

김 남 일 교수지도
석사학위 청구논문

초 · 중 · 고등학교
과학 교과서에 나타난
생태계 개념 변화 추이

2007

성신여자대학교 교육대학원
교육학과 생물교육전공
최화영

초 · 중 · 고등학교
과학 교과서에 나타난
생태계 개념 변화 추이

김 남 일 교수지도

이 논문을 석사학위논문으로 제출함

2007년 2월

성신여자대학교 교육대학원

교육학과 생물교육전공

최 화 영

인 준 서

최화영의 석사학위 논문으로 인준함.

심사위원 _____인

심사위원 _____인

심사위원 _____인

성신여자대학교 교육대학원

논문개요

정확하고 올바른 생태계 개념을 정립시킴은 곧 우리의 생태계에 대한 교육이 될 것이며 이것은 자연스럽게 환경교육으로 이어질 것이다. 환경보호 가치관이 확립된 현대사회에서 지속가능한 사회를 위해서는 환경을 보전하면서 경제성장을 도모해야 한다. 21세기 세계경제에서 새로운 주역이 되는 관건이 새로운 경제발전과 환경문제를 조화시키는 것이라 함은 이 때문인 것이다. 따라서 기초적인 생태계 개념을 정립하는 것이 필요하다. 각 개인이 생태계 개념을 정리하는 것은 학교 교육을 통해서 이므로, 초·중·고등학교 교육과정에서 생태계 개념이 학교 급별로 적절하게 안배되어 있는지, 개념의 연계를 확인할 필요가 있다.

따라서, 본 연구의 목적은 제7차 교육과정에 나타난 생태계 개념의 올바른 정립을 위해 초·중·고등학교 과학 교과서 내에 나타나는 생태계 개념의 연계성을 분석하고 개념 변화 추이를 살펴보는 것이다.

연구의 결과로 얻은 결론을 간략하게 언급하면 다음과 같다.

첫째, 과학 교과서 내 생물 영역에서 생태계가 차지하는 평균비율은 초등과학에서 높은 비율이 나왔는데, 이는 초등학교 과정에서는 환경에 대한 이해와 관심을 유도하고, 중·고등학교에서 생명현상을 배우기 위한 기초를 다지기 위해서이다.

둘째, 생태계가 내포된 단원은 주로 생태계에 대한 이해와 환경오염에 관련된 내용으로, 이루어져 있다.

셋째, 초등학교에서는 주위 환경에서 생물을 관찰하면서 이해하는 것으로 시작하여 생태계를 이루는 구성 요소와 그 안에서의 상관관

계 등을 배운다. 즉 현상 중심에서 점차 개념 중심으로 단원의 성격이 변한다.

넷째, 생물 I 과정에서 배우는 생태계의 평형 개념과 이를 깨트리는 인위적인 요인들과 인간이 생물자원을 이용함에 따르는 생태계 파괴는 이전 학습단계였던 고등학교 과학에서 배웠고, 생물 II에서도 반복된다. 특히, 생물농축, 대기오염, 귀화생물 등의 내용은 매번 반복된다.

전반적으로 초·중·고등학교 간에 교과 내용의 연계가 잘 이루어졌다. 초등학교에서는 학년이 증가할수록 구체적인 생태계 구성의 기준 제시와 용어를 사용하여 내용 구성에서 단계적 심화가 잘 되었다. 그러나 중학교에서는 그에 관련된 단원이 없고 고등학교에서 연결된다. 이중 생태계와 물질의 순환, 에너지의 흐름 부분의 새로운 개념들은 이전에 학습한 내용이 다양화되고 심화되어 나타나는데, 환경오염과 인간과 환경 부분은 더 이상의 진전이 없고, 같은 내용으로 일관되어 있다.

따라서 초·중·고등학교 전체를 통해 중복 없이 골고루 취급될 수 있도록 교육과정의 선정과 내용의 구성에 대한 연계적 고려가 있어야 할 것이며, 종합적인 개념이 연계되고 중요한 개념이 단계적으로 학습될 수 있도록 하기 위해 중학교에서 관련 단원이 설정되어야 하고 그에 따른 적절한 교과내용의 보완이 필요할 것이다.

목 차

논문개요

I. 서론	1
1. 연구의 목적 및 필요성	1
2. 연구 문제	4
3. 연구의 제한점	4
4. 용어 정의	5
II. 이론적 배경	14
1. Tyler의 교육과정 조직 원리	14
2. Piaget의 인지발달이론	15
3. Bruner의 나선형 교육과정	16
4. Gagne의 학습위계론	17
5. 선행 연구의 고찰	19
III. 연구 내용 및 방법	22
1. 연구 자료	22
2. 연구 방법	24
IV. 연구 결과 및 논의	25
1. 제7차 교육과정 과학과 단원 분석	25
2. 교과서 내 생태계개념 분포 비율 분석	29
3. 학습 내용 및 개념 분석	39
4. 제6차 교육과정과의 비교	51
5. 생태계 개념 정립 방향	55
V. 결론 및 제언	58

참고문헌	61
ABSTRACT	65

표 목차

<표 1> 생태계의 구성요소	8
<표 2> 연구 대상 교과서	23
<표 3> 초등학교 과학 교과서 단원 분석	25
<표 4> 중학교 과학 교과서 단원 분석	27
<표 5> 고등학교 과학, 생물 I, 생물 II 교과서 단원 분석	28
<표 6> 초등학교 과학 교과서 분포도	30
<표 7> 중학교 1학년 과학 교과서 출판사별 분포도	31
<표 8> 중학교 2학년 과학 교과서 출판사별 분포도	32
<표 9> 중학교 3학년 과학 교과서 출판사별 분포도	33
<표 10> 중학교 교과서 분포도	34
<표 11> 고등학교 「과학」 교과서 출판사별 분포도	35
<표 12> 「생물 I」 출판사별 분포도	36
<표 13> 「생물 II」 출판사별 분포도	37
<표 14> 「과학」, 「생물 I」 「생물 II」 분포도	38
<표 15> 생태계 개념의 세분화	39
<표 16> 초등학교 과학 교과서 중 생태계 관련 단원	40
<표 17> 고등학교 과학, 생물 I·II 교과서 중 생태계 관련 단원	42
<표 18> 초·중·고등학교 교과서에 나타나는 생태계 내포 단원	46
<표 19> 제6차 교육과정 과학과 생물영역에 나타난 생태계개념	51

<표 20> 제7차 과학과 교과서에 나타나는 생태계 개념의 변화	55
---	----

그림 목차

<그림 1> 생태계 내의 상호관계	9
<그림 2> 교육과정 연계성의 준거모형	13
<그림 3> 초등학교 과학 교과서 생물 영역 내 생태계개념 내포 단 원 분포도	30
<그림 4> 중학교 과학 교과서 내 생물영역 중 생태계개념 내포 단 원 분포도	34
<그림 5> 고등학교 과학, 생물 I·II 교과서 생물영역 중 생태계 개 념 내포한 단위 분포도	38

I. 서론

1. 연구의 목적 및 필요성

2001년 국제자연보호연맹(International Union for Conservation of Nature and Natural Resources; IUCN)이 발표한 ‘국가별 복리후생(Wellbeing Index; WI)’평가는 세계 180개국을 대상으로 사람과 자연 생태계가 공존하는 지속가능성의 지표로서, 국민생활행복지수(Human Wellbeing Index; HWI)와 생태계 건강지수(Ecosystem Wellbeing Index; EWI)를 종합한 것이다. 100점 만점에 우리는 47점을 받아 58위를 차지했는데, 이중 국민생활 행복지수와 생태계 건강지수는 큰 차이를 보였다. 이는 우리에게 여러 가지를 시사한다. 인간의 활동을 위해 생태계를 파괴했다는 점과 생태계의 건강함이 인간의 행복지수 뿐만 아니라 전체복리 후생순위에도 영향을 미친다는 점이다. 즉, 인간과 생태계의 Wellbeing이 진정한 Wellbeing이며 우리 삶의 존립 근거가 될 것이다. 따라서 경제성장뿐만 아니라 환경보호의 필요성과 의무감도 가져야 할 것이다.

정확하고 올바른 생태계 개념을 정립시킴은 곧 우리의 생태계에 대한 교육이 될 것이며 이것은 자연스럽게 환경교육으로 이어질 것이다. 물론 생태계 교육과 환경보호론은 다르다. 전자는 자연환경에 있는 생명을 과학적으로 연구하는 것이고, 후자는 환경을 인위적인 파괴로부터 보존하고 보호해야 한다는 신념이다. 그러나 사실상 둘은 밀접하게 연관되어 있다. 생태학은 환경 파괴가 생물에 어떻게 영향을 미치며, 어떻게 바로 잡을 수 있는지 정보를 제공하기 때문이다.

(데이비드 버니, 2002) 환경보호 가치관이 확립된 사회에서는 환경을 보전하면서 경제성장을 도모할 것이다. 21세기 세계경제에서 새로운 주역이 되는 관건이 새로운 경제발전과 환경문제를 조화시키는 것이라 함은 이 때문인 것이다. 이것이 바로 우리 삶의 질 향상인 것이다. 따라서 지속가능한 사회를 위해서는 기초적인 생태계 개념을 정립하는 것이 필요하다. 각 개인이 생태계 개념을 정리하는 것은 학교 교육을 통해서 이므로, 초·중·고등학교 교육과정에서 생태계 개념이 학교 급별로 적절하게 안배되어 있는지, 개념의 연계를 확인할 필요가 있다.

현재 학교학습에 있어 지식의 탈맥락화는 심각한 문제 중 하나이다. 유의미한 맥락을 제시하지 않을 경우, 여러 가지 다양한 관점에서 문제의 중요성을 파악하기 어려운데, 이는 맥락 없는 지식은 고립되기 쉬우며 따라서 쉽게 잊어버리게 될 뿐만 아니라, 새로운 상황에 전이되기도 어렵다.(강이철, 2001) 즉, 각급 학교별 교육 목적에는 그 단계에 맞는 완성교육(terminal function)뿐만 아니라 단계교육(transfer function)의 역할도 필요하므로 학교급간 교육과정은 서로 적절한 연계성을 가져야 한다.

또한 학교 학습은 교과서를 기준으로 진행되므로 교과서 내용의 연계는 학습자의 계획적이고 일관성 있는 학업 진행을 위하여 필수적인 것으로 볼 수 있다. 교과내용이 학년간 또는 학교급간에 연계성 있게 조직되는 것은 학생들의 지적 호기심에 적절하게 부합되어 교육의 효율성을 높일 수 있는 방법이 될 수 있다.(송순희 등, 1991) 그렇지 않으면 학습 시간의 낭비, 학습 호기심의 저하, 창의적·논리적 노력의 저하와 기본 개념에 대한 이해 부족으로 다음 학습 진행에 차질을 초래할 수 있다. 선행학습이 충분히 이루어질수록 뒤따르는

학습에 크게 전이가 되는데, 연계된 학습 내용은 학습 결과를 최대한으로 만들어줄 것이다. 교육 현장에서 학생들이 흥미를 갖도록 인지적 발달 수준에 맞게 과학 개념을 구조화하고, 탐구 능력을 신장하며, 창의성 개발과 긍정적·과학적 태도가 함양되도록 계획되는 것이 무엇보다 중요하며 특히 이를 효과적으로 달성하기 위하여 학습 내용의 연계성 유지가 먼저 선행되어야 한다.(강순자, 1998)

교과 내용의 연계성 분석은 제5차 교육과정에서 많은 연구가 있었으며(김대영,1989; 유영근, 1991; 김희중, 1994) 이들 연구들의 대부분은 중학교 고등학교간의 교과서 내용을 분석하였으며 내용 전체 비교보다는 일부 단원 또는 실험 중심의 분석을 하였다. 이는 중학교와 고등학교 사이에는 계속적으로 다루어지는 내용이 많고 특히 실험의 경우 실험 수 등의 양적 비교가 가능하고 실험 내용 사이의 관련성 여부가 뚜렷하기 때문에 연계성 정도를 쉽게 구별할 수 있는 연구수행의 편리성 때문이다. 6차 교육과정에서는 과학과 실생활과의 관련성을 중요하다고 보는 STS(Science Technology Society)를 강조하다보니 내용의 연계 비중이 상대적으로 감소했기 때문에 연계성에 대한 연구가 거의 이루어지지 않았다. 제7차 교육과정에서 과학과는 초등 3학년부터 고등 1학년까지를 국민공통기본과정으로 구성하여 학교급간의 밀접한 연계성을 가지도록 교육과정을 구성하였고, 특히 6차 교육과정 중 학년간 단계 차이 등이 나는 것을 고려하여 학습량의 차이가 나지 않고 밀접한 연계성을 가지도록 하였다.

따라서 본 연구의 목적은 제7차 교육과정에 나타난 생태계 개념의 올바른 정립을 위해 초·중·고등학교 과학 교과서 내에 나타나는 생태계 개념의 연계성을 분석하고 개념 변화 추이를 살펴보고자 하는 것이다.

2. 연구문제

본 연구에서는 제7차 교육과정에 의거하여 개발된 초·중·고등학교 교과서에서 다루는 생태계 개념에 대한 내용을 추출하여 다음과 같은 문제를 알아보고자 한다.

- 1) 초·중·고등학교 과학 교과서에서 다루는 생태계 개념에 대한 내용은 무엇인가?
- 2) 학교급간에 따라 생태계 개념은 어떻게 연계되는가?

3. 연구의 제한점

- 1) 본 연구는 현재 발행되고 있는 교과서 중 특정 교과서만을 선정·분석하였기 때문에 모든 과학교과서에 일반화하기에는 한계가 있다.
- 2) 교과서의 인지적인 측면만 비교했으므로 정의적 측면이나 행동영역에서의 연계성은 고려하지 않았다.
- 3) 본 연구는 생태계 개념에 국한된 것이므로 모든 과학 개념에 적용하고자 할 때에는 제한이 따른다.
- 4) 각 주제의 선정과 이에 따른 소항목의 선정은 출판사별로 다를 수 있으며, 다소 차이가 날 수 있다.
- 5) 학교급간, 학년간에 학습 내용의 연계를 파악하는 데 있어 객관성을 강조하지만, 연구자의 관점에 따른 차이와 주관적 판단이 개입될 수 있다.

4. 용어 정의

1) 생태계

인간에 있어서 환경문제는 생물권에서 환경과 생물과의 상호관계의 문제이다. 자연 속에서 생물은 단독으로 생활할 수 없고 다른 개체나 종과 여러가지 관계에 의해 연결되고 상호관계의 일부로서 존재한다. 또한 생물은 주위의 환경과 에너지, 물질, 시간, 공간적으로 밀접하게 연결되어 있고 환경에 의해 모든 생활 활동이 제약됨과 동시에 환경에 대해서도 큰 영향을 미치고 있다. 이와 같이 자연계에서는 생물과 그것을 둘러싸고 있는 환경은 지역적으로 어느 정도의 기능적인 통합이 있는 물질계를 구성하고 있다. 즉 어떤 지역에 생활하고 있는 모든 생물과 그들의 생활에 관여하고 있는 비생물적인 요소에 의해 구성되는 계를 생태계(ecosystem)라고 한다(참고문헌).

생태계(ecosystem)란 용어는 1935년 영국의 식물학자 Arthur Tansley가 처음 소개하였다. 유기체 또는 인간 공동체와의 애매한 유추를 대체하기 위해, 탠슬리는 새로운 생물모델인 <생태계(ecosystem)>을 제안하였다. ecosystem은 ecology의 eco와 system의 합성어로, 생물과 그것을 둘러싼 비생물적 환경을 합하여 system이라고 하는 개념으로 나타났다. 군집과 무생물적인 환경은 한 체계로서 상호작용하며 역할하는데 이때 이를 생태학적 체계(ecological system) 또는 생태계라 한다. 생물과 무생물적 환경은 불가분의 관계에 있으며, 상호작용을 한다. 어떤 경계를 가지는 구역 안에 있는 모든 생물은 그들을 둘러싸고 있는 물리적 환경과 상호관계를 가지며 시스템을 이룬다. 그 시스템 속에서 에너지의 흐름이 뚜렷한 영양구조를 형성하고, 생물군집이 다양성을 가지며, 생물과 비생물 사이

에 에너지 및 물질의 순환이 끊임없이 일어나는 상태는 모두 생태계이다.

생물과 환경은 불가분의 관계를 맺고 있는 생태계의 구성요소이며, 이들은 상호작용을 한다. 텐슬리는 생태계를 <물리·화학적인 환경과 상호작용을 하는 구역 내의 생물 전체를 포함한 단위>라 정의하였다. 생물과 환경의 관계는 밀접하다고 보기보다는 분리할 수 없는 하나의 통합체라고 보는 것이 옳을 것이다. 이 통합체를 생물을 중심으로 하여 그 움직임을 볼 때 그것을 생태계라고 한다. 따라서 생태계란 <일정한 구역에 사는 생물과 그 생물을 둘러싸고 있으면서 생물과 상호작용을 하는 무기 환경이 종합된 물질계 또는 기능계>라고 정의할 수 있다.

생태계는 물질 및 에너지의 물리환경뿐 아니라 종들끼리도 상호작용하는 군집이다. 생태계는 작은 연못에서 하천까지, 몇 그루의 나무, 숲 전체, 혹은 사막에 이르기까지 다양한 크기를 가질 수 있다. 생태계는 자연적일 수도, 인공적일 수도 있다. 인공생태계의 예로 경작지와 저수지를 들 수 있다. 이와 같이 생태계는 생태계 내에 다수의 생물이 생활하고 생물과 환경과의 사이에 에너지나 물질의 순환이 순조롭게 이루어지는 것과 같은 기능적인 구조를 하고 있으며 지역의 대소나 계의 존속시간의 장단에 관계없이 성립하고 있다. 우리가 현재 취급하고 있는 생태계는 지구생태계의 일부로서 생태계속에서의 물질순환이 완결되는 것 같은 폐쇄계는 아니고 개방계이다. 이와 같이 하나의 생태계는 외계로부터 독립해서 존재하는 것은 아니고 어느 정도의 독립성을 가지면서 주위의 생태계와 서로 관계를 가지면서 존재하고 있다.

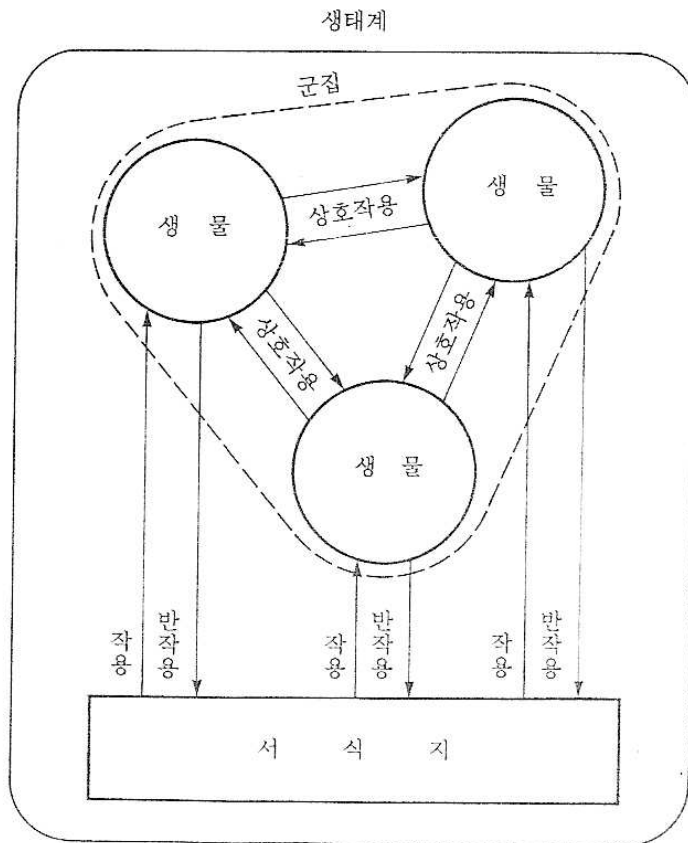
<자연에서의 물질 구성 체계>

원자➡분자➡원형질➡세포➡조직➡기관➡기관계➡개체➡개체군➡군
집➡생태계➡생물권➡지구➡행성계➡태양계➡은하계➡우주

<표 1> 생태계의 구성요소

생태계	생물적 부분 (생물군집)	생산자	광합성 식물	삼림식물
				초원식물
			식물 플랑크톤	
		화학합성 식물	화학합성 세균	
		소비자	제1차 소비자	초식동물
			제2차 소비자	육식동물
			제3차 소비자	대형 육식동물
	분해자	유기영양미생물		
	비생물적 부분 (무기적 환경)	매질	물, 공기, 토양	
		기층	암석, 자갈, 모래, 흙, 이토	
		물질대사의 재료	태양에너지(빛)	
			CO ₂	
			영양염류	
H ₂ O, O ₂				
식물(유기물)				

<그림 1> 생태계 내의 상호관계(김준호 외,1993)



2) 연계성

①연계성

교육제도를 통한 학생들의 효율적 지도·개발을 위하여 교육과정을 비롯한 교육제도 내의 여러 요소들을 수평적, 수직적으로 관련시키는 것이다.(정완호, 김영애, 1991) 학년 간이나 학교 수준 간의 교육내용이 적절한 관련을 맺고 있다는 말은 교육내용들이 서로 의미 있게 구분된다는 것과 그 사이의 관련이 원활하다는 것을 동시에 나타내는 말이다. 이 점에서 연계성은 학년 사이나 학교 수준 사이의 교육내용이 계속성과 계열성의 원칙에 맞게 조직된 상태를 가리킨다고 볼 수 있다. 그러나 연계성은 반드시 종적 관련만을 의미하는 것이 아니라 때로는 교과군 사이의 횡적 관련을 나타내는 말로도 쓰인다. 예컨대 대학교육에서 교양과목과 전공과목의 연계는 이런 뜻으로 사용된 것이다.(교육학대사전, 1992)

Tyler의 계속성과 계열성, Brunner의 나선형 교육과정, Taba의 누적학습을 종합해 볼 때 동일한 학습 내용이 학년 간, 학교 간에 어느 정도 반복되어 점차 더 높은 수준으로 심화 확대되어 제시되는 원리라고 할 수 있다.(여환진 외, 1987: 송순희 외, 1991)

②계속성, 계열성

계속성이란, 계열성과 함께 교육과정의 종적 조직에 관계되는 원칙으로서, 한가지 교육 내용이 학년이 올라감에 따라 단절됨이 없이 계속적으로 취급되어야 한다는 원칙이다.

계열성이란, 계속성과 함께 교육과정의 종적 조직에 관계되는 원칙으로서, 교육내용을 조직할 때 어느 것을 먼저 가르치고 어느

것을 나중에 가르치는 가를 말하는 것이다.

일반적으로 학습은 그 최초에서 시작해서 최고도의 능률에 도달할 때까지 계속적으로 작용되어야 최대의 효과를 볼 수 있다. 이러한 계속성의 기본적인 원리를 처음 생각한 것은 1934년 Gulliksen이 분별학습의 학습곡선과 Thorndike의 효과의 법칙에서 수학적으로 연역되어 나온 것으로, 그 후 Bush와 Mosteller등도 학습의 조작인에 정반응과 함께 오반응의 두가지 개념이 있다는 것을 생각하는 점에서 이 학설에 동조하고 있다.

③ 교육과정에서의 연계성

연계성은 개념을 가르치는 교육 내용을 학년 간에 연속성, 반복성, 통합성이 유지되도록 조직하는 원리로서 교육과정 분야에서 자주 논의되고 있는 주제이다. 따라서 초·중·고등학교 교육의 연계성은 각 교육과정이 논리적 연계성을 갖도록 조직하는 것이라고 말할 수 있다. 교육과정 조직의 연계성이 학교 단위나 학교간의 연계성을 반영한다는 것은 다음과 같은 연계성의 정의에서도 나타나고 있다.

‘학년 사이나 학교 수준 사이의 교육내용이 적절한 관련을 맺고 있는 상태이다’ 여기서 적절한 관련을 맺고 있다는 말은 교육 내용들이 서로 의미있게 구분된다는 것과 그 사이의 관련이 원활하다는 것을 동시에 나타내는 말이다. 이 점에서 연계성은 학년사이나 학교 수준 사이의 교육내용이 계속성과 계열성의 원칙에 맞게 조직된 상태를 가리킨다고 볼 수 있다.

이러한 연계성을 추구하는 활동으로서 교육과정 연계성이란 각급

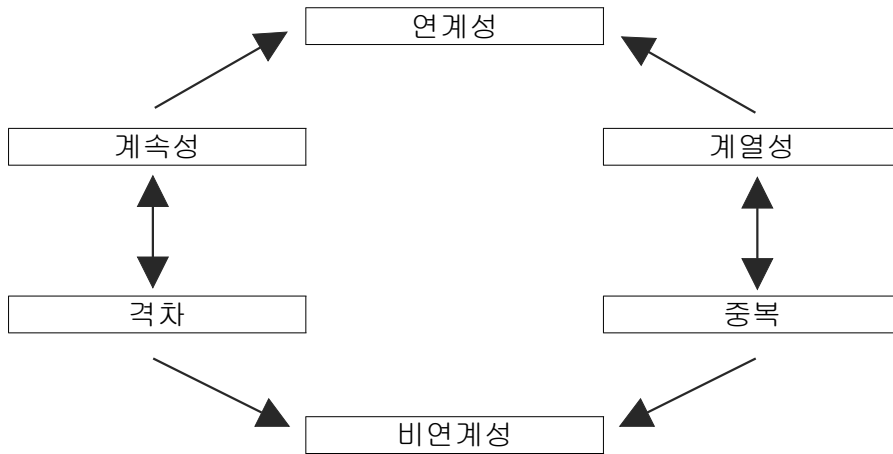
학교 조직들 간에 학생들의 조화로운 학업의 진행을 교육과정을 통해서 성취하려는 것을 의미한다.

교육과정의 연계성은 크게 수직적 연계성과 수평적 연계성으로 구분될 수 있는데, 수평적 연계성은 같은 등급 내의 영역간의 문제이고, 수직적 연계성은 다른 등급 간의 문제를 의미한다. 즉, 수직적 연계성의 차원에서는 조직요소의 지속적 반복과 수준 상하의 연결이 중요하므로 관련성에 초점을 두어야 하고, 상이한 수준에서는 종적인 진보를 보장할 수 있도록 계열성에 초점을 두면서 조직요소의 깊이를 심화하고 폭을 확대해야 한다. 또한 수평적 연계성의 차원에서는 조직요소의 횡적 연결이 중요하므로 조직센터의 상관을 통해 스코프를 결정해야 하며, 특정 조직요소의 교과 간 통합을 기해야 한다.

그런데 교육과정의 연계성을 학교단위간의 문제로서 인식할 때에는 수평적 연계성보다는 수직적 연계성을 의미한다고 볼 수 있다. 그러므로 연계성은 비록 수평적인 의미도 있지만 대체로 수직적인 의미로 자주 쓰여지고 있다. 따라서 본 연구에서 탐색하는 교육과정 연계성은 교육과정을 통과하는 학생들의 조화로운 학업적 진행을 의미하는 교육과정의 수직적 연계성을 의미한다.

교육과정의 수직적 조직 원리인 계속성과 계열성을 기초로 하여 교육단위간의 연계성 확보를 위한 준거 모형을 설정할 수 있다. 이러한 교육과정 준거 모형은 다음 그림과 같다.

<그림 2> 교육과정 연계성의 준거모형



그림에서 보면 연계성의 기본 요소는 계속성과 계열성이고, 비연계성은 중복과 격차로 나타난다고 볼 수 있다. 교육과정 연계성은 계속성과 계열성이 상호복합적으로 구성한다. 그러므로 계열성 없는 계속성은 중복이 되고, 역으로 계속성 없는 계열성은 격차가 된다.(정,1988) 처방적이고 규범적인 성격을 띠는 Bruner의 교수이론에서는 학습준비도와 관련된 학습자의 특성에 알맞게 학습요소를 제시한다면, 어떠한 개념도 조기에 가르칠 수 있다고 한다. 그러므로 필수적이고 교육적 결과로 꼭 필요하다고 생각되는 요소는 가능한 한 조기에 가르치고, 고학년에 진급할수록 세부적이고 심도있는 내용으로 다시 제시해야 한다고 설명한다.(박승재, 조희형, 1999)

이것이 나선형 교육과정의 기본적 생각이라 볼 수 있으며, 학습요소 사이의 위계관계가 뚜렷한 과학과목에선 학습 내용 사이에 계속성과 계열성을 가진 연계성이 더욱 중요할 것으로 생각된다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. Tyler의 교육과정 조직 원리

Tyler의 교육목표는 교과를 공부함으로써 습득되는 행동 특성, 교과를 가르치는 동안 교사가 학생에게 가르고자 하는 행동특성이다. Tyler는 ‘내용’과 ‘행동’의 이원적 분류를 논하였고, 교육목표 진술에 포함되는 행동을 중요한 사실 및 원리의 이해, 정보원에 익숙할 것, 자료의 해석력, 원리의 적용력, 학습연구 및 그 결과 보고의 기능, 흥미, 사회적 태도 등으로 보았다.

Tyler의 원리를 살펴보면,

첫째, 계속성을 유지하여야 한다. 동일수준의 학습 경험을 계속적으로 반복하는 학습으로, 어릴 때 한 경험이든 학습자의 경험 속에 정착되기 위해서는 계속적인 반복이 이루어져야 한다는 원리이며, 계속성은 선정된 내용과 학습경험을 종적으로 조직하는 데에 관련되는 문제이다.

둘째, 계열성이 유지되어야 한다. 계속성은 하나의 교육과정 요소가 동일한 수준에서 단순하게 반복되는 것을 의미하는데 비하여 계열성은 선행 경험 혹은 내용을 기초로 하여 다음 경험과 내용을 전개하여 점차적으로 넓이를 더해 가는 것을 의미한다. 또한 계속성과 마찬가지로 종적 조직과 관계된다.

셋째, 통합성이 유지되어야 한다. 여러 학습 경험 사이에 깊은 관

련이 이루어질 수 있는 원리로서 계속성, 계열성은 내용의 종적 조직에 관한 것인데 통합성은 횡적 조직을 위한 원칙이다. 이 원칙은 여러 학습장에서 얻어진 학습경험들이 서로 상관없이 절단되어 있는 것이 아니라 개개의 경험들이 상호 연결되고 통합됨으로써 보다 효과적인 학습과 성장을 촉진할 수 있다는 것이다.

2. Piaget의 인지발달이론

아동의 성장·발달에 따라서 일어나는 인지기능 변화를 체계적으로 기술한 이론으로서, 인간의 사고 발달은 외부의 언어적 권유나 압력의 의하여 스스로 그리고 자의적으로 성장·발달한다는 것이다. Piaget의 인지발달과정에 있어서 발달 개념의 일반적 원리는 ①모든 발달 과정은 계속성이 있다 ②발달은 일반화와 분화의 과정이다 ③각 단계는 새로운 조직형태(도식)로 전 단계의 과정을 반복하되 전 단계의 행동 형태는 열등한 것으로 지각되고 다음 단계의 고차적 수준의 행동형태 속에 통합되어 들어간다 ④조직 형태의 차이가 경험과 행위의 차이를 낳게한다 ⑤조직 형태의 차이에서 오는 경험과 행위의 계층 속에서 개인들의 지적 성취의 차이가 나타난다 이다.

Piaget의 과학적 사고력은 구체적으로 관찰할 수 있는 논리성을 의미하는데 그의 인지발달론에 의하면 이러한 사고력은 연령에 따라 차이를 보이면서 발달함을 알 수 있다. 또한 Piaget는 발달단계에 따라 과학적 개념이 진화된다고 보았으며, 지식은 발달과정에 있는 개념 구조와 학생 경험 간의 상호작용에 의해서 발달하게 되

므로 학생들이 현재 발달해 있는 사고력 발달 단계를 고려하여 적절한 학습 과제를 제시하면 이를 학습해 나가는 과정을 통해 지식의 습득과 아울러 과학적 사고력의 발달을 가져온다고 보았다.

3. Bruner의 나선형 교육과정

Bruner는 Piaget와 마찬가지로 모든 아동은 연령과 관련된 일련의 단계에 따라 인지발달이 이루어지며 학습은 아동이 도달한 인지 수준에 크게 의존한다고 보았다. 그러나 Piaget는 아동의 학습 준비도는 아동의 인지 수준에 의존한다고 본 반면에 Bruner는 적절한 형태로만 학습내용이 제공된다면 아동은 항상 학습할 준비가 되어 있다, 즉 어떤 교과든지 그 지적 성격에 충실한 형태로 표현하면 어떤 발달 단계에 있는 어떤 아동에게도 효과적으로 가르칠 수 있다는 주장을 하였다.

그의 대표적인 “나선형 교육과정”은 지식의 구조를 가르치기 위한 교육과정의 한 가지 조직 형태이다. 이를 위한 중요한 가정은 “어떤 지식이든지 그 기초는 적절한 형식만 갖추면 어떤 나이의 아동에게도 가르칠 수 있다”이다. 이 가정에 의하면 한 학문의 개념이나 원리 등이 그 교육 수준에 관계없이 그 지적성격이 동일하며, 이 동일한 성격의 내용이 학년 수준이 높아짐에 따라 더 폭넓게 또 깊이 있게 가르쳐져야 하는 것이다. 이와 같이 조직된 교육과정이 마치 달팽이 껍질 모양과 같다고 하여 “나선형 교육과정”이라고 한다. 교육과정 조직원칙의 하나인 “계열성”의 원칙을 특별한 방식으로 해석하는 것이다.

이러한 Bruner의 교수이론은 과학교육 개혁 운동에 꾸준히 영향을 미쳐서 그 당시 과학교육과정은 한결같이 기본 과학개념과 그들간의 상호 관련성을 나타내는 개념체계를 중시하고, 발견 혹은 탐구를 통한 과학개념의 학습을 강조하였다.

4. Gagne의 학습위계론

Gagne의 “학습조건”이라는 저서를 읽어보면 그는 Bruner처럼 인지발달단계를 인정하면서도 지식의 구조화가 가능하다면 효과적으로 학습할 수 있게 지식을 구조화, 경험을 상세화하며 성취시킬 수 있다는 견해와 차이를 보이고 있다.

Gagne는 학습은 주변의 환경에서 오는 여러 가지 자극을 새로운 능력의 획득에 필요한 정보처리 단계로 전환시키는 일련의 인지적 과정이다. 또한 학습의 결과는 행동의 변화로 나타나며, 학습의 결과는 어떤 행위를 수행하는 능력은 물론이고, 태도, 흥미, 가치관 등의 변화를 통해서 얻어진다고 하였다. 학습의 위계성은 학습 요소를 독립적으로 존재하는 것이 아니라, 다른 학습 요소와 상하로 연결되어 위계를 이룬다는 것이다. 이와 같이 Gagne는 아동이 학습한다는 것은 학습 능력을 누적적으로 배우는 것이라 믿고 복잡하고 일반적인 내용을 가르치기 전에 단순하고 구체적인 내용을 먼저 가르쳐야 한다고 보았다. 또 모든 지식은 위계적으로 축적, 또는 구성되어 있기 때문에 차원이 높은 수준의 지식이나 기술을 학습하자면 반드시 그보다 낮은 지식이나 기술을 미리 습득해야 한다고 가정하였다. 학습의 형태를 다음과 같이 분류하였다.(김찬

중, 1999)

①신호학습 ②자극-반응 연결학습 ③연쇄학습 ④언어적 연결학습
⑤변별학습 ⑥개념학습 ⑦원리학습 ⑧고차원 원리학습이 있다. 학습법칙과 원리를 분류하고 종합함에 있어서 Gagne는 네가지 전제를 세우고 있다.

첫째, 인간의 역사와 문화가 단순한 것에서 복잡한 것으로, 구체적인 것에서 추상적인 것으로 전환되어 온 것처럼 인간의 학습된 능력도 차원이 낮은 것에서 높은 것으로 축적되어 왔다는 것을 가정하였다.

둘째, 모든 지식은 위계적으로 축적 또는 구성되어 있기 때문에 차원이 높은 수준의 지식이나 기술을 학습하자면 반드시 그것보다 수준이 낮은 지식이나 기술을 미리 습득해야 한다는 것을 가정하였다. Gagne는 이것을 학습위계라 하였다.

셋째, 주어진 학습과제는 그 복잡성의 정도에 따라 그것을 학습하자면 위계적으로 상이한 수준의 학습된 능력을 필요로 한다는 것을 가정하였다.

넷째, 위계적으로 상이한 수준의 학습된 능력을 필요로 하고 학습 과제를 효과적으로 학습하자면 학습유형을 달리 해야 한다는 것을 가정하였다.

또한 이는 Gagne의 학습 위계론에서 지시하고 있는 바와 같이 학습효과를 극대화하기 위해서는 먼저 학습 과제를 학습위계에 따라 하위 과제를 분석하고 학습자가 그 과제를 학습하는데 필요한 선행 학습능력, 즉 지적 기능이 어느 정도인지, 문제 해결을 위하여 얼마나 재생 활용할 수 있는지를 파악하며, 이를 토대로 학습

조건을 마련하여 제시하는 것과 상통성이 있는 것으로 해석된다.

이상에서 살펴본 여러 학자들의 이론을 종합해 볼 때 교육과정의 종적 연계성이란 동일한 학습내용이 학년 간, 학교급 간에 어느 정도 반복되어 점차 더 높은 수준으로 심화 확대되어 제시되는 원리라고 할 수 있다.

5. 선행 연구의 고찰

1) 생태계 개념에 관한 연구

「고등학교 학생들의 생태계 개념에 대한 존재론적 평가」(박지영)에서 학생들은 ‘생산자’‘소비자’‘분해자’등의 용어는 잘 알고 있지만 이들의 독립적이고 지속적인 활동, 이들 간의 상호작용 등에 대해서는 바르게 이해하지 못한다고 나타내었다.

「생태계와 관련된 단원에 대한 고등학생들의 개념조사」(정민화)에서 생태계에 대하여 농촌학생에 비해 도시학생들의 정답률이 높았는데 이를 사회환경의 영향으로 보았다. 또한 두 지역 학생들이 특히 ‘생태계의 평형’단원에 대하여 오개념률이 높다고 보았다.

「초등학교 6학년 학생들의 생태계와 환경오염에 관한 오개념」(김영미)에서는 학생들이 생물요소의 역할과 특징에 대해 많은 오개념을 가지고 있으며 순환적 연계성에 대한 개념이 없다고 밝혔다.

「생태계에 관한 국민학생의 개념연구」(원영효)에서 학생들은 1차 소비자가 주로 녹색 풀잎을 먹는다고 생각하고 있으며, 생태계

물질 이동 경로개념과 생태계 평형 유지개념에 대한 오개념을 갖고 있음을 확인하였다.

「생태계의 구성과 기능에 대한 국민학생들의 개념 조사」(김안순)에서는 학습 전 5학년에서는 16%, 학습 후 6학년에서는 38.4%만이 올바른 개념이 형성되었다고 보고하였다. 지역에 따른 학습 전 개념 분석에서는 도시학생들이 농촌학생들보다 오개념이 높았고, 학습 후에는 도시 학생들의 올바른 개념 형성률이 더 높아진다고 하였다.

2) 연계성 분석에 관한 연구

「초·중·고등학교 과학교과서의 환경내용 분석 및 연계성에 관한 연구」(박병관)에서 환경교육개념을 10개로 세분화하여 그 내용을 분석하였는데 개념별로 심화·발전의 차이가 심하고 연계성이 부족하다고 지적했다.

「초·중·고등학교 과학 교과서의 생물개념 연계성 분석」(강지혜)에서는 상급학교로 올라갈수록 수업시수 당 생물 비율을 분석하며, 학습량의 급격한 증가를 최소화해야 한다고 했다.

「교육인적자원부의 제7차 교육과정에 포함된 중·고등학교 과학교과의 연계성 비교·연구」(손지아)에서는 학년이 올라감에 따라 학습 내용이 심화·발전되어 연계성을 갖지만 중복되는 내용이 많음을 지적하였다.

「한국의 고등학생들의 생물 오개념에 관한 연구」(정완호)에서 생태계에 관한 개념은 도시 학생들이 시골 학생들보다 오개념을 적게 가지고 있었으며, 동물과 식물의 생리, 유전과 진화, 동물과

식물의 분류 및 형태에 관한 개념에 대해서는 일반 학생들이 영재 학생들에 비하여 유의한 차이로 오개념을 많이 가지고 있었다고 하였다.

「7차 교육 과정에 따른 초·중·고등학교 과학(생물)교과의 연계성에 대한 연구」(김명희)에서는 생물 영역 각 단원별로 내용과 연계성을 분석하여 중복, 단절 등의 현상을 분석하였다.

Ⅲ. 연구 내용 및 방법

1. 연구 자료

제 7차 교육과정에 의거 발행된 초등학교 3~6학년 1·2학기 「과학」 국정교과서 8권, 중학교 1~3학년 「과학」 검정교과서 4종 12권, 고등학교 「과학」 검정교과서 4종 4권, 「생물 I」, 「생물 II」 검정교과서 5종 10권을 선정하여 연구 자료로 사용하였다. 또한 이를 분석하기 위하여 교과서에 따른 교사용 지도서와 각종 연구문헌 및 논문을 주요 연구 자료로 하였다.

<표 2> 연구 대상 교과서

학교	교과서	출판사	저자	발행 년도
초	과학 (3, 4, 5, 6)	대한교과서(주)	교육인적자원부	2001
중	과학 (1, 2, 3)	(주)지학사	이광만 외 16인	2001
		(주)교학사	정완호 외 9인	2001
		(주)도서출판 디딤돌	김찬종 외 11인	2001
		(주)금성출판사	이성묵 외 11인	2001
고	과학	(주)지학사	이면우 외 11인	2003
		(주)교학사	정완호 외 9인	2002
		(주)천재교육	차동우 외 10인	2003
		(주)도서출판 디딤돌	김찬종 외 7인	2002
	생물 I	(주)지학사	이상인 외 3인	2003
		(주)교학사	정완호 외 4인	2004
		(주)천재교육	권혁빈 외 4인	2003
		(주)금성출판사	박희송 외 4인	2003
	생물 II	(주)지학사	이상인 외 3인	2003
		(주)교학사	정완호 외 4인	2004
		(주)천재교육	권혁빈 외 4인	2003
		(주)금성출판사	박희송 외 4인	2003

2. 연구 방법

생태계내포 단원을 분류한 기준은 「효율적인 환경교육을 위한 초등학교 교과내용 분석 연구」(이학준)에서 환경교육영역 중 생태계로 분류된 단원을 중심으로, 주제·목표·탐구내용이 생물과 환경의 상호작용에 관하여 설명하는 단원을 분류하였다.

또한 이 연구에서 분석하고자 하는 생태계 개념은 고등학교 과학 교과 수준을 넘어서지 않는 범위 내에서 ‘생물군집과 비생물적 환경이 유기적으로 통합된 하나의 계’라고 정의한다.

연구의 분석 방법은 다음과 같다.

- 1) 초·중·고등학교 과학 교과의 생물영역 중 생태계개념을 내포한 단원을 분석한다.
- 2) 과학 교과서에서 생태계개념의 분포 비율을 알아본다.
- 3) 단원간 내용체계의 연계성을 알아본다.
- 4) 학급간 내용체계의 연계성을 알아본다.
- 5) 생태계 개념 변화의 양상을 알아본다.
- 6) 학습 중 개념의 반복, 후퇴, 누락과 큰 격차가 있는지 알아본다.

IV. 연구 결과 및 논의

1. 제7차 교육과정 과학과 단원 분석

본 연구는 과학 교과서 물리, 화학, 생물, 지구과학 영역 중 생물 영역에서만 생태계 개념을 도출·분석하였기 때문에 총 단원을 나열하였고, 이 중 생물 영역은 굵은 선으로 묶었다. 그리고 생물 영역 중 생태계 개념 포함 단원은 음영을 주어 나타내었다.

1) 초등학교

<표 3> 초등학교 과학 교과서 단원 분석

	3학년	4학년	5학년	6학년
1 학 기	1. 우리 주위의 물질	1. 수평잡기	1. 거울과 렌즈	1. 기체의 성질
	2. 자석놀이	2. 우리 생활과 액체	2. 용해와 용액	2. 지진
	3. 소중한 공기	3. 전구에 불 켜기	3. 기온과 바람	3. 우리 몸의 생김새
	4. 온도재기	4. 강낭콩	4. 물체의 속력	4. 여러 가지 암석
	5. 날씨와 우리 생활	5. 혼합물 분리하기	5. 꽃	5. 주변의 생물
	6. 물에 사는	6. 식물의 뿌리	6. 용액의	6. 여러 가지

	생물		진하기	기체
	7. 초파리의 한살이	7. 강과 바다	7. 식물의 잎이 하는 일	7. 전자석
2 학 기	8. 흙을 나르는 물	8. 별자리를 찾아서	8. 물의 여행	
			9. 작은 생물	
	1. 식물의 잎과 줄기	1. 동물의 생김새	1. 환경과 생물	1. 물속에서의 무게와 압력
	2. 빛의 나아감	2. 동물의 암수	2. 용액의 성질	2. 일기 예보
	3. 지구와 달	3. 지층을 찾아서	3. 열매	3. 쾌적한 환경
	4. 여러 가지 가루 녹이기	4. 화석을 찾아서	4. 화산과 암석	4. 계절의 변화
	5. 여러 가지 돌과 흙	5. 열에 의한 물체의 부피 변화	5. 용액의 반응	5. 연소와 소화
	6. 소리내기	6. 용수철 늘이기	6. 전기 회로 꾸미기	6. 편리한 도구
	7. 섞여 있는 알갱이의 분리	7. 모습을 바꾸는 물	7. 태양의 가족	
		8. 열의 이동과 우리 생활	8. 에너지	

2) 중학교

중학교 과학과는 학기 구분이 없는 교육과정이다. 다음은 총 단원 중 생물 영역만을 위와 같은 방법으로 구분하였다.

<표 4> 중학교 과학 교과서 단원 분석

1학년	2학년	3학년
1. 지구의 구조	1. 여러 가지 운동	1. 생식과 발생
2. 빛	2. 물질의 특성	2. 일과 에너지
3. 지각의 물질	3. 지구와 별	3. 물질의 구성
4. 물질의 세가지 상태	4. 식물의 구조와 기능	4. 물의 순환과 날씨의 변화
5. 분자 운동	5. 자극과 반응	5. 물질변화에서의 규칙성
6. 생물의 구성	6. 지구의 역사와 지각 변동	6. 전류의 작용
7. 상태 변화와 에너지	7. 전기	7. 태양계의 운동
8. 소화와 순환	8. 혼합물의 분리	8. 유전과 진화
9. 호흡과 배설		
10. 힘		
11. 해수의 성분과 운동		
12. 파동		

3)고등학교

<표 5> 고등학교 과학, 생물 I, 생물 II 교과서 단원 분석

과학	생물 I	생물 II
1. 탐구	1. 생명 현상의 특성	1. 세포의 특성
2. 에너지	2. 영양소와 소화	2. 물질대사
3. 물질	3. 순환	3. 생명의 연속성
4. 생명	4. 호흡	4. 생물의 다양성과 진화
5. 지구	5. 배설	5. 생물학과 인간의 미래
6. 환경	6. 자극과 반응	
	7. 생식과 발생	
	8. 유전	
	9. 생명 과학과 인간의 생활	

2. 교과서 내 생태계개념 분포 비율 분석

과학 교과 총 페이지지 중 생물영역을 구분하고 그 중 생태계 개념을 갖는 부분을 구분하고자 다음과 같이 쪽수를 분석하였다. 여기에 쓰이는 분포 비율은 총 쪽수에서 각 부문이 차지하는 쪽수를 백분율로 나타낸 것이다. 총쪽수는 차례, 부록 등 본문 이외는 제외한 것이다.

$$\text{생물영역 분포 비율(\%)} = \frac{\text{생물영역 쪽수}}{\text{과학 교과서 전체 쪽수}} \times 100$$

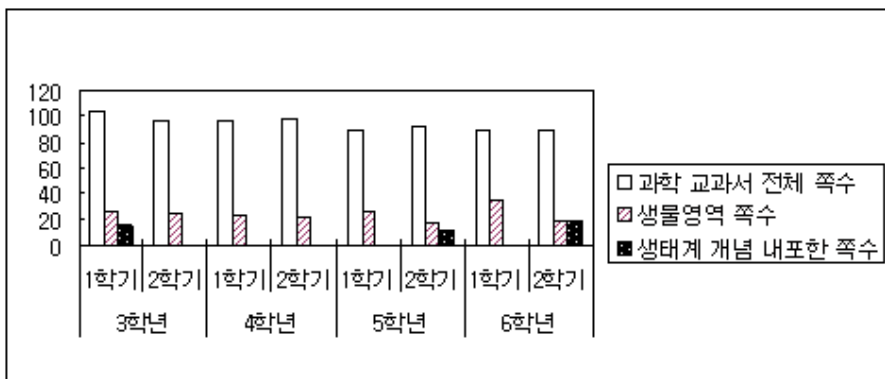
$$\text{생태계개념 분포 비율(\%)} = \frac{\text{생태계개념 포함한 쪽수}}{100} \times \text{과학 교과서 전체 쪽수}$$

(1) 초등학교

<표 6> 초등학교 과학 교과서 분포도

	3학년		4학년		5학년		6학년	
	1학기	2학기	1학기	2학기	1학기	2학기	1학기	2학기
과학 교과서 전체 쪽수	104	96	96	98	88	91	88	88
생물영역 쪽수	25	24	23	21	26	17	34	18
생태계 개념 내포한 쪽수	15	0	0	0	0	12	0	18
생물영역 분포 비율(%)	24	25	24	21.4	29.5	18.7	38.6	20.5
생태계개념 분포 비율(%)	14.4	0	0	0	0	13.1	0	20.5

<그림 3> 초등학교 과학 교과서 생물 영역 내 생태계개념 내포
단위 분포도



(2) 중학교

①1학년

<표 7> 중학교 1학년 과학 교과서 출판사별 분포도

	(주)지학사	(주)교학사	(주)도서출판 디딤돌	(주)금성 출판사
과학 교과서 전체 쪽수	252	264	265	264
생물영역 쪽수	70	66	60	68
생태계 개념 내포한 쪽수	0	0	0	0
생물영역 분포 비율(%)	27.8	25	22.6	25.8
생태계개념 분포 비율(%)	0	0	0	0

4종 교과서에서 나온 결과로 평균값을 구해보면, 중학교 1학년 과학 교과서는 총 261.3쪽으로 이루어져 있으며, 평균 66쪽 즉, 25.3%의 생물영역을 갖는다.

② 2학년

<표 8> 중학교 2학년 과학 교과서 출판사별 분포도

	(주)지학사	(주)교학사	(주)도서출판 디딤돌	(주)금성 출판사
과학 교과서 전체 쪽수	252	254	278	268
생물영역 쪽수	58	64	70	68
생태계 개념 내포한 쪽수	0	0	0	0
생물영역 분포 비율(%)	23	25.2	25.2	25.4
생태계개념 분포 비율(%)	0	0	0	0

출판사별로 생물영역의 비율이 근사하다. 중학교 2학년 과학 교과서의 평균 쪽수는 263쪽이며, 그중 생물영역은 65쪽, 즉 24.7%이다.

③ 3학년

<표 9> 중학교 3학년 과학 교과서 출판사별 분포도

	(주)지학사	(주)교학사	(주)도서출판 디딤돌	(주)금성 출판사
과학 교과서 전체 쪽수	266	294	302	298
생물영역 쪽수	60	76	79	76
생태계 개념 내포한 쪽수	0	0	0	0
생물영역 분포 비율(%)	22.6	25.9	26.2	25.5
생태계개념 분포 비율(%)	0	0	0	0

중학교 3학년 과학 교과서의 평균 쪽수는 290쪽이며, 그중 생물영역은 72.8쪽, 즉 25.1%이다.

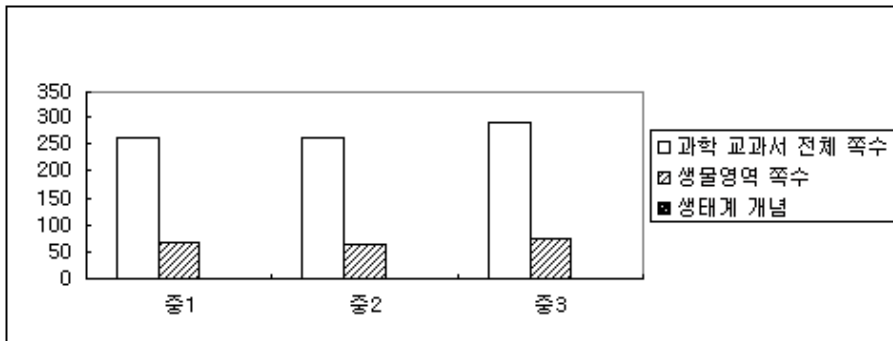
결론적으로 중학교 교과서의 분포도를 살펴보면 다음과 같다.

<표 10> 중학교 교과서 분포도

	중1	중2	중3
과학 교과서 전체 쪽수	261.3	263	290
생물영역 쪽수	66	65	72.8
생태계 개념 내포한 쪽수	0	0	0
생물영역 분포 비율(%)	25.3	24.7	25.1
생태계개념 분포 비율(%)	0	0	0

이를 그래프로 나타내면 다음과 같다.

<그림 4> 중학교 과학 교과서 내 생물영역 중 생태계개념 내포 단원 분포도



중학교에서는 3학년으로 진학하면 과학 교과를 더 배우게 되고, 이에 따라 생물 영역도 더 배우게 된다. 학년마다 비슷한 비율로 배우게 된다. 그렇지만, 생태계 개념을 내포한 단원은 총 3학년 중 전혀 없음을 알 수 있다.

(3) 고등학교

① 과학

출판사별로 과학 교과서를 분석한 결과는 다음과 같다.

<표 11> 고등학교 「과학」 교과서 출판사별 분포도

	(주)지학사	(주)교학사	(주)천재교육	(주)금성출판사
과학 교과서 전체 쪽수	326	324	316	386
생물영역 쪽수	92	94	102	120
생태계 개념 내포한 쪽수	30	26	36	44
생물영역 분포 비율(%)	28.2	29	32.3	31.1
생태계개념 분포 비율(%)	32.6	27.7	35.3	36.7

평균적으로 고등학교 1학년 과학 교과서는 총 338쪽으로 이루어져 있고, 이중 생물영역은 102쪽, 즉 20.2%를 차지한다. 생물영역 중 생태계 개념을 내포한 단원은 34쪽이다. 이는 과학 교과서 내에서는 10%, 생물 영역 중에서는 33.3%를 차지한다.

② 생물 I

<표 12> 「생물 I」 출판사별 분포도

	(주)지학사	(주)교학사	(주)천재교육	(주)금성 출판사
과학 교과서 전체 쪽수	222	244	238	220
생물영역 쪽수	222	244	238	220
생태계 개념 내포한 쪽수	18	22	22	10
생물영역 분포 비율(%)	100	100	100	100
생태계개념 분포 비율(%)	8.1	9	9.2	4.5

평균적으로, 생물 I 교과서는 총 231쪽으로 이루어져 있고, 이중 생태계 개념을 내포한 단원은 18쪽 즉 7.8%를 차지한다.

③ 생물 II

<표 13> 「생물 II」 출판사별 분포도

	(주)지학사	(주)교학사	(주)천재교육	(주)금성출판사
과학 교과서 전체 쪽수	302	304	310	284
생물영역 쪽수	302	304	310	284
생태계 개념 내포한 쪽수	42	42	44	34
생물영역 분포 비율(%)	100	100	100	100
생태계개념 분포 비율(%)	14	13.8	·14.2	12

평균적으로, 생물 II 교과서는 총 300쪽으로 이루어져 있고, 이중 생태계 개념을 내포한 단원은 40.5쪽 13.5%이다.

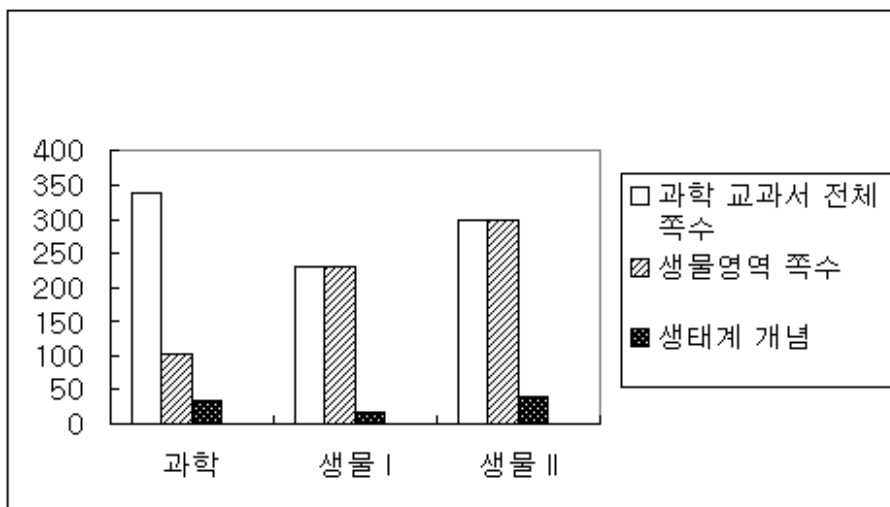
따라서, 고등학교 「과학」, 「생물 I」 「생물 II」 에서 생물과 생태계개념의 분포도는 다음과 같다.

<표 14> 「과학」, 「생물 I」 「생물 II」 분포도

	과학	생물 I	생물 II
과학 교과서 전체 쪽수	338	231	300
생물영역 쪽수	102	231	300
생태계 개념 내포한 쪽수	34	18	40.5
생물영역 분포 비율(%)	30.2	100	100
생태계 개념 분포 비율(%)	10	7.8	13.5

이를 그래프로 나타내면 다음과 같다.

<그림 5> 고등학교 과학, 생물 I·II 교과서 생물영역 중 생태계 개념 내포한 단위 분포도



3. 학습 내용 및 개념 분석

본 연구에서는 생태계의 개념을 다음과 같이 세분화하였다.

<표 15> 생태계 개념의 세분화

생태계	생물요소	상호작용
	무생물요소	
	생태계평형	
	개체군	
	군집	
물질의 순환		
에너지의 흐름	물질의 생산	
	에너지 이동	
환경오염	대기오염	
	수질오염	
	토양오염	
	기타(폐기물, 소음, 방사능)	
인간과 환경	인간과 자연	
	자연보전	

1) 초등학교

<표 16> 초등학교 과학 교과서 중 생태계 관련 단원

학년	단원	학습 내용	내포개념
3	6. 물에 사는 생물	물에 사는 생물 관찰하기	생태계; 생물요소
		연못이나 개울에서 관찰한 것을 나타내기	생태계; 생물요소
		어항 꾸며 생물 기르기	생태계; 생물 요소
		어항 속의 생물 관찰하기	생태계; 생물 요소
		물에 사는 생물들의 먹이 관계	생태계; 생태계평형
		물에 사는 생물과 환경의 관계	생태계; 생물 · 무생물 요소
5	1. 환경과 생물	생물이 환경에 적응한 예 알아보기	생태계; 생물요소
		빛이 생물에 미치는 영향 알아보기	생태계; 무생물요소
		물이 생물에 미치는 영향 알아보기	생태계; 무생물요소
		생물 사이의 관계 알아보기	생태계; 생물요소
		온도가 생물에 미치는 영향 알아보기	생태계; 무생물요소
6	3. 쾌적한 환경	생물이 살아가는 데 필요한 것	생태계; 생물 · 무생물요소
		생물이 양분을 얻는 방법	생태계; 생태계평형
		생물 사이의 먹고 먹히는 관계 알아보기	생태계; 생태계평형
		먹이 피라미드 알아보기	생태계; 생태계평형
		생태계의 평형 알아보기	생태계; 생태계평형
		환경오염에 대하여 알아보기	환경오염 및 문제; 대기 · 수질 ·

		토양·기타 오염
	환경 보전 방법에 대하여 알아보기	인간과 환경; 자연보전
	환경 신문 만들기	인간과 환경; 자연보전

3학년 1학기 6. 물에 사는 생물 단원에서는 물속에 사는 생물의 종류와 환경을 관찰하도록 그림과 함께 제시하고 있다. 수중생물을 관찰하여 그 개념을 익히고, 관찰 기록지를 작성하여 관찰 대상의 특성을 파악하게 한다. 또한 만화를 통해 먹고 먹히는 먹이 연쇄의 개념을 제시하였고, 환경과 생물과의 관계를 토대로 환경 보존에 관심을 가지도록 유도하였다.

5학년 2학기 1. 환경과 생물 단원에서는 온도, 빛, 물 등의 여러 가지 환경 요소 및 생물 요소가 생물의 생활에 미치는 영향을 알아보고 생물이 주위 환경에 따라 적응된 몸 색깔과 형태의 관계를 다루고 있다. 이것은 6학년에서 배우게 되는 ‘쾌적한 환경’을 이해하기 위한 기초 학습의 역할을 한다.

6학년 2학기 3. 쾌적한 환경 단원에서는 환경오염의 원인과 실태를 알아보고, 심각성을 부각시키며 생태계 보호의 중요성을 강조하고 있다. 생물적 요소와 비생물적 요소의 개념을 그림과 게임으로 제시하여 학습하도록 하고 있다. 또한 생산자, 소비자, 1차 소비자, 2차 소비자, 3차 소비자, 분해자의 개념을 나타나고 있다. 또한 이것들이 상호작용하면서 균형을 이루고 있는 생태계의 개념이 제시되고 있다. 그리고 먹이 연쇄와 먹이 그물, 먹이 피라미드의 개념이 단계별로 비교되어 생태계의 평형이 이루어지는 원리를 이

해할 수 있도록 구성되어 있다. 따라서 환경이 생물의 생활에 미치는 영향을 이해하여 사람도 환경 속에서 생활하고 많은 영향을 받으므로 자연을 보호하고 생명을 존중하는 태도를 기르도록 하였다.

2) 중학교

초등학교 학습 내용을 바탕으로 생물의 구성, 물질대사, 자극과 반응, 생식과 발생, 유전과 진화를 배운다. 그러나 생태계와 관련된 단원은 없다.

3) 고등학교

<표 17> 고등학교 과학, 생물 I·II 교과서 중 생태계 관련 단원

	단원	학습 내용	내포 개념
과학	VI. 환경	생물 농축	환경오염; 대기오염
		산성비	환경오염; 수질오염
		온실효과	환경오염; 대기오염
		소음	환경오염; 소음
생물 I	IX. 생명과학과 인간의 생활	생태계의 평형	생태계; 생태계평형
		생물자원의 이용	인간과 환경; 인간과 자연
		생물자원의 이용과 생태계 파괴	인간과 환경; 인간과 자연
		환경오염과 생태계 파괴	환경오염; 대기·수질·토양

			오염
		자연 보존	인간과 환경; 자연보전
생물 II	IV. 생물의 다양성과 환경	생태계의 물질의 구성과 에너지 흐름	생태계 ; 생물 · 무생물요소
		생태계의 구성	생태계 ; 생물 · 무생물요소
		물질의 생산과 순환	물질의 순환 에너지의 흐름 ; 물질의 생산
		에너지의 흐름	에너지의 흐름; 에너지 이동
		개체군의 특성	생태계; 개체군
		군집	생태계; 군집
		대기 오염	환경오염; 대기오염
		수질 오염	환경오염; 수질오염
		토양 오염 및 기타 오염	환경오염; 토양 · 기타오염
		인구문제	인간과 환경 ; 인간과 자연

「과학」 6. 환경 단원에서는 생물 농축, 산성비, 온실 효과, 소음 등과 같은 환경 문제가 발생하는 원인을 관찰 · 조사하고, 이에 관련된 자료를 분석하며, 이런 환경 문제를 해결하는 데 필요한 방법을 찾아보도록 구성되었다.

‘생물 농축’에서는 생물 농축이 일어나는 과정에서 먹이 연쇄에 따른 중금속이나 농약 등의 농도 변화를 그래프로 살펴보게 하여 이런 결과를 이용하여 생물 농축의 정의를 먹이 연쇄와 관련지어 말하게 하고, 농약이나 중금속의 생물 농축에 따른 피해 사례를

설명할 수 있게 학습시키고 있다.

‘산성비’에서는 산성비에 의해 생길 수 있는 건강이나 자연의 피해 종류를 조사해 보고, 이런 피해를 예방하거나 복구하기 위해서는 어떤 방법이 있는 지 조사하고 토의하는 활동을 다루게 된다.

‘온실 효과’는 대기 중의 이산화탄소 농도와 지구 평균 기온의 변화를 수십년간 특정하여 나타낸 그래프를 이용하여 지구 평균 기온의 변화와 대기 중의 이산화탄소 농도와는 어떤 관계가 있는지 분석해 보도록 하였다. 그리고 온실 효과를 유발하는 인간의 활동과 기체의 종류를 알아보고, 온실 효과가 일어나는 과정을 이해하도록 하며 온실 효과로 인해 지구의 어떤 환경이 변화될 수 있는지를 조사하여 토의해 봄으로써 온실 효과로 인한 피해의 심각성을 인식하고 일상생활에서 온실 효과를 일으키는 물질의 배출을 줄이려는 태도를 가지도록 하고 있다.

‘소음’에서는 주변에서 발생하고 있는 소리의 종류에는 어떤 것들이 있는 지 조사하고 소음의 종류와 크기에 따라 인체의 건강에 어떤 영향을 끼칠 수 있는지 알게 하여 소음이 우리 생활에 미치는 영향, 소음 발생의 원인과 소음을 줄일 수 있는 대책 등을 학습하도록 구성되었다.

「생물 I」 IX. 생명 과학과 인간의 생활 단원에서는 생명 과학과 인간의 생활 영역에서는 인간을 포함한 ‘생태계의 평형’에 관한 기본적인 내용을 다루고 이를 통해 생태계에서 인간은 어떤 위치를 차지하고 있고, 인간이 생물자원을 어떻게 이용하고 있는지를 학습시키며 이 과정에서 야기된 생태계 파괴의 주요 원인인 환경오염과 생태계 평형의 복구, 보존 방법 등에 대한 자연 보존을 중시

으로 이해시키고 ‘생물학이 인간에 미치는 영향’에서는 생물학사적인 관점에서 생물학의 중요한 발견이 인간 생활에 어떤 영향을 끼쳤는가를 다루도록 학습 내용이 구성되었다.

「생물 II」 IV. 생물의 다양성과 환경 단원 3.생물과 환경 영역에서는 개체군의 구조와 특징, 군집의 구조와 특징, 군집의 천이 등의 주요 특성을 다루도록 하고, 비생물적 환경에서는 생물에 작용을 가하는 빛이나 온도, 토양 등 다양한 환경과 그에 대한 생물들의 반작용을 언급하며 환경과 생물간의 상호 작용을 이해시키며 빛이나 온도 등의 요인이 생물에게 미치는 작용을 다룰 때에는 빛의 세기나 파장과 식물의 관계와 광주기성을 다루고, 빛에 의해 나타나는 식물의 굴성과 관련된 식물 호르몬에 대해서도 학습하도록 구성되었다.

초 · 중 · 고등학교에서 나타나는 생태계 개념을 내포하는 단원을 비교하여 <표 17>에 정리하였다.

<표 18> 초 · 중 · 고등학교 교과서에 나타나는 생태계 내포 단원

초등학교	중학교	고등학교	생물 I · II
6. 물에 사는 생물	·	VI. 환경 산성비 생물 농축 온실 효과 소음	IX. 생명과학과 인간의 생활 생태계의 평형 환경오염과 자연 보존
1. 환경과 생물			IV. 생물의 다양성과 환경
3. 쾌적한 환경			생물과 환경

초등학교 생물에서는 우리 주변 환경에서 흔히 일어나는 일에 대해 관심을 갖도록 유도하며 기초적인 과학 상식을 알게 한다.

초등학교 3학년 물에 사는 생물은 과학 교과서 중 생태계개념이 최초로 등장하여 5학년 2학기 1. 환경과 생물 단원으로 학습내용이 연결된다. 선수 학습으로는 슬기로운 생활에서 ‘동 · 식물의 특징 찾아보기’와 ‘동 · 식물을 다룰 때 주의할 점 알아보기’가 있다. 모두 1학년과정이라 2학년에서 단절이 일어난다. 3학년과정에서 처음으로 생태계 개념이 등장한다. 직접적인 단어가 나오기 보다는, 자연스럽게 물속에서 생물이 어떻게 살고 어떠한 관계를 맺고 사는지 알게 한다.

그러나 4학년 과학 교과서에는 생태계 개념이 단절되었다. 과학 교과서중 일반적으로 가장 적은 비율을 차지하는 생태계 개념이 없다. 이 개념은 5학년이 되어서야 다시 배울 수 있게 되는데, 이는 학습자의 인지구조에 혼돈을 일으키기 쉽다. 이에 어느 정도 개념 형성이 시작되는 4학년 때부터 올바른 생태계 개념을 심어주는 일이 앞으로 생태계에 관한 과학적 개념을 습득하는 데에 많은 도움이 된다고 본다.

3학년 수중생물과 서식 환경을 설명한 것이 5학년 환경과 생물에서 구체화되었다. 환경과 생물과의 상호관계를 이해함으로써 6학년에서 공부할 ‘쾌적한 환경’을 학습하는 데 필요한 기초를 마련한다. 환경조건과 생물의 생활과의 관계에 다루는 내용인데, 온도, 빛, 물 등의 환경 조건이 생물의 생활에 어떤 영향을 끼치는지 알게 한다. 즉, 환경이 생물의 생활에 미치는 영향을 이해하여 사람도 환경의 영향을 받음을 이해시키는 것이다. 그래서 자연을 보호하고 생명을 존중하는 태도를 기르게 한다.

6학년 쾌적한 환경에서는 한 단원 전체가 생태계 개념 내용으로 구성되어 그 중요성이 커졌다. 생태계에 대한 전반적인 이해를 바탕으로 환경 문제에 대하여 생각해 보도록 구성되어 있다. 생태계의 평형이 파괴되는 여러 요인 가운데 하나로 환경오염 문제를 제기하고 그 심각성을 부각시킨다. 이를 통해 생태계 보호의 중요성을 깨닫고 환경오염에 대한 개념을 알게 함으로써 고등학교 과정과 연계가 잘 이루어졌다. 생태계의 생산자, 소비자, 분해자의 개념과 이들이 상호작용하면서 균형을 이루고 있는 생태계의 개념이 제시되고 있다. 먹이연쇄, 먹이 그물이 어떤 의미를 가지는지 이

해하며, 이를 통해 생태계 평형이 유지됨을 이해하게 한다.

초등학교에서는 우리 주변의 동물과 식물과의 관계를 중심으로 접근하였는데 중학교부터는 동물부분은 인간을 중심으로 생리적인 부분까지 구체적으로 접근하고 있고(여성희 등, 1999) 식물부분은 초등학교 과정에서 학습한 내용을 기초로 하여 식물의 구조와 기능 단원을 확대 심화시키고 있다. (여성희, 1998) 즉, 생명현상에 대해 설명하고 있다. 동·식물의 구성과 생리적인 현상을 탐구한다. 그러나 1학년부터 3학년까지의 학습활동 중 생태계 혹은 환경에 관한 내용은 전혀 포함되어 있지 않아서 연계성이 떨어진다. 학습 효과는 지속적이며 반복되어야 극대화되는데, 이러한 단원 구성은 학습자의 학업성취도를 저하시킬 수 있다. 과학 교과 생물 영역 중에서 생태계 이외의 단원은 대부분 연계성이 뛰어나나, 생태계 개념의 연계성은 완전히 단절되고 있다. 초등학교보다 수업 시수나 과학 교과서 양도 늘어난 반면, 그 중 단 한번도 생태계 개념이 내포되어 있지 않고 있다. 초등학교 과정에서 계속성과 계열성을 유지하며 구성되어 있다가 중학교 단계에서는 단절되었다.

고등학교에서는 초등학교, 중학교 과정에서 학습한 내용들이 점차 심화되어 소개되는데 이중 생태계 개념도 연계되어 있다. 1학년 「과학」 환경오염에 대한 영역은 생물농축, 산성비, 온실효과, 소음에 관하여 학습하고, 인간이 자연 환경에 미치는 영향과 환경이 인간에게 미치는 영향에 대하여 학습자들이 파악할 수 있도록 구성되어 있다. 환경과의 관계를 언급하며 새로운 개념을 도입하고 있는데, 인간에 의한 지구 환경의 오염은 생태계의 불균형을 초래하며, 우리의 삶을 위협한다고 경각심을 불러일으키고 있다.

우리 주변에서 흔히 접할 수 있는 주제인 산성비, 생물 농축, 온실 효과, 소음 등의 원인과 대책 등을 학습하여 우리의 역할이 무엇 인지를 깨닫게 한다.

「생물 I」에서는 생태계 평형과 관련지어 자연보존의 중요성, 생물학이 인간에게 미치는 영향과 생물학과 인간의 미래를 전망하는 내용으로 학습 내용이 구성되어 있다. 그러나 생물 농축과 온실 효과 등 전 학년에서 학습한 내용이 반복되고 있다. 오염이 어떻게 이루어지는지 그 피해는 어떠한지에 대한 설명이 심화되기는 했지만, 충분히 전단계에서 학습 가능한 범위이기에 개념의 중복이 나타나고 있다.

「생물 II」에서는 생태계의 평형을 중점으로 설명하고 있다. 그러나, 초등학교에서부터 학습한 소비자, 분해자의 관계, 생태계 평형 유지, 먹이 연쇄가 다시 설명되고 있다. 물질의 순환과 질소고정, 에너지 효율은 새로 도입된 개념이지만, 그 이외에는 전 학습 단계와 중복된다. 특히 귀화생물을 소개하는 부분은 동일하다. 고학년으로 갈수록 생태계의 구성 요소에 대한 자세한 설명과 인간 활동이 자연환경에 미치는 영향 등 상관관계를 강조하여 설명하였다.

기초적인 개념 정리는 초등학교와 고등학교 과학에서 다루고 있고, 환경과 생물의 관계를 설명하는 것은 주로 생물 I과 생물 II에 나온다. 국민공통교과로 고등학교 1학년까지는 생물을 배울 수 있지만, 개인의 선택에 따라 생물 I·II를 배우기 때문에 이를 선택하지 않을 경우, 학습자의 생태계 개념은 고등학교 1학년 과학 정도에서 그치고 만다. 또한, 생태계 개념을 내포하는 부분들은 각

학급간의 마지막 단원으로 편성되어있다. 그러나 이를 배울 수 있는 학기말에는 교사의 재량, 진도의 차이 등으로 삭제될 가능성이 높다. 그러나 이는 환경 교육 효과가 미미해질 수 있고 학년말에 가르치도록 되어 있어 학생들이 오개념을 갖게 될 경우 이를 수정할 기회가 없어진다.

따라서, 고등학교 졸업 후 갖게 되는 생태계의 개념은 심화 · 확대 없이 단순 반복되고 있어 개략적인 생물과 환경의 상관관계와 그로 인한 환경오염 정도에 그치게 된다.

4. 제6차 교육과정과의 비교

제6차와 제7차 교육과정의 내용체계를 비교해봄으로써, 우리나라 교육과정 개편이 효과적으로 이루어지고 있는지 살펴보고 과학수업이 연계성 있게 이루어지고 있는지 알아보았다.

<표 19> 제6차 교육과정 과학과 생물영역에 나타난 생태계개념

	교과 (학년)	단원	학습내용	내포 개념
초등	자연 (3)	연못의 생물	연못의 생물	생태계; 생물 요소
			어항 속의 생물	생태계; 생물·무생물 요소 생태계평형
	자연 (4)	작은 생물	물속의 작은 생물	생태계; 생물·무생물요소
			땅 위의 작은 생물	생태계; 생물·무생물요소
		생물과 환경	환경 변화와 생물	생태계; 생물·무생물요소
			생물의 적응	생태계; 생물요소
	자연 (6)	1. 환경오염과 자연보존	환경오염	환경오염
			자연보존	인간과 환경; 자연보전
중등	과학 (3)	5. 자연환경과 우리생활	지구의 자연환경	생태계; 생물·무생물요소
			생태계의 구성요소	생태계; 생물·무생물요소
			생태계의 기능	생태계; 생태계평형 에너지의 흐름; 물질의 생산 에너지의 이동 물질의 순환

고등			생태계의 평형	생태계; 생태계평형
			인구문제	인간과 환경; 인간과 자연
			자연의 보존	인간과 환경; 자연보전
			자원의 이용과 보존	인간과 환경; 인간과 자연, 자연보전
	과학	7. 환경	자정작용	환경오염
			생물농축	환경오염
			산성비	환경오염; 대기오염
			오존층	환경오염; 대기오염
			온실효과	환경오염; 대기오염
			역전층	환경오염; 대기오염
			소음	환경오염; 기타
			방사능	환경오염; 기타
	생물I	3. 인간과 환경	생물권과 환경요소	생태계; 생물·무생물요소 생태계 평형 물질의 순환 에너지의 흐름; 물질의 생산 에너지 이동
			생물의 집단	생태계; 개체군, 군집
대기오염			환경오염; 대기오염	
수질오염			환경오염; 수질오염	
토양오염			환경오염; 토양오염	
고형쓰레기			환경오염; 기타오염	
인간과 자연			인간과 환경; 인간과 자연	
자원의 이용과 보존			인간과 환경; 자연보전	
생물II	6. 생물과 환경	생태계의 구성	생태계; 생물·무생물요소	
		개체군과 군집	생태계; 개체군과 군집	

			물질의 순환	물질의 순환
			에너지의 흐름	에너지의 흐름; 물질의 생산, 에너지 이동
			생태계의 평형	생태계; 생태계평형
			대기오염	환경오염; 대기오염
			수질오염	환경오염; 수질오염
			토양오염	환경오염; 토양오염
			기타오염	환경오염; 기타
			인구문제	인간과 환경; 인간과 자연
			자원의 이용과 보존	인간과 환경; 자연보전

우선 6·7차 교육과정간의 기본 방향의 차이에 대해 알아보면 첫째, 6차는 지식과 탐구 과정의 학습을 중시하고 적정 학습 분량을 조절하며 실생활과의 관련성을 강조하며 학교급간 연계성 유지에 중점을 두었다면 7차에서는 지식과 탐구 과정의 학습을 중시하며 과학 학습에 흥미와 관심을 제고하고 학습량을 감축하고 학습내용의 연계성에 중점을 두었다

둘째, 6차 교육과정에서는 초등학교 3학년부터 6학년을 대상학년으로 하였으나 7차 교육과정에서는 초등학교 3학년부터 10학년까지로 대상을 확대하여 '국민 공통 기본 교육과정'으로 저학년, 중학년, 고학년의 3단계로 구분하여 학교간, 학년간의 내용이 중복되거나 수준의 격차가 없도록 연계성이 유지되도록 조정되었다.

셋째, 교과명으로 6차 교육과정에서의 초등학교 '자연'이 7차 교육과정에서는 '과학'이란 명칭으로 변경된다.

넷째, 체제면에서 학교급별 교육과정은 초·중·고로 하고 성격, 목표, 내용, 방법, 평가로 진행되던 것이 7차 교육과정부터는 초등학교

교 3학년에서 고등학교 1학년까지를 국민 공통 기본 교육과정으로 하여 성격, 목표, 내용, 교수·학습 방법, 평가로 진행된다.

학습내용 중 가장 큰 차이점은 6차에서는 중등과정에서 간단하게 생태계 구성 요소·기능과 각종 오염에 대한 설명을 하여 고등과정에서 배우게 될 내용의 바탕이 되게 한다. 그러나 이 내용이 7차에서는 고등학교 1학년이 배우는 ‘과학’으로 포함되고 중등과정에서는 삭제된다.

또한, 4학년 ‘작은 생물’에서 ‘환경이 작은 생물에 미치는 영향, 작은 생물과 우리 생활’을 삭제하여 학습량을 축소하였다. 그리고 4학년에서 배우던 ‘생물과 환경’을 5학년으로 이동시켜 난이도를 조정하였다. 6학년 ‘환경 오염과 자연 보존’은 9학년 ‘자연 환경과 우리 생활’의 내용과 통합하여 ‘쾌적한 환경’으로 재구성하였다.

5. 생태계 개념 정립 방향

<표 20> 제7차 과학과 교과서에 나타나는 생태계 개념의 변화(박정민, 2006)

	초등	중등	고등
생태계	<p>무생물 요소 : 온도, 빛, 물, 공기, 토양</p> <p>생물 요소 : 생산자, 소비자, 분해자</p> <p>생태계 평형 : 먹이관계, 먹이사슬, 먹이그물</p>		<p>무생물 요소 : 온도, 빛, 물, 공기, 토양, 최적조건</p> <p>생물 요소 : 생산자, 소비자 (1·2·최종), 분해자, 생물권, 계절형, 생활형, 알렌의 법칙, 베르그만의 법칙, 생태계 평형</p> <p>먹이관계(포식관계, 포식자, 피식자, 천적)먹이사슬, 먹이그물, 귀화생물 생태계의 기능, 생태계 안정성, 생태계 파괴원인과 대책, 생태적 지위, 먹이 지위, 공간지위, 생태계 다양성, 생물다양성</p> <p>개체군 : 성장곡선, 환경저항, 생존곡선, 연령 피라미드, 세력, 순위, 리더, 사회생활, 생리적·생태적 수명, 주기적 변동, 생명표</p> <p>군집 : 군락, 우점종, 군계, 천이, 극상, 방형구법, 피도계급, 피도, 밀도, 빈도, 생태분포, 경쟁, 경쟁배타의 원리, 분서, 포식, 공생, 기생</p>
물질의 순환			<p>무기환경</p> <p>탄소의 순환</p>

		<p>질소의 순환 : 질소의 동화작용, 질소고정세균, 탈질소균, 탈질소균의 작용, 인의 순환, 지역적·지질학적 순환</p>
에너지의 흐름		<p>에너지의 이동 : 영양단계, 먹이·생태·개체수 피라미드, 에너지 효율, 에너지 이동경로, 생물량·에너지 피라미드</p> <p>물질생산 : 총생산량, 호흡량, 순생산량, 성장량, 생물량, 생산력, 1차·2차 생산</p>
환경 오염	<p>대기오염 : 대기오염원</p> <p>수질오염 : 수질오염원, 오염된 물의 성질, 물의 정화 작용</p> <p>토양오염 : 토양오염원, 토양 유실, 토양 생성</p> <p>폐기물 : 쓰레기 분류,</p> <p>소음 : 방음벽, 방음창</p>	<p>대기오염 : 대기오염원, 산성비, 지표식물, 온실효과, 스모그 현상, 먼지지붕, 1차 오염물질, 진폐증, 오염지표생물, 오존층 파괴, 환경 기준, 산성비의 생성, 온실기체, 지구온난화, 사막화, 해수면 상승, 우산효과</p> <p>수질오염 : 수질오염원, 자정작용, 부영양화, 생물농축, DO, BOD, COD, 대발생, 적조현상, 하수정화과정, 지표생물, 수질등급</p> <p>토양오염 : 토양오염원, 토양유실, 토양생성, 생물농축(DDT·BHC), 유기질 비료, 천적을 이용한 방제</p> <p>기타오염 : 폐기물오염, 산업고체폐기물, 소음과 진동, 환경기준, 인체에 대한 영향, 방사능 오염, 낙진, 방사성폐기물</p>
인간과 환경	사람이 환경에 미치는	인간과 자연 : 인구·식량문제,

	영향 산림보존의 중요성 천연자원의 이용과 보 존	인구조절, 출생·사망률, 자연 증가율, 자연·생활환경, 자 연·인공생태계, 인간의 생태 계에서의 위치 자연보존 : 생물·광물·에너 지자원, 자연보전·보존, 개인 적·국가적·국제적 자연보존 활동, 방아쇠효과, 환경마크제 도
--	---	--

내용의 선정 및 조직 방법은 학생들의 발달 단계와 집중력의 차이를 고려하여 저학년에서는 현상 중심으로 하되 한 개의 단원의 크기를 줄이는 대신 단원수를 늘리도록 하고, 고학년으로 갈수록 점차 개념 중심으로 단원의 크기를 확대하고 단원수를 줄이는 수준별 교육과정에 따른 방향으로 구성되었다. 따라서 저학년에서는 생태계를 구성하는 생물·무생물 요소를 관찰을 통하여 배울 수 있게 했고, 거시적인 생태계 평형과 환경오염에 대하여 학습하도록 구성되어 있다. 고학년으로 갈수록 생태계의 기능과 물질의 순환, 에너지의 흐름, 환경오염 대처 방안, 환경보전을 위한 우리의 자세로 심화되었다.

V. 결론 및 제언

제7차 교육과정에 따른 초·중·고등학교 과학 교과서의 내용을 분석하여 학교급간 생태계 개념의 연계성과 그 변화 추이를 분석해 본 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 과학 교과서 내 생물 영역에서 생태계가 차지하는 비율은 평균 7.9%로 낮은 비율로 보이고 있음을 알 수 있는데 이는 우리나라 교과서의 생태계 단원에 대한 중요도가 다른 단원들에 비하여 조금 낮음을 보여주는 것이라 볼 수 있다. 초등학교 6학년과정에서 가장 생태계 개념 내포 단원 비율이 높았고, 고등학교 1학년 과정에서 가장 낮은 비율이 나타났다. 대부분 초등과정에서 높은 비율이 나왔고, 고등과정에서는 생물 심화과정(선택과목)으로 진학해야 비율이 더 높아졌다. 이는 초등학교 과정에서는 환경에 대한 이해와 관심을 유도하고, 중·고등학교에서 생명현상을 배우기 위한 기초를 다지기 위해서이다. 그러나 중학교에서는 생명현상에 모두 치우쳐져 생태계 개념이 단절되었는데 요즘 시대적 흐름을 고려하였을 때, 연구와 개정이 필요하다.

2. 생태계가 내포된 단원은 주로 생태계에 대한 이해와 환경오염에 관련된 내용으로, 이루어져 있다. 초등학교에서 생태계에 대한 이해와 개략적인 상관관계를 알게 되고, 고등학교 과정에서 생태

계 내에서의 관계와 환경에 끼치는 영향 등을 배우게 된다.

3. 초등학교에서는 주위 환경에서 생물을 관찰하면서 이해하는 것으로 시작하여 생태계를 이루는 구성 요소와 그 안에서의 상관관계 등을 배운다. 이를 바탕으로 고등학교에서는 이러한 생태계와 인간의 관계를 이해하고, 에너지의 흐름, 물질의 순환, 환경오염과 그 대책을 알게 된다.

4. 학년이 올라감에 따라 학습 내용이 심화·발전되지만, 단절되어 연계성이 떨어지고, 반복된 내용도 많았다. 초등학교 3학년부터 소개된 생태계 개념은 4학년에서 단절이 되었다가 5학년 환경과 생물 단원에서 다시 전개된다. 물에서 사는 생물을 관찰하는 것으로 시작하여 이 생물이 살아가는 데에 어떤 환경이 필요한가, 어떤 먹이를 먹고 자라는지 알게 된 후, 빛, 온도 등의 환경 조건과 생물의 관계를 배우게 된다. 이후 6학년에서는 생태계를 구성하는 생산자, 소비자, 분해자의 개념을 익히고, 먹이 연쇄 등 그 유지방법을 배우게 된다. 초등학교과정에서는 내용의 진전이 있었으나, 중학교과정에서는 크게 단절되었다가 다시 고등학교 과학에서 인간에게 닥친 환경오염과 생태계의 파괴를 연결하여 설명한다. 생물 I 과정에서는 생태계의 평형 개념과 이를 깨트리는 인위적인 요인들에 배우게 되고, 인간이 생물자원을 이용함에 따르는 생태계 파괴에 대하여 배운다. 그러나 이러한 내용들은 전단계였던 고등학교 1학년 과학에서 배웠고, 생물 II에서도 반복된다. 특히, 생물농축, 대기오염, 귀화생물 등의 내용은 매년 반복된다.

전반적으로 초·중·고등학교 간에 교과 내용의 연계가 잘 이루어졌다. 초등학교에서는 학년이 증가할수록 구체적인 생태계 구성의 기준 제시와 용어를 사용하여 내용 구성에서 단계적 심화가 잘 되었다. 그러나 중학교에서는 그에 관련된 단원이 없고 고등학교에서 연결된다. 이중 생태계와 물질의 순환, 에너지의 흐름 부분의 새로운 개념들은 이전에 학습한 내용이 다양화되고 심화되어 나타나는데, 환경오염과 인간과 환경 부분은 더 이상의 진전이 없고, 같은 내용으로 일관되어 있다.

이상과 같은 결과를 토대로 하여 보다 효율적이고 과학적인 교과서의 구성을 위하여 다음과 같은 몇 가지 제언을 하고자 한다.

첫째, 상세한 생태계에 대한 이해를 돕기 위해서는 초·중·고등학교 전체를 통해 중복 없이 골고루 취급될 수 있도록 교육과정의 선정과 내용의 구성에 대한 연계적 고려가 있어야 할 것이다.

둘째, 중학교에서는 생태계를 다루지 않았다. 게다가 생태계에 대해 심화된 내용을 다룬 고등학교 생물 I·II는 국민공통기본 교육과정이기 때문에 만약 학습자가 선택하지 않을 경우, 생태계에 대한 학습은 초등학교와 고등학교 1학년에서가 전부인 셈이다. 따라서 종합적인 개념이 연계되고 중요한 개념이 단계적으로 학습될 수 있도록 하기 위해서는 중학교에 관련된 단원이 설정되어야 하고 그에 따른 적절한 교과내용의 보완이 필요할 것이다.

참고 문헌

- 강지혜, 「초 · 중 · 고등학교 과학 교과서의 생물개념 연계성 분석」, 경희대학교 교육대학원 석사학위논문, 2002
- 김숙희, 「제7차 교육과정에 따른 고등학교 과학교과서의 환경 단원 분석」, 안동대학교 교육대학원 석사학위논문, 2003
- 김훈경, 「학습자료에 의한 초등학생들의 생태계 개념 변화에 관한 연구」, 광주교육대 교육대학원 석사학위논문, 2002
- 박병관, 「초 · 중 · 고등학교 과학교과서의 환경내용 분석 및 연계성에 관한 연구」, 경기대학교, 1997
- 박수한, 「초 · 중 · 고등학교 과학교과서의 연계성에 관한 연구」, 성균관대 교육대학원 석사학위 논문, 2000
- 박은민, 「제 7 차 교육과정에 따른 과학 10 교과서 비교 분석 및 단원의 재구성: 생태계 단원을 중심으로」, 경희대학교 교육대학원 석사학위논문, 2005
- 박정민, 「생물교과서 '환경'관련 단원 연구를 통한 중학교 '환경'수업 개선방안」, 경희대학교 교육대학원 석사학위논문, 2006
- 손지아. 「교육인적자원부의 제7차 교육과정에 포함된 중 · 고등학교 과학교과의 연계성 비교 · 연구」, 건국대학교 교육대학원 석사학위논문, 2005
- 송푸르나. 「환경교육에 있어서 우리나라 각급학교의 과학교육과정의 연계성에 관하여」, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문, 1998

- 이진화, 「10학년 과학 교과서 7종의 환경단원 내용 비교분석」, 순천대학교 교육대학원 석사학위논문, 2003
- 정선미, 「고등학교 과학교과서에 나타난 생태환경관련 교육내용 분석」, 고려대학교 교육대학원 석사학위논문, 2005
- 채인혜, 「제7차 교육과정에 따른 초등·중학교 과학교과서의 연계성에 대한 연구 : 생물영역을 중심으로」, 고려대학교 교육대학원 석사학위논문, 2004
- 허은진, 「제 7차 교육과정 10학년 과학교과서의 환경단원 비교분석, 경희대학교 교육대학원 석사학위논문」, 2006
- 김준호 외 9인(1993). 현대생태학. 교문사
- 강이철(2001). (코스웨어 설계를 위한)교육공학의 이론과 실제. 학지사
- 강현석(2006). 교과교육학의 새로운 패러다임. 아카데미프레스
- 김준호 외 13인(2006). 생태와 환경. 라이프사이언스
- 김진희(2001). 주제별 교육학 용어사전. 지구문화사
- 윤성탁(2005). 환경생태학. 드림미디어
- 임철일(2000). 교수설계이론: 학습과제 유형별 교수전략. 교육과학사
- MCDASH(1996). 기초생태학. 동화기술
- Robert M. Gagné(1998). 교수-학습 이론. 학지사
- 교육인적자원부(2001). 초등학교 과학3. 대한교과서(주)
- 교육인적자원부(2001). 초등학교 과학4. 대한교과서(주)
- 교육인적자원부(2001). 초등학교 과학5. 대한교과서(주)

교육인적자원부(2001). 초등학교 과학6. 대한교과서(주)
 이광만 외 12인(2001). 중학교 과학1. (주)지학사
 이광만 외 12인(2001). 중학교 과학2. (주)지학사
 이광만 외 12인(2001). 중학교 과학3. (주)지학사
 정완호 외 9인(2001). 중학교 과학1.(주)교학사
 정완호 외 9인(2001). 중학교 과학2.(주)교학사
 정완호 외 9인(2001). 중학교 과학3.(주)교학사
 김찬중 외 11인(2001). 중학교 과학1. (주)도서출판 디딤돌
 김찬중 외 11인(2001). 중학교 과학2. (주)도서출판 디딤돌
 김찬중 외 11인(2001). 중학교 과학3. (주)도서출판 디딤돌
 이성묵 외 11인(2001). 중학교 과학1. (주)금성출판사
 이성묵 외 11인(2001). 중학교 과학2. (주)금성출판사
 이성묵 외 11인(2001). 중학교 과학3. (주)금성출판사
 이면우 외 11인(2003). 고등학교 과학. (주)지학사
 정완호 외 9인(2002). 고등학교 과학. (주)교학사
 차동우 외 10인(2003). 고등학교 과학. (주)천재교육
 김찬중 외 7인(2002). 고등학교 과학. (주)도서출판 디딤돌
 이상인 외 3인(2003). 고등 생물 I. (주)지학사
 정완호 외 4인(2004). 고등 생물 I. (주)교학사
 권혁빈 외 4인(2003). 고등 생물 I. (주)천재교육
 박희송 외 4인(2003). 고등 생물 I. (주)금성출판사
 이상인 외 3인(2003). 고등 생물 II. (주)지학사
 정완호 외 4인(2004). 고등 생물 II. (주)교학사

권혁빈 외 4인(2004). 고등 생물 II. (주)천재교육
박희송 외 4인(2003). 고등 생물 II. (주)금성출판사
교육인적자원부(2002). 초등학교 과학 교사용지도서

ABSTRACT

The concept of ecosystem which described in
elementary, middle and high school scientific
textbook

Choi, Hwa Yeong
Department of Biology Education
Graduate School of Education
Sungshin Women's University

It is accurate and proper ecosystem concept triangular position will become the education about our ecosystem at once and this is to be joined together in environment education naturally. In modern society where the environmental protection sense of value is established we have to promote environmental

preservation and economic growth for sustainable society. It is to be because of this harmonizing the economic development with environmental agenda take the new leading part in 21 century world economy. Therefore it is necessary to establish a fundamental ecosystem concept. Each individual perceived an ecosystem concept through school education. So it is necessary to identify the connection of concept whether the ecosystem concept are arranged appropriately classified by school level from elementary, middled and high school curriculum.

Consequently, the objects of the research are which analyze the connection of the ecosystem concept which appears inside the elementary, middle and high school scientific textbook and search into a concept change for the ecosystem concept which appears in 7th curriculum in right position

The results of this study are as follows.

First, The percentage of ecosystem concept in biological section came out high ratio within elementary education course. It is due to inducing interests and understanding about environment in a course of a elementary school, and providing basis about biological phenomenon in middle and high school.

Second, the chapter contained concepts of ecosystem is mainly consists in understanding of ecosystem and contents related to environmental pollution.

Third, students start to observe and understand the organism

surrounding environment and furthermore, elements and their cooperation within the ecosystem. In other words, contents of the chapter changes from the phenomenon into the concept gradually.

Fourth, Students learned a biotic balance, the artificial factors break ecosystem and destruction by biological resources that human used at 'Biology I' course. But, this chapters are repeated on high course 'Science' and 'Biology II' . Specially, the contents of bioconcentration, air pollution and naturalized organism is repeated very often.

Generally the connection of subject contents became accomplished well between elementary, middle and high school. While the grade increasing in the elementary school, standard elements and words of the ecosystem are deepen.

The chapter about ecosystem was absented from middle course, but high school course. The concepts of 'ecosystem' , 'material circulation' and 'the flow of energy' which it studies previously becomes diversification and it is deepened. But 'environmental pollution' and 'human and environment' sections are no more development , it is being consistent with same contents.