

초등 과학 영재 학생들의 ‘작은 생물’에 대한 오개념 연구

김세욱 · 홍승호[†]

(제주남초교) · (제주교육대학교)[†]

A Study on Scientifically-Gifted Students' Misconceptions regarding 'Small Living Things'

Kim, Se-Wook · Hong, Seung-Ho[†]

(Jeju Nam Elementary School) · (Jeju National University of Education)[†]

ABSTRACT

The aims of this study were to investigate the differences of the proportion of misconceptions and the reasons for selecting responses related to questions about small living things between talented and average students. The study subjects were made up of three groups. They were a class of 37 talented elementary students in science attending J National University of Education, a class of 37 talented students in science attending J City Office of Education, and a class of 33 average students attending J City. A questionnaire was composed of 20 test questions for examination of concepts related to small living things. The data obtained in this study was analyzed using a statistical program. The major results were as follows: In general, the level of the scientific concepts possessed by the talented students was much higher than that of the average students, especially in question 14. The reasons for the misconceptions which were revealed through this study were classified into vagueness of the language used, hasty decision and deduction making, using the wrong analogical inference, mass communications (TV or internet) and experimental differences between individuals. In terms of the reasons for the selection of a given response, the talented students had also a higher frequency in the 'science books for children' category than the average students, indicating that various kinds of science books for children have an influence on the formation of concepts on small living things. The misconception proportion of male students was 5.4% higher than that of female students in mean frequencies of all questions, although the difference was not statistically significant except for question 4. Data from this study may help teachers involved in education for gifted students to reconsider their conceptions on small living things.

Key words : gifted and talented students, misconception, small living things

I. 서 론

타 교과에 비하여 과학 교과만큼 개념이 많이 등장하는 교과목도 드물 것이다. 이러한 과학적 개념은 학생들이 상급 학년이나 상급 학교로 진급하면서 새로운 개념을 도입하거나 연계·심화된 내용의 개념을 터득하는데 있어서 절대적으로 중요하다. 일반적으로 과학적 개념은 아동들의 선행 경험에

의해 이루어진 선개념에 의해 받아들여지거나 거부된다. 선개념 중에서 당대의 과학적 지식과 다른 개념들을 오개념이라 칭하는데, 이러한 오개념은 계속적으로 후속 학습에도 지장을 초래하거나 더욱 강화되는 쪽으로 이행하게 된다.

오개념이 형성되는 요인은 여러 가지가 있으나 크게 내적 요인과 외적 요인으로 구분할 수 있다(Head, 1986; Aikenhead, 1988; 최영재 등, 2001). 내적 요인

으로는 아동의 지각 특성과 관련된 것으로서 지각 우위에 의한 사고, 현저한 지각적 특징에 주의 집중, 변화의 상태에 주의 집중, 물체에 물리적 양을 부여, 낮은 단계의 인지 발달, 성급한 일반화, 무분별한 유추, 직관적 관념 등에 의해 오개념이 형성될 수 있다. 외적 요인들로는 교과서, 교사, 언어의 모호성, 문화적 요소 등과 같은 것을 들 수 있다.

그동안 국내에서의 일반 초등학생들을 대상으로 한 생물학적 개념에 관한 연구는 인체, 성장, 생명, 식물의 구조와 기능, 생식 및 유전, 진화, 꽃 등을 주제로 하여 단편적으로 이루어져 왔다(김덕만, 1977; 박문규, 1992; 유원일, 1992; 정인수, 1993; 김용화, 1993; 고재홍, 1996; 김재현, 1997; 황영록, 2002; 홍승호, 2003; 이미숙 등, 2005; 박영호와 홍승호, 2006). 그러나 초등 과학 영재 아동에 대한 오개념 연구는 이루어진 바 없다. 이는 우리나라에서의 영재 교육이 짧은 연륜으로 인해 과학 영재들이 가지고 있는 과학적 개념에 대한 연구가 진행됨이 없이 교육 프로그램 개발이라는 측면에서만 열을 올린 결과이다.

초등학생들은 '생물'이라고 하면 주로 동물을 떠올리는 경향이 있고, 동물 중에서도 크기가 큰 개체, 그것도 포유류에 한정시키는 경향이 있다. 어린 이들에게 '동물'에서 떠오르는 것을 5가지만 써보라고 하면 호랑이, 사자, 코끼리, 기린, 얼룩말 등으로 기술한다. 이처럼 어린이들이 크기가 큰 개체를 먼저 생각하게 되는 이유는 TV 매체 및 어린이들이 유아 시기에 접했던 그림책 등의 영향이라고 생각된다. 그러나 사실 이러한 생물들은 어린이들이 실제 생활에서 볼 수 있는 생물은 아니다. 대부분의 크기가 큰 동물은 동물원이나 농촌에 가야 볼 수 있다. 이에 비해 곤충 같은 '작은 생물'은 어린이들이 주변에서 쉽게 접할 수 있는 것들이며, 인간이라는 종 이외에 아무것도 살고 있지 않은 것 같은 우리 주변을 자세히 굽어 살펴보면 수많은 생물들이 살고 있다는 것, 그들도 나름대로 중요한 생태계의 일원으로서 살고 있다는 것 등은 어린이들이 발견할 수 있는 아주 중요한 소재이다.

영재 아동들이 일반 아동들보다 다른 특성 중의 하나는 과학적 사실, 개념, 원리에 대한 지각과 일반화하는 능력이 뛰어나다는 점이다. 또한 같이 배운 내용에 대해서도 영재 아동들은 창의력과 상상력이 뛰어나고 관찰력이 예리하다. 따라서 '작은 생물'에 대한 개념 형성이나 상상력과 관찰력에 있어

일반 아동들보다 실제적으로 다른지 알아보는 것은 의미 있는 일이다.

이에 본 연구는 과학 영재 프로그램의 개발에 앞서, 영재들이 갖고 있는 과학적 개념에 대한 기초적 자료를 얻은 후 프로그램을 개발하면 보다 효과적인 영재 교육을 할 수 있다는 생각에서 수행되었다. 부수적인 목적으로는 강사들이 영재 교육을 하는데 있어서 학습자가 갖고 있는 오개념을 줄일 수 있는 효과적인 교수 전략을 세우는데 필요한 기초적 자료를 얻기 위함이다.

이러한 목적을 달성하기 위하여 연구하고자 하는 문제는 다음과 같다. 첫째, 초등학교 3~6학년 과학 교과서에 제시된 '작은 생물'과 관련된 오개념들은 어떤 것들이 있는가? 둘째, 과학 영재아들의 '작은 생물'에 관한 개념은 어느 정도인가? 셋째, 영재아와 일반 학급 사이에는 개념의 차이가 있는가? 넷째, 오개념 형성에 영향을 준 요인들은 어떤 것들이 있는가?

아울러 본 연구는 초등학교 과학 영재아를 대상으로 '작은 생물'에 관한 개념을 알아보기 위해 수행된 것으로 다음과 같은 제한점을 갖는다. 첫째, 연구 대상을 특정 지역으로 한정하였으므로 전국적으로 일반화하기에는 제약이 있다. 둘째, 생명 영역의 특정 주제를 다루었으므로 생명 영역 전체로 확대 해석하기에는 제한이 따른다.

II. 연구 방법 및 절차

1. '작은 생물'에 관한 교과서 분석

제 7차 교육과정 초등학교 과학과 3~6학년(교육부, 2002a; 2002b; 2002c)의 생물 단원을 분석하여 단원별로 제시된 '작은 생물'의 크기 정도를 기준으로 표 1과 같이 조사하였다. 초등학교 교과서에서는 '작은 생물'이라는 단원명으로 본 논문에서 다루는 생물들이 제시되어 지도되고 있다. 따라서 작은 생물의 범위는 그 생물들의 크기 정도로 한정되었고, 그것보다 아주 작은 생물(이를 테면 원생 동물)은 중학교 교육 과정 이상에서 다루는 것으로 오개념 문항에서 제외하였다. 여기서 '작은 생물'이라는 용어는 그 크기가 작다는 의미만은 아니다. '작은 생물'은 우리 주변에서 자세히 살펴보면 찾을 수 있는 우리와 가장 가까이 살고 있는 것의 의미가 담겨 있다.

2. 개념 검사 도구의 개발

개념 검사 도구는 3~6학년 과학 교과서에 제시된 '작은 생물'과 관련하여 예상되는 과학적 개념과 오개념을 추출하였다. 추출된 문항을 현직 교사인 대학원생 11명에게 타당도에 대한 의견을 수렴하고 학습 요소와 계열성을 고려하여 수정·보완한 후, 20개의 검사 문항을 최종적으로 선정하였다(표 2). 여기서 개념 검사 문항이란 과학적 지식과 다소 혼동할 수도 있지만, 과학적 지식은 개념보다 포괄적인 것일 뿐 그 정의를 명확히 구분지어야 할

표 1. 초등학교 교과서에 제시된 작은 생물

연번	생물명	학년	단원
1	개구리밥	3, 5	물에 사는 생물(3학년), 작은 생물(5학년)
2	거미	6	주변의 생물
3	곰팡이	5	작은 생물
4	달팽이	5	작은 생물
5	땅강아지	5	작은 생물
6	물매암이	3	물에 사는 생물
7	물방개	3	물에 사는 생물
8	물벼룩	3, 5	물에 사는 생물(3학년), 작은 생물(5학년)
9	물자라	3	물에 사는 생물
10	버섯	6	주변의 생물(1학기), 폐적한 환경(2학기)
11	소금쟁이	3	물에 사는 생물
12	솔이끼	5	작은 생물
13	송장해엄치게	3	물에 사는 생물
14	우렁이	3	물에 사는 생물
15	우산이끼	5	작은 생물
16	장구벌레	5	작은 생물
17	취머느리	5	작은 생물
18	지렁이	5, 6	작은 생물(5학년), 주변의 생물(6학년)
19	집파리	3	초파리의 한살이
20	초파리	3	초파리의 한살이
21	플라나리아	5, 6	작은 생물(5학년), 주변의 생물(6학년)
22	하루살이	5	작은 생물
23	해캄	3, 5	물에 사는 생물(3학년), 작은 생물(5학년)

서로 다른 것은 아니며, 과학적 개념이 일반화되어진 것이 과학적 지식으로 과학적 지식을 가진다는 것은 과학적 개념이 있는 바탕에서 이루어지는 것을 말한다.

3. 연구 표집 대상

J도내 초등학생을 대상으로 영재 교육을 실시하는 영재 교육 기관 중 J교대 초등과학 영재반(이하 교대 영재반이라 칭함)의 37명(남: 28명, 여: 9명), J시교육청 과학 영재 학급(이하 교육청 영재 학급이라 칭함)의 37명(남: 24명, 여: 13명), 대조군으로 일반 학급인 J시 관내 초등학교(이하 일반 학급이라 칭함) 6학년 1학급의 33명(남: 17명, 여: 16명)을 연구 표집 대상으로 하였다.

표 2. 선정된 오개념 개념 검사 문항

문항 번호	문항 내용
1	플라나리아는 몸이 여러 조각으로 잘라져서 재생하는 방법으로만 번식할 수 있다.
2	플라나리아는 배에 입과 항문이 있다.
3	장구벌레는 물 속에서 아가미로 호흡한다.
4	물벼룩은 물 속에 사는 물고기 같은 동물에 기생하며 피를 빨아먹고 산다.
5	지렁이는 암컷과 수컷으로 구분되지 않는다.
6	지렁이는 입으로 흙을 먹고 영양분을 소화하여 다시 입으로 뱉어낸다.
7	비가 올 때 지렁이가 땅 위로 올라오는 까닭은 숨을 쉬기 위해서이다.
8	땅강아지는 땅 속에 구멍을 내고 사는 포유류이다.
9	하루살이의 애벌레가 어미가 되면 며칠동안 살다 죽는다.
10	초파리는 집파리의 새끼이다.
11	초파리의 암컷은 수컷보다 크다.
12	거미는 곤충에 속하지 않는다.
13	민물에 사는 식물인 개구리밥은 개구리가 먹는 식물성 먹이다.
14	솔이끼는 소나무와 같은 침엽수이다.
15	솔이끼는 그늘에 살기도 광합성을 한다.
16	우산이끼는 암그루와 수그루가 있다. 따라서 암술과 꽃가루의 수정에 의해서만 번식한다.
17	곰팡이는 지저분하여 우리에게 해로움만 준다.
18	냉장고에 둔 음식물에도 곰팡이가 생긴다.
19	버섯은 광합성을 하여 영양분을 만드는 식물이다.
20	오염된 물에서도 작은 생물이 살 수 있다.

4. 개념 검사지 투입 및 통계 분석

완성된 설문지를 교대 영재반, 교육청 영재 학급 및 일반 학급 학생들에게 투입하여 설문 조사를 하였다. 설문에서 얻어진 자료는 SPSS 통계 프로그램 (version 10.0)을 활용하여 영재 집단과 일반 학급 간 및 남녀 간에 교차 분석에 따른 χ^2 -검정을 실시하였다. 또한 빈도에 있어서 유의한 차이를 보이는 문항에 대하여 그 원인을 일선 초등학교 교사와 의논하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 문항별 응답을 비교 분석

각 교육 기관 학생들의 ‘작은 생물’에 대한 답변 빈도를 표 3에 제시하였다. 전체적으로 교대 영재반과 교육청 영재 학급 학생들의 과학적 개념 정도는 일반 학급 학생들에 비하여 현저하게 높음을 알 수 있었다. 답변 빈도에 있어서 유의한 차이를 보이는 문항에 대한 분석은 다음과 같다.

표 3. 각 문항의 개념에 대한 답변 빈도 (단위 : 명)

문항 번호	교대 영재반			교육청 영재 학급			일반 학급		
	오답	정답	모름	오답	정답	모름	오답	정답	모름
1	26	9	2	16	19	2	10	17	6
2	7	21	9	7	23	7	5	17	11
3	3	28	6	1	28	8	2	12	19
4	12	22	3	13	16	8	10	8	15
5	4	26	7	2	31	4	8	14	11
6	14	20	3	17	15	5	6	9	18
7	14	18	5	11	20	6	7	11	15
8	3	22	12	7	20	10	4	8	21
9	5	30	2	6	27	4	9	14	10
10	0	32	5	2	29	6	2	10	21
11	1	31	5	2	25	10	3	14	16
12	7	28	2	4	33	0	11	13	9
13	5	28	4	3	25	9	12	9	12
14	4	23	10	9	15	13	2	6	25
15	9	18	10	12	11	14	4	5	24
16	9	12	16	15	11	11	9	5	19
17	0	37	0	5	24	4	5	24	4
18	6	28	3	8	22	7	5	21	7
19	0	33	4	1	31	5	3	13	17
20	6	29	2	1	28	8	6	14	13

과학 학습에서 언어의 모호성으로 인해 오개념을 불러 일으키는 경우가 종종 있다(Ausubel, 1968). 이는 과학 학습에서 사용하는 많은 단어가 일상 생활에서의 단어를 그대로 대체하여, 사용함으로써 언어 자체의 은유적 의미와 불명확한 표현으로 인하여 아동들은 자신의 개념 체계 내에서 일상적인 언어의 의미로 동화하려고 한다. 이러한 예는 3개 문항에서 유의한 차이를 보였는데, 문항 8의 ‘땅강아지는 땅 속에 구멍을 내고 사는 포유류이다.’ 개념은 교육청 영재 학급과 일반 학급 간($p=0.008$), 교대 영재반과 일반 학급 간($p=0.011$)에 답변 빈도에 있어서 유의한 차이를 나타냈다. 일반 학급의 학생들 상당수가 땅강아지를 사진이나 실물로 본 바가 없어 땅강아지가 어떻게 생겼는지조차 모르며, 이름조차 생소하다는 경우가 많았다. 영재 교육 기관 학생들도 땅강아지를 모르는 경우가 30% 정도 되었다. 정답자들 중에도 땅강아지가 포유류라는 것에 대해서는 인정하면서도 땅 속에 구멍을 내서 산다는 것에 대해서 부정하는 경우가 상당수 있었는데, 땅강아지는 다리가 짧은 강아지 또는 개를 일컫는 말로 오해하고 있었다. 즉, 언어는 객관적 사물의 직접 묘사가 아닌 비유적 표상과 개념으로서, 우리의 삶 속에서 형성되고 변화하는 특성을 가짐으로서 오개념이 형성되는 것이다. 문항 9의 ‘하루살이의 애벌레가 어미가 되면 며칠동안 살다 죽는다.’ 개념에서도 답변 빈도에 있어서 교육청 영재 학급과 일반 학급 간($p=0.029$), 교대 영재반과 일반 학급 간에 유의한 차이($p=0.002$)가 있었다. 영재 교육 기관 학생들은 대부분이 하루살이는 이름과 달리 하루 이상을 산다고 알고 있는 것으로 나타났다. 그러나 하루살이는 이름 그대로 하루만 살다 죽는다고 생각하거나 아예 모르는 경우가 일반 학급 학생들에게서 많이 나타났다. 또한 ‘민물에 사는 식물인 개구리밥은 개구리가 먹는 식물성 먹이다.’의 문항 13은 답변 빈도에서 교육청 영재 학급과 일반 학급 간($p=0.001$), 교대 영재반과 일반 학급 간($p=0.0001$)에는 유의한 차이가 있었다. 영재 교육 기관 학생들은 70% 이상이 과학적 개념을 가지고 있는데 비해 일반 학급 학생들 중 40%에 가까운 학생들이 오개념을 가지고 있었고, 나머지 40%에 가까운 학생들이 모르고 있었다. 따라서 개구리밥이라는 이름뿐만 아니라 개구리밥이 서식하는 곳과 개구리가 서식하는 곳이 일치하기 때문에 학생들이 이러한 오

개념을 형성하는 것으로 해석된다.

또한 오개념은 판단과 추론 등의 사고에 의해 생겨나는데, 아동들은 상식적인 증거에 의하여 심사숙고하거나 의심없이 성급한 판단으로 결론을 도출하여 일반화하거나 좁은 범위의 경험이나 자료로서 너무 쉽게 일반화하려는 경향이 있다. 이러한 예는 4개의 문항에서 유의한 차이를 나타내었는데, 문항 10의 ‘초파리는 집파리의 새끼이다.’ 개념에 대한 답변 빈도는 교육청 영재 학급과 일반 학급 간($p=0.0001$), 교대 영재반과 일반 학급 간($p=0.0001$)에 유의한 차이를 보였다. 영재 교육 기관 학생들은 초파리와 집파리가 서로 다른 종임을 대부분이 알고 있으나, 일반 학생들은 60% 이상이 모르고 있는 것으로 나타났다. 초파리와 집파리에 대해서는 초등학교 3학년 과학 교과서에서 학습하는 것으로 영재 교육 기관 학생들은 대부분이 기억하고 있는 반면, 일반 학생들은 ‘초파리는 작은 파리’ 정도로 기억하는 있는 것으로 보인다. 아동들은 감각적으로 많이 관찰할 수 있는 것을 가지고 전체적으로 생각해서 성급한 판단을 내리는 경향이 있는데, 파리에 도 종류가 다양함을 학습시키고 초파리는 과일 가게 주변이나 음식물 주변에서 많이 관찰되는 사진을 보여주면서 직접 관찰하도록 지도해야 할 것이다. 문항 17의 ‘곰팡이는 지저분하여 우리에게 해로움만 준다.’ 개념에 대해서는 교육청 영재 학급과 일반 학급 간($p=0.011$), 교대 영재반과 일반 학급 간($p=0.003$)에 유의한 차이가 있었다. 영재 교육 기관 학생들은 곰팡이가 우리 인간에게 도움을 주고 있다는 사실을 98% 이상이 알고 있었으며, 우리에게 해로움만을 준다는 오개념이 없는 것으로 나타났다. 일반 학급 학생의 경우는 곰팡이가 음식물 등을 썩게 만들고 우리 생활 주변을 지저분하게 하여 인간에게 해로운 것으로 생각하는 학생이 15% 정도로 나타났다. 이러한 오개념이 생겨난 이유는 오개념 획득 또한 상식적인 증거, 정성적 관찰에 의한 결과로서 본질적 요인 중 성급한 일반화에 의한 것이다. 실제 아동에게 있어 곰팡이를 쉽게 찾아볼 수 있는 경우는 오래된 음식에서 잘 관찰되나, 푸른 곰팡이나 누룩 곰팡이를 쉽게 찾아보기는 힘들다. 또한 문항 20의 ‘오염된 물에서도 작은 생물이 살 수 있다.’ 개념은 교육청 영재 학급과 일반 학급 간($p=0.001$), 교대 영재반과 일반 학급 간($p=0.0001$)에 답변 빈도에 있어서 유의한 차이를 나타내었다.

영재 교육 기관 학생들에 비해 일반 학급의 학생들은 작은 생물이 오염된 물에서도 살 수 있는지에 대해 ‘모름’에 응답한 빈도가 높았다. 교대 영재반 학생의 경우도 16% 정도가 오염된 물에서는 작은 생물이 살 수 없다고 생각하고 있었다. 이것은 요즘 환경오염 문제의 심각성이 대두되면서 학교에서 환경교육이 강화되고 있는데, 물이 오염되면 물속에서 모든 생물이 살 수 없게 된다고 배우고 있기 때문에 본질적 요인 중 판단과 추론 등의 사고로서 눈에 보이지 않는 작은 생물들 역시 살지 못할 것이라고 여기기 때문이다. 깨끗한 환경에서만 생물은 잘 살 수 있다고 생각하기가 쉽고 당연스럽게 받아들여 실제 더러운 환경에서 생존할 수도 있는 생물들을 생각하지 못한 것이다.

그리고 무분별한 유추로 인하여 오개념이 생기는 경우도 많다. 이러한 예는 4개의 문항에서 유의한 차이를 보였는데, 문항 3의 ‘장구벌레는 물 속에서 아가미로 호흡한다.’ 개념은 교육청 영재 학급과 일반 학급 간($p=0.004$), 교대 영재반과 일반 학급 간($p=0.001$)에 답변 빈도에 있어서 유의한 차이를 나타내었다. 이는 물 속에 살고 있는 물고기가 아가미로 호흡한다는 사실로 장구벌레도 아가미로 호흡할 것이라는 오개념을 낳은 것이다. 따라서 일반 학급 학생들은 학교에서 배우는 내용만을 학습하는 수준에 그치는데 반해, 영재 학생들은 서적이거나 인터넷 검색 등을 통해 스스로 학습하는 경향이 더 높음을 반영한다. 장구벌레가 모기의 애벌레이고 물에 산다는 사실은 대부분의 학생들이 알고 있지만, 숨관을 수면 위로 내밀어 숨을 쉰다는 사실을 일반 학급 어린이들 대다수가 모르고 있다고 볼 수 있다. 이러한 예는 문항 4에서도 나타나는데, ‘물벼룩은 물 속에 사는 물고기 같은 동물에 기생하며 피를 빨아먹고 산다.’ 개념은 교대 영재반과 일반 학급 사이에는 유의한 차이가 있었다($p=0.001$). 일반 학급 학생의 경우, 물벼룩을 직접 관찰해 본 경험이 부족하여 이름 그대로 ‘벼룩’이기 때문에 동물에 기생할 것이라고 생각하거나 물벼룩에 대한 정보가 부족하기 때문이다. 그리고 문항 6의 ‘지렁이는 입으로 흙을 먹고 영양분을 소화하여 다시 입으로 뱉어낸다.’ 개념에서도 교육청 영재 학급과 일반 학급 간($p=0.001$), 교대 영재반과 일반 학급 간($p=0.0001$)에 유의한 답변의 차이를 보였다. 이는 일반 학급 학생들보다 영재 학생들이 스스로 학습

하는 경향이 더 높음을 반영한다. 그러나 오답율은 오히려 영재 학급에서 높았는데, 일반 학급 학생들은 지렁이에 대한 정보가 부족하여 ‘모름’을 많이 선택한데 반해 영재 학생들은 지렁이가 먹이를 소화한 후 항문으로 배출하지 않고 입으로 배출한다는 오개념을 많이 가지고 있었다. 입과 항문이 구분되지 않는 플라나리아와 같은 편형동물과 달리 지렁이와 같은 환형동물은 입과 항문이 구분된다는 개념을 초등학교 교육 과정에서는 가르치지 않기 때문에 이와 관련된 과학적 개념 형성이 안 된 학생들이 높은 비율을 차지하고 있다. 따라서 지렁이를 하등동물로 생각하여 고등동물처럼 항문으로 배출하지는 않을 것이라는 인지 구조적 요인에서 잘못된 유추로 인한 오개념이 생성된 것으로 볼 수 있다. 또한, 문항 15의 ‘술이끼는 그늘에 살아도 광합성을 한다.’ 개념 역시 답변 빈도에 있어서 교육청 영재 학급과 일반 학급 간($p=0.013$), 교대 영재반과 일반 학급 간($p=0.001$)에 유의한 차이가 있었다. 일반 학급에 비해 영재 교육 기관 학생들이 높은 과학적 인지도를 보였지만, 오개념 역시 일반 학급에 비해 많이 가지고 있었다. 아동들은 술이끼와 같은 식물이 그늘에 서식하는 이유가 햇빛을 싫어하기 때문이며, 이것은 곧 광합성을 하지 않기 때문인 것으로 생각하는 경향이 있다. 술이끼와 같은 음지식물들이 햇빛이 싫어서가 아니라 습기를 좋아 하고, 양지식물들과의 경쟁을 피해 서식하기 위해서라는 사실을 모르고 있다는 것을 반영한다. 일반적으로 식물은 햇빛을 이용해 광합성을 하여 생명을 유지하지만, 음지에 서식하는 식물들은 빛을 잘 받지 못하므로 광합성을 하지 않을 것이라는 인지 구조적 요인에 의해 오개념이 발생하였다고 볼 수 있다. 따라서 영재 학급 학생들이 광합성에 대해서 일반 학급보다 더 많이 알고 있는 것이 오히려 음지식물은 광합성을 하지 않는다고 유추할 수 있는 경향을 더 높게 하였다.

Piaget(1964)의 인지 발달 이론에 의하면 효과적인 학습을 위해서는 학생들에게 학습에 필요한 일정한 인지 수준을 요구한다. 이때 학습 내용에 대해서 학생의 인지 조작 능력이 이에 미치지 못할 때 오개념이 나타날 수 있다. 이러한 예는 2개의 문항에서 유의한 차이를 나타내었는데, 문항 19의 ‘버섯은 광합성을 하여 영양분을 만드는 식물이다.’ 개념은 교육청 영재 학급과 일반 학급 간($p=0.001$)에,

교대 영재반과 일반 학급 간($p=0.0001$)에 유의한 차이가 있었다. 초등학교 과정에서는 생물을 크게 식물과 동물로만 분류하고 있다. 식물의 중요한 특징 중 하나가 햇빛을 이용해 영양분을 만드는 독립영양생물이라는 점으로 녹색을 띠는 것이다. 하지만 버섯은 녹색도 아니며, 독립적으로 영양분을 만드는 것이 아니라 기생하는 나무나 사체 등에서 양분을 흡수하고 있다. 이러한 견지에서 보면 버섯은 식물이라고 볼 수가 없다. 반대로 버섯이 동물이라면 초등학교생들이 생각하기엔 움직임이 있어야 한다고 생각하는데 버섯은 움직이지도 않는다. 이러한 점 때문에 학생들 중에는 버섯이 광합성을 하는지 안하는지, 또는 식물인지 동물인지 명확히 답을 내리지 못하는 경우가 많이 발생한다. 생태계에서 분해자라고 하면 흔히 세균이나 곰팡이 같은 미생물을 생각하게 되므로 버섯은 다른 분해자에 비해 무척 크기 때문에 분해자라는 생각을 잘 못하게 되고, 또 버섯은 길보기에 식물과 비슷하게 자라며 우리가 먹을 수 있기 때문에 식물이라고 잘못 인지하기 쉽기 때문이다. 문항 1의 ‘플라나리아는 몸이 여러 조각으로 잘라져서 재생하는 방법으로만 번식할 수 있다.’의 개념에서는 흥미로운 결과를 나타내었다. 교대 영재반의 정답율이 일반 학급보다 오히려 낮게 나타났다($p=0.003$). 플라나리아에 대한 내용이 5학년 교과서에 제시되어 있어서 6학년인 일반 학급 학생들은 이미 학습한 내용이지만, 교대 영재반에는 5학년생이 포함되어 있어 검사할 당시에 대한 내용을 아직 학습하지 않은 연유로 플라나리아에 대한 개념이 제대로 형성되지 않은 것으로 해석된다. 또한 이전에 플라나리아 재생 실험을 경험했던 교대 영재반 학생들이 플라나리아가 여러 개로 쪼개어져 재생되는 결과를 강하게 기억하고 있어서, 학습 과제가 학생들보다 더 높은 논리적 사고 수준을 요구할 때 학생들은 오히려 단순한 논리적 조작을 함으로써 알을 낳아서 번식한다는 사실은 배제하는 것이다.

때로는 경험의 차이나 마스크와 같은 대중 매체의 영향으로 오개념이 생기기도 하는데, 이러한 예는 문항 12의 ‘거미는 곤충에 속하지 않는다.’ 개념에 대하여 교육청 영재 학급과 일반 학급 간($p=0.0001$), 교대 영재반과 일반 학급 간($p=0.005$)에는 답변 빈도에 있어서 유의한 차이가 보였다. 초등학교 과정에서는 거미가 절지동물에 속한다는 정도

로 분류할 뿐 곤충류와 거미류를 분류하여 학습하지는 않는다. 하지만 영재 교육 기관 학생과 일반 학급 학생 간에 유의한 차이를 보인 이유는 일반 학급 학생들은 학교에서 배우는 내용만을 학습하는 수준에 그치는데 반해 영재 학생들은 서적이거나 인터넷 검색 등을 통해 스스로 학습하는 경향이 더 높음을 반영한다. 이는 자연 현상 대한 경험이 관찰에 영향을 주어 결과를 지각하는 데까지 영향을 끼치게 되는 경우로서 학생들의 오개념은 그들의 주변 환경 상황이 오개념을 잘 설명할 때 오개념이 확장되거나 강화되기 때문이다. 문항 14의 ‘솔이끼는 소나무와 같은 침엽수이다.’ 개념은 교육청 영재 학급과 일반 학급 간($p=0.003$), 교대 영재반과 일반 학급 간($p=0.0001$)에 유의한 차이를 나타내었다. 일반 학급에 비해 영재 교육 기관 학생들이 과학적 인지도가 높기는 하나 30%에 가까운 학생들이 솔이끼가 소나무와 전혀 다른 것이라는 사실을 모르고 있었다. 또한 일반 학급인 경우 75% 정도의 학생들이 이러한 개념에 대해서 모르고 있음은 전혀 구별 학습이 이루어지지 않고 있음을 반영한다. 이것은 학교 현장에서 과학 수업시 실물을 활용한 교육보다 사진이나 인터넷을 활용한 교육이 만연해 있기 때문인 것으로 해석된다. 학생들은 사진을 통해 솔이끼의 확대된 사진과 소나무의 축소된 사진을 보아 왔기 때문에 실제 크기를 가늠할 수 없을 뿐만 아니라 생김새도 비슷하여 충분히 같은 종류로 볼 수 있기 때문이다. 따라서 매스컴과 같은 문화적 환경 요인이 학생의 개념 형성 및 변화에 영향을 미칠 수 있으며, 이러한 환경을 전달하는 수단으로 대중 매체가 오개념 형성에 큰 영향을 미치는 예로 생각된다.

2. 교육기관 간 답변 선택 이유의 비교 분석

각 교육기관 사이의 답변 선택 이유에 대한 빈도를 표 4에 제시하였다.

교대 영재반과 교육청 영재 학급 간에는 답변 선택 이유 빈도에 있어서 유의한 차이가 없었다. 이는 영재 학생들이 지식이나 개념들을 다양한 정보를 통해서 얻고 있음을 반영한다. 그러나 교대 영재반과 일반 학급 간에는 문항 3($p=0.014$), 문항 5($p=0.018$), 문항 6($p=0.003$), 문항 7($p=0.010$), 문항 8($p=0.017$), 문항 10($p=0.001$), 문항 12($p=0.0001$), 문항 16($p=0.003$), 문항 19($p=0.004$)에서 유의한 차이를 보였다. 또한 교육청 영재 학급과 일반 학급 간

표 4. 각 교육 기관별 답변 선택 이유 비교 (단위:명)

문항 번호	교대 초등과학 영재반				교육청 영재 학급				일반 학급			
	①	②	③	④	①	②	③	④	①	②	③	④
1	11	19	1	6	15	14	2	6	17	10	0	6
2	11	15	2	9	11	15	2	9	10	10	2	11
3	4	21	1	11	8	17	0	12	6	5	2	20
4	7	15	2	13	3	15	6	13	4	8	2	19
5	10	14	1	12	14	12	3	8	7	4	8	14
6	5	21	6	5	9	17	4	7	4	5	5	19
7	5	20	1	11	3	18	4	12	4	4	9	16
8	2	18	1	16	0	14	1	22	0	4	5	24
9	4	22	5	6	2	22	5	8	2	10	7	14
10	5	19	4	9	6	18	3	10	2	4	4	23
11	8	16	3	10	7	12	3	15	1	10	2	20
12	4	28	0	5	4	27	1	5	2	7	10	14
13	4	17	3	13	3	16	3	15	2	9	4	18
14	5	17	0	15	3	12	2	20	0	5	1	27
15	6	11	1	19	2	9	2	24	1	3	3	26
16	3	16	0	18	1	19	0	17	3	5	4	21
17	5	26	3	3	5	24	4	4	6	14	6	7
18	2	16	2	17	2	13	2	20	3	3	4	23
19	5	23	0	9	5	23	0	9	6	7	2	18
20	3	23	1	10	4	15	5	13	3	5	6	19

선택 이유의 각 항목은 ① 선생님께 배워서, ② 교과서를 포함한 서적에서, ③ TV, 인터넷 등에서, ④ 기타를 나타냄.

에도 문항 3($p=0.005$), 문항 5($p=0.009$), 문항 6($p=0.0001$), 문항 7($p=0.0001$), 문항 8($p=0.002$), 문항 9($p=0.037$), 문항 10($p=0.001$), 문항 11($p=0.017$), 문항 12($p=0.0001$), 문항 14($p=0.001$), 문항 15($p=0.018$), 문항 16($p=0.020$), 문항 18($p=0.015$), 문항 19($p=0.004$), 문항 20($p=0.0001$)에서 유의한 차이를 보였다.

답변 선택 이유에서 서적에 대한 의존도는 그림 1에서 보듯이 영재 교육기관 학생들이 일반 학급 학생들보다 높은 비율을 차지했다. 이것은 영재 교육기관 학생들이 과학 학습에 있어서 학교에서의 선생님의 지도보다도 스스로 학습을 통하여 배우는 비중이 크다는 것을 반영하며, 지식 출처에 있어서 일반 학급보다 다양함을 나타내고 있다.

3. 성별간 응답을 비교 분석

문항 전체에 대한 남녀 학생들의 과학적 개념 정도를 백분율로 하여 그림 2에 제시하였다. 백분율

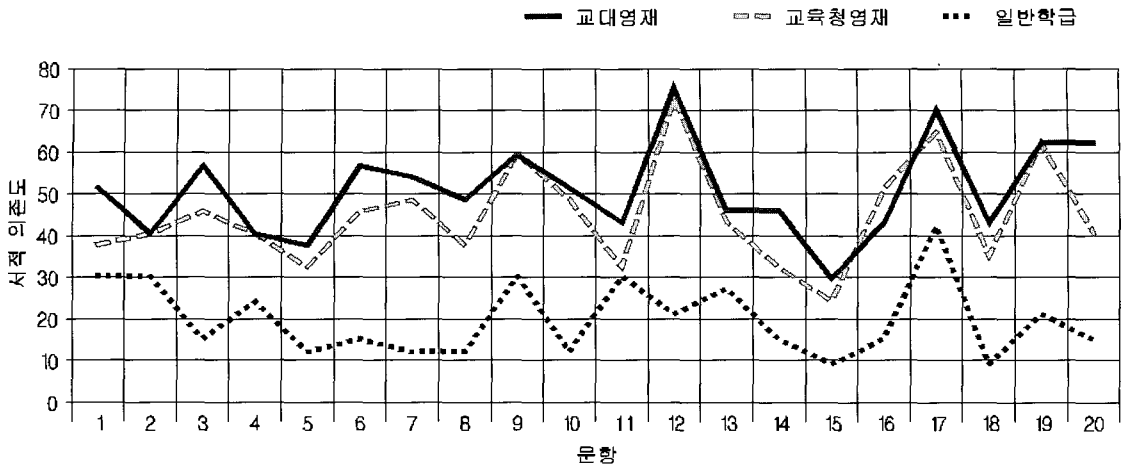


그림 1. 과학 학습에서의 서적 의존도

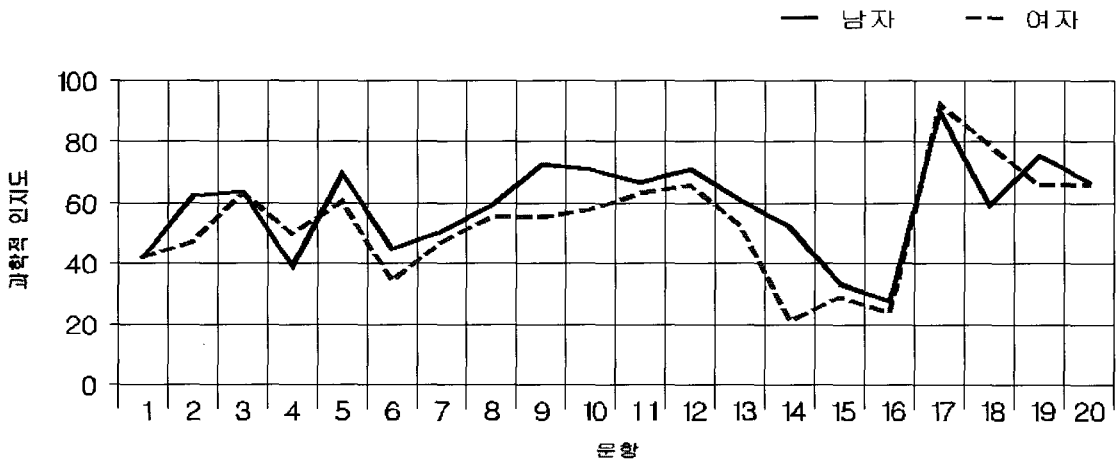


그림 2. 성별간 설문 문항별 과학적 개념 정도

값이 높을수록 높은 과학적 개념을 갖고 있는 것이며, 백분율 값이 낮을수록 오개념이 많음을 뜻한다. 비록 통계적으로 유의하지는 않았으나, 전체적인 문항에 대한 남학생들의 과학적 개념 정도는 여학생들보다 평균적으로 5.4% 정도 높게 나타났다. 그러나 4개의 문항에 대해서는 의미있는 차이를 보였다.

성별간 답변 빈도에 대해 유의한 차이를 보인 문항에 대한 분석은 표 5와 같다.

‘플라나리아는 배에 입과 항문이 있다.’ 개념은 답변 빈도에서 남학생과 여학생 간에 유의한 차($p=0.038$)가 있었다(표 5). 남녀 간에 유의한 차이를 보이는 이유는 생물 분야에 있어 지렁이, 달팽이, 지네, 곤충과 같은 벌레를 실물이나 사진으로 관찰하는 경우가 많은데, 대다수의 여학생들이 남학생

들보다 이러한 벌레 종류를 징그러워하거나 무서워하는 경향이 높아 그와 관련된 개념 습득에도 어려움이 있는 것으로 해석된다. 또한 여학생들은 남학생들보다 좁은 범위의 경험으로 인해 모든 생물의 입과 항문은 인간처럼 멀리 떨어져 있다고 보는 무분별한 유추로 인하여 성급하게 결론을 내리는 경향이 더 높은 것으로 해석된다.

문항 19의 ‘버섯은 광합성을 하여 영양분을 만드는 식물이다.’의 개념은 답변 빈도에서 남학생과 여학생 간에 유의한 차이가 있었다($p=0.020$)(표 6). 유의한 차이를 보이는 이유는 앞서 설명한 바와 같이 여학생들이 싫어하는 대상에 대해 개념 습득에 장애요소가 있는 것으로 해석된다. 이밖에도 남학생들이 여학생들에 비해 야외 활동에 관심을 많이 가지

표 5. 플라나리아와 관련한 개념 조사 결과 (단위: %)

문항 2	플라나리아는 배에 입과 항문이 있다.		
항목	남학생	여학생	비율차(남-여)
오답	8(11.6)	11(28.9)	-17.3
정답	43(62.3)	18(47.4)	14.9
모름	18(26.1)	9(23.7)	2.4
계	69(100)	38(100)	

표 6. 하루살이와 관련한 개념 조사 결과 (단위: %)

문항 9	하루살이의 애벌레가 어미가 되면 며칠동안 살다 죽는다.		
항목	남학생	여학생	비율차(남-여)
오답	8(11.6)	12(31.6)	-20
정답	50(72.5)	21(55.3)	17.2
모름	11(15.9)	5(13.2)	2.7
계	69(100)	38(100)	

표 7. 솔이끼와 관련한 개념 조사 결과 (단위: %)

문항 14	솔이끼는 소나무와 같은 침엽수이다.		
항목	남학생	여학생	비율차(남-여)
오답	6(8.7)	9(23.7)	-15
정답	36(52.2)	8(21.1)	31.1
모름	27(39.1)	21(55.3)	-16.2
계	69(100)	38(100)	

는 편으로 자연 환경과 접할 기회가 많아 생물에 대한 개념을 여학생들보다 많이 습득한 결과이다. 이러한 경향은 여학생이 은유적 언어 표현에 있어 남학생보다 약함을 보여주며, 이는 관념적이고 비가시적인 개념에서 남학생의 과학 개념 비율이 높게 나타난다는 연구와도 부합된다고 볼 수 있다(정인수, 1993).

문항 14의 '솔이끼는 소나무와 같은 침엽수이다.' 개념에 대해서도 답변 빈도에 있어서 남학생과 여학생 사이에 유의한 차이($p=0.001$)가 있었다(표 7). 답변의 빈도 차이를 보이는 이유 역시 남학생들이 여학생들에 비해 야외 활동을 많이 할 가능성에서 생각해 볼 수 있겠다. 도시에서는 솔이끼나 우산이끼를 식물로 관찰할 일이 거의 없다고 할 수 있는데, 시청각 자료를 통해 자연관찰 학습을 많이 하는 요즘 남학생들은 야외 활동을 하면서 이끼류를 직접 관찰할 확률이 높기 때문에 소나무와 솔이끼를 확실히 구분할 가능성도 크다고 볼 수 있다. '냉장고에 둔 음식물에도 곰팡이가 생긴다.' 문

표 8. 곰팡이의 생명력과 관련한 개념 조사 결과 (단위: %)

문항 18	냉장고에 둔 음식물에도 곰팡이가 생긴다.		
항목	남학생	여학생	비율차(남-여)
오답	15(21.7)	4(10.5)	11.2
정답	41(59.4)	30(78.9)	-19.5
모름	13(18.8)	4(10.5)	8.3
계	69(100)	38(100)	

항에 대해서는 답변 빈도에서 남학생과 여학생 간에 유의한 차이가 있으나, 앞의 결과들과 다르게 여학생이 남학생보다 과학적 개념 정도가 높게 나타났다(표 8). 유의한 차이를 보이는 이유는 여학생들이 남학생들에 비해 실내 위주의 활동을 함으로써 가사일을 도울 일이 많은데, 냉장고에 둔 음식이 변질되는 것을 경험적으로 알 가능성이 크다고 볼 수 있다. 여학생들의 이 문항에 대한 답변 선택 이유에서도 냉장고에 놓아둔 빵에 곰팡이가 핀 것을 본 경험이 있다는 응답이 많다는 것이 이를 입증해 준다. 따라서 이러한 오개념의 차이는 경험적 요인 중 자연 환경에 의한 개인의 경험에 의해서 형성된 개념은 남녀에서도 차이가 나타날 수 있다는 좋은 증거로 제시할 수 있다.

IV. 결 론

본 연구는 초등학교 5~6학년 과학 영재의 수준에서 과학 영재들의 자기 주도적 학습 능력 신장과 영재성을 발현시키기 위한 프로그램을 개발하기 위한 기초적 자료를 얻고자 수행되었다. 이를 위해 초등 과학 생명 영역의 '작은 생물'과 관련된 교과 내용을 분석하고, 영재아들이 가지고 있는 '작은 생물'에 대한 오개념 정도를 조사하였다.

작은 생물에 대한 오개념 조사의 목적 중 가장 중요한 것은 학생들이 생물을 학습하는 데 있어서 어려움을 겪는 분야나 주제를 알아보기 위함이었다. 예를 들어 '플라나리아'와 관련한 설문 문항으로 학생들이 단순히 플라나리아에 대해서 제대로 알고 있는가를 알아보기 위함이라기보다는 유성 생식이나 무성 생식과 같은 생물의 번식 방법, 환경 동물인 '지렁이'와 달리 입과 항문이 구분되지 않는다는 진화 단계상의 계통 분류를 어느 정도 이해하고 있는가 등을 파악하여 특정 생물에 대한 지식이 아

나라 생물의 다양성, 생물의 분류, 생태계 등에 대한 학생들의 이해를 높일 수 있는 방법을 모색하고자 하였다. 즉 오개념 조사는 의사가 환자를 치료하기 전에 진단을 하고 처방을 하듯이 교사가 학생을 지도하려 하거나, 학생에게 적용할 프로그램을 개발하기 위해서는 반드시 거쳐야 할 과정 중 하나인 것이다.

본 연구를 통하여 얻어진 중요한 결과는 영재 아동과 일반 학급 학생 간에 '작은 생물'에 대한 개념의 인지도가 큰 차이를 보였으며, 오개념의 형성 원인으로는 무분별한 유추, 성급한 판단으로 인한 일반화, 경험적 차이 및 문화적 환경 요인의 차이 등으로 나타났다. 또한 오개념 형성의 출처에서도 많은 차이를 보였으며, 남녀 간에도 4개의 문항에서 유의한 답변의 차이를 보였다. 이러한 '작은 생물'에 대한 오개념 조사를 통해 영재 학생들에게 지도하고자 할 때의 필수 요소로 생태계의 구성, 생물의 분류, 세포, 현미경 사용법 등과 같은 탐구활동 주제를 정할 수 있으며, 과학 영재 프로그램 개발의 중요한 기초 자료로서 제공될 수 있음을 시사한다. 앞으로도 일선에서 영재 교육을 지도하거나 영재 교육 프로그램을 개발하는 교사는 학생들이 가지고 있는 오개념을 줄이기 위해 학습 주제의 오개념의 내용 및 원인에 대해 바로 알고, 이를 교정해 줄 수 있는 방법을 구안하여야 할 것이다. 이러한 오개념을 해소하기 위한 방법으로 Lawson과 Thompson(1989)의 순환 학습 모형, Driver(1989)의 개념 변화 모형 및 권재술(1989)의 인지 갈등 수업 모형 등이 많이 이용되고 있다. 또한 Posner 등(1982)이 제안한 새로운 개념을 접할 때 정확한 개념을 수용할 수 있도록 사전에 인지시켜야 할 항목에 대한 이해가 필요하다.

참고문헌

- 고재홍(1996). 국민학교 학생들의 생명 개념 변화. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 교육부(2002a). 초등학교 교과서: 과학 3-6. 대한교과서주식회사.
- 교육부(2002b). 초등학교 실험관찰 3-6. 대한교과서주식회사.
- 교육부(2002c). 초등학교 교사용 지도서: 과학 3-6. 대한교과서주식회사.
- 김덕만(1977). 인체 내부 기관에 대한 이해도 조사 연구. 취학 아동들의 이해도를 중심으로. 서울교대 과학연구, 3, 37-53.
- 권재술(1989). 과학 개념의 한 인지적 모형. 물리교육, 7, 1-14.
- 김용화(1993). 인체의 구조와 기능에 관한 국민학생들의 개념 조사. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 김재현(1997). 식물의 구조와 기능에 관한 초등학생들의 개념 조사. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 박문규(1992). 동물과 식물의 생장에 관한 국민학생들의 개념. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 박영효, 홍승호(2006). Driver의 학습 모형이 초등학생들의 꽃에 대한 오개념 교정에 미치는 성별, 지역별 영향 분석. 초등과학교육, 25(3), 231-243.
- 유원일(1992). 생장에 관한 국민학생들의 개념 조사. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 이미숙, 오세평, 이길재(2005). 과학사적 진화개념 발달 단계에 기초한 초등학생들의 진화 개념 분석. 초등과학교육, 24(2), 145-159.
- 정인수(1993). 국민학교 학생들의 과학개념 조사연구. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 최영재, 이용복, 구덕길, 고영신, 권치순, 배영부, 김재영, 하병권(2001). 초등과학교육. 서울: 형설출판사.
- 홍승호(2003). 초등과학 생명영역의 생식 및 유전분야에 대한 오개념 분석. 초등과학교육, 22(3), 288-296.
- 황영록(2002). 초등학생의 생물학적 오개념에 대한 연구. 경희대학교 교육대학원 석사학위논문.
- Aikenhead, G. S. (1988). An analysis of four ways of assessing student beliefs about STS topics. Journal of Research in Science Teaching, 25, 607-629.
- Ausubel, D. P. (1968). The psychology of meaningful verbal learning. New York: Grunc & Stratton.
- Driver, R. (1989). Student' conception and learning of science. International Journal of Science Education. 11. Special issue.
- Head, J. (1986). Research into alternative frameworks : Promise & problems. Research in Science and Technology Education, 4, 203-211.
- Lawson, A. E. & Thompson, L. D. (1989). Formal reasoning ability and misconceptions concerning genetic and natural selection. Journal of Research in Science Teaching, 25, 738-746.
- Piaget, J. (1964). Cognitive development in children: Development and learning. Journal of Research in Science Teaching, 2, 176-186.
- Posner, G. J., Strick, K. A., Hewson, P. W. & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception : Toward a theory of conceptual change. Science Education, 66, 211-227.