

TV 만화와 아동 과학 도서에 의한 진화의 오개념 분석

하민수 · 차희영

(한국교원대학교)

Analysis of Mis-conceptualizations regarding Evolution Originating from TV Animation and Science Books for Children

Ha, Minsu · Cha, Heeyoung

(Korea National University of Education)

ABSTRACT

Many misconceptions regarding biology and evolution have been reported by students prior to being exposed to a formal education program of evolution which challenged them. This study sought to investigate and to analyze the misconception formation process of evolution originating from TV animation and science books for children. Firstly, to identify TV animation's influence on students' misconceptions of evolution, a questionnaire including TV animation characters was constructed and administered to 146 elementary school students, 161 middle school students, and 156 high school students. The data collected was analyzed. Secondly, 17 science books for children were sampled and the contents related to evolution were selected and analyzed in terms of five evolutionary explanations: creationism, internal will explanation, teleological explanations, explanations of use and disuse, mutation and finally, natural selection. Children have understood 'growth' and 'metamorphosis' on TV animation as 'evolution'. The processes by which characters on TV animation undergo some forms of change, which are in fact a kind of metamorphosis has often been understood as 'evolution'. Many respondents have defined evolution incorrectly as the process of growing and changing shape. On the other hand, some science books for children contained descriptions of evolution including 'mutation and finally natural selection explanation'; however, most of the science books for children sampled in this study were written through the perspectives of alternative evolutionary views such as 'teleology view', 'internal will view', and 'use and disuse view'. It is apparent that TV animation and science books for children influence the formation of various misconceptions regarding evolution by children.

Key words : evolution, biological misconception, TV animation, science books for children, mutation, natural selection

I. 서론

구성주의자들은 학습에서 학생이 교사에게 새로운 개념을 배우기 이전에 이미 각자의 경험을 통해서 선개념의 형태로 인지 구조가 형성된다고 한다(Novak & Gowin, 1984). 또한 학생들이 이미 가지고 있는 선개념과 앞으로 배울 지식의 상호작용으로 학습이 이루어진다고 한다(Pines &

West, 1986). 구성주의자들이 말하는 학생들의 선개념은 경험에 의해 습득된 것으로 태어날 때부터 가지고 있는 것은 아니다. 정규 교육을 받기 이전에 경험을 통해 습득된 선개념은 단지 정규 교육 과정에서 교사로부터 배운 것은 아닐 뿐 어떤 형태로든 학습이 이루어진 것이다.

생물 개념 중 특히 오개념이 많은 개념은 진화이다. 초등학생, 중학생, 고등학생, 대학생, 예비

교사, 초등교사 등 다양한 대상으로 실시한 진화의 대안 개념을 보면 진화 개념에는 오개념이 많다(Settlage, 1994; Brumby, 1984; 이미숙 등, 2004; 이미숙 등, 2005; 이미숙과 이길재, 2006). 진화 개념은 생물의 다양성과 생명체들의 공통 현상을 설명하는 과학적인 원리이다(Kennedy et al., 1998; Rutledge & Mitchell 2002; Rutledge & Warden, 2000). 그러나 학생들은 진화를 거의 대부분 목적론적이거나 용불용설적으로 설명한다. 더욱이 이러한 대안 개념들은 특별히 계획된 학습에 의해서도 쉽게 교정되지 않는다(Demastes et al., 1995).

진화에 대한 선개념이 많다는 것은 이와 관련된 경험이 많다는 것을 말해준다. 또한 진화 개념이 쉽게 수정되지 않는 이유는 학생이 가지고 있는 대안 개념이 올바른 개념에 비해 쉽게 동화되지 않기 때문이다(Ausubel et al., 1978). 선개념은 학생의 환경에서 생성된 것으로 이런 학생의 환경은 물리적 환경, 교육적 환경, 사회적 환경으로 구분한다(김도옥, 1991). 이 중 사회적 환경은 사회적 풍습, 종교, 언어 등 문화적 요소가 있다. 문화적인 요소의 전달 매개는 주로 책이나 TV, 최근에는 인터넷과 같은 것들이다. 김세영(2003)은 학생들이 과학에 대한 지식을 얻을 수 있는 방법으로 33.7%의 학생들이 책이라고 답하였다. 두 번째는 인터넷이었으며 TV가 세 번째로 많은 21.0%였다. 정완호(1993)의 연구에서는 아동들이 TV에서 의인화된 오징어의 만화 영상에 오징어의 꼬리지느러미에 눈을 그려 아동들이 오징어의 꼬리지느러미를 머리로 오인하는 경우가 있다고 하였다. 대중 매체인 TV 역시 학생들의 선개념 형성에 많은 영향을 미친다(Aikenhead, 1984).

이런 선행 연구들을 보면 진화 개념도 TV와 책을 통하여 대안 개념이 형성되고 강화되어 왔을 가능성이 있다. 진화는 과학사적으로 많은 논쟁이 있었던 이론이며(이미숙 등, 2005), 학생들의 호기심이 많은 영역이다. 또한 진화라는 단어는 일상적으로 많이 활용하는 단어이다. 생물의 다양성을 소개하는 아동들이 읽는 과학도서에서도 진화를 많이 활용한다. 이 젊은 학생들이 경험 속에서 의식하지 않는 동안에도 독서나 TV 시청을 통해 진화 개념을 습득할 수 있으며 이 속에서 비과학적인 개념이 생성될 수도 있다. 그러므로 매체에서 어떤 형태로 진

화에 대해서 가르치고 있는지 알아볼 필요가 있다.

본 연구에서는 학생의 진화 개념에 영향을 미치는 매체에 대해서 연구해 보고자 한다. 특히 최근 인기 있는 TV 애니메이션과 아동 과학 도서에서 진화에 대한 서술 형태를 알아볼 것이다. 매체가 학생들의 개념 형성에 어떻게 영향을 미치는지 알아보고 이런 과정을 통해 형성된 진화에 관한 선개념 및 오개념에 대해 학교 교수 학습에서 어떻게 대처해야 할 것인지 논의해 볼 것이다.

II. 연구 방법

본 연구는 크게 TV 만화의 영향에 의한 학생들의 진화 개념과 아동 과학 도서에 기술된 진화 설명을 분석하기 위한 것으로 구체적인 연구 방법은 다음과 같다.

1. TV 만화의 영향에 의한 학생들의 진화 개념 분석

TV 만화 캐릭터와 생물의 변태 과정을 이용하여 진화에 관한 개념 검사지를 제작하였다(부록 1). 본 검사지의 주된 목적은 국내에서 매우 큰 인기를 누려 대부분의 학생들이 시청한 TV 애니메이션에서 제시하는 바르지 못한 진화 개념이 학생들에게 나타나는가를 확인하기 위함이다. 그래서 검사지는 TV 애니메이션에서 제시하는 캐릭터를 활용하여, 제시된 진화 과정과 유사한 것을 선택하는 것이다. 또한 이 TV 애니메이션에서 진화를 개체의 발달과 혼동할 수 있도록 제시하였기 때문에 ‘자라면서 변하는 것’을 진화의 개념으로 선택하는지에 대해서 알아보는 것이다. 위와 같은 목적으로 제작된 검사지는 세 부분으로 나누어진다. 먼저 검사지의 첫 번째 부분으로 학생들에게 제시한 질문은 아래와 같다.

「오래 세월 동안 생물이 모습이 점점 달라지는 현상을 '진화'라고 합니다. 아래의 보기 중 문제에서 보여주는 '진화'와 비슷한 과정이라고 생각되는 답지에 체크를 하세요. 여러 개 고르셔도 됩니다.」

이 문항에 대한 답지로 애니메이션 속에 등장하는 캐릭터가 5개 있었고 생물이 변태하는 것이 3종류, 그리고 “위 그림 중에는 없음”의 답지까지 총 9개의 답지로 구성되어 있었다. 각 답지에 제시된 그림이 진화 과정인지 아닌지 표시를 하는 것이다.

두 번째는 진화 과정과 유사한 서술을 찾는 것이다. 선행 연구를 바탕으로 학생들이 흔히 가지고 있는 설명 형태를 제시하였으며 특별히 「자라면서 모습이 달라지는 것」이라는 답지를 첨부하였다. 이 보기는 진화 개념 연구와 관련된 선행 연구에서는 구성한 적이 없는 답지로 TV 애니메이션의 영향을 직접 확인하기 위하여 고안되었다.

마지막으로 학생들이 진화라는 말을 자주 접하는 매체를 선택하는 것이다. 다큐멘터리, TV 만화, 동화책, 선생님, 부모님, 백과사전, 친구 등 학생들이 진화를 접하게 될 경로를 모두 답지에 넣었다.

검사지는 초, 중, 고등학교 학생들에게 투입하여 횡단적으로 분석하였다. 각 학교별 투입 학생은 초등학교 146명, 중학교 161명, 고등학교 156명이다. 자료 분석은 SPSS WIN 10.0 프로그램을 활용하여 집단별 평균과 이변량 상관관계 분석을 통해 분석하였다.

2. 아동 도서에 기술된 진화 설명 분석

어린이 도서관에서 “초등 과학”과 관련된 책 17권을 수집하여 분석하였다(표 1). 책에서 서술하는 방식을 진화에 관한 일반적인 서술 형태인 창조론

적 설명, 목적론적 설명, 내부 의지적 설명, 용불용설적 설명, 돌연변이 후 자연 선택적 설명의 5개 범주를 기준으로 분석하였다. 특히 과학도서 A~E는 진화와 관련된 시리즈로서 이 시리즈에 들어 있는 서술 형태는 양적으로 분석하였다. 책의 내용은 생물교육 박사과정생과 생물교육전문가와 함께 3인의 합의 과정을 통해 분석하여, 경향성을 기준으로 범주화하여 논의하였다.

III. 연구 결과

1. TV 만화의 영향 및 학생들의 진화 개념 분석

검사지의 첫째 문항인 「TV 만화에 등장하는 캐릭터와 생물 변태가 진화 과정이라고 생각하는가?」라는 문항에 대한 응답은 표 2에 있다.

참고로 위 문항과 관련된 실제 TV 만화의 내용을 살펴보면 '진화' 개념과 '변태' 개념을 혼동하게 만든다. 만화의 내용은 애니메이션 캐릭터가 위험에 처하면 '진화'라고 외치면서 점차 멋진 모습으로 변신한다. 그런데 캐릭터는 실제 생물과 유사하

표 1. 분석 대상 아동 과학도서

코드화	제목	저자	출판사
A	어린이를 위한 진화 이야기 1 - 물고기, 땅으로 올라오다!	구로다 히로유키	바다어린이
B	어린이를 위한 진화 이야기 2 - 포유류, 몸을 요리조리 바꾸다!	구로다 히로유키	바다어린이
C	어린이를 위한 진화 이야기 3 - 원숭이, 조물조물 손발을 사용하다!	구로다 히로유키	바다어린이
D	어린이를 위한 진화 이야기 4 - 사람, 두 발로 쿵쿵 걷다!	구로다 히로유키	바다어린이
E	어린이를 위한 진화 이야기 5 - 생각하는 사람, 새록새록 세상을 바꾸다!	구로다 히로유키	바다어린이
F	세상의 모든 동물 이야기	장수하늘소	서울문화사
G	호랑이 몸에는 왜 줄무늬가 있을까?	김은하	아이세움
H	3일 만에 읽는 동물의 수수께끼	시쿠마 이사오	서울문화사
I	탐구하는 아이들을 위한 사이언스 프랜드	조삼래	교원빨간펜
J	발가락은 왜 10개일까요?	편집부	느림보
K	부드러운 톱니바퀴	임혁	성우
L	과학이야기 96가지	길문섭	월드컴M&C
M	호기심 짱 과학이야기	우리기획	학은 미디어
N	뇌, 춤추는 미로	김미경	성우
O	생물이 생긱생긱	봄 포우키	김영사
P	사람의 뇌를 왜 작은 우주라고 부를까요?	한국과학문화재단	미래엠앤비
Q	DNA의 마술 -진화-	스티븐웹스터	다섯수레

표 2. '진화'라고 응답한 학생들의 비율

(단위: %)

	만화 캐릭터					생물 변태				모두 진화가 아님	
	버터플	샤벨 레오몬	독침봉	강챙이	실피드몬	만화 전체	닭	곤충	개구리		생물 전체
초등학생	45.2	36.3	37.7	43.8	43.8	41.4	61.0	58.9	71.2	63.7	15.8
중학생	39.8	33.5	32.3	45.3	39.8	38.1	44.1	44.1	54.0	47.4	13.7
고등학생	40.4	48.1	38.5	54.5	46.2	45.5	23.1	32.7	35.3	30.4	26.3
평균	41.7	39.3	36.1	47.9	43.2	41.6	42.3	44.9	53.1	46.8	18.6

게 만들어져 있다. 예를 들어 평소 번데기 모양의 캐터피라는 캐릭터가 진화하면 버터플이라는 나비 모양의 캐릭터가 된다. 독침봉은 벌을 캐릭터화한 것이고 강챙이는 개구리를 캐릭터화한 것이다. 이 애니메이션 속에서는 나무가 자라는 것, 꽃이 피는 것의 과정도 '진화'라고 부른다.

만화 캐릭터의 경우, 평균 약 40%의 학생들이 진화라고 생각하고 있다. 평균 약 40%는 초·중·고등 학생에 상관없이 거의 일정하다. 생물의 변태를 선택한 비율은 초등학교에서 고등학교로 갈수록 진화라고 생각하는 학생들이 줄어든다. 하지만 초등학생의 경우 애니메이션이 진화라고 생각한 비율보다 닭과 곤충과 같은 생물이 변태하는 과정을 진화라고 하는 경우가 더 많았다. 고등학생의 경우에도 23.1%가 닭이 달걀에서 성장하는 것을 진화라고 하였고, 32.7%는 곤충이 애벌레에서 변태하는 과정을, 35.3%는 개구리가 올챙이로부터 변태하는 과정을 진화라고 응답하였다. 위의 답지에 '모두 진화가 아님'이라고 응답한 학생은 고등학교로 갈수록 점차 비율이 커지지만 고등학생의 26.3%만 '모두 진화가 아님'을 선택하였다.

표 2에서 만화 캐릭터의 변태를 진화 과정이라고 응답한 비율과 생물 변태를 진화 과정이라고 응답한 비율 사이의 상관계수는 표 3과 같다. 초·중·고 모두 유의미한 상관관계를 보였다. 이것은 만화에 대한 응답과 생물 변태에 대한 응답 사이에

표 3. 만화 캐릭터의 변태와 생물 변태를 진화 과정으로 생각하는 학생들의 응답 사이의 상관계수

학년	상관계수
초등학생	0.384
중학생	0.429
고등학생	0.304

경향성이 있다는 것을 의미하고 TV만화에서 말하는 진화가 생물 변태에 대한 개념에 영향을 미쳤다고 추론할 수 있다.

표 4는 「진화라는 단어를 어떤 뜻으로 이해하십니까?」라는 질문에 대한 응답이다. 「필요한 기능이 생기는 것」과 「오랜 세월에 걸쳐 모습이 변하는 것」이 가장 높은 응답을 보였다. 「필요한 기능이 생기는 것」은 목적론적 설명으로서 학생들이 흔히 가지고 있는 대안 개념이다(Settlage, 1994; 이미숙 등, 2005). 「오랜 세월에 걸쳐 모습이 변하는 것」은 답지 중에서 가장 과학자적인 개념이다. 또한 「원하는 모습으로 변하는 것」도 내부 의지에 의해 생물이 변해 간다는 사고로서 학생들이 많이 가지고 있는 오개념이다.

이 결과에서 흥미로운 점은 일반적으로 선행 연구에서도 나타난 응답인 목적론적 설명이나 내부 의지적 설명에 비해 「자라면서 모습이 달라지는 것」의 응답의 비율이 상대적으로 매우 높다는 것이다. 특히 초등 학생들은 「자라면서 모습이 달라지는 것」의 비율이 다른 응답에 비하여 가장 높았다. 이미숙 등(2005)의 연구에서는 초등학생들이 '내부 의지·사용'이 약 74%, '목적론'이 약 18%인 것에

표 4. 진화에 의미에 대한 응답

(단위: %)

진화의 의미는?	초등 학생	중학생	고등 학생	전체
· 원하는 모습으로 변하는 것	10.3	4.3	11.5	8.6
· 더 강력한 모습으로 발전하는 것	32.2	22.4	19.9	24.6
· 필요한 기능이 생기는 것	33.6	39.1	54.5	42.5
· 모습이 순간적으로 변하는 것	8.2	3.7	5.8	5.8
· 자라면서 모습이 달라지는 것	43.8	34.2	21.8	33.0
· 오래 세월에 걸쳐 모습이 변하는 것	37.7	56.5	54.5	49.9
· 위에 답이 없음	2.7	2.5	6.4	3.9

비교했을 때 「자라면서 모습이 달라지는 것」의 비율은 매우 높다. 이것은 본 검사지가 「자라면서 모습이 달라지는 것」이라는 TV 만화에서 진화라고 부르는 성장의 개념을 답지로 두었기 때문이다. 이 오개념에 대해서 다른 선행 연구에서는 논의된 바가 없었다. 「자라면서 모습이 달라지는 것」이라는 오개념은 초등학생의 경우 43.8%, 중학생은 34.2%, 고등학생은 21.8%로 매우 높은 비율이었다. 이것은 만화의 영향을 추측할 수 있는데 그 이유는 만화 내용을 살펴보면 이해가 가능하다. 만화 속에서 말하는 ‘진화’는 한 개체가 성장하면서 모습이 변하는 ‘변태’로서 올바른 생물학적 진화를 의미하지 않는다. 예를 들어 설명하면 만화 속에서 ‘발챙이’라는 캐릭터가 진화하면 ‘강챙이’가 된다. 이때 발챙이는 울챙이를 캐릭터화한 것이고, 강챙이는 개구리를 캐릭터화 한 것이다. 또한 일반적인 생물학에서의 진화는 여러 세대를 거쳐 일어나는 현상인 반면 만화에서는 한 개체가 점점 변신하는 것을 진화라고 하고 있다. 이런 이유에 의해서 학생들의 진화 개념이 변태 개념과 혼동되고 「자라면서 모습이 달라지는 것」의 응답이 높은 것으로 추측된다.

표 5는 학년별로 진화라는 용어를 들어본 곳의 비율이다. 위 결과를 보면 전체적으로 가장 많이 접한 곳은 다큐멘터리와 TV 애니메이션이다. 특히 초등학생들은 TV 만화를 통해 진화라는 말을 들어봤다는 응답이 50.7%였다. 특이한 것은 내용에 대한 검증 과정이 상대적으로 충실한 매체인 다큐멘터리, 선생님, 백과사전과 같은 것은 고등학생으로 갈수록 비율이 증가하고 내용이 상대적으로 충분히 검증되지 않은 TV 만화, 동화책, 부모님과 같은 경우는 고등학생들로 갈수록 비율이 점차 줄어들고 상대적으로 저학년의 경우는 비율이 높다.

표 5. 진화를 자주 접한 매체에 대한 응답 (단위: %)

	초등학생	중학생	고등학생	전체
다큐멘터리	37.7	44.1	49.4	43.8
선생님	6.8	23.0	26.9	19.2
백과사전	11.6	16.8	21.8	16.8
TV 만화	50.7	41.0	34.6	41.9
부모님	8.9	6.8	2.6	6.0
동화책	12.3	6.2	3.8	7.3
친구	2.1	5.0	3.2	3.5

2. 아동 도서에서 기술하고 있는 진화 설명 분석

아동 과학도서 A~E까지는 총 5권으로 된 시리즈로 아동을 대상으로 진화에 대해서 소개하는 책이다. 다른 과학도서에서는 진화 내용이 일부 포함 된 것이지만 아동과학도서 A~E는 책 전체가 진화와 관련된 내용으로 되어 있다. 그래서 아동과학도서 A~E에 얼마나 많은 양의 잘못된 진화적 서술이 있는지 분석해 보았다(표 6). 분석 결과 아동 과학 도서 A~E 진화와 관련된 설명들은 목적론적 설명, 내부 의지적 설명, 용불용설적 설명이었다. 아동 과학 도서 A~E에서는 진화에서 가장 중요한 용어인 돌연변이, 자연 선택과 같은 용어가 단 한 차례도 제시되지 않았다. 아동 과학 도서 A~E은 한 쪽이 전부 그림인 부분이 많고 글로 설명이 된 부분은 권당 14쪽이므로 5권으로 된 시리즈의 경우 총 70쪽이다. 잘못된 진화적 설명으로 된 부분은 총 76개로 평균 한 쪽 당 1개씩의 잘못된 진화적 설명이 있었다.

목적론적 설명은 어떤 신체 기관이 특별한 목적에 의해서 존재한다는 설명이다. 주된 서술 형태는 “~를 위해서~가 있다.”이거나 “~은 필요 없어서 없다.”등과 같다. 아래는 과학 도서 A~E에서 제시된 목적론적 설명의 예시이다.

「헤엄을 잘 치기 위해서는 가슴지느러미, 배지느러미, 등지느러미가 필요하답니다. 그래서 물 속에서 자유롭게 헤엄쳐 돌아다닐 수 있는 몸으로 진화하게 되었지요(과학도서 A, 8쪽).」

「물고기에는 이 엉덩이뼈가 없어요. 생선을 먹을 때 뼈를 잘 관찰해 보세요. 물고기는 손과 발이 없

표 6. 과학도서 A~E에 제시된 진화 개념 서술의 빈도 (단위: 횟수)

도서 종류	창조론적 설명	목적론적 설명	내부 의지적 설명	용불용설적 설명	돌연변이 후 자연 선택
A	0	9	6	0	0
B	0	5	9	0	0
C	0	8	5	2	0
D	0	12	8	6	0
E	0	0	2	4	0
총합	0	34	30	12	0

지요. 손과 발을 등뼈와 연결시켜 주는 어깨뼈나 엉덩뼈도 없고요. 물속에서 생활하기 때문에 손과 발이 필요 없었던 거예요(과학도서 A, 16쪽).」

내부 의지적 설명은 목적론과 비슷하지만 생물체의 의지가 반영되면 어떤 기관의 생성을 가져왔다는 설명이다. 주된 서술 형태는 “~는 ~을 위해 ~을 만들었다.”의 형태이다. 아래는 과학 도서 A~E에서 제시된 내부 의지적 설명의 예시이다.

「주름은 대뇌 중에서도 특히 생각을 많이 하는 부분이에요. 포유류는 대뇌에 주름을 만들어서 더 많은 것을 생각할 수 있는 뇌로 발달시켰답니다(과학도서 B, 5쪽).」

「그래서 땅으로 올라온 동물들은 공기의 진동을 분명하게 파악하기 위해 피부의 일부로 고막을 만들어 낸 거예요. 고막은 얇은 막으로 되어 있어서 아주 작은 진동도 분명히 알아채지요(과학도서 B, 9쪽).」

용불용설적인 설명은 쓰면 발달하고 사용하지 않으면 퇴화한다는 형태의 설명이다. 주된 서술 형태는 “~을 자주 사용하였더니 ~이 발달하였다.”

또는 “~을 사용하지 않았더니 ~이 없어졌다.”이다. 아래는 과학도서 A~E에서 제시된 용불용설적 설명의 예시이다.

「그에 비하면 사람의 턱은 작은 편이에요. 다른 동물이 입으로 하는 행위를 손과 도구로 대신할 수 있기 때문이지요. 동물의 몸이란 사용하지 않으면 차츰 작아지는 속성을 가졌다는 것을 알고 있나요? 사람은 도구를 사용해 음식물을 잘게 다지고, 불을 사용해 부드럽게 만들어 먹었어요. 그래서 턱이 작아지고 뇌가 커지게 됐지요(과학도서 D, 28쪽).」

「사람은 두 발로 서서 걷게 되면서 그 때까지 앞발로 사용했던 손을 다른 용도로 사용할 수 있게 되었어요. 곧 손이 자유스러워지면서 도구를 만들고, 차츰 대뇌도 발달해 갔지요(과학도서 E, 8쪽).」

그 외에 조사한 다른 과학 도서들(F~N)에서도 위와 같은 잘못된 서술 형태의 글을 발견할 수 있었다. 표 7은 다른 과학 도서에서 진화와 관련된 잘못된 서술 중 목적론적 설명이 포함된 것들이며, 표 8은 내부 의지적 설명, 표 9는 용불용설적 설명인 것들이다.

표 7. 기타 과학 도서에 나타난 목적론적 설명

과학 도서	쪽	목적론적 설명이 포함된 문장
F	24	파충류들은 거칠고 딱딱한 피부 때문에 좀 무섭고 징그러워 보이지만, 다 까담이 있단다. 파충류는 조류와 마찬가지로 알을 낳아. 알에서 깨어난 새끼들은 주로 덥고 메마른 날씨에서 살게 되지. 이런 날씨엔 늘 피부가 축축이 젖어 있어야 하는 파충류들로서는 견디기가 힘들어. 그래서 살갗의 물기가 마르지 않게 딱딱한 각질이나 비늘이 있는 거야.
H	14	그러므로 북쪽에 서식하는 동물과 남쪽에 서식하는 동물이 서로 다른 신체 구조를 가지게 된 것은 생존을 위해서는 필연적이다.
H	18	이렇게 생각하면 항온을 향한 진화 도중, 아직 완성되지 못한 항온 기능을 유지하기 위한 목적으로 용각류는 대형화되었다고 할 수 있다.
H	25	즉, 이런 기관을 갖추고 있었기 때문에 목이 길게 진화할 수 있었다. 이러한 현상을 전적응이라고 한다. 그렇다면 왜 목이 짧은 동물에게는 이런 기관이 불필요했음에도 불구하고 간혹 이런 기관을 갖춘 생물이 태어났던 것일까? 현재의 진화론에서는 설명할 수 없는 수수께끼이다.
K	15	여기서 주목해야 할 점은 판다의 엄지손가락 역할을 하는 손목뼈가 하나의 손가락으로 진화하지 않았다는 것이다. 하야스는 그 이유를 "여섯 개 이상의 손가락이 적합하지 않기 때문에 진화하지 않은 것"이라고 주장했다. 여섯 개의 손가락이 대나무를 붙잡거나 생활하는 데 더 편리하고 유용했다면, 판다의 손가락은 당연히 여섯 개로 진화해야 한다는 말이다.
L	105	아프리카에 사는 흑인들은 멜라닌 색소가 많아야 하겠죠. 백인들이 많이 사는 유럽에는 흐린 날도 많고, 자외선도 강하지 않아서 반대로 멜라닌 색소가 많이 필요 없습시다.
N	12	왜 동물에게만 뇌가 있을까? 식물은 왜 뇌가 없을까? 대답은 간단하다. 동물은 움직이기 때문에 뇌를 필요로 하고, 식물은 자율적으로 움직이지 않게 때문에 뇌가 필요하지 않다. 그렇다면 움직이는데 왜 뇌가 필요한 것인가?

저학년일 경우, 목적론적인 설명이나 의인화한 설명은 학생들을 이해시키기 쉽다(Hatano & Inagaki, 1996; Carey, 1995). 또한 학생들은 이해하기 쉽게 내용을 쉽게 만든 책을 많이 선호한다(김세영, 2003). 그러므로 위와 같은 설명은 과학적이기 보다는 학생들의 이해를 돕기 위한 쉬운 선택일 수 있다. 하지만 이런 설명 형태는 진화적인 설명에서 오개념이 된다. 과학적인 진화 설명을 하기 위해서는 돌연변이와 같은 유전학적 개념과 자연 선택 개념이 없이는 그 과정을 과학적으로 설명할 수 없다. 예를 들어 ‘왜 사람의 털은 거의 없어졌는데 머리카락만은 그대로 남아 있는 거죠?’ 라는 물음에서도 “머리의 충격을 막기 위해 있다.”와 같은 설명은

목적론적 설명으로 오개념이 되며 “사람이 머리카락은 필요했기 때문에 다른 털은 없애고 머리부분에 털만 남겨두었다.”와 같은 내부 의지적 설명도 역시 오개념이다. 용불용설 또한 논리적 구성은 타당한 것 같지만 획득 형질이 유전되지 않는다는 진화의 기본 전제에 의해 현재 인정하고 있지 않는 설명이다.

한편 일부 과학 도서(O~Q)에서는 돌연변이나 자연 선택과 같은 개념을 활용하여 과학적으로 진화를 설명하기도 한다. 아래 글은 과학도서 O에 나오는 내용으로 돌연변이의 개념을 많이 부각하였다.

「여기 한 무리의 사람들이 있다. 그 중에는 코가 길어서 유달리 버섯 냄새를 잘 맡는 친구들도 끼어있다.

표 8. 기타 과학 도서에 나타난 내부 의지적 설명

과학 도서	쪽	내부 의지적 설명이 포함된 문장
G	21	거꾸로 매달려 새끼를 낳는 박쥐. 박쥐는 날기 위해 뼈를 가볍게 만들어야 했고, 그래서 다리뼈가 퇴화되어 자기 몸을 지탱하고 설 수 없었습니다. 대신 박쥐는 거꾸로 매달려서 살아갑니다.
H	22	코끼리의 조상은 숲을 떠나 점차 초원으로 진출했다. 숲속에서는 작은 체격이 유리하지만 먹이가 많고 방해물인 나뭇가지가 없는 초원에서는 몸이 점점 커져갔다. 그러나 몸이 커짐에 따라, 땅 위의 먹이를 주먹잡이 어려워지고 물도 마시기 어려워졌다. 이런 몸으로는 앉고 서는 일도 큰 일이다. 그래서 이를 극복하기 위하여 코끼리는 코를 길게 했다.
I	43	초원의 치타도 빠른 초식 동물을 사냥하려면 빨리 달려야 하므로 오랜 시간에 걸쳐 빨리 달릴 수 있게 몸을 발달시킨 것입니다.
M	113	원래 선인장은 꽃만 예쁜 것이 아니라 잎도 자그맣고 예뻐했습니다. 하지만 뜨거운 햇빛 아래서 물도 없이 버티려면 잎이 있는 것보다 없는 것이 더 낫기 때문에 잎이 모두 가시로 만든 것입니다. 잎이 물을 많이 필요로 하기 때문이지요. 또 줄기가 뚱뚱한 것도 비가 올 때 물을 많이 저장하기 위한 방법이라고 합니다. 사막에서 사는 선인장은 물 없이 스스로 살아가기 위한 방법을 많이 연구했지만 그래도 식물이기 때문에 물은 꼭 필요하답니다.
N	13	즉, 뇌만 동물이 움직여서 먹이를 획득하고 개체를 유지해 가기 위해서 만든 전기적인 정보체계인 것이다.

표 9. 기타 과학 도서에 나타난 용불용설적 설명

과학 도서	쪽	용불용설적 설명이 포함된 문장
H	12	사람은 다른 동물과 달리 두 발로 곧게 서서 다니며, 손과 손가락을 자유롭게 사용하게 되어 뇌를 발달시켰다. 그러나 이 같은 직립보행에 적응하기 위해 발가락들은 나뭇가지를 잡을 수 없게 되어 나무 위에서의 생활이 어렵게 되었다. 그러나 앞발, 즉 손은 변하지 않고 원래의 모습을 유지하여 물건을 잡을 수 있게 되었다.
J	22	4만 년 전, 석기 시대의 사람들은 짐승처럼 털이 많았습니다. 옷이 없던 때니까 추위를 막으려면 몸에 털이 많아야겠지요? 그러나 곧 사람들은 사냥한 짐승의 털가죽 옷을 입어 몸을 따뜻하게 만들었는데, 무거운 가죽을 입고 다니는 것이 그리 편치 않았나 봐요. 옷감으로 된 옷을 만들어 입기 시작했으니까요. 시간이 흐를수록 옷의 질감도 좋아지고, 따뜻하게 지내는 방법도 늘어났습니다. 그러자 사람의 몸에서 점점 털이 없어지기 시작했습니다.
K	13	인류의 진화도 따지고 보면 직립, 즉 '손의 자유로움'에서 시작됐다. 손가락을 이용한 놀이가 어린이의 두뇌 개발에 좋다는 평가를 받으며 계속 등장하고 있는 것도 손이 우리에게 얼마나 중요한 인체의 일부인지를 보여준다.
M	14	그리고 인간은 직립보행으로 인해 손을 사용할 수 있게 됐는데, 이것이 뇌에 자극을 줘 더욱 뇌를 크게 만들었다.
N	16	네안데르탈 사람이 소, 붉은 사슴 등을 잡아먹었던 반면 현대 인류의 조상은 주로 민물고기나 물새, 조개류 등을 주식으로 삼았고 그 결과 해산물에 함유된 DHA가 두뇌 발달을 촉진했다.

이 사람들은 배에 태워서 먹을 것이라고 버섯밖에 없는 무인도에 내려놓고 온다. -중간생략 섬에 남겨졌던 사람들은 유일한 식량인 버섯을 찾아내는데 뛰어난 증으로 진화해 있었다. (과학도서 O, 90~91쪽)」

과학도서 P에서는 돌연변이와 자연 선택을 활용하여 설명하였다.

「어느 초원에 무늬가 없는 말들이 평화롭게 살고 있었습니다. 그러던 어느 날 새끼가 태어났는데 이게 웬일이죠? 얼룩무늬가 있는 말이 태어난 거예요. -중간생략 얼룩말이 다 성장하자 짝짓도 짝이 있다고 그를 사랑하는 말을 만나서 결혼도 하게 되었답니다. 그래서 새끼 10마리를 낳았는데, 그 중 3마리는 아바를 닮은 얼룩말이 나왔지요. -중간생략 하지만 얼룩무늬 가족은, 얼룩덜룩한 무늬 때문에 사자의 눈에 잘 띄지 않아 살아남을 수 있었어요. 이렇게 살아남은 얼룩말들은 점차 그 수가 늘어, 결국 지금의 얼룩말이 된 것입니다. (과학도서 P, 76쪽)」

또한 비유적인 형태로 진화 과정을 설명하는 것이 아니라 직접적으로 설명하는 초등 학생 대상의 과학 도서도 있었다. 과학도서 Q는 돌연변이와 자연 선택의 주요 개념을 가지고 적응 과정을 설명하였다.

「우연히 이루어지는 유전적 변이에 의해 어떤 것들은 다른 것들보다 환경에 더욱 잘 적응하게 됩니다. 먹이를 더욱 잘 발견하거나 또는 다른 것들의 공격으로부터 방어를 잘 할 수 있으므로 오래 살아남게 됩니다. 이렇게 환경에 잘 적응한 생물체들이 지니는 유전자는 쉽게 집단 내에서 퍼져 나가게 됩니다. (과학도서 Q, 28쪽)」

위와 같은 설명 형태는 돌연변이 후 자연 선택이라는 현대 진화론의 과학자적 설명들이 들어 있다. 설명 형태가 위의 목적론적 설명, 내부 의지적 설명, 용불용설적 설명에 비해 매우 복잡하고 서술이 매우 긴 특징이 있지만 이런 과학 도서에서 돌연변이와 자연 선택이라는 과학적 개념을 발견할 수 있었다.

IV. 결 론

본 연구는 학생들의 진화 개념에 영향을 미칠 수 있는 TV 만화와 아동들이 즐겨 읽는 과학 도서들을

분석하였다. 연구 결과 학생들은 TV 만화에서 등장하는 잘못된 진화 개념을 고등학생도 많이 가지고 있었다. 이것은 TV 만화가 학생들의 잘못된 진화 개념을 형성시킬 수 있다. 이런 결과는 TV라는 매체의 영향력을 보여주는 것이다. 그러므로 TV속에서 제시되는 개념들이 어떤 형태인지, 학생들은 그것을 어떻게 받아들이고 있는지 항상 감시하고 조사해야 한다. 특히 최근에는 정보 제공이 목적인 TV 프로그램이 많이 있으며 TV를 통하여 많은 과학 정보를 소개하고 있다. 과학적 개념들은 과학 교육을 담당하는 자가 아니고서는 쉽게 확인할 수 없을 것이다. 그러므로 과학교육 전문가들로 구성된 TV 프로그램의 감시와 교정 기관이 필요 할 수도 있다.

학생들이 읽는 과학 도서에도 문제점이 있었다. 많은 아동용 과학 도서에서 진화에 관한 대안 개념으로 과학교육학자들이 관심을 갖고 연구하는 오개념인 목적론적 설명, 내부 의지적 설명, 용불용설적 설명의 형태로 진화를 설명하고 있었다. 또한 이런 과학 도서들의 독자 연령이 대부분 초등학교들이기 때문에 개념 형성 과정의 초기에 많은 영향을 줄 수 있다. 과학 도서에서 진화에 대한 설명을 살펴보면 주로 목적론적 설명, 내부 의지적 설명, 용불용설적 설명들로 진화의 오개념으로 분류되는 설명들이었다. 이런 이유 중 하나로 추측될 수 있는 것이 목적론, 용불용설과 같은 설명은 진화의 올바른 개념인 돌연변이 후 자연 선택이라는 설명에 비해서 이해하기가 매우 쉽다는 것이다. 하지만 잘못된 개념을 활용하여 책을 구성하는 것은 바르지 못하다. 또한 아동용 과학 도서들의 저자가 생물학을 전공하지 않았을 경우, 그들이 제시하는 설명에서 오개념이 많을 가능성이 충분히 있을 것으로 판단되며 이 부분에 대한 후속 연구를 제언한다. 그리고 학생들이 읽는 과학 관련 책에 대해서 전문가에 대한 검정 과정을 구축해야 한다. 책에 관한 문제도 위의 TV 프로그램의 문제점과 마찬가지로 올바른 개념을 가진 집단에서만 문제를 인식하고 제기할 수 있으므로 과학 교육 전문가 집단에서 이런 일을 담당하면 좋을 것으로 판단된다.

앞으로 학생들의 개념에 많은 영향을 주는 비정규 교육 매체인 TV와 책 등과 같이 학생들의 오개념 형성에 영향을 미치는 문화적 요소에 관심을 많이 가져야 할 것이다. 문화적 요소는 학생들이 정규 교육 과정에 들어오기 전부터 매우 일찍 접하는

특성이 있고 반복적으로 접하기 때문에 오개념 형성에 많은 영향을 준다. 비정규 교육 매체에서 접하는 잘못된 설명들이 학생들의 개념 형성에 많은 영향을 미친다면 정규 교육 과정에서 이를 반드시 고려해야 할 것이다. 특히 이런 활동은 학생들의 과학적 개념에 많은 관심이 있는 과학 교육 전문가들이 많은 관심을 가지고 다양한 매체 관계, 현장 교사들이 함께 생각하고 논의해야 할 부분일 것이다.

V. 국문 요약

학생들의 개념이 정규 교육 과정에서 배우기 이전의 경험에 의해 선개념이 형성하게 되며 선개념 중 오개념들은 과학적 개념을 습득하는 것을 방해한다. 생물학에서 중요한 진화 개념은 특히 오개념이 많은 개념 중 하나이다. 진화에 대한 오개념의 형성 과정에서 TV 만화와 아동 과학 도서의 영향이 있을 것으로 판단하여 분석해 보았다. TV 만화의 영향을 확인하기 위하여 TV 만화 속에 등장하는 캐릭터를 활용하여 검사지를 제작하고 초등학생 146명, 중학생 161명, 고등학생 156명에게 투입하여 분석하고 아동 과학 도서는 16권의 책을 수집하여 진화적 설명이 어떤 형태로 되어 있는지 분석하였다. 연구 결과 아동은 TV 만화 속에서 진화라고 부르는 ‘성장’, ‘변태’ 과정을 진화로 알고 있었다. 그리고 진화의 의미로 ‘자라면서 변하는 것’의 응답이 매우 높았으며 이는 TV 만화의 영향을 해석된다. 일부 아동 과학 도서에서는 돌연변이, 자연 선택과 같은 개념을 포함시킨 도서도 있었지만 대부분의 아동 과학 도서에서는 진화적 설명으로 목적론적 설명, 내부 의지적 설명, 용불용설적 설명의 형태를 많이 사용하였다. 이는 진화 개념에서 학생들이 많은 오개념을 가지게 된 이유로 TV 만화와 아동 과학 도서를 통하여 유입된 잘못된 개념이 원인일 수 있다는 주장을 뒷받침한다. 그리고 TV 만화와 아동 과학 도서에 대한 검정 과정의 필요성을 인식하게 해준다.

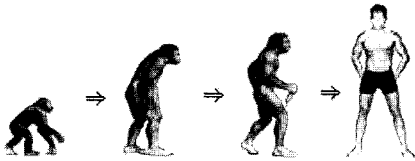
참고문헌

김도욱(1991). 물 개념의 학습에서 오인을 감소시키기 위한 수업모형의 효과. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.
김세영(2003). 초등학교 고학년 학생들의 과학 관련 독서 실태와 성향 조사. 수원대학교 교육대학원 석사학위 논문.

이미숙, 동효관, 신영준, 김경호, 이길재(2004). 예비 초등 교사들의 진화 현상 설명에 관한 연구. 한국생물교육학회지, 32(4), 360-369.
이미숙, 오세평, 이길재(2005). 과학사적 진화 개념 발달 단계에 기초한 초등학생들의 진화 개념 분석. 한국초등과학교육학회지, 24(2), 145-159.
이미숙, 이길재(2006). 과학사에 근거한 학생들의 진화 개념 분석. 한국과학교육학회지, 26(1), 26-39.
정완호(1993). 한국 고등학생의 생물 오개념에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.
Aikenhead, G. S. (1988). An analysis of four ways of assessing student beliefs about STS topics. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(8), 607-629
Ausubel, D. P., Novak, J. D. & Hanesian, H. (1978). *Education Psychology ; A cognitive view* (2nd ed). NY: Holt, Rinehart and Winston.
Brumby, M. N. (1984). Misconceptions about the concept of natural selection by medical biology students. *Science Education*, 68, 493-503.
Carey, (Ed.)(1995). On the Origin of Causal Understanding, In D. Sperber, D. Premack & A. J. Premack, *Causal cognition: A multidisciplinary debate*, 268-308, Oxford: Clarendon Press.
Demastes, S., Good, R. & Peebles, P. (1995). Students; conceptual ecologies and the process of conceptual change in evolution. *Science Education*, 79(6), 637-666.
Hatano, G. & Inagaki, K. (1994). Young children's naive theory of biology. *Cognition* 56, 171-88.
Kennedy, D., Moore, J., Alberts, B., Scott, E., Ezell, D., Singer, M., Goldsmith, T., Smith, M., Hazen, R., Suiter, M., Lederman, N., Wood, R. & McInerney, J. (1998). *Teaching about evolution and the nature of science*. Washington, DC. National Academy Press.
Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge: Cambridge University Press.
Pines, A. L. & West, L. H. T.(1986). Conceptual understanding and science learning: An interpretation of research within a sources-of-knowledge framework. *Science Education*, 70(5), 583-604.
Rutledge, M. L. & Mitchell, M. A. (2002). Knowledge structure, acceptance & teaching of evolution. *The American Biology Teacher*, 64(1), 21-28.
Rutledge, M. L. & Warden, M. A. (2000). Evolutionary theory, the nature of science & high school biology teachers: Critical Relationships. *The American Biology Teacher*, 62(1), 23-30.
Settlage, J. (1994). Conceptions of natural selection; A snapshot of the sense making process. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 449-457.


<부록 1>

진화 개념 검사지



※ 옆의 그림과 같이 오랜 세월이 걸쳐 생물의 모습이 점점 달라지는 현상을 '진화'라고 합니다. 아래의 보기 중 '진화'와 동일한 과정이라고 생각되는 답지에 전부 체크를 하세요. 여러 개 고르셔도 됩니다.

문항 번호		진화 과정이다.	진화 과정이 아니다.
1	<p>캐터피 단데기 버터플</p>		
2	<p>알 애벌레 번데기 성충</p>		
3	<p>발챙이 수륙챙이 갈챙이</p>		
4			
5	<p>펭귄 호크문 아쿠라문 실피드문</p>		
6			
7	<p>뽕충이 딱충이 독침뽕</p>		

문항 번호		진화 과정이다.	진화 과정이 아니다.
8	 <p>알실론 에역론 레오론 화이트레오론 사플레오론</p>		

9. 위의 보기에 진화 과정은 없다.()

10. '진화'라는 단어가 어떤 뜻이라고 생각하십니까? 맞다고 생각하는 보기에 전부 체크하세요.

- ① 원하는 모습으로 변신하는 것
- ② 더 강력한 모습으로 발전하는 것
- ③ 자라면서 모습이 달라지는 것
- ④ 필요한 기능이 생기는 것
- ⑤ 모습이 순간적으로 변하는 것
- ⑥ 오래 세월에 걸쳐 모습이 변하는 것
- ⑦ 답이 없음

11. 진화'라는 말을 가장 많이 들어본 것은 다음 중 어느 것입니까? 해당하는 보기에 모두 체크하고 보기에 없는 것은 기타에 적어 주세요.

- ① 동물이 나오는 TV 다큐멘터리
- ② TV 만화
- ③ 동화책
- ④ 학교 선생님
- ⑤ 부모님
- ⑥ 백과사전
- ⑦ 학교 친구
- ⑧ 기타()