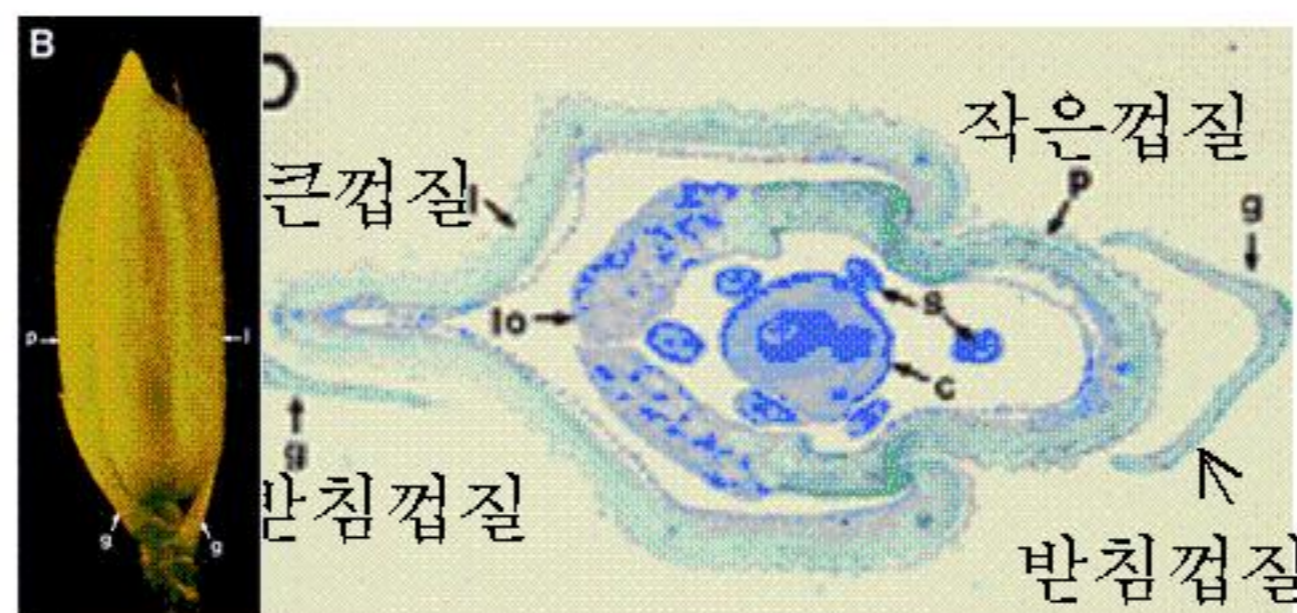
🔍 **과학질문4.** 전시관에 있는 디딜방아에는 돌촉이 있는 공이가 달려있고 옆에는 나무공이가 있다. 이 둘을 각각 어떤 용도로 사용되었을까?

돌촉은 대개 화강암으로 만들어져서 무겁다. 따라서 낱알을 으깨는데 적합하다. 대신 참나무 공이를 사용하기도 한다. 나무공이는 돌촉공이보다는 덜 무겁고 끝이 매끈한 편이라서 방아를 찡으면 낱알끼리 부딪히게 된다. 현미의 쌀겨를 벗기는데 사용된다. 돌기가 많이 나있는 공이로 낱알을 찡으면 낱알이 돌기 사이로 미끄러지면서 큰 압력을 받지 않기 때문에 왕겨를 벗기는데 유리하다.

🔍 **과학시범 및 질문5.** 땅콩 껍질을 벗겨보자. 법씨에 겨를 벗겨 내려면 힘을 어떻게 주어야 하는가? (학생활동지 5-5)

법씨의 표면에 수직으로 힘을 세계 주면, 껍질 속의 쌀이 으깨진다.

땅콩 껍질을 깔 때 비틀어야 하듯이, 법씨에서 왕겨를 제거할 때도 법씨의 표면을 따라 힘을 주어야 한다. 공이에 요철이 많으면 법씨가 요철사이로 미끄러지면서 힘을 받아 껍질이 벗겨진다. 오늘날에서는 고무 롤러로 눌러서 왕겨를 제거한다.



아생벼 및 아생벼의 단면 사진 ⁶¹⁾



천장의 끈을 잡아당기면서 방아 위로 올리시기 ¹⁾

🔍 **공이종류와 용도**
(학생활동지 5-8)



법씨의 왕겨를 벗겨 현미 만드는 공이 ⁶⁰⁾



곡식을 뺏아 가루를 내는 돌촉 공이 ⁶⁰⁾



현미를 찡어 흰쌀을 만드는 나무공이 ¹⁾



5-5. 디딜방아의 공이를 높게

[관련 전시물 : 디딜방아, 절구]

()년 ()월 ()일 ()학년 ()반 ()번 이름 ()

공이의 종류와 용도

공이도 용도에 따라 여러 가지가 있다. 다음의 용도에 맞는 공이가 어떤 것인지 찾아라.

- 왕겨 벗기기(현미기)
- 쌀겨 벗기기(정미기)
- 가루 내기(제분기)



돌기가 있는 공이 ⁶⁰⁾



돌촉이 있는 공이 ⁶⁰⁾



매끈한 나무공이 ¹⁾

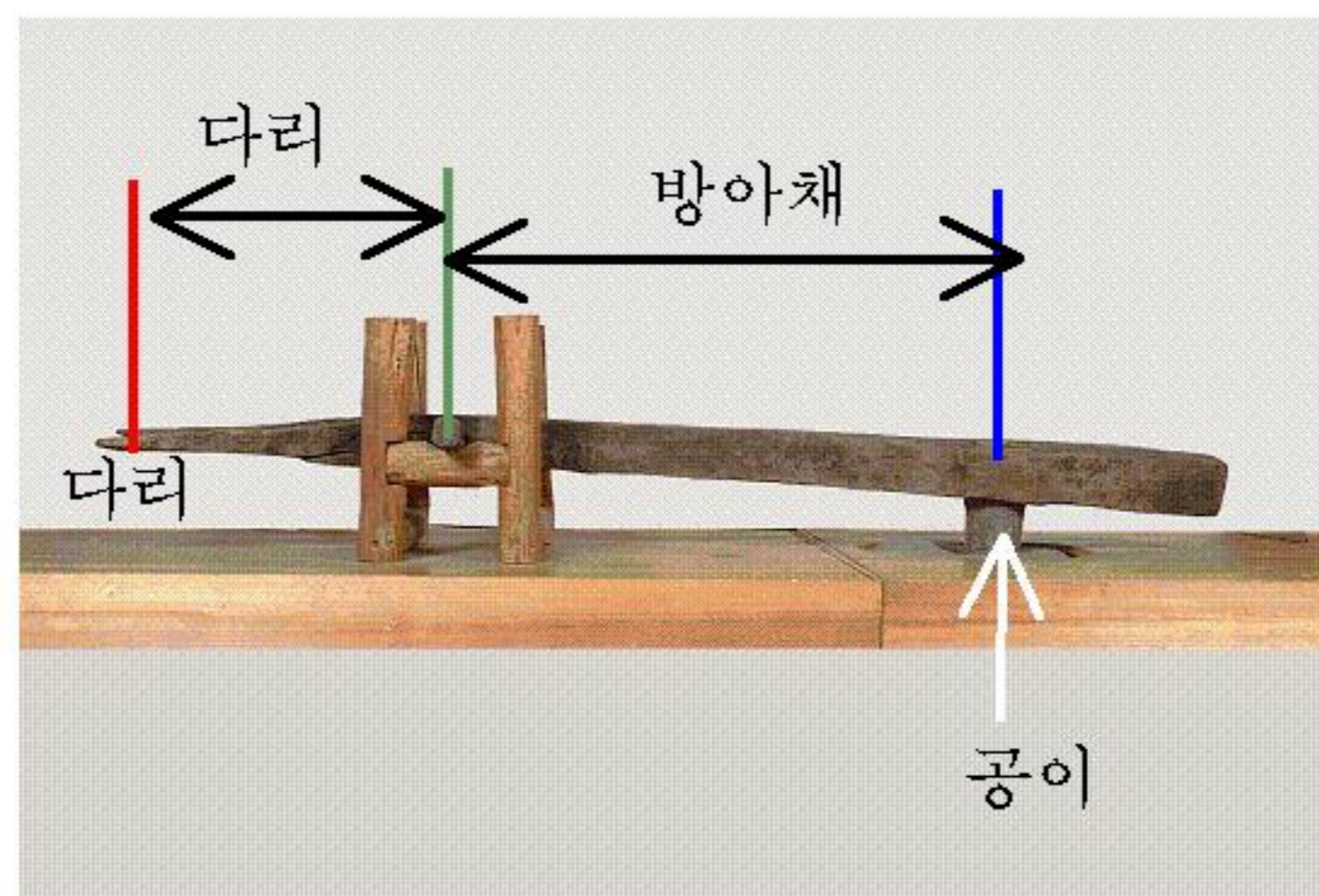
전시관에 있는 디딜방아를 보고 힘점, 받침점 및 작용점을 찾아 지레의 원리가 어떻게 적용되는 알아보자.

알아내기

가. 전시실에 있는 디딜방아의 받침점, 힘점, 작용점을 찾아라.



나. 아래 디딜방아의 경우 다리와 방아채의 길이비가 약 1:2이다. 방아채쪽의 방아와 공이의 무게를 모두 합한 것보다 몇 배 이상 힘으로 방아다리를 눌러야 하는가?



디딜방아와 지레의 원리 ⁶²⁾

다. 방아공이를 올리려고 하는 높이보다 방아다리를 얼마만큼 몇 배 더 눌러주어야 하는가?

라. 원하는 높이만큼 방아를 올린다음 발을 내려놓으면 방아공이는 어떻게 되는가? 이 때 방아공이가 가진 위치에너지는 어떻게 되는가?



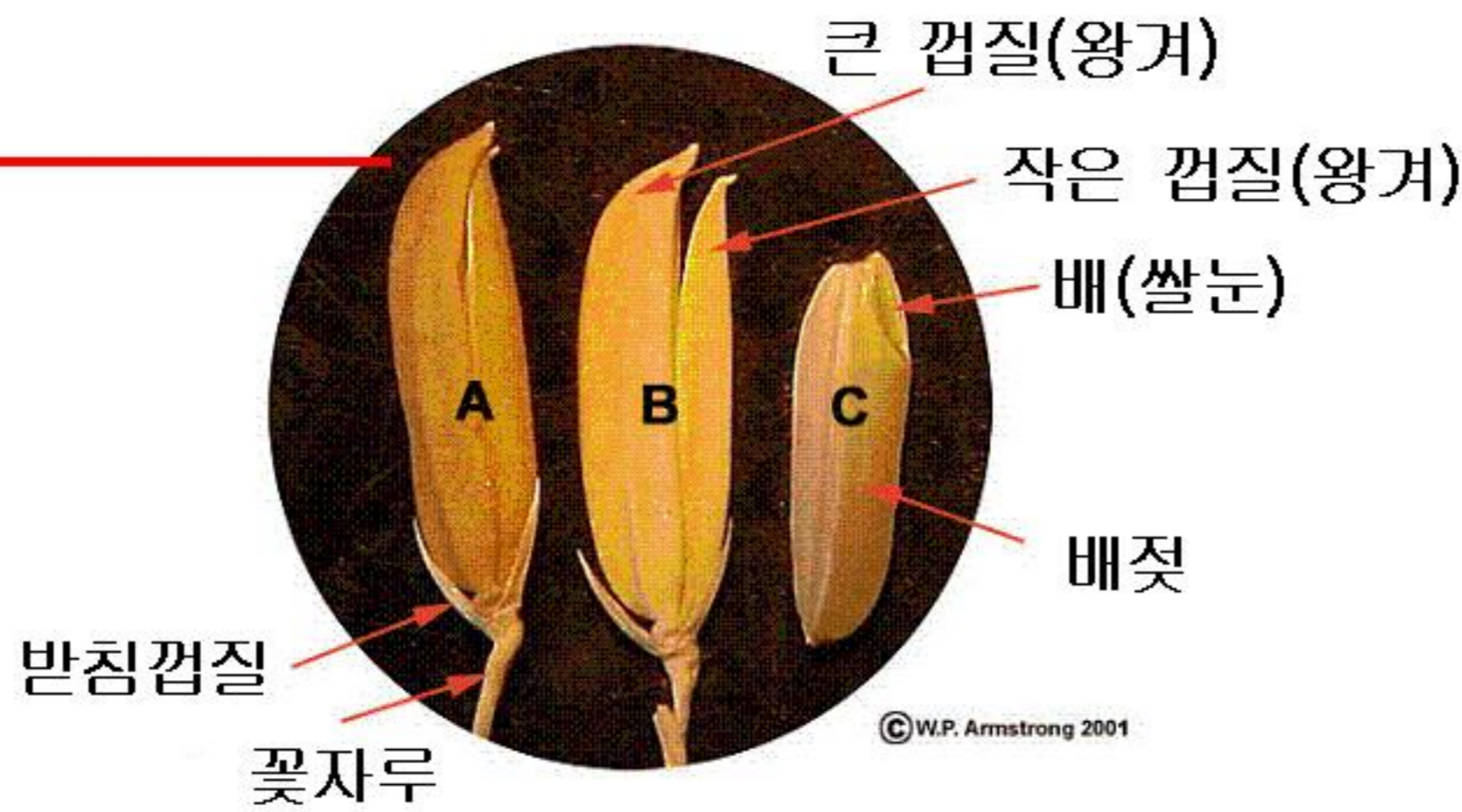
5-5. 볍씨, 왕겨 그리고 쌀

[관련전시물 : 오곡종자, 디딜방아]

()년 ()월 ()일 ()학년 ()반 ()번 이름 ()

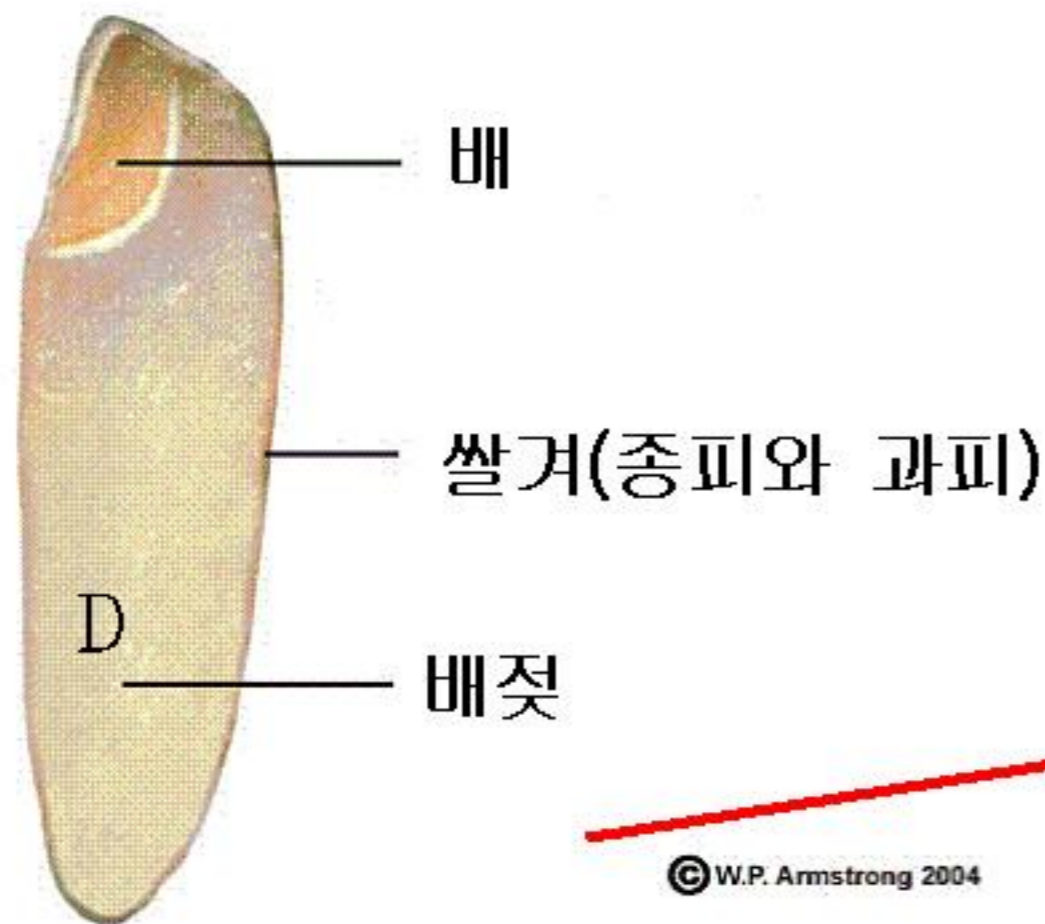
다음은 우리가 매일 보는 쌀과 이삭을 확대하여 찍은 사진이다. 볍씨는 작아도 복잡한 구조를 지니고 있다. 그런데 어떻게 해서 방아로 찼으면 왕겨가 벗겨지는 것일까?

관찰 1. 볍씨의 구조



볍씨(A), 쪽정미(B), 현미(C) ⁶²⁾

벼이삭 ⁶²⁾



백미와 현미 ⁶²⁾

백미 확대 사진(현미에서 쌀겨를 벗겨낸 것으로 중간에 진하게 보이는 부분이 쌀겨이다.) ⁶²⁾

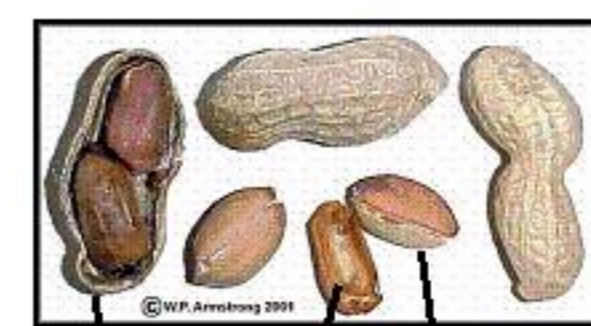
비교하여 생각하기 2 . 어떻게 힘을 주어야 볍씨의 왕겨를 벗겨내고 쌀(현미)을 얻을 수 있을까? 땅콩껍질을 벗길 때 힘은 어떻게 주는가? 어떻게 하면 현미에서 쌀겨를 제거할 수 있을까? 오늘날에는 어떤 방법을 사용할까?

사진추가설명

- 볍씨(A): 이삭이 다패서 익은 낱알이다. 왕겨라고 불리는 큰 껍질과 작은 껍질로 덮여있다.
- 쪽정미(B): 속이 빈 이삭으로 큰 껍질과 작은 껍질이 조금 벌어져 있다.
- 현미(C): 왕겨인 큰 껍질과 작은 껍질을 벗겨낸 상태이다. 배와 배젖이 보인다.
- 백미(D): 현미에서 진한색으로 보이는 쌀겨(종피와 과피)를 벗겨낸 것이다. 쌀겨를 벗겨낼 때, 배와 쌀겨에 있는 대부분의 영양분이 손실된다.

※ 현미를 먹읍시다

땅콩



공각지

땅콩의 껍질 ⁶²⁾

5-6. 침선구

에너지: 3학년 온도, 4학년 열과 온도, 9학년 에너지
7학년 마찰력, 작용-반작용

📌 관련 전시물

제2전시실 한국의 복식
제3전시실 도량형

📌 조선 후기 여성의 복의 한 예



신유희의 미인도 ⁶³⁾



버선코인두

인두와 버선코인두 ¹⁾



인두와 다리미를
묶어 두었던 화로 ¹⁾

이 전시실에는 오늘날 거의 잊혀져 가는 여러 가지 바느질과 관련된 도구들이 있다. 한국의 복식 중 한복을 보면서 이러한 도구들을 어디에 사용했는지 연결하여 설명할 수 있다. 타래버선은 흔히 작용-반작용으로만 설명되는 사람의 보행에 대해 보다 깊게 고찰할 수 있는 기회를 준다.

1 문화적 소양 넓히기



일상생활의 자: 포백척
과 침척 (제3전시실의
도량형과 관련)

학생 활동5-11.
타래버선

문화질문1,2,3,
과학질문1,2
다리미와 인두

📌 문화질문1. 인두는 어디에 사용하는 도구인가?

한참 유행하였던 사극에서 인두로 고문하는 장면이 나온 적이 있다. 그래서 그런지 요즘 학생들은 인두를 고문하는 도구로 생각하는 경우가 있다. 인두는 화로에 붙였다가 무릎위에 올려놓은 인두판에 옷을 놓고 동정, 섯코 등 다리미로 다릴 수 없는 섬세한 부분의 주름을 펴고 줄을 세우는데 사용하였다. 버선코인두는 버선코를 닦았는데 곡선의 줄을 내거나 섯코를 뒤집는데 사용하였다.

📌 문화질문2. 인두질을 하는 사람이 인두를 무릎위에 쓱쓱 문지르는 것 같은데, 정말 뜨거운 인두를 맨 무릎에 문지르는 것일까?

옆의 사진은 중요 무형 문화재 89호인 침선장 정정완 여사가 작업하는 모습이다. 무릎위에 하얀 판을 볼 수 있다. 인두판인데 오늘날의 다리미판과 같다. 소나무로 만든 판에 솜을 도톰하게 깔고 천을 씨워 만든 것이다. 이 인두판 위에 인두를 문질러 인두판위의 천의 상태를 보거나 인두의 냄새를 맡아 다림질에 적절한 온도를 확인하였다고 한다.



인두판

무릎위에 인두판을 놓고 작업 ⁶⁴⁾

🕒 **문화질문3.** 인두 + 옛날 다리미 = 오늘날 다리미 모양 ?



옛날 다리미를 사용할 때는 두 사람이 옷감을 잡아당기고 그 위에서 다렸다고 한다. 둥그런 모양이기 때문에 넓은 면을 다리기는 쉬우나 깃, 쇠, 동정 등 좁은 부분은 다리기가 어렵다. 오늘날의 다리는 넓은 면적과 좁은 곳을 섬세하게 다릴 수 있도록 인두와 숯불 다리미를 통합한 모양을 하고 있다. 또한 길게 뻗어나간 손잡이 대신 다리미 몸체 위로 붙여서 공간 활용과 함께 수직방향으로 힘을 주기 쉽게 하였다.

2 과학적 안목으로 바라보기

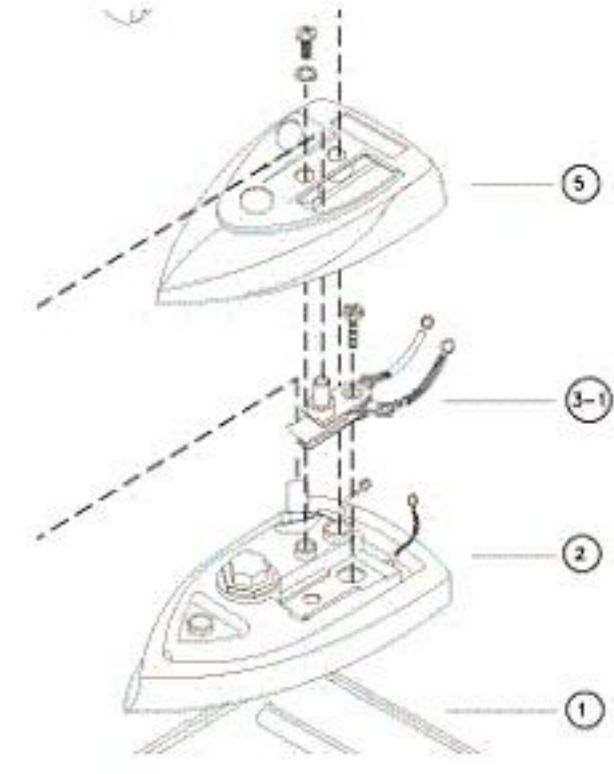
🕒 **과학질문1.** 옛날 다리미의 손잡이를 옆으로 빼낸 것은 어떤 문제 때문일까? 오늘날의 다리미는 그 문제를 어떻게 해결하였을까?

손잡이가 다리미의 위쪽에 있으면 수직방향으로 힘을 주기가 편하지만, 옛날 다리미는 다리미에 숯불을 넣었기 때문에 뜨거운 열이 바로 올라와서 그 위에 손잡이를 올릴 수가 없었다. 오늘날의 다리미는 옷감을 다리는 바닥쇠 위에 숯불대신 니크롬과 운모를 사용한다. 그리고 그 위를 온도전도율이 낮은 물질로 덮개를 하여 열을 차단한다. 다리미의 온도가 지나치게 올라가는 것을 방지하기 위한 자동 온도 조절기로 바이메탈을 사용한다.

🕒 **과학질문2.** 오늘날 전기다리미의 열원으로 니크롬선을 사용하는데 그 둘레를 운모로 감싼다. 운모로 감싸게 되면 감전사고를 방지하는 것 이외에 어떤 점이 좋을까?

열원인 니크롬선과 열경화플라스틱을 바로 붙여놓으면, 열경화플라스틱의 열전도율이 작기 때문에 니크롬과 맞닿아 있는 부분만 온도가 올라간다. 특정부분만 온도가 높이 올라가면 플라스틱이 변형된다. 운모는 열전도율이 페놀수지 보다는 크기 때문에 특정한 부분에 온도가 올라가는 것을 방지하면서 다른 부분으로 너무 빨리 열을 전달하지 않아 운모 전체가 비슷한 온도를 유지할 수 있게 한다. 또한 녹는점이 높아서 니크롬선과 닿아 있는 부분이 녹거나 변형될 가능성이 적다. 이것은 구들장에도 운모가 많이 들어간 암석을 쓰는 것과도 연관 된다.

🕒 **오늘날 다리미의 중요 구조**



다리미의 구조 65)

- ② 바닥쇠
- ③ 바이메탈
- ⑤ 덮개
- ⑥ 열차단재
- ⑦ 손잡이

🕒 **다리미에 사용되는 물질의 온도 관련 특성**

- 니켈 (열원)
비열: 0.10
열전도율: 77
녹는점: 1455
- 운모(열원)
비열: 0.21
열전도율: 0.96
녹는점: 1,000 이상
- 페놀수지(열 차단)
비열: 0.32
열전도율: 0.20
녹는점: 210 이상
- 주철
비열 0.10
열전도율 45
녹는점: 1,000 이상
- ※ 각종 단위
비열: kcal/kg℃
열전도도: cal cm/s ℃
온도: ℃

📌 **관련 전시물**

제3전시실 구들: 구들장에도 운모가 많은 암석을 사용한다.



5-6. 타래버섯, 돌잡이를 위한 미끄럼 방지용?

[관련 전시물 : 타래버섯, 짚신]

()년 ()월 ()일 ()학년 ()반 ()번 이름 ()

전시관에 있는 타래버섯을 신으면, 그냥 밋밋한 버섯을 신은 것과 어떤 점이 다를까? 이외에도 우리 주변에서 바닥의 무늬로 지면과의 마찰력을 조절하는 여러 가지 경우를 찾아보자.

1. 알아내기

가. 타래버섯은 걸음마를 시작한 돌쟁이 아이용이다. 타래버섯은 어른의 버섯과는 다르게 바느질로 누벼 골을 내놓는다. 어린아이가 발을 내딛을 때, 타래버섯을 신으면 어떤 점에서 유리할까?

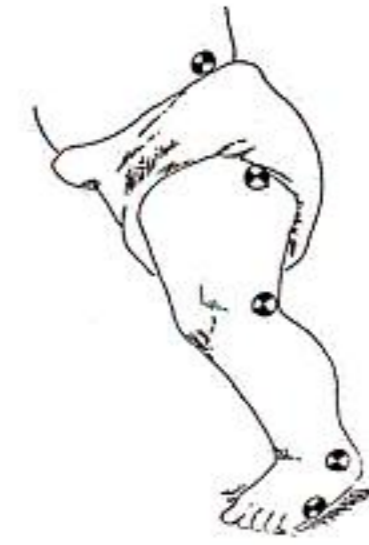
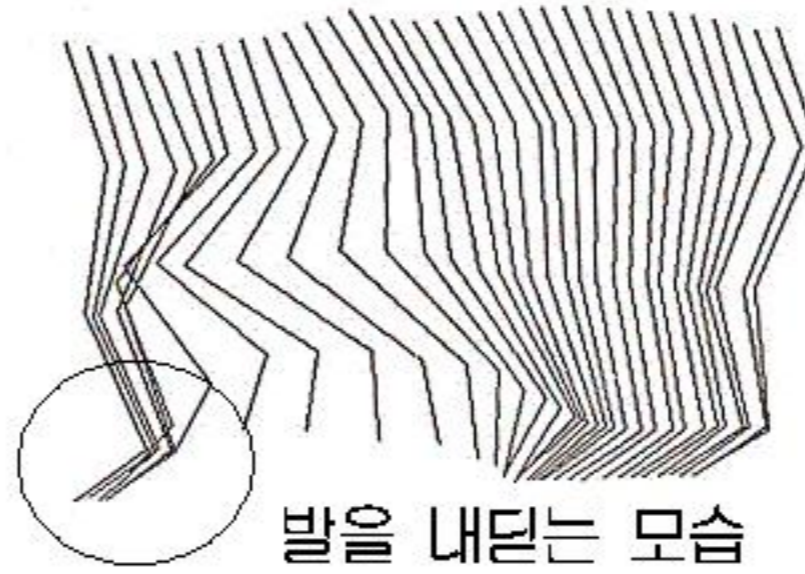
2. 어른용 버섯



어른용 버섯 1)



돌쟁이용 타래버섯 1)



3. 미끄럼방지용 고무가 부착된 요즘의 유아용 양말



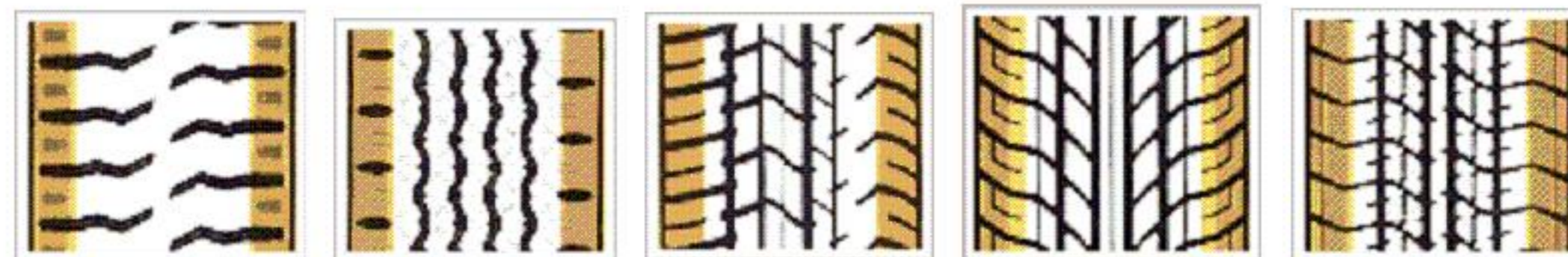
유아용 양말 66)

나. 신발 밑창을 보자. 신발 밑창에는 무늬가 어떤 방향으로 나있는가? 신발류 전시관에 있는 짚신의 밑창은 어떤가?



짚신 1)

다. 자동차의 타이어에는 어떻게 무늬를 냈을까? 다음 중 자기가 본 무늬를 찾고, 그 무늬가 어떤 점에서 좋을지 이야기 해보자.



(가) 67) (나) 67) (다) 67) (라) 67) (마) 67)

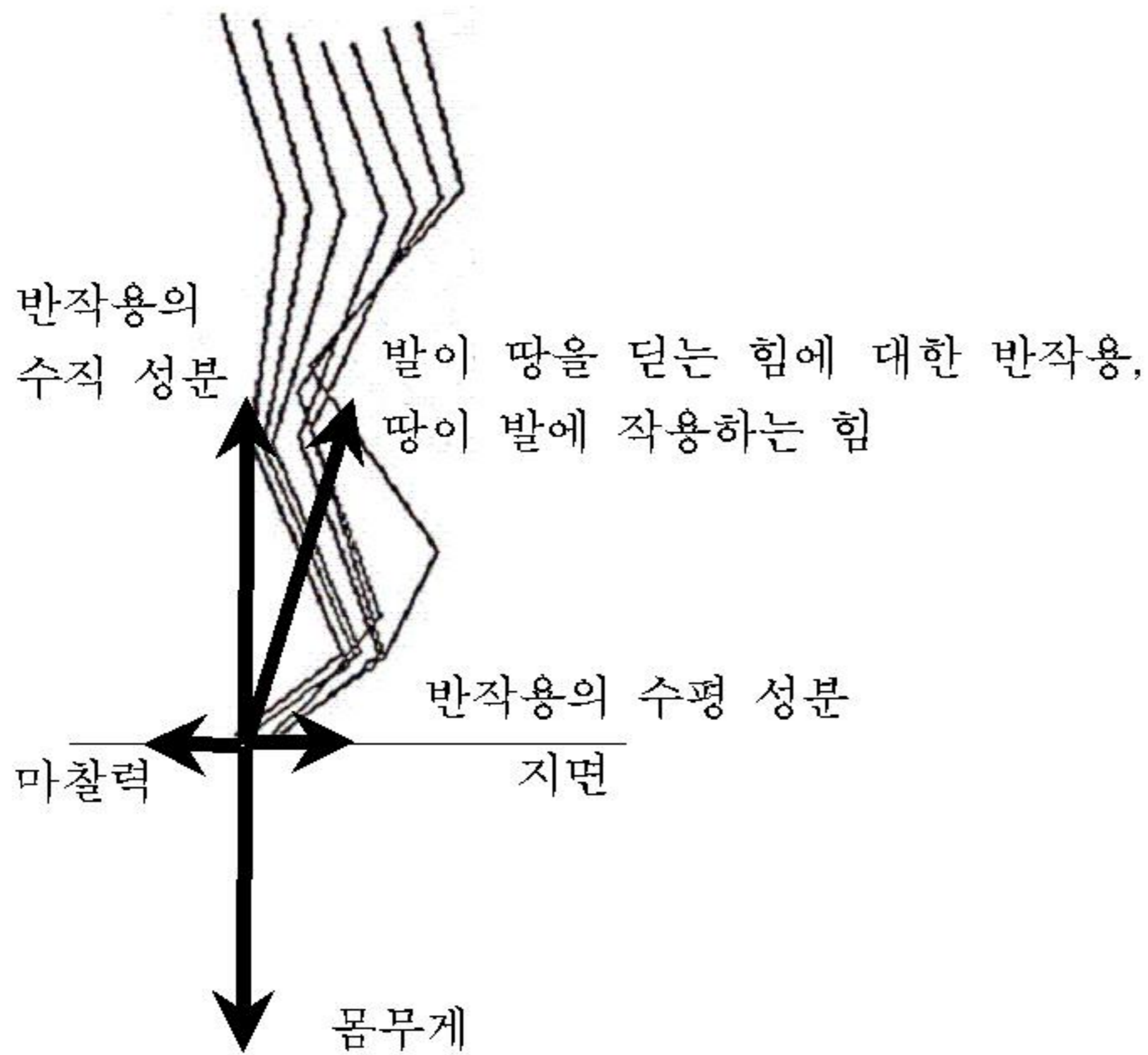
라. 고속도로의 통행료 징수소 앞과 다리에 진입할 때 원형 경사로는 차도바닥에 어떻게 줄무늬를 내놓았는가? 이 두 경우는 줄무늬의 방향이 다른데 그 이유는 무엇일까?



5-6. 타래버선은 미끄럼 방지용?

에너지: 7학년 마찰력, 작용-반작용

가. 타래버선은 걸음마를 시작한 돌쟁이 아이용이다. 타래버선은 어른의 버선과는 다르게 바느질로 누벼 골을 내놓는다. 어린아이가 발을 내딛을 때, 타래버선을 신으면 어떤 점에서 유리할까?



발을 내딛는 때는 발이 땅을 딛는 힘에 대한 반작용으로 땅이 발에 작용하는 힘은 뒤쪽으로 약간 비스듬한 방향으로 작용한다. 예를 들어 땅의 반작용에 의한 수평방향 힘의 크기가 약 90N 정도라고 할 때, 신발의 표면과 땅바닥 사이에 작용하는 최대정지마찰력이 90 N보다 작으면 발은 미끄러지게 된다. 마찰력의 크기는 누르는 힘(N)과 두 물체 표면 사이의 마찰계수 (정지마찰계수: μ_s , 미끄럼마찰계수: μ_k)에 의해 결정된다. 정지한 경우 마찰력의 방향은 힘을 주는 방향의 반대방향이며, 미끄러지는 경우는 물체의 운동방향과 반대이다. 미끄러지지 않게 걸으려면 수평성분의 힘이 없어야 하는데 힘의 작용점인 골반이 발보다 뒤에 있는 상황에서 힘을 수직으로 작용하기는 어렵다. 어른들은 경험과 근력으로 미끄러지지 않게 걸을 수 있지만 처음 걸음을 시작하는 아이에게는 쉽지 않은 일이다. 따라서 버선의 표면에 바느질로 골을 냈으므로 표면의 거칠기를 증가시켜 방바닥과의 최대정지마찰계수를 크게 하면, 반작용의 수평성분 크기가 $f_{s,max} = \mu_{s,max}N$ 에 이를 때까지 발이 미끄러지지 않는다. 최대정지마찰계수가 작으면 반작용의 수평방향 성분이 작아도 쉽게 미끄러진다.

나. 신발과 짚신의 밀착



작은 가로 무늬 밀착의 일상화 ⁶⁸⁾



깊은 요철 무늬 밀착의 등산화 ⁶⁸⁾

다. 자동차의 타이어무늬 관련 웹사이트
http://www.kumhotire.co.kr/help/info/info_basic_tred.jsp

라. 고속도로의 통행료 징수소 앞과 다리에 진입할 때 원형 경사로

- 통행료 징수소 앞에서는 차가 멈춰야 하므로 자동차가 진행하는 방향에 수직 방향으로 무늬를 뒀다. 차가 그곳에 도착하여 마찰이 커져서 느려지며 들들하는 소리도 들린다.
- 원형경사로에서 차는 바깥쪽으로 원심력을 받는다. 차가 바깥쪽으로 미끄러지지 않기 위해서 원심력에 수직인 방향, 즉 원주방향을 따라 도로에 무늬를 뒀다.

5-7. 신발류

에너지: 6학년 물속에서의 무게와 압력, 7학년 마찰력
지구: 9학년 물의 순환과 날씨변화

📌 관련홈페이지

짚풀생활사박물관
<http://www.zipul.co.kr>

📖 짚신삼기



김득신의 성하직구⁶⁹⁾

네 개의 새끼줄을 날로 하여 짚을 엮어 바닥면을 만드는 장면이다. 전시실에는 엄지발가락 대신 짚신틀에 걸어 짜고 있다.



실용적인 짚신¹⁾



눈신인 둥그니신¹⁾



썰매¹⁾

1 문화적 소양 넓히기



📖 문화질문1. 짚신을 친구삼아 떠나는 길? 짚신은 얼마나 빨리 닳을까?

짚신은 삼국시대부터 신었다고 여겨지는 대표적인 서민의 신발이다. 옛날이야기에서 길 떠날 때 짚신 여러 켤레를 짐에 대달고 가는 장면을 흔히 나온다. 짚신은 재료를 쉽게 구하고 누구나 만들 수 있으며, 통기성이나 건강 측면에서 보면 환경 친화적인 신에는 틀림없다. 그러나 비에 약하고 빨리 닳는 것이 생활에서 어려움을 가져왔을 것이다. 다음은 짚신에 대한 이야기 중 하나이다.

“..전락...필자도 1년에 한번쯤, 10 km 떨어진 외갓집에 갈 때 짚신을 신고 새 짚신 한 개를 뒤에 차고 가다가 외갓집 부근에 도착하면 구멍 난 짚신을 버리고 새 것으로 갈아 신고 외할머니를 뵈었다. 그때는 논두렁을 걷다가 뱀에 물리는 경우도 있고 독사에 물려 생명을 잃은 일도 있었다. 병에 걸려 사망하는 경우는 많았다. 지금은 상상할 수 없는 일이다...후략...” 정용승 한중대기연구센터 소장, [과학읽기]다시 시작해도 천문대 지키겠다, [세계일보] 2004-12-23일자 인터넷판.

📖 문화질문2. 둥그니 신은 눈장화?

둥그니신은 눈오는 날 미끄럼을 방지하고 추위를 막기 위해 신은 신이다. 미끄럼을 방지하기 위해 바닥면은 몸체와 다르게 짚다고 하는데 확인하지는 못했다. 둥그니 신을 신고 아래에 썰피를 착용하였다고 한다.

📖 문화질문3. 옛날에도 스키를?

오늘날 스키 모양으로 생긴 신발은 썰매라고 불리는 눈신이다. 주로 산악 지대에서 사냥감을 몰고 내려올 때 신은 신이라고 한다.

🕒 **문화질문4.** 풍차의 나라에서 온 나막신은 비신?

풍차의 나라 네덜란드가 기원인 나막신은 일본을 거쳐서 들어왔다는 설도 있고 호종 때 제주도에 표류한 하멜이 전파한 것이라는 설도 있다. 비 오는 날 많이 신었던 나막신에는 진흙땀을 밟기 위해 높은 굽이 있다.



여성용 나막신 1)

2 과학적 안목으로 바라보기

🕒 **과학질문1.** 설피를 신으면 얼마나 압력이 줄어들까?

전시된 설피 중 긴 것은 가로 43 cm, 세로 16.5 cm이고, 타원형은 가로 45 cm, 세로 25 cm 이다. 짚신의 경우는 길이 26 cm, 너비 7 cm 이다. 대략 설피의 단면적은 신바닥의 단면적이 4~5배 정도 차이가 난다. 즉, 같은 사람이 신으면 작용하는 압력이 네댓 배 정도 줄어든다. 아래 사진 중 깊게 들어간 곳은 보통 신을 신었을 때 들어간 발자국이고 옆에 설피를 신었을 때는 발자국이 거의 표면에 있는 것을 볼 수 있다.

설피의 면적이 넓을수록 눈에 덜 빠지겠지만, 설피가 넓어지면 걸음 걸는데 방해가 된다. 따라서 설피의 면적을 무조건 넓게 하지 않는다.

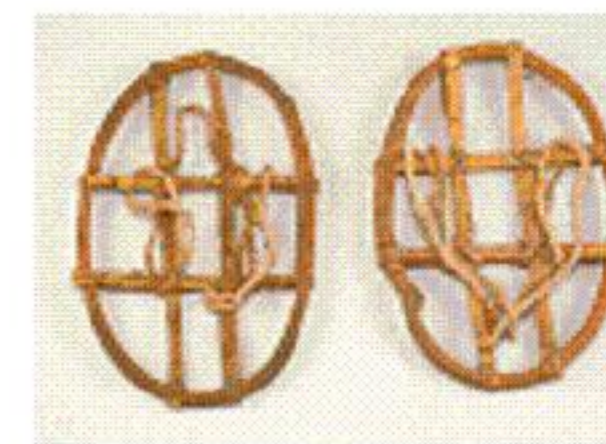
🕒 **짚신과 설피의 단면**



짚신 70)



긴타원형 설피 1)



타원형 설피 1)



설피신고 달리기 1)

📺 **관련 영상자료**

MBC 실험쇼 진짜?진짜!
2005년 1월 23일 방송
코끼리발과 하이힐

3 오늘날 신발을 만들려면 얼마나 많은 지식이 필요할까?

한쪽 발에는 뼈가 26개, 관절이 33개, 인대가 107개, 근육과 건이 19개, 땀샘은 25만개가 있다. 양쪽 발에 있는 52개의 뼈는 사람 몸을 구성하는 전체 뼈의 개수의 1/4이라고 할 정도로 복잡한 구조를 가지고 있다. 새로운 운동을 시작할 때 필수로 구비해야 하는 준비물 중의 하나가 신발이라고 할 만큼 발과 신발은 사람의 삶에 있어서 중요하다. 그렇기 때문에 신발 시장의 규모도 크고 관련되는 지식도 많다. 고어텍스 등과 같이 신소재와 접착제 등 물질에 대한 이해, 인체와 걷는 것에 대한 인체공학적 이해, 충격 흡수와 관련된 물리적 이해, 디자인과 색채에 대한 이해 등 종합되어 우리가 시장에서 볼 수 있는 다양한 신발이 나오게 된다.

5-8. 초가삼간

지구: 9학년 물의 순환과 날씨 중 기압

에너지: 6학년 물속에서의 무게와 압력

📌 관련전시물

제1전시실의 청동기 시대의 생활상
제2전시실의 주거유형



일자집 1)



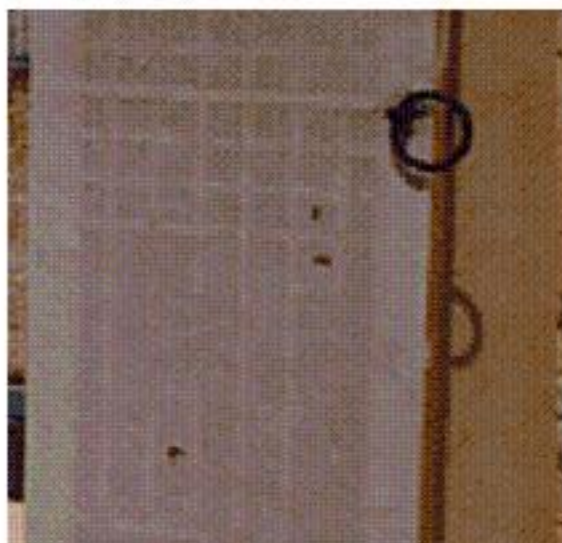
기역자집 1)

📌 풍속화로 본 서민의 생활



김홍도의 자리짜기⁷⁾

김홍도와 김득신의 풍속화 중 집을 배경으로 하는 경우, 남성은 자리짜기나 짚신 삼기를 하고 있다. 즉, 농사 외에 짚을 이용하여 신을 삼고 자리를 짜는 것이 일상생활을 유지하는데 중요했던 것으로 해석할 수 있다.



문풍지에 난 구멍 1)

초가에서는 주거공간에 필요한 난방이나 창호문, 초가 지붕 및 진흙 벽의 열전도율에 대한 토론할 수 있다. 창호문의 구멍 앞에서 바늘구멍 황소바람의 근거를 설명할 수 있고 맞은편에 있는 온돌 구조와 연결하여 난방에 대해 설명할 수 있다.

1 문화적 소양 넓히기



📌 문화질문1. 초가삼간이란?

초가는 뗏짚으로 지붕을 이고, 작지만 최소한의 주거공간을 확보한 서민들의 주거공간이다. 삼간은 부엌과 방 한 칸의 기본 공간에 방 한 칸을 더하여 만들어진 것이다. 청동기시대의 움집자리에서도 가운데 있는 화덕을 중심으로 남성과 여성의 공간이 나뉜 것을 볼 수 있듯이 안방은 여성의 공간으로, 건넌방은 남성의 공간으로 구성된다. 여기에 한 칸을 더 늘린다면 안방과 건넌방 사이에 대청마루를 구성하여 네 칸이 되면서 기역자집이 되기도 한다.

📌 문화질문2. 문풍지에 구멍이 많이 난 집에 돈을 꿔주라?

건넌방의 창호지를 보면 구멍이 나있기도 하고 또는 구멍이 난 부분이 다른 종으로 덧대어져 있기도 하다. 옛날에 문풍지에 구멍이 많이 난 집에 돈을 꾸어주란 속담이 있었는데 이것은 그 집에 아이들이 많을 테니 아이들의 장래를 보라는 뜻이었다. 오늘날 관람하러 온 아이들도 전시물 문풍지에 구멍을 내고 싶어 하는 것 같다. 가끔씩 구멍이 나있는 것을 볼 수 있다.

2 과학적 안목으로 바라보기

📌 과학질문1. 바늘구멍 황소바람?

문풍지에 난 구멍은 좁지만 그 좁은 곳을 통과해 들어가는 바람은 황소만큼 힘이 세다는 의미의 속담이다. 베르누이의 정리로 이미 많이 설명되고 있다.

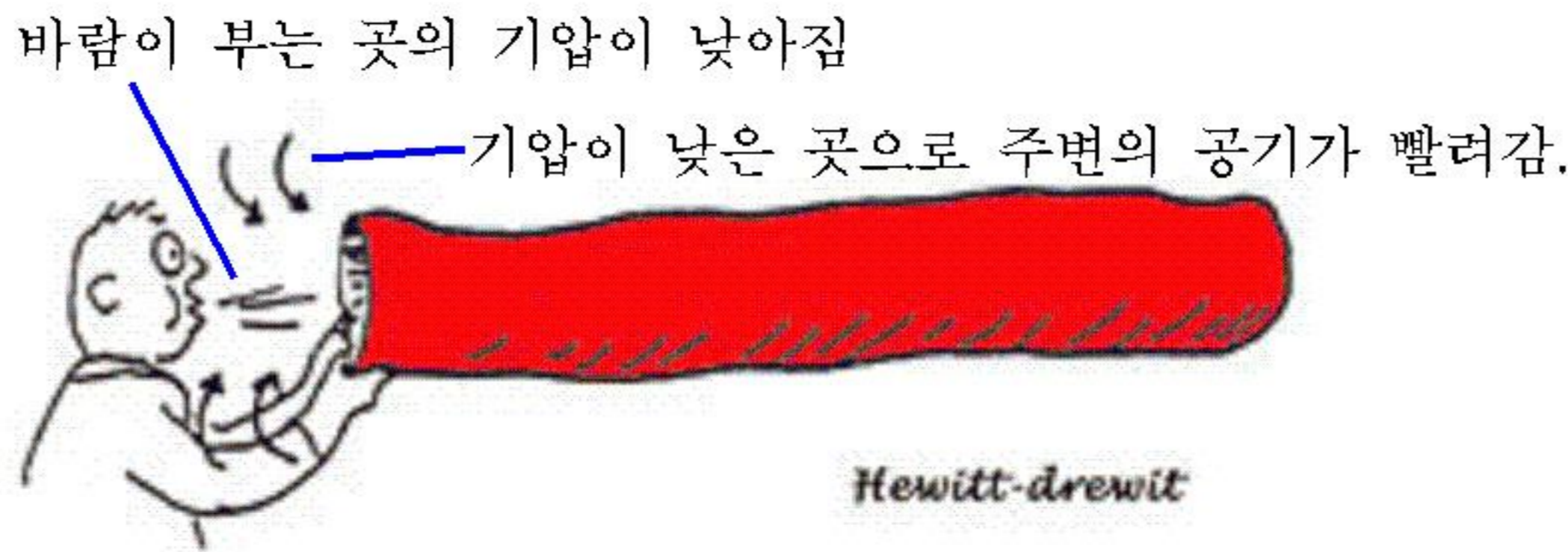
바람의 세기는 중학교 3학년의 물의 순환과 날씨 변화 단원에서 나오는 보퍼트 풍력 계급으로 설명할 수 있다. 즉, 바람의 속도가 빠를수록 바람은 세어진다는 것이다. 바람의 속도가 초속 0.3-1.5 m/s이면 작은 나뭇가지의 잎을 흔들 수 있다. 먼지가 일고 종이 조각이 날아가려면, 바람의 속도는 5.5-7.9 m/s 정도가 된다. 물론 겨울바람이 차고 세기도 하지만, 문풍지의 좁은 구멍을 통과하면 더 빠른 속도로 들어오게 된다. 바람의 속도가 빨라진다는 이야기를 황소만큼 힘이 세다고 한 것이다.

과학시범1. 컴퓨터 자판용 청소기로 베르누이 원리 확인

바깥의 넓은 공간에서 불어오던 바람이 문풍지의 좁은 구멍을 통과하려면 베르누이의 원리에 의해 속도가 빨라지게 된다. 이것을 학생들이 경험할 수 있는 예는 헤어드라이어이다. 즉, 헤어드라이어에서 바람을 나오게 하는 부분에는 헤드가 있는 것을 붙여서 단면적을 좁혀 준다. 헤드를 떼었을 때 나오는 바람과 헤드를 붙인 다음에 나오는 바람을 비교하면 좁은 단면적을 지나오는 바람이 훨씬 빠르다는 것을 체험할 수 있다. 그러나 박물관 내에서 전원을 사용하기가 수월치 않으므로 탐방전후에 해보도록 할 수 있다. 또한 요즘 시판되고 있는 작은 컴퓨터 자판용 청소기는 건전지를 전원으로 사용하고 헤드가 붙어있으므로 가지고 와서 문풍지 구멍 앞에서 시범을 할 수 있다. 도시에 사는 아이들은 높은 건물 사이를 지나갈 때, 지하도 입구에서 바람이 세게 부는 것을 경험했을 것이다.

과학시범2. 긴 비닐봉지를 한번에 불러면?

요즘 베르누이의 원리와 관련하여 알려진 시범 중의 하나는 직경 약 20 cm, 길이 약 2.5 m 정도 되는 긴 비닐봉지를 한 번에 불어서 공기로 채우는 것이다. 처음에는 입을 봉지입구에 대고 불고, 나중에는 봉지에서 30여 cm 떨어져서 불어 본다. 봉지입구에서 바로 불면 열심히 불어도 봉지가 잘 채워지지 않지만 떨어져서 불면 한번에 봉지를 채울 수 있다.



긴 봉지를 한번에 불기 ⁷²⁾

봉지에서 떨어져서 불면 바람이 부는 곳은 베르누이의 정리에 의해 기압이 낮아지고 그 결과 주변의 공기가 빨려 들어가게 된다. 따라서 입으로 분 공기보다 훨씬 많은 공기가 함께 들어가서 한번에 봉지를 채울 수 있다. 이것은 바늘구멍 황소바람과 함께 베르누이의 정리를 보여주는 시범실험을 사용할 수 있다.

관련 영상



입부가 좁혀진 헤어드라이어 ⁷¹⁾

긴비닐 봉지구하기

이 시범의 핵심은 긴 비닐봉지를 구하는 것이다. 성인 남성의 폐활량이 대략 3.5 L 안팎이기 때문에 부피가 이 보다 큰 봉지를 구해야 한다.

쉽게 구할 수 있는 큰 비닐봉지는 세탁소 비닐이다. 위쪽의 구멍을 막아 사용할 수도 있는데 폭이 넓으면 비닐봉지 안에 들어가서 바람의 속도가 느려지기 때문에 효과가 적다.



주변에서 구한 긴 비닐봉지 ⁷¹⁾

5-9. 온돌, 구운 돌 그리고 구들

에너지: 4학년 열의 이동, 6학년 물속에서의 무게와 압력, 9학년 일과 에너지, 지구: 9학년 물의 순환과 날씨 중 기압

두 번만 불을 지피면 겨울을 나는 칠불사 아자방



칠불사 아자방 73)

칠불사는 김수로왕의 아들 7명이 성불을 하였다는 천년 고찰이다. 이 절에는 아자모양의 선방이 있는데, 전설로는 불을 한번 지피면 그 열기가 49일까지 지속되었다고 한다. 원래 아자방은 소실되고 그 고래 위에다 시 복원하였다.



아자방의 굴뚝 74)

아자방의 온돌은 둥근 형태의 두꺼운 것을 사용하였고 장판도 여러 겹을 발라 두께가 10 여cm나 된다고 한다. 원래 아궁이는 굉장히 커서 장작을 지고 고래로 들어갈 수도 있었다고 한다. 굴뚝 또한 보통 굴뚝보다 크고 구멍을 조절하는 여닫이 장치가 있다. 구조의 특이성으로 세계건축대사전에 수록되었다고 한다.

초가집 건너편에 있는 온돌 모형은 구들을 보여주기 때문에 온돌에 대해서 설명하기 쉽다. 온돌은 일상생활에서 여러 가지 난방 방법과 함께 열의 전달, 에너지, 베르누이의 정리 등을 종합적으로 적용할 수 있는 예이다.

1 문화적 소양 넓히기



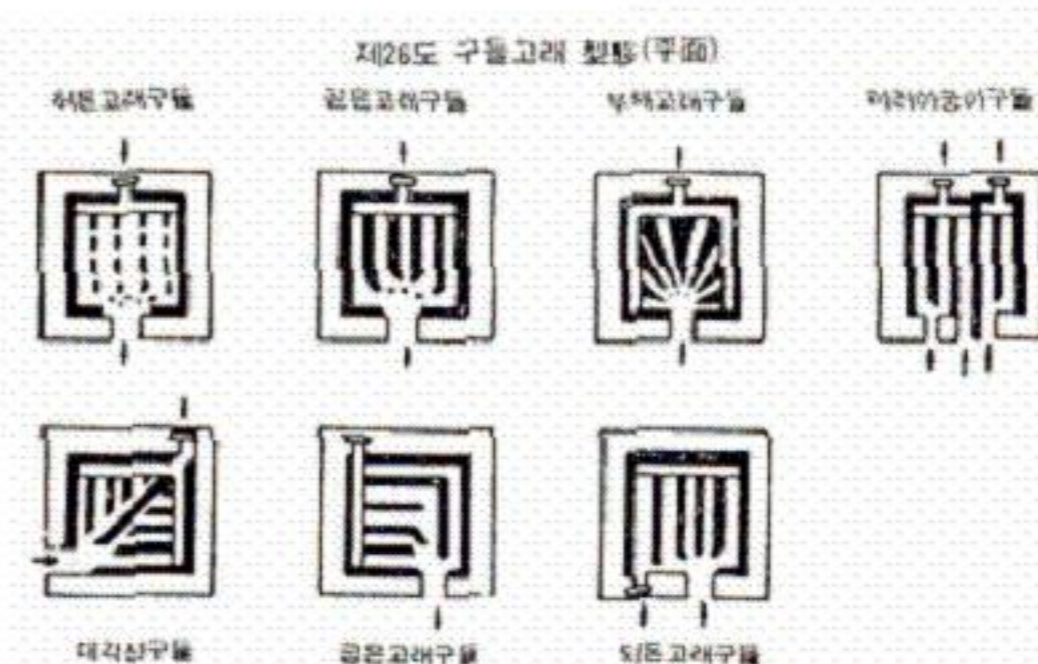
수원 여기산 유적지의 온돌과 아궁이 14)

문화질문1. 전시물에서 아궁이, 부뚜막, 고래를 찾아보자. 선사시대에는 어떻게 온돌을 만들었을까?

전시물의 아궁이, 부뚜막, 고래는 그림과 같다. 수원 여기산의 온돌 유구는 철기 시대의 것으로 추정하는데, 움집자리에 길게 흙벽돌로 고래를 만들고 그 위에 구들에 해당하는 흙벽돌을 놓았다. 다른 온돌 유적지에서는 흙벽돌이 아니라 냇돌을 사용하였다. 구들은 구운 돌에서 온 말인데 온돌은 구들을 한자화한 용어이다. 가옥 구조가 땅위로 올라오면서 선사시대와 기본적인 구조는 거의 같지만, 전시물과 같이 보다 친숙한 구조로 되었다.

문화질문2. 구들 아래의 고래는 어떤 구조로 되어 있는가? 요즘 온돌에도 고래가 있는가?

방고래에는 얇은 벽돌담을 줄지어 쌓고 그 위에 찢돌을 놓고 구들장을 얹는 골고래와 찢돌을 듬성듬성 놓고 구들장을 얹는 허튼고래가 있다. 골고래는 골의 모양의 따라 여러 가지로 나뉜다. 골고래는 장작을 뿔감으로 사용할 수 있는 지역에서, 허튼 고래는 검불이나 잔가지를 뿔 수 있는 평야 지역에서 많이 사용되었다. 전시물의 고래는 골이 없고 찢돌을 중간 중간에 놓고 구들장을 얹은 허튼 고래라고 할 수 있다.



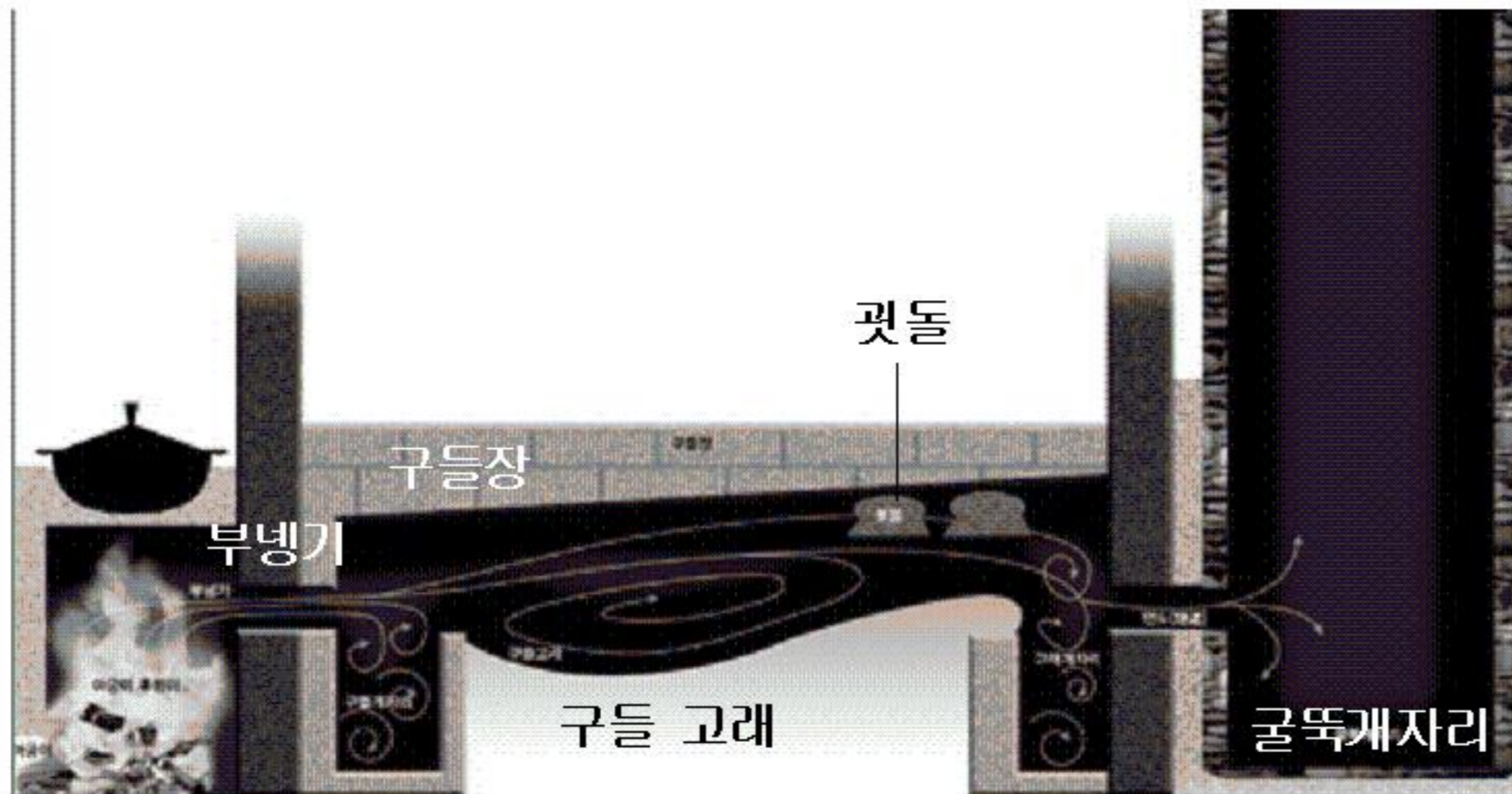
여러 양식의 방고래 75)

2 과학적 안목으로 바라보기

과학질문1. 방고래 안이 저렇게 복잡한 이유는?

온돌은 아궁이에서 불을 때서 더워진 공기가 방고래로 흘러들어 구들장을 덥혀야 한다. 그런데 더운 공기가 고래를 금방 빠져나가면 구들장을 덥히지 못하여 난방 효과가 없을 것이다. 더운 공기는 위로 상승하려고 하기 때문에 구조를 잘 만들지 않으면 고래에 더운 공기를 오래 보관할 수 없다.

과학질문2. 온돌의 복잡한 구조가 하는 역할을 베르누이의 정리와 공기의 대류 현상을 이용하여 설명할 수 있을까?



아궁이 아궁이 구들개자리 후령이

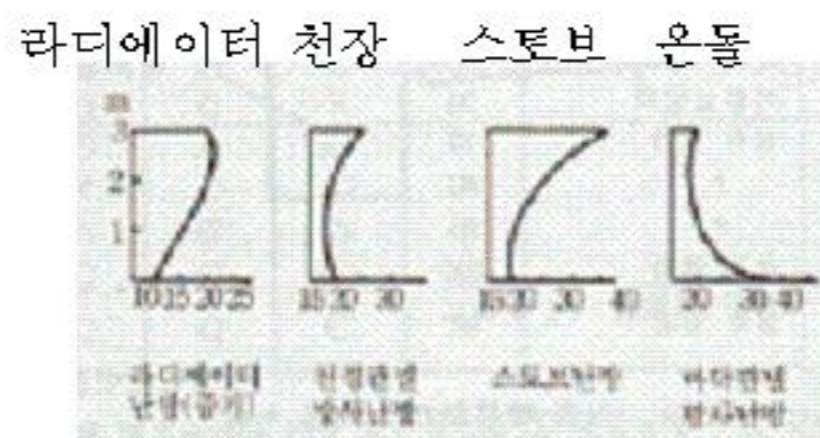
고래 개자리

온돌의 단면도 76)

- 부넝기: 부넝기의 단면이 좁기 때문에 더운 공기가 빠르게 이동하고 그에 따라 기압이 낮아져서 더 많은 공기가 부넝기를 넘어 구들개자리로 이동한다.
- 구들개자리: 구들개자리에서 더운 공기가 지나가는 단면적이 넓어지기 때문에 이 부분에서 더운 공기의 속도가 떨어지게 된다. 그만큼 천천히 머물면서 구들장으로 열을 전달할 수 있다. 또한 고래가 구들개자리의 위쪽에 위치하기 때문에 그중에서도 온도가 더 높은 공기가 구들 고래도 넘어가게 된다.
- 고래: 고래의 단면적은 구들개의 단면적보다 넓기 때문에 더운 공기의 속도가 더 줄어든다. 고래는 더운 공기를 구들장의 각 부분에 골고루 배분하는 역할과 동시에 와류를 형성하여 더운 공기가 더 오래 머무르게 한다.
- 고래의 경사면: 더운 공기가 위로 올라가고 차가워진 공기는 아래로 내려오는 것을 이용하여 더운 공기가 윗목으로, 차가운 공기의 일부는 다시 낮은 아랫목 쪽으로 와서 덥혀지게 한다.

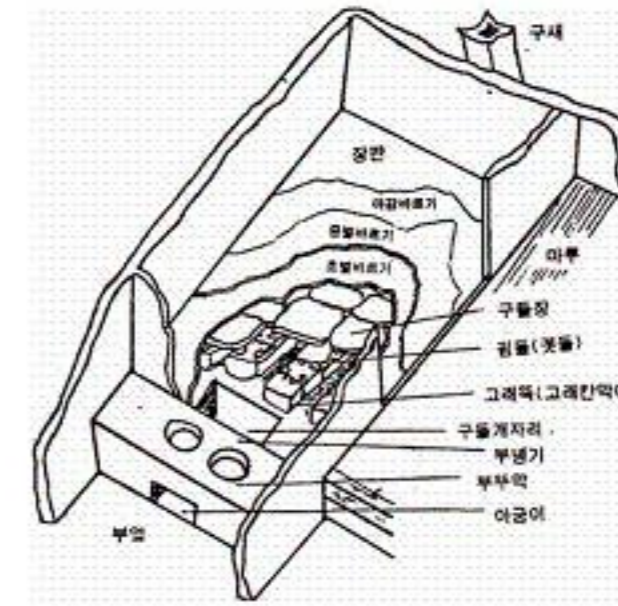
과학질문3. 라디에이터, 천장, 스토브, 및 온돌의 난방 방식에 따라 실내 온도의 수직 분포가 어떻게 다를까?

온돌을 제외한 나머지 난방방식에서는 하부보다 상부의 온도가 높아 얼굴 쪽은 따뜻해 처음에 방에 들어가면 따뜻하게 느껴지지만 시간이 지나면 춥게 느껴지고 발이 시리게도 된다.

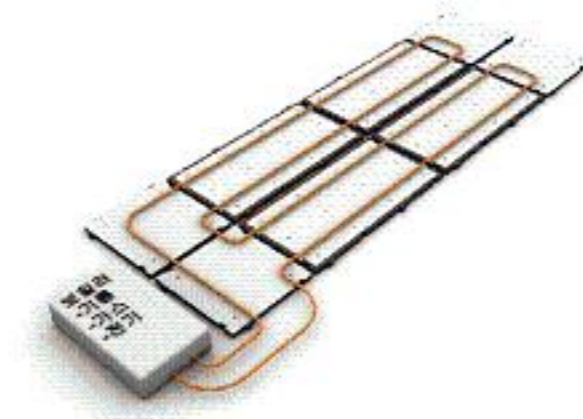


난방방식에 따른 실내온도의 수직 분포 77)

옛날과 오늘날의 온돌



온돌 전개도 78)



오늘날 온수온돌 79)

맛있는 가마솥의 누룽지

구리, 니켈 및 아연의 합금인 양은솔에서는 음식이 잘 탄다. 반면 무쇠에 한 누룽지는 맛있다. 아래 자료⁸⁰⁾에서 보듯이 구리는 열전도율이 높다. 열전도율이 높은 양은솔은 솔과 접촉한 쌀이 옆의 다른 쌀로 열을 전달하기 전에 또 열을 전달한다. 따라서 아랫부분 쌀의 온도가 빨리 올라가 삼층밥을 짓게 된다. 반면 무쇠는 비열도 크고 열전도율이 작기 때문에 바닥의 쌀이 옆의 쌀로 열을 전달할 수 있다. 구들에 사용되는 운모가 많은 돌도 마찬가지이다.

- 주철: 비열 0.10
열전도율 45
 - 구리: 비열 0.09
열전도율 332
 - 니켈: 비열 0.10
열전도율 77
 - 운모: 비열 0.21
열전도율: 0.96
- ※ 비열: kcal/kg°C
열전도도: cal cm/s °C



5-10. 촛대와 등잔

물질: 6학년 촛불 관찰, 7학년 물질의 세가지 상태, 8학년 물질의 특성, 9학년 물질변화의 규칙성, 에너지: 힘, 관성

📌 관련홈페이지

한국등잔박물관
<http://www.deungjan.or.kr/index.asp>

🔍 등경의 구조



등경의 구조 1)



등잔 심지 1)



가장자리에 기댄 심지로 켜 등잔불



세발심지 켜 등잔불

이 전시관에 있는 여러 가지 등화구는 일상생활과 밀접하게 관계가 있고 40-50대 이후의 어른들은 어렸을 때 사용한 기억이 있어서 친숙하게 느낀다. 불을 밝히는 에너지를 다룰 때는 물질의 연소를, 구조는 힘과 관성 등과 연결하여 설명한다.

1 문화적 소양 넓히기



🔍 **문화질문1.** 등잔을 얹은 등경은 모양과 크기가 제각기이지만 공통된 구조를 가지고 있다. 어떤 점이 그럴까?

등경은 널찍한 하반위에 등가를 세우고 등장받침을 걸게 만들었다. 하반을 크게 만든 것은 그곳에 부딪들 등화구를 편리하게 저장하는 이유도 있지만, 무게 중심을 낮추어서 등경을 안정하게 만드는 것이 큰 이유이다. 무게 중심이 높으면 등경이 자주 넘어져서 화재의 위험이 커진다. 등잔 아래에 쇠뿔이나 대접 모양으로 걸려있는 것은 기름받이로 등잔에서 떨어지는 불순물이나 기름을 받도록 되어 있다. 일종의 재활용을 위한 장치로 볼 수 있다. 등가의 윗부분이 울퉁불퉁한 것은 등잔의 높낮이를 조절하도록 여러 단을 만들었기 때문이다.

🔍 **문화질문2.** 옛날의 손전등, 조족등?

조족등은 옛날의 순라꾼들이 순라를 돌 때 사용하는 등이다. 도적을 잡을 때 사용해서 도적등이라고 한다. 조족등을 든 사람의 발밑만 비추고 불빛이 퍼지지 않도록 다른 부분은 검은 색 종이로 덧씌운다. 한동안 사극에서 조족등을 들은 장면이 나와서 학생들이 친숙하게 생각하는 전시물이다.

🔍 **문화질문3.** 날이 둥글게 생긴 저 가위는 어디에 사용하던 것일까?

초심지가위로 심지를 자르거나 초를 자를 때 사용한다. 잘린 심지나 초가 떨어지지 않도록 날을 둥글게 하였다. 또한 초를 자를 때 가위 날이 좁으면 가위가 초 속에 묻혀 잘 잘라지지 않는다.



2 과학적 안목으로 바라보기

문화질문1. 등잔 관련 속담은 과학과 어떻게 연관될까?

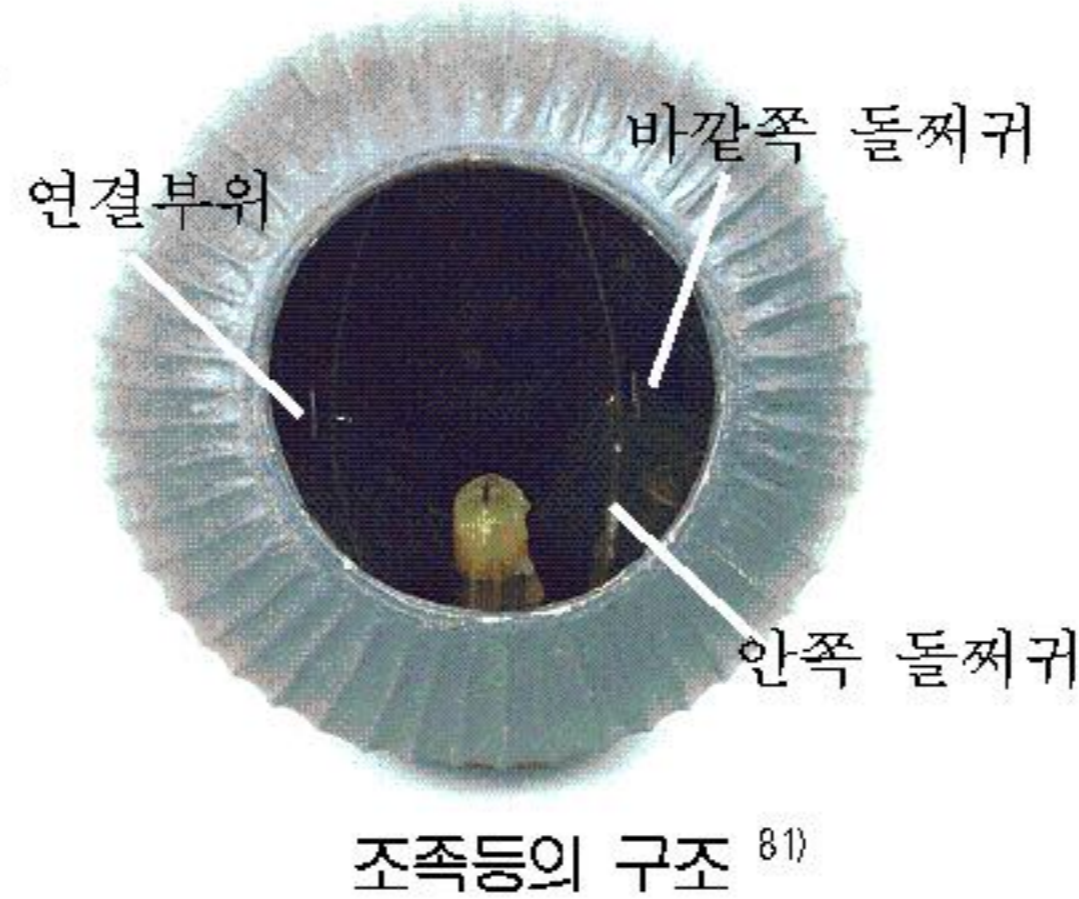
- 등잔 밑이 어둡다: 등잔과 받침에 의해 생긴 그림자 때문에 등잔 밑이 어둡다. 빛이 직진하기 때문에 등잔 받침에 가려진 곳은 어둡게 된다.
- 바람 앞의 등잔불: 등잔은 바람가리개도 없어서 바람이 불면 꺼지기 십상이다. 바람 앞의 등잔불은 매우 위태로운 상태를 말한다.
- 쌍심지를 밝히고: 바느질 등을 할 때 밝은 불이 필요하다면, 심지를 두개 꽂아 쌍심지를 만들어 조도를 높였다고 한다. 심지를 4-5개 꽂은 부자 등잔도 있다. “눈에 쌍심지를 켜다”라는 표현은 화가 나서 눈을 부릅뜬 것을 말한다.
- 심지를 뜯우다: 심지를 도드라지게 위로 올리는 것을 말한다. 기름이 모세관 현상에 의해 심지를 타고 올라와 기화해 불이 붙는다. 그때 심지도 조금씩 탄다. 심지를 뜯우어 주지 않으면 짧아져서 기름에 잠기게 되고 그러면 등불이 꺼진다.

과학질문2. 등유를 사용하면서부터 종지형 등잔보다 뚜껑이 달린 호형 등잔을 사용했다고 한다. 그 이유는 무엇일까?

등유는 인화점이 38도이고 각종 식물성 기름의 인화점은 220도에서 250도이다. 식물성 기름을 종지에 넣고 불을 붙여도 인화점이 높기 때문에 종지에 있는 기름이 기화하여 불이 붙지 않는다. 등유는 인화점이 38도이기 때문에 심지의 불로도 금방 종지의 등유가 인화점에 도달하게 된다. 따라서 불꽃과 등유를 분리해야 한다. 알코올램프와 같다고 생각하면 될 것이다.

과학 질문3. 조족등이 흔들려도 촛불은 바로 서있게 하려면?

손잡이와 연결된 바깥쪽 돌쩌귀에 안쪽 돌쩌귀가 자유로이 돌 수 있도록 연결한다. 안쪽 돌쩌귀에 초와 추를 매달아 관성이 크게 한다. 두 돌쩌귀의 연결부위를 느슨하면, 바깥쪽 돌쩌귀에 작용하는 힘이 안쪽 돌쩌귀까지 전달되지 못하며, 안쪽 돌쩌귀는 관성이 크기 때문에 잘 움직이지 않는다.



심지를 본 편

글자, 主

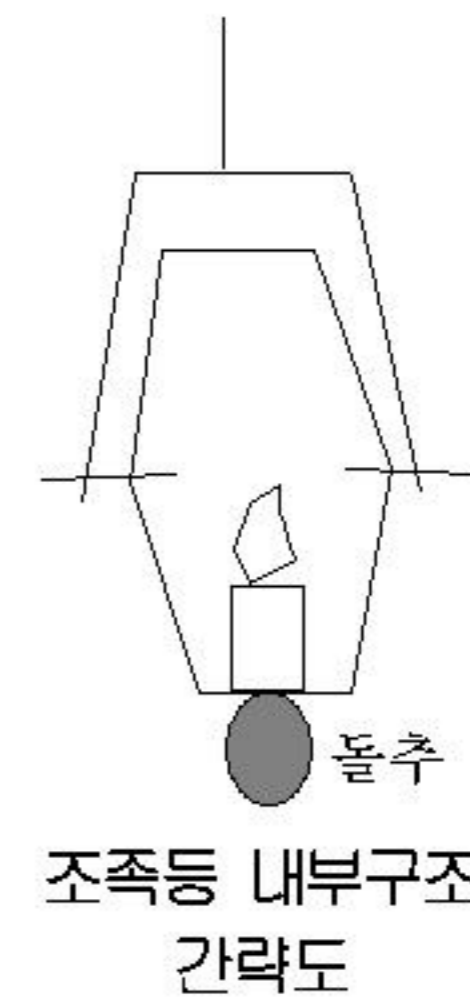
\(점 주)



심지, 자신을 태워 주위를 밝히는 존재

등잔은 어둠을 밝히기 위한 존재이며 어둠을 밝히는 데 가장 중요한 것이 불빛을 내는 심지이다. 그래서 主에는 주위를 밝히는 중심이라는 뜻이, 다시 중심 되는 사람이라는 뜻에서 主人(주인)의 의미가 생겼다. ‘노블레스 오블리주(noblesse oblige·높은 신분에 따른 도덕적 의무)’라는 말처럼 主에는 모름지기 자신을 태워 주위를 밝히는 불꽃 심지처럼 언제나 주위를 위해 봉사하고 희생하는 정신이 담보되어야 한다는 뜻이 담겨 있다. 主가 主人이라는 일반적인 의미로 더 자주 쓰이자 원래의 심지라는 뜻은 火(불 화)를 더한 灶(심지 주)로 구분해 표현했다.

하영삼 경성대 교수, [한자 뿌리읽기] <149>주 (점 주) 동아일보 2005년 11월04일 인터넷판



5-11. 장독대

생명: 10학년 물질 대사, 물질: 8학년 혼합물의 분리
지구: 9학년 물의 순환과 날씨의 변화 중 태양복사에너지

📌 관련홈페이지

옹기박물관
<http://www.zipul.co.kr>

장독대에서는 김치, 된장 등 발효 식품과 옹기의 통기성, 그리고 배불뚝이 옹기의 구조 등을 다양하게 연결하여 설명할 수 있다. 최근 김치 및 건강 식품에 대해 관심이 많기 때문에 발효라는 화학 과정과 입자의 크기에 따른 분리 등을 연결하여 설명할 수 있는 좋은 소재이다.

1 문화적 소양 넓히기

🕒 여러 옹기



새우젓독 ⁸²⁾



된장독 ⁸²⁾



유리질의
청화백자철사진사
국화문병 ³¹⁾



🕒 문화 질문1. 새우젓독은 날씬한데, 된장독은 배불뚝이 이유는?

봄에 된장을 담그면 40여 일 동안 햇볕을 쬐면서 익혀야 한다. 독이 크고 일자형이면 독의 아래쪽은 햇빛을 수직으로 받지 못한다. 그러면 유산균이 활동하기에 적합한 온도가 되기 어렵다. 중간에 배가 나오면 햇볕을 받는 면적이 넓어져서 전체적으로 고르게 온도를 적정한 온도를 유지할 수 있다.

반면 가을에 사서 저장하는 새우젓은 발효가 목적이 아니기 때문에 날씬한 새우젓독에 보관하여 온도가 많이 올라가지 않도록 한다. 또한 새우젓 장수의 입장에서 날씬한 독이어야 같은 단면적에 보다 많이 실을 수 있다.

🕒 문화질문2. 선조들이 매끈하고 밝은 색의 청자나 백자를 잘 만들었음에도 불구하고 투박하고 거무튀튀한 옹기를 만든 이유는?

옹기를 언제부터 만들어 사용했는지에 대해서는 의견이 분분하지만, 대체로 발효식품을 먹기 시작한 시기와 일치한다는 점에서는 많은 학자들이 동의한다고 한다. 매끈하고 밝은 색의 자기는 발효 식품을 저장하기에는 적당하지 않았을 것이다. 식품을 발효시키면 나오는 이산화탄소를 배출해야 유산균도 번식하기가 좋고 옹기의 뚜껑이 열리거나 하는 불상사가 생기지 않았을 것이다. 옹기는 진흙을 반죽하여 1000도 정도에서 소성하여 무수한 많은 기공을 포함하여 숨쉬는 옹기로 알려져 있다. 그 기공의 크기는 물은 빠져나가지 못하지만 공기는 통과할 정도의 크기이다. 반면, 청자나 백자는 고령토를 높은 온도에서 소성하여 유리처럼 매끄러워 기공을 포함하지 않는다. 따라서 물과 공기가 모두 통과하기 어렵다.

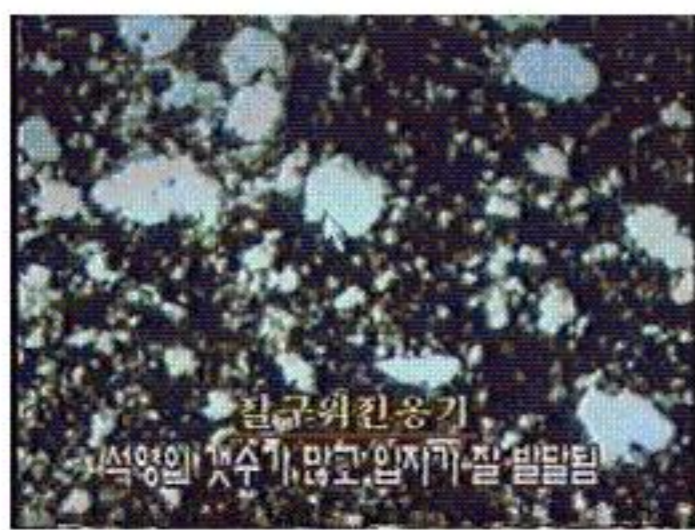
또한 발효식품은 적당한 온도가 유지되어야 하는데 밝은 색의 자기는 햇빛을 흡수하기 보다는 반사를 많이 하므로 적절한 온도를 유지하는데 적당하지 않았을 것이다. 용기의 짙은 색은 각종 장을 발효시키는데 필요한 온도를 유지하도록 적절한 햇빛을 흡수할 수 있다.

2 과학적 안목으로 바라보기

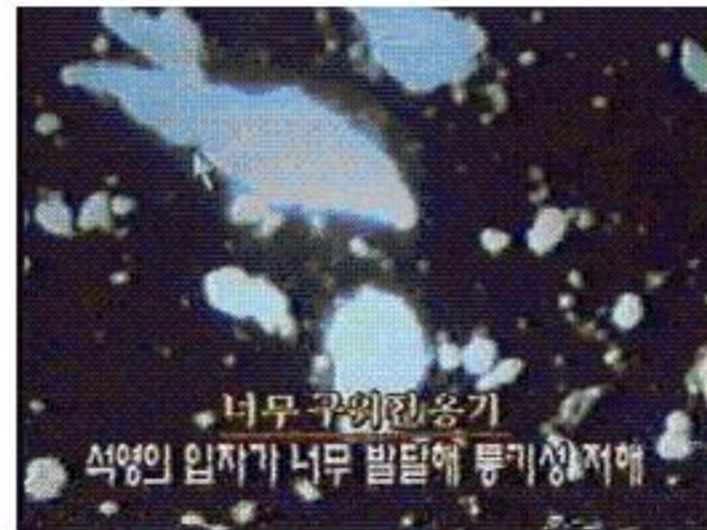
과학질문1. 용기에 모래구멍이 났는지는 어떻게 확인할까?

용기는 진흙은 반죽하여 만든다. 진흙 속에는 아주 작은 모래 알갱이들이 있는데 여러 번 반죽을 하면서 이 알갱이들이 아주 미세한 줄무늬를 긁거나 기포를 포함하여 기공을 형성한다. 그 결과, 물은 새지 않지만 공기는 통과하는 다공질의 용기로 된다. 그러나 간혹 큰 모래가 섞여 있으면 용기에 모래구멍이 생기게 된다. 아주 작은 구멍이지만 물은 통과할 수 있다. 이렇게 작은 모래구멍을 찾기 위해서 햇빛이 잘 비추는 곳에서 독을 뒤집은 다음 독 안에 짚불을 지펴 연기가 빠져나가는 지를 보았다고 한다. 다음은 관련되는 여러 입자의 직경을 여러 자료에서 조사한 것이다.

- 빗방울: 1×10^6 nm
- 물방울(구름입자 중 가장 작은 것): 1×10^4 nm
- 용기구멍: $1 \times 10^3 \sim 2 \times 10^4$ nm
- 연기입자: $0.5 \sim 1 \times 10^4$ nm
- 설탕물: 0.96 nm, 소금물: 0.56 nm
- 산소: $0.22 \text{ nm } 2 \times 10^{-10} \text{ m}$



잘 구워져서 용기 ⁸³⁾



너무 구워진 용기 ⁸³⁾



덜 구워진 용기 ⁸³⁾

잘 구워진 용기는 석영 결정의 크기가 적당하여 그 사이에 원하는 크기의 기공이 있다. 너무 구워진 용기는 석영의 결정이 너무 커서 기공이 연결되는 것을 방해한다. 덜 구워진 용기는 석영 결정이 덜 생성되어 구멍이 많다.

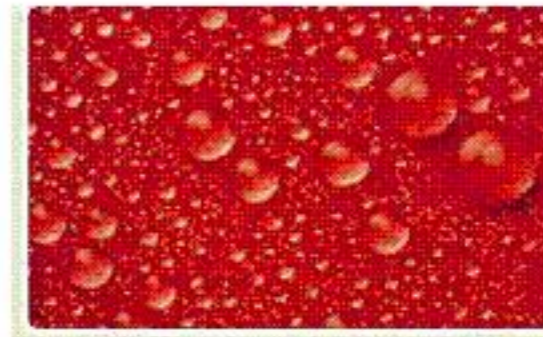
과학질문2. 캔김치는 폭탄?

부산대 식품영양학과 박건영(朴建榮) 교수는 1일 "배추와 양념을 별도로 숙성시켜 가스를 발생시키는 유산균을 각각 제거한 뒤 캔에 함께 포장해 섭씨 20-25도에서 6개월 이상 김치를 싱싱한 상태로 보관할 수 있는 방법을 개발했다"고 밝혔다. 박 교수는 "그동안 김치의 캔 포장은 장기 보관시 가스발생으로 폭발우려가 있어 불가능한 영역으로 인식돼 왔으나 차아염소산나트륨을 이용해 가스를 발생시키는 유산균을 제거한 뒤 진공포장 함으로써 숙성 가능성과 폭발위험을 제거했다"고 설명했다. 그는 또 "캔김치의 경우 저온보관을 위한 별도의 장치가 필요없기 때문에 유통 비용을 크게 줄일 수 있고, 유통기한이 획기적으로 늘어나 판로가 제한됐던 수출에 도 크게 기여할 것"이라고 기대했다. <연합뉴스, 2004년 12월 1일자, 인터넷판>

자기와 용기

- 자기: 고령토 원료 1,300-1,500°C 소성 유리질
- 용기: 진흙 원료 1,050-1,200°C 소성 다공질

고어텍스



표면의 물방울

- 고어텍스 기공 직경: $0.2 \mu\text{m} = 2 \times 10^{-7} \text{ m}$
- 빗방울 직경: $1 \text{ mm} = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$
- 수증기분자 직경: $0.2 \text{ nm} = 2 \times 10^{-10} \text{ m}$
- 고어텍스의 기공을 수증기, 즉 기화된 땀은 빠져나가지만 빗방울을 들어오지 못함.



캔김치 ⁸⁴⁾

발효과학, 김치냉장고

최근에는 장독대를 설치가 어려워져서 많은 식품들이 냉장고에 보관된다. 그중 특히 김치는 숙성시키는 온도, 보관하는 온도를 젖산균의 생육 상태에 맞게 조절해야 맛이 유지된다고 하여 따로 김치냉장고가 개발되어 시판되고 있다. 가전제품 회사에서 자랑하는 제품의 소개서에는 발효온도에 대한 설명이 있다.

5-12. 두부 만들기와 소주고리

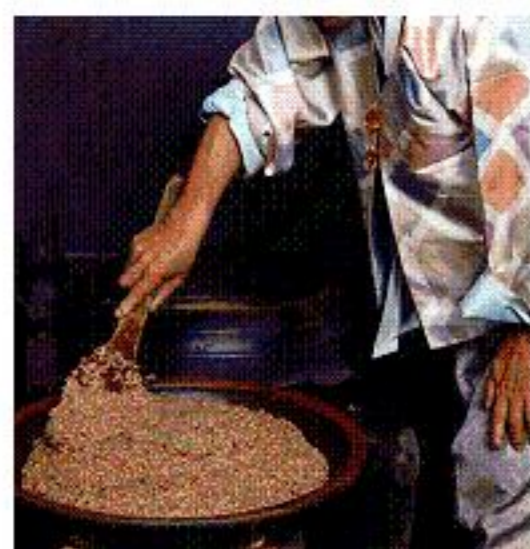
물질영역: 4학년 혼합물 분리하기, 7학년 물질의 세가지 상태, 상태 변화와 에너지, 8학년 혼합물의 분리

제2전시실 마지막 부분에는 두부만들기와 소주고리에 대한 전시물이 있다. 소주 고리는 가지달린 시험관과 같은 구조로 분별증류의 생활을, 용수는 크기를 이용한 혼합물의 분리 응용을 설명할 수 있다. 두부만들기는 초등학교 4학년에 나온 내용으로 학생들에게 익숙하다.

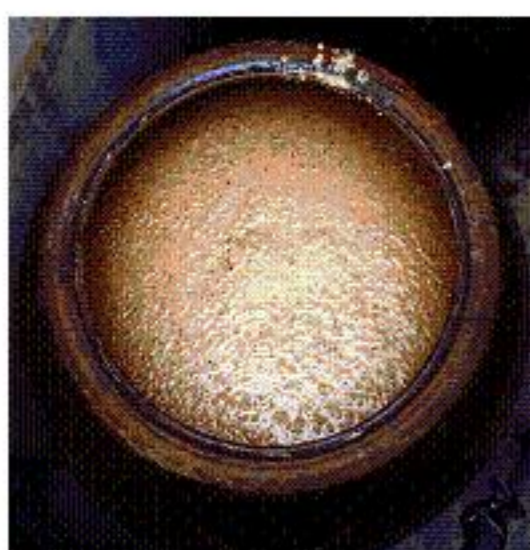
☞ 술담그기



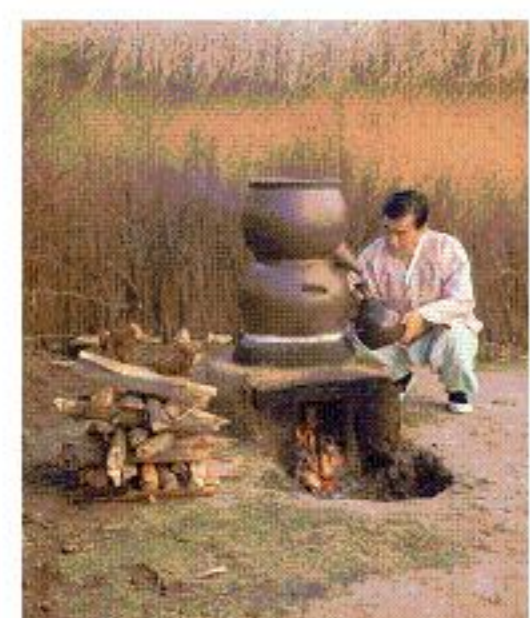
누룩띄우기 85)



누룩과 술밥섞기 86)



발효된 진술 86)

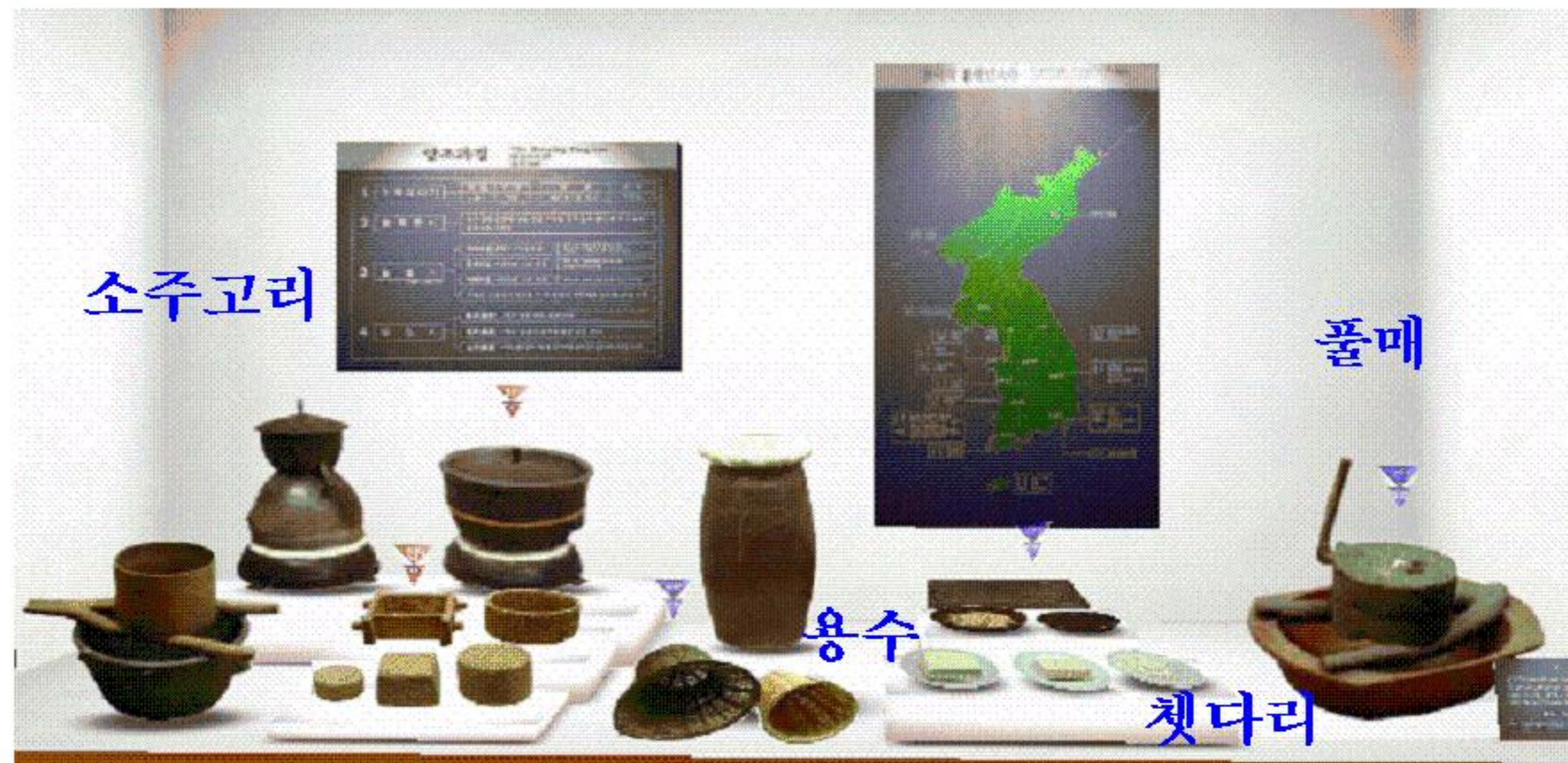


증류하기 86)

📌 관련홈페이지

산사원
<http://www.soolsool.co.kr/html/sansa.htm>
전통술 담그는 것과 관련된 이야기가 잘 나와있다.

1 문화적 소양 넓히기



☞ **문화질문1.** 전통주인 안동 소주와 오늘날 대량 시판되는 소주를 만드는 방식은 같을까? 국가에서 술의 주조를 엄격하게 감독하는 이유는?

민속주인 안동 소주는 다음과 같은 과정을 거쳐서 만들어진다.
고두밥+누룩+물 → (발효 후 체로 거르기) → 탁주(도수 6-7도) → (용수를 박고 떠내기) → 청주(도수 14도) → (소주고리로 증류) → 안동소주(도수 45도)
요즘 일반적으로 시판되는 소주는 회석주로 주정과 물 그리고 감미료는 혼합한 것이다. 주정은 쌀 이외의 곡물을 발효시킨 후 여러 번 증류하여 얻은 95% 이상의 에탄올을 말한다. 술의 주조는 국가에서 엄격하게 통제해왔는데 알코올 중독이나 음주형태에 관련되는 폐해 뿐 만 아니라 도수를 높일 때마다 소비되는 쌀의 양이 기하학적으로 증가하는 것도 관련된다.

☞ **문화질문2.** 오래된 문화 상품 누룩으로 연간 10억을?

누룩이란 술제조에 필요한 효소를 갖고 있는 거미곰팡이, 호모, 털곰팡이 등 다양한 미생물을 곡류에 번식시킨 것이다. 밀을 껍질째 타개어 물로 반죽하고, 이것을 누룩틀에 담아 발뒤꿈치로 푹푹 밟아 더딘 후 바람이 잘 통하는 곳에 두면 곰팡이찌와 호모찌가 앉아 누룩이 완성된다. 곰팡이가 속속들이 고루 피고 향긋한 냄새가 나면 잘 더딘 누룩이라 할 수 있다. 누룩은 푹푹 밟아줄수록 질이 좋아지는데 옛날에 한 사대부는 집에 손님이 너무 많이 오면 누룩을 살살 밟게 하여 술맛을 떨어뜨려서 손님 수가 줄도록 했다고 한다. 좋은 술을 만드는데 누룩의 질이 중요하기 때문에 누룩만으로도 연간 10억의 매출을 올리는 회사도 있다.

🕒 **문화질문3.** 어처구니가 없는 멧돌

'어처구니없다'는 '하도 기가 막혀 어찌할 바를 모른다'라는 뜻으로 사용되는 표현이다. 그런데 멧돌의 손잡이인 멧손을 다른 말로 어처구니라고 한다. 멧돌을 돌리려고 하는데 손잡이가 없으면 멧돌을 못 돌리게 되니 어처구니가 없게 된다.



화엄사의 멧돌 87)

🕒 **문화질문4.** 질에 큰 멧돌이 많은 이유는?

질에서는 단백질 공급을 두부로 하기 때문에 여염집에서 볼 수 없는 큰 멧돌 유물이 많다.

2 과학적 안목으로 바라보기

🕒 **과학질문1.** 흔히 액체와 고체 혼합물을 체로 분리한다. 용수와 체는 어떻게 다른가?

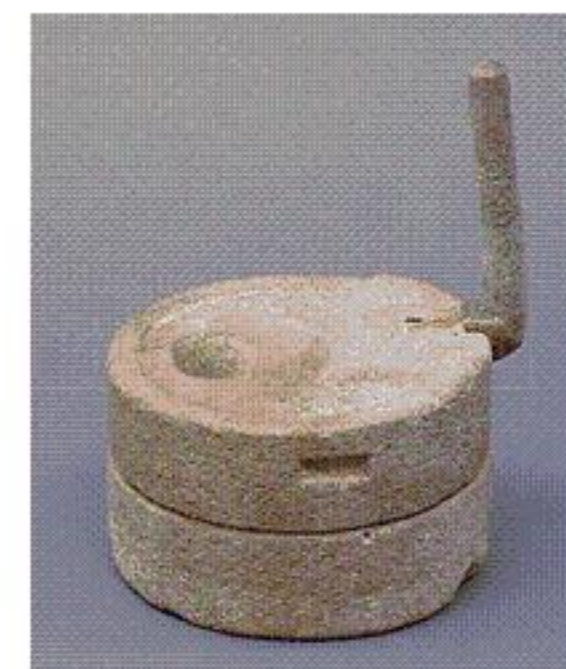
봄날에 장을 담가 간장이 알맞게 우러나면 장독에 용수를 박아 놓고 용수 안으로 흘러드는 액체만을 떠내면 맑은 간장이 된다. 마찬가지로 독 안에 용수를 박아 놓고 그 안에 괴어드는 액체를 떠내면 맑은 술을 얻을 수 있다. 체를 사용하여 걸러낸다면, 항아리 전체를 뒤집어서 혼합물을 체 속으로 넣어야 한다. 양이 많은 액체와 고체 혼합물에서 필요한 액체만 걸러내는 데는 용수가 더 편리하다.



용수 1)

🕒 **과학질문2.** 풀매는 멧돌과 어느 점이 다른가?

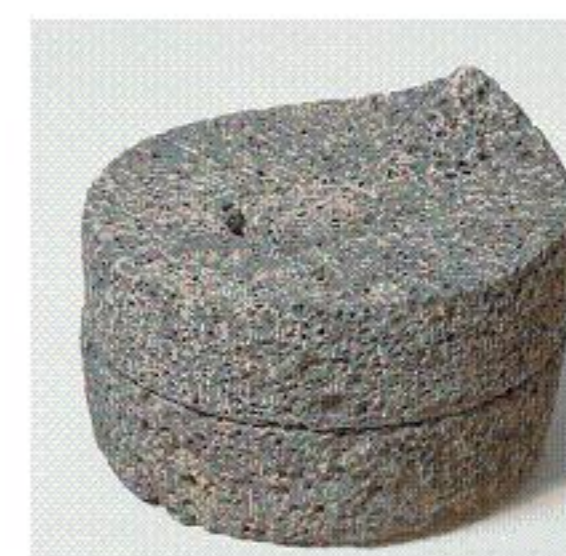
풀매로 풀을 썬기 위해 불린 쌀을 곱게 가는데 사용되었다. 또한 불린 콩이나 녹두 등을 가는데도 사용되었다. 불린 곡식을 갈기 때문에 들의 표면이 고운 것을 볼 수 있다. 멧돌의 위 쪽 아랫면과 아래쪽의 윗면은 잘 갈리게 하기 위해서 홈을 내놓는데, 시간이 지나면 홈이 닳아서 없어진다. 일이년에 한번씩 쪼아준다. 방아 기구에 있는 멧돌은 현무암으로 만든 고석매로 마른 곡식을 가는데 사용되었다. 현무암으로 만든 멧돌은 천연적으로 울퉁불퉁하기 때문에 쪼아줄 필요가 없다.



풀매 1)

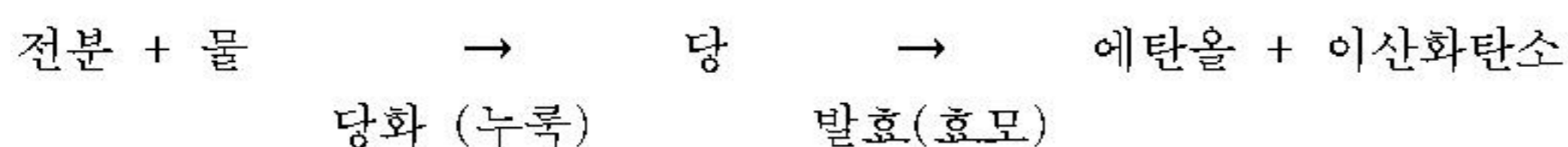
🕒 **과학질문3.** 풀매나 체를 걸치는 쳃다리의 모양은 Y자이다. 손쉽게 직선 막대를 두개 걸치지 않고 Y자로 만든 이유는?

분리된 직선 막대 두개를 걸치면 고정되지 않고 움직이게 된다. Y자는 나무에서 쉽게 얻을 수 있고 고정점이 세 개로 안정되게 멧돌이나 체를 올릴 수 있다. 사다리 모양의 쳃다리도 있지만 Y자형의 쳃다리가 주로 많이 사용되었다.



현무암멧돌 88)

🕒 **과학질문4.** 술익는 소리가 정말 들릴까?



술이 만들어 지는 과정은 위와 같다. 발효가 진행되면 김치와 마찬가지로 이산화탄소 기포가 발생하여 액체 올라오면서 터진다. 기포가 터지면서 생기는 공기의 기압차가 소리로 들린다. 폐쇄된 독 안은 공명통과 같기 때문에 밖에서도 그 소리를 들을 수 있다.



쳃다리 1)



5-12. 소주고리와 가지달린 시험관

[관련 전시물 : 소주고리]

()년 ()월 ()일 ()학년 ()반 ()번 이름 ()

소주고리는 일종의 가지달린 시험관이다. 소주고리에서 어떻게 술이 증류되어 나왔는지 학교에서 배운 분별 증류 장치와 비교하여 생각해 보자.

알아내기

가. 다 익은 술은 일종의 에탄올, 물과 고체인 술지게미 등이 섞여 있는 혼합물이다. 여기서 에탄올을 분리하려면 어떻게 해야 하는지 학교에서 배운 물과 에탄올 혼합물의 분리로 설명할 수 있는가?

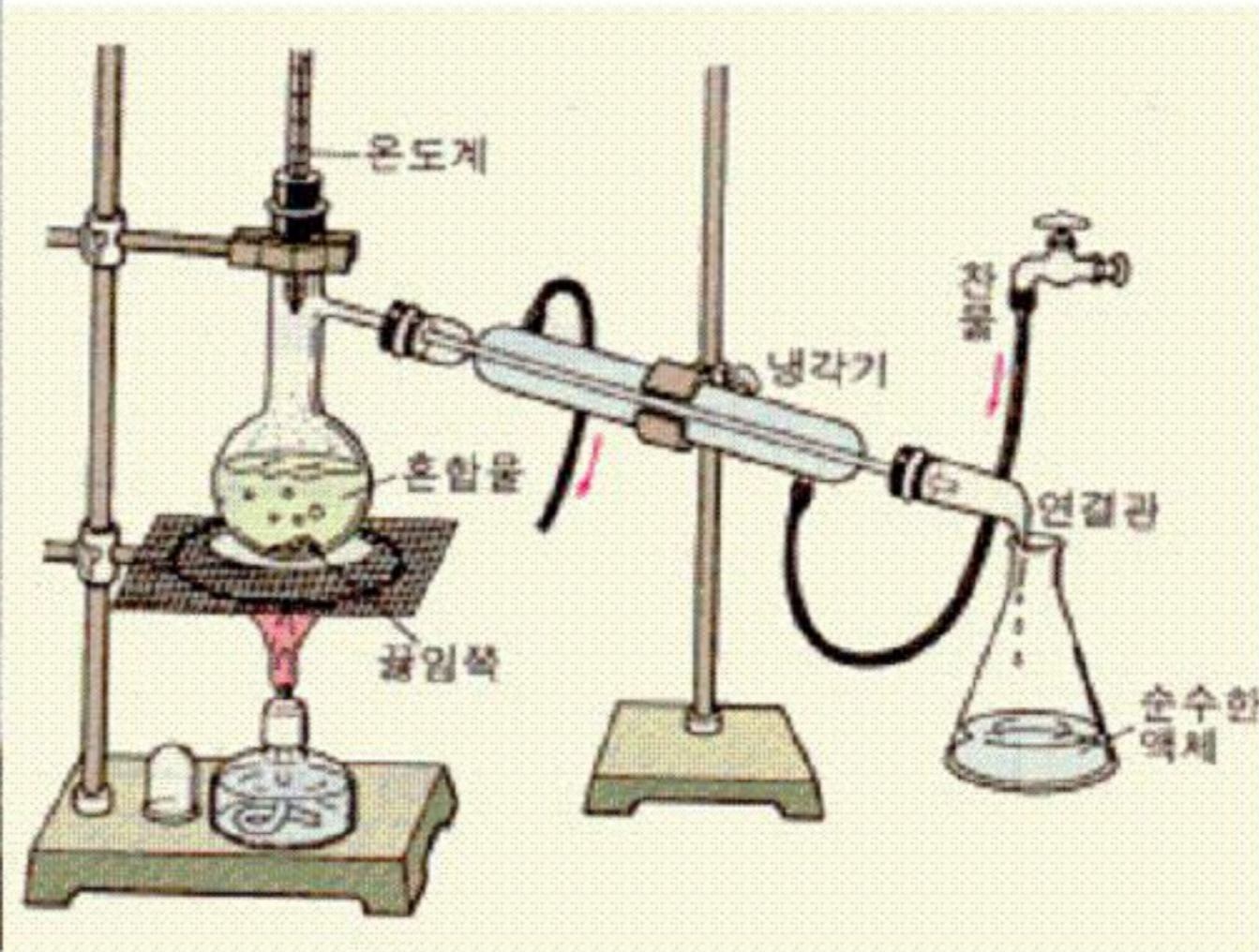
나. 소주고리는 일종의 가지 달린 시험관이다. 물과 에탄올 혼합물 분리장치에서 각 부분의 역할과 소주고리에서 각 부분의 역할을 비교해 보자.



소주의 증류 89)



소주고리 1)



분별증류장치 90)

다. 분별증류장치에서는 냉각기에 찬물을 계속 틀어주는데 소주고리에서는 어떻게 할까?

라. 소주고리에서는 술뚜껑에서 액화된 에탄올이 벽을 타고 흘러 내리지 대롱으로 나올 것 같지 않은데, 어떻게 대롱으로 에탄올이 나올까?

마. 소주고리보다 더 간단한 장치로 분별 증류를 할 수 있을까?

바. 오늘날 분별증류가 중요한 역할을 하는 산업은 무엇인가?



5-12. 소주고리와 가지달린 시험관

물질: 8학년 혼합물의 분리

가. 술내리기, 에탄올의 분리

밥, 누룩 및 물을 넣고 잘 익힌 진술 또는 술미는 물, 에탄올, 및 술지게미의 혼합물이다. 물을 끓는점이 100도이고 에탄올은 79도이므로, 혼합물의 온도가 79도와 100도 사이가 되도록 약한 불로 가열하면 에탄올이 증류되어 나온다.

나. 소주고리와 가지달린 시험관



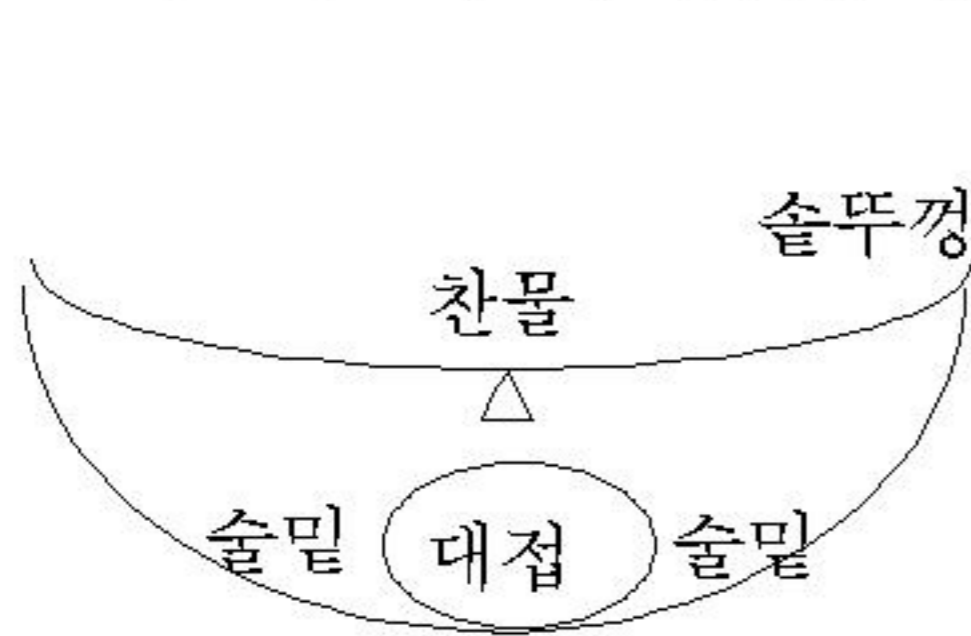
소주고리 안에서 에탄올의 증류⁹¹⁾



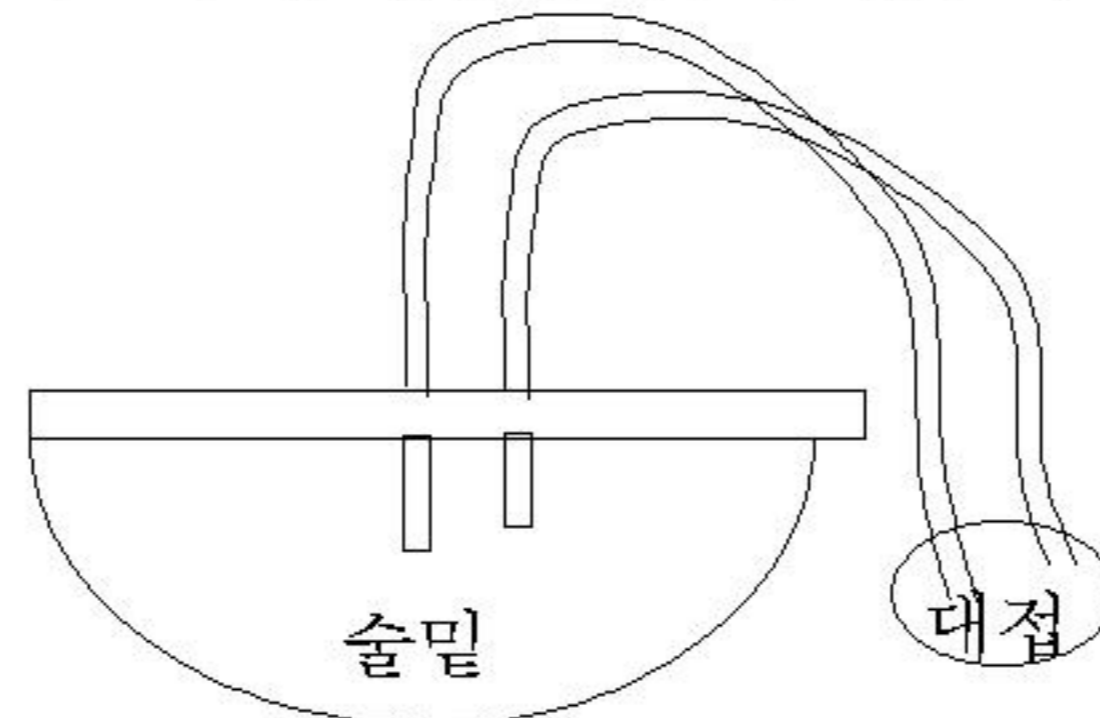
위에서 본 소주고리¹⁾

술미 = 물과 에탄올의 혼합물, 대롱 = 가지, 술뚜껑 = 냉각기

마. 소주고리보다 더 간단한 장치로 분별 증류를 할 수 있을까?



가장 간단한 증류방법



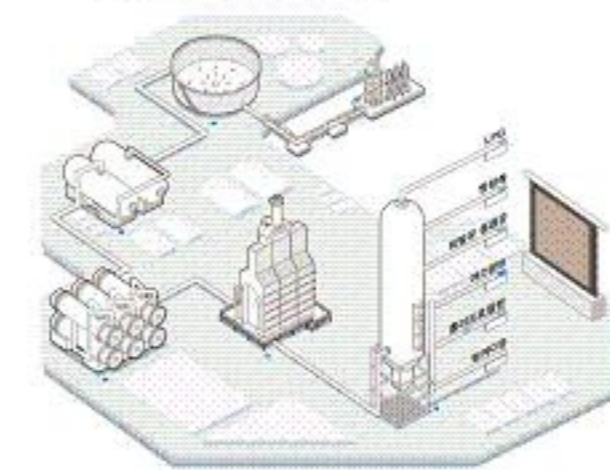
대롱을 이용한 증류

가장 간단하게 술을 증류하는 방법은 술의 가운데 대접을 놓고 술미를 대접 바깥에 넣은 다음 술뚜껑을 뒤집어 덮는 것이다. 먼저 기화된 에탄올이 아래로 술뚜껑에 닿으면 액체가 되고 그 액체 에탄올은 술뚜껑의 손잡이를 따라 대접으로 모이게 된다. 또 다른 방법은 대롱을 이용하는 것이다. 술에 술미를 넣고 좁은 구멍이 뚫린 나무 뚜껑을 덮은 다음 그 구멍에 대롱을 꽂아 기체 에탄올을 바깥에 있는 다른 그릇으로 모으는 것이다.

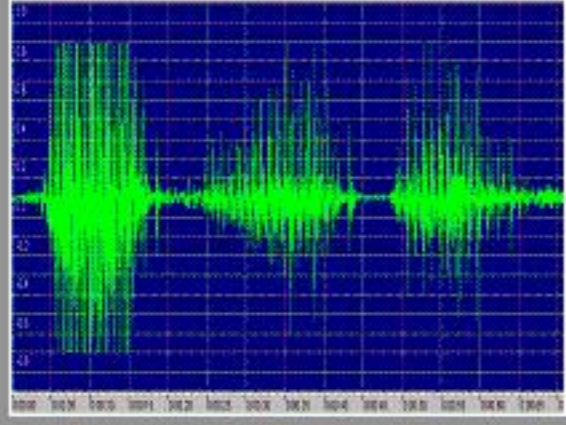
다. 분별증류장치에서는 냉각기에 찬물을 계속 넣어주는데 소주고리에서는 어떻게 할까? 전시물에는 술뚜껑을 바로 해놓았는데, 술을 내릴 때는 술뚜껑을 뒤집어 놓고 찬물을 계속 갈아준다.

라. 소주고리에서는 술뚜껑에서 액화된 에탄올이 벽을 타고 흘러내리지 대롱으로 나올 것 같지 않은데, 어떻게 대롱으로 에탄올이 나올까? 그림에서 보듯이 중간에 턱이 있어서 더 이상 아래로 흘러내리 않는다.

다. 오늘날 분별증류가 중요한 역할을 하는 산업은 무엇인가? 현대에서 가장 중요한 혼합물의 분리는 원유를 분별증류하여 우리에게 필요한 석유와 석유화학제품의 원료를 얻는 것이다.



분별 증류를 이용한 정유공장⁹²⁾

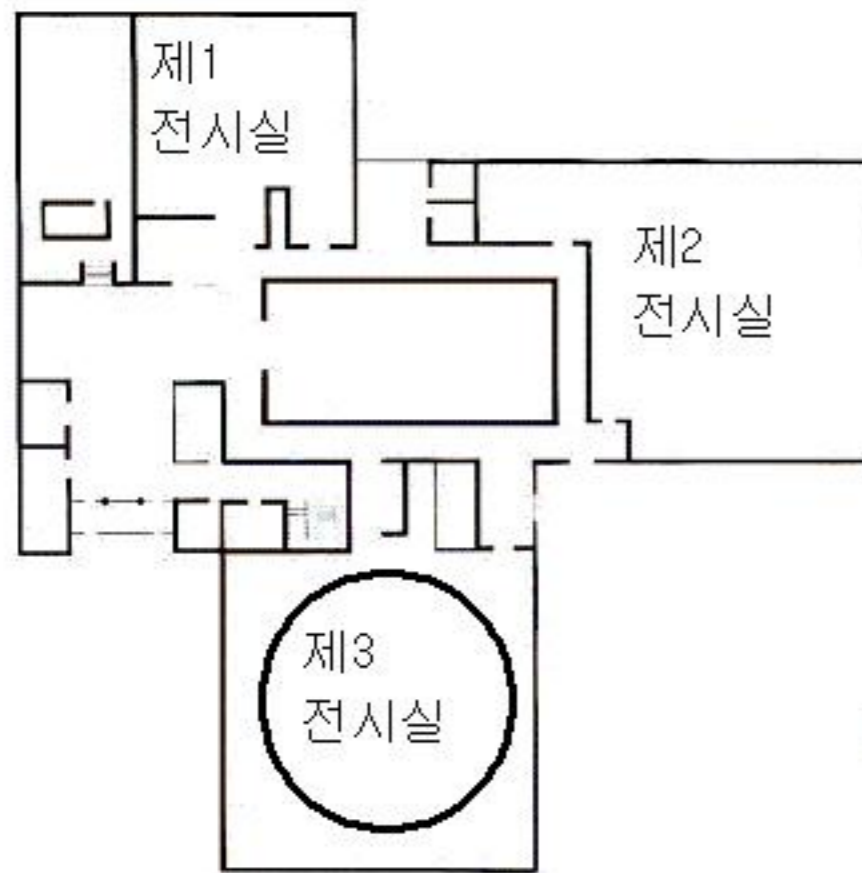


제 6 장

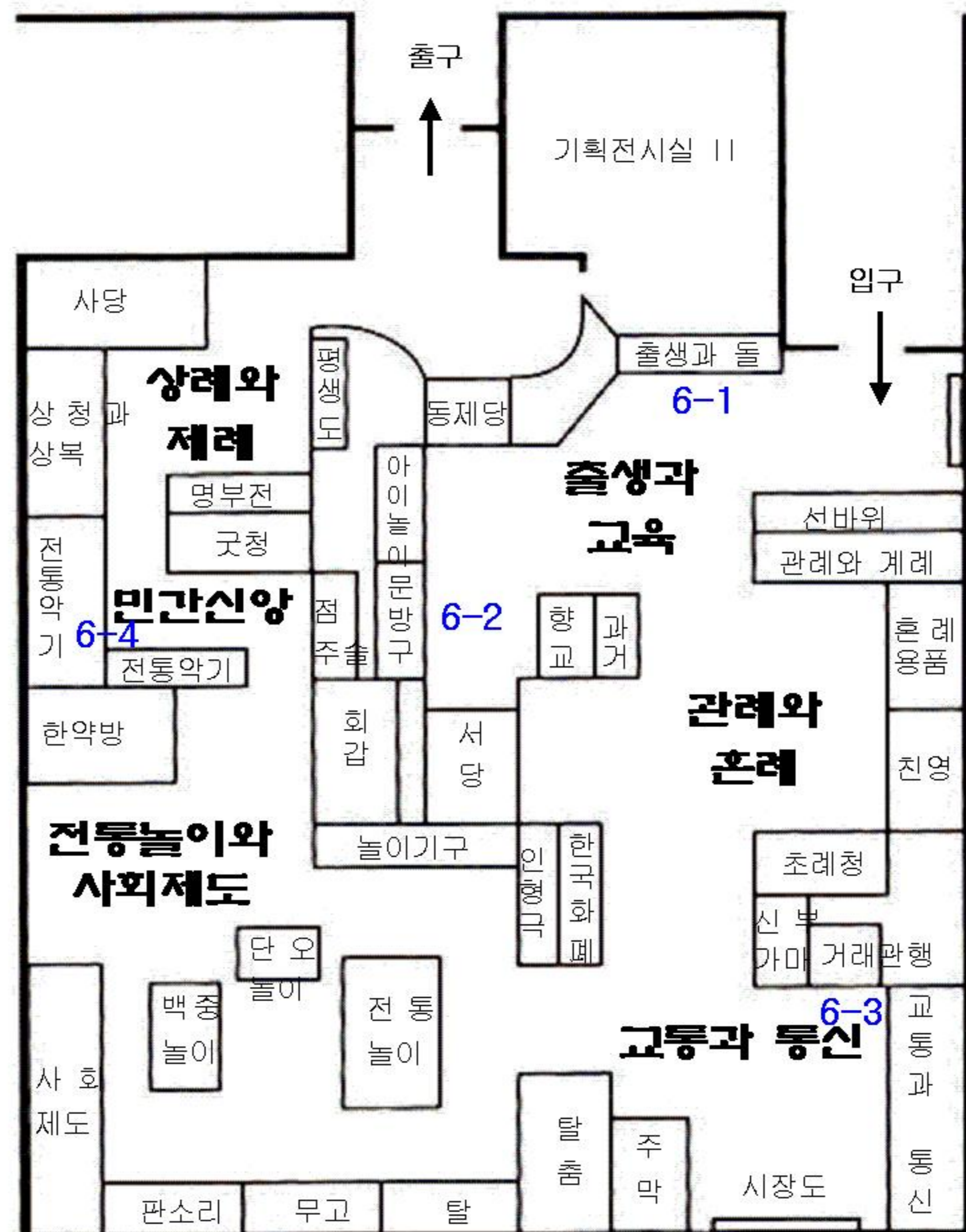
제3전시실, 한국인의 일생 과학 탐방 지도

제3전시실, 한국인의 일생

제 3 전시실의 지도



태어나서 죽을 때까지 한국인이면 누구나 겪게 되는 생활경험들을 주제로 한 제3전시실에서는 출산, 관례와 혼례, 교통과 통신, 전통놀이와 사회제도, 민간신앙, 상례와 제례 등을 전시하였다.



제3전시실, 한국인의 일생 과학탐방 지도자료 개요

6-1 출생, 삼신상과 금줄

산실에 친 금줄에 달린 활성탄소인 숯의 효능에 대해 탄소나노튜브와 관련하여 설명할 수 있다. 또한 텃줄 혈액의 보관과 관련하여 최근 생명공학의 발전이 가져올 수 있는 양쪽 측면에 대해 생각해보게 할 수 있다.

6-2 문방사우

문방구는 학생들에게 가장 친숙한 도구 중 하나인데 옛날에는 어떤 것을 사용했는지 요즘 것과 비교해 볼 수 있다. 그 중 연적은 요즘도 사용하는 학생이 있어 연적에 구멍이 두개 뚫린 이유에 대해 기압과 관련지어 설명해보게 한다.

6-3 거래 관행과 도량형

조선시대에도 표준을 유지하는 것이 국가적으로 중요했음을 암행어사 이야기와 함께 할 수 있다. 또한 현재에도 표준 길이, 표준 질량 등을 유지하기 위해 첨단과학이 동원된다는 점을 한국표준과학연구원과 관련지을 수 있다.

- 학생용 읽을거리: 여러 가지 자이야기
- 학생용 활동지: 도량형 어렵해보기

6-4 국악기, 풍류와 과학

7학년 파동 중 소리는 제7차 교육과정에서 처음 도입되어 가르치기 힘든 단원 중 하나로 알려져 있다. 그러나 학생들은 음악시간에 단소를 불고 음계를 배우기 때문에 이와 관련된 과학을 함께 설명하고 시범을 보이면 관심을 많이 나타낸다.

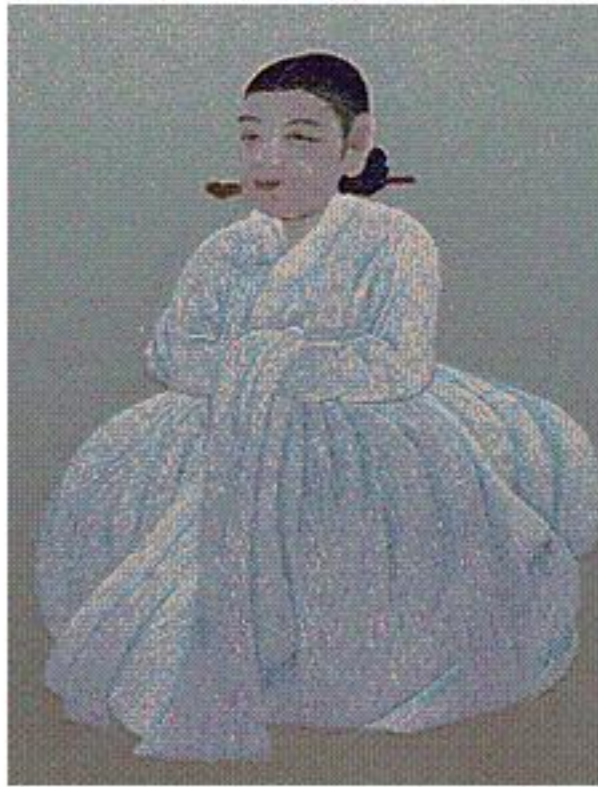
- 학생용 활동지: 울림통으로 소리키우기
- 학생용 활동지: 빨대 피리로 화음 맞추기

6-1. 출생, 삼신상과 금줄

생명: 9학년 생식과 발생, 유전과 진화,
물질: 8학년 물질의 특성, 에너지: 8학년 전기

수태 및 출산과 관련된 전시물들로부터 조심스럽게 여러 가지 준비하고 생명을 맞이했던 전통을 알고 다른 사람과 자신의 생명의 소중함을 느끼게 할 수 있다. 또한 생명 유지와 관련된 여러 가지 물질에 대해서도 이야기 할 수 있다.

1 문화적 소양 넓히기



삼신할미 93)



남자아이용 금줄 1)



☞ 문화 질문1. 삼신할미는 삼인분?

일반적으로 삼신은 우리나라 건국과 관계된 환인, 환웅, 단군을 일컫는다. 그러나 삼신할미의 삼신은 수태, 출산 및 15세 까지 아이의 생육을 담당하는 세 신령으로, 삼은 산(産)에서 왔거나 태의 우리말인 삼에서 왔다는 설이 유력하다. 삼신상차림은 산모와 아이를 지켜달라는 의미에서 임신 후 3, 7, 9개월째 쌀, 미역, 가위, 실 등을 출산 준비물로 곁하여 올려놓는다. 해산 후에도 밥, 미역국, 정화수 등을 세 그릇씩 올려놓는다. 아기 엉덩이에 있는 푸른색의 몽고반점은 아이가 태어날 때 삼신할미가 세상에 나가라고 엉덩이를 때려서 난 자국이라고도 한다.

☞ 문화질문2. 금줄에 달아놓은 것은 무엇인가?

여자아이가 태어나면, 솔가지, 숯, 한지 등을 새끼줄에 엮어 매달아 놓았다. 남자아이가 태어나면 고추도 함께 매달았다. 금줄은 삼칠일째까지 달아놓아 면역이 생기지 않은 아이의 건강을 위해 가족외의 사람들이 출입하는 것을 금하였다.

☞ 문화질문3. 둥글거나 팔각형의 상으로 돌상을 차리는 이유는?

돌상은 아이가 오래 살기 바라는 마음에서 실, 백설기, 수수팥떡 등과 함께 장래 직업과 관련되는 붓, 책, 돈, 활 등을 올려놓고 돌잡이를 하여 아이의 미래를 점치기도 하였다. 대부분의 돌상은 둥글거나 십이각형 또는 팔각형의 상을 이용하였는데 이것은 처음 걸음마를 시작한 아이가 상에 부딪혀도 다치지 않게 하기 위해서이다. 사각형의 상은 모서리가 뾰족해 부딪히면 상처가 깊다.



돌상 1)



십이각형인 돌상 1)

2 과학적 안목으로 바라보기

과학질문1. 활성탄 만들기는 나노 기술?

보통 숲은 나무를 가열 건조하여 타르 등 불순물을 제거하여 탄소만을 남긴 것으로 우리가 아는 각종 정화작용을 하지 못한다. 정화작용을 하려면 흡착력이 높은 활성탄소가 되어야 하는데 숲을 높은 온도에서 수증기에 노출시키면 된다. 그러면 구멍이 많은 삼차원의 구조를 가지면서 흡착력이 커진다. 구멍이 많으면 왜 냄새나 오염 물질을 잘 흡착할까?



대개 0.8 nm ~ 50 nm 크기의 구멍이 많이 난 활성탄의 탄소 표면은 구멍의 구조에 의해 전기력이 찌그러진다. 이 찌그러진 전기력에 의해 작용하는 인력을 반데발스 힘이라고 하는데 이 힘은 다른 입자를 잡아당긴다. 도마뱀이 중력을 이기고 벽에 잘 붙어 있는 것도 도마뱀의 발에 달려있는 무수한 가는 털이 반데발스 힘을 작용하여 벽을 잡아당기는 것으로 알려졌다. 요즘 신소재로 각광받고 있는 탄소나노튜브는 이 작은 구멍을 하나 길게 뽑은 것이라고 생각하면 된다.

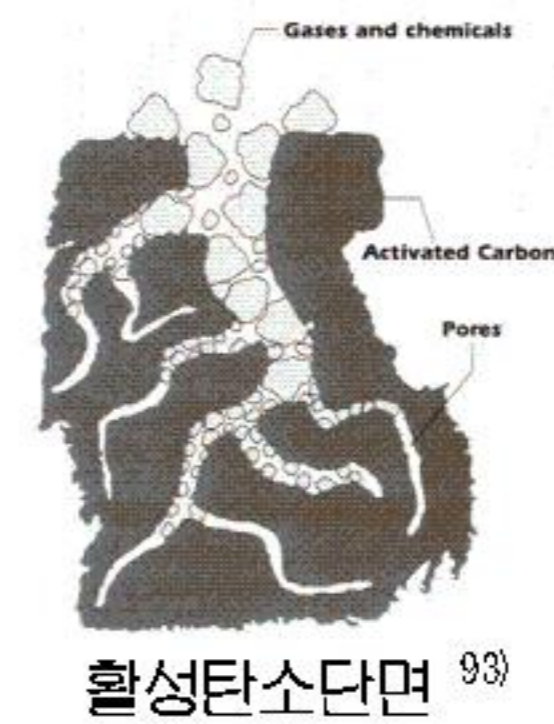
과학질문2. 금줄에 달린 솔가지, 송편을 찌는 사용되는 솔가지는 모두 같은 효과일까?

소나무 아래에는 솔잎이 떨어져서 마른 갈비가 쌓여 있는데, 그곳에는 다른 풀이 자라지 않는다. 또한 추석에 송편을 찌 때 솔가지를 넣고 찐 송편은 그렇지 않은 송편보다 덜 쉰다. 솔잎에서 나오는 피톤치드 때문이다. 피톤치드는 나무가 각종 박테리아로부터 자기 자신을 보호하기 위해 내뿜는 방향성 물질로 그 자체에 살균, 살충성분이 포함되어 있다. 소나무에서 나오는 피톤치드는 다른 나무보다 10배나 강하다고 한다.

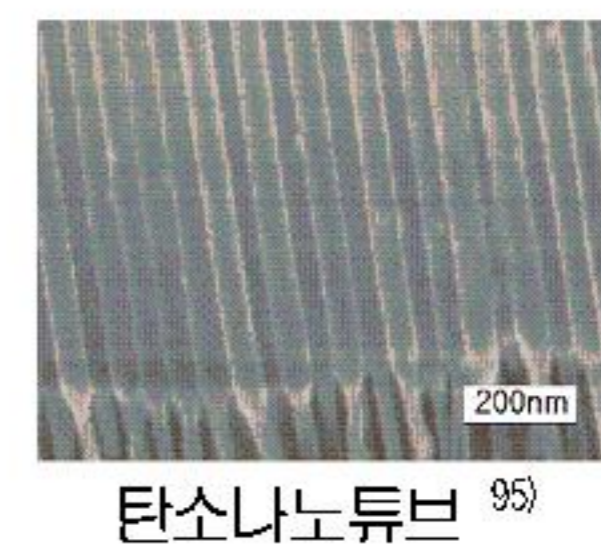
과학질문3. 제대혈 보관이란?

예로부터 탯줄은 태아에게 생명력을 부여한 것으로 귀하게 여기어 조심스럽게 처리하였다. 특히, 왕자와 공주의 태는 좋은 위치에 잘 봉안하였다. 오늘날 줄기세포의 배양으로 각종 난치병 치료의 가능성이 열리면서 새로 태어난 아이의 탯줄혈액인 제대혈을 보관하는 경우가 늘고 있다. 탯줄혈액은 태반과 엄마와 아기를 연결하는 탯줄에 존재하는 혈액으로 혈액암을 비롯한 각종 암 및 악성 혈액 질환, 대사성·면역 질환 등을 치료할 수 있는 조혈모세포가 포함되어 있다. 탯줄 혈액 100 ml 속에 들어있는 조혈모세포는 골수 1,000 ml의 조혈모세포보다 기능이 뛰어나다고 한다. 또한, 15만명 분의 제대혈을 보관하면, 동일한 연령 또래 중 누구라도 조직적합성 항원이 맞을 가능성이 있어 도움을 줄 수 있다.

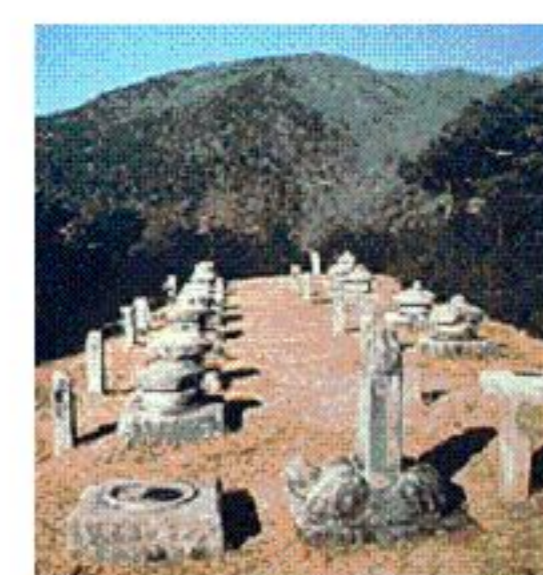
활성탄소의 구멍에 의해 미세물질이 빨려 들어감.



탄소나노튜브



탄소나노튜브는 탄소6개로 이루어진 육각형들이 서로 연결되어 빨대 모양을 이루고 있는 신소재이다. 위의 사진은 서울대학교 Nano Material Laboratory에서 찍은 사진이다. 탄소나노튜브는 강도와 열전도율이 뛰어나다. 또한 전자파를 잘 흡수하며 전자총 대신 전자를 잘 쏠 수 있어 평면 모니터로 만들 수 있다.



6-2. 문방사우

지구: 7학년 지각의 물질 중 암석의 특징
에너지: 8학년 빛 중 난반사, 7학년 물속에서의 무게와 압력

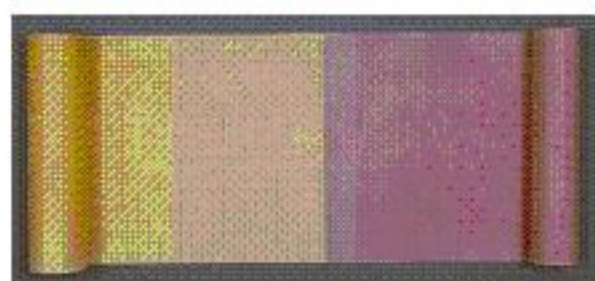
📌 관련 전시물

제1전시실의 인쇄문화실

📌 관련웹사이트

청주고인쇄박물관

📌 문방사우



두루마리 1)



붓 1)



묵 1)



벼루 1)

문방사우는 학생들에게 친숙한 소재이다. 특히, 붓글씨는 배우는 학생들에게 연적에 물넣는 것은 공기의 압력에 대해 설명할 수 있는 좋은 소재이다. 벼룻돌은 농기구의 각종 갈돌, 맷돌 및 방아 등과 관련하여 설명할 수 있으며, 먹은 인쇄문화실의 솔먹 및 기름먹과 관련지어 설명할 수 있다.

1 문화적 소양 넓히기



📌 문화 질문1. 문방사우란?

문방사우는 글을 쓰거나 책을 읽을 때 또는 그림을 그릴 때 사용하는 용품 중 꼭 필요한 종이(紙), 붓(筆) 먹(墨), 벼루(硯)를 말한다. 한지는 중성지로 천년이 간다고 여겨진다. 흰색이 기본색이지만 물을 들인 색지도 있다. 또한 운치있게 시를 적기 위해 시전지판으로 무늬를 찍기도 했다. 붓으로는 죽제비털로 만든 것이 좋다고 여겨졌다. 먹은 아주까리, 동백, 유채 등의 기름을 태워 나오는 그을음을 아교에 개어 만드는 유연묵과 송진을 태운 그을음을 재료로 하는 송연묵이 있다. 벼루는 보통 돌로 만들지만 기와 등을 사용하기도 하였다.



시전지판 1)

📌 문화질문2. 붓에도 덕이?

붓은 털의 품질이 가장 중요하다고 한다. 좋은 털은 첨(尖)·제(濟)·원(圓)·건(健)의 네가지 덕을 갖추어 한다고 한다. 첨은 붓끝이 뾰족해야 하는 것, 제는 붓끝이 가지런한 것, 원은 털 윗부분이 끈으로 잘 묶여서 둥근 것, 건은 오래 써도 힘이 있어 한 획을 긋고 난 뒤에 붓털이 다시 일어나야 한다는 것이다. 이러한 조건을 만족하는 털은 죽제비털이고 이 털로 만든 붓을 황모필이라고 한다.



붓만들기 재료와 도구 97)

2 과학적 안목으로 바라보기

🔍 과학질문1. 연적에 구멍이 두개인 이유는?

연적의 구멍은 두개인데 하나는 물구멍, 다른 하나는 공기구멍이라고 한다. 구멍이 하나만 있으면, 물이 들어갈 때는 공기가 나오지 못해서 잘 들어가지 않는다. 마찬가지로 물이 나올 때도 공기가 연적 안으로 들어가지 않으면 기압 차이에 의해서 물이 나올 수 없다. 야쿠르트병 뚜껑에 빨대를 끼워서 마실 때, 옆에 다른 구멍을 하나 더 뚫어주면 공기가 병안으로 들어가서 액체를 빨아올리기가 쉽다. 연적도 물을 따를 때 공기구멍을 손가락으로 막으면 물이 나오지 않는다. 따라서 물구멍에서 나오는 물의 양을 조절할 수 있다.



🔍 칠판과 백묵

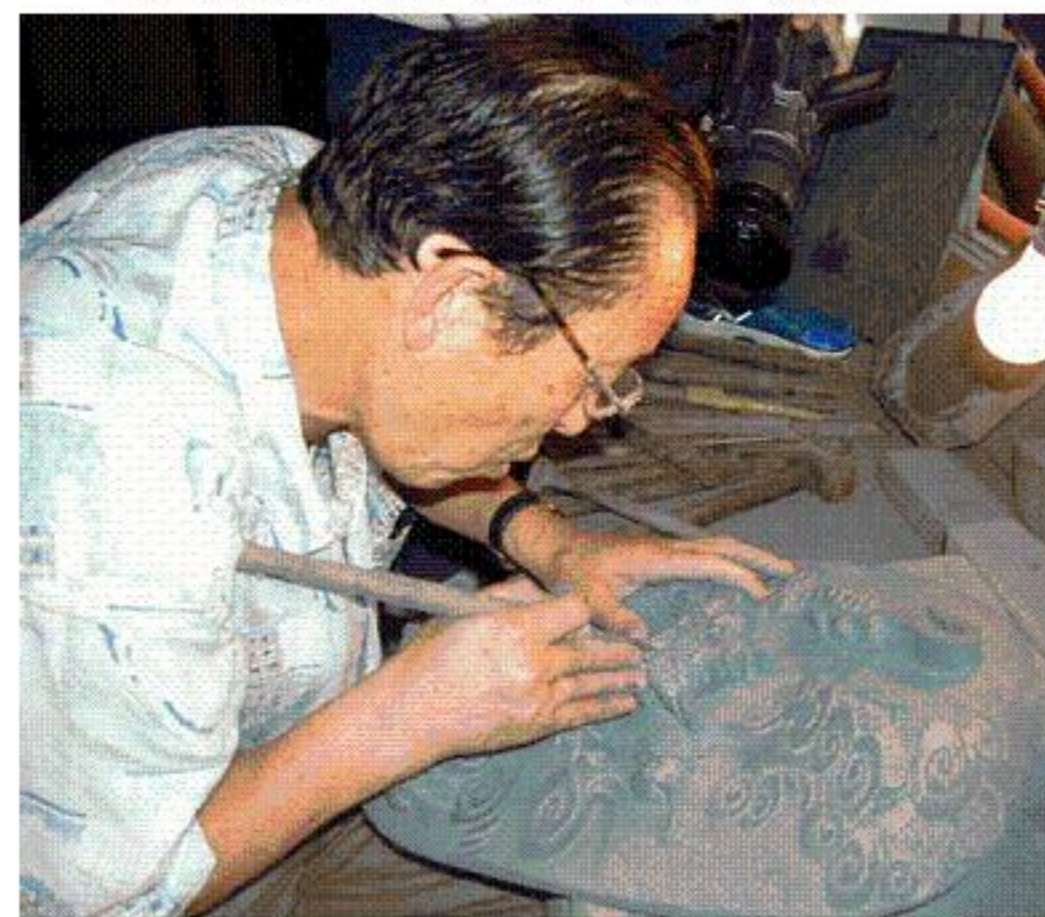
칠판은 백묵으로 그었을 때, 백묵 자국이 남게 해야 한다. 칠판을 손으로 만져보면 거칠거칠한 것을 느낄 수 있다. 칠판의 거칠기는 백묵이 곱게 굵힐 정도도 거칠어야 하고, 또 너무 거칠면 백묵가루라 날리게 된다. 따라서 칠판에 칠하는 도료에는, 칠판의 색을 나타내는 아크릴 페인트 이외에 표면을 거칠게 하기 위해서 곱게 갈은 시멘트 반죽 등을 함께 넣는다. 이러한 특수도료는 회사마다 다른데 특허를 받기도 한다. 또한 백묵이 약하므로 칠판은 나무판이나 칠판에 칠을 한다.

🔍 과학질문2. 곡식을 가는 맷돌은 현무암을 사용했다. 다른 석기나 철기의 날을 가는 숫돌은 사암이 사용된다. 그러면 고운 먹을 가는 벼루에는 어떤 암석이 사용될까?

좋은 벼루는 첫째 암석을 이루고 있는 입자가 미세하면서도 단단해야 한다. 그래야 먹이 곱게 갈린다. 암석의 표면이 거친 경우 먹을 빨리 갈 수 있으나 먹물의 입자가 커서 글씨 쓰기에 적합하지 않다고 한다. 또한 벼루에 물이 잘 스며들면, 시간이 지나면서 먹물의 농도가 진해진다. 그러나 벼루들이 유리질이나 변성암류처럼 너무 치밀하면 먹이 미끄러지고 갈리지 않는다. 오래 사용해서 반질반질해진 칠판에는 백묵이 잘 그어지지 않는다. 또한 공예가 들은 돌의 무늬가 아름다워야 한다고 한다. 그래서 벼루를 만드는 명장의 중요한 요건 중의 하나는 적합한 암석을 찾는 것이다. 이들에 따르면 지렁이화석이 있는 진흙으로 만들어진 돌이 좋다고 하고, 이를 백운상석이라고 한다. 이 암석은 이암이 변성된 점판암 계통으로 생각된다.



원암에서 벼루돌을 켜는 장면 98)



벼루돌을 조각하는 장면 99)

🔍 연습장 분판

🔍 과학질문3. 분칠한 분판은 어디에 사용했을까?

분판은 아동들이 붓으로 글자를 연습하기 위해 만든 넓적한 판이다. 나무판에 들기름이나 콩기름을 먹여 말린 뒤 판위에 하얀 석회분을 기름과 아교에 개어 발라 말린 것이다. 석회분은 물을 흡수하고 기름은 광택을 내는 역할을 했을 것으로 추정된다. 말라있는 분판의 표면은 거치므로 난반사를 하고, 물에 젖은 분판은 거친 면이 물로 채워져 반사율이 달라지고 그 결과 투명한 회색빛으로 나타난다. 조금 지나면 표면이 말라서 다시 쓸 수 있다. 초등학교5학년 물의 여행에서 간유리에 물을 묻힌 후 증발시키는 실험을 한 적이 있다. 또 다른 연습장으로는 사판이 있는데 직사각형 판에 모래를 담고 모래위에 글씨 연습을 했다고 한다. 서당 전시실에 사판에 글씨 쓰는 장면이 있다.



분판 1)



6-3. 거래 관행과 도량형

에너지: 4학년 양팔저울 만들기, 7학년 중력, 관성, 질량

➤ 관련전시물

제1전시실: 조선시대의 과학기기
제2전시실: 오곡종자
제2전시실: 침선

➤ 관련 웹사이트

한국표준과학연구원
<http://www.kriss.re.kr/>
각종 표준에 대한 설명과 함께 컴퓨터의 시계를 표준시에 맞출 수 있는 프로그램도 있다. 방문시 30 cm 표준자도 얻을 수 있다.

🕒 암행어사 임무

(영조 11년)

다음은 영조가 암행어사가 활일을 조목조목 적은 비국 조목 중 조세와 관련된 부분이다. ¹⁰⁰⁾

- 수령의 여결을 금전으로 대봉할 것
- 환곡을 나누어 주지 않고 저축하였다가 개인이 식리하는 것
- 서복수령, 변장, 파수장이 봉참을 감히 가로챌 것
- 궁가(왕족이 사는 곳)와 위문(관청)의 차인(종사원)들이 세를 걷을 때 수량을 마구 더 받는 것



마패 1)

거래 관행에 중요한 도량형, 즉 길이, 부피, 무게와 관련된 여러 가지 전시물이 있다. 길이, 부피, 무게의 물리량을 어떻게 과학적으로 정확하게 측정하는가에 대해서 예로부터 한 노력과 오늘날 표준과학의 중요성과 함께 인식하도록 한다.

1 문화적 소양 넓히기



🕒 문화 질문1. 식말은 가정용, 관말은 관용이다. 관말이 더 작은 이유?

관에서 쓰는 말은 가정에서 쓰는 말보다 용량이 조금 작았는데 이는 현물납세 때 관리들이 식말로 받고 상부에는 관말로 올려 그 차이를 수수료로 챙기는 것이 관례였기 때문이다. 시장에서 쓰는 장말(市斗)은 식말이나 관말보다 훨씬 컸다.

🕒 문화 질문2. 암행어사가 표준자를 지니고 다닌 이유는?

암행어사의 상징은 마패로 알려졌지만 업무상 중요한 소지품 중의 하나는 임금님께서 하사하신 표준자이다. 왕은 암행어사의 일반 사항, 구체적 임무를 적은 글, 마패 및 유척을 직접 하사하면서 암행어사를 임명하였다. 암행어사의 중요 업무 중 하나는 각 지역의 수령들이 중간에서 조세를 착복하는 것을 찾아내는 것이다. 그렇기 때문에 암행어사는 눈쇠로 만들었다는 뜻의 유척이라고 하는 주척을 가지고 다니면서 각 관아에서 사용하는 도량의 크기를 확인하였다.

🕒 문화질문3. 포백척처럼 사람마다 자의 크기가 다르면 무엇이 문제?

뚱뚱한 사람과 날씬한 사람에게 필요한 옷감의 폭은 같지 않다. 각각에게 적합한 폭을 한 자로 정하면, 자기 옷을 만드는데 편할 것이다. 그런데 저마다 다른 자를 가지고 있으면 상거래가 어지러울 것이다. 요즘도 시중에서 사용하는 저울이 정확한지를 각 시도에서 점점 단속한다. 1986년 미국의 우주왕복선 챌린저호의 폭발도 과학자들이 사용하는 국제단위계 SI단위와 공학자들이 주로 사용하는 US 단위를 환산하는데서 비롯되었다고 한다.

④ **문화질문4.** 조선시대에는 얼마나 많은 종류의 자가 있었을까? 자의 종류가 여러 개일 필요가 있는가? (학생 활동지 6-4)

관사에서 사용한 주척, 영조척, 황종척, 민가에서 사용한 포백척, 침척 등이 있다. 이것은 자의 용도에 따라 적합한 길이가 다르기 때문이다. 오늘날에도 미시세계를 다룰 때는 μm , nm 를, 일상생활에서는 km , m , cm , mm 등을 사용한다.

2 과학적 안목으로 바라보기

④ **과학질문1.** 주척, 영조척, 및 황종척이 길이는 얼마일까? (학생활동지 6-3)

주척은 20.4 cm, 영조척은 30.6 cm 이다. 아직도 정확한 값에 대해 논란이 많지만 현재 남아있는 유물에 의하면 황종척은 34.6 cm 이다. 학생들은 손톱이나 평소에 보아둔 자의 길이 등을 이용하여 어림을 한다. 누가 가장 근사하게 맞추었는지를 내기하면 학생들이 비교적 유사하게 잘 맞춘다.

④ **과학질문2.** 식말의 부피는 몇 리터일까? (학생활동지 6-3)

전시관에 있는 식말의 부피는 18.9 리터이다. 학생들은 우유곽 등을 이용하여 어림한다. 영조척의 길이보다 어림의 폭이 크게 나온다.

④ **과학질문3.** 기다란 막대기와 몇 개의 추만으로 가벼운 것부터 무거운 것까지 잴 수 있었을까? 쌀가마, 돼지도 대저울로 잴 수 있을까?

초등학교 4학년의 수평잡기에서 막대를 이용하여 받침점으로부터 물건과 추를 거는 곳까지 길이가 같은 맞저울을 만들어보았다. 추와 무게를 재야 할 물건의 무게가 같지 않으면 팔길이를 조정하여 평형을 만들고 팔길이의 비로 물체의 무게를 알 수 있다. 평형을 잡기 위해서 저울의 대를 흔드는데 이것을 저울질한다고 한다. 정밀한 맞저울로 0.01 g까지 잴 수 있다.



저울질 1)

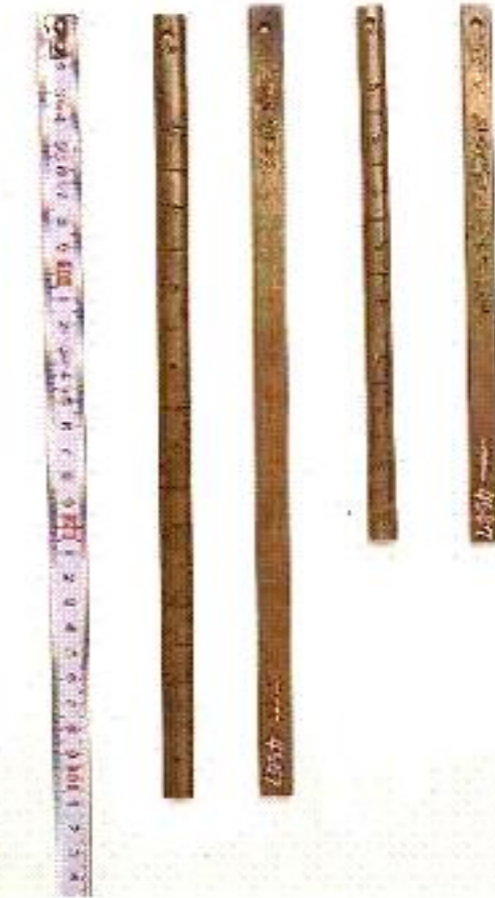
3 오늘날의 표준은 어떻게 정할까?

길이 표준 (표준 단위: m): 최초의 1 미터는 지구 북극에서 적도까지의 자오선의 길이의 1000만분의 1로 정해졌으며, 오늘날에는 "미터는 빛이 진공에서 1/299,792,458 초 동안 진행한 경로의 길이이다."로 정의한다. 우리나라에서는 요오드안정화 헬륨-네온 레이저 진공파장의 1,579,800,299 배를 미터로 하고 있다.

질량 표준 (표준 단위: kg): "킬로그램은 질량의 단위이며 국제킬로그램원기의 질량과 같다." 질량 표준은 아직도 원기에서 복사하는 체제이며, 1889년에 인가되고 파리의 국제도량형국에 보관되고 있는 국제킬로그램원기에서 복사된 제72호 원기를 사용하고 있다.

한국표준과학연구원: 한국표준과학연구원은 세계 측정 기관에서 정밀성을 인정받고 있으며 분야마다 다르지만 평균적으로 세계 7위 수준의 정밀도를 유지하고 있다. 특히, 반도체 박막 기술의 개발과 더불어 박막 두께 측정은 세계적인 수준으로 나노 단위까지 측정할 수 있다.

④ **오늘날 줄자, 영조척, 주척**



영조척과 주척 1)



대저울 1)



약저울 1)

④ **관련속담**

- 되 글 가지고 말 글로 써먹는다. ; 배운 것은 적으나 효과적으로 써먹는다.
- 되로 주고 말로 받기
- 한 말 주고 한 되 받기
무엇하나 ; 남 좋은 일만 하고 다닌다.
- 말 위에 말 얹는다 ;
고봉을 배로 높이 쌓듯이 욕심이 많다.
- 겉보리 서 말만 있으면 처가살이 하라.
- 눈이 저울이라. ; 눈짐작이 저울로 단 것처럼 들어맞는다는 뜻
- 저울질 ; 손익을 따질 때, 사람의 마음이나 인품 등을 이리저리 헤아리는 일



6.3 여러 가지 자 이야기

[관련 전시물 : 거래 관행의 영조척, 주척]

()년 ()월 ()일 ()학년 ()반 ()번 이름 ()

전시실에 여러 가지 자는 각각 나름대로의 기원과 용도를 가지고 있다. 각 자에 관련된 배경에는 무엇이 있을지 알아보자.

생각해보기

- 사람의 신체 크기를 이용한 단위에는 어떤 것이 있는가?
- 오늘날에도 국가에서는 한국표준과학연구원을 설치하여 최첨단의 과학기술을 동원하여 표준을 유지하려고 노력한다. 그 이유는?
- 점점 더 작은 길이나 질량을 측정해야 하는 이유는?



영조척과 주척 ①

한자, 자척

손가락을 벌린 모양



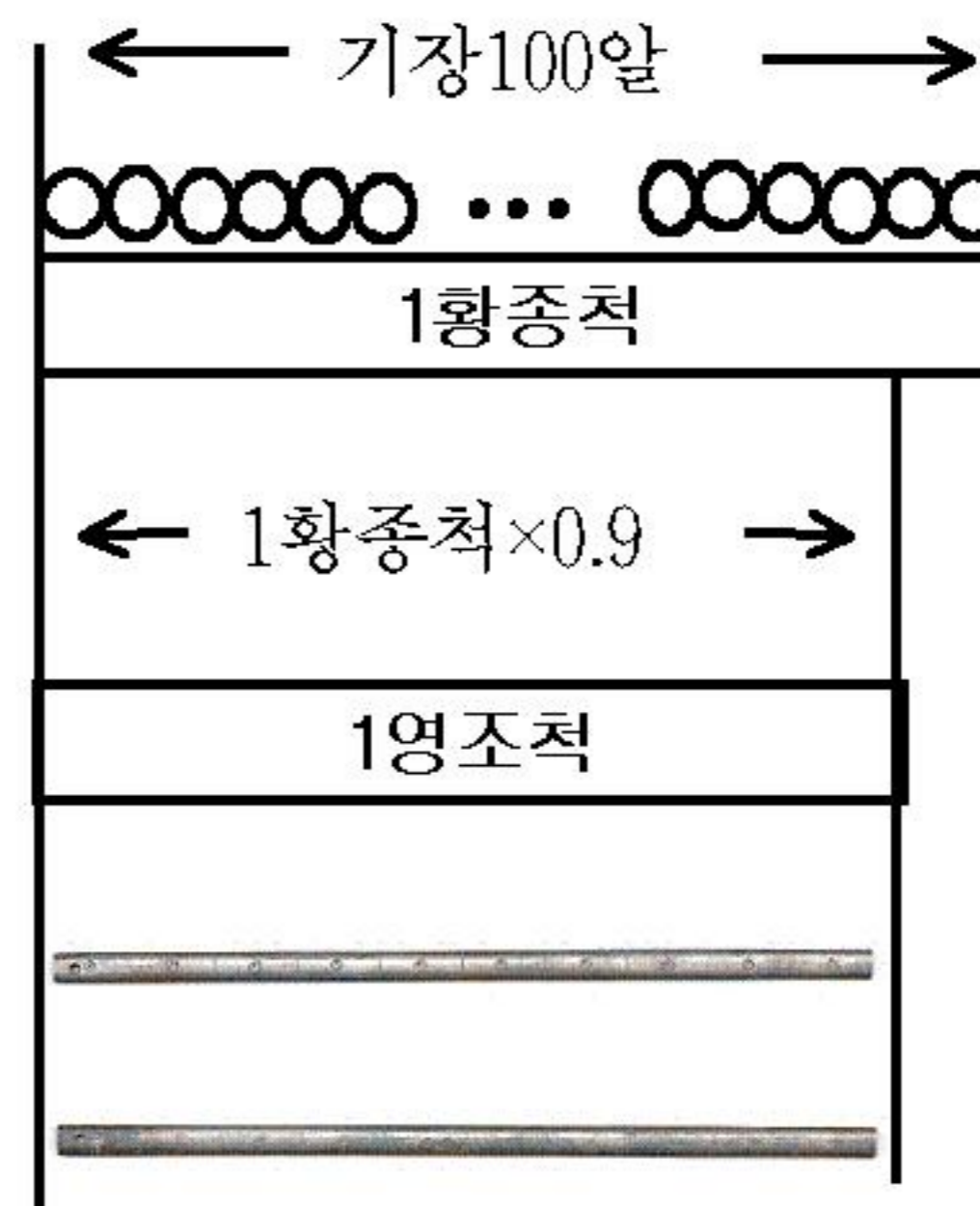
1 주척. 중국 주나라의 주공이 열 손가락의 폭을 지척이라 부르면서 유래하며 이를 주척으로 통용하게 되었다. 주척은 시대, 장소, 용도에 따라 변하였고 정확한 표준이 없었다. 그러나 조선시대의 척도기준이며, 측우기의 강수량 측정 등 과학기기의 표준 잣대라는 점에서 중요하다. 주척을 황종척으로 계산하여 보면 0.606배에 해당한다.



2 황종척. 세종 7년, 박연이 황해도 해주에서 생산되는 기장 중에서 중간 크기인 것을 골라, 100알을 나란히 쌓아 그 길이를 황종척 1척으로 정하였다. 이 자는 실제로 사용되지 않았다.



3 영조척. 세종 28년(1446)에 황종을관의 길이를 기준으로 영조척을 만들었다. 영조척 한 자가 0.899황종척, 1.499주척이다. 영조척은 그 길이가 변하지 않고 지켜져 다른 척도체계의 기준이 되었다. 특히 건축이나 도로, 기타 물건 등을 만드는 표준 잣대라는 점에서 지금도 당시 건조물의 복원 등의 사업에 필수적으로 참고되고 있다.





6.3 도량형 어림 해보기

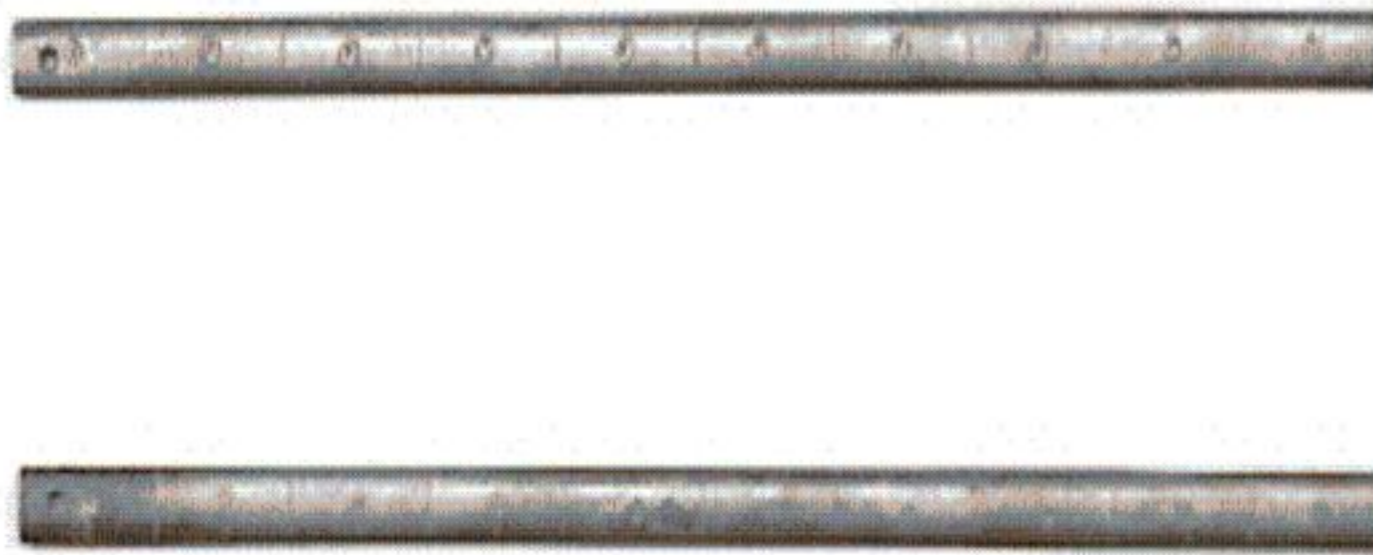
[관련전시물: 거래 관행의 영조척, 말두]

()년 ()월 ()일 ()학년 ()반 ()번 이름 ()

제3전시실에서 다음의 전시물을 찾아 각각 길이, 부피, 질량을 어림해보자.

어림 1 영조척의 길이

“영조척”의 길이는 얼마나 될까?
어떻게 어림을 하였는가?



영조척 1)

어림 2 식말의 부피

다음 말(또는 두, 斗)의 부피는?
어떻게 어림을 하였는가?



식말 1)

어림 3 관추의 질량은 얼마나 될까?

어떻게 어림을 하였나?



관추 1)

실마리 1

엄지손톱의 폭은 몇 cm
가 될까?

실마리 2

우유 한 박은 몇 ml인가?

표준자



6-4. 국악기, 풍류와 과학

에너지: 3학년 소리내기, 7학년 파동

📌 관련전시물

제1전시실: 조선시대의 과학기기
제2전시실: 오곡종자
제3전시실: 거래관행 중 자(영조척, 주척 등)

📌 관련 웹사이트

국립국악원
<http://www.ncktpa.go.kr>
플래시 국악나라
<http://kuckack.nazee.net>

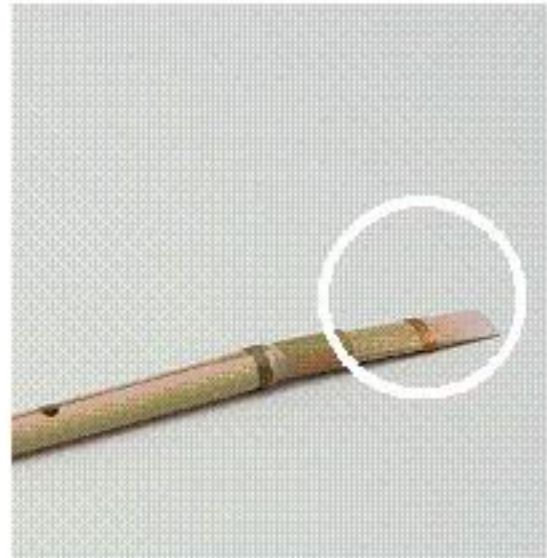
📌 여러 가지 관악기의 부는 부분



단소의 취구 101)



리코더 취구 102)



향피리의 겹혀 103)



검리드를 만들기 위해 잘라놓은 갈대 104)

7학년 파동 단원에서 소리의 높낮이를 다루면서 악기 만들기가 나온다. 또한 음악시간에 각종 악기를 다루는데, 음악이론과 과학시간에 배우는 파동 관련 내용을 접목시키지 못하는 경우가 많다. 본 전시실의 다양한 악기가 소리를 어떻게 내는지를 알아보는 것은 소리의 과학을 이해하는 한 가지 출발점이 될 수 있다.

1 문화적 소양 넓히기



📌 문화 질문1. 단소, 피리 그리고 리코더를 부는 방법의 차이점은?

학생들이 음악시간에 단소와 리코더 연주하기를 배운다. 리코더를 피리라고도 하는데 떨림판(리드, 서, 혀)이 없다는 점에서는 해죽을 잘라서 만든 겹혀(떨림판)를 꽂아서 부는 전통 피리와 다르다. 초등학교 3학년에서 빨대로 피리를 만들어 부는데 빨대의 한쪽 끝을 V자로 잘라서 떨림판을 만들어 분다. 따라서 빨대피리는 단소보다는 전통 피리 쪽에 가깝다.

단소 취구는 U자형으로 파져 있어서 단소를 불 때는 바늘구멍으로 바람을 분다고 생각하고 바람 중 절반은 취구 바깥 쪽으로, 절반은 취구 안쪽으로 들어가게 한다. 피리는 입술로 겹혀를 떨게 해야 하는데 겹혀가 딱딱하면 잘 떨리지 않으므로 물에 담가 불려서 사용하기도 한다.



단소 불기 105)

📌 문화 질문2. 한동안 휴대용 가야금을 만든다고 가야금의 몸통을 반으로 나눈 다음 경첩을 붙여서 접을 수 있게 하였다고 한다. 이 휴대용 가야금은 소리가 잘 났을까?

가야금의 몸체는 속이 빈 공명통이다. 이 공명통을 절반으로 잘라서 경첩으로 붙이면, 원래 크기의 공명통의 역할을 할 수 없다. 휴대용 가야금은 소리가 잘 나지 않아서 그 뒤로는 시도하지 않았다.



공명통 만드는 과정 106)

🕒 **문화질문3.** 국악 현악기 중 금속으로 된 줄을 사용하는 것은?

명주실을 사용하는 대부분의 현악기와 달리 양금은 주석과 철의 합금으로 된 줄을 사용한다.

🕒 **장구의 궁편과 채편**

2 과학적 안목으로 바라보기

🕒 **과학질문1.** 장구의 장단이 덩덩덩 쿵기덕 하면서 여러 가지로 낼 수 있는 이유는?

왼쪽에 있는 궁편은 말가죽이나 소가죽, 노루가죽 등을 두껍게 대고, 오른쪽에 있는 채편은 보통 말가죽이나 개가죽 등을 얇게 댈다. 직경을 같게 하고, 똑같은 힘으로 잡아당긴다고 하면, 얇은 가죽의 경우는 면밀도가 작기 때문에 용수철에 작은 질량의 추를 매달은 것과 같다. 같은 용수철이라면 매달린 추의 질량이 작으면 진동수가 커진다. 즉, 소리가 높아진다. 채편과 궁편은 한 옥타브 차이가 나게 조율을 한다.

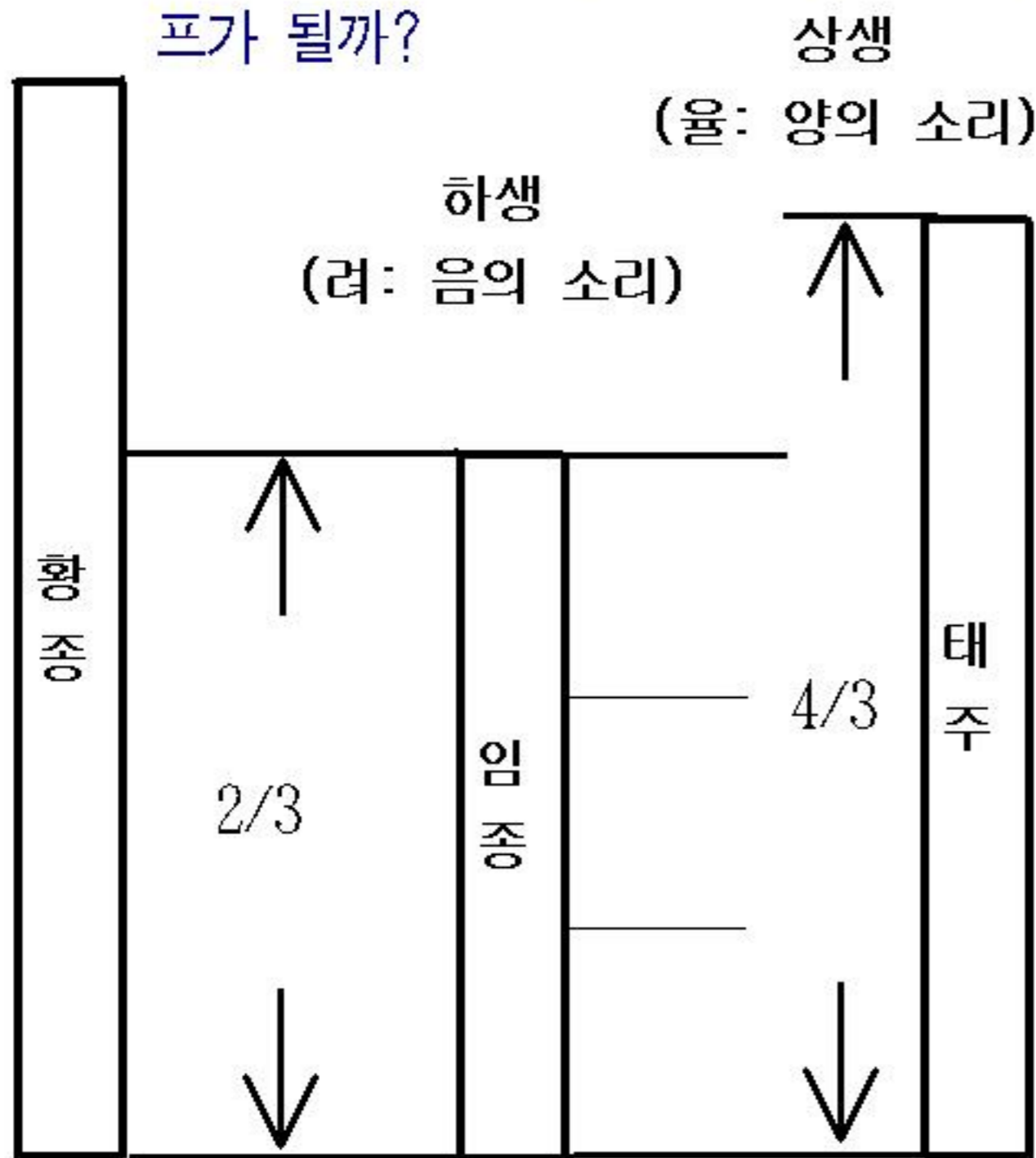


궁편 107)



채편 108)

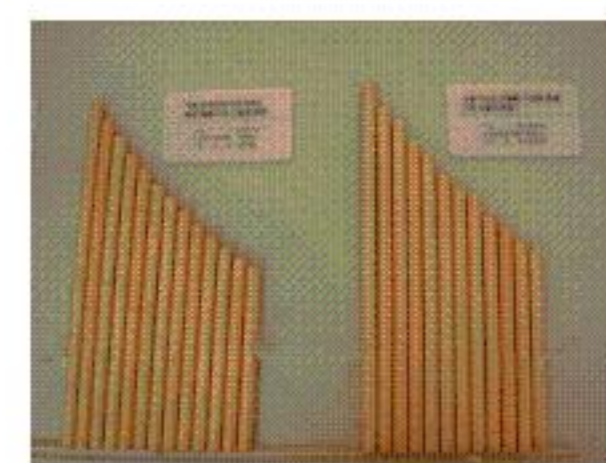
🕒 **과학질문2.** 생황이나 소를 이루는 여러 가지 관을 일렬로 세우면 직선 그래프가 될까?



임종: 황종의 길이에서 1/3을 뺀
태주: 임종의 길이에서 1/3을 더함

삼분손익법

생황이나 소는 여러 개의 관으로 구성된 악기이다. 12울과 4청성을 낸다고 알려졌는데, 12울은 옛날의 도레미파, 즉 음계에 해당하는 것이고 청성은 한 옥타브가 높은 소리를 말한다. 4청성은 한 옥타브가 높은 4개의 소리를 말한다. 12울의 음높이는 삼분손익법에 의해 얻는다. 사람이 듣기에 두 소리의 진동수비가 4:3 또는 2:3이 되면 조화롭게 들린다. 관을 붙여서 나는 소리는 관의 길이에 관계한다. 따라서 12울은 기본 황종관으로부터 차례로 길이의 비를 2:3과 4:3을 반복하여, 즉 삼분의 일을 차례로 빼거나 더하여 얻은 것이다. 따라서 직선 그래프가 되지 않는다.



오늘날 재현한 12울관

🕒 **그랜드 피아노의 부드러운 곡선은 로그곡선**

오늘날의 서양음계는 한 옥타브를 균일하게 나누었기 때문에 피아노줄, 기타줄, 팬플룻 등을 나열해놓은 것을 보면 로그 그래프와 같다.



6.4 올림통으로 소리 키우기

[관련 전시물 : 가야금, 거문고]

()년 ()월 ()일 ()학년 ()반 ()번 이름 ()

악기의 소리를 크게 만드는 구조에는 어떤 것이 있는 알아보자.



가야금의 옆면 ¹⁰⁹⁾

1 **생각해보기.** 가야금의 몸통은 속이 비었을까? 꼭 찻을까?

2 **해보기.** 주어진 소리굽쇠를 울린 다음, 여러 가지 크기의 페트병 위에 가져가 보자. 어느 페트병 위에서 가장 큰 소리가 나는가? 그 이유는 무엇일까?



페트병으로 만든 여러 가지 공명통

3 **연결하여 생각해보기.** 다음과 같이 각 현악기마다 올림통의 크기가 다른 이유는 무엇일까?



바이올린

비올라

첼로



6-4. 울림통으로 소리 키우기

에너지: 7학년 파동

1. 생각해보기. 가야금의 몸통은 속이 비었을까? 꼭 찻을까?

기타나 바이올린 같은 현악기는 공명혈이 위쪽에 있어서 공명통의 속이 빈 것이 눈에 잘 들어온다. 가야금의 몸체도 역시 공명통의 역할을 하기 위해 통나무의 속을 파내고 뒤에 판을 댈다. 기타의 둥근 공명혈이나 바이올린의 f자 형 공명혈 처럼 가야금도 네모지거나 둥근 모양의 공명혈이 아래쪽 판에 있다.

2. 해보기. 다음과 같이 소리굽쇠를 울린 다음, 여러 가지 크기의 페트병 위에 가져가 보자. 어느 페트병 위에서 가장 큰 소리가 나는가? 그 이유는 무엇일까?

본 시범 실험에서 사용한 소리굽쇠는 566 Hz이고 1.5 리터 삼다수병을 여러 가지 크기로 자른 것이다. 세 번째 페트병의 고유 진동수와 소리 굽쇠의 고유 진동수가 비슷하기 때문에 다른 페트병위에서는 소리가 작게 들리지만 세 번째 페트병 위에서는 소리가 크게 들린다. 소리굽쇠에 맞게 페트병을 자르기가 어려우면 물을 부어서 조정할 수 있다. 소리굽쇠를 울린 뒤 물을 부으면서 가장 소리가 크게 날 때를 찾으면 된다. 기주공명과 같은 실험이다. 박물관에서는 학생들 손 위에 페트병을 올려놓고 간단하게 할 수 있는 시범실험이다.



페트병으로 만든 여러 가지 공명통



공명을 일으키는 통

3. 연결하여 생각해보기. 다음과 같이 각 현악기마다 울림통의 크기가 다른 이유는 무엇일까?

현악기마다 가지고 있는 음역에 맞게 공명통의 크기가 정해진다. 줄이 내는 음은 높는데 그보다 낮은 음역의 고유 진동수를 가진 공명통을 붙이면 공명통을 붙이는 효과가 없다. 공명통의 고유 진동수는 공명통과 구멍의 크기 등과 관계있다. 대체로 공명통이 크면 고유진동수가 커진다. 유리병을 붙어서 소리내보면, 작은 유리병은 높은 소리가 나고 큰 유리병은 낮은 소리가 난다.

어떤 공명통의 고유진동수를 알고 싶으면, 공명통을 쳤을 나는 소리를 Cool edit등을 사용하여 분석하면 된다.



공명통 만드는 과정
106)

공명통 소리 분석



콜라병의 소리 분석

준비물: 컴퓨터, 소리 분석프로그램(cool edit), 컴퓨터용 마이크

※ 소리 분석에 대한 자세한 내용은 2003 중학교 과학탐구실험 지도 자료 중 12. 파동과 소리 부분을 참조하기 바랍니다.



6.4 빨대 피리로 화음 맞추기

[관련 전시물 : 생황, 소]

()년 ()월 ()일 ()학년 ()반 ()번 이름 ()

두 소리를 동시에 들을 때 조화롭게 들리는 진동수의 비가 있음을 여러 가지 길이 비를 가진 빨대 피리를 동시에 불어서 알아본다.

1 빨대피리 만드는 법



빨대 끝을 납작하게



빨대 끝을 긴 V자로

2 빨대피리 부는 법



빨대피리 부는 모습

- V자의 위쪽을 입술로 문다.
- 입술을 “부”하고 떼다. 리코더 불 때처럼 ‘후’하고 입김을 불어 내기만 하면 안되고 입술을 떼게 해야 한다.

1 해보기

초등학교에서 배운 방법대로 빨대 피리를 만들어보자. 빨대피리의 길이 비가 다른 여러 쌍의 빨대 피리를 동시에 불어보자. 두개의 빨대 피리가 어떤 길이 비를 가졌을 때 듣기 좋은 소리가 나는가?

2 읽기자료. 화음

고대 그리스의 피타고라스는 길이의 비가 2:1, 3:2, 또는 4:3인 두 현이 동시에 울렸을 때 소리가 조화롭게 들리는 것을 발견하고 기록하였다. 갈릴레오는 음높이가 다른 두 개의 음이 일정한 규칙성을 가지고 귀를 때릴 때, 즉 두 음높이의 소리에서 의한 공기의 진동이 일정한 정수비로 고막을 진동시켜야 고막이 동시에 다른 방향으로 진동하지 않아서 고통을 받지 않고 조화롭게 들린다고 설명하였다. 다음 음악에서 중요한 몇 가지 화음이다.

옥타브(C/C)	(높은 도와 낮은 도)	으뜸화음
완전5도 (G/C)	(솔과 도)	딸림화음
완전4도 (F/C)	(파와 도)	버금딸림화음

3 생각해보기

음악시간에 배운 화음과 진동수비는 어떤 상관성이 있을까?



6-4. 빨대 피리로 화음 맞추기

에너지: 7학년 파동, 음계

1. 해보기

대체로 빨대 피리의 길이비가 2:1, 4:3, 3:2 인 경우가 화음으로 잘 들린다. 그러나 화음을 이룬다는 것은 주관적인 판단이기 때문에 학생마다 느낌이 다르다.

2. 3 화음을 이루는 진동수의 비

고대 그리스의 피타고라스는 길이의 비가 2:1, 3:2, 또는 4:3인 두 현이 동시에 울렸을 때 소리가 조화롭게 들리는 것을 발견하고 기록하였다. 갈릴레오는 음높이가 다른 두 개의 음이 일정한 규칙성을 가지고 귀를 때릴 때, 즉 두 음높이의 소리에서 의한 공기의 진동이 일정한 정수비로 고막을 진동시켜야 고막이 동시에 다른 방향으로 진동하지 않아서 고통을 받지 않고 조화롭게 들린다고 설명하였다. 화음을 이루는 두음의 진동수비는 다음과 같다.

2:1	옥타브(C/C)	(높은 도와 낮은 도)	으뜸화음
3:2	완전5도 (G/C)	(솔과 도)	딸림화음
4:3	완전4도 (F/C)	(파와 도)	버금딸림화음

그리고 이것을 이용하여 음을 쌓아 음계를 만들었다. 피타고라스 음계의 진동수비는 다음과 같다.

계이름	C	D	E	F	G	A	B	C
C와의 진동수비	1	9/8	81/64	4/3	3/2	27/16	243/128	2
이웃한 두 음정 사이의 진동수비		9/8	9/8	256/243	9/8	9/8	9/8	256/243

※ 삼분손익법과 12율관의 길이비

우리나라 음계 인 12율은 삼분손익법에 의해 얻는데 이것은 기본적으로 피타고라스 음계와 같다. 원래 관의 길이에서 1/3을 빼서 만든 관은 원래의 관과 길이비가 3:2가 되며, 이 두 관을 붙여서 나는 소리의 진동수비는 3:2로 완전5도 화음을 이루게 된다. 원래 관의 길이에서 1/3을 더해서 만든 관은 원래의 관과 길이비가 3:4가 되며, 이 두 관을 붙여서 나는 소리의 진동수비는 4:3으로 완전4도 화음을 이루게 된다. 삼분손익에 의한 12율관은 다음과 같은 길이의 비를 나타낸다.

황종	1
임종	$1 \times \frac{2}{3} = \frac{2}{3}$
태주	$\frac{2}{3} \times \frac{4}{3} = \frac{8}{9}$
남려	$\frac{8}{9} \times \frac{2}{3} = \frac{16}{27}$
고선	$\frac{16}{27} \times \frac{4}{3} = \frac{64}{81}$
응종	$\frac{64}{81} \times \frac{2}{3} = \frac{128}{243}$
유빈	$\frac{128}{243} \times \frac{4}{3} = \frac{512}{729}$
대려	$\frac{512}{729} \times \frac{2}{3} \times 2 = \frac{2048}{2187}$
이척	$\frac{2048}{2187} \times \frac{2}{3} = \frac{4096}{6561}$
협종	$\frac{4096}{6561} \times \frac{2}{3} \times 2 = \frac{16384}{19683}$
무역	$\frac{16384}{19683} \times \frac{2}{3} = \frac{32768}{59049}$
중려	$\frac{32768}{59049} \times \frac{2}{3} \times 2 = \frac{1310}{1}$



2. 빨대피리 대신

빨대 피리 소리가 들기 좋지 않으면, 다음과 같은 대체품을 사용해도 된다.

- 기적소리를 내는 나무 호르라기를 가져가서 4개의 구멍을 한번에 불거나 인접한 구멍을 두개 씩을 불어서 나는 소리를 비교해서 듣게 한다.



나무호루라기

- 다음과 같이 대나무로 만든 관악기들은 여행 기념품 가게에서 구입할 수 있다.



제 3부 국립민속박물관 과학 탐방의 사후 지도

제 7 장 국립민속박물관 집중탐구 활동의 지도

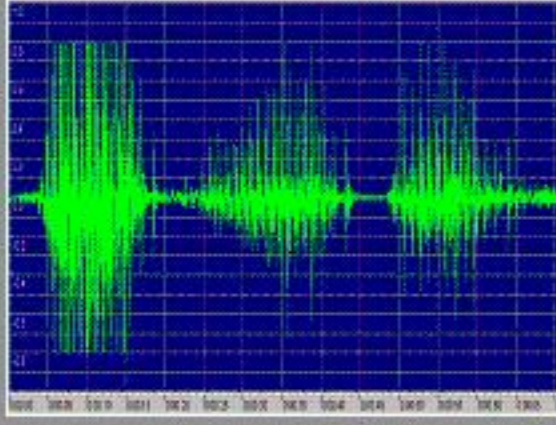
- 7.1 국립민속박물관 집중탐구 활동이란?
- 7.2 국립민속박물관 집중탐구 예시
 - 학생활동지: 어울림과 안어울림의 측정
 - 학생활동지: 12올관 만들기

제 8 장 국립민속박물관 과학탐방과 진로지도

- 8.1 학생의 삶과 과학을 연계시키기
- 8.2 미래와 과학을 연계시키기

제 9 장 「국립민속박물관 과학탐방과 평가

- 9.1 과학탐방에서 면담 평가
- 9.2 과학탐방에서 장기 탐구활동의 평가



제 7 장

국립민속박물관 집중탐구 활동의 지도

7.1 국립민속박물관 집중탐구 활동이란?

국립민속박물관 현장 활동은 전시물을 직접 대면한다는 효과가 크지만, 시간이나 장소의 제약으로 깊이 있는 탐구를 하기 힘들다. 과학탐방의 효과를 높이기 위해서는 탐방을 다녀와서 하는 사후 활동이 더 중요하다. 사전 활동은 활동 소개나 흥미유발로 간단하게 해도 되지만, 사후 활동은 보다 확장적이고 깊이 있는 활동이 요구된다. 사후 활동을 잘하는 것이 학교 밖에서 행해진 과학 탐구 활동과 학교 안에서 과학 탐구 활동을 연결하는 중요한 열쇠가 된다.

관련 단원의 수업시간에 활용하기

과학탐방의 목적을 단원 관련성에 두었다면 다녀와서 수업시간에 적절하게 언급하는 것이 필요하다. 또는 현장에서 하지 못했던 좀더 깊이있는 탐구활동지를 골라서 할 수도 있다. 다음은 학생용 활동지 “4-3. 구리와 주석, 그리고 청동”을 8학년 혼합물의 분리에서 활용한 수업 지도안의 예시이다. 인천중학교의 장상경 선생님이 작성한 것을 인용하였다.

2. 순물질과 혼합물은 우리 생활과 어떤 관련이 있을까?

1. 단원명

- 대단원명: 8. 혼합물의 분리
- 중단원명: 8-1. 순물질과 혼합물
- 소단원명: 2. 순물질과 혼합물은 우리 생활과 어떤 관련이 있을까?(1)

2. 본시 학습 주제

순물질과 혼합물이 역사적 과정 및 우리 생활과 어떤 관련이 있는지 이해한다.

3. 학습 목표

- 1) 인류가 어떻게 합금인 청동을 철기보다 먼저 사용하게 되었는지 녹는점과 관련하여 설명할 수 있다.
 - 2) 혼합물의 형태로 우리 생활에 유용하게 쓰이는 예를 그 특성을 들어가며 설명할 수 있다.
- 참고: 금성출판사 http://211.55.29.167/text/middle_school/science2/08/h08.html

학습 단계	학습 과정	학습 활동		참고 자료 /유의점	시간
		교사 활동	학생 활동		
도입 5분	선수학습 내용 확인	<ul style="list-style-type: none"> • 선수 학습 내용을 확인한다. 1. 순물질, 혼합물 뜻은? 2. 순물질과 비교하여 혼합물의 특성은? ->녹는점 내림, 밀도	<ul style="list-style-type: none"> • 주의를 집중하여 각자 회상하여 답한다. (전체 답) 		5분
	학습 목표 제시 및 흥미유발	<ul style="list-style-type: none"> • 청동기 시대와 철기시대의 유물 사진을 보여주며 청동기와 철기에 대해 간단히 설명하고 질문한다. • 어느 것이 더 오래된 것일까? • 그렇다. 국사시간에 배운 바에 의하면 청동기 시대가 더 오래된 것이다. 그런데 혼합물인 청동이 왜 더 먼저 사용되었을까? • 그 이후로 생활에 합금을 사용하는 경우가 많은데 어떤 예들이 있을까? 	<ul style="list-style-type: none"> • 청동기시대의 유물 • 각자 잠시 생각.. 	<ul style="list-style-type: none"> • ppt • 청동기, 철기시대유물 사진 	5분
전개 10분	탐구활동	<ul style="list-style-type: none"> • 문제 해결을 위한 자료들에서 필요한 정보를 엄선하여 문제를 해결하도록 지도한다. • 모둠원의 협동이 꼭 필요하므로 학생들이 모둠별 탐구 활동을 원활히 할 수 있도록 지도한다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 서로 협동하고 역할을 분담하여 효율적으로 주어진 과제를 수행하도록 적극적으로 활동에 참여한다. • 모둠별 조사 활동의 결론을 학습지에 정리한다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 자료실이나 인터넷 활용이 가능한 곳에서 수업한다. 	10분
정리 5분	결과 정리	<ul style="list-style-type: none"> • 활동 결과를 모둠별로 발표시킨다. ① 구리, 주석, 철의 특징은? ② 구리를 철보다 먼저 사용하게 된 이유를 녹는점과 관련하여 설명하면? ③ 구리 70%~80%에 주석을 섞으면 합금의 녹는점은 올라가는가? 그 온도와 노천가마에서 토기 굽는 온도와 비교하면? ④ 구리와 아연은 황동이라고 해서 오늘날 사용되는 중요한 합금 중 하나이다. 그런데 구리-아연의 합금은 구리-주석의 합금보다 만들기 어렵다고 한다. 그 이유는? 	<ul style="list-style-type: none"> • 정리한 내용을 참고로 발표하고, 주의 깊게 듣는다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 주의를 집중시킨다. 	5분
확장 15분	토의 ->생활의 예	<ul style="list-style-type: none"> • 오늘날에도 혼합물 형태로 많이 쓰이는데, 어떤 것이 있는지 알아보자. • 모둠별로 교과서를 참고하여 자유롭게 토의하고 결론을 학습지에 정리하게 한다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 모둠별 토의 결과를 학습지에 정리한다. 		10분
	결과 정리	1. 송전선(구리+알루미늄) 2. 퓨즈(납+주석 또는 아연+주석) 3. 로션(식물 점액물, 에탄올, 글리세롤, 글리콜, 붕산, 시트르산) 4. 스테인리스강(철, 니켈, 크롬)	1. 무게를 줄이기 위해 2. 녹는점이 낮아지므로 과전류가 흐를 경우 발생하는 열로 금속이 녹아 전기 화재 예방 3. 피부의 건조 방지, 표면의 pH 조절, 살균, 방취 효과 4. 철의 녹스는 점보완	<ul style="list-style-type: none"> • 상식 제공 측면이 강하므로 최대한 흥미 있게 진행한다. 	5분
평가 4분	형성 평가 및 질문받기	<ul style="list-style-type: none"> • 학생들이 자유롭게 질문하게 하고 적절한 답을 제시한다. • 간단한 형성 평가를 통해 학습 목표 성취 여부를 파악한다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 자유롭게 선생님께 질문한다. 		4분
차시 예고	차시 학습 내용 예고	다음 시간에 배울 내용을 예고한다. '혼합물 분리의 예로 증류법을 학습'	<ul style="list-style-type: none"> • 다음 시간에 배울 내용을 확인한다. 		1분

국립민속박물관 과학탐방 기사 및 신문 만들기

과학탐방을 시작하기 전에 학생들에게 기자의 임무를 부여하여 국립민속박물관을 가지 않은 다른 사람들에게 자신이 보고 조사해서 알게 된 점을 설명하는 글과 그림을 작성하게 한다. 사진기를 가져간 경우 사진도 포함할 수 있다. 각 조별로 기사를 작성하여 전부 모아 과학탐방 신문을 만들 수 있다. 학생들로 하여금 다른 사람에게 자신이 이해한 것을 설명하게 하는 것이 이해를 돕는다는 연구 결과가 많이 제시되고 있다.

과학탐방 보고서 쓰기

학생들이 특정한 주제와 관련된 탐방 활동을 했다면, 돌아와서 자료 조사를 더하여 탐방 보고서를 작성하게 한다. 예를 들어 돌의 특징과 석기의 종류에 대해 탐방을 한 경우는 돌아와서 실제로 석기를 만드는데 관련되는 암석의 특징을 더 조사하고 그러한 특징들이 석기 제작에 반영되었는지에 대한 보고서를 쓸 수 있다.

확장적 탐구하기

국립민속박물관 과학탐방을 통해 알게 된 사실이나 교사가 제시한 질문에 대해 정말로 그런지 과학적인 실험을 통해 확인하는 확장적 탐구 활동을 할 수 있다. 다음에 몇가지 예가 있다.

고대의 소리 앞에서 교사가 유리잔을 문질러 소리를 내면서 종이 진동하는 것과 같다고 한 설명에 정말 그럴까하는 의구심을 가지는 학생도 있을 수 있다. 그러면 돌아와서 유리잔을 문질러 소리를 내면서 여러 방향 중 어느 방향에서 소리가 가장 크게 나는지 찾고 그 유형과 종에서 나는 소리가 퍼져가는 유형을 비교할 수 있다. 종에서 나는 소리는 인터넷 홈페이지 등에서 가시화하여 제공하고 있다.

학생들은 교사의 설명 중 타래버선의 누빔 무늬가 마찰력을 줄게 했다는 설명에 의구심을 가질 수 있다. 바느질에 의한 누빔이 실제로 마찰력을 줄게 했는지를 자료 조사 이외에 실험 등 실험을 통해 검증할 수 있다.

빨대 피리로 화음 맞추기는 학교에 와서 12울관 만들기로 확장할 수 있다. 현장에서는 소리분석 프로그램을 사용할 수 없지만, 학교에 돌아와서는 다양한 실험기구를 사용할 수 있으므로 소리 분석을 할 수 있다. Cool edit 등을 사용하여 실제로 자신이 만들 빨대 피리의 음높이를 측정할 수 있고 화음으로 들렸던 두개의 빨대피리의 진동수비도 알아낼 수 있다. 또한 조선 시대의 음계에 대한 설명을 듣고 돌아와서 12울관을 만들어 볼 수 있다. 연구자는 교사 대상으로 할 때 12울관 만들기를 확장적 탐구로 했는데, 자기가 만든 빨대 피리의 소리를 측정한다는 점에서 좋은 호응을 받았다.

개방적 탐구하기

학생들이 관심있는 분야에 대한 탐구질문을 찾는 활동을 했다면, 돌아와서 탐구질문을 구체화하고 개방적 탐구를 시작한다. 많은 과학전람회 출품작이 민속의 과학을 다루고 있다. 다음의 글은 과학전람회에 출품된 탐구 작품 중 탐구 동기 부분을 옮긴 것이다.

학교에서 디딜방아가 지레의 원리를 이용한다고 배웠다. 그런데 나는 방아의 종류가 두 가지 있다는 것을 배웠다. 한 종류는 방아공이가 소나무로 만들어진 것이고, 다른 한 종류는 참나무로 만들어진 것이다. 소나무로 만든 공이는 곡식의 껍질을 벗기는데 사용한 것이고, 참나무로 만든 공이는 곡식을 빻는데 사용한 것이라고 말씀해 주셨다. 그래서 나는 나무의 종류에 따라 방아공이의 역할이 왜 달라지는지를 탐구하기로 했다.

다음은 제 50회 과학전람회에 제출된 과제 중 민속과 관련된 제목들이다.

- 가야금현은 왜 3가닥으로 꼬아 놓았을까?
- 대금의 갈대청에 대한 탐구를 통한 탐구능력 신장
- 전통하회탈은 왜 오리나무로 만들었을까?라는 문제에 대한 해결을 통한 탐구능력 신장
- 가야금 울림통 마감 방법이 음색에 미치는 영향에 관한 탐구 지도
- 연싸움에서 승리할 수 있는 연줄에 관한 연구
- 울릉너와집의 비밀탐구에 대한 지도사례
- 수운교 석종에 대한 음향학적 탐구지도
- 우는 화살(명적) 소리의 원인과 최적조건에 관한 연구에 관한 지도
- 장구가죽의 늘어짐 현상과 습도와의 관계 및 그 복원에 관한 연구 지도
- 전통가옥에 사용된 문틀구조와 방음효과 탐구 지도에 관한 연구
- 생활 속에서의 은과 구리의 효능에 관한 비교 연구 지도
- 우리 조상들은 배를 만들때 왜 옷칠한 못을 불에 구운 후에 사용하였을까의 탐구지도
- 전통 합죽선에는 왜 민어부레풀을 사용할까?에 관한 탐구과정 지도
- 조상들이 채소를 씻기 전에 낫순가락을 함께 담가둔 까닭은 무엇일까?
- 천마총에 숨겨진 신비한 과학적 비밀탐구를 통한 창의적 문제해결력 신장
- 옷나무 천연염색에 관한 우리들의 탐구 지도 방안
- 조상들은 서화류 배접(표구)풀에 왜 상사화와 석산의 구근을 사용하였는가?

개방적 탐구하기는 탐구의 권한을 학생들이 가지고 있기 때문에 지도하기가 어렵다. 반면 학생들은 스스로 관심있는 분야를 알아가기 때문에 지도를 잘하면 굉장히 흥미있어 하고 탐구가 끝난 뒤 탐구에 대한 이해 뿐 만 아니라 과학 개념 및 과학에 대한 태도에 있어서도 괄목할 만한 성장을 보이는 것으로 보고되고 있다. 그러나 무엇보다도 과학자들이 하는 과학활동을 학생들이 과학적으로 해본다는 점에서 과학교육의 목적에 부합되는 활동이라고 할 수 있다. 개방적 탐구의 지도는 그 자체가 커다란 주제이므로 이 자료에서는 간략히 언급한다.

7.2 국립민속박물관 집중 탐구의 예시

다음은 국악기 부분과 관련하여 할 수 있는 집중 탐구 과제의 예시이다.



7-1. 어울림과 안어울림의 측정

[관련 전시물: 국악기]

()년 ()월 ()일 ()학년 ()반 ()번 이름 ()

컴퓨터의 소리분석 프로그램을 활용하여 여러 가지 진동수비의 소리를 들어보고 어울림음과 안어울림을 구분하여 보고, 화음을 이루는 빨대 피리의 진동수비를 구해보자.

참고 사항

소리분석 결과 그래프에는 여러개의 피크가 나타난다. 각각의 피크(최고점)에 해당하는 진동수를 구하라. 또한 각 피크에 해당하는 진동수 간의 비를 구해보아라.

피크에 해당하는 진동수 중 가장 낮은 쪽의 진동수를 기본 진동수라고 하고 사람이 느끼는 음높이를 결정하는데 가장 많이 기여한다.

이 기본 진동수와 소리분석 프로그램에서 나타내는 음높이를 비교해보라.

1 준비물.

컴퓨터, 스피커, 소리분석프로그램(Science Cube, Adobe Audition, Cool Edit), 빨대 여러 개, 자, 가위

2 어울리는 소리 확인

- Cool Edit 와 같은 소리분석 프로그램을 작동시키고 스테레오 양식으로 새로운 파일을 만들자.
- 두개의 소리 파형이 보이면, 한 쪽은 황종(266 Hz) 또는 국제 표준음인 440 Hz로 고정시킨다.

- 고정시킨 진동수에 어울리는 진동수를 계산하여 다른 쪽 소리 파형에 입력한다.

완전1도:

완전5도:

완전4도:

본인이 원하는 다른 진동수:

- 어울림음과 안어울림음이 들릴 때 각각 어떻게 다른 느낌이 드는지 이야기해보자.

3 두 빨대피리의 진동수 측정

- 화음을 이룬다고 생각하는 길이버의 빨대피리 두개를 만든다.
- 마이크를 빨대피리에 대고 소리를 측정한다.
- 소리가 제대로 녹음되었는지 재생시켜 본다
- Analyze를 눌러서 각각의 빨대 어떤 음을 냈고 어떤 진동수를 가졌는지 확인한다.
- 두 빨대 피리의 진동수비를 구해서 이론값과 비교한다.



7-2. 12울관 만들기

[관련전시물: 국악기]

()년 ()월 ()일 ()학년 ()반 ()번 이름 ()

조선시대에 음계를 쌓는 방법인 12울관에 대한 설명을 바탕으로 12울관을 만들어보고 음높이와 진동수 그리고 관의 길이 사이의 관계에 대해 이해한다.

⊕ 주의점

초등학교에서 배운 방법으로 빨대 피리를 만드는데 가능한 부드러운 재질의 빨대를 선택한다.

활동 / 12울관 만들기

악학궤범에 나온 국악의 음계에 대한 설명 중 일부이다.

“울관의 길이를 배로 늘이면 그 음이 낮아지고, 반으로 줄이면 음이 더욱 높아진다. 높고 낮음의 차이는 있지만 본음은 잃지 않는다. 황종 울관 9치는 가장 낮은 소리다. 그 울관을 절반으로 줄이면 그 소리가 높다. 응종 울관 4치는 가장 높은 소리다. 그 울관을 두 배로 늘이면 그 소리가 낮다.”

→ 원래 길이와 절반 길이의 빨대를 붙어서 소리를 비교해보자

“황종 관의 길이를 3배한 소리는 천둥과 같이 크고, 황종관의 길이를 3분의 1로 줄인 소리는 모기소리 같이 가늘다. 그러나 위아래 소리는 같다. 이것이 음의 진정한 성질이다.”

→ 30 cm의 빨대를 원래 길이에서 1/3을 잘라낸 다음 붙어보자.

→ 다음과 같이 순차적으로 완전 5도와 완전 4도의 화음을 이루게 빨대의 길이를 정해보자

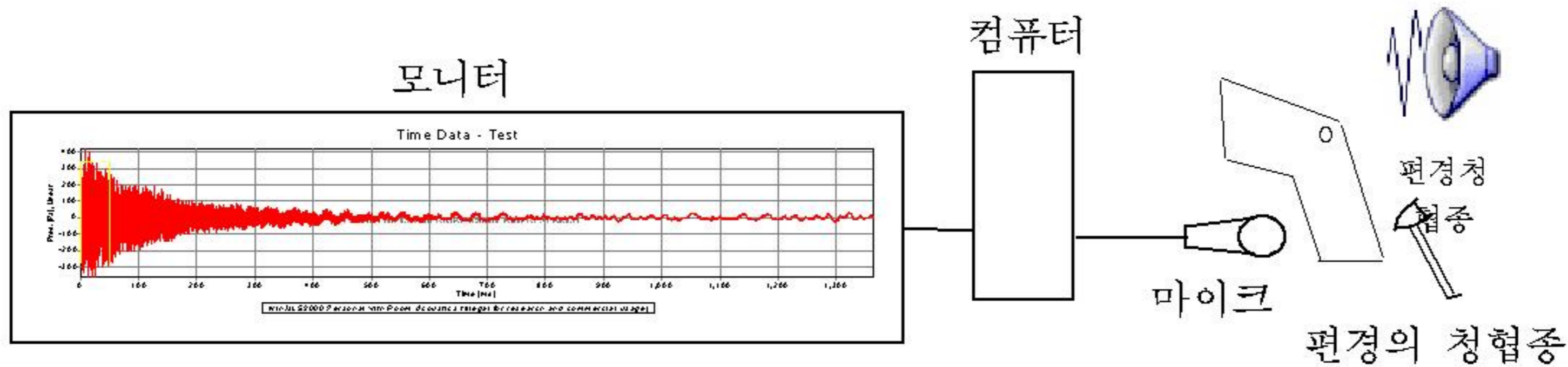
→ 위와 같이 빨대를 자르면 옥타브에서 벗어나는 관이 3개 생긴다. 그 관은 무엇인가? 이 관은 어떻게 처리를 해야 할까?

화음	음이름	울관의 길이
	황종	
하생 (2/3)	임종	
상생 (4/3)	태주	
하생 (2/3)	남려	
상생 (4/3)	고선	
하생 (2/3)	응종	
상생 (4/3)	유민	
하생 (2/3)	대려	
상생 (4/3)	이척	
하생 (2/3)	협종	
상생 (4/3)	무역	
하생 (2/3)	중려	
상생 (4/3)	청황종	

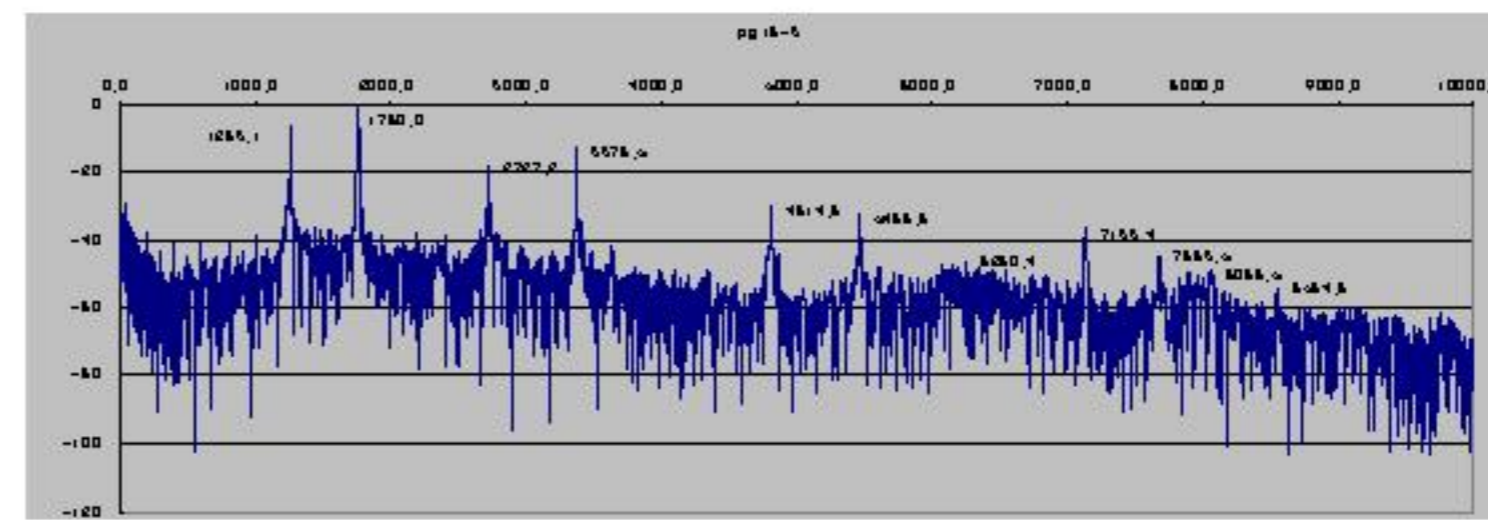
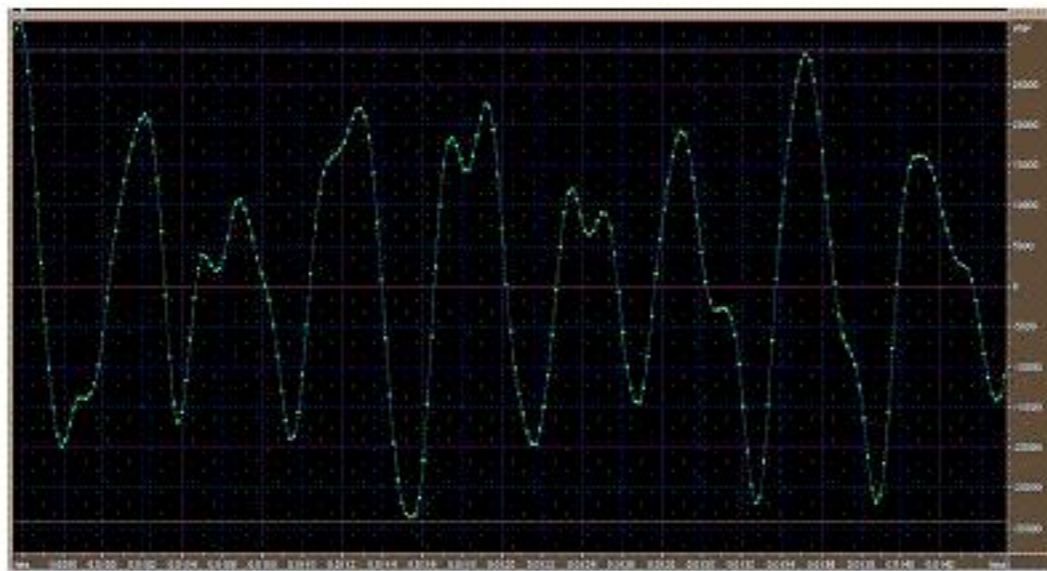
교사용 자료

소리의 분석 방법

소리를 분석하는 기본적인 방법 중의 하나는 주어진 소리를 FFT 분석하는 것이다. FFT는 Fast Fourier Transformation으로 주어진 소리가 어떤 진동수의 부분음으로 구성되고 각 부분음의 세기가 어느 정도인지를 컴퓨터가 계산을 빨리해서 보여주는 것이다. 컴퓨터를 이용하여 FFT 분석을 하려면, 사운드카드가 장착된 컴퓨터, 소리분석 프로그램(Cool Edit, Pitcher and Catcher 등) 이 있어야 한다.

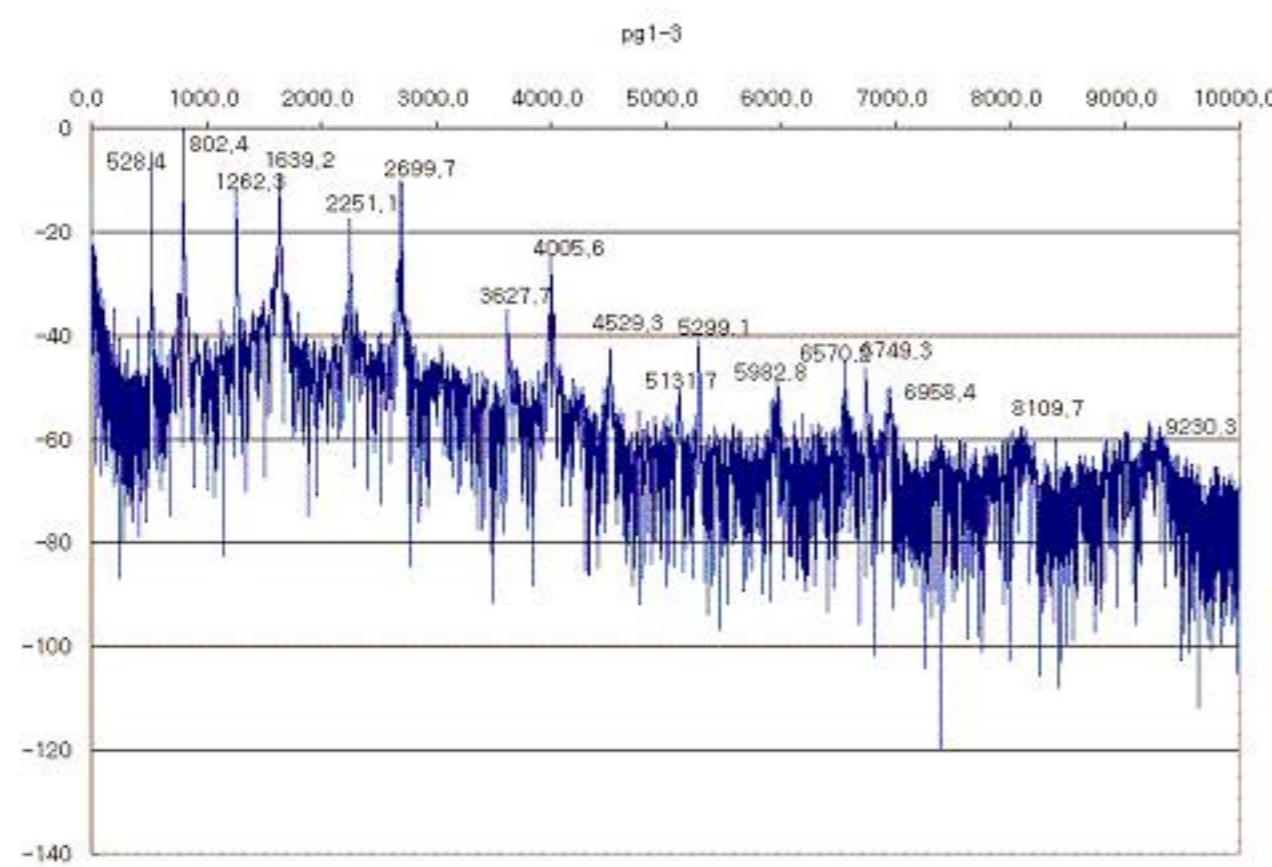


그림가. 소리분석 장치와 시간에 따른 소리의 압력변화(dB)

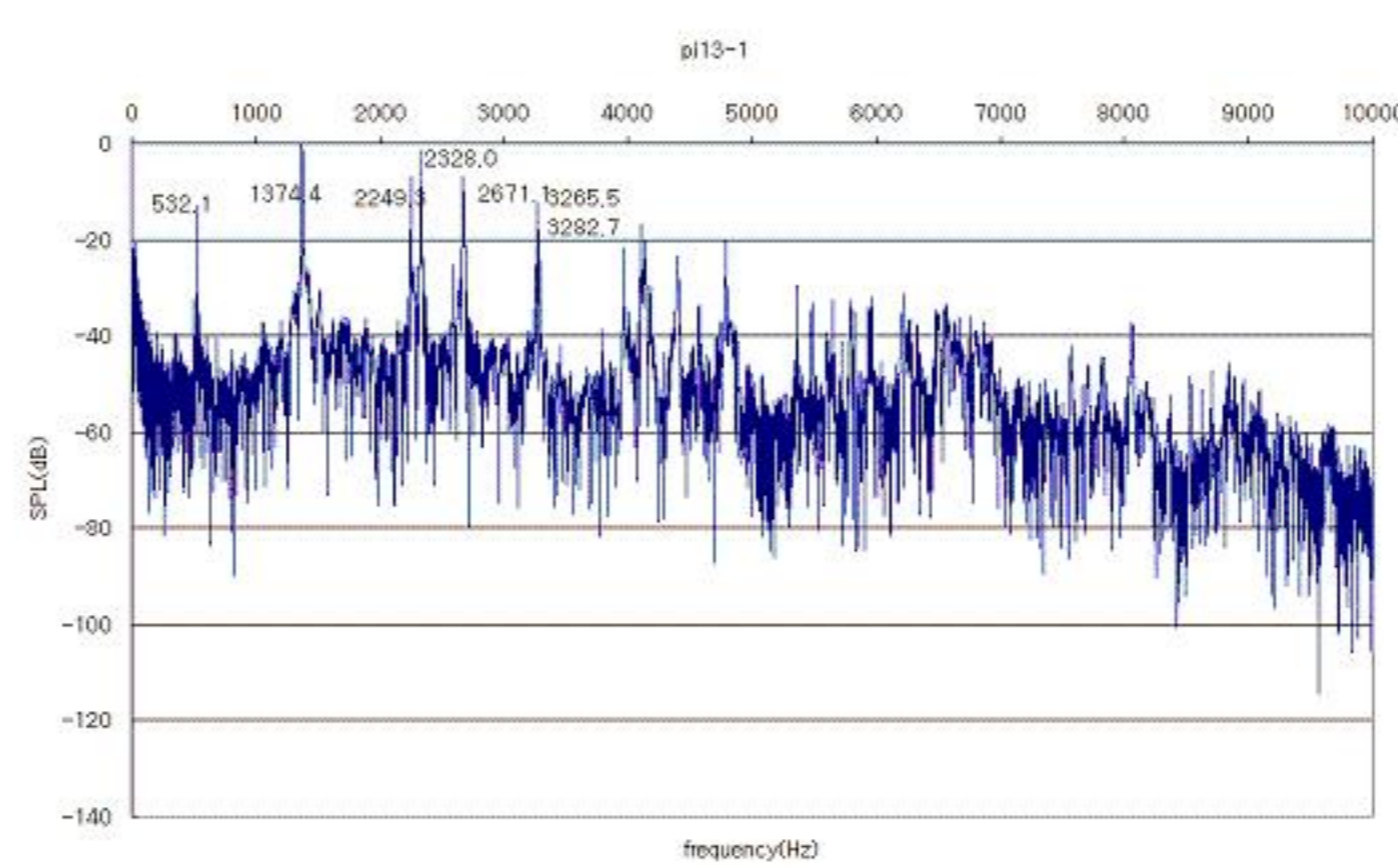


그림나. 그림 가 중 일부분 확대한 파형그림 다. FFT 분석한 결과

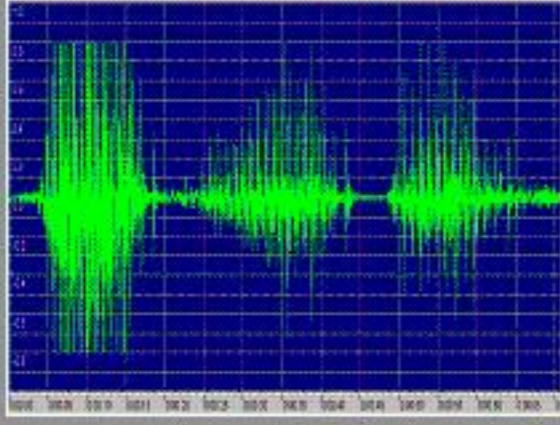
다음은 국악기 중 편경과 편종의 황종음을 녹음하여 어떠한 진동수의 배음이 더해졌는지 분석한 것이다. 둘 다 기본 진동수는 530 Hz 부근으로 같은 음높이로 인식되지만, 그 외에 더해지는 소리의 진동수는 다르다. 이 차이가 음색의 차이를 가져온다. 특히 편종은 비슷한 진동수에서 두개의 최고점이 나타나 맥놀이 현상이 나타난다.



편경 황종의 소리 분석



편종 청황종의 소리 분석



제 8 장

국립민속박물관 과학탐방과 진로지도

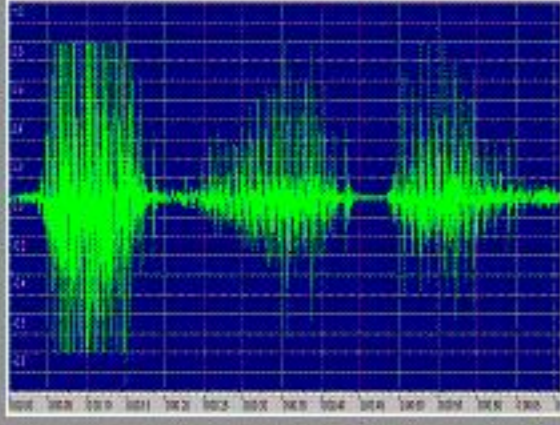
8.1 학생의 삶과 과학을 연결시키기

국립민속박물관 과학 탐방을 하면서 학생들이 과학적인 탐구를 하는 것 못지않게 중요한 것은 학생 자신의 삶과 과학이 밀접하게 연결되어 있다는 것을 인식하게 하는 것이다. 선사 이래로 인류가 삶을 유지하고 윤택하게 하기 위해서 필요한 물질과 도구, 그리고 에너지를 이용해왔다. 현재는 과학이 눈부시게 발달하여 필요한 물질을 얻기 위해서 과거의 선조들이 했던 노고가 모두 가려지고 마치 하얀 쌀은 원래부터 하얀 쌀로 땅에서 나는 것으로 알기 쉽다. 그러나 누구나 원하는 최종 결과물을 얻게 되기까지 거치게 되는 많은 단계가 있다는 것을 국립민속 박물관 탐방을 통해 인식할 수 있다. 또한 현재와 같이 삶에 필요한 많은 것을 손쉽게 얻게 되기까지 과학과 기술의 발달이 어떻게 기여했는지를 생각해보게 할 수 있다. 이와 같은 취지로 학생들에게 다음과 같은 주제를 주고 마인드맵을 그려보게 할 수 있다.

- 나의 삶을 유지하는데 꼭 필요한 것을 분류하고 그러한 것들이 어떻게 조달되는지 그려보자.
- 과거의 선조들이 삶을 유지하는데 꼭 필요했던 것이 무엇이고, 선조들은 그것을 어떻게 조달하였는지 그려보자
- 미래에 내게 필요한 것은 무엇인지를 분류해보자. 그리고 그러한 것들을 어떻게 구할 수 있는지 그려보자.

8.2 미래와 과학을 연결시키기

최근에 수명이 급격히 늘어나면서 오늘날의 청소년들은 대부분 100세 이상의 수명을 누릴지 모른다. 그렇게 되는 경우 자신의 건강을 유지하는 것이 개인의 삶의 질이나 사회유지 비용 측면에서 모두 중요하다. 건강을 유지하는 것은 섭생과 운동과 직업과 관련된다. 부모가 모든 것을 다해주는 학생들에게 옛날 사람들이 그렇게 어렵게 필요한 물질과 도구를 구해서 살아온 모습을 보여주는 국립민속박물관 과학탐방은 자신의 삶을 유지할 뿐 만 아니라 삶의 질을 높이기 위해서 어떤 일을 해야 하는지를 생각하게 하는 기회가 될 것이다.



제 9 장

국립민속박물관 과학탐방과 평가

9.1 과학탐방에서 면담 평가

면담 평가의 의의

국립민속박물관 과학탐방에서는 교사가 적절한 질문을 던지는 것이 중요하다고 교수-학습 지도 모형에서 전술하였다. 그런데 교사의 질문은 교수-학습적인 측면에서도 중요하지만, 일상적인 평가의 한 방법으로도 중요한 역할을 한다.

최근의 과학교육 평가에서는 평가의 형성적 역할을 중시하면서, 이를 구현하는 한가지 방법으로 일상적인 평가를 제시하고 있다(Black, 1998). 일상적인 평가는 형식을 갖추어 일어나는 평가가 아니라 교육 현장에서 항상 일어날 수 있는 평가이다. 학생들의 얼굴 표정, 그들이 써놓은 것, 또는 질문에 답하는 그들의 목소리를 교사가 파악하는 것이 일상적인 평가가 된다. 그 결과 교사는 학생의 학습 상태에 대해 어느 정도 이해하고 다음에 무엇을 할 것인지를 결정할 수 있다. 이러한 이해는 불완전한 것일 수도 있지만, 다음 단계의 교수 학습 활동 및 그 결과를 통해 차츰 완성되어갈 수 있다.

일상적인 평가는 추상적이고 막연한 생각이 아니라 물리 교수 활동을 통해 교사가 구현해야 할 구체적인 활동이다. 통찰력있는 구두 질문, 또는 쓰기 질문과 이에 뒤따르는 교사와 학생의 후속 대화(답화)는 형성평가에 있어서 필수적인 요소이다. 예를 들어 눈사람이 녹는 것에 대해 세 가지 주장을 학생들에게 제시하고 그에 대한 생각을 묻는다면, 열 전도에 대한 학생들의 생각을 나타내는 좋은 지표가 될 수 있다. 도입질문은 해가 빛나고 산들바람이 부는 날, 눈사람이 녹지 않게 하려면 어떻게 해야 하는가이다. 첫 번째는 검은 색 외투를 입혀 햇볕을 차단해야 한다는 주장이다. 두 번째는 검은 색 외투는 눈사람을 따뜻하게 할 것이라는 반대주장이다. 세 번째 주장은 모든 것은 바람에 따라 달라진다고 하는 것이다. 학생들에게 이 세 가지 주장에 대한 그들의 의견을 물을 수 있다. 이 질문은 전도, 대류, 복사 등 다양한 개념을 풍부하게 내포하고 있으며, 끝이 열린 토론을 가져올 수 있다. 이 질문은 두가지 점에서 고려할 만 하다. 하나는 코트가 열의 흐름을 차단하기보다는 몸을 따뜻하게 한다는 많이 알려진 오개념을 포함하고 있는 점이다. 두 번째는 학생들이 일상적인 의사결정을 해야 하는 상황으로 학생 자신과 많은 연관성을 가진다는 점이다. 물리 교사만이 이와 같이 학생의 생각에 기초하고 그들에게 적절한 상황을 수반한 멋진 질문을 개발할 수 있다.

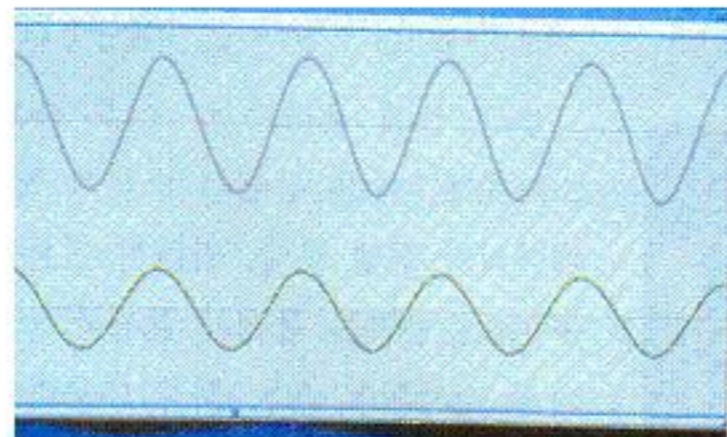
또한 이 눈 사람 문제는 정답을 강요하기 보다는 과학적으로 옳은 생각하기를 요구한다. 최근 이루어지고 있는 과학교육 혁신의 한 가지 주안점은 개방적 탐구이다. 즉, 단 하나의 잘 정의된 성취목표를 도달하기 보다는 학생들이 스스로 주도권을 가지고 여러 가지 다양한 과정과 경로를 거쳐 성취근거가 고려되는 산출물을 만들어내기를 요구한다. 이러한 물리교수학

습에서 요구하는 형성적 비계(formative scaffolding)은 학생들에게 맞춤법을 가르치기 보다는 고유의 문체를 개발하도록 가르치는 작문교사에 비교할 수 있다. (Black, 2003)

면담 평가 질문의 예시

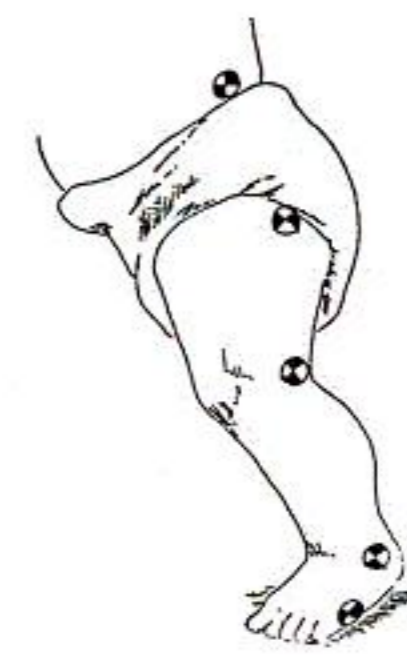
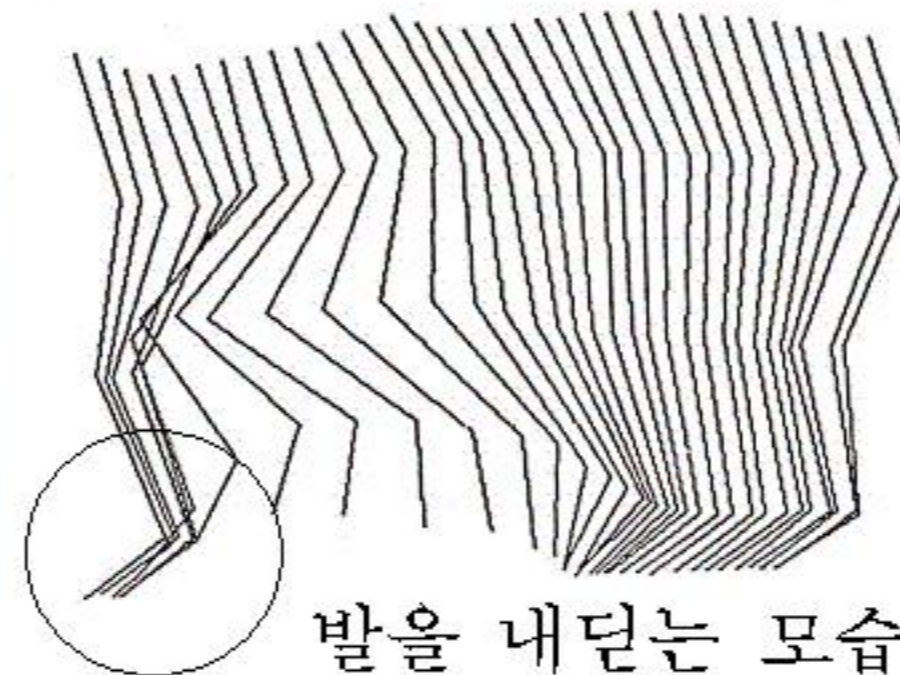
형성평가의 가장 전형적인 모습은 한 시간의 수업이 끝날 무렵, 대여섯개의 단답형 질문을 포함하는 퀴즈라고 할 수 있다. 그러나 5분 안에 대답해야 하는 다음과 같은 질문으로 학생들의 학습 상태를 얼마나 질적으로 깊이있게 파악할 수 있는가?

예시 1. 다음 그림 중 진폭과 파장은? 2. 큰 소리와 작은 소리는?



다음은 국립민속박물관 과학 탐방 중 혹은 탐방 후 돌아와서 학생에게 할 수 있는 질문이다. 질문에 얼마나 다양한 응답이 나올 수 있을까? 그리고 그것은 후속학습과 어떻게 연계가 될 수 있는가?

예시 2. 다음은 옛날 어른들이 걸음마를 시작한 돌쟁이 아이에게 신겼던 타래버선이다. 타래버선은 어른의 버선과는 다르게 바느질로 누벼 골을 내놓는다. 어린아이가 발을 내딛을 때, 타래버선을 신으면 어떤 점에서 유리한 지를 발을 내딛었을 때 작용하는 힘의 종류 및 방향과 함께 설명하라.



어른용 버선 돌쟁이용 타래버선

발을 내딛는 모습

유도 질문1) 발을 땅에 내딛었을 때의 작용과 반작용에 대해 설명하라.

유도 질문2) 접촉한 두 물체 사이에 작용하는 마찰력의 크기와 방향에 대해 설명하라.

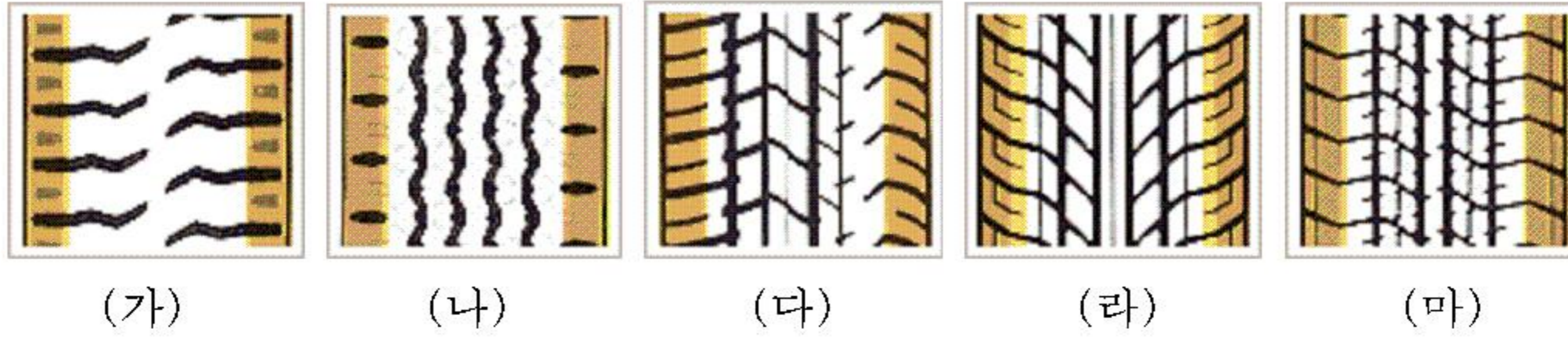
유도 질문3) 접촉한 두 물체 사이에 작용하는 마찰력의 근원에 대해 설명하고 이를 이용하여

표면의 거칠기와 마찰력의 크기 사이의 관계를 설명하라.

후속 질문. 마찰력이 작은 얼음판 위에서 넘어지지 않고 걸으려면 어떻게 걸어야 하는가?

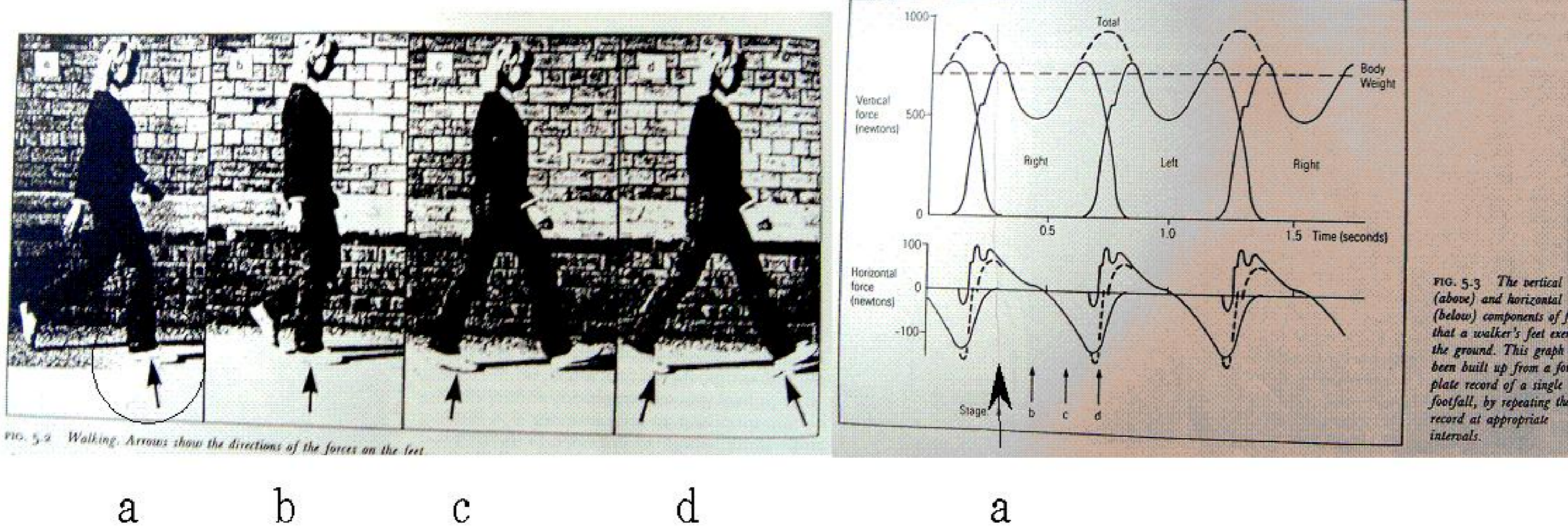
또한 그와 같이 걷는 것이 땅위에서 걷는 것보다 어려운 이유를 설명하라.

후속질문 2. 자동차 바퀴는 용도에 따라 바퀴의 표면에 다양한 무늬를 새겨져 놓는다. 다음 중 고속 주행에 좋고 옆 방향으로 잘 미끄러지지 않는 무늬를 고르고 그 이유를 설명하라.



문항 해설

해설 1-1. 한 걸음 걷는 동안 다리의 움직임과 땅에 의해 발에 작용하는 힘의 방향은 다음 그림과 같다. 아래 그림 중 발을 내딛는 때는 a로 발이 땅을 딛는 힘에 대한 반작용으로 땅이 발에 작용하는 힘은 뒤쪽으로 약간 비스듬한 방향으로 작용한다. 이때 작용하는 힘의 크기를 측정한 결과는 그림과 같다.



한 걸음 동안 발의 동작과 작용하는 힘

한걸음 동안 발이 작용하는 수직방향의 힘과 수평방향의 힘

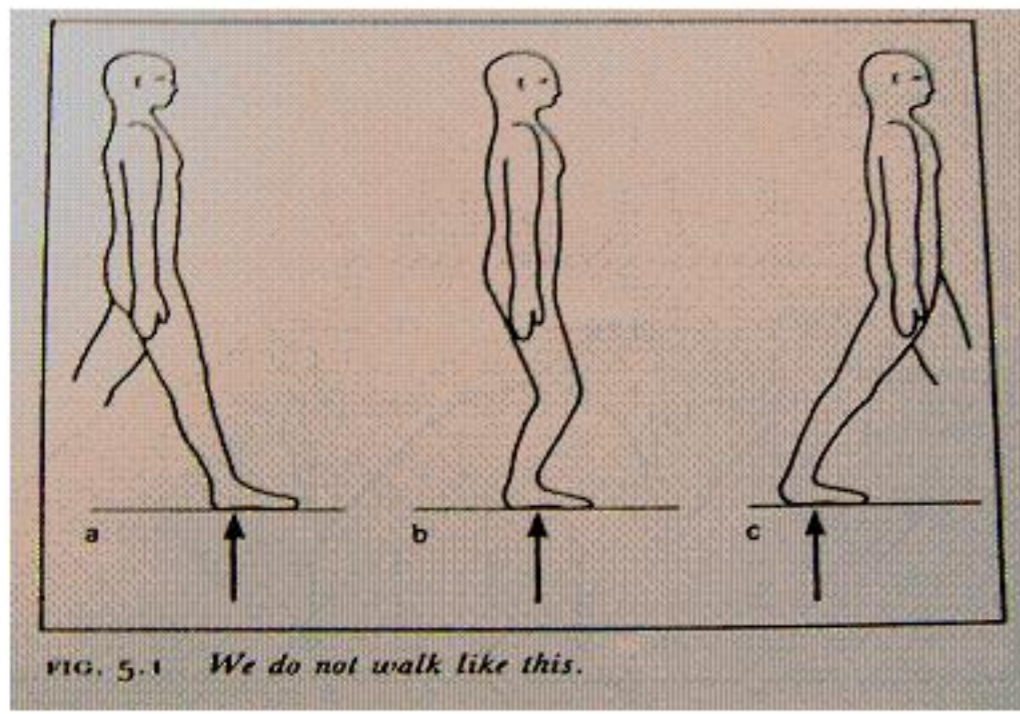
그림에서 수평방향의 힘의 크기를 보여주는 아래쪽 그래프를 보면 a인 지점에서 수평방향 힘의 크기는 약 90N 정도이다. 이 때 신발의 표면과 땅바닥 사이에 작용하는 최대정지마찰력이 90 N보다 작으면 발은 미끄러지게 된다. 마찰력의 크기는 누르는 힘(N)과 두 물체 표면 사이의 마찰계수 (정지마찰계수: μ_s , 미끄럼마찰계수: μ_k)에 의해 결정된다. 정지한 경우 마찰력의 방향은 힘을 주는 방향의 반대방향이며, 미끄러지는 경우는 물체의 운동방향과 반대이다.

정지한 경우

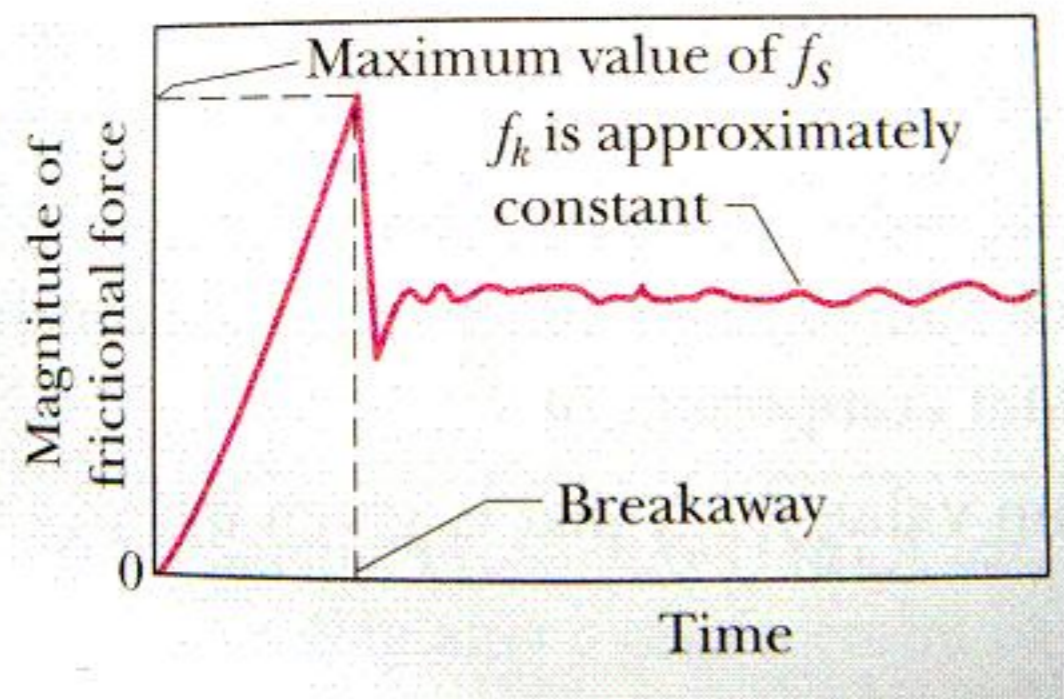
$$f_s = \mu_s N$$

미끄러지는 경우

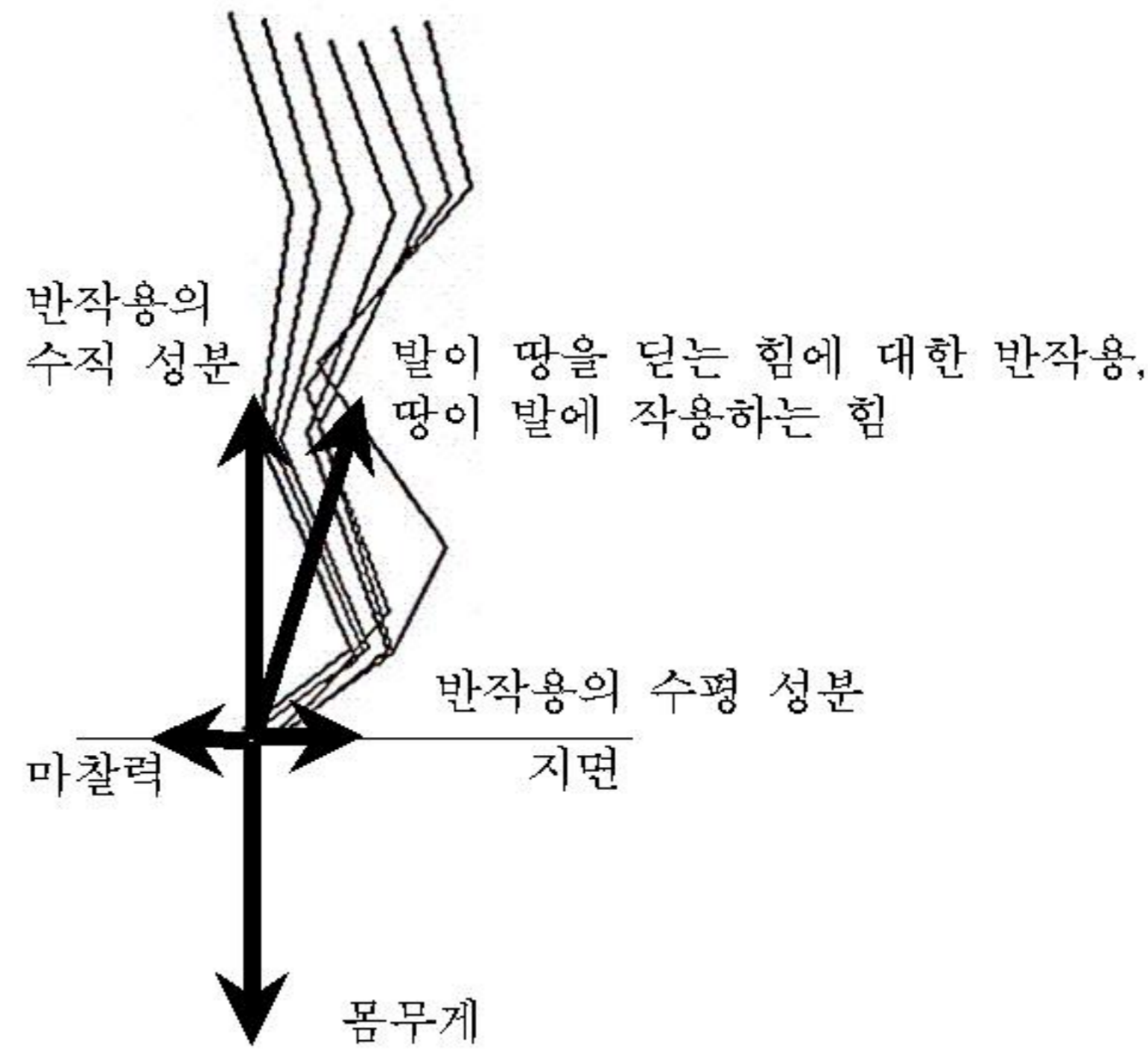
$$f_k = \mu_k N$$



얼음판 위에서 걷기



정지한 물체를 밀었을 때의 마찰력의 크기



발을 내딛을 때 작용하는 힘

미끄러지지 않게 걸으려면 위의 그림과 같이 수평성분의 힘이 없어야 하는데 힘의 작용점인 골반이 발보다 뒤에 있는 상황에서 힘을 수직으로 작용하기는 어렵다. 어른들은 경험과 근력으로 미끄러지지 않게 걸을 수 있지만 처음 걸음을 시작하는 아이에게는 쉽지 않은 일이다. 따라서 버선의 표면에 바느질로 골을 났으로써 표면의 거칠기를 증가시켜 방바닥과의 최대정지마찰계수를 크게 하면, 반작용의 수평성분 크기가 $f_{s,max} = \mu_{s,max}N$ 에 이를 때까지 발이 미끄러지지 않는다. 최대정지마찰계수가 작으면 반작용의 수평방향 성분이 작아도 쉽게 미끄러진다.

유도 질문1) 발을 땅에 내딛었을 때의 작용과 반작용에 대해 설명하라.

발이 땅을 딛을 때 땅에 작용하는 힘, 땅이 발에 작용하는 힘
두 힘은 크기는 같고 서로 반대 방향으로 발과 땅에 각각 작용한다.

유도 질문2) 접촉한 두 물체 사이에 작용하는 마찰력의 크기와 방향에 대해 설명하라.

접촉한 두 물체 사이에 작용하는 마찰력의 크기는 누르는 힘과 두 물체 표면 사이의 마찰 계수에 비례한다.

물체가 정지해있을 때는 마찰력은 작용하는 힘에 반대방향이고, 물체가 움직일 때는 물체의 운동방향에 반대 방향으로 작용한다.

유도 질문3) 접촉한 두 물체 사이에 작용하는 마찰력의 근원에 대해 설명하고 이를 이용하여 표면의 거칠기와 마찰력의 크기 사이의 관계를 설명하라.

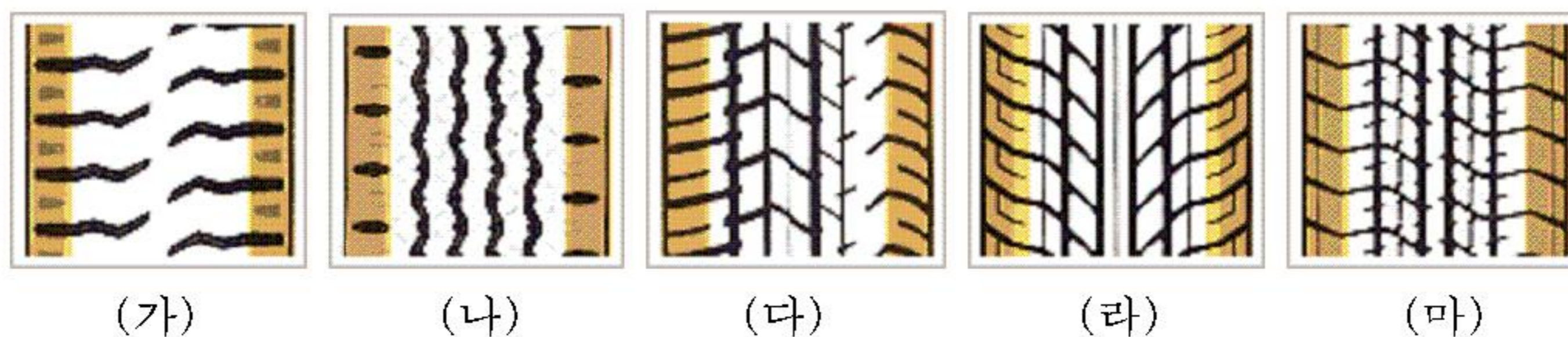
물체의 표면을 자세히 보면 매끈하지 않고 거칠고 뽕죽뽕죽하며 두 물체가 맞닿아 있으면 뽕죽뽕죽한 부분들이 서로 맞물리게 된다. 그러면 두 물체의 표면에 위치한 원자들이 서

로 전기적 인력으로 작용하게 되어 용접한 것과 같은 효과를 내게 된다. (cold welding). 표면이 거칠수록 누르는 힘이 클수록 용접한 효과는 크게 된다.

후속 질문 1. 마찰력이 작은 얼음판 위에서 넘어지지 않고 걸으려면 어떻게 걸어야 하는가? 또한 그와 같이 걷는 것이 땅위에서 걷는 것보다 어려운 이유를 설명하라.

얼음판에 수직으로 힘을 주어 가능한 수평 방향으로 힘이 작용하지 않게 한다. 그런데 힘의 작용점인 골반이 발보다 뒤에 있는 상황에서 힘을 수직으로 작용하기는 어렵다.

후속질문 2. 자동차 바퀴는 용도에 따라 바퀴의 표면에 다양한 무늬를 새겨져 놓는다. 다음 중 고속 주행에 좋고 옆 방향으로 잘 미끄러지지 않는 무늬를 고르고 그 이유를 설명하라.



(나)의 리브 패턴(rib pattern)은 바퀴 표면의 홈이 원주방향을 따라 나있기 때문에 차의 진행방향에 대한 마찰력보다는 옆방향에 대한 마찰력이 크다. 따라서 고속주행에 적합하고 조향성이 좋다.

9.2 과학탐방에서 장기 탐구활동의 평가

장기 탐구활동 평가의 의의

과학탐방이 중요한 목적 중에 하나는 학생들로 하여금 발산적인 사고를 하게하고 이를 바탕으로 과학하기, 즉 확장적 탐구나 개방적 탐구를 하게 하는 것이다. 교과서나 참고서에도 답이 없고 인터넷에서 지식 검색을 해도 상반되는 답이 나오는 가운데 학생들 스스로 탐구하여 해답을 구해가는 과정을 격려하는 것이다. 이를 위해서는 상중하의 단순한 성적 매기거나 10점 만점의 수행평가를 형식적으로 하는 것 이상의 노력과 실력을 필요로 한다.

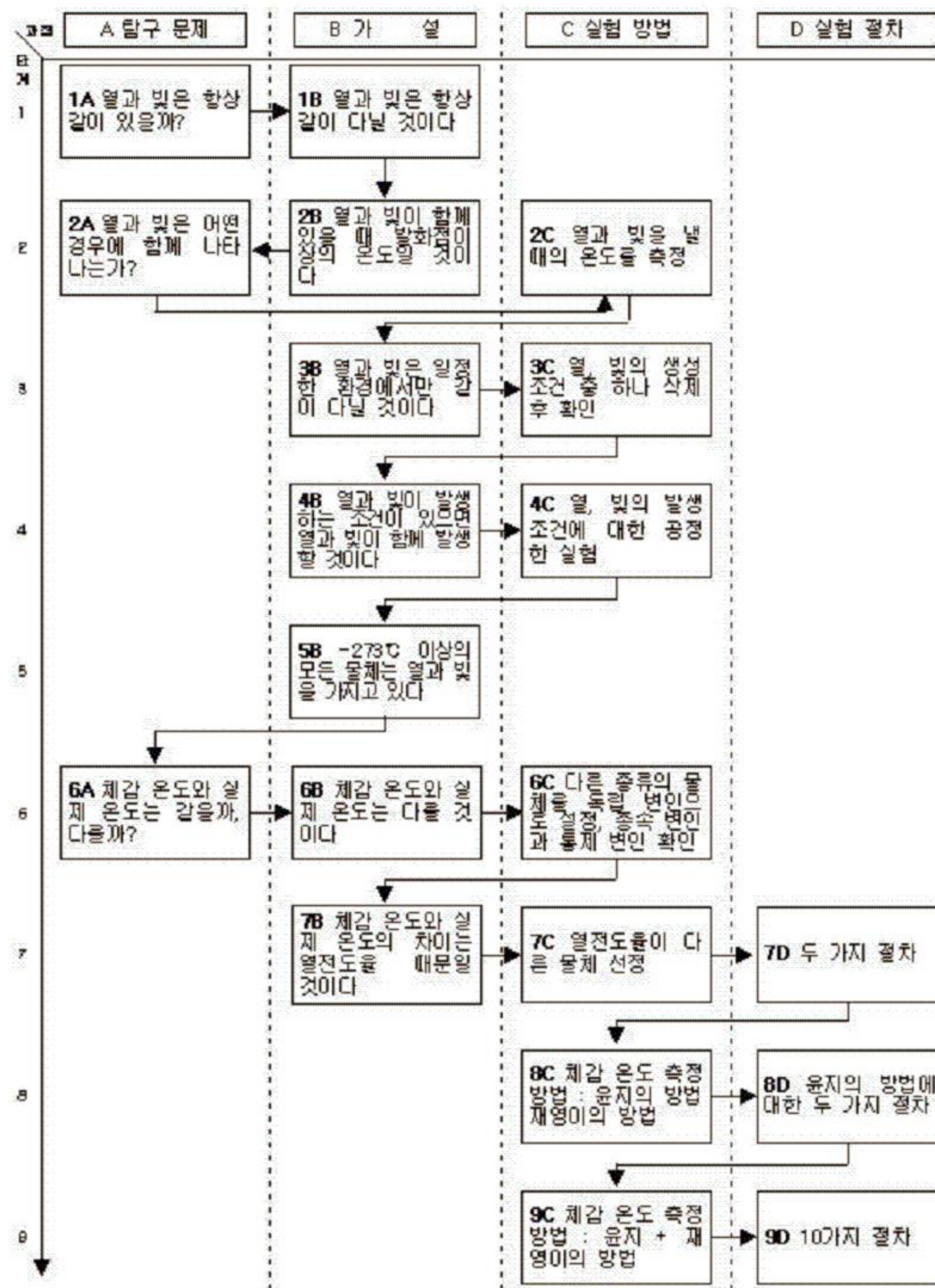
장기 활동은 과학 문제 푸는 실력이 아니라 실제로 과학을 하는 능력을 배양하는 활동으로 호주에서는 대학입시의 한 방법으로 학생들이 학기 중에 수행한 탐구과제를 평가한다. 여러 가지 평가방법 중 예언타당도가 가장 높은 것은 교사에 의한 평가라는 연구결과가 제시되고 있다. 교사 평가가 높은 예언 타당도를 가지기 위해서는 일상적인 평가와 함께 학생이 실제로 과학하는 능력을 평가해야 한다.

다른 한편 장기 탐구활동은 학생들에게 과학의 과정에 대한 이해 뿐 만 아니라 개념적 진전도 수반한다(양현주, 2005). 과학에 대한 긍정적인 태도나 진로 교육에도 도움이 된다는 연구 결과도 있다(정현민, 2005).

장기 탐구활동 평가의 방법

장기 활동 중 평가는 학생의 탐구 진전을 도와주는 형성적 의미여야 한다. 그러기 위해서는 각 탐구과정에 대한 최종 목표가 평가자의 머리 속에 지도로 있어야 한다. 그 지도를 바탕으로 대상 학생이 그 목표까지 도달하는 중 어느 지점에 있는지를 명확히 평가할 수 있으며 평가결과에 준하여 학생에게 적합한 질문이나 조언을 줄 수 있다.

학생들이 장기 탐구활동을 하는데 가장 어려워하는 부분은 탐구질문 및 탐구문제를 형성하는 것이다. 국립민속박물관 과학 탐방은 학생들이 탐구 소재를 선정하고 탐구문제를 형성하는데 역할을 할 수 있다. 또한 학생들은 탐구의 과정을 직선적으로 수행하지 않고 여러 번 반복하여 수행하기 때문에 지속적으로 탐구의 과정을 점검하는 것이 필요하다. 다음은 중학생들이 수행한 탐구과정과 이를 지도한 교사가 가지고 있던 과학의 탐구에 대한 지도이다.



학생들의 탐구 과정 진행도(양현주, 2005)

‘개방적 탐구 계획하기’ 활동에서 탐구 과정 수행 능력에 대한 평가 기준(양현주, 2005)

세부 범주	학습 목표	초급	중급	고급
1. 탐구 문제 도출	1.1 스스로 탐구하고자 하는 대상을 포착할 수 있다.	· 관심 있는 대상을 생각하지 못함	· 여러 가지 대상을 생각하였으나 그중에서 탐구 대상을 결정하지 못함	· 스스로 탐구 대상을 결정함 · 여러 가지 대상 중 하나를 결정함
	1.2 탐구 대상에 관련된 중요한 변인을 인식할 수 있다.	· 중심 변인을 인식하지 못함	· 중심 변인을 인식	· 여러 가지 요인들이 작용하는 상황에서 필요한 중심 변인을 인식
	1.3 탐구 대상의 중요한 변인에 관련된 궁금한 점을 과학적 탐구가 가능한 문제로 명확히 진술할 수 있다.	· 탐구 문제가 탐구 대상에 관련되지 않거나 탐구 문제를 진술하지 못함	· 탐구 대상에 관련된 탐구 문제 진술 · 좀 더 과학적인 탐구가 가능하도록 진술할 필요가 있음	· 탐구 대상에 관련된 탐구 문제 진술 · 과학적 탐구가 가능한 문제로 진술함
2. 가설 설정	2.1 독립 변인과 종속 변인을 설정할 수 있다.	· 하나만 설정함	· 둘 다 설정하였으나 명확하지 않음	· 과학적 지식과 이해를 바탕으로 설정 · 명확하게 둘 다 설정 · 보다 많은 변인들 설정
	2.2 종속 변인에 영향을 주는 다른 변인을 찾을 수 있다.	· 통제 변인을 확인하지 못함	· 하나의 통제 변인 확인	· 실험결과에 영향을 주는 통제 변인을 최대한 확인
	2.3 탐구 문제를 해결하기 위하여 검증 가능한 가설을 세울 수 있다.	· 탐구 문제를 해결하지 못하는 가설 설정 · 검증 가능하지 않음 · 독립 변인, 종속 변인 중 하나만 제시되어 있음	· 탐구 문제를 해결하는 가설 설정 · 검증 가능함 · 독립 변인, 종속 변인이 제시되어 있음 · 기대되는 변화 또는 효과가 제시되어 있다.(A는 B에 영향을 준다.) · 직접적인 경험을 사용함	· 탐구 문제를 해결하는 가설 설정 · 검증 가능함 · 독립 변인, 종속 변인이 제시되어 있음 · 기대되는 변화 또는 효과가 제시되어 있다.(A가 ~할수록 B가 ~하다.) · 과학적 지식과 이해를 명확히 밝힘

‘개방적 탐구 계획하기’ 활동에서 탐구 과정 수행 능력에 대한 평가 기준(계속)

세부 범주	학습 목표	초급	중급	고급
3. 실험 방법 고안	3.1 가설의 타당성을 검증하기 위하여 변인에 대한 조작 방법을 고안할 수 있다.	<ul style="list-style-type: none"> · 실험 방법 고안하였으나 가설을 검증하기에 부족함 · 변인 중 일부만 관찰/측정 방법 고안 · 공정한 실험(fair test)을 이해하기 시작하였으나 도움이 필요함 	<ul style="list-style-type: none"> · 가설의 타당성을 검증할 수 있는 실험 방법 고안 · 독립 변인의 조절 방법 고안, 종속 변인의 관찰/측정 방법 고안하였으나, 통제 변인의 통제 방법 고안하지 못함 	<ul style="list-style-type: none"> · 과학적 지식과 이해 이용하여 가설의 타당성을 검증할 수 있는 실험 방법 고안 · 독립 변인의 조절 방법 고안, 종속 변인의 관찰/측정 방법 고안, 통제 변인의 통제 방법 고안 · 한 요인을 변화시키면서 비교하기, 다른 요인들을 같게 유지하는 동안 결과 측정 · 수집될 자료의 양과 범위 결정
	3.2 실험을 수행하는 데 필요한 기구와 재료를 선정하거나 장치를 고안할 수 있다.	<ul style="list-style-type: none"> · 확대경, 눈금 사이의 간격이 큰 시계나 자명종과 같은 간단한 시간 재는 기구, 간단한 부피 측정 기구와 같은 간단한 기구, 재료 선정 	<ul style="list-style-type: none"> · 자, 부피측정그릇, 양팔저울, 시계, 온도계 등의 다양한 종류의 간단하면서 실험에 적절한 실험 도구 선정 	<ul style="list-style-type: none"> · 실험에 적절하면서 메스 실린더, 주사기, 온도계 등과 같이 정밀하고 정확한 기구, 재료 선정하거나 장치 고안
	3.3 실험 장치를 배치할 그림을 그릴 수 있다.	<ul style="list-style-type: none"> · 그림을 그리지 못함 	<ul style="list-style-type: none"> · 간단한 그림으로 표현 	<ul style="list-style-type: none"> · 실험 장치를 설치하는 방법을 구체적으로 나타낸 그림으로 표현
4. 실험 절차 구성	4.1 가설의 타당성을 검증하기 위하여 고안한 실험 방법의 순서를 논리적으로 나열할 수 있다.	<ul style="list-style-type: none"> · 실험 절차를 구성하지 못하거나 한 문장으로 표현함 	<ul style="list-style-type: none"> · 실험 절차를 보다 구체적으로 세분화하여 순서를 나열할 필요가 있음 · 실험 절차의 논리적 순서가 뒤바뀜 	<ul style="list-style-type: none"> · 실험 절차를 구체적으로 세분화하여 행동 단위로 나열함 · 실험 절차를 논리적 순서에 따라 나열함
	4.2 관찰 또는 측정 결과를 기록할 결과표의 양식을 그릴 수 있다.	<ul style="list-style-type: none"> · 결과표의 양식을 그리지 못함 	<ul style="list-style-type: none"> · 간단한 표를 그림 · 표에 변인이 제시됨 	<ul style="list-style-type: none"> · 체계가 잘 잡힌 표를 그림 · 관찰/측정의 횟수, 범위가 결정된 표를 작성 · 반복하여 관찰/측정할 수 있는 표를 작성 · 표에 변인과 단위가 제시됨

참고 문헌

- 박승재 (2005) 우리 역사 속 과학문화탐방, 과학탐방의 지도:2004 초·중등학교 과학교사 과학 탐방의 연수 교재, 서울특별시 성북교육청.
- 박신석, 황응준, 김혜진 (1988) 측정표준 사료복원III: 현주일구, 천평일구 및 정남일구의 복원 한국표준연구소, 연구보고서 KSRI-88-22-1R, p24-28.
- 박호석, 안승모 (2001). 한국의 농기구, 어문각.
- 양현주 (2005) 중학생의 “개방적 탐구 계획하기”활동에서 탐구과정 및 개념 체계에 대한 사례 분석, 서울대학교 대학원 과학교육과 석사학위 논문
- 유준희 (2003). 중학교 과학탐구학습지도자료 중 12. 파동과 소리, 서울대학교 과학교육연구소.
- 이숙희 (2003). 『악학궤범』의 척도연구-편경을 중심으로. 미발간.
- 장사훈 (1997) 한국악기대관, 서울대학교출판부.
- 주남철 (1996), 온돌의 기원과 변천, 한국 민속문화의 탐구, 국립민속박물관 pp139-150.
국립민속박물관 홈페이지,
http://www.nfm.go.kr/downfile/book_mag/53/tamgu0106.pdf.
- 최서국 (1996), 온돌의 열효율 특성, 한국 민속문화의 탐구, 국립민속박물관 pp151-166.
국립민속박물관 홈페이지,
http://www.nfm.go.kr/downfile/book_mag/53/tamgu0106.pdf.
- 각 저, 이상수 역 (1979). 음파와 광파(현대과학신서 90), 전파과학사.
- Black, P. J.(1998) Testing: Friend or Foe? The Theory and Practice of Assessment and Testing, The Falmer Press.
- Black, P. J.(2003) The Important of Everyday Assessment, Everyday assessment in the Science Classroom. ed. M.Atkin, & J. E. Coffey. National Science Teachers Association.
- Everest, F. A. (2001). Master Handbook of Acoustics, 4th ed., McGraw-Hill
- French, A. P. (1971). Vibrations and Waves, The MIT Introductory Physics Series. Norton.
- Halliday, D., Resnick, R., and Walker, J. (2001). Fundamentals of Physics, 6th ed., John Wiley & Sons. INC.
- Rossing, T. D., & Fletcher, N. H. (1995). Principles of Vibration and Sound, Springer.
- Rossing, T. D., Wheeler, P., & Moore, R. (2002). The Science of Sound. Addison & Wesley
- 구들놓기, <http://phy2002.com/%C3%CA%B0%A1%C1%FD/10.htm>
- 국가문화유산종합정보서비스, <http://www.heritage.go.kr>
- 국립민속박물관, <http://www.nfm.go.kr>
- 온돌의 역사, 국립문화재연구소
http://www.nricp.go.kr/korean/book/view.asp?sno=356&GotoPage=1&cate1=BOOK_ETC&cate2=02
- 이주영의 고고학 세상, <http://myhome.hanafos.com/~odorata/index.html>

사진 출처

※ 다음의 인터넷 사이트에서 사진을 내려받아 활용했음을 밝힙니다.

- 1) 국립민속박물관, <http://www.nfm.go.kr>
- 2) 말방울, 국가문화유산종합정보서비스, <http://www.heritage.go.kr>
- 3) 쌍두령, 국가문화유산종합정보서비스, <http://www.heritage.go.kr>
- 4) 팔주령, 국가문화유산종합정보서비스, <http://www.heritage.go.kr>
- 5) 간두령, 국립 경주박물관, http://gyeongju.museum.go.kr/kor/dis/dis__3.jsp
- 6) 환상 쌍두령, 국가문화유산종합정보서비스, <http://www.heritage.go.kr>
- 7) 범종, 국가문화유산종합정보서비스, <http://www.heritage.go.kr>
- 8) 성덕대왕 신종, 국가문화유산종합정보서비스, <http://www.heritage.go.kr>
- 9) 갈돌과 갈판, 이주영의 고고학 세상, <http://myhome.hanafos.com/~odorata/index.html>
- 10) 각종 암석, 대구교육대학교 과학교육심화과정 김종욱 교수의 홈페이지,
<http://soback.kornet21.net/~jwkim5/>
- 11) 격지페어 돌도끼 만드는 방법, http://anthro.palomar.edu/homo/homo__3.htm
- 12) 국가문화유산종합정보시스템 <http://www.heritage.go.kr/>
- 13) 청동기 시대의 움집 모형, 이진무, 청동기 문화, 대원사, 2000
두 번째 출처 <http://hiskjn.com.ne.kr/kjnc/c113.html>
- 14) 수원 여기산 유적지 온돌사진, 사이버 농업과학관 홈페이지
http://www2.rda.go.kr/aeh/hall__01.htm
- 15) 노천소성 중인 토기들, 역사의 향기 고고학박사 고성애 홈페이지
<http://sparkbbs.dreamwiz.com/cgi-bin/rbbsview.cgi?section=GALLERY&start=0&pos=16>
- 16) 폐쇄된 토기가마: 호당요 홈페이지, <http://hodangyo.hihome.com/hodangyo-1-84.html>
- 17) 김해능동가마터: 울산대학교 박물관, <http://museum.ulsan.ac.kr/menu3/menu3.htm>
- 18) 동점, 동점 거푸집, 청동거울: 숭실대학교 한국기독교 박물관
<http://www3.ssu.ac.kr/webModule/museum/search/index.jsp>
- 19) 청동잔무늬동경의 원무늬 50배 확대: 사이언스올
전통과학백과 <http://www.scienceall.com/sa0them/03/01e/index.jsp?cMenu=2805&cid=79913&selMenu=aa>
- 20) 백제 금동대향로, 국립부여박물관 http://buyeo.museum.go.kr/kor/dis/dis__history__06.jsp
- 21) 금동관음 보살입상: 국립부여박물관 http://buyeo.museum.go.kr/kor/dis/dis__budda__07.jsp
- 22) 철제여래좌상: 국립중앙박물관, <http://www.museum.go.kr/>
- 23) 말투구, 경상대학교 박물관, <http://museum.gsnu.ac.kr/>
- 24) 광양고로 1, 2, 3, 4, 5호기 건설, 삼진철구, <http://www.samjinst.com/kor/samjinst.htm>
- 25) 포항제철의 고로 작업도, 포스코,
<http://www.posco.co.kr/homepage/docs/kr/info/steel/s91e5000140c.html>
- 26) 냉각 방법에 따른 비질소강의 조직 사진, 한국 생산성본부, 중고기업공정혁신사업,
중소기업공정혁신모델개발사업 중 “복잡형상 온간단조 기술개발 보고서” p. 10-75,
그림 10-61, 830 °C 가열 후 공냉과 water spray의 대표적 조직사진
- 27) 백제 사비 시대 유물, 국립부여박물관,
http://buyeo.museum.go.kr/kor/dis/dis__history__06.jsp

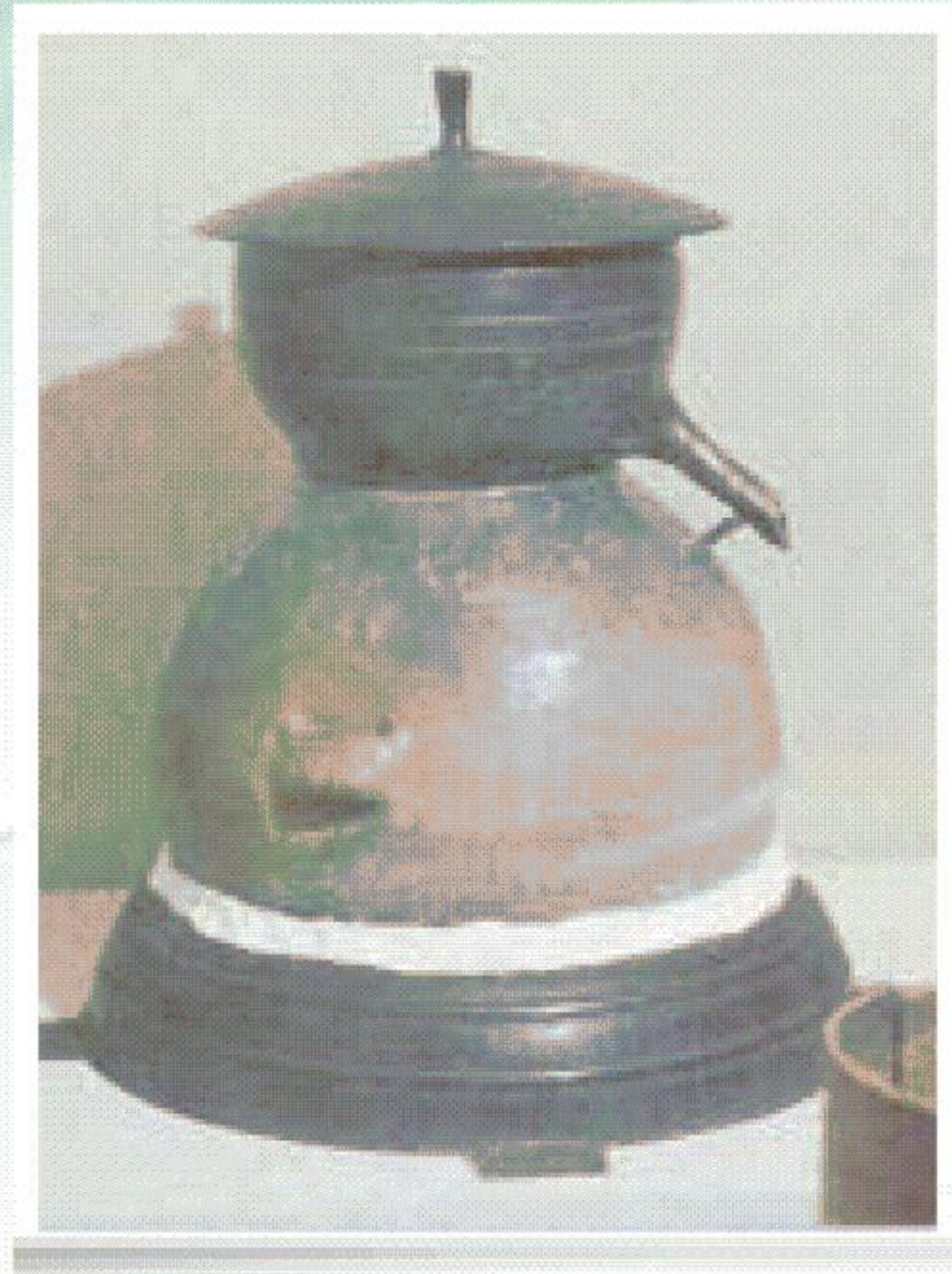
- 28) 천마총 금관, 국립경주박물관, <http://gyeongju.museum.go.kr/>
- 29) 유리곡옥, 국가문화유산종합정보서비스, <http://www.heritage.go.kr>
- 30) 금 반사울 그래프: <http://www.koreaicom.com/product/n-verbatim.htm>
- 31) 청화백자철사진사국화문병, 국립중앙박물관, <http://www.museum.go.kr/>
- 32) 현미경으로 본 도자기 흙과 상감 무늬, 국립중앙과학관,
- 33) 무구정광다라니경, 국가문화유산종합정보서비스, <http://www.heritage.go.kr>
- 34) 팔만대장경, 경북대학교 임산공학과 목재조직학 연구실,
<http://bh.kyungpook.ac.kr/~sjpark/tripi.htm>
- 35) 훈민정음 언해본, 국어닷컴, <http://www.gugeo.com/hmbook1.htm>
- 36) 월인천강지곡, 문화재청, http://www.ocp.go.kr/__new/main.jsp
- 37) 해주덕, 국립 민속박물관
- 38) 단산오옥, 국가문화유산종합서비스, http://www.heritage.go.kr/tou/tou__spe__05__exp.jsp
- 39) 복활자, 직지월드인쇄박물관, <http://www.jikjiworld.net/>
- 40) 훈민정음, 서울문화재,
http://sca.visitseoul.net/korean/antique__books/i__classical__books02035.htm
- 41) 오석평일구, 한국천문연구원,
http://www.kao.re.kr/space/Old/sunjo/images/pyungmyun__185.jpg
- 42) 신법지평일구, 국가문화유산종합서비스,
http://www.heritage.go.kr/sch/p__kwd__search/cgi/new__frame.cgi
- 43) 해시계와 시간측정,
http://primary.edupia.com/schoolbook/science/sub.asp?p__nIndex = &p__nYear = 6 &p__subcode = SC &p__nTerm = 2 &p__nCategoryID = 1233 &nConID = 3344
- 44) 그림자가 보이는 양부일구, 과학선현 장영실 선생 기념사업회,
<http://www.asanjang.com/yeongsil/ysjang/young-sil-4.htm>
- 45) 수평해시계 시반, <http://user.chollian.net/~kimdbin/re/plnsdial.html>
- 46) 복원된 정남일구, 야후백과사전,
http://kr.100.yahoo.com/image__detail__result.html?imagekey = 178/p17846900001.jpg &p = 정남일구 &userquery = 정남일구
- 47) 정남일구 모형도, 측정표준 사료복원(현주일구, 천평일구 및 정남일구의 복원), 한국표준연구소, 연구보고서 KSRI-88-22-1R, p26. (1998).
- 48) 벼의 여러 가지 모습, 농업진흥청 작물과학원의 어린이 작물교실,
http://www.nces.go.kr/userspace/child__rice.asp
- 49) 황종척: 궁중유물전시관, http://www.royalmuseum.go.kr/html/sb3__if.asp
- 50) 가마니, 전라북도 농업기술원, 자연나라 농업나라,
<http://www.farm.jeonbuk.kr/htdoc/kid/kid.htm>
- 51) 쟁기질하는 사진, 한국토지공사, http://www.iklc.co.kr/webzine/land/2004__0304__03.asp
- 52) 건담직파법, 농업진흥청 작물과학원,
http://www.nces.go.kr/R__Study/Rice/Cultural/Direct/driect02.htm
- 53) 같이연장의 발달과정, 사이버농업과학관, http://www2.rda.go.kr/aeh/hall__01__02.htm
- 54) 농경문 청동기, 사이버농업과학관, http://www2.rda.go.kr/aeh/hall__01.htm
- 55) 농경문 청동기 그림, 사이버농업과학관, http://www2.rda.go.kr/aeh/hall__01.htm

- 56) 현대의 쟁기, 전라북도 농업기술원, 어린이 농업교실,
<http://www.farm.jeonbuk.kr/htdoc/kid/kid.htm>
- 57) 굴뚝(뒤지개), 연세대학교박물관 소장, 국가문화유산종합정보서비스,
<http://www.heritage.go.kr>
- 58) 선쟁기, 늪쟁기, 굽쟁기 그림, 농업기계화연구소, <http://www.namri.go.kr/>
- 59) 박달나무 디딜방아, 문경새재 박물관, 국가문화유산종합정보서비스,
http://www.heritage.go.kr/sch/p_kwd_search/cgi/new_frame.cgi
- 60) 방아축, 목가불교박물관, <http://www.moka.or.kr/>
- 61) 야생벼 단면 사진, Jong-Seong Jeon, Seonghoe Jang^a, Sichul Lee^a, Jongmin Nam^a, Chanhong Kim^a, Sang-Hee Lee^b, Yong-Yoon Chung^b, Seong-Ryong Kim^c, Yeon Hee Lee^d, Yong-Gu Cho^e, and Gynheung An^a Is a Homeotic Mutation in a Rice MADS Box Gene Affecting Rice Flower Development, *The Plant Cell*, Vol. 12, 871-884, June 2000,
<http://www.plantcell.org/cgi/content/full/12/6/871>
- 62) 각종 쌀 확대 사진, <http://waynesword.palomar.edu/ecoph12.htm>
- 62) 땅콩 확대 사진, <http://waynesword.palomar.edu/ecoph8.htm#peanut>
- 63) 미인도, 서울강북문화센터,
http://www.gangbuklib.seoul.kr/specials/art/koreagallery/kg_1020.htm#
- 64) 침선장 작업 모습, 문화재청, 국가문화유산종합정보서비스
http://www.heritage.go.kr/sch/p_kwd_search/cgi/new_frame.cgi
- 65) 오늘날의 다리미, 은성다리미, <http://www.silverstar.co.kr/menu01.html>
- 65) 다리미 분해, 은성다리미, <http://www.silverstar.co.kr/menu01.html>
- 66) 유아용 양말, 용산 양말,
http://www.styleworld.co.kr/sub/view_product.php?Code=ASKASK&CatNo=44
- 67) 타이어 무늬, 금호타이어, http://www.kumhotire.co.kr/help/info/info_basic_tred.jsp
- 68) 신발 밑창, 프로스펙스,
http://www.pro-specs.com/product/product_sum.asp?h_category=sh&m_category=clim
- 69) 김득신의 성하직구, 토우,
http://www.towooart.com/oldart/old_korea/kimduksin/duksin-4.htm
- 70) 짚신 위에서 본 것, 고려대학교 박물관, 국가문화유산종합정보서비스
http://www.heritage.go.kr/sch/p_kwd_search/cgi/new_frame.cgi
- 71) 주변에서 구한 긴봉지, <http://www.stevespanglerscience.com/experiment/00000062>
- 72) 베르누이 봉지, http://www.arborsci.com/CoolStuff/NSTADemo_Show2004.htm
- 73) 전설의 아자방, 국가문화유산종합정보서비스,
http://www.heritage.go.kr/sch/p_kwd_search/cgi/new_frame.cgi
- 74) 칠불사 아자방 굴뚝, <http://www.dongjeong.com/chilbuls.htm>
- 75) 여러 양식의 고래, http://www.interior123.com/2004/gudul/g_data_01/gudul.htm
- 76) 온돌 단면, 김갑식 기자, 온돌은 최고의 건강 난방, 동아일보 2005년 1월 20일 인터넷판,
<http://www.donga.com/fbin/output?f=jws&n=200501200173&main=1>
- 77) 자료출처, 최서국, 온돌의 열효율 특성, 한국민속문화의 탐구, 국립민속박물관, 1996.
- 78) 온돌 전개도, http://www.interior123.com/2004/gudul/g_data_01/gudul.htm
- 79) 오늘날의 온수 온돌, http://www.woojinondol.com/ondol03_01.html

- 80) 자료출처, <http://www.daewoneng.co.kr/xls/A-1.htm>
- 81) 조족동의 구조, 한양대학교 박물관 소장, 국가문화유산종합정보서비스,
http://www.heritage.go.kr/sch/p_kwd_search/cgi/new_frame.cgi
- 82) 옹기, 미력옹기, <http://www.ongki.com>
- 83) 옹기의 편광사진, 효당요, <http://hodangyo.hihome.com/hodangyo-1-70.html>
- 84) 캔김치, 연합뉴스, 2004년도 12월 1일자 인터넷판,
<http://www.yonhapnews.co.kr/news/20041201/100300000020041201055025K8.html>
- 85) 누룩던기, <http://www.songroju.net/information01.html>
- 86) 술담그기, 문화재청, 국가문화유산 종합서비스,
http://www.heritage.go.kr/sch/p_kwd_search/cgi/new_frame.cgi
- 87) 화염사의 맷돌, 화염사지, 국가문화유산 종합서비스,
http://www.heritage.go.kr/sch/p_kwd_search/cgi/new_frame.cgi
- 88) 현무암 맷돌, 목아불교박물관 소장, 국가문화유산 종합서비스,
http://www.heritage.go.kr/sch/p_kwd_search/cgi/new_frame.cgi
- 89) 소주의 종류, <http://choho.com.ne.kr/nabi/wine6011.html>
- 90) 분별종류, <http://dragon.seowon.ac.kr/~bioedu/wbi/Html/hc02.htm>
- 91) 소주고리 단편도, 과학동아 2000년 5월호, 교실을 국립민속박물관으로 옮겨보자.
- 92) 정유공장, LG 칼텍스 정유, http://www.lgcaltex.co.kr/public/pub_04_001.html#
- 93) 여러 탄소 사진, <http://www.tacticalaircleaners.com/carbon.htm>
- 94) 활성탄소 표면에 작용하는 힘,
<http://www.usace.army.mil/inet/usace-docs/design-guides/dg1110-1-2/chap2.pdf>
- 95) 탄소나노튜브, <http://plaza.snu.ac.kr/~nanotube/index.htm>
- 96) 제대혈 보관, <http://www.babycell.com/program/5c.asp>
- 97) 붓 제작 과정, 문화재청, 국가문화유산종합정보 서비스
http://www.heritage.go.kr/sch/p_kwd_search/cgi/new_frame.cgi
- 98) 벼루돌 켜기, http://www.lg.co.kr/h_lg/tree/200211/our05.html
- 99) 벼루 조각하기, <http://www.pabal21.com/news/read.php?idxno=19&rsec=MAIN>
- 100) 암행어사의 활일, 비국조목,
http://soback.kornet21.net/~jinfilm/inspection/auditor_duty.html
- 101) 단소, 인천시립박물관, 국가문화유산 종합정보서비스,
http://www.heritage.go.kr/sch/p_kwd_search/cgi/new_frame.cgi
- 102) 리코오더의 취구, <http://www.angelco.com/>
- 103) 향피리, 경북대학교 박물관, 국가문화유산 종합정보서비스,
http://www.heritage.go.kr/sch/p_kwd_search/cgi/new_frame.cgi
- 104) 갈대 리드, <http://www.bassoon.co.kr/fg-cane.htm>
- 105) 단소부는 법, <http://www.cyberkukak.com/stoty3.html>
- 106) 가야금 공명통, http://www.xn--299ai6573a.com/made_03.htm
- 107) 장구의 궁편, 국립국악원, <http://www.ncktpa.go.kr:8080/html/jsp/kookac/index.jsp>
- 108) 장구의 채편, 국립국악원, <http://www.ncktpa.go.kr:8080/html/jsp/kookac/index.jsp>
- 109) 가야금의 옆면, 국립국악원, <http://www.ncktpa.go.kr:8080/html/jsp/kookac/index.jsp>
- 110) 실험장면 촬영: 김현정, 하형구 (서울대학교 물리교육과 음향물리교육연구실)



오른 쪽의 사진은 국립 민속박물관의 제3전시실에 있는 전시물이다. 무엇에 사용하던 물건일까? 또한 각 부분의 역할은 무엇일까?



“국립민속박물관 과학탐방지도자료”

-한국 민속 문화 속의 과학을 찾아-

연구 개발

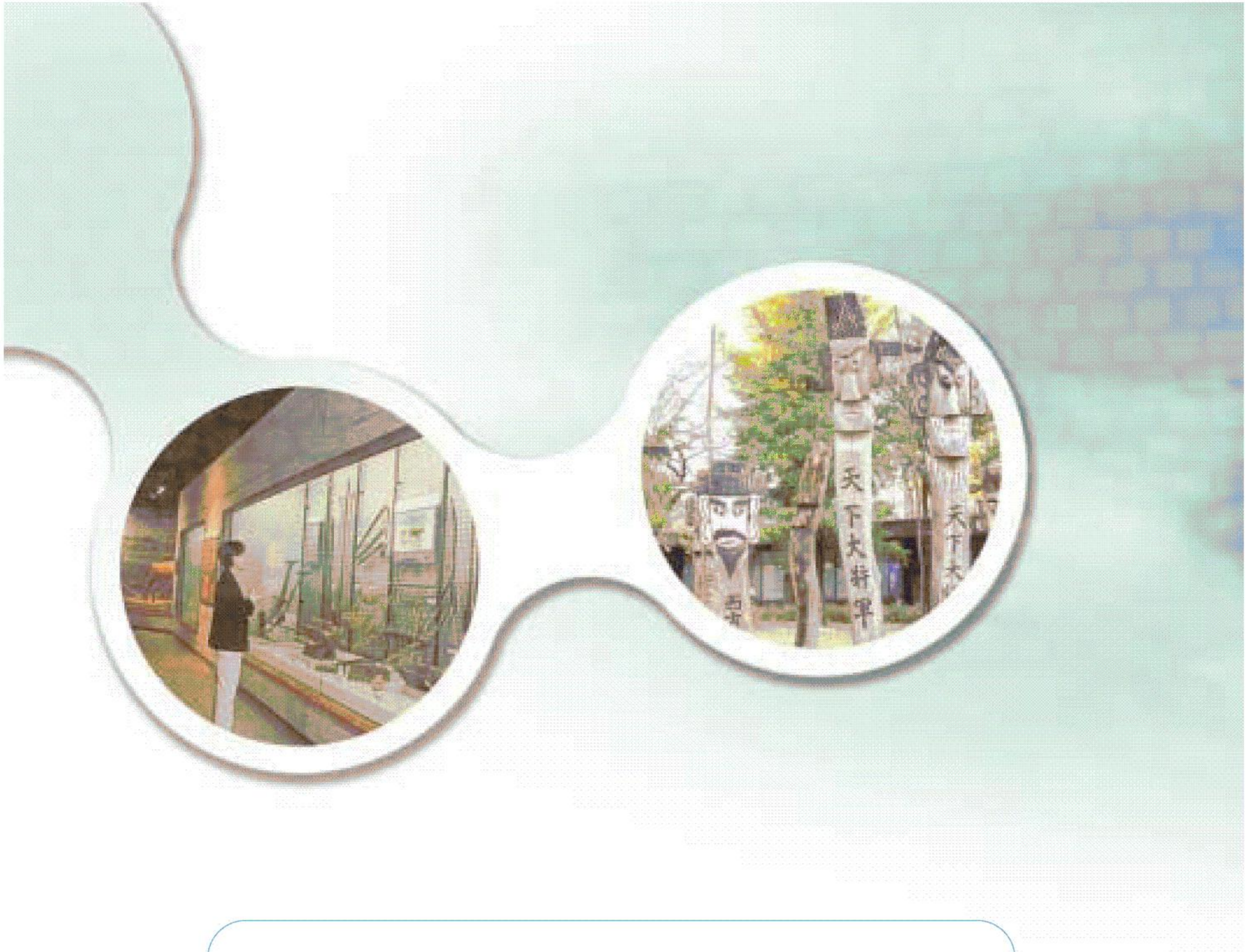
유준희 (서울대학교 사범대학 물리교육과 교수) yoo@snu.ac.kr

주관 기관

서울대학교 과학교육연구소 (소장 이성묵 교수) sungmuk@snu.ac.kr

지원 기관

교육인적자원부 (과학실업교육정책과 김종관 과장) ckimc@moe.go.kr



서울대학교 과학교육연구소