# TIMSS 2003 과학 공개 문항 내용 분석에서 나타난 성별 문항 응답 특성

신동희* · 권오남[1] · 김희백[1]

단국대학교 · 서울대학교[1]

# Gender Differences in Content Analysis of TIMSS 2003 Released Items

Shin, Donghee · Kwon, Oh-Nam[1] · Kim, Heebaek[1]

Dankook University · Seoul National University[1]

**Abstract:** This study expects to understand Korean girls' weaknesses in science achievement and to make suggestions for improvement. The analyses of 95 released items in TIMSS 2003 show that Korean girls had few difficulties in 'inference and analysis', 'very hard or very easy' items, 'previously-learned' items, and items presented in context of 'school science'. They achieved lower in items of understanding science concept or factual knowledge. Inference and analysis items, which were favorable to girls, worked unfavorably to them as case science knowledge intervened. Girls outperformed boys in items with 80% or more and with 20% or less percent correct. Also, the boys showed much higher achievement in previously learned and contextualized items, which proves girls' lack of interest in science in everyday life. On the base of item analysis, several suggestions were made for the girl-inclusive science education in Korea: First, girls should have more opportunities for science experience not only in school context but also in everyday life. Second, more teaching and learning programs should be developed to care girls' weaknesses in science learning. Lastly, gender issues in science education should be actively included in curriculum development process and teacher training programs.

Key words: Korean girls' weaknesses in science achievement, inference and analysis, contextualized items, girl-inclusive science education

## Ⅰ. 서론

20세기 말부터 우리 사회 전 영역에서 여성의 약진이 두드러지면서, 성 역할 관련한 전통적 영역 구분은 점차 희미해지고 있다. 그러나, 이공계에서 여성의 존재와 역할은 다른 분야와 비교할 때 상대적으로 뒤처지고 있다. 특히, 과학 교육 분야에서 여학생들이 인지적 측면과 정의적 측면 모두에서 남학생들에 비해 현저하게 뒤떨어지는 현상은 거의 개선되지 못하고 있다. 우리 나라 여학생들은 과학에 대한 흥미, 태도, 인식 등에서 여전히 남학생보다 소극적이고, 과학 성취도에 있어서 여전히 큰 차이를 보이며 남학생들에게 뒤처진다. 1995년의 TIMSS(Third International Mathematics and Science Study), 1999년의 TIMSS-Repeat, 2000년의 OECD/PISA(Programme for International Student Assessment), 2004년의 PISA 2004 등 최근 10여 년 간 수학과 과학 과목을 중심으로 한 국제 비교 연구 결과, 우리 나라 학생들은 세계 최상위권의 성적을 유지해 오고 있지만 성 차이에 있어서도 세계 최고의 심각성을 보여주고 있다 (박정 외, 2004). 한편, 과학 성취도에서 여학생의 열세가 이제 더 이상 세계적으로 보편적인 현상이 아니라는 것이 밝혀지고 있음에 따라 우리 나라 학생들의 성 차이 문제는 그 심각성이 더욱 두드러져 나타난다.

많은 시간, 비용, 노력을 통해 국제 기준의 평가틀과 평가 문항을 개발하고 참여국마다 검사 대상 모집단 학생들을 대표하는 표집 과정을 거친 국제 비교 연구 결과는 각국의 교육 현황을 파악하고 다른 국가

*교신저자: 신동희(dss25@dankook.ac.kr)
**2006.05.25(접수) 2006.08.03(1심통과) 2006.10.09(2심통과) 2006.10.18(최종통과)

와 비교한 상대적 위치를 객관적으로 파악할 수 있는 근거가 된다. 이런 이유로 많은 국가들은 국제 비교 결과를 다각도로 심층 분석하여 자국의 교육의 문제점을 찾고 개선 정책을 수립하는 데 적극적으로 활용하고 있다 (Beller & Gafni, 1996; Young & Fraser, 1994; Zuzovsky & Tamir, 1999).

우리 나라의 경우, 국제 비교 연구 결과에서 드러난 가장 두드러진 과학 성취도의 특징 중 하나는 성 차이임이 나타남에 따라 (신동희와 노국향, 2002; 신동희와 박 정, 2002), 이를 해소하기 위한 정부 지원하의 연구도 일부 이루어진 바 있다 (박 정 외, 2004; 정경아 외, 2003). 그러나, 이들 연구 결과가 실제로 교육 과정 개정에 본격적으로 논의되고 실질적으로 반영되는데 있어 여전히 우선 순위가 아님을 부인하기 어렵다.

여학생들의 과학 성취도에서의 열세가 전 세계적 보편적 현상이 더 이상 아니라는 사실은 우리의 과학 교육에서 여학생들을 의도하지 않게 소외시켜 온 결과로 해석할 수도 있다. 우리 과학 교육계의 산적한 문제들로 여학생들을 특별하게 배려하는 과학 교육 자체가 여전히 사치스런 논의로 받아들여질 수 있다. 그러나, 과학에서의 성 차이는 교육 내용이나 방법을 통해 극복될 수 있음을 보여준 많은 외국의 경우에서처럼 우리 나라 과학 교육의 가장 심각한 문제 중 하나로 부각한 성 차이의 현상을 구체적으로 파악하여 그 원인을 찾아 이를 해결하는 시도를 더 이상 미룰 수는 없다.

지금까지 밝혀진 우리 나라 학생들의 과학 성취도에서의 성 차이는 내용 영역, 문항 유형, 행동 영역 등 전체 평가틀 측면에서 성별 성취도를 비교하는 것들이 대부분이었다 (신동희와 노국향, 2002; 신동희와 박정, 2002; 신동희와 김동영, 2003; 이미경 외, 2004; 정은영 외, 2006). 지금까지의 연구들은 평가틀에 따른 문항 군(群) 전체에 대한 평균 성취도를 성별로 비교하는 양적 분석에 근거해, 여학생들이 서술형 문항보다는 객관식 문항, 지식 자체를 묻는 문항보다는 과학 탐구와 관련한 문항, 지질학보다는 천문학 관련 문항에서 열세임을 밝혔다(신동희 외, 2002; 신동희와 박정, 2002).

본 연구에서는 국내·외에서 이루어지는 평가 중에서 우리 나라 남녀 학생들의 과학 성취 경향을 가장 객관적으로 가늠할 수 있는 국제 비교 연구 중 가장 최근에 이루어진 TIMSS 2003 과학 문항 중 공개가 허용된 96개 문항들의 내용과 응답 경향을 분석함으로써 우리 나라 여학생들이 과학에서 특히 취약한 부분을 구체적으로 파악하고자 한다. TIMSS 2003의 과학 전체 문항 189개를 대상으로 문항 유형별, 성취 수준별, 내용 영역별 측면에서 성 차이를 분석한 정은영 외(2006)는 TIMSS 2003 과학 성취도에 나타난 전반적인 성 차이를 정리한 바 있다. 반면, 본 연구에서는 공개 문항을 대상으로 개별 문항을 심층 분석함으로써 구체적 과학 내용 수준에서 나타나는 성별 응답 경향을 살펴보았다. 이를 통해 우리의 학교 과학 교육에서 여학생들에게 가장 필요한 부분이 무엇인지에 대한 실질적인 방향을 제시할 수 있게 된다.

## Ⅱ. 분석 방법

### 1. 분석 문항

이 연구에서는 지난 2003년 실시된 TIMSS 2003 과학 문항 총 182개 중 공개가 허용된 96개 문항을 분석하였다. 공개 문항은 한국교육과정평가원의 공개 문항 분석 자료집(박 정 외, 2004)에 제시된 것을 근거로 하였다. 분석한 96개의 과학 공개 문항들은 평가틀의 거의 모든 영역에 걸쳐 추출되었음을 알 수 있다(표 1).

### 2. 분석 방법

문항 분석으로 성별 유의미성을 파악하기 위해 통계 처리를 통한 양적 분석과 개별 문항 하나 하나를 평가틀의 모든 관점에서 질적으로 내용 분석하는 과정이 모두 수행되었다. 총 96개의 과학 공개 문항 중 자료 처리 과정의 문제로 우리 나라 학생들의 성별 정답율이 제시되지 않은 환경 영역, 사실적 지식의 인지 영역에 해당하는 선택형 문항 한 개가 제외되어 총 95개의 문항들이 분석되었다. 95개 문항 모두 남녀 학생들의 정답율 차이의 유의미성을 SPSS version 11.0을 이용해 카이제곱 검정을 통해 분석하였다.

모든 문항에 대해 성별에 따른 응답 경향의 차이를 파악하기 위해 질적 내용 분석 과정에서 두 가지 큰 생각(big idea)을 발견했는데, 이는 이전 학습 유무에 따라 그리고 문항이 제시되는 상황이 순수 과학적 상황인가 아니면 일상생활 속 상황인가에 따라 성별 성취 경향이 다르다는 사실이었다. 문항 각각을 내용 분석하는 과정에서 발견된 이와 같은 두 가지 큰 생각을 토대로 전체 95개 문항을 '이전 학습 여부'와 '문항 제시 상황'으로 구분한 후 전체 문항들의 정답율의 성별 분포를 파악하였다.

TIMSS 2003은 2003년 4월 초 당시 중학교 3학년 학생들을 대상으로 실시하였다. 따라서, 검사 대상 학

표 1
*분석 문항: TIMSS 2003 과학 공개 문항*

| 평가틀 | | | 공개 문항 수 / 전체 문항 수 | 계 | 합계 |
|---|---|---|---|---|---|
| 내용 영역 | 생물 | 생물의 유형, 특징, 분류 | 2 / 4 | 27 / 54 | 96 / 182 |
| | | 개체의 구조, 기능과 생명 과정 | 8 / 12 | | |
| | | 세포와 그 기능 | 2 / 7 | | |
| | | 개체의 발생과 생활 주기 | 1 / 2 | | |
| | | 생식과 유전 | 4 / 6 | | |
| | | 다양성, 적응과 자연 선택 | 3 / 7 | | |
| | | 생태계 | 5 / 10 | | |
| | | 건강 | 2 / 6 | | |
| | 화학 | 물질의 분류와 조성 | 9 / 14 | 17 / 31 | |
| | | 물질의 입자 구조 | 3 / 4 | | |
| | | 물의 성질과 용도 | 0 / 2 | | |
| | | 산과 염기 | 1 / 2 | | |
| | | 화학 변화 | 4 / 9 | | |
| | 물리 | 물질의 물리적 상태와 변화 | 1 / 6 | 23 / 45 | |
| | | 에너지 형태, 근원, 전환 | 2 / 3 | | |
| | | 열과 온도 | 1 / 7 | | |
| | | 빛 | 7 / 7 | | |
| | | 소리와 진동 | 0 / 3 | | |
| | | 전기와 자기 | 4 / 6 | | |
| | | 힘과 운동 | 8 / 13 | | |
| | 지구 과학 | 지구의 구조와 물리적 특징 | 3 / 7 | 16 / 29 | |
| | | 지구의 운동, 순환과 역사 | 7 / 11 | | |
| | | 태양계와 우주 속의 지구 | 6 / 11 | | |
| | 환경 | 인구 변화 | 0 / 3 | 13 / 23 | |
| | | 천연 자원의 이용과 보존 | 9 / 10 | | |
| | | 환경 변화 | 4 / 10 | | |
| 인지 영역 | 사실적 지식 | | | 24 / 57 | 96 / 182 |
| | 개념 이해 | | | 43 / 72 | |
| | 추론과 분석 | | | 29 / 53 | |
| 문항 유형 | 선택형 | | | 58 / 109 | 96 / 182 |
| | 서술형 | | | 38 / 73 | |

생들이 중학교 2학년까지의 과학 교육 과정 및 과학 교과서를 기준으로 각 문항마다 이전 학습 여부를 판단하였다. 문항 제시 상황은 순수 과학적 상황과 일상생활 상황으로 구분하였는데, 연구진 중 1인에 의해 문항마다 우선적으로 상황을 구분하고 이후 다른 과학 교육 전문가에게 의뢰하여 독립적으로 상황을 구분했다. 그 결과 총 95개 분석 문항 중 3개를 제외하고 동일한 구분이 이루어졌다. 일치하지 않았던 3개 문항은 구분에 참여한 2인의 논의 과정을 거쳐 최종적으로 합의되었다.

이 밖에도 문항 내용 분석 과정에서 과학 지식이 개입된 정도, 공간 지각력 관련 문항, 천문학 문항 등에서도 성별 차이점을 발견했다.

## Ⅲ. 분석 결과 및 논의

### 1. 이전 학습 여부에 따른 문항별 성 차이 경향

이전 학습 여부에 따른 성 차이 경향을 살펴본 결과, 그림 1과 같이 나타났다. 총 95개 분석 문항 중 2003년 3월 본검사 당시 검사 대상이었던 중학교 3학년 학생들이 이미 학습한 내용의 문항은 70개였고, 아직 학습하지 않은 문항은 25개였다. 이미 학습한 내용의 70개 문항 중 남학생들이 유의미하게 높은 성취도를 나타낸 문항은 20개(약 28.6%)였고, 아직 학습하지 않은 내용의 25개 문항 중 남학생들이 유의미하게 높은 성취도를 나타낸 문항은 16개(64.0%)였다. 즉, 이미 학교 교육 과정을 통해 배운 내용의 문항에

서보다 아직 배우지 않은 내용의 문항일수록 여학생들이 취약함이 드러났다.

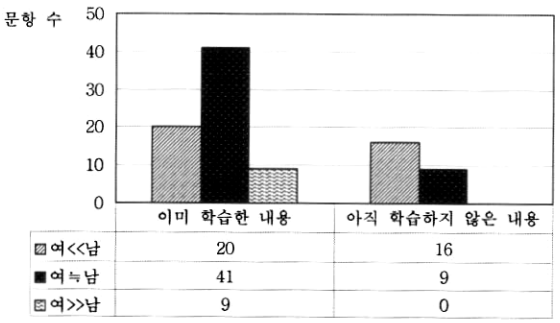



**그림 1** *이전 학습 여부에 따른 성 차이 경향별 문항 분포*

그림 2는 이미 배운 내용의 문항과 아직 배우지 않은 내용의 문항에서 남녀 학생들이 어떻게 다르게 반응하는지 보여준다. 문항 S012025는 제7차 과학 교육 과정에 의하면 중학교 과정에서 다루지 않는 양성자, 중성자, 전자, 원자핵 등의 개념을 묻고 있다. 따라서, TIMSS 2003 검사 대상이었던 중학교 3학년 초기 학생들은 학교 과학 교육에서 배우지 않은 상태였으므로 전체 정답율(약 42.8%)도 그리 높지 않다. 이 문항의 경우 $p<.01$ 수준에서 여학생들이 유의미하게 낮은 성취도를 보였는데, 남녀 학생 모두 학교 교육을 통해 학습하지 않은 내용이라는 조건은 동일했지만 남학생들이 월등하게 높은 정답율을 보여 그림 1의 경향을 설명하는 예가 될 수 있다.

문항 S022187은 제7차 과학 교육 과정의 중학교 2학년에서 다루는 내용으로 보기에 제시된 예들도 모두 우리 나라 과학 교육 과정에서 혼합물을 설명할 때 전형적으로 활용된다 (박정 외, 2004). 이 문항의 성별 정답율을 비교하면 여학생이 남학생보다 6.4%

| 학교 교육 과정에서 아직 학습하지 않은 낯선 내용의 문항 | 학교 교육 과정에서 이미 학습한 친숙한 내용의 문항 |
|---|---|
| S012025<br><br>대부분의 원자핵은 무엇으로 이루어져 있는가?<br>① 중성자만으로 되어 있다.<br>② 양성자와 중성자로 되어 있다.<br>③ 양성자와 전자로 되어 있다.<br>④ 중성자와 전자로 되어 있다. | S022187<br><br>다음 중 혼합물이 아닌 것은?<br>① 연기<br>② 설탕<br>③ 우유<br>④ 그림 물감 |

| 정답율(%) | | | | p |
|---|---|---|---|---|
| 여학생 | 남학생 | 전체 | 여-남 | |
| 38.1 | 47.2 | 42.8 | -9.1 | .004** |

**p<.01

| 정답율(%) | | | | p |
|---|---|---|---|---|
| 여학생 | 남학생 | 전체 | 여-남 | |
| 58.8 | 52.4 | 55.6 | 6.4 | .035* |

*p<.05

**그림 2** *이전 학습 여부에 따라 남녀 정답율 차이가 나는 문항 예*

높았고, 이는 $p<.05$ 수준에서 유의미하게 높은 정도다. 이러한 결과는 문항 S012025와 대비되는 것이고, 이전 학습 유무에 따라 여학생과 남학생의 반응이 다름을 잘 보여준다.

문항 S012025와 마찬가지로 학습하기 전의 문항에서 여학생들이 남학생들보다 크게 뒤처지는 다른 예가 그림 3에 제시되어 있다. 이 문항은 산과 염기 관련 개념 이해 문항으로 제7차 과학 교육 과정에 따르면 고등 학교 과정에서 다루게 된다. 남학생들의 정답율은 7.3%나 높았고, $p<.05$ 수준에서 유의미한 차이를 보였다. 배우지 않은 개념에 대한 문항에 대해 남학생들이 여학생에 비해 월등한 성취도를 보여주는 또 다른 예다.

S032057

염산(HCl) 수용액은 푸른 리트머스 종이를 붉게 변화시킨다. 수산화나트륨(NaOH) 수용액은 붉은 리트머스 종이를 푸르게 변화시킨다. 염산 수용액과 수산화나트륨 수용액을 적당한 비율로 섞어서 혼합 용액을 만들면 이 용액은 푸른 리트머스 종이와 붉은 리트머스 종이의 색깔을 모두 변화시키지 않는다. 이 혼합 용액에서 리트머스 종이의 색이 변하지 않는 이유를 쓰시오.

| 정답율(%) | | | | p |
|---|---|---|---|---|
| 여학생 | 남학생 | 전체 | 여-남 | |
| 35.5 | 42.8 | 39.2 | -7.3 | .046* |

*p<.05

**그림 3** *아직 학습하지 않은 낯선 내용의 남녀 정답율 차이의 예*

이 밖에도 TIMSS 2003 환경 영역 12개 문항 모두에서 남학생의 성취도가 높았고, 이 중 유의미한 차이를 보이며 여학생보다 높은 성취도를 보인 문항도 5개나 되었다. 이들 환경 영역 문항은 자원, 에너지, 개발, 산성비, 오존, 오염 등 전형적인 환경 과학 문제로 우리 나라 학교 과학 교육 과정에서 전통적인 과학 지식에 비해 덜 강조되는 영역이다. 신동희와 박정(2002)이 TIMSS-R과 PISA 2000 에 활용된 지구 환경 과학 문항들을 분석한 연구에서도 환경 과학 문항에서 여학생들이 낮은 성취도를 나타낸 바 있다.

여학생들이 학교 밖에서 습득한 지식이나 낯선 문항에 취약하다는 사실은 이미 밝혀졌다 (Haggerty, 1998; Hamilton, 1998; Hanna, 1989). 학교에서 배우지 않은 지식 관련 문항에서 남학생들이 강하다는 사실은 여학생과 남학생의 과학 학습 성향과 과학에 대한 흥미에 있어 차이가 남을 시사한다. 여학생들이 남학생들에 비해 과학에 대한 태도, 흥미, 인식 등 과학과 연관된 정의적 측면에 있어 소극적이거나 부정적 성향을 보인다는 연구 결과들(김효남 외, 1998; 노태희와 최용남, 1996; 송진웅 외, 1992; 신영준 외,

1999; 이문원와 조희형, 1985; 안병균 외, 1985; Handley & Morse, 1984; Jones & Kirk, 1990; Kelly, 1987; Schibeci & Riley, 1986; Simpson & Oliver, 1985; Weinburgh, 1995)로 미루어 여학생들은 과학 교육 과정에 따른 '주어진' 과학 학습 이외에 '자발적' 수준에서 과학 학습을 하는 경향이 남학생들보다 낮음을 짐작할 수 있다. 또한, 과제 지향적 성향이 강한 남학생들이 수행 지향적 성향이 강한 여학생들보다 과학 학습에 더욱 적극적이고, 새로운 것들을 선호하는 경향이 있는 남학생들이 교사의 지시에 순응하려는 경향이 있는 여학생들보다 더 심층적인 학습 전략을 활용한다 (전경문과 노태희, 1997).

따라서, 수행 지향적인 여학생들은 다양한 학습의 과정보다는 학습의 결과에 더 높은 관심을 보일 것이고, 이러한 결과는 수행의 결과에 가시적으로 뚜렷한 영향을 미치지 않을 것이라는 판단으로 나타나며, 그 결과 학교 과학 학습 이외의 다양한 과학 관련 경험을 소극적으로 시도할 것이다. 즉, 여학생들은 과학 관련 신문 기사나 언론 보도에 대한 관심, 과학 서적과 잡지 구독, 학교 밖 과학 관련 기관 견학 등 학교 밖에서 이루어지는 과학 활동에의 참여가 낮기 때문에, 학교에서의 학습 과정에서 배우기 이전의 과학 문항에서 남학생보다 뒤처지는 것은 당연한 결과다. 학교 교육에서 학습하지 않은 내용에서 여학생들이 남학생들보다 현저하게 낮은 성취도를 보인 이와 같은 결과는 여학생들의 낮은 과학 성취도의 원인을 그들의 과학 능력에 있어서의 한계가 아닌 그들의 과학 경험에 있어서의 한계에서 찾을 수 있다는 점에서 그 의미가 있다.

### 2. 문항 제시 상황별 성 차이 경향

상황(context)은 궁극적으로 실재(reality)에 부합되어야 한다는 본질적 성격을 갖는 과학에서 특히 중요하다 (Brown *et al.*, 1989). 학생들은 스스로 경험한 것을 토대로 흥미와 학습의 필요성을 느끼게 될 때 학습에 적극적으로 참여한다 (Roth & Roychoudhury, 1993). 학업 성취도는 학습의 과제 속에 포함된 지식이나 관련 사고 능력의 부족에서 비롯된 것일 수도 있고, 같은 지식이라도 상황이 달라져서 나타나는 것일 수도 있다 (이명제, 1996).

문항마다의 성별 성취도를 살펴보는 내용 분석 과정에서 문항이 제시된 상황에 따라 성별 성취 경향이 달라짐을 발견했다. 이에 문항이 학교에서 배우는 순수한 과학 상황에서 제시되었는가 혹은 일상 생활에 적용된 상황에서 제시되었는가에 따라 구분하고 각 상황에 대한 성 차이 경향을 살펴보았다 (그림 4). 총 95개 분석 문항 중 학교 과학 상황에서 제시된 문항은 66개였고 이 중 20개 문항(약 30.3%)에서 남학생들이 유의미하게 높은 성취도를 나타냈다. 한편, 일상생활 상황으로 제시된 29개 문항 중 16개 문항(약 55.2%)에서 남학생들이 유의미하게 높은 성취도를 나타냈다. 즉, 여학생들은 같은 내용이더라도 교재, 교사의 설명, 실험실 상황 등 학교 과학 상황이 아니라 이들 내용을 일상 생활에 적용한 상황에서 문항이 제시될 경우 남학생보다 더 어려움을 느끼는 것으로 나타났다.

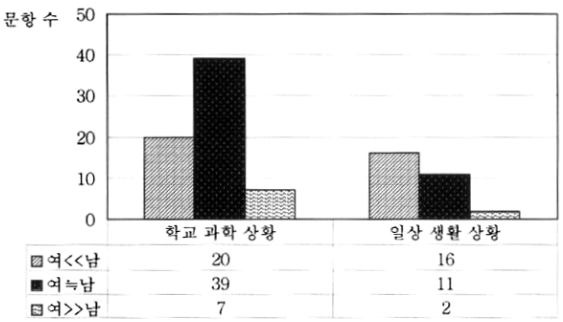



**그림 4** *문항 제시 상황에 따른 성 차이 경향별 문항 분포*

그림 5에 제시된 문항 두 개는 모두 생물 영역에서 출제된 신체 기관의 기능에 관련된 것들로 이미 우리나라 초등 학교 6학년과 중학교 2학년 과학 교육 과정에서 강조하고 있는 내용이다. 문항 S022160은 우리 나라 학교에서 배우는 그대로의 학습 상황을 다소 벗어나고 우리 나라 과학 교육에서 쉽게 접하기 어려운 문항인 반면, 문항 012014는 전형적인 학교 과학 상황이면서 우리 나라 학생들에게 매우 익숙한 상황의 문제다. 이 두 문항의 정답율에 있어서 성 차이 경향은 매우 다른데, 문항 S022160은 남학생이 여학생보다 12.2%나 높은 정답율을 보여 $p<.001$ 수준에서 유의미한 차이를 보였다. 반면, 문항 S012014은 여학생의 정답율이 남학생보다 1.1% 높았다.

여학생들이 학교 밖 과학 상황의 문항에서 남학생보다 현저하게 낮은 성취도를 보이는 또 다른 예가 그림 6에 있다. 문항 S032131은 에너지의 형태 전환과 관련된 것으로 일상생활에서 쉽게 경험하는 상황에서 출제되었다. 문항 032626도 빛과 소리의 속도 차이를 이해하는지를 묻기 위해 학생들이 일상생활에서 쉽게 경험할 수 있는 천둥과 번개를 도입하여 물었다. 이들 두 문항은 모두 일상생활 상황에서 남학생의 우세를 보여주는 데 두 문항 모두 매우 큰 차이를 보이며 남학생의 정답율이 월등하게 높았다.

| 일상 생활 상황에서 제시된 문항 | 학교 과학 상황에서 제시된 문항 |
|---|---|
| S022160<br>양쪽 귀로 듣는 것이 한 쪽 귀로 듣는 것보다 유리한 점을 쓰시오. | S012014<br>사람들이 어떤 물체를 볼 때, 눈에서 받아들인 자극을 뇌로 전달해 주는 역할을 하는 것은?<br>① 동맥<br>② 분비선<br>③ 근육<br>④ 신경<br>⑤ 정맥 |

| 정답율(%) | | | | p |
|---|---|---|---|---|
| 여학생 | 남학생 | 전체 | 여-남 | |
| 28.7 | 40.9 | 35.0 | -12.2 | .000*** |

***p<.001

| 정답율(%) | | | | p |
|---|---|---|---|---|
| 여학생 | 남학생 | 전체 | 여-남 | |
| 92.9 | 91.8 | 92.3 | 1.1 | .443 |

**그림 5** 문항 제시 상황에 따른 남녀 정답율 차이 경향

전형적 학교 과학 수업을 벗어나 일상 생활 상황에서 제시된 문항에서 여학생들이 취약하다는 결과는 지구 과학 문항 특성에 따라 성별로 다르게 작용하는 효과를 알아본 Shin & Moon(2004)의 연구 결과와 맥을 같이 한다. 또한, 학교 안에서 출제한 시험에서는 여학생들이, 학교 밖에서 출제한 시험에서는 남학생들이 우세하게 나타났던 Rennie(1991)의 연구 결과와도 연결될 수 있다.

| S032131 | S032626 |
|---|---|
| 나무판에 박혀있는 못을 뽑아내면 못이 따뜻해진다. 그 이유를 설명하시오. | 폭풍우가 치던 밤 창 밖을 내다보고 있던 영희는 번개가 치는 것을 보았고, 몇 초 후에는 천둥 소리를 들었다. 영희가 천둥 소리를 듣기 전에 번개가 치는 것을 먼저 본 이유를 설명하시오. |

| 정답율(%) | | | | p |
|---|---|---|---|---|
| 여학생 | 남학생 | 전체 | 여-남 | |
| 64.9 | 75.3 | 70.3 | -10.4 | .001** |

**p<.01

| 정답율(%) | | | | p |
|---|---|---|---|---|
| 여학생 | 남학생 | 전체 | 여-남 | |
| 38.1 | 55.5 | 47.0 | -17.4 | .000*** |

***p<.001

**그림 6** *일상 생활 상황에서 제시된 문항에서 남학생 우세의 예*

일상 생활 상황의 문항은 묻고자 하는 과학 지식을 일상 생활 상황에 적용한 것으로, 교실이나 실험실에서 이해한 과학 지식 그대로의 지식을 상황 전이시켜야 문제 해결이 가능하다. 학생들은 그들의 경험에 따라 이해하는 정도가 달라지고, 학생들이 인지 구조 속에서 진정한 의미를 구성하기 위해서는 지식이 제시되는 상황과 경험을 연결시킬 때 가능하다 (Marton, 1986). 따라서, 상황은 과학 지식이 의미를 획득하고 학습자에게 과학 지식의 활용성을 부여하는 매우 중요한 요소다 (Bloom, 1992). 이런 점에서 일상의 상황을 근거로 한 문항에서 여학생들이 특히 취약한 결과는 그들이 탈상황적 지식(decontextualized knowledge)에는 어려움을 느끼지 못하나, 경험을 근거로 한 상황의 지식, 즉 진정한 과학 지식 습득에는 문제가 있음을 나타낸다.

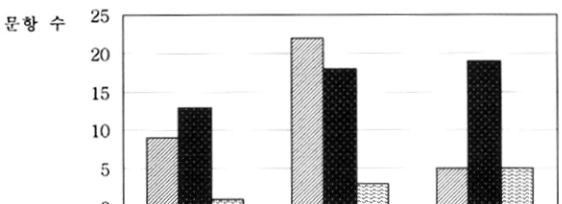
문항 제시 상황에 따라 과학 성취도에서의 성별 경향이 달라지는 이와 같은 결과 역시 이전 학습 여부에 따라 성별 경향이 달라지는 그림 1의 연구 결과와 마찬가지로 여학생들의 과학 관련 경험이나 관심 부족에서 그 원인을 찾을 수 있다. 일상생활에서의 다양한 현상들을 이해하기 위해 학습자가 보유하고 있는 과학 지식을 적용하는 시도는 과학에 대한 관심과 흥미 없이는 쉽게 이루어질 수 없다. 여학생들이 과학에 대한 전반적이고 통합적인 관심을 가지고 과학 학습을 다양한 방법으로 시도를 돕는 방안들이 필요하다.

### 3. 문항 특성에 따른 기타 성 차이 경향

#### 가. 과학 지식 개입 정도에 따른 성 차이 경향

사실적 지식, 개념 이해, 추론과 분석 등 세 개 인지 영역별 성 차이 경향에 따른 문항 분포를 살펴보면 그림 7과 같다. 개념 이해 관련 총 43개 문항 중 남학생이 유의미하게 높은 정답율을 보인 문항이 22개로 전체 개념 이해 문항의 약 52%를 차지해 3개 인지 영역 중 여학생들이 가장 취약한 영역이라 할 수 있다. 반면, 추론과 분석 관련 29개 문항 중 5개(약 14%)는 여학생들이 유의미하게 높은 정답율을 보였고, 19개(약 66%)는 유의미한 성 차이가 나타나지 않아 여학생들은 추론과 분석 관련 문항에 상대적으로 강하다는 이전 연구(박승재 외, 1988; 신동희 외, 2002; 신동희와 박정, 2002; Manhart, 1998)의 경향성이 다시 확인되었다.

추론과 분석에 해당하는 문항 중에서도 과학 개념 없이 그저 제시된 문항을 읽음으로써 문제 풀이가 가능한 문항과 과학적 지식을 바탕으로 추론해야 문제 풀이가 가능한 문항의 정답율을 살펴보면 흥미 있는 성 차이를 발견하게 된다(그림 8).




| | 사실적 지식 | 개념 이해 | 추론과 분석 |
|---|---|---|---|
| ▨ 여<<남 | 9 | 22 | 5 |
| ■ 여≒남 | 13 | 18 | 19 |
| ▨ 여>>남 | 1 | 3 | 5 |

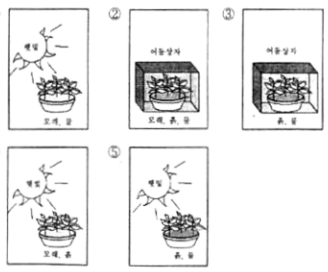
**그림 7** *인지 영역에 따른 성 차이 경향별 문항 분포*

**제시된 문항을 읽음으로써 문제 풀이가 가능한 추론과 분석 문항**

S022235

영희는 녹색 식물이 건강하게 성장하기 위해서는 "흙"에 모래가 있어야 한다고 생각하였다. 자신의 생각이 옳은지 알아보기 위하여 식물 화분 두 개를 준비하여, 그 중 한 화분은 다음 그림과 같이 장치하였다.

다른 한 화분은 어떻게 장치해야 하는가?



| 정답율(%) | | | | p |
|---|---|---|---|---|
| 여학생 | 남학생 | 전체 | 여-남 | |
| 64.6 | 56.3 | 60.3 | 8.3 | .014* |

*p<.05

**과학 지식을 바탕으로 추론해야 문제 풀이가 가능한 추론과 분석 문항**

S032206

다음 그림은 어떤 학생이 탐구 활동을 위해 설치한 실험 장치를 나타낸 것이다. 실험이 시작될 때에는 그림 1과 같이 거꾸로 뒤집힌 시험관에 물이 가득 차 있었다. 몇 시간 뒤 그림 2와 같이 시험관에 들어있던 물의 높이가 낮아졌다.

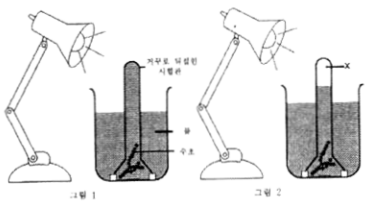


그림 2에서 X로 표시된 시험관 꼭대기 부분에는 무엇이 있겠는가? (하나만 고르시오.)

☐ 공기
☐ 산소
☐ 이산화탄소
☐ 진공

답에 대한 이유를 쓰시오.

| 정답율(%) | | | | p |
|---|---|---|---|---|
| 여학생 | 남학생 | 전체 | 여-남 | |
| 31.0 | 43.5 | 37.4 | -12.5 | .000*** |

***p<.001

**그림 8** *과학 지식 개입 정도에 따른 추론과 분석 문항의 남녀 정답율 경향*

그림 8의 두 문항은 모두 추론과 분석 관련 생물 문항이다. 문항 S022235은 식물의 생장 관련 변인 통제 문항인데 문항의 앞부분에 "영희는 녹색 식물이 건강하게 성장하기 위해서는 흙에 모래가 있어야 한다고 생각했다"라는 식물의 생장 관련 지식이 제시되어 있어 이를 근거로 식물 생장과 관련한 변인을 조절하는 실험 설계하는 것에 대한 문항이다. 따라서, 식물 생장과 관련된 지식 없이도 문항에 제시된 내용을 근거로 추론함으로써 문제 해결이 가능하다. 이 문항에 대한 우리 나라 남녀 학생들의 정답율 차이는 8.3%로 $p<.05$ 수준에서 유의미한 정도로 여학생이 높게 나타났다.

문항 S032206은 문항 S022235와 마찬가지로 추론과 분석 관련 문항이지만, '식물은 광합성을 통해 산소를 발생시킨다'는 지식을 알고 있어야 해결이 가능한 문항이다. 게다가, 제시된 문항에 '광합성'이란 용어가 없으므로 문항을 보고 광합성 실험이라는 것을 이해한 후에 비로소 답을 추론할 수 있다. 이 문항에 대한 우리 나라 남녀 학생들의 정답율 차이는 12.5%로 $p<.001$ 수준에서 유의미한 정도로 남학생이 높게 나타났다.

그림 9에 제시된 문항 012027도 추론과 분석 관련 문항인데, 우리 나라 학생들의 전체 정답율이 87.2%나 되는 쉬운 문항이다. 이 문항에서 여학생들은 $p<.001$ 수준에서 의미 있는 차이를 보이며 남학생들보다 높은 성취도를 보였다. 이 문항 역시 과학 지식이 최소한으로 개입된 문항으로 '바람이 차가와 질 때 기온

S012027

다음 표는 어떤 장소의 3일 동안의 시간에 따른 기온 변화를 나타낸 것이다.

| | 오전 6시 | 오전 9시 | 낮 12시 | 오후 3시 | 오후 6시 |
|---|---|---|---|---|---|
| 월요일 | 15℃ | 17℃ | 20℃ | 21℃ | 19℃ |
| 화요일 | 15℃ | 15℃ | 15℃ | 5℃ | 4℃ |
| 수요일 | 8℃ | 10℃ | 14℃ | 14℃ | 13℃ |

바람이 점점 차갑게 불기 시작하는 때는 언제인가?

① 월요일 아침
② 월요일 오후
③ 화요일 아침
④ 화요일 오후
⑤ 수요일 오후

| 정답율(%) | | | | p |
|---|---|---|---|---|
| 여학생 | 남학생 | 전체 | 여-남 | |
| 91.5 | 83.1 | 87.2 | 8.4 | .000*** |

***p<.001

**그림 9** *과학 개념 없이 문제 풀이가 가능한 추론과 분석 관련 문항 예*

도 낮아진다'라는 상식만으로 문항의 표에 제시된 기온 변화를 해석하면 쉽게 해결할 수 있다. 따라서, 이 문항도 그림 3의 문항 022235처럼 과학적 개념 없이 문항에 제시된 내용만으로 추론하여 해결할 수 있어 여학생들에게 유리하게 작용했다.

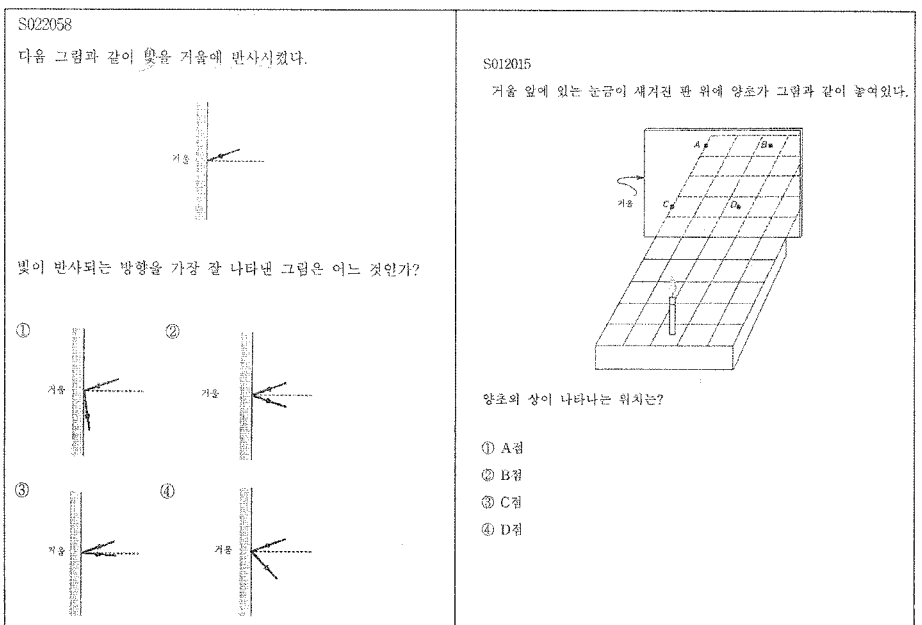
이전 연구에서도 과학 지식 자체를 묻는 문항보다는 과학하는 과정에 필요한 추론과 분석 관련 문항에서 여학생들이 우월하다는 결과들이 보고되었다 (신동희 외, 2002; 신동희와 박 정, 2002; Manhart, 1998). 그러나, 같은 추론과 분석 관련 문항이더라도 문제 해결에 필요한 과학 지식의 정도에 따라 성별 각각 다른 영향을 준다는 것은 새로운 결과다. 즉, 여학생들은 과학 학습 과정에 있어 핵심 탐구 기능 중 하나인 추론하기와 분석하기에 있어서 남학생들과 큰 차이를 보이지 않고 있음에도 불구하고 과학 지식 결여로 인해 그들이 가진 추론과 분석 능력을 제대로 발휘하지 못하고 있음을 유추할 수 있다.

### 나. 공간 지각력 관련 문항에서의 성 차이 경향

이 밖에도 여학생들은 특정 개념에서 남학생에 비해 유의미하게 낮은 성취도를 보임을 발견했다. 총 95개 분석 문항 중 물리 영역의 '빛' 관련 문항이 모두 7개였는데, 이들 문항은 모두 남학생들이 높은 성취도를 보였고 이 중 특히 시공간 지각력이 필요한 문항들에서 모두 유의미한 차이를 보였다. 다음의 그림 10은 빛 반사 방향 관련 문항이고 빛의 반사 개념과 더불어 시공간 지각력이 요구된다. 이들 두 개 문항은 모두 $p<.000$ 수준에서 유의미한 정도로 남학생들이 높은 성취도를 보였다.

남성이 여성보다 시공간 지각 능력이 우수하다는 것은 이미 오래 전부터 일부에서 주장되어 오고 있다 (Benhow & Stanley, 1980; Levy, 1976; Linn & Peterson, 1985; Maccoby & Jacklin, 1974). 이에 따라 공간 지각력이 요구되는 도표나 그래프로 제시된 문항에서 남학생들이 우월하다는 연구도 보고되었다 (Maury *et al.*, 1990). 심적 회전(mental rotation), 공간 지각, 공간적 시각화 등 시공간 능력은 하나의 능력이 아니며 여러 개의 구분된 능력의 집합인데, 이 중 특히 심적 회전과 공간 지각 능력에 있어 여성이 남성에 유의미한 차이를 보이며 뒤떨어진다 (박영신, 1997).

그림 10의 두 문항은 모두 심적 회전 관련 문항으로 이전 연구들에서처럼 여학생들이 성취도가 유의미하게 낮게 나타났다. 빛 관련 학습에서 회전이나 공간 지각력의 활용은 불가피한 과정이다. 여학생들이 공간 지각력이 뒤처진다는 사실은 보편적으로 받아들여지




| 정답율(%) | | | | p |
|---|---|---|---|---|
| 여학생 | 남학생 | 전체 | 여-남 | |
| 76.2 | 85.4 | 81.0 | -9.2 | .000*** |

***p<.001

| 정답율(%) | | | | p |
|---|---|---|---|---|
| 여학생 | 남학생 | 전체 | 여-남 | |
| 70.6 | 82.8 | 76.9 | -12.2 | .000*** |

***p<.001

**그림 10** *여학생에게 취약한 빛과 반사 관련 문항의 예*

고 있지만, 그 원인을 선천적 생물학적 차이로 보는 주장(Benhow & Stanley, 1980; Levy, 1976)과 후천적 훈련의 차이로 보는 주장(Linn & Peterson, 1985) 등으로 상이하다. 그러나, 최소한 그림 10의 두 문항 모두 국제 평균 정답율에 있어서 성 차이가 우리 나라보다 작게 나타난 결과는[1] 공간 지각력에서의 성 차이 원인을 선천적 차이로 설명하기보다는 후천적 훈련의 차이로 설명하는 것이 더 설득력 있음을 보여준다.

## Ⅳ. 결론 및 시사점

과학 성취도에서 여학생의 열등, 과학적 태도에서 여학생의 열세, 과학에 대한 흥미나 참여도에서 여학생의 무관심 등 학교 과학 교육에서부터 시작되는 성 차이는 과학계 전반에 걸친 여성의 소외로 이어진다. 여학생들의 학력이 남학생들보다 우수하다고 판단해 오히려 이를 우려하는 분위기도 일부에서 제시되고 있으나(한국일보, 2006), 이런 현상을 과학 분야에 적용하는 것은 아직 시기상조다. 가장 최근 이루어진 표준화된 국제비교연구인 TIMSS 2003에 나타난 우리 나라 학생들의 성 차이를 개별 문항 분석을 통한 구체적 수준에서 살펴본 본 연구 결과 및 이를 근거로 한 시사점은 다음과 같이 정리된다.

우선 여학생들도 학교 밖에서 이루어지는 일상생활에서 자연스럽게 과학을 경험할 수 있는 분위기 조성이 필요하다. 여성의 사회 진출이 활발해지고 여성들의 성 역할 모델이 다양해짐에 따라 여학생들이 학업에 대한 관심이 높아져 과거에 비해 학교 성적과 직접 관련된 과학 활동에서 남학생과 차이가 거의 없거나 오히려 우월하다. 본 연구에서도 학교에서 배운 내용의 문항이나 학교 교육 상황에서 그대로 출제된 문항에서 여학생들은 남학생과 차이가 없었다. 남학생들이 아직 배우지도 않은 문항과 과학 지식을 일상생활 상황에 적용한 '상황에 근거한 지식'을 묻는 문항에서 강한 결과는 학교 밖에서도 다양한 내용과 방법으로 과학을 경험하고 있음을 시사한다.

타의에 의해 주어진 내용을 학습하는 것과 학습자 스스로의 흥미에 따라 자발적으로 학습하는 것의 효과가 동일할 수 없다. 평가 결과를 염두에 두고 어쩔 수 없이 하게 되는 과학 학습은 한계가 있기 마련이다. 학교 밖 일상 상황에서도 여학생들에게 끊임없는 과학적 자극을 제공하여 그들이 과학에 대한 전반적인 흥미가 생길 때 의미 있는 과학 지식 습득이 가능해진다.

과학적 소양을 갖춘 인재 양성이 오늘날 과학 교육의 중요 목적이고 과학적 소양은 "과학적 지식을 활용하고 문제를 인식하며 증거에 기초한 결론을 내릴 수 있는 능력"을 의미한다 (OECD, 1999). 일상생활 속에서 과학 지식을 자연스럽게 활용할 수 있을 때 진정한 과학적 소양인이 되고 과학적 소양인 양성에 성 차별(gender discrimination)이 있을 수 없다. 여학생들이 과학에 대한 근본적인 태도가 바뀌지 않는 한 과학 성취도에서의 성 차이는 개선되기 어렵다. 여학생들의 과학에 대한 태도를 변화시키기 위해서 여학생 스스로의 인식 변화가 우선되어야 하겠지만, 교사와 학부모의 안내 없이는 쉽지 않다.

다음으로, 여학생에게 취약한 과학 개념에 대한 교수-학습 프로그램 개발이 필요하다. 여학생 친화적 과학 교육 프로그램은 국내에서 일부 개발되었지만(박정 외 2004; 신영준, 2000; 전영석과 신영준, 2004), 우리 나라 여학생들이 특히 어렵게 느끼는 과학 내용과 사고 과정을 효과적으로 학습할 수 있는 심화 프로그램은 개발되지 못하고 있다. 본 연구에서 드러난 바대로 여학생들은 천문 내용이나 공간 지각력이 필요한 빛 개념 파악이 취약한 경향이 있다. 이런 개념들 이외에도 여학생들이 특히 어려움을 느끼는 과학 지식을 파악하는 작업은 과학에서의 성 차이가 사라질 때까지 지속되어야 한다.

마지막으로, 과학 교육에서의 성 차이 쟁점을 교육과정 개편이나 교사 교육 과정에 적극적으로 반영해야 한다. 모든 연구가 그러하듯이, 성 차이를 밝히고 이를 해소하기 위한 연구 결과들이 그저 연구에만 그친다면 근본적인 성 차이 문제 해결에 전혀 도움을 주지 못할 것이다. 과학과 교육 과정 개편 시 핵심 주제로 성 차이 해소 방안이 논의되어야 할 것이며, 예비 과학 교사 또는 교사 재교육 과정에서도 우리 나라 여학생들이 나타내는 과학 학습 과정에서의 특징을 정확하게 인식하여 교육 현장에서 문제를 해결하는 노력을 지속해 나가야 할 것이다.

## 국문 요약

이 연구는 우리 나라 여학생들에게 취약한 과학 학습의 특징을 파악하고 개선 방향을 제시하기 위한 목적을 가진다. TIMSS 2003 과학 공개 문항 95개를 분석한 결과, 우리 나라 여학생들에게 유리한 문항은 추론과 분석 관련 문항, 아주 어렵거나 아주 쉬운 문

1) 두 문항 모두 국제 평균 남녀 학생 정답율 차이가 5.4%로 남학생이 우월하다 (박정 외, 2004).

항, 이미 학교에서 학습한 문항, 순수 과학적 상황의 문항 등이었다. 우리 나라 여학생들은 개념 이해나 사실적 지식 관련 문항에서 취약했는데, 여학생에게 유리한 추론과 분석 문항 중에서도 과학 지식이 개입될 경우 여학생에게 불리하게 작용했다. 정답율에 있어서도 정답율 80% 이상을 받은 쉬운 문항 또는 정답율이 20% 미만인 어려운 문항에서 여학생들이 상대적으로 유리했다. 한편, 학교 과학 교육의 과정에서 학습하지 않은 내용의 문항에서 남학생에 비해 현저하게 낮은 정답율을 보였는데, 이는 여학생들이 과학에 대한 전반적인 관심과 흥미 부족에서 기인할 수 있다. 또한, 여학생들은 상황적 지식보다는 탈상황적 지식에서 강해 과학에 대한 진정한 의미의 지식을 남학생보다 덜 갖추고 있음도 드러났다. 문항 분석 결과를 바탕으로, 여학생을 배려하는 과학 교육으로 개선되기 위해서 우선 여학생들도 학교 밖에서 이루어지는 일상생활에서 자연스럽게 과학을 경험할 수 있는 분위기를 조성하고, 여학생에게 취약한 과학 개념에 대한 교수-학습 프로그램을 개발해야 하며, 과학 교육에서의 성 차이 쟁점을 교육 과정 개편이나 교사 교육 과정에 적극적으로 반영해야 할 것을 제안한다.

## 감사의 글

이 연구에서 사용된 TIMSS 2003 공개 문항을 카이제곱 검정을 활용해 성별 차이를 분석한 한국교육과정평가원의 박 정 박사께 감사의 뜻을 전합니다.

## 참고 문헌

김효남, 정완호, 정진우 (1998). 국가 수준의 과학에 관련된 정의적 특성의 평가 체제 개발. 한국과학교육학회지, 18(3), 357-370.

노태희, 최용남 (1996). 성 역할의 관점에서 조사한 과학자와 자신에 대한 이미지의 격차 및 과학 관련 태도와의 관계성 조사. 한국과학교육학회지, 16(3), 286-294.

박승재, 권재술, 김창식, 오대섭, 우종옥, 이화국, 조희형 (1988). 실업계 고등 학교 과학 교육의 실태 분석과 개선 방안. 한국과학교육학회지, 8(1), 1-22.

박영신 (1997). 인지 능력의 성차. 여성 심리학 (홍순정 외). 교육과학사, 197-227.

박 정, 곽영순, 김경희, 정은영, 이미경, 최석진, 최운식, 김선희, 이종희, 허 명 (2004). 남·녀 학생의 성취도 차이 해소 방안: TIMSS와 PISA 2003 결과를 반영하여. 한국교육과정평가원 연구자료, PRE 2004-10.

박 정, 정은영, 김경희, 한경혜 (2004). TIMSS 2003 공개 문항 분석 자료집. 한국교육과정평가원 연구자료, ORM 2004-27.

송진웅, 박승재, 장경애 (1992). 초·중·고 남녀 학생의 과학 수업과 과학자에 대한 태도. 한국과학교육학회지, 12(3), 109-118.

신동희, 노국향 (2002). 우리 나라 학생들의 과학적 소양 성취도. 한국과학교육학회지, 22(1), 76-92.

신동희, 박 정 (2002). 국제 비교 연구에 나타난 우리 나라 학생들의 지구 과학 성취도: 성 차이를 중심으로. 한국지구과학회지, 23(3), 207-220.

신동희, 박 정, 노국향 (2002). OECD 주관 학생 성취도 국제 비교 연구(PISA 2000) 지구 환경 과학 영역 성취도에서의 성 차이. 한국과학교육학회지, 22(1), 40-53.

신동희, 김동영 (2003). 평가 방법에 따른 과학 성취도에서의 성 차이. 한국과학교육학회지, 23(3), 265-275.

신영준, 박미아, 최원호, 송현미, 이기영, 이기순 (1999). 여학생에 친화적인 과학 프로그램 방향 설정에 관한 연구. 서울: 대통령 직속 여성특별위원회.

신영준 (2000). 여학생 친화적 과학 수업 전략이 반영된 문제 중심 간학문적 프로그램의 효과. 한국생물교육학회지, 28(2), 100-109.

안병균, 김익균, 서광록 (1985). Klopfer의 과학 교육 목표 분류 방법에 의한 중학교 학생들의 과학에 대한 태도 조사 연구. 한국과학교육학회지, 5(2).

우종옥, 이항로, 민준규 (1995). 계통도를 이용한 중, 고등 학생의 지구와 달의 운동에 관한 개념 유형 연구. 한국과학교육학회지, 15(4), 379-393.

이명제 (1996). 과학 교수 학습에 관련된 '맥락'의 성격. 한국과학교육학회지, 16(4), 441-450.

이미경, 홍미영, 정은영 (2004). TIMSS-R 과학 성취도에서의 성 차이. 한국과학교육학회지 24(6). 1235-1244.

이문원, 조희형 (1985). 고교생의 성별에 따른 과학 과목의 성취도 차이의 원인에 대한 연구. 한국과학교육학회지, 5(1), 35-48.

전경문, 노태희 (1997). 학생들의 과학 학습 동기 및 전략. 한국과학교육학회지, 17(4), 415-423.

전영석, 신영준 (2004). 여학생 친화적 과학 활동 운영 프로그램의 효과. 한국과학교육학회지, 24(3), 442-458.

정은영, 이미경, 홍미영 (2006). TIMSS 2003 과학 성취도에서의 성 차이. 한국과학교육학회지, 26(4), 492-501.

정경아, 정해숙, 신동희, 서혜애 (2003). 중등 학생의 과학에서의 성별 격차 및 해소 방안에 관한 연구. 교육인적자원부 정책연구과제.

한국일보 (2006). 여학생이 정말 공부 더 잘 하나. 한국일보 2006년 2월 20일자 A5면 기획 기사.

Beller, M., & Gafni, N. (1996). The 1991 international assessment of educational progress in mathematics and sciences: The gender differences perspective. Journal of Educational Psychology, 88(2), 365-377.

Benhow, C.P., & Stanley, J.C. (1980). Sex differences in mathematical ability: Facts or artifact? Science 210,

1029-1031.

Bloom, J.B. (1992). The development of scientific knowledge in elementary school children: a context of meaning perspective. Science Education, 76(4), 399-413.

Brown, J., Collins, A., & Duiguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. Educational Researcher, 18, 32-42.

Haggerty, S.M. (1987). Gender and science achievement: A case study. International Journal of Science Education, 9, 271-279.

Hamilton, L.S. (1998). Gender differences on high school science achievement tests: Do format and content matter? Educational Evaluation and Policy Analysis, 20(3), 179-195.

Handley, H.M., & Morse, L.W. (1984). Two-year study relating adolescents' self-concept and gender role perceptions to achievement and attitudes toward science. Journal of Research in Science Teaching, 21, 599-607.

Hanna, G. (1989). Mathematics achievement of girls and boys in grade eight: Results from twenty countries. Educational Studies in Mathematics, 20, 225-232.

Jones, A.T., & Kirk, C.M. (1990). Gender differences in students' interests in applications of school physics. Physical Education, 25, 308-313.

Kelly, A. (1987). Science for girls? Milton Keynes, England: Open University Press.

Levy, J. (1976). Cerebral lateralization and spatial ability. Behavior Genetics, 6, 171-188.

Linn, M.C., & Peterson, A.C. (1985). Emergence and characterization data in terms of the stratification variables. Child Development, 47, 165-171.

Maccoby, E.E., & Jacklin, C.N. (1974). The psychology of sex differences. Stanford, California: Stanford University Press.

Manhart, J.J. (1998). Gender differences in scientific literacy. Paper presented at the Annual Meeting of the National Council on Measurement in Education: ED 420522.

Marton, F. (1986). Phenomenography-a research approach to investigating different understandings of reality. Journal of Thought, 21(3), 28-49.

Maury, S., Janvier, M., & Baille, J. (1990). Diagram processing procedures. European Journal of Psychology of Education, 5, 293-307.

OECD (1999). Measuring student knowledge and skills: A new framework for assessment. Paris: OECD Publications, pp. 104

Rennie, L.J. (1991). The relationship between affect and achievement in science. Journal of Research in Science Teaching, 28(2), 193-209.

Roth, W., & Roychoudhury, A. (1993). The development of science process skills in authentic contexts. Journal of Research in Science Teaching, 30, 127-152.

Schibeci, R.A., & Riley, J.P. (1986). Influence of students' background and perceptions on science attitudes and achievement. Journal of Research in Science Teaching, 23, 177-187.

Shin, D., & Moon, N. (2004). Differential effect of item characteristics on science achievement between genders. Journal of the Korean Association for Research in Science Education, 24(1), 17-28.

Simpson, R.D., & Oliver, J.S. (1985). Attitude toward science and achievement motivation profiles of male and female science students in grades six through ten. Science Education, 60, 511-526.

Weinburgh, M.H. (1985). Gender differences in student attitudes toward science: A meta analysis of the literature from 1970 to 1991. Journal of Research in Science Teaching, 32, 387-398.

Young, D.J., & Fraser, B.J. (1994). Gender differences in science achievement: Do school effects make a difference? Journal of Research in Science Teaching, 31(8), 857-871.

Zuzovsky, R., & Tamir, P. (1999). Growth Patterns in Students' Ability to Supply Scientific Explanations: Findings from the Third International Mathematics and Science Study in Israel. International Journal of Science Education, 21(10), 1101-1121.