

탐구수업 지도자료

- 학 년 고등학교 1학년
- 단 원 이제는, 우리 모두가 환경을 생각할 때
- 소 단 원 5장 생물 농축
- 제 목 도입
- 대표 저자 박종석(경북대학교)
- 공동 저자 김수정(경북대학교)
김영신(경북대학교)
임성민(대구대학교)
정 철(대구대학교)

이 자료는 서울대학교 과학교육연구소가 교육인적자원부의 과학교육연구기관으로 지정받아 수행하고 있는 「탐구·실험 중심의 과학교육 활성화를 위한 연구개발 사업」의 일환으로 개발되었습니다.



서울대학교 과학교육연구소

Seoul National University Science Education Research Center

제 2 부

고1 『환경』 단원 탐구 활동



제 5 장 생물 농축

제 6 장 산성비

제 7 장 온실 효과

제 8 장 소음





제 5 장

「생물 농축」 탐구 활동



배경지식 넓이기

인간은 필요에 따라 여러 가지 화학 물질을 사용한다. 이들 중에는 효과가 아주 뛰어나 개발 당시에는 널리 사용되었으나 생물체에 해롭다는 사실이 밝혀지면서 사용이 중단된 물질이 있다. DDT는 유기합성 살충제이고 지방에 잘 용해되므로 생물의 조직 내에 축적될 수 있다. 이러한 생물 농축으로 인해 비분해성이거나 매우 느리게 분해되는 물질은 먹이 연쇄의 보다 높은 영양 단계의 생물 조직에 더욱더 많이 축적된다. 소비자가 일생동안 먹는 생물에 농축된 DDT의 대부분은 소비자 자신의 조직에 쌓이게 된다. DDT는 대사작용을 교란시킨다.

생물농축의 부작용은 DDT를 사용한 곳에서 멀리 떨어진 서식지에서도 나타났으며, 사용 후 상당 기간이 지난 다음에도 나타났다. 가장 피해가 컸던 것은 북미산 흰머리 독수리나 갈색 펠리컨, 송골매와 먹이 연쇄의 꼭대기에 있는 다른 육식동물들이었다. 구체적인 예로는 새들은 깨지기 쉬운 알을 낳고, 많은 새의 배아는 부화조차 하지 못하게 되어 어떤 종은 멸종 위기에 처하기도 하였다.

DDT외에도 생물 농축을 일으키는 물질로는 PCB(폴리염화비닐, polychlorinated biphenyl), 납, 수은, 크롬, 카드뮴과 내분비 교란물질 등이 있다. PCB는 동물에서 호르몬과 유사한 합성 화학 물질이며, 1930년대 이후 전기 변압기의 전기 절연물질로 사용되어 왔다. PCB는 미국 오대호에서 보고되었다. PCB는 생식 주기의 변화, 태아의 체중 증가나 감소, 면역계 반응의 부진, 배아의 사망률 증가, 인지력의 손상 등에 영향을 주었다. 1950년대 일본의 미나마타 지역에서 수은 중독으로 인해 143명이 사망하였으며, 수백 명이 신체장애를 일으켰다.

DDT뿐만 아니라 가축의 성장촉진 호르몬인 BST는 젖소에 주사하여 우유의 생산량을 증대시키고 있다. 그러나 BST를 이용하여 얻은 우유에 BST 성분이 함유되어 있어 그 안전성에 대한 논란이 일어나고 있다.



주제의 개관

인류는 오랫동안 자연과 조화를 유지하며 생활해 왔다. 과학 기술의 발달을 통한 각종 산업의 발달은 우리의 일상생활을 편리하고 윤택하게 만들었다. 그러나 인구의 증가로 자연자원의 고갈, 환경 파괴, 환경오염 등의 부작용을 낳게 되었다. 이러한 문제는 이제 어느 한 지역, 어느 한 나라에만 국한된 것이 아니고 전 세계적인 문제로 확대되고 있으며, 지구 생태계의 안전을 위협하고 있다.



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소

자연계 내의 물질들은 생태계 내에서 끊임없이 변화되며 순환한다. 물질들은 먹이 연쇄를 통하여 생물체 내로 들어오는데, 대부분의 물질들은 생물체 내에서 분해되거나 몸 밖으로 배출된다. 그러나 중금속이나 농약과 같은 물질들은 자연계에서 쉽게 분해되지 않는다. 또한 이러한 물질은 생물체에 들어오면 잘 분해되지 않고 배출되지도 않는다. 이처럼 생물이 어떤 화학물질을 먹이 연쇄를 따라 더 높은 농도로 체내에 축적하는 현상을 생물농축이라고 한다.

생물농축을 일으키는 물질인 수은, 카드뮴, 납과 같은 중금속 그리고 농약에 사용되었던 DDT 등이 있다. 수은은 체내의 특정 부위와 강력하게 결합하기 때문에 물에 잘 녹아도 농축을 일으킨다. 지방에 녹는 물질들은 체내에 쉽게 흡수되어 지방 조직에 축적된다. 중금속을 제외한 DDT와 같은 대부분의 환경 오염물질들은 지용성이기 때문에 체내에 농축된다. 이와 같은 생물농축이 어떻게 일어나며, 생물농축을 일으키는 물질과 그 피해와 생물농축을 방지할 수 있는 방안을 알아보고자 한다.



 **읽을거리**

PCB의 생물농축

생물농축은 DDT와 같이 농업에 사용되는 화학 물질에 의해서만 일어나는 것은 아니다. PCB는 방화 재료, 윤활유, 절연체, 인쇄 잉크 등을 만드는 데 널리 사용되는 독성이 매우 강한 유기 화학 물질로서 불에 타지 않고 열에 안정하여 이것을 사용한 제품을 태울 때 대기 중으로 나온다. 대기 중의 PCB는 빗물에 섞여 토양이나 하천 등으로 흘러간다.

1970년대 초부터 미국과 캐나다에서 PCB로 오염된 지역의 재갈매기를 조사한 결과 알 속에 PCB가 농축되어 있다는 사실이 밝혀졌다. 또한, PCB의 사용이 금지된 후에 그 농축 정도가 감소되는 경향을 보였지만, 이로 인한 생물 농축의 피해는 계속 관찰되고 있다. PCB는 동물의 체내에 들어가면 분해되거나 배설되지 않고 주로 지방 조직에 축적된다. 사람이 PCB에 중독되면 위장 장애, 피부의 흑화, 근육 마비, 신경 장애 등이 나타난다. PAH도 석탄이나 석유를 태우거나 담배를 피울 때 나오는 환경오염 물질로서 염색체에 돌연변이를 일으킬 수 있다.



[바다 생물에서 PCB와 PHA의 오염 정도]

구분	갑각류	어류	조류	포유류
PCB	0.03~7.7	0.44~7.3	0.4~340	1~800
PHA	0.1~60	0.01~0.1	조사되지 않음	조사되지 않음

출처 : Toxicology of Aquatic Pollution, 1996





학습 목표

1. 지식

- ① 생물 농축의 과정을 먹이 연쇄와 관련하여 설명할 수 있다.
- ② 생물 농축의 피해로 먹이 연쇄의 평형이 파괴되는 과정을 말할 수 있다.
- ③ 생물 농축을 일으키는 물질의 종류와 그 특성을 설명할 수 있다.
- ④ 생물 농축을 예방하기 위한 방법을 다양하게 표현할 수 있다.

2. 탐구

- ① 생물체에 들어있는 생물농축 물질의 농도를 그래프를 이용하여 나타낼 수 있다.
- ② 생물 농축을 일으키는 물질의 종류와 피해를 조사하고 그 증거를 제시할 수 있다.

3. 태도

- ① 생물 농축에 의한 피해 사례조사를 통하여 그 심각성을 깨닫고 생물 농축에 의한 환경오염에 지속적인 관심을 갖는다.



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소



탐구활동을 위한 안내

1. 탐구활동 목록

	제 목	분 류 [성격/ 수준/ 장소]	기 타
활동1	생물농축이 일어나는 원리는?	실험/ 일반/ 실험실	새 탐구
활동2	가축의 성장촉진 호르몬사용을 금지시켜야 하는가?	토의/ 일반/ 교 실	새 탐구
활동3	신문기사 쓰기	논술/ 일반/ 교 실	새 탐구



서울대학교
과학교육연구소

2. 선정 이유

- 활동 1.** 조별로 모의실험을 통하여 종이컵의 크기가 커지면서 구슬의 수가 어떻게 변화되어 가는지를 알아본다. 이 실험을 통하여 분해되지도 않고 배출되지 않는 물질이 농축되는 과정을 이해하는 활동이다.
- 활동 2.** 조별로 주어진 토의 자료를 통하여 다른 사람이 제시한 의견에 대해 과학적이고 논리적인 비판을 할 수 있는 기회를 갖는다. 또한, 생물 농축과 연관된 사회적 이슈가 될 수 있는 문제를 긍정적인 면과 부정적인 면 모두를 검토한 후 합리적인 의사결정을 할 수 있는 기회를 제공한다.
- 활동 3.** 우리 고장의 환경을 보호하기 위한 기사를 작성하는 활동을 한다. 기사는 과학적인 방법과 과학적 증거에 기초하여 자신의 의견을 주장할 수 있는 기회를 갖도록 한다.



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소