

농어촌 지역 인문계 고등학교 생물 교육과정의 연구 및 개발*

조 희 형

(강원대학교 사범대학 과학교육과)

(1992년 9월 30일 받음)

I. 서 언

우리 나라의 현행 과학 교육과정(교육부, 1988)이 인간중심 교육사상을 표방하고 있지만 그 내용과 그에 바탕하여 개발된 각급 학교의 과학 교과서를 분석해 볼 때 그것들이 실제로는 학문중심의 교육사상을 초월하지 못하고 있음을 알 수 있다. 과학과의 교육과정이 대개 과학적 개념, 법칙, 이론 등 과학지식 체계를 이루는 핵심적 내용들로 선정·조직되어 있으며 과학 교과서들 또한 그런 내용과 학문적 소재 및 그와 관련된 실험·실습 주제로 구성되어 있다. 지금까지 우리 나라의 교육과정이 다섯 번이나 개정되거나 수정되었지만 이 점에서 볼 때는 우리나라의 과학 교육과정과 그에 따른 각 종의 과학 교과서에 본질적인 변화가 없었다고 말할 수도 있겠다.

오늘날의 과학교육자들이 의미하는 과학의 교육과정은 학습지도 내용과 방법을 다루는(Mayer, 1978) 일종의 과학교육의 수단으로서 특히 우리 나라에서

는 각급 학교에서 사용되는 각종의 과학 교과서를 개발하는 준거와 지침이 되고 있다. 한편 과학 교과서는 학습자와 과학교사 모두에게 유용하고 실제적인 학습지도 자료로서 과학교사들에게는 가르칠 내용과 방법을, 학생들에게는 그들이 학교에서 배워야 할 과학지식의 구조와 과학적 경험을 제공하는 기능을 한다(Abruscato, 1988). 그런데 과학의 교육과정과 교과서가 이와 같은 기능적 특성을 지니고 있다고 하는 말은 과학의 학습지도 자료가 학습자의 특성에 맞추어 개발되어야 함을 시사한다.

학습자의 특성이 관점에 따라서 여러 가지의 형태와 내용으로 나누어 논의될 수 있겠으나(Trowbridge & Bybee, 1986) 특별히 과학의 학습지도와 관련해서는 학습자들이 가지고 있는 관심 또는 흥미와 그들의 인지적 발달 수준이 가장 중요시되고 있다. 한편 학습자의 특성은 어느 것이나 과학론 및 인식론과 학습론에 의해서 결정되며, 그 타당성도 그것들에 의해서 정당화된다. 현대의 인식론자들은 과학이 객

* 이 논문은 1991년도 교육부 지원 한국학술진흥재단의 자유공모(지방대학육성)과제 학술연구조성비에 의하여 연구되었음

관적 특성을 지니며 과학지식은 진리의 체계라고 보는 전통적 인식론의 관점을 거부하고 과학이란 일종의 사회적 활동을 통해서 이루어지며, 과학지식 또한 그런 과정을 통해서 구성된다고 본다(Ziman, 1984 ; Fuller et al., 1989). 이런 현대의 인식론적 관점을 근거로 현대의 심리학자들도 학습을 학습자가 가지고 있는 인지구조의 변화로 보고(Ausubel et al., 1978), 그런 변화는 사회적 활동 및 과정을 통해서 일어난다고 주장한다. 오늘날의 과학교육학자들은 이와 같은 인식론적, 심리학적 관점을 바탕으로 전통적인 것과는 전혀 다른 새로운 의미의 학습론을 제시한다. 그들은 학습을 일컬어 학습자가 이미 가지고 있는 선행지식과 자연의 제반 현상 또는 학습지도 자료와의 상호작용을 통한 의미의 구성(Driver, 1983), 선행지식의 변화(West & Pines, 1986), 선행개념의 대체 또는 교환(Nussbaum & Novick, 1982) 등이라고 한다. 이는 과학의 학습에는 학습자들의 능동적인 참여가 요구되며, 학습지도 자료는 반드시 학습자에게 관련성이 있는 내용과 소재로 구성되어야 함을 시사한다.

현대의 과학교육학자 및 과학교사들은 학습자들에게 관련성이 있는 학습지도 자료란 학습자들의 인지 발달 수준에 적절하고, 학습자들이 쉽게 경험할 수 있는 내용과 소재로 구성되어 있는 자료라고 본다(Trowbridge & Bybee, 1986). 이에 따라서 오늘날의 과학교육학계에서는 생활주변과 STS로부터 선정된 내용과 소재로 조직된 교육과정 및 학습지도 자료를 개발하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다(Solomon, 1987 ; Bybee, 1987). 그러나 우리 나라의 현행 과학 교육과정과 과학 교과서 및 학습지도 자료는 이러한 변화에 충분히 부응하지 못하고 있는 실정인데, 이는 곧 각급 학교의 과학교육 현장에서 이른바 "바람직한" 과학교육을 수행할 때 드러나는 문제점의 원인이 되고 있다. 이런 문제가 도시 지역의 학교보다는 읍·면 지역에 소재한 인문계 고등학교의 과학교육 현장에서는 더욱 심각한 당면 과제로 대두되고 있다.

강원도의 시골지역 인문계 고등학교에서는 평균적으로 학급당 1~2명 정도의 학생들만이 4년제 대학에 진학한다. 물론 대다수의 학생들(75%)이 대학에 진학할 것을 희망하지만(강원도 교육청, 1991) 여러 가지의 여건상 그러하지 못하는 형편이다. 이런 현

실적 상황 때문에 그들 대부분이 과학의 학습에 흥미를 잃거나 그 필요성조차도 인식하지 못하고 있는 실정이다(권희진 등, 1992). 그러나 그들은 머지 않아서 자신들의 의지와는 상관없이 정보화 시대 및 고도로 발달된 과학기술 사회에서 살게 될 것이며, 그만큼 과학교육을 절실하게 필요로 할 수밖에 없을 것이다. 현재의 교육제도상의 여건에 비추어 볼 때 그들의 장래에 소용될 과학지식을 제공하고 과학적 활동을 경험하게 할 수 있는 가장 효과적인 방법과 수단은 현장의 과학교사들이 보편적으로 사용하고 있는 학습지도 전략과 자료라고 하겠다. 그러므로 이 연구는 인간중심 교육사상에 입각하여 강원도의 농어촌 지역에 소재한 인문계 고등학생들이 흥미와 즐거움을 갖고 생물을 학습할 수 있는 교육과정과 학습지도 방법 및 자료를 개발하는 데 일차적인 목적을 두었다.

II. 연구 방법 및 내용

이 연구는 문헌조사, 설문지 조사, 학습지도 자료의 개발과 그 적용 및 평가 등의 방법과 절차에 따라 수행하였다. 문헌조사는 주로 생물의 학습에 관한 선행연구를 분석하기 위해 수행하였으며, 설문지는 강원도 농어촌 지역의 생물 학습지도 실태와 이 연구에서 개발한 학습지도 자료의 효과를 확인하기 위한 조사에 이용하였다. 이 연구가 수행되는 과정에서 특별히 생물 교육과정, 학습지도 자료, 평가 문항, 태도 조사지 등의 개발에는 본 연구자 외에 4명의 고등학교 생물교사들이 적극적으로 참여하였다.

1. 문헌조사

이 연구에서는 먼저 문헌조사를 통해서 현대의 생물학적 지식의 구조를 분석하고 그것을 골간으로 하여 고등학교 생물 교육과정 내용을 선정하기 위한 바탕을 마련하였다. 생물 교육과정 내용은 멀지 않은 장래의 정보화 시대 및 과학기술 사회를 조망하고, 모든 농어촌 지역의 인문계 고등학생들이 그런 시대의 사회적 상황을 원만히 대처하는 데 필요하다고 생각되는 핵심적 개념 및 이론과 그 체계로 이루어진 교수요목의 형태로 구성했다. 한편 교수요목에 포함된 내용은 현대의 인식론적, 심리학적 관점과 과학교육학적 사상의 조류를 준거로 삼아 특별히 농

어촌 지역 인문계 고등학생들의 흥미와 관심을 끌 수 있는 내용과 소재 및 주제를 이용할 수 있도록 조직하였다.

2. 설문지 조사

설문지는 본 연구자 및 이 연구에 자발적으로 참여한 4명의 생물교사들에 의해 학생용과 생물교사사용으로 나누어 개발했으며, 그 용도에 상관없이 모두 강원도의 농어촌 지역에 소재한 인문계 고등학교의 생물교육 실태를 파악하기 위한 문항으로 구성했다. 학생용 설문지는 남자 고등학교 3개교, 여자 고등학교 3개교, 그리고 남녀공학 고등학교 4개교를 선정하고 각 학교마다 교사의 임의대로 2개반을 선정하여 투입하도록 하였다. 한편 교사용 설문지는 학생용 설문지를 보낸 10개교의 생물교사가 응답하도록 하였다. 학생용 설문지는 880매, 교사용 설문지는 10매를 우송하였으며, 회수율은 각각 100%와 90%였다. 이 설문지 조사 결과는 특별히 한 교육대학원생의 석사학위 논문(권용원, 1992)에도 이용하도록 계획하였기 때문에, 이 설문지의 개발, 우송, 분석에 그 학생이 주도적인 역할을 담당하였다.

3. 학습지도 자료의 개발 및 평가

학습지도 자료는 이 연구에서 개발한 고등학교 생물 교육과정의 효과를 검증하고 현재 전세계적으로 과학교육학자들의 관심을 끌고 있는 학습지도 방법과 과정의 효율성을 확인하기 위한 수단으로 개발하였다. 이를 위해 고등학교 과학 I(상)에 포함된 「생물의 영양」 단원의 일부인 「영양」에 관하여 4시간의 수업을 통해서 다룰 수 있도록 개발했다. 특별히 이 주제를 선택한 이유는 생물의 영양에 관한 개념이 각급 학교의 생물교육 현장에서 대단히 중요시 되고는 있지만(조희형, 1985), 많은 수의 학생들이 그것의 본질적 특성을 이해하는 데 어려움을 겪거나(CLISP, 1987) 그 의미를 잘못 알고 있는 경우가 드물지 않기 때문이다(Roth, 1983). 이 개념에 관한 학습지도 자료가 고등학교 생물교육 현장에서 실용적이고 효과적으로 적용될 수 있도록 하기 위하여 참여 교사들의 의견을 가능한 많이 반영하였다.

이 연구에서 개발한 학습지도 자료의 효과는 고등학교의 생물 학습지도 현장에 투입하여 「영양」개념

에 관한 학습의 성취도 검사와 생물 및 과학의 학습에 관한 태도의 조사를 통해서 확인하였다. 학습지도 자료는 이 연구에 참여한 4명의 고등학교 생물교사가 각자 자신의 학교에서 투입·적용하였다.

학습지도 자료의 효과를 검증하기 위한 성취도 검사는 학습지도 자료를 투입하기 약 일주일 전과 수업이 끝난 직후의 다음 생물 시간에 실시하였으며 33개의 문항으로 구성된 동일한 검사지를 사용하였다. 한편 생물 및 과학의 학습에 관한 태도의 조사는 학습지도 자료를 이용한 학급에만 투입했으며 대입준비에 있어서의 수업 방식의 효율성, 수업내용의 적절성, 전통적인 과학 학습지도 내용 및 방법과의 차이 등을 묻는 10개의 문항으로 구성했다.

Ⅲ. 연구 결과

학습지도 자료는 그 내용이 현대의 생물학적 지식 체계의 범위를 벗어나거나 지나치게 단편적인 지식에 한정되지 않도록 하기 위해 국내에서 현재 사용되고 있는 각급 학교 생물 교과서들은 물론 외국의 교재들도 포함시켜 분석하고 그 결과를 바탕으로 개발하였다. 또한 생물교육에 관하여 학생들이 갖고 있는 관심 정도를 파악하기 위해 설문조사도 실시하였다. 이 절에서는 이 연구의 결과를 고등학교 생물 교육과정, 생물 학습지도 실태, 학습지도 자료 개발, 학습지도 자료의 효과 등으로 나누어 논의한다.

1. 고등학교 생물 교육과정

과학 또는 생물의 교육과정이 연구자들에 따라 여러 가지의 의미로 정의되거나 해석되고 있지만(이규석, 1992), 어떤 의미로 정의될지라도 그것에는 반드시 지식 또는 내용이 포함되어 있다. 이 연구에서는 이처럼 특별히 지식이 강조되는 현실적 상황과 더불어 우리 나라의 교육적 여건과 교육제도상의 필요성 즉 입시위주로 학습지도되고 있는 실정을 참작하여 생물 교육과정을 현대의 생물학 지식체계를 이루는 핵심적 개념 또는 교수요목의 나열로 정의한다. 그러나 교육과정을 이런 의미로 불지라도 그것이 국가마다, 또는 연구기관마다 서로 다른 체제와 내용으로 구성되어 다양한 형태로 제시되고 있음을 알 수 있다. 특히 생물 교육과정의 내용은 도달 목표의 형태로 제시되거나(DES, 1989), 포괄적인 영역(AAAS,

1989) 또는 주요한 주제(theme)를 체계적으로 나열하여(Mayer, 1978) 제시되기도 한다. 교육과정이 이런 형태로 제시될 경우 각급 학교의 학습지도 현장에서 과학교사들의 자율적 운영을 허용하는 장점이 있겠으나 그들이 유용하게 적용할 수 있는 실질적인 증거는 되지 못하는 단점도 지닌다. 이 때문에 생물 교육과정의 내용이 보다 구체적인 개념의 나열로 제시되는 경우도 있다(교육부, 1992; Ingle & Jennings, 1981). 그러나 이런 경우의 교육과정도 장점과 더불어 문제점이 없는 것은 아니다. 주요 개념들이 세부적으로 나열된 교육과정은 과학교사들이 가르쳐야 할 내용을 어느 형태에서 보더라도 구체적으로 제시하는 특성은 지니고 있으나 현대의 인식론과 학습 심리학적 관점에 의해서는 그 타당성이 의문시되는 문제점을 안고 있다.

오늘날 과학적 정보는 10년이 채 안되어 배증되며(Hurd, 1971), 그에 따라서 생물학의 분야만도 약 20,000여 영역으로 나누어지고 있다(Hurd, 1989). 또한 과학과 과학적 기술의 상승적 상호작용에 의해서 오늘날의 사회가 획기적으로 변화되고 있으며, 과학-과학적 기술-사회의 관계는 앞으로 더욱 밀접한 종합적 관계를 이룰 것이다. 이러한 정보화 시대 및 과학기술 사회에서는 새로운 생물학의 정신 또는 풍토(ethos)가 조성됨으로써 각급 학교의 생물교육 현장에서는 새로운 생물교육의 목적도 요구될 것이다. 특히 중·고등학교의 생물교육을 통한 생물학 지식의 획득이 단편적인 수준에 머무를 수밖에 없을 뿐만 아니라 생물학적 정보 및 지식의 생성이 지엽적인 문제일 수밖에 없을 수도 있을 것이다. 즉 앞으로는 생물학적 지식과 정보의 이용이 그 생성 못지 않게 또는 그 이상으로 중요시 될 것이며, 과학과 과학적 기술에 의해서 야기된 인류의 생존을 위협하는 문제의 해결이 생물교육의 절박한 당면 과제로 제기될 수도 있을 것이다.

오늘날의 과학교육학자들은 미래 사회를 이와 같이 조망하고 이것을 바탕으로 새로운 의미의 과학교육 목적과 교육과정의 개발에 관한 연구를 활발하게 진행하고 있다. 이들에 의한 과학교육 연구의 결과들은 대체로 과학교육의 목적을 지식의 획득 및 탐구력의 배양과 같은 과학의 본질에 대한 이해보다는 과학 및 과학적 기술과 사회의 관계에 대한 이해와 아울러 인류의 생존 및 번영과 관련된 문제의 해결

에 두어야 한다고 강조한다. 이에 따라서 현재의 과학교육학계에서는 새로운 내용으로 구성된 과학 교육과정이 다양한 형태로 제안되고 있다. 예컨대 미국의 과학진흥연합회(AAAS, 1989)는 과학교육의 궁극적인 목적을 과학적 소양(scientific literacy)의 함양에 두고, 이 목적을 달성하기 위한 생물 교육과정의 내용에 생명의 다양성, 유전, 세포의 구조와 기능, 생물과 환경의 상호작용, 물질과 에너지의 흐름, 생물의 진화 등 전통적인 의미의 생물학적 지식을 이루는 여섯 가지의 핵심적 구성요소와 인간과 다른 생물 및 환경과의 관계 즉 인간의 본성, 생활 주기(life cycle), 기본 기능, 학습, 신체적 건강, 정신적 건강 등의 주제가 포함되어야 한다고 주장한다. 과학교육의 목적과 그에 따라 구성되는 생물 교육과정에 관한 이와 같은 AAAS의 주장은 전통적인 생물 교육과정의 범위와 내용이 축소되어야 하며 현재의 과학 및 과학교육학계에서 강조되고 있는 STS의 교육이 필연적임을 함의한다. 이런 견해는 영국의 국가교육과정(DES, 1989)에도 그대로 반영되어 있다. 영국의 국가교육과정은 특별히 생물 교육과정의 범위와 내용을 대폭 축소하고 그 대신에 과학 및 과학적 기술과 관련된 사회적 문제점을 과거 어느 때보다도 더욱 중요시하고 있다.

이 연구에서는 과학의 교육과정 및 목표에 관한 연구의 이와 같은 세계적인 경향과 과학교육학의 사상적 조류에 맞추어 고등학교 생물교육 과정의 내용을 <표 1>과 같이 제안한다. <표 1>에서 교육과정의 내용을 이루는 개념체계는 미국의 BSCS, 영국의 Nuffield Biology 등을 포함한 수종의 고등학교 생물 교과서와 Biology(Kimball, 1983), Life(Beck et al., 1991) 등과 같은 대학생을 위한 생물학 교과서, 그리고 생물 교육과정에 관한 최근의 연구 결과(조희형, 1985) 등을 조사·분석하고 그 결과에 기초하여 선정·조직하였다. <표 1>의 생물교육과정 내용은 또한 모든 고등학생들이 반드시 이수해야 할 것으로 판단되는 개념들로 구성하였다.

<표 1>에 제시된 바와 같이 이 연구에서는 현재의 과학교육학계에서 강조되고 있는 인식론적 조류와 교육적 현실에 맞추어 생물학적 지식의 주요한 개념들로 이루어진 생물 교육과정을 제시했다. 이 교육과정은 특히 생활주변의 생물학적 문제와 STS의 소재를 이용하여 생물을 학습지도할 수 있도록 구성했

다. 이 교육과정은 또한 생물 학습지도 현장에서 융통성있게 적용될 수 있도록 포괄적이고 일반적인 개념들만 나열했으며 관련 실험 주제와 활동은 각 학

교의 실험 여건과 지역적 특성에 따라 다양한 방법과 절차에 따라 이루어질 수 있도록 의도적으로 제외하였다.

(표 1) 농어촌 인문계 고등학교 생물 교육과정

주요개념	사회적 문제	세부적 내용
생물학의 본성 생물의 특성 생물학 지식의 성격과 생물 탐구법 생물학과 과학적 기술 및 사회 생물학의 발달	생물학과 사회, 생명(유전)공학	생물과 무생물의 특징 및 차이 생물학 지식의 특성, 생물학의 탐구 방법 및 과정 생물학이 과학적 기술과 사회에 미치는 영향, 사회가 생물학의 발달에 미치는 영향 생명관의 발달, 현대 생물학의 특성
생물의 기본 구조와 기능 생물체의 구성물질 세포의 구조와 기능 대사작용 및 에너지 전환	평균신장과 체중의 증가 질병의 원인, 식중독 공기의 오염	원자, 분자, 탄수화물, 단백질, 지질 세포의 구조적 특성, 기능적 특성, 세포내 소기관 광합성, 세포호흡
항상성 및 조절 혈액의 특성과 기능 내부환경 조절 반응과 조정 행동	백혈병, AIDS 영양 실조, 흡연과 폐암 고엽제, 최루탄 학습	혈액 구조와 종류, 면역, 순환 기관 생물의 영양, 소화계, 수송계, 배설계 분비계, 신경계, 근육과 골격 식물의 행동, 동물의 행동
생명체의 연속성 세포 분열 생식과 발생 분화와 발달 유전학	암세포 성문체 세포융합, 포마토 유전병	생식세포의 특성과 분열, 체세포 분열 동·식물의 생식과 발생, 사람의 생식과 발생 동·식물의 분화와 발달 멘델의 유전법칙, 염색체설, 유전자설, 사람의 유전
생물의 다양성과 환경 생물의 분류 생물의 진화 생물의 생태 인간과 자연	창조설과 진화설 생태계 파괴, 환경오염 자원고갈	분류의 원리, 분류 체계 진화설의 발달, 다윈의 진화설 개체군, 군집, 생태계 자연의 개발과 보존, 인구증가, 식량문제

2. 생물 학습지도 실태

강원도의 농어촌 지역에 소재하고 있는 인문계 고등학교의 생물교육 실태는 대학진학의 희망여부, 생물 과목에 대한 흥미도, 생물학적 지식을 이해할 수 있는 정도, 생물 과목의 유용성, 생물 수업의 방식, 졸업 후의 진로 등과 같은 포괄적인 영역으로 나누어 조사했다. 조사대상 학생들 중 많은 수의 학생들(65%)과 그들의 부모들(76%)이 대학의 진학을 희망했으나, 그들 중 적지 않은 수의 학생들(39%)이 대학에 합격할 자신이 없다고 대답했다. 한편 대학에 가지 않겠다고 대답한 학생들 중에서 가장 많은 수의 학생들(57%)이 실력이 부족해서라고 그 이유를 말했다.

생물이 앞으로 살아가는 데 필요한 과목인가에 관해서는 대체로 많은 수의 학생들(64%)이 그럴 것이라고 대답하였지만 대학입시를 준비하는 데 있어서는

비교적 적은 수의 학생들(21%)만이 적절하다고 응답했다. 더욱이 대다수의 학생들(71%)은 학교에서 배우는 생물이 취직 시험에는 거의 소용되지 않을 것이라고 대답했다. 이는 곧 농어촌 지역의 인문계 고등학생들이 생물을 배울 필요가 있는 과목으로는 인정하면서도 대학진학이나 취업에는 그다지 유용하지 않는 과목으로 생각하고 있음을 보인다.

한편 과학과목의 선호도는 생물(50%), 지구과학(30%), 물리(11%), 화학(9%)의 순이었다. 이것은 그들의 생물과 관련된 주변 문제에 가장 많은 관심을 가지고 있다(84%)는 사실과도 부합된다. 그러나 약 57%의 학생들은 학교에서 현재 배우고 있는 생물을 이해하기가 어렵다고 대답했다. 그들은 그 이유가 배워야 할 내용이 너무 많아서 대충 다루어지거나(51%) 그러면서도, 한정된 영역에 불과하지만, 너무 깊게 가르쳐지는 데 있다고 본다(19%). 그들 중에서 극히 일부의 학생들(3%)만이 생물수업 시간

에 배운 생물지식을 이용해서 자연의 생물학적 현상을 쉽게 이해할 수 있었다고 대답했다.

많은 수의 학생들(67%)은 생물수업이 주로 생물학 지식을 주입시키기 위한 방식으로 이루어지고 있으며, 약 56% 정도의 학생들은 이런 수업 방식이 대학입시 준비에만 어느 정도 적절할 것이라고 대답했다. 이와 대조적으로 이와 비슷한 비율의 학생들(56%)은 주입식 학습지도가 취업 준비에는 적당하지 않다고 응답했다. 이 점에 관해서는 생물교사들도 대체로 수긍하는 입장을 취했다. 대다수의 생물교사들(78%)은 농어촌 지역의 인문계 고등학생들에게 실용적인 특별한 교육과정이 필요하다고 주장했다. 이보다 더 많은 수의 생물교사들(89%)은 생물 학습지도가 특별히 생활중심의 내용과 소재로 이루어지도록 교육과정이 개정되어야 한다고 강조했다.

이상에서와 같이 많은 수의 농어촌 지역의 인문계 고등학생들이 생물을 배울 필요가 있는 과목으로 취급하면서도 현재의 교육과정과 교과서 내용이 그들의 진학이나 취업에는 도움이 별로 안될 것이라고 생각하였다. 이는 현행 생물 교육과정과 교과서가 그들의 흥미와 관심을 끌지 못하는 주요 원인이 되고 있다. 현행 생물의 교육과정과 교과서가 농어촌 지역의 인문계 고등학생들에게는 특별한 관계가 없으며, 따라서 새로운 내용으로 개정·개편될 필요가 있다는 주장은 대부분의 생물교사들에 의해서도 제기되고 있다. 그들은 생물과목이 농어촌 지역의 인문계 고등학생들에게 관계가 있고 그들의 요구를 만족시키기 위해서는 생활주변에서 쉽게 관찰하거나 경험할 수 있는 주제와 소재로 구성되어야 한다고 강조한다.

3. 학습지도 자료 개발

학습지도 자료는 교육목적을 달성하기 위한 한 가지의 유용한 수단으로서 그 목적과 교육과정 그리고 학습자의 인지발달 수준과 요구를 준거로 하여 개발되는 것이 일반적이다. 교육목적과 교육과정은 학습지도 자료의 내용을 선정·조직하는 준거가 되며, 학습자의 인지발달 수준과 요구는 학습지도 방법과 소재를 결정하는 기준이 되기 때문이다. 그러므로 이 연구에서는 농어촌 지역의 인문계 고등학생들을 위한 교육과정을 먼저 개발하고 그들이 주된 관심을 갖거나 생물교육에 대해 요구하는 바를 확인한 다음 그에 따라 「영양」에 관한 학습지도 자료를 개발했다

(부록 참조).

이 연구에서 개발된 학습지도 자료의 주제로 특별히 「영양」 개념체계를 선택한 이유는 앞에서 지적한 대로 우리 나라는 물론이고 세계의 여러 나라 생물 교육과정에도 반드시 포함되어 있으며 강원도의 농어촌 지역 인문계 고등학생들을 포함한 많은 수의 고등학생들이 이에 대해 오인을 갖고 있어서 학습하는 데 어려움을 겪고 있기 때문이다. 「영양」 개념은 그 자체로 추상적인 특징을 지니지만 그것을 이루는 하위적 개념들의 일부는 구체적인 속성을 띤다. 게다가 이 개념체계는 학생들이 생활주변의 현상 및 문제와 관련하여 쉽게 생각해 볼 수 있는 하위적 개념들로 이루어져 있다. 따라서 이 개념은 농어촌 지역의 고등학생들이 자신들의 생각과 관심에 관계가 있다는 것을 무리없이 느낄 수 있는 주제들 가운데의 하나로 볼 수 있다.

학습지도 자료의 효과는 그 자료의 내용이 지니는 성격에 적절한 학습지도 방법에 의해서 적용될 때 극대화된다. 예컨대 학습자들로 하여금 새로운 개념을 형성케 하기 위해서는 전통적인 개념형성 모형(Renner, 1982)을, 학습자들의 기존 개념을 더욱 세련되게 분화·발달시키기 위해서는 개념조절 모형(West & Pines, 1985)을, 그리고 학습자가 이미 가지고 있는 오인을 과학자의 지식으로 대체시키거나 교환하기 위해서는 개념교환 모형(Nussbaum & Novick, 1983)을 적용해야 한다. 이 연구에서는 학습자가 가지고 있는 개념을 분화시키거나 교환하기 위한 학습지도 모형(조희형 등, 1991)에 따라 학습지도 자료를 개발했다. 학습지도 모형, 수업이 진행되는 절차 또는 학습지도 과정 등은 부록의 학습지도 자료에 분명하게 나타나 있다.

부록으로 별첨한 학습지도 자료로부터 알 수 있듯이 이 연구에서 개발한 학습지도 자료는 적어도 세 가지 점에서 전통적인 것과 다르다. 첫째로, 새로운 개념을 형성하기 보다는 학생들이 이미 파지하고 있는 지식을 분화·발달시키거나 과학적 지식으로 대체하기 위한 학습지도 모형에 따라 학습지도될 수 있도록 구성하였다. 즉 학습지도가 동·식물의 영양과 영양소에 관하여 학생들이 가지고 있는 생각을 생물학자들의 지식으로 변화시키기 위한 절차에 따라 이루어지도록 그 자료를 조직하였다. 둘째로, 현행 생물 과목의 교육과정 내용을 그대로 유지하면서 그와 관련된 소재는 주로 농어촌 지역에서 쉽게 접할 수 있는 주제와 소재를 이용하였다. 말하자면 학습지도

과정을 통해서 농어촌 지역에 혼한 생물학적 현상과 문제를 이해하고 해결하는 데 도움이 될 수 있는 내용으로 학습지도 자료를 개발했다. 세째로, 학습자가 학습에 능동적으로 참여할 수 있도록 개발하였다. 이 자료를 적용하는 수업에서는 학생들이 자신들의 생각을 표명하고 다른 학생들의 견해와 비교함으로써 자신들의 생각을 스스로 명료화하는 기회를 갖게 된다.

4. 학습지도 자료의 효과

「영양」단원의 학습지도 자료는 이 연구에 참여한 4명의 생물교사들이 1992년 5월에 각자 자기 학교에서 적용하였다. 학습지도 자료를 투입한 학교중에서 1개교는 학년당 5학급, 다른 1개교는 2학급의 진학반이 있으며, 나머지 두 학교는 1개반씩만이 있다. 따라서 성취도 검사와 태도 조사는 실험반과 통제반으로 나눌 수 있는 2개교에서만 실시하였으며, 특히 태도의 조사지는 각 학교의 실험반에만 투입하였다.

성취도는 옳은 답을 선택한 문항에 한해서 문항당 1점씩을 부여하여 계산하였으며 그 결과는 SPSS/PC*의 subprogram을 이용하여 분석하였다. 실험반과 통제반의 성취도 수준 및 차이 점수의 분석 결과를 <표 2>에 나타냈다. <표 2>에서와 같이 통제반과 실험반의 사전 검사 점수에 큰 차이가 없었다. 통계적으로 분석했을 때도 F의 유의수준 즉 P값이 0.541로 나와서 통제반과 실험반을 동질 집단으로 인정할 수 있었다.

<표 2> 성취도 수준과 차이 점수

반구분	검사구분	학생수	성취도(평균)	표준편차
통제반	사전검사	103	11.670	3.818
	사후검사	103	13.097	4.389
	차이점수	103	1.427	3.604
실험반	사전검사	135	11.978	3.868
	사후검사	135	14.474	4.566
	차이점수	135	2.496	3.241

통제반과 실험반을 동질의 집단으로 볼 수 있기 때문에 학습지도 자료의 효과는 사후 검사의 결과에 의해서 결정할 수 있다. 사후 검사의 차이는 <표 2>에도 나타나 있으나 이 차이가 통계적으로 의미가 있는 지는 분명하지 않다. 그러므로 그 차이를 분산분석(ANOVA)을 통해서 알아보았으며, 그 결과를 나타내면 <표 3>과 같다.

<표 3>으로부터 알 수 있듯이 통제반과 실험반의 성취도 수준 사이에 의미있는 차이가 있다. 즉 <표 3>은 이 연구에서 개발한 학습지도 자료를 적용하면 생물의 학습에 큰 효과가 있음을 보여준다.

<표 3> 사후 검사에 관한 분산분석 결과

변량출처	자승합(SS)	자유도(df)	평균자승(MS)	F	P
집단간	110.778	1	110.778	5.494	.020
집단내	4758.688	236	20.164		
전 체	4869.466	237			

한편 <표 4>에는 사후검사 점수로부터 사전검사 점수를 빼서 얻어진 차이 점수에 관한 분산분석 결과를 나타냈다. 일반적으로 차이 점수는 학생들이 파지하고 있는 사전지식이 학습을 통해서 변화된 정도를 나타낸다. <표 4>는 실험반과 통제반의 학생들에게 가지고 있었던 사전지식이 변화된 정도에 의미있는 차이가 있음을 보여주는데, 이 결과 또한 「영양」의 학습에 관한 한 이 연구에서 개발한 학습지도 자료가 효과적임을 나타낸다.

<표 4> 차이 점수에 관한 분산분석 결과

변량출처	자승합(SS)	자유도(df)	평균자승(MS)	F	P
집단간	66.779	1	66.779	5.767	.017
집단내	2732.952	236	11.580		
전 체	2799.731	237			

학습지도 자료의 효과는 성취도 검사 외에 이것을 실제로 적용하였던 생물교사들의 반응을 통해서도 확인할 수 있었다. 이 연구의 학습지도 방법과 자료를 이용하여 수업을 진행했던 생물교사들은 대체로 이 연구에서 개발한 학습지도 자료의 체계 및 내용에 관하여 긍정적인 반응을 보였다. 그들은 이 학습지도 자료를 적용한 수업이 전통적인 수업에서 보다는 학생들의 학습활동이 훨씬 더 활기차고 적극적이었다고 말하고 있다. 그러나 그들 모두가 특정 내용을 수업하는 데 걸리는 시간에 대해서는 부정적인 견해를 나타냈다. 그들은 교과서에 제시된 개념을 조목조목 이해시키기 위해서는 이 연구에서 개발한 자료를 이용할 경우 전통적인 교수법을 적용할 때보다 더 긴 시간이 필요할 것으로 추정하고 있다.

이 연구에서 개발한 학습지도 자료의 효율성은 문항분석을 통해서 더욱 확연히 알 수 있었다. 학생들

이 단편적인 용어나 사실은 전통적인 수업을 통해서 더 잘 기억하고 있었으나, 응용문제나 실생활과 관련된 문제는 통제반보다는 실험반 학생들의 성취도가 훨씬 더 높았다. 예를 들면 무기영양소를 선택하라는 문제에 대한 정답률이 통제반에서는 22.8% 증가했으나 실험반에서는 10.3% 상승에 불과했다. 이와 대조적으로 비만과 영양실조의 관계에 관한 문제의 정답률은 통제반이 11.4%임에 비하여 실험반은 38.5%였다.

학습지도 자료의 효과는 이상에서와 같은 성취도 검사만이 아니라 태도의 조사를 통해서도 확인할 수 있었다. 대다수의 학생들(90.3%)은 이 연구에서 개발한 학습지도 자료를 적용한 수업이 전통적 교수법과 달랐다고 보고 있다.

이들은 이런 수업방식이 <표 5>에 제시된 바와 같은 점에서 전통적인 것과 특별히 달랐다고 생각했다.

<표 5>에 나타나 있듯이 이 연구의 학습지도 방법

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 현대의 인식론적 관점과 심리학적 견해를 준거로 삼아 생물 교육과정을 개발하여 제시하고, 그 내용의 한 가지 개념인 「영양」의 학습지도 자료를 개발하였다. 「영양」단원의 학습지도 자료는 오늘날의 과학교육학계 및 과학교육 현장에서 강조되고 있는 아동중심의 학습지도 방법과 일상적인 생활주변에서 쉽게 구할 수 있는 소재들을 중심으로 학습지도할 수 있는 형태로 개발되었기 때문에, 이 연구에서 개발한 학습지도 자료의 효과는 곧 현대의 과학교육학적 사상이 지니는 타당성을 입증한다고 하겠다. 「영양」개념의 학습지도 자료는 적용상에서 뚜렷한 효과가 나타났으며 그것을 세부적으로 구분하여 제시하면 다음과 같다.

<표 5> 학습지도 자료 및 수업 방법에 관한 학생들의 생각

	단위 : %
○ 자기 나름대로 생물의 영양에 대하여 생각할 수 있는 기회가 많았다.	69.0
○ 수업 전의 토의시간을 통해서 다른 학생들의 생각을 들어본 것이 좋았다.	45.1
○ 학생들의 생각을 묻고 그것을 정리하면서 수업을 진행한 것이 좋았다.	57.5
○ 생활주변에서 발견할 수 있는 예들 많이 들어 주어서 수업에 흥미가 있었다.	61.9
○ 학생들의 활동이 많아서 지루하지 않았던 점이 좋았다.	34.6
○ 대학입시에 많은 도움을 줄 수 있는 수업이었다.	2.7
○ 영양 단원의 내용을 학습하는 데 비교적 쉬웠다.	23.9
○ 수업 시간이 너무 시끄럽고 질서가 없었다.	46.9
○ 같은 내용을 수업하는 데 시간이 많이 걸렸다.	71.6

과 자료에 관하여 학생들이 긍정적인 입장은 물론 부정적인 입장을 취하고 있었다. 학생들은 대체로 자기들 중심으로 수업이 진행되었던 점은 좋아하고 있지만 수업이 무질서하게 진행되고 학습할 지식이 체계적으로 제시되지 않은 점은 싫어했다. 많은 수의 학생들(77%)은 앞으로의 생물 수업도 이런 학습지도 자료를 이용해서 이루어 지길 바라고 있다. 한편 극히 일부의 학생들(2.7%)만이 이런 수업이 대학입시 준비에 적절할 것으로 생각했다. 그러나 이 생각은 현행 제도상의 대학입시에 관한 견해일 뿐이다. 많은 수의 학생들(77%)은 이런 형태의 생물 수업이 1994년도부터 시행되는 대학수학능력 시험 중 탐구분야의 시험준비에는 특별히 적절할 것이라고 생각했다.

- 「영양」단원에 관한 한 실험반의 평균 성취도가 통제반의 그것보다 더 높았다.
- 이 연구의 학습지도 자료는 단편적인 사실이나 개념보다는 원리적이고 기본적인 지식의 학습에 더 효과적이다.
- 이 연구에서 개발한 학습지도 방법과 자료에 대해 생물교사들이 대체로 긍정적인 입장을 취했다.
- 이 연구에서 개발한 학습지도 자료를 적용한 수업을 받아 본 학생들 대다수가 분야에 따라서는 이런 형태의 수업을 통해서 생물이 학습지도되길 원한다.

결론적으로 실험반의 학생들은 스스로 학습활동에 참여할 수 있는 기회가 주어지고, 농어촌 지역에서 쉽게 접할 수 있는 문제를 다루는 생물 수업에 관한

참고 문헌

여 긍정적인 반응을 보였다. 그러나 이 연구의 일환으로 이루어진 학습지도에 문제와 한계가 없었던 것은 아니다. 여러 가지 문제들이 제기될 수 있겠으나 그 가운데에서 가장 심각한 문제는 교사들은 물론 학생들조차도 이런 형태의 수업을 통해서도 기존의 수업보다 더 적은 양의 지식이 학습될 것으로 생각하고 있다는 데 있다. 이 연구에 참여한 생물교사들과 학생들은 이런 수업을 통해서 똑같은 내용을 학습한다면 전통적인 수업에 의할 때보다 더 긴 시간이 걸릴 것으로 보았다. 그러나 이런 문제는 학습지도 목표를 어떤 것에 두느냐와 관계된다. 기본적인 지식의 교수에 그 목표를 둔다면 이런 형태의 수업이 결코 더 많은 시간을 필요로 하지는 않을 것이다. 더욱이 농어촌 지역의 대다수 인문계 고등학생들에게는 단편적인 사실이나 구체적이고 세세한 개념들로 이루어진 순수한 학문적 생물지식 체계보다는 농어촌 지역에서 일상적으로 접하게 되는 생물학적 현상과 문제, 그리고 그와 관련된 기본적인 기초적인 생물지식이 더 필요하다는 점에서 이 연구가 제안한 학습지도 방법과 자료가 생물교육 현장에 적용해 볼 가치는 충분히 있다고 하겠다.

그런데 생물의 학습지도 현장에서 그 효율성이 확인되었다고 해서 이 연구에서 개발·제시한 학습지도 방법과 자료를 모든 분야의 생물교육에 적용해야 한다는 것을 뜻하지는 않는다. 이런 형태의 학습지도 방법과 자료는 비교적 추상적인 생물학적 법칙과 이론의 수업에서만 효과적이며 개념적 지식은 오히려 전통적인 교수법이 적용되어야 효과를 낸다. 또한 이런 학습지도 방법과 자료를 적용하기 위해서는 지식을 체계적으로 제시하는 교수 관행과 주어진 지식을 기계적으로 암기하여 학습하려는 학생들의 관습을 극복해야만 한다. 우리 나라는 교육제도상의 여건과 논리적이고 학문적인 지식을 중시하는 교육적 정서 때문에 아직은 모험적 인식의 전환이 없이는 이와 같은 학습지도 방법과 자료를 생물 학습지도 현장에 쉽게 적용할 수는 없는 형편이다. 이 연구의 결과는 앞으로의 생물교육이 특히 농어촌 지역의 대다수 학생들이 대학에 진학하지 못하고 곧바로 사회에 진출한다는 점을 간과할 수는 없으며 특별히 그들을 위한 생물 교육과정이 제시되고 그에 따라 생물 교과서 및 학습지도 자료가 개발되어야 한다는 점을 강력히 시사한다.

강원도 교육청. 1991. 강원교육 통계연보. 조양출판사.
 권용원. 1992. 비진학 인문계 고등학교 학생들을 위한 생식단원의 교육과정 개발. 강원대학교 교육대학원 석사학위 논문.
 권희진, 권용원, 신미용, 이진숙. 1992. 현장 생물교육에 관한 개인적 의사교환
 교육부. 1988. 고등학교 과학과 교육과정 해설. 삼진 인쇄주식회사.
 교육부. 1992. 중학교 교육과정, 교육부 고시 제1992-11호. 대한 교과서 주식회사.
 이규석. 1992. 교육과정의 개발 이론과 개발 모형. 과학교육 공동 세미나 및 학술 발표회. 한국종합전시장.
 조희형. 1985. 고등학교 생물과정에 필요한 기본개념의 확인 및 결정, 한국과학교육학회지, 제5권 1호, 11~17.
 조희형, 이문원, 조영신, 한인숙, 1991. 강원도 중등 과학교육 실태조사 및 중학교 과학2의 교수/학습 자료 개발: 「물질의 구성」단원 학습지도 전략과 자료. 한국과학교육학회지, 제11권 2호, 49~65.
 Abruscato, J. 1988. Teaching children science, 2nd ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
 Ausubel, D.P., Novak, J. D., & Hanesian, H. 1978. Educational psychology: A cognitive view, 2nd ed. NY: Rinehart and Winston.
 AAAS. 1989. Science for all Americans. AAAS, Inc., Washington, DC.
 Beck, W. S., Liem, K. F., & Simpson G. G. 1991. Life: An introduction to biology, 3rd ed. Harper Collins Publishers.
 Bybee, R. W. 1987. Science education and the science - technology - society(S-T-S) theme. Science Education, vol. 71(5), 667~683.
 CLJSP. 1987. Approaches to teaching plant nutrition. The University of Leeds. Leeds LS2 9JT, U. K.
 DES. 1989. Science in the National Curriculum. London: HMSO
 Driver, R. 1983. The pupil as scientist? Milton Keynes: The Open University Press.
 Fuller, S., Mey, M., Schinn, T.M. & Woolgar, S.(eds.)

1989. *The cognitive turn : Sociological and psychological perspectives on science*. London : Kluwer Academic Publishers.
- Hurd, P. DeH. 1971. *Biology as a study of man and society*. *The American Biology Teacher*, October, 397~408.
- Hurd, P. DeH. 1989. *A new commitment to students*. *The American Biology Teacher*, vol. 51(6), 341~345.
- Ingle, R. & Jennings, A. 1981. *Science in schools : Which way now?* London : Heinemann Educational Books.
- Kimball, J. W. 1983. *Biology*, 5th ed. Reading, Mass. : Addison-Wesley Publishing.
- Mayer, W. V. 1978. *BSCS biology teachers' handbook*, 3rd ed. NY : John Wiley and Sons.
- Nussbaum, J. & Novick, S. 1982. *Alternative frameworks, conceptual conflict and accommodation : Toward a principled teaching strategy*, *Instructional Science*, vol. 11, 183~200.
- Roth, K. J. 1983. *Food for plants*. The Institute for Research on Teaching. Michigan State University.
- Renner, J. 1982. *The power of purpose*. *Science Education*, vol. 66(5), 709~716.
- Solomon, J. 1987. *Social influences on the construction of pupils' understanding of science*, *Studies in Science Education*, vol. 14, 63~82.
- Trowbridge, L. W. & Bybee, R. W. 1986. *Becoming a secondary school science teacher*. Columbus, OH : Merrill Publishing Company.
- West, L. H. & Pines, A. L. 1985. *Cognitive structure and conceptual change*. NY : Academic Press, Inc.
- Ziman, J. 1984. *An introduction to science studies : The philosophical and social aspects of science and technology*. Cambridge : Cambridge University Press.

(ABSTRACT)

A Developmental Study on Biological Curriculum and Teaching Materials for General High Schools in Kangwon Rural Areas

Hee-Hyung Cho
(Kangwon National University)

The curriculum especially in Korea plays a crucial role in developing instructional materials. It serves as a criterion for selecting and organizing content of teaching materials. Therefore, the validity of a curriculum can be justified through testing effectiveness of an instructional material developed in accordance with the curriculum.

This paper presents an instructional method and material developed based on the current tendency of educational thoughts that emphasize STS and students - centered teaching strategies in science education. The instructional material was organized around the concept and its subconcept of 「nutrition」 as presented in the high school biology textbooks now in use in the nation as well as in a few world-wide countries. It was also organized by the use of biological events and phenomena which high school students in rural areas can easily encounter through their everyday lives.

The significant findings in this study are :

- The achievement levels in experimental groups were higher than one in controlled groups.
- The students as well as the teachers involved in this study showed positive attitude toward the instructional method developed in the process of this study.
- The greater part of the students among the controlled groups hoped that biology would be taught by this kind of teaching procedure and materials.

〈부록〉

「영양」의 학습지도 방법 및 자료

가. 학습상황 조성

1. 선수학습 주지

- 생물체는 세포-조직-기관-기관계-개체의 조직순서로 이루어져 있음을 다시 설명한다.
- 개체는 생명활동을 유지하는 독립된 단일 생물 체임을 강조한다.

2. 학습상황 제시

생물체의 조직순서에 대한 지식으로는 즉각 대답할 수 없는 현상을 제시하여 학생들의 관심과 흥미를 유발하고 생각할 수 있는 시간을 준다.

- 1) 동물이 살아가는 데 필요한 에너지와 물질에 관한 질문
 - 개구리(또는 쉽게 구할 수 있는 동물)를 보여주고 그것이 살아가는 데 꼭 필요한 물질이 무엇이며 그것들을 어떻게 섭취하는가?
- 2) 식물이 살아가는 데 필요한 에너지와 물질에 관한 질문
 - 봉숭아(뿌리까지 있는)를 보여주고 그것이 살아가는 방식과 반드시 필요한 물질들이 무엇인지 묻고 그 이유를 말하게 한다.
- 3) 개구리와 봉숭아의 영양소와 영양방법의 비교
 - 개구리와 봉숭아가 살아가는 데 필요한 영양물질들 중에서 같은 것과 다른 것을 말하게 하고 섭취 과정의 차이를 분석하게 한다.

3. 문제제기

- 위의 문제들을 다시 구체적으로 설명하고 문제가 적혀진 궤도를 흑판에 걸어 둔 다음 각 질문에 대한 생각을 각자의 노트에 적게 한다.

나. 학생들 생각의 표현 및 교환

1. 토의조의 구성

- 5명을 1조로 토의조를 지정하고, 각 조에 4장의 백지와 매직펜을 제공한다.
- 토의 진행자와 기록자를 선정하게 한다.

2. 조별 토의

- 조원들 각자의 생각을 말하게 한다.
- 조원들의 생각들 중에서 가장 좋은 것을 합의 도출하여 백지에 적거나 필요하면 그림으로 표현하게 한다.

3. 전체토의

- 조대표가 나와서 자기조의 생각을 적은 백지를 전체 학생들에게 보이며 설명하게 한다.
- 각 조대표의 설명이 끝나면 전체 학생들이 다른 조의 생각을 비판하거나 제기된 비판에 대해 옹호하게 한다.
- ※ 토의 과정에서 교사는 학생들의 생각과 말의 의미를 명료하게 설명해 줄 수는 있으나 그것의 타당성 또는 진위를 평가해서는 안된다.

4. 1차 수업 종료 및 차시 예고

- 토의한 내용을 다음 시간에 공부할 것임을 예고한다.
- 위 질문에 대해서 각자가 더 생각해 보게 한다.
- ※ 만일 시간이 남으면 다음 단계의 수업을 진행할 수 있다.

다. 개념의 설명 및 재구성

학 습 주 제	학 습 지 도 활 동
<p>전시학습의 정리</p> <p>1. 영양과 영양소</p> <p>1) 영양</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 영양은 생물이 몸의 구성과 생장, 생명활동에 필요한 물질을 외부 환경으로 받아서 이용하는 과정이다. ○ 생물은 외부로부터 물질을 섭취하여 몸의 구성물질을 합성하고 생명활동에 필요한 에너지를 얻어야 살아갈 수 있다. <p>2) 영양소</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 영양소는 생물체의 몸을 구성하는 필수요소이며 생활에 필요한 에너지의 공급원이 되고 몸의 여러 기능을 원활하게 해주는 물질이다. ○ 영양소는 에너지의 공급원이 되는 유기 영양소와 몸을 구성하거나 몸안의 기능이 원활히 일어나게 해주는 무기영양소로 대별된다. <p>2. 식물의 영양</p> <p>1) 식물의 영양소</p> <p>(1) 식물의 무기영양소</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 무기영양소는 물, 공기, 흙 등 외부환경으로부터 섭취한 무기물이 다. ○ 무기영양소는 몸을 구성하거나 생리적 기능이 정상적으로 일어나게 한다. <ul style="list-style-type: none"> - C, H, O는 탄수화물, 지방, 단백질등의 주성분이다. - N, P, S는 단백질의 성분이다. - Mg는 엽록소의 성분이며, Fe는 엽록소의 생성에 관계한다. 	<p>본 수업에 들어가기 앞서 전시간에 제시된 문체와 토의 과정 및 상황을 간략하게 설명하고 관련 내용을 공부할 것임을 말한 다음 수업을 진행한다.</p> <p>1) 영양의 의미와 필요성에 관한 설명·토의</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 동물과 식물이 외부 환경으로부터 받아들이는 물질들이 무엇인지 말하게 하고 그런 물질을 섭취하고 이용하는 과정이 영양임을 설명한다. ○ 왜 생물은 외부로부터 물질을 섭취해야 하는지를 묻고 그것들이 몸안의 여러 기능을 조절하고 몸의 구성물질이자 에너지원이 된다는 것을 설명한다. <p>2) 영양소의 의미와 종류에 관한 설명·토의</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 위에서 논의한 물질들이 영양소임을 설명한다. ○ 위에서 말한 물질들을 나름대로의 기준에 따라 분류하게 하고 그것들을 유기영양소와 무기영양소로 나누어 각 영양소의 기능 및 특성을 왼쪽과 같이 설명한다. ○ 유기영양소와 무기영양소를 구분하는 기준을 말하게 한다. <ul style="list-style-type: none"> - 소금과 전분을 태웠을 때 그 결과에 대해 말하게 하고 타지 않는 소금은 무기영양소, 열을 내면서 타는 전분은 유기영양소임을 지적한다. - 유기영양소는 체내의 분해 과정을 통해서 에너지원이 되는 영양소이며, 무기영양소는 몸을 구성하거나 생리적 과정을 통제·조절하는 영양소임을 강조한다. <p>(1) 무기영양소의 종류와 기능에 대한 토의·설명</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 고추가 뿌리를 통해서 흡수하는 물질의 종류에 관하여 묻고 그것들이 무기영양소임을 말하고 그 기능 및 특성을 왼쪽과 같이 설명한다. <ul style="list-style-type: none"> - 다량원소 : C, O, H, N, S, P, K, Ca, Mg - 미량원소 : Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo, Cl ○ 고추에 비료를 주는 이유를 설명하게 하고 그것이 무기영양소임을 설명한다. <ul style="list-style-type: none"> - 다량원소 중에서도 N, P, K는 토양에서 부족되기 쉬우므로 비료로 공급해 주어야 한다(비료의 3요소).

학 습 주 제	학 습 지 도 활 동
<p>○ 무기영양소를 재료로 하는 영양을 무기영양이라고 한다.</p> <p>○ 식물은 물에 녹아 있는 무기염류로부터 필요한 무기영양소를 얻는다.</p> <p>- C, H, O는 H₂O와 CO₂형태로 흡수된다.</p> <p>- 기타 NH₄⁺, NO₃⁻, H₂PO₄⁻, Mg²⁺, K⁺이온 등은 뿌리를 통해서 흡수된다.</p> <p>(2) 식물의 유기영양소</p> <p>○ 식물의 유기영양소는 탄수화물, 지방, 단백질 등과 같이 식물이 스스로 만든 유기물질을 말한다.</p> <p>○ 식물의 유기영양소는 몸의 구성물질은 물론 여러 생리적 과정에 필요한 에너지의 공급원이 된다.</p> <p>○ 유기영양소를 재료로 하는 영양을 유기영양이라고 한다.</p> <p>- 유기영양은 식물보다는 동물이 영양소를 섭취하는 방법이다.</p> <p>2) 광합성</p> <p>(1) 광합성의 의미</p> <p>○ 광합성은 식물이 햇빛을 이용하여 무기물로부터 유기물을 만드는 과정이다.</p> <p>○ 광합성과 같은 과정을 통해서 무기물로부터 자신의 생활에 필요한 무기물로부터 자신의 생활에 필요한 유기물을 스스로 만들어 이용하는 생물을 독립영양 생물이라고 한다.</p> <p>(2) 광합성의 원료와 과정 및 산물</p> <p>○ 광합성은 빛에너지가 화학에너지로 바뀌어 유기물에 저장되는 과정이다.</p> <p>이산화탄소(CO₂) + 물(H₂O) $\xrightarrow{\text{빛에너지}}$ 포도당(CH₂O) + 산소(O₂) + 물(H₂O)</p>	<p>- C는 공기중의 CO₂로 공급되기 때문에 비료로 공급해 줄 필요가 없다.</p> <p>- 미량원소는 물이나 흙에 부족되는 일이 거의 없다.</p> <p>○ 식물이 살아가는 데 필요한 무기영양소의 종류 및 기능과 필요한 양을 알아볼 수 있는 방법을 제시하게 하고 물재배법을 설명한다.</p> <p>(2) 유기영양소의 종류와 기능에 대한 토의·설명</p> <p>○ 식물에 필요한 유기물은 무엇이며 어떻게 공급받는지를 묻고 식물은 광합성을 통하여 만든 유기물로부터 에너지를 얻음을 설명한다.</p> <p>- 식물의 유기영양소는 에너지원이 되는 탄수화물, 지방, 단백질로서 외부로부터 흡수한 무기영양소를 이용하여 식물체 안에서 합성된다.</p> <p>○ 식물의 영양방법에 관해서 묻고, 엄밀한 의미에서 식물은 무기영양을 통해서 살아감을 강조한다.</p> <p>- 식물에 필요한 유기영양소는 외부환경으로부터 섭취되는 것이 아니라 식물체 안에서 만들어진다.</p> <p>(1) 광합성의 의미에 관한 토의·설명</p> <p>○ 비가 쌀을 어떻게 만드는지 묻는 다음 그것이 광합성을 통해서 만들어진 것임을 강조하고 광합성의 기능과 특성을 왼쪽과 같이 설명한다.</p> <p>- 흐린날이나 장마철이 긴 해보다는 맑은 날이 많은 해에 풍년이 드는 이유를 말하게 하고 광합성의 효과에 의해 그 이유를 설명한다.</p> <p>- 식물은 살아가는 데 언제나 태양의 빛이 필요한지 묻고 식물체내에 필요한 양의 유기물이 있는 한 빛이 없어도 살 수 있음을 설명한다. ex) 싹트는 경우</p> <p>○ 식물은 필요한 유기물을 스스로 만들어 이용할 뿐 외부로부터 섭취하지 않음을 강조한다.</p> <p>(2) 광합성의 원료, 과정, 산물에 관한 토의와 설명</p> <p>○ 광합성이 어떤 물질을 이용해서 어떤 과정을 거쳐서 어떤 물질이 만들어지는지 묻고 이에 대해 왼쪽의 재료, 과정, 산물을 제시하면서 설명한다.</p> <p>○ 식물이 빛에너지를 직접 이용하지 않음을 강조한다.</p> <p>○ 식물의 유기영양소는 스스로 만든 포도당임을 강조한다.</p>

학 습 주 제	학 습 지 도 활 동
<p>○ 포도당은 녹말과 같은 다당류로 합성되어 저장되거나 지질, 단백질, 핵산등 다른 영양소로 전환되어 식물 자신은 물론 동물에 이용된다.</p>	<p>○ 포도당은 빛에너지가 화학적 에너지로 바뀌어 저장되어 있어서 체내에서 에너지원이 될 수 있음을 강조한다.</p> <p>○ 고구마의 녹말, 콩의 지방 등이 어떻게 만들어지는 것인지 묻고 광합성에 의해서 만들어진 포도당이 전환된 것임을 말한다.</p> <p>- 동물은 식물이 광합성을 통해서 합성한 산물을 먹고 산다. (2차시 종료)</p>
<p>3. 동물의 영양</p>	
<p>1) 동물의 영양원과 영양 방법</p>	<p>1) 동물의 영양원에 관한 토의·설명</p>
<p>○ 동물도 식물과 마찬가지로 유기 영양소는 물론 무기영양소를 필요로 한다.</p> <p>○ 동물은 모든 영양소를 외부환경으로부터 섭취한다.</p> <p>○ 몸에 필요한 영양소를 몸 안에서 만들지 못하고 외부로부터 섭취하여 이용하는 생물을 종속영양 생물이라고 한다.</p> <p>○ 동물은 무기영양과 유기영양을 통해서 살아간다.</p>	<p>○ 우리가 매일 세끼의 식사를 하는 이유를 묻고 그것은 우리 몸에 필요한 영양소를 섭취하기 위해서이며 그것들이 음식물, 음료수, 과일 등을 통해서 섭취됨을 설명한다.</p> <p>- 동물은 몸 안에서 분해되어 에너지를 공급하는 유기영양소를 반드시 외부로부터 섭취한다 : 종속영양 생물</p> <p>- 그러나 몸을 구성하는 단백질은 세포 안에서 만들기도 한다.</p> <p>○ 주로 유기물을 포함하고 있는 식료품과 주로 무기물을 섭취하기 위해 먹는 것을 말하게 하고 그에 대해 부정하거나 지지한다.</p> <p>○ 부모로부터 음식을 골고루 먹어야 한다는 말을 자주 듣는데 그 이유를 말하게 하고 설명한다.</p>
<p>2) 동물의 무기영양소</p>	<p>2) 동물에 필요한 무기영양소에 관한 토의·설명</p>
<p>○ 무기영양소는 물을 제외한 무기물 또는 무기화합물을 말한다.</p> <p>- P, Ca, Na, K, Fe, Mg, I, S 등은 비교적 많은 양이 요구되며 이 중에서도 P, Ca, Fe, I 등은 결핍되기 쉽기 때문에 음식물을 통해서 계속 섭취해야 한다.</p> <p>○ 동물의 몸안에서는 무기화합물이 대개 염의 형태로 존재한다.</p> <p>- NaCl, KCl, CaCl₂, MgCl₂</p> <p>○ 미량으로 몸의 기능과 과정을 조절한다.</p> <p>- 체액의 삼투압 유지와 조절 : Na, K</p> <p>- 효소의 활성화에 영향을 미치는 보조인자로서의 역할 : Ca, S</p> <p>- pH의 조절 : Na, K</p> <p>- 몸의 구성성분 : Na, Ca, P, Fe</p>	<p>○ 우리는 멸치를 자주 먹어야 한다는 말을 듣는데 그 이유를 말하게 하고 그것에는 Ca를 포함한 여러 가지 무기물이 포함되어 있음을 설명한다.</p> <p>○ 우리에게 필요한 무기물의 종류와 기능을 말하게 하고 왼쪽 내용을 설명한다.</p> <p>○ 무기물을 섭취하는 방법을 생각해 보게 하고 반드시 음식물을 통해서 섭취해야 함을 강조한다.</p> <p>○ 우리 어머니들이 애를 난 다음에는 미역국을 먹는데 그것이 과학적으로 타당한 산후조리법이라고 한다. 그 이유를 말하게 하고 그것이 요오드(I)와 칼슘(Ca)을 많이 포함하고 있음을 강조한다.</p> <p>- 요오드는 혈액에 의해 수송되어 세포내 소화를 조절하는 갑상선 호르몬의 구성물이다.</p> <p>- 칼슘은 혈액의 응고와 어린이의 성장에 필수요소이다.</p>

학 습 주 제	학 습 지 도 활 동
<p>3) 동물의 유기영양소</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 동물에 필요한 유기영양소는 탄수화물, 지질, 단백질, 비타민 등으로 대별된다. ○ 탄수화물, 지질, 단백질 등은 몸의 구성성분이면서 에너지원이 되기 때문에 주영양소 또는 에너지 영양소라고 하고, 비타민과 무기염류는 적은 양으로 몸의 기능과 과정을 조절하기 때문에 부영양소라고 한다. <p>(1) 탄수화물</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ C, H, O로 구성된다. ○ 몸의 구성성분이면서 에너지원(4Kcal/g의 열량)이다. ○ 단당류 - 포도당, 과당, 갈락토스 이당류 - 엿당, 설탕, 젖당 다당류 - 녹말, 글리코겐, 셀룰로즈 <p>(2) 단백질</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 효소, 호르몬, 헤모글로빈, 세포의 구성성분이다. ○ 에너지원(4Kcal/g)이다. ○ C, H, O, N 및 S와 P로 구성된 아미노산의 복합체이다. ○ 어떤 아미노산은 몸 안에서 탄수화물이나 지방 또는 다른 아미노산으로부터 합성되지만 어떤 아미노산은 반드시 음식물을 통해서 섭취해야 한다. - 20여종의 아미노산이 있으며 우리 몸에서 합성되지 않아서 반드시 음식물을 통해서 섭취해야 하는 8종(어린이는 10종)의 아미노산을 필수아미노산이라고 한다. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 동물에 필요한 유기영양소의 종류를 말하게 하고 그것을 왼쪽과 같이 네 가지로 범주화한다. ○ 범주화한 영양소를 몸의 구성물질이 되는 것, 에너지원이 되는 것, 몸의 기능과 생리적 과정을 조절하는 것 등으로 다시 나눈다. - 몸의 구성 : 단백질, 무기염류 - 에너지원 : 탄수화물, 지질, 단백질 - 기능과 과정의 조절 : 비타민, 무기염류 <p>(1) 탄수화물의 구성과 기능에 관한 토의·설명</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 탄수화물의 특성과 대표적인 예를 말하게 하고 왼쪽과 같이 설명한다. ○ 초콜렛을 많이 먹으면 살찐다는 말을 자주 듣는데 그 이유를 말하게 하고 탄수화물이 많이 포함되어 있어서 체내에서 지방으로 전환되어 피하에 저장됨을 설명한다. ○ 우리가 섭취하는 탄수화물은 어떻게 합성된 것인지 묻고 분해될 때 에너지가 방출된다는 것을 설명한다. ○ 병원에서 포도당 주사를 맞는 경우와 그 이유를 말하게 하고 그것이 에너지원임을 설명한다. <p>(2) 단백질의 구성과 기능에 대한 토의·설명</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 단백질을 많이 포함한 식품을 말하게 하고 그 구성원소, 구성단위, 기능 등을 왼쪽과 같이 설명한다. ○ 성장기의 어린이에게 단백질이 특히 필요한 이유를 묻고 그것이 몸의 구성성분임을 지적한다. ○ 단백질이 에너지원이 되는 이유를 말하게 하고 아미노산이라는 구성단위로 이루어져 있어서 아미노산으로 다시 분리될 때 에너지가 방출됨을 설명한다. ○ 일반적으로 생물은 단백질보다 아미노산이 필요하다고 하는데 그 이유를 말하게 한다. - 필수아미노산은 체내에서 합성되지 않기 때문에 반드시 섭취해야 한다. - 아미노산은 여러 효소의 구성물질이다.

학 습 주 제	학 습 지 도 활 동
<p>(3) 지질</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ C, H, O로 구성 ○ 에너지원(9Kcal/g)이다. ○ 식물성 지질을 기름, 동물성 지질을 지방이라고 한다. ○ 지질은 글리세롤 1분자와 지방산 3분자가 결합된 화합물이다. 	<p>(3) 지질의 특성과 기능에 대한 토의·설명</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 지질의 특성과 그것이 에너지원이 될 수 있는 이유를 제시하게 하고 왼쪽의 내용을 설명한다. ○ 지질이 많이 포함된 식품과 지방과 기름의 차이를 말하게 하고 왼쪽과 같이 설명한다. ○ 복극곰과 반달곰의 크기가 다른 이유를 말하게 하고 그 이유를 지방의 기능에 따라 설명한다. ○ 뚱뚱이와 훔쭉이 중에서 누가 더 추위를 잘 타겠는지 묻고 지방의 양에 따라 그 이유를 설명한다. ○ 버터와 마아가린의 다른점을 설명한다. <ul style="list-style-type: none"> - 버터는 동물성 지질이며 마아가린은 식물성 지질이다.
<p>(4) 비타민</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 미량으로 생장을 돕고 체내의 생리작용을 조절하는 유기물이다. <ul style="list-style-type: none"> - 에너지원이 되지 않는다. - 부족한 경우 결핍증을 나타낸다. ○ 대부분의 비타민은 인체내에서 합성되지 않는다. <ul style="list-style-type: none"> - 비타민 D는 체내에서 만들어진다. - 음식을 통해 섭취해야 한다. ○ 현재까지 10여 종류의 비타민이 알려져 있다. <ul style="list-style-type: none"> - 지용성 비타민 : A, D, E, K - 수용성 비타민 : B복합체, C 	<p>(4) 비타민의 특성과 기능에 대한 토의·설명</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 비타민의 일반적 특성과 기능을 왼쪽과 같이 설명한다. ○ 야맹증의 특성과 원인에 관해서 알고 있는지 묻고 비타민A의 결핍에 기인함을 설명한다. <ul style="list-style-type: none"> - 우리 나라 사람들은 고추, 당근 등 카로틴이 많이 포함된 식품을 먹기 때문에 야맹증에 걸린 사람이 비교적 적다. ○ 각기병, 곱추병 등 비타민의 결핍으로 나타나는 증상을 몇 개 더 예시하고 그 병을 치료하기 위한 방법을 말하게 한다. <ul style="list-style-type: none"> - 부족한 비타민을 보충한다. - 비타민은 체내에서 만들어지지 않기 때문에 그 결핍증이 유전병이 아님을 증명한다. ○ 식물에도 비타민이 있는지 묻고 그 기능이 동물에서와 다를음을 설명한다. ○ 지금까지 알려진 비타민의 종류와 결핍증, 많이 포함하고 있는 식품 등을 교과서를 참고로 설명한다. ○ 복유럽 사람들이 일광욕을 즐기는 이유를 말하게 하고 그 이유를 비타민 D의 생성 및 작용과 관련하여 설명한다.
<p>(5) 물</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 사람의 경우 몸무게의 약 70% 정도를 차지한다. <ul style="list-style-type: none"> - 원형질의 주성분이다. - 어른의 경우 보통 하루에 2ℓ의 물을 마셔야 한다. ○ 생명현상이 발현되는 화학반응의 용매가 된다. ○ 혈액의 90%를 차지하며, 양분을 운반한 노폐물을 배출하는 기능을 한다. ○ 체온을 조절한다. 	<p>(5) 물의 특성과 기능에 관한 토의·설명</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 체내에서 작용하는 물의 기능을 말하게 하고 왼쪽의 내용을 설명함으로써 물이 영양소임을 강조한다. ○ 더운 날이나 심한 운동을 한 다음에 또는 짠 음식을 먹으면 목이 마르는데 그 이유를 말하게 한다. <ul style="list-style-type: none"> - 땀 또는 호흡을 통해서 배출된 비슷한 양의 물을 보충해야 한다. - 짠 음식을 먹으면 체액의 농도가 높아져 물이 요구된다. ○ 한 여름에는 식물의 잎이 시드는 이유를 말하게 하고 체온조절과 증발에 그 원인이 있음을 설명한다. <p>〈3차시 종료〉</p>

라. 문제해결 및 응용

1. 문제해결

- 1) 동물의 영양과 영양소에 관한 문제해결
 - 개구리의 영양 방법 및 영양소에 관하여 조 대표가 다시 설명하게 한다.
 - 개구리는 여러 가지 무기영양소와 유기영양소를 섭취한다.
 - 개구리는 무기영양과 유기영양으로 살아가는 종속영양 생물이다.
 - 개구리가 섭취한 영양소는 몸의 구성성분이 되고 몸의 기능을 조절하며 활동에 필요한 에너지의 공급원임을 다시 강조한다.
- 2) 식물의 영양과 영양소에 관한 문제해결
 - 봉숭아의 영양방법과 영양소에 관하여 조대표 하여금 다시 설명하게 한다.
 - 봉숭아는 무기영양소는 잎과 뿌리를 통해서 흡수하지만 유기영양소는 광합성을 통해서 만든다.
 - 봉숭아는 무기영양과 광합성으로 살아가는 독립영양 생물이다.
 - 봉숭아의 영양소도 개구리의 영양소와 같은 기능을 한다는 것을 강조한다.
- 3) 동물과 식물의 영양 및 영양소의 비교
 - 동물과 식물의 영양소에 본질적인 차이가 없다.
 - 동물과 식물의 영양 방법에는 차이가 있다.
 - 동물은 몸에 필요한 모든 영양소를 음식물을 통해서 섭취한다.
 - 식물은 무기영양소는 외부환경으로부터 섭취하지만 유기영양소는 스스로 만들어 이용한다.

2. 응용

- 1) 동물의 영양과 영양소에 관한 지식의 응용
 - 서양인은 주로 육류를 먹고 동양인은 주로

곡류를 주식으로 하지만 생장과 활동에는 큰 차이가 없다. 그 이유는?

- 육류에 많은 지방과 단백질은 물론 곡류에 많이 함유되어 있는 탄수화물은 다 같이 에너지원이자 체구성물질을 공급한다.
- 2) 식물의 영양과 영양소에 관한 지식의 응용
 - 벼가 자라고 있는 논에 비료 대신 설탕을 뿌려준다면 더 잘 자랄까?
 - 식물이 광합성에 의해서 포도당을 만드는 과정과 기구는 갖추고 있지만 외부로부터 섭취하여 이용하는 과정은 없다.
 - 설탕에 의해 논물의 농도가 높아지면 벼에 흡수되어 있는 물을 다시 뽑아내기 때문에 오히려 성장의 저해요인이 될 수도 있다.
 - 3) 동물과 식물의 영양상의 차이에 관한 지식의 응용
 - 우리가 먹는 음식물에 비추어 식물의 음식은 무엇일까?
 - 외국에서는 음식을 영양소의 공급원으로 정의한다.
 - 이 정의에 따르면 식물의 음식은 광합성을 통해서 스스로 만든 포도당이라고 말할 수 있다.

마. 평가

- 첫 시간에 주어진 문제에 관하여 학생들의 생각이 바뀌었는지 확인한다.
 - 몇몇의 학생들로 하여금 자신이 가지고 있는 생각의 변화를 설명하게 한다.
 - 가능한대로 세 문제에 관한 생각을 전부 확인한다.
- 식물이 없어도 동물이 살아갈 수 있겠는지 묻는다.
- 비료를 뿌리 대신에 잎에 주어도 식물의 성장에 도움이 될 수 있을런지 묻는다.