

# 과학 교육과정 개혁 연구의 쟁점들

이명제  
(공주교육대학교)

## The Issues in the Current Studies on the Science Curriculum Reform

Myeong-Je, Lee  
(Gongju National University of Education)

### ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate issues in science curriculum reform studies. For the study the papers in ERIC data base were selected on the key words, 'science education', 'curriculum' and 'reform'. The number of papers are the most on the late 90s which has been increasing since the late 70s. During the last decade the 132 papers were identified on 30 May 2003 and the 18 journals which have more than two articles in each journal have 66% of the total papers.

The identified reform issues were 'reform themes', 'program introduction', 'critics and vision of reform'. Reform themes are 'teachers', 'scientific literacy', 'integration and teaching', 'reform processes'. The contents on 'teachers' are related to almost teachers' knowledges and beliefs on the reform, those on 'scientific literacy' are related to the loose definitions of scientific literacy, those on 'integration and teaching' are related to difficulties in teaching with integration, those on 'reform processes' are related to power problems between persons or groups who participated in reform processes, and those on 'critics and visions' are related to the embodiment of science education standards and the problems on the nature of science. This study remarks that these issues should be considered sincerely for the reform of science curriculum in the future.

**Key words:** science curriculum, science education, reform

### I. 서론

과학교육은 19세기 중엽부터 형식 교육기관에 도입된 이래 다양한 변화를 추구하고 왔다. 특히 20세기 말에 오면서 전통적인 학문중심 교육철학은 그 영향력이 비교적 줄어들고 학습자의 입장을 우선적으로 고려하는 인간중심 철학이 중시되고 있다(Yager & Lutz, 1995; 이명제, 2001). 이러한 상황에서 여러 국가에서는 과학 교육과정

의 개편을 위한 다양한 시도가 진행되었고, 일부는 이미 투입되어 교육과정에 대한 평가가 이루어지고 있다.

과학교육 개혁운동은 과학교육계 내부의 일이기도 하지 만, 전체적인 교육철학의 문제와 사회적 여건이 서로 영향을 주는 관계 속에서 이루어지고 있다. 우선 과학교육 계는 학습 현상을 학습자의 적극적이고 능동적인 내적 활동이라고 보는 구성주의적인 관점으로 바꾸었고, 과학이 과학사회를 포함한 전반적인 사회적 관계 속에서 발전하

는 포괄적인 본성을 지닌 것으로 여기고 있다. 한편, 사회 문화적으로도 과학이 기술과 더욱 밀접하게 상호작용하면서 그 경계가 뚜렷하지 않게 되고, 대중을 위한 소양교육으로서 기술적 소양이 과학적 소양과 함께 증시되고 있다 (Hollis, 1997; Cajias, 2001).

50년대 말부터 일어났던 과학교육 개혁운동이 PSSC같은 구체적인 과학교육과정의 수립으로 나타났듯이, 과학 교육 개혁은 과학을 가르치고 배우는 일을 구체적으로 나타내는 과학교육과정의 개혁으로 표현될 수밖에 없다. 제 2의 과학교육 개혁운동이라고 지칭되는 20세기말 개혁은 전자만큼 혁신적이지는 않지만, 80년대 초반부터 서서히 나타나고 있었다. 이 과학교육과정 개혁에서는 변화의 주체로서 교사에 대한 인식이 강화되고 과학 소양교육을 지향하고 있으며, 과학교육의 국가 기준을 설정하는 노력을 보여 왔다(Hurd, 2000). 개혁 교육과정이 60년대처럼 구체적 수준으로까지 나타나지는 않았지만, 국가기준이 개편 방향을 제시하고 있어서 교육과정의 구체적 내용은 다양하게 나타날 개연성을 안고 있다.

이 시점에서 최근의 과학교육과정 개혁에서 주요 쟁점은 무엇이었는지를 정리하여 현 과학교육과정의 근본을 이루는 철학과 관점을 파악하는 일은 앞으로의 교육과정 개편 과정에 의미있는 관점을 제공할 것으로 판단된다. 이를 위해서 이 연구는 국외 과학교육 잡지를 통해 노출된 과학교육과정 개혁에 대한 다양한 쟁점을 분석 정리하고 과학교육과정 개혁의 주안점을 제안하고자 한다.

## II. 자료 분석

### 1. 분석 대상 논문

본 연구의 분석 대상은 ERIC에 등재된 잡지의 연구 논문 중에서 키워드 'science education', 'curriculum', 'reform'을 중첩하여 검색한 논문이다. 1975년부터 2003년 5월 30일 현재까지 논문 중 검색된 논문의 수를 3년

간격으로 정리해 보면(Table 1), 1975년 이후 서서히 증가하다가 90년대에 들어오면서 약 3배로 급증하였음을 알 수 있다. 이는 70년대 후반부에 학문중심 교육과정에 대한 반성과 함께 새로운 교육과정의 모색이 시작되었으며, 그 이후 과학교육과정에 대한 개혁 논의가 지속적으로 진행되어왔음을 나타낸다.

이 연구에서 구체적으로 과학 교육과정 개혁의 내용과 쟁점을 분석한 것은 최근 10년간에 발표된 132편의 논문으로 총 64종의 잡지에 포함되어 있는데, 45종의 잡지에는 각각 1편의 논문이 게재되어 있고, 19종의 잡지에는 두 편 이상의 논문이 게재되어 있다(Table 2).

### 2. 개혁의 쟁점 추출

과학 교육과정의 개혁 쟁점은 추출된 ERIC 자료의 제목과 요약 내용을 기초로 분석하였다. 그러나, ERIC 자료의 요약내용은 대부분 키워드가 나오는 논문 요약의 일부만 실리는 경우가 보통이기 때문에 정확한 분석을 위해서는 논문전체 내용을 분석할 필요가 있다. 따라서, 연구자가 구할 수 있었던 6편 이상 실린 잡지의 논문 42편과 2~5편 이상 실린 잡지 14종의 45편중 18편은 논문 전체 내용을 분석하였다.

논문 전체 내용을 확보할 수 없었던 잡지 45종의 각 45편과 2~5편이 실린 잡지의 27편은 ERIC 자료의 논문제목과 요약 내용을 분석하였다. ERIC 자료의 요약 내용은 실제논문 요약의 일부이기 때문에 논문제목과 요약의 내용이 일치하지 않을 수 있다. 이를 해결하기 위하여 논문 제목과 요약의 내용 일치성 정도를 (1) 제목과 내용이 매우 일치하는 경우, (2) 요약 내용이 제목 범위를 포함하는 경우, (3) 제목이 요약 내용을 포함하는 경우, (4) 제목과 요약 내용이 매우 일치하지 않는 경우의 네 가지 유형으로 분류하였다. 여기서, (1)과 (2)의 경우는 개혁 쟁점이 제목에 더 명확하게 제시된 것으로 해석할 수 있기 때문에 제목을 중심으로, (3)과 (4)의 경우는 요약 내용을 중심으

**Table 1.** The number of papers searched in ERIC using the key words 'science education', 'curriculum', and 'reform'

Year	1975-1977	1978-1980	1981-1983	1984-1986	1987-1989	1990-1992	1993-1995	1996-1998	1999-2001	2002-2003
Number of papers	1	13	12	9	14	43	39	47	40	10

**Table 2.** Major Journals and number of papers according to subject of analysis

Number of papers per journal	Journal	Number of papers(132)	Subject of analysis
1	*Forty five journals including International Journal of Educational Reform	45	abstract
2~5	*Fourteen journals including Journal of Science Education and Technology	45	27; abstract 18; full text
6~10	*Journal of Science Education *Science Education *Research in Science Education *Science Teacher	29	full text
11~	*School science & Mathematics	13	full text

**Table 3.** Number of papers according to reform issues

Themes				Introduction		Critics and visions		Others
Teachers	Scientific literacy	Integration and teaching	Reform processes	Program	Country	Critics	Visions	
26	8	20	9	17	11	20	7	14

로 쟁점을 추출하였다.

추출된 쟁점은 개혁주제, 특정 국가나 개혁 프로그램의 소개, 개혁관련 문제인식과 전망으로 크게 구분하였다. 다시 개혁주제는 구체적으로 교사, 과학적 소양, 통합과 교수, 개혁과정으로 분류하였으며, 개혁 소개는 프로그램 소개와 국가의 전체적인 개혁 소개로 나누었으며 쟁점별 논문수는 Table3과 같다.

### Ⅲ. 개혁의 쟁점

#### 1. 교사

교육개혁 계획이 바람직하더라도 개혁의 성패는 실제 현장 적용에 따른 구체적인 결과에 의해 좌우된다. 그런데, 현장 적용의 실제적인 주체는 교사이므로 과학교육 개혁에서 교사에게 두는 비중은 매우 크다. 교사는 교실 현장의 다양한 조건과 상황에서 구체적인 교수학습을 실제로 수행하고 있으므로 교육개혁에서 매우 중요한 인자이며 조건인 것이다. 교사가 교실에서 교육 활동 중 부지불식간에 표현하는 교육과정과 교과내용에 대한 지식과

신념은 교수학습에 큰 영향을 미치고 있다(Kennedy, 1998). 따라서 교사가 개혁 정신과 내용을 구체적으로 구현하지 않는다면 개혁은 결정적으로 효과를 볼 수 없게 된다. 이와 관련된 연구들은 대체로 두 방향으로 진행되었다. 첫째로, 교육과정 내용을 교실에서 구체적으로 구현하는데 직접적인 영향을 주는 요인으로서 교사의 지식과 신념에 대한 연구이고, 둘째는 개혁 프로그램 자체에 대한 교사의 인식과 견해에 관련된 연구이다.

#### 1) 교육과정 내용에 대한 교사의 신념과 지식

교육과정 내용에 대한 실제적인 교육을 수행하는 교사들의 지식과 신념은 학생들의 학습에 직접적인 영향을 주고 있다. 따라서 이들의 지식과 신념 등을 파악하는 일은 의도된 교육과정과 시행된 교육과정의 차이를 줄일 수 있는 관건이라고 볼 수 있다.

근래의 과학교육 개혁은 개혁 교육과정 내용에 대한 교사들의 지식이 필요함을 개진하거나 개혁을 위한 교사의 지식을 알아내는 연구 방법을 중시하고 있다(Kennedy, 1998). 교사의 실질적인 교육 활동은 교사가 보유한 실용적 지식(practical knowledge)이 좌우하며, 개혁을 위해서

는 이 지식의 변화가 필요하다고 주장하고 있다. 따라서 개혁을 위해서는 교사들의 실용적 지식에 대한 철저한 실태조사가 필요하며, 이 지식은 활동 지향적이고, 개인적이며, 통합적인 특성을 가지고 있으므로 전통적인 교육연구 방법보다는 담화적(narrative) 접근 방법을 추천하고 있다(van Driel, 2001).

과학교육의 주요 개혁주제인 탐구에 대해서 이론과 실제의 간격을 좁혀야한다는 점이 강조되고 있다(Keys & Bryan, 2001). 이를 위해서는 교사의 탐구관련 활동이 그들의 신념, 지식 등과 어떻게 연결되어 있는지를 밝혀내고, 탐구에 관련된 교사의 견해도 개혁에 포함되어야 한다고 주장하고 있다. 현 개혁기준도 과학탐구를 성취해야 할 능력으로 내세우고 있지만, 교실에서의 실제적인 방법은 처방하지 못하고 교사에게 맡겨 버리고 있어서 교사가 직접 구안해야 할 형편이라는 것이다.

또한, 근래의 개혁안에는 학습활동의 주체를 학생들로 규정하고 학습자들 간의 다양한 공동 학습활동을 요청하고 있다(Kennedy, 1998). 그런데, 교사가 이러한 활동을 효과적으로 수행하려면, 교실 현장에서 부딪히는 다양한 질문과 상황에 적절히 대처할 수 있는 교육적 능력이 필요하다. 이와 같은 학습 환경에서는 현재 교과목과 교수에서 요구되는 지식과는 다른 지식이 필요하다. 이것은 교과내용에 직접 관련된 지식자체의 범위나 심화를 의미하는 것이기보다는 내용 전체를 포괄하는 전체적 개념에 대한 이해와 주요개념을 가르칠 수 있는 능력이다.

## 2) 개혁프로그램 자체에 대한 교사의 인식

과학교육 개혁 프로그램이 성공하려면, 그 목표에 대한 교사들의 이해와 신념이 동시에 필요하다. 이러한 관점에서 Carlos *et al.*(2002)은 스페인의 과학교육 개혁에 포함된 과학교수의 목적에 대한 교사들의 견해를 다단계 설문지 조사와 상담을 통해 조사하였다. 그 결과, 교사들은 학생들의 진학을 위한 과학지식 훈련에 목표를 두고 있으며, 교육과정의 관점도 깊이보다는 넓이를 중시하려는 경향을 보여주고 있었다. 또한, 개혁 교육과정의 목표로서 과학소양교육이나 사회 속에서 과학의 역할에 대한 이해 등은 피상적으로 인식하고 있어서, 개혁목표와 실제 교사들의 목표 인식에는 거리가 존재함을 나타내었다. 한편, Texas주에서 학년별로 투입하던 중등 과학교과 개별 이수과정을 주제에 따른 통합교과로 개혁하여 수행하면서 개혁 교육과정에 대한 교사들의 견해를 조사한 설문지 결

과와 상담 내용, 그리고 관련 기록물을 분석하여 연구하였다(Crawley & Salyer, 1995). 그 결과, 교사 개인이 교육활동에서 직접 활용하는 지식은 주로 개인적 경험으로부터 형성되었으며, 다른 교육활동에 비해 실험활동에서 교수학습 양이 증가함을 보여주고 있다.

또한, Ben-Chaim *et al.*(1994)은 과학에 대한 교사들의 견해와 태도 등을 평가하고, 이를 토대로 교사들을 STS 교육과정 개혁에 참여시키려 하였다. 이를 위해서 3단계의 교사 교육프로그램을 수행하였으며, 단계가 진행됨에 따라 교사들의 견해가 개선되어 STS 개혁 프로그램에 교사들의 적극적인 참여가 효과적일 수 있음을 보여주었다.

## 2. 과학적 소양

연구자들은 과학적 소양이 과학교육 개혁의 주요 목표임에는 대부분 동의하고 있지만, 무엇보다도 그 정의가 명확하고 설득력이 있어야 한다고 주장하고 있다. 과학교육 개혁에서는 과거의 과학과는 달린 과학의 본성에 주목하고 과학적 소양에 대한 폭넓고 융통성 있는 정의가 필요하다고 주장하고 있다. 그러나 과학적 소양의 정의는 관점과 철학에 따라 다양하므로 연구자들은 주로 역사적인 고찰을 통해 정의를 찾으려고 노력하고 있다.

과학적 소양 개념은 20세기 후반부에서부터 관심의 대상이 된 이래, 그 개념이나 적용 방법 등에서 큰 변화를 보이고 있다. Bybee(1995)는 과학적 소양은 1960년대는 과학의 사회적 특성, 70년대는 통합교육의 특성, 80년대는 STS의 특성을 띠면서 그 개념이 변화했기 때문에 개념적 정립이 어렵다고 진단하고 있다. 그는 과학소양 개념을 과학용어 수준의 학습을 중시하려는 기능적 차원, 과학개념과 과정의 이해를 추구하려는 차원, 과학자체의 이해를 포함하려는 다차원 규모로 구별하면서, 현 과학교육 개혁에서는 이들 세 가지가 적절한 균형을 이루는 소양개념의 정의가 필요하다고 주장하고 있다. 그는 특히 90년대의 과학교육 개혁에서 목적, 정책, 프로그램, 인적 규모, 공간 규모, 기간, 활동자료 등에 관련된 소양교육의 어려움의 정도를 개인적 차원과 학교 차원에서 규정하고, 이를 조화롭게 해결하여야한다고 주장하고 있다.

한편, 과학소양교육을 과학 통합교육으로 달성하려는 시도가 과거 미국에서 일어났던 일반과학(general

science)의 적용을 근거로 쉽지 않음을 주장하기도 한다 (Heffron, 1995). 미국에서 과거 20세기 초에 출현한 일반 과학의 적극적 활용은 과학을 상식의 영역으로 끌어들이고 과학의 단일성을 강조하고, 간 학문적 통합 속에서 진리를 찾으려 하며, 탐구방법의 객관성을 중시하려는 경향을 낳았다고 주장하고 있다. 그 결과, 일반과학은 실제로는 명칭에 걸맞지 않게 오히려 대중의 과학 이해 영역을 넓히기보다는 대중으로부터 과학을 멀리하는 결과를 초래하였다고 주장하고 있다. 한편, DeBoer(2000)는 과학교육 역사에 나타난 소양교육의 목표는 9가지 영역으로 매우 다양하기 때문에, 과학적 소양목표는 성공하기 어렵다고 주장하고 있다. 그는 현재 소양교육의 정의는 없으나 그 목표는 대중의 과학 이해라고 본다. 국가 과학교육 기준 설정과 같은 현재 과학교육 개혁형태는 지역상황이나 개인 참여가 제한된 상태에서 기준을 제시하기 때문에 교육 실천가들을 전문가가 아닌 기능인으로 만들어 버릴 염려를 안고 있다는 것이다. 따라서 역사적으로 나타난 소양교육의 다양한 목표를 고려하여 일선 교사들이 소양교육을 개방적이고 창조적으로 해석할 수 있도록 허용해야 한다고 말한다.

전통적으로 과학적 소양의 개념은 학습자 개인 차원에서 기본적 과학개념과 방법을 익히는 것이며, 이를 평가함으로써 소양을 측정할 수 있다는 관점이었다. 그러나 근래에 오면서 소양개념을 사회적이고 집단적 특성으로 파악하려는 시도가 나타나고 있다(Roth & Lee, 2002). 사실 개인지식이란 그가 독특하게 획득한 지식이라기보다는 사회적 차원의 학습으로 획득한 개념이 개인적 차원으로 실현된 것이기 때문에 과학적 소양은 오히려 집단적 활동을 통하여 진술하게 파악할 수 있다고 보고 있다(Roth & Lee, 2002). 따라서 과학적 소양은 구체적인 상황에서 구성원간의 사회적인 상호작용을 통하여 성취되므로 특정 개혁 세력에 의한 소양개념의 정립은 위험하다고 주장하고 있다. 그러나 실제로 과학교육은 기술 사회에 대한 투자라고 보는 집단의 세계관과 영향력에 의해 조정되고 있으며, 기술 사회는 과학교육을 더욱 경제적 관점으로 보려는 경향을 뚜렷이 가지고 있음도 인정해야 한다. 결국, 과학교육도 경제적인 재 생산과정으로 볼 수 있으며 시장 경제의 요구로 교육의 방향이 설정되고 있다고 해석할 수도 있는 것이다(Cross, 1995).

### 3. 통합과 교수

과학 교육과정 개혁에서 실질적인 개혁은 교육내용보다는 구체적인 교육활동을 이끄는 교수이고, 그 효과는 학습의 결과로서 나타난다. 그런데 학습은 학습자 내부 현상으로서 진정한 학습결과는 학습태도나 학습내용의 적용 등을 통해 드러난다. 과학교육 개혁의 교수분야는 이러한 관점에서 대체로 통합적인 교수방법을 택해야 한다는 합의가 이루어져 있는 듯하다. 그러나 문제는 통합을 외치면서도 통합에 대한 정의가 확실하지 않으며 합의에도 이르지 못하고 있음을 현실로 받아들이고 있다는 점이다.

개혁이 통합을 지향하고 있다면, 그 정의가 분명해야 한다는 관점에서 Lederman과 Niess(1998)는 정의까지는 아니더라도 통합의 의미는 실천적인 측면에서는 분명해야 한다는 전제 하에 과목 간 통합의 어려움에 대하여 논의하고 있다. 각 교과목은 학교교육에 도입되고 발전하면서 전통적으로 독특한 특성을 지니고 있기 때문에 과목 간 경계를 없애는 통합 접근은 성공에 이르기 어렵다고 주장하고 있다. 특히, 과학은 수학과 달리 궁극적으로 경험적 관찰에 의존하며 과학지식은 관찰과 추리의 연합 과정에 의해 실제로 관련된 검증을 거쳐야한다는 특징을 지니지만, 수학은 외부세계의 관찰을 통해 논박자료를 찾기 어렵다. 이처럼 각 교과목은 서로 다른 속성을 가지고 있으므로 다양한 교과목의 다양한 관점을 인정하는 것이 필요하다. 결국, 통합교육과정은 새 교과를 만드는 것이라기보다는 기존 교과 사이에 여러 수준의 상호 연결성을 찾아내어 상호작용의 정도를 높여 가는 방향에서 의미를 찾아야 한다고 보고 있다.

자연과학 분야의 교수에서는 과학탐구의 모든 과정에서 비판적 사고의 기능이 매우 중요하다. 비판적 사고와 교과내용의 통합 교육과정을 시도한 Chapman(2001)은 생물 내용에 비판적 사고를 통합하여 대학생들을 대상으로 교수하고 평가한 결과, 과학태도나 학습내용 수준이 차츰 증가했음을 보고하고 있다.

Robertson *et al.*(1998)은 다양한 능력을 가진 학생들로 구성된 학급을 교사들이 수학, 과학, 기술을 팀 교수법으로 통합적으로 가르치게 한 후, 교사들의 통합에 대한 관점을 연구하였다. 교사들은 다양한 교수방법으로 통합에 접근하고 있으나, 통합자체보다는 다 능력 학생을 한 학급에서 가르치는 것을 더 큰 문제로 인식하고 있고 통합의 어려움은 별로 심각하게 받아들이지 않고 있었다.

Yager(1994)는 개혁에서 과학내용보다는 어떻게 교수 학습을 수행하느냐가 더 중요한데, 그것은 기술을 과학교육에 끌어들이고 과학과 일상생활을 연결하는 통합적인 교수법이 필요하다고 주장하고 있다. 특히 기술 분야는 학생들이 일상생활에서 경험적으로 구성된 개인적 개념을 가지고 있기 때문에 학습의 도구로서 효율적이라고 보고 있다.

#### 4. 개혁 과정

과학교육 개혁의 진행은 과학과 과학교육 자체보다는 외부의 영향에 의해 달라질 수 있다는 인식 하에 개혁 과정 연구는 주로 문화적 관점에서 이루어졌다. 이러한 연구물들은 주로 과학교육 개혁과정에 참여하는 인물들이 경험한 개혁과정을 추적하면서 문제점을 지적하고 있는데, 대부분 개혁 참여자들 사이의 힘(power)의 역학을 주 내용으로 분석하고 있다. 관련 연구들은 개혁에 참여한 특정 개인(Boydston, 1999; White & Wallace, 1999)이나, 인물군(Tippins *et al.*, 1998; Hart, 2001)의 신념과 활동에 대하여 심층적으로 분석하고 있다.

특정 개인을 대상으로 수행된 연구로서 미국의 대도시 교육청의 과학관련 장학사가 혼란스러운 개혁 과정의 문제점을 드러내려는 것(Boydston, 1999)과 호주에서 지방 개혁을 성공적으로 주도한 과학 교육자를 대상으로 개혁 성공을 위한 긍정적인 측면을 밝혀 보려는 것(White & Wallace, 1999)이 있다. 전자는 개혁정책 수립이 상부기관에서 주로 이루어짐에 따라 개혁 관련자들의 견해나 믿음 등이 반영되지 못했음을 지적하고 있다. 특히 하부기관의 개혁 관련자들은 결정된 개혁에 대한 수행자로만 인식하고 있다는 것이다. 이러한 상태에서는 교사는 교장을 의지하고, 교장은 교육청에 의지하는 연결고리를 형성하게 된다. 과학교육 개혁은 긴 시간 동안의 체계적인 노력이 필요함을 역설하고 있는데, 이를 위해서는 개혁체제 내의 모든 관련자들이 ① 학습의 관점이 행동주의에서 구성주의로 바뀌었다는 점을 인식해야 하고, ② 개혁논의를 위한 공동모임에서 각 구성원들에게 권한을 부여하는 정치적 구성이 필요하며, ③ 구성원들이 신뢰하며 함께 일하는 문화 공동체 체제를 구축해야함을 주장하고 있다. 결국, 개혁을 주도하는 것은 개인이 아니고 기존 체제의 움직임이라고 결론을 내리고 있다. 특히, 이 연구는 연구자가 직접 참여하여 본인의 개혁관련 믿음과 가치를 바탕

으로 직접 경험한 것을 서술하고 있다는 점에서 문제점을 진술하게 고백하고 있다.

또한, White 와 Wallace(1999)은 개혁 과정에서 나타나는 성공적인 지도자들을 개혁에 대한 문화적 신념을 가진 일종의 영웅으로 비유하면서, 궁극적인 변화는 교육활동과 관련된 문화적 신념이 변화되어야 한다고 보고 있다. 성공적 지도자들은 ① 과학교육계 내부와 외부지식을 고루 갖추어 새로운 변화를 유도하고, ② 어려운 시기에는 전면에 나서서 활동하며, ③ 새로운 신화와 신념을 개념화시키며, ④ 어떤 생각이 합의가 이루어지도록 문화적 도구를 사용하는 특성을 보여준다고 하였다.

한편 개혁에 참여한 인물군의 활동을 통해 개혁 과정을 이해하려는 연구들 중 Tippins 등 (1998)은 미국 Georgia 주의 과학 수학 개혁 과정에서 개혁 위원회 구성원들의 개혁 신념과 참여 방법을 연구한 것이 있다. 연구 결과, 과학교육 개혁 과정의 주요 특성은 ① 참여자들은 시장경제적인 관점을 가지고 있어서 교육이 인간자원 개발시장으로 비유된다는 점, ② 참여자들의 다양한 입장은 개혁 과정에서 그들 나름대로의 유리한 특징을 가진다는 점, ③ 참여자들의 세력(power)은 교육과정의 모든 특성 속에 편재한다는 점 등이 발견되고 있다. 개혁을 성공적으로 이끌기 위해서는 참여자들의 목표와 역할에 대한 특성들이 개혁 과정에서 충분히 고려되어야 한다고 주장하고 있다. 또한, Hart(2001)는 호주 빅토리아 주에서 개발된 물리교육과정 개발과정에 대한 연구에서 실제 결정은 개혁 과정에서의 토의와 논의와는 달리 외부의 영향으로 이루어짐을 토로하고 있다. 그러나 개발 과정에 참여한 외부 심사 위원들을 면담해 보면, 개발 과정에서 나타나는 이러한 현상은 특별한 결정을 위해서는 피할 수 없는 것으로 여겨지고 있다.

#### 5. 개혁 소개

과학교육 개혁을 소개한 논문들은 국가의 과학교육 개혁 과정 전반에 대한 것과 특정 개혁프로그램을 소개하는 것으로 크게 나뉘어 있다. 특정 개혁 프로그램 소개는 개혁 교육과정의 특성이나 교사교육 프로그램을 소개하고 있다.

##### 1) 국가별

국가단위 과학교육과정 개혁의 소개는 대체로 개혁의

내용과 개혁 과정, 개혁결과에 대한 평가 등을 골자로 하고 있다. 특히, 개혁내용이나 과정에서 공통으로 나타나는 것은 교육과정의 학생중심 개편과 교수활동의 통합 교육적인 측면을 강조하며, 과학의 본성을 과학의 사회성과 역사적 관점에서 조명하면서 인간 활동으로서의 과학을 강조하는 방향으로 개혁이 추진되고 있다는 점이다.

OECD국가들의 과학·수학·기술교육의 경향을 분석한 결과, 이들은 학생중심과 과학의 사회적 차원의 이해 그리고 통합에 초점이 맞추어져 있는 것으로 나타나고 있다 (Isaacs, *et al.*, 1997). 과학통합은 교육과정을 개발하는 것도 어렵지만, 수행 과정에서 교사들의 저항이 보편화되어 있는 것으로 보고하고 있다. 이를 해결하기 위해서는 우선 교사들의 문화를 명확히 이해하려는 노력이 선행되어야 하며, 교사의 전문성 개발을 위한 교사교육 프로그램은 과목 전문가로서보다는 학생중심 교수학습을 이끌 수 있는 능력을 함양할 수 있는 내용이어야 한다고 주장하고 있다.

중국이나 독일 과학교육을 소개한 연구는 이들 나라들의 과학교육을 포괄적으로 전하고 있다. 중국에서는 지식만이 아니라 행동과 태도를 강조하고, 신분 상승을 위한 효과적인 방법으로서의 교육이 뿌리내리고 있는 전통적 교육문화가 있다(Lingbiao, 1998). 이러한 점에서 학생들은 대외적 시험 대비에 치중함으로써 과학교육은 개념변화보다는 문제풀이 기능 훈련에 몰두하고 있기 때문에 과학교육의 다양성과 사회성 등에 대한 관점은 저조한 편이다. 독일에서는 과학에 대한 학생들의 흥미와 동기가 부족하고, 교육 현장에서는 과학지식의 이해를 위한 교수법이 비효율적으로 활용되며, 과학의 사회적이고 인식론적인 역할에 대한 이해가 부족함을 지적하고 있다(Riess, 2000). 이를 해결하기 위해서는 과학사와 철학을 교수에 이용할 것을 권고하고 있다.

Cyprus에서는 과학교육과정 내용들에 대한 지역적 가치와 세계적 가치의 갈등이 주요 문제로 대두되고 있다(Zembylas, 2002). 이에 대하여 Zembylas(2002)는 민속학적 연구를 통해 갈등 해결을 위한 방법으로서 두 가치가 공존할 수 있는 교육과정의 공간이 필요하다고 주장하고 있다. 사실 세계적인 것도 하나의 지역적인 수준으로 규정할 수 있기 때문에, 해당국가의 특정 맥락에서도 얼마든지 지역문화와 서구문화가 공동으로 존재하는 공간을 마련할 수 있다는 것이다.

한편, Membiela(1999)는 스페인의 최근 과학교육계 문

제를 과학 소양교육의 위기라고 진단하고, 과학적 소양에 대한 새로운 개념으로서 과학을 보다 사회적이고 학생중심으로 만들기 위한 노력이 촉진되어야함을 주장하고 있다. 이러한 추진은 범교과 교육과정(cross-curriculum)연구모임을 통하여 환경교육을 강화하고, 교사와 학교에 교육과정에 대한 자치성을 부여하는 방향으로 진행되고 있다. Saez 와 Carretero(1998)는 스페인에서 1980년대 이후 추진되어온 과학교육 개혁운동을 보다 거시적 측면에서 의무교육의 연장, 개인차를 인정하는 교수학습 지원 조직 운영, 새 교과 도입의 세 가지로 나누고 각각의 실태를 보고하고 있다. 세부 개혁을 동시에 추진함으로써 개혁의 중심이 흔들리고 있으며, 개혁 과정을 더욱 복잡하게 하고 있다고 진단하고 있다. 이를 해결하기 위해서는 학교 밖과 안에서 정책입안자들 사이에 대화가 절실히 필요하며, 실제적인 개혁 수행을 위해서는 교사에 의한 교육과정 개발과 교수방법 개발이 요구되고 교육당국과 활발한 대화가 필요하다고 주장하고 있다.

덴마크에서는 학생들의 능력에 비하여 높은 수준을 요구하는 전통적인 물리 교육과정이 물리교과에 대한 부정적인 태도를 고착시키고, 물리 대체개념을 지속시켰으며, 흥미를 잃게 만들었다고 진단하고 있다(Thomsen, 1998). 이를 해결하기 위해서는 일상생활과 관련된 주제별 교수법을 도입하고 물리의 역사와 철학을 토대로 교수학습이 실현되어야하며, 교사 재교육 프로그램 등의 개발을 위한 지원을 권고하고 있다.

## 2) 개혁 프로그램

개혁 프로그램이 구체적으로 수행되기 위해서는 지방과 개별 학교의 수준과 맥락에 맞게 재해석해야 한다. Bybee 등(1997)은 NRC에서 1996년에 보고한 국가 과학교육 기준을 소개하면서, 이를 지방과 개별 학교에 적용하기 위해서는 기준에 대한 적절한 해설이 필요하다고 주장하고 있다. 국가 기준은 기존 교육과정에 첨부되는 수준이 아니라, 교육개혁 수행을 안내하는 기준으로 해석해야한다는 점을 강조하고 있다. 그러나 국가수준을 비롯한 교육개혁 안들은 교육 계획, 교수, 평가 등에 관련된 너무 많은 의무 사항을 열거하고 있으며, 사용된 용어도 복잡하고 불분명하며, 탈 맥락적인 활동 등을 지시하는 등 부적절한 내용이 많다고 주장하고 있다. 이러한 문제점을 실제로 해결하기 위하여 Louden 등(2001)은 현장 교사들

위한 실제적인 기준안을 개발하려고 시도하였다. 개발된 실제 기준안은 간단명료하면서 교실과 실제 현장에 맥락적으로 적합하게 구성하였는데, 구체적인 내용은 실제수업을 녹화 분석하고, 이를 토대로 구체적인 웹(web)을 만들며, 이를 교사들이 매일 교실활동에 피드백할 수 있도록 마련하였다.

Crandall 과 Varrella(1995)는 Iowa주에서 수행 중인 Scope, Sequence & Coordination이 교육내용을 일상생활과 관련된 주제를 기반으로 구성되었으며, 학년이 진행됨에 따라 통합맥락에서 수행되는 특성이 있음을 소개하고 있다. 이러한 교수학습 과정은 학생이 스스로 문제를 제기하고 해결해 가는 과정에 가치를 둬서 진정한 개념이해를 추구하고 있다.

Deal(1994)은 AIMS(Activities that Integrates Mathematics and Science)프로그램을 소개하고 있는데, 이것은 교사들에 의해 개발된 교육프로그램으로서 저렴하고 쉽게 구할 수 있는 도구와 자료를 이용하여 구성했음을 강조하고 있다. 그러나 이 프로그램은 탐구과정을 보여주기에 미흡하고 학생들의 창조성을 자극하는 내용이 부족한 것이 단점이라고 소개하고 있다.

한편, Borgwald 와 Schreiner(1994)는 과학소양을 위한 과학교육과정으로 영화를 통한 과학교육 프로그램을 소개하고 있다. 이 프로그램은 교수학습 과정에서 학생을 적극적으로 참여시키고, 통합적인 과학의 특성이 잘 나타나도록 구성되었다. 구체적인 영상을 학습 자료로 사용하기 때문에 학습의 구체성이 잘 드러나고, 영화의 특정내용에 대하여 실험을 해 볼 수 있는 경험은 과학에 대한 흥미를 증가시켰다.

한편, Venville et al.(1998)은 선도 교사를 육성하고 이들이 각 지역 교육 공동체에서 교사들을 재교육시킴으로써 개혁안의 효율적인 실현을 도모하는 초등과학 교사 재교육 프로그램을 소개하고 있다. 이러한 체제의 장점은 각 지역 환경에 맞는 각 공동체 안에서 다른 교사들과 연합할 수 있는 기회를 기존 사회적 관계를 이용하여 제공함으로써 하향식과 상향식 개혁 과정의 두 요소를 조화시킬 수 있다는 것이다. 이러한 체제는 교사로서 하여금 스스로 개혁의 한 역할을 담당한다는 인식을 심어줄 수 있는 장점이 있다. 비슷한 선도교사 교육 프로그램인 Project Alliance는 개혁 과정에서 특정 교사가 동료 교사를 지도할 수 있도록 구성되어 있는데, 이 구조는 개혁 과정에 필요한 협력자와 지원체제가 모두 참여하는 교사교육 프로

그램이 되어야 성공할 수 있다고 주장하고 있다(donna & Arlene, 1997).

## 6. 개혁에 대한 비판과 전망

과학교육과정 개혁에 대한 비판은 첫째로, 국가 과학교육 기준이 설정되고 이를 각급 지방과 학교에서 적용함에 따라 이미 나타나거나 예상되는 문제점에 관련된 것이고, 둘째는 개혁에 포함된 과학의 본성에 관련된 것이다. 한편, 개혁에 대한 비판과 함께 개혁의 결과 나타날 수년 또는 수십 년 후의 과학교육의 모습을 보여주기도 한다.

### 1) 개혁 비판

#### ① 과학교육 기준 관련

미국을 중심으로 한 근래 개혁 노력 중에 두드러진 현상은 국가 과학교육 기준의 설정과 적용이라고 볼 수 있다. 그러나, 기준 설정이 합의를 바탕으로 진행되었다는 긍정적인 측면이 있기는 하지만, 과학교육의 영역과 방향을 명시적으로 제시함으로써 현장교육의 자율성과 창의성을 제한할 수 있다는 염려가 대두되고 있다(Pratt, 1995; Olson, et al., 1999; Deboer, 2002; Settlage & Meadows, 2002).

Deboer(2002)는 국가 과학교육 기준이 학생중심 교수학습을 강조하지만, 현장 교실에서의 실제 교수와 긴밀한 관련성을 갖지 못하고 있다는 것을 지적하고 있다. 학생중심 교수학습은 과학교육 기준에서 강조한 탐구 수행을 위하여 정당성이 공인된 주제이지만, 기준 설정은 교사들이 실제로 탐구적 교수를 수행하는 데에는 매우 큰 부담이라는 것이다. 더구나, 기준 내용을 지방이나 개별학교에 적용할 때, 기준을 너무 구체적으로 해석하여 과학의 본질인 개방성과 잠정성에 배치된 과학 이미지를 심어준다면 개혁의도와 다른 역효과를 낼 수 있다고 보고 있다. 따라서 기준은 단지 과학교육에 관련된 안내 정도의 의미를 가진 것이어야 하며, 학습의 구체적 내용을 지정하는 것이 아님을 강조하여야 한다고 주장하고 있다.

또한, 다양한 학생들이 상호 작용하는 문화적 특성을 지닌 현장으로 교실을 인식한다면, 기준 적용에는 여러 문제점이 있음이 지적되고 있다(Olson, et al., 1999; Deboer, 2002; Settlage & Meadows, 2002). Settlage & Meadows(2002)는 이러한 문제점이 미국의 도시학교와



시골학교 사이에 존재함을 지적하고 있다. 특히 도시학교는 오히려 흑인 학생이나 히스패닉 등 여러 다양한 문화적 배경을 가진 학생들이 포함되어 있어서 시골학교와는 달리 개인적 사회 배경이나 능력의 차이가 매우 심한 교육 환경임을 지적하고 있다. 과학교육 기준은 다양한 교육환경에서도 접근할 수 있는 문화적 공감대를 찾아 구성하는 것이 절실하다는 것이다.

Pratt(1995)는 교사들에게 과학교육 기준의 실천을 책임으로 부여하는 것은 너무 큰 부담이라고 주장하고 있다. 왜냐하면, 과학교육 국가 기준이 학교 교실을 초점으로 구성하였다고 하지만, 많은 부분이 내용기준이며 평가 체제나 구체적인 교육프로그램 등이 적절히 제시되지 않았기 때문이라는 것이다. 즉 교사는 단지 체제 개혁(system reform)의 한 부분으로서 개혁에 참여하고 있을 뿐이며, 학생 성취도 개선은 교육에 참여하는 모든 관련 집단들의 공헌이 필요함을 역설하고 있다.

## ② 과학 본성 관련

과학의 본성은 과학교육 개혁내용의 중심을 이루는 것으로서 교육내용, 교수학습 등 구체적 요소들이 그 영향하에 있다. 현대의 과학은 과거와는 매우 다르다. 특히, 과학 본성의 중심을 이루었던 실증주의적이고 객관주의적 관점이 현대에 들어와서 많은 수정을 요구받고 있다. 그러나, 교육 현장에서는 과거의 과학 본성에 집착하고 있어서 현대의 과학을 수용하는데 어려움이 많다. 대표적인 연구들을 보면, 보편주의적인 관점을 지양하고 다문화주의(multiculturalism)를 강조한 것(Stanley & Brickhouse, 1994), 통합과학, 컴퓨터, 기술과학(technoscience), 사회적 가치와 윤리 문제를 현대 과학의 주요 요소로 지적한 연구(Hurd, 1994), 학생을 위한 교육적 차원에서 과학의 유효한 정의를 STS 교육에서 찾아야한다는 연구(Yager, 1995), 과학교육 개혁내용에서 주요 교수법으로 활용된 협동학습에 대한 비판을 통해 여성주의 과학교육을 주창한 것(Mayberry, 1998) 등이 있으며, 이들 모두 과학교육의 개혁을 위해서는 실제 과학을 잘 반영하는 과학의 유효한 정의가 필요함을 주장하고 있다.

Stanley와 Brickhouse(1994)는 진정한 과학교육 개혁을 하려면 과학의 본성에 대한 다문화적인 관점이 수용되어야 함을 주장하고 있다. 현 과학교육과정은 서구문화가 중심이어서 범 문화적이지 못하고, 과학에 대한 편파적 견해를 가지고 있다고 본다. 보편주의에서 주장하는 독립된

실재는 실상은 조정된 불완전한 실재일 뿐이라는 것이다. 사실 보편주의에 입각한 실증주의는 이론과 관찰, 사실과 의미의 분리 등을 수용함으로써 수정되고 있으나, 방법론적 보편성만은 견지하고 있는 불완전한 상태이다. 이러한 불완전한 상태는 ① 필요한 다양한 지식을 개발하는 능력을 저하시키고, ② 과학이 문화적 독백으로 흐름으로서 발전의 저해요인으로 작용할 수 있다고 말하고 있다.

한편, 학교와 사회 사이의 괴리는 20세기 이후 심화되어 왔기 때문에, 과학기술이 초래한 문제를 다루는 사회적 가치가 이제는 과학의 학문적 지위를 위협한다고 느낄 정도로 괴리가 커지고 있다고 보기도 한다(Hurd, 1994). 이제 과학교수는 교사와 교실을 넘어서는 문화변용(enculturation)의 문제로서 사회 문화적 맥락과 과학지식의 최적의 활용이라는 측면에서 과학교육과정이 수정되어야 함을 주장하고 있다.

Mayberry(1998)는 과학교육 개혁이 주장하는 협동학습은 기존 지식 공동체의 지식을 재생산하는 체제로서 지식을 변화시키기보다는 기존 지식 공동체에 합류시키는 기능을 하는 도구라고 비판하고 있다. 따라서, 협동학습으로는 현대과학의 본성이 교수될 수 없을 뿐 아니라, 여성주의 과학교육의 실현도 더욱 어려워진다고 주장하고 있다. 과학교육에 있어서 여성주의적 접근은 단순히 기존 과학 교육에 여성을 고려하는 관점이 아니라, 여성주의자들이 존재론적으로 관심을 보이는 성, 종족, 계급 등을 사람의 속성으로서보다는 사회적 역동성(social dynamics)으로 다루어야 한다는 관점이다.

한편, 과학 본성에 대한 정의의 불필요성을 인정한 연구도 있다(Lederman & Flick, 2002). 과학교육계에서 과학의 본성과 탐구에 대한 교육의 필요성이 적극적으로 강조되고 있으나, 그 정의가 모호한 상태라는 것이다. 즉, 지식의 영역에서는 비교적 일치된 견해를 보이나, 탐구와 본성에 관련된 구체적인 합의에는 이르지 못하고 있다는 것이다. 그러나 탐구와 본성에 대한 합의를 조급하게 서둘 필요도 없고, 오히려 실제 과학의 교육 차원에서 합의가 불필요할 수도 있다고 보고 있다.

## 2) 개혁 전망

주로 20세기 말에 집중된 개혁관련 많은 연구물들에는 앞으로 21세기 초에 드러날 과학교육의 비전들을 교사들에게 제시하려는 노력이 나타나고 있다. 주요 개혁프로그램 연구결과들이 공통적으로 지적하는 것은 다양화된 사

회에서 책임있는 시민을 목표로 하는 과학소양교육의 강화와 학생의 발달 수준이나 경험을 고려한 통합적 관점의 교수가 필요하다는 것이다(Anderson, 2000; Yager, 2000).

Yager(2000)는 2025년의 과학교육 성취모델을 ① 개념, ② 과정, ③ 창조성, ④ 정의적 영역, ⑤ 적용과 연결 영역, ⑥ 세계관 영역으로 나누어 논의하면서 이들 대부분은 실제 생활 맥락에서 수행되어야 하며, STS 교육 프로그램이 현재로서는 가장 적절한 것이라고 주장하고 있다.

한편, Hurd(2000)는 70년대 이후 과학교육 개혁이 촉진되어 왔지만 교수에는 큰 변화가 없었고, 학생들의 요구와 사회문화 등의 관점이 반영되지 못했음을 지적하고 있다. 이것은 주로 과학교육과 관련된 정책 부재에서 비롯된 것으로서 과거 과학교육 개혁이 과학중심 교사중심이었고, 정성적이며 철학적인 관점의 정책 연구가 부족하여 인문사회과학을 포괄하는 통합적 분석이 부재했음을 논하고 있다. 특히 과학과 기술을 동전의 양면에 비유하면서 과학교육 연구에서도 기술, 예술, 문제 해결 영역이 포함된 연구개발 형식을 취함으로써 과학기술지식 사용체제로서의 사회를 연결시켜 과학의 사회화와 인간화를 교육과정 상에 구현할 것을 주장하고 있다.

결국, 과학교육은 학문중심 관점에서 인간중심으로 변하고, 과학의 인간화와 사회화를 기초로 하는 경험주의적인 과학교육과정으로 발전될 것을 예상하고 있다.

## 7. 기타

그 밖의 과학교육과정의 개혁관련 연구는 가르쳐야 할 과학내용의 양의 문제(Westheimer, 1994)와 개혁에서의 교육과정 자료의 역할과 의미(Powell & Anderson, 2002), 과학교육과정개발에 학부모의 참여 문제(Cross & Yager, 1998)를 들 수 있다.

과학교육과정에 포함되어야 할 과학내용의 수준이나 양에 대하여는 대학 이전 교육보다는 대학교육에서의 연구가 있다. 자연과학은 인문과학과는 달리 대학졸업 후 관련교육이 거의 정지되기 때문에, 과학을 전공하지 않는 학생들의 대학 과학교육 내용은 장래의 과학내용에 적절히 대응할 수준은 되어야한다고 주장하고 있다. 인문과학의 학문은 개념 구조가 비교적 수평적이지만, 과학개념은 위계적 특성을 가지고 있기 때문에 사전 지식이 없다면 학습이 어려운 것이 아니라 학습 자체가 불가능하다. 따

라서 대학에서는 사회의 여러 영역에서 일할 지성인을 길러야 하므로 미래 과학에 대처할 수 있는 수준으로 과학 교육 내용을 확대시켜야 한다고 주장하고 있다(Westheimer, 1994).

Powell 과 Anderson(2002)은 과학교육에서 실질적인 교수학습은 교육 자료를 통하여 이루어지므로 과학교육 자료는 과학교육 개혁을 위한 구체적인 도구임을 강조하고 있다. 개혁의 관점은 학교 안팎의 지원과 개별교사들의 지식과 믿음 등을 바탕으로 형성되지만, 실제개혁에서는 교육 자료가 구체적으로 활용되기 때문에 그 중요성은 말할 필요가 없다는 것이다. 따라서 교육과정 자료는 교사들의 인식과 지원 환경을 토대로 교사의 전문성 증진 차원에서 개발이 추진되어야함을 주장하고 있다.

STS 교육운동은 과학의 사회적 책임과 참여 민주주의의 정신을 토대로 하고 있는 만큼, 과학의 대중이해를 위한 소양교육에 공헌할 수 있는 내용이 되어야한다. 이러한 관점에서 Cross 와 Yager(1998)는 STS 학교 교육과정 개발 과정에 학부모들이 가지고 있는 과학에 대한 필요성이 반영되어야 한다고 주장하고 있다. 과학교육이 사회적 책무를 다룬다는 측면에서 학생들에게 직접적인 영향을 미치는 부모들의 참여는 매우 중요하다는 것이다. 이를 위해서 학부모들의 견해를 조사한 결과, 학교 과학내용은 아이들이 과학과 기술을 이해하여 생활에 이용할 수 있는 내용이어야 하며, 사회적으로 거론되는 과학 기술적 충격을 개인과 사회 수준에서 판단할 수 있도록 안내할 수 있어야 한다는 실용적인 견해를 가지고 있는 것으로 나타났다.

## Ⅲ. 결론 및 제언

ERIC 자료에 의하면, 과학교육과정 개혁과 관련된 논문수는 70년대 후반부터 증가하면서 90년대 후반에 최고치를 이루고 있다. 본 연구에서는 이들 논문에서 쟁점을 추출하여 개혁 주제, 개혁에 대한 소개, 개혁에 대한 비판과 전망으로 구별하고, 특히 개혁의 주제는 다시 교사, 과학적 소양, 통합과 교수, 개혁 과정으로 구분하여 분석하였다

개혁의 주제로서 교사 관련 내용은 가장 높은 비중으로 다루어지고 있으며, 특히 교사들이 보유한 개혁 관점은 개혁의 성패에 매우 중요한 인자임을 강조하고 있다. 이는 구체적인 교육 실제에서 결정적인 영향을 미치는 것이

교사이고, 이들이 보유한 개혁관련 신념이나 믿음 등은 실질적인 인자임을 반영하는 것이다. 우리나라의 경우, 7차 교육과정 개발에서 현장교사들의 참여를 획기적으로 증가시킨 점은 이러한 인식이 반영된 결과로 보인다. 교사들을 교육과정 개발, 교과서 집필, 교사 재교육 등 모든 개혁 과정에 적극적으로 확대 참여시킬 필요가 있다. 또한, 단순한 참여 관점보다는 개혁내용이나 과정에 대한 교사들의 인식과 믿음을 보다 면밀히 조사 분석하고 수용할 때, 교사 참여가 갖는 장점을 발휘하는 개혁이 될 것으로 판단된다.

과학적 소양은 과학교육과정 개혁의 주요 주제임에도 불구하고 그 정의가 뚜렷하지 못함에서 오는 혼란을 염려하는 내용이 연구의 주를 이루고 있다. 연구물들은 과학적 소양에 대한 역사적 고찰을 통하여 분명한 정의를 수립하려는 노력을 보이는 반면, 과학적 소양의 다양성을 적극적으로 수용하여 과학교육의 다양성으로 연결시켜야 한다는 점도 부각시키고 있다. 그러나 과학소양교육이 지속적인 과학교육 개혁의 주요 주제라면, 개념적 정의의 합의가 필요하다고 판단된다. 특히, 세계적인 차원과 국가적이고 지역적 차원의 소양개념의 정립은 실제적인 현장 교육 프로그램 개발을 위해서 우선적으로 필요하므로 과학적 소양에 대한 연구는 더욱 구체적으로 추진되어야 할 것으로 사료된다.

통합은 주로 대학 이전 과학교육 프로그램의 주요 주제로서 대학교육을 위한 준비단계로서 뿐만 아니라 과학소양교육 측면에서도 매우 중요하다. 이와 관련된 연구물들은 주로 교육내용의 통합에 대한 논의보다는 기존 교육내용을 통합적으로 교수하는데 따르는 문제에 초점이 맞추어져 있다. 이는 교육내용의 통합이 매우 쉽지 않은 과제이며 실제적인 통합은 교수를 통해 이루어져야한다는 시각이 반영된 것으로 보인다. 그러나 교육내용이 실질적으로 통합되어 있지 않다면, 교수가 통합될 수 있는 가능성은 크지 않을 것이다. 연구물들 중에 나와 있듯이 영화를 통한 과학교육처럼 소재중심의 통합적인 접근이 우선은 가능하지 않을까 판단된다.

또한, 개혁의 성공을 위해서는 개혁 과정에서 일어나는 여러 가지 문제점을 해결해야 한다. 특히 개혁 과정에서 참여하는 개인이나 집단간의 힘에 대한 사회적 조정이야말로 개혁을 성공으로 이끄는 중요한 인자임을 밝히고 있다. 개혁을 이끄는 사람들도 대체로 기존 과학교육계에 서 일하는 구성원이기 때문에 이들이 서로 협조하는 사회

적 기구 설치는 효율적인 개혁을 위해서 매우 중요하다.

한편, 과학교육 국가기준 수립과 이를 각급 교육행정과 학교에 실현하려고 할 때 나타날 수 있는 어려움에 대한 비판이 제기되고 있다. 국가 기준은 단지 기준일 뿐 교육 과정이 아니라는 점을 강조하고 있으며, 기준은 교육 현 장성이 구체화되는 맥락에 따라 그 정신이 반영되어야 하는 것이지 기준 그 자체가 반영되는 것이 아님이 잘 알려져 있지 않음으로 해서 오는 부작용을 제거할 방안이 부 재함을 염려하고 있다. 또한, 과학의 본성이 객관주의 관 점에서 탈피해 가고 있는 현실에서 개혁이 이러한 흐름을 바람직하게 수용하고 있는지에 대해 논하고 있다. 실제로 교사들은 전통적인 정의에 집착하고 있는 경향을 보이고 있으며, 과학을 사회적인 차원으로 해석할 수 있는 현대 적 개념 정립이 필요하다.

과학교육 개혁은 교사, 과학적 소양, 개혁과정 등 여러 가지 개혁 관련 문제들과 현 교육체제 등을 고려한 체제 적(systemic) 접근이 절실히 요청되고 있다.

## 국 문 요 약

근래에 과학교육과정의 개혁에서 쟁점화 된 내용이 무엇인지 알아보기 위해 ERIC 자료에 수록된 논문을 중심으로 조사하였다. 과학교육과정 개혁에 관련된 논문수는 70년대부터 시작하여 90년대 말에는 최고에 이르고 있기 때문에 분석 대상 논문을 최근 10년간의 132편으로 하였다. 두 편이상의 논문이 수록된 18종의 잡지에 전체의 약 66%의 논문들이 보고되었다. 개혁의 쟁점들을 '개혁 주 제', '개혁 소개', '개혁 비판과 전망'으로 분류하였고, 개 혁 주제는 구체적으로 '교사', '과학적 소양', '통합과 교 수', '개혁 과정'으로 구별되었다. '교사' 관련 내용은 주 로 교사들의 믿음과 신념에 대한 것이고, '과학적 소양'은 소양개념 정의의 명확실성, '통합과 교수'는 통합의 어려 움과 관련된 교수 문제, '개혁 과정'은 개혁 참여 인사들 의 개인적이거나 집단적 힘의 조정 문제, '비판'은 과학교 육 기준의 현장 구현과 과학의 본질에 관련되어 있음이 밝혀졌다.

## 참 고 문 헌

이명제(2001). 제7차 과학과 교육과정의 특성과 과제. 한 국지구과학회지, 22(3), 248-257.

- Anderson, H. O.(2000). Teaching toward 2000. *Science Teacher*, 67(1), 52-53.
- Ben-Chaim, D., Joffe, N., & Zoller, U.(1994). Empowerment of Elementary School Teachers to Implement science Curriculum Reforms. *School Science and Mathematics*, 94(7), 356-366.
- Borgwald, J. M. & Schreiner, S.(1994). Science and the Movies: The Good, the Bad, and the Ugly. *Journal of College Science Teaching*, 23(6), 367-371.
- Boydston, T. L.(1999). Policy-Making in Science Systemic Reform. *Research in Science Education*, 29(1), 141-157.
- Bybee, R. E.(1995). Achieving Scientific Literacy: Using the National Science Education Standards to Prove Equal Opportunities for All Students to Learn Science. *Science Teacher*, 62(7), 28-33.
- Bybee, R. W., Rodger, W., Ferrini-Mundy, J., & Loucks-Horsley, S.(1997). National Standards and School Science and Mathematics. *School Science and Mathematics*, 97(6), 325-334.
- Cajas, F.(2001). The Science/Technological Interaction: Implication for Science Literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 715-729.
- Chapman, B. S.(2001). Emphasizing Concepts and Reasoning Skills in Introductory College Molecular Cell Biology.(2001). *International Journal of Science Education*, 23(11), 1157-1176.
- Crandall, B. & Varrella, G.(1995). Issue-Based Science. *Science Teacher*, 62(7), 42-45.
- Crawley, F. E. & Salyer, B. A.(1995). Origins of Life Science Teachers' Beliefs Underlying Curriculum Reform in Texas. *Science Education*, 79(6), 611-635.
- Cross, R.(1995). Conceptions of Scientific Literacy: Reactionaries in Ascendency in the State of Victoria. *Research in Science Education*, 25(2), 151-162.
- Cross, R. T. & Yager, R. E.(1998). Parents, Social Responsibility and science, Technology and Society(STS): A Rationale for Reform. *Research in Science and Technological Education*, 16(1), 5-18.
- Deal, D.(1994). A Look at Project AIMS. *School Science and Mathematics*, 94(1), 11-14.
- Deboer, G. E.(2000). Scientific Literacy: Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.
- Deboer, G. E.(2002). Student-Centered Teaching in a Standard-Based World: Finding a Sensible Balance. *Science and Education*, 11(4), 405-417.
- Donna, R. S. & Arlene, H. O.(1997). Project Alliance. *Science Scope*, March, 50-54.
- van Driel, J. H., Beijaard, D., & Verloop, N.(2001). Professional Development and Reform in Science Education: The Role of Teachers' Practical Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 137-158.
- Furio, C., Vilches, A., Guisasola, J., & Romo, V.(2002). Spanish Teachers' Views of the Goals of Science Education in Secondary Education. *Research in Science and Technological Education*, 20(1), 39-52.
- Gao, L.(1998). Cultural Context of School science Teaching and Learning in the People's of China. *Science Education*, 82(1), 1-13.
- Hart, C.(2001). Examining Relations of Power in a Process of Curriculum Change: The Case of VCE Physics. *Research in Science Education*, 31(4), 525-551.
- Hollis, S.(1997). Can Contact with Industry Really Be of Value to Your School? *Education in Science*, June, 10-11.
- Hurd, P. D.(1994). New Minds for a New age: Prologue to Modernizing the Science Curriculum. *Science Education*, 78(1), 103-116.
- Hurd, P. D.(2000). Science Education for the 21st Century. *School Science and Mathematics*, 100(6), 282-288.
- Isaacs, A., Wagreich, P., & Gartzman, M.(1997). The Quest for Integration: School Mathematics and

- Science. *American Journal of Education*, 106(1), 179-206.
- Kennedy, M. M.(1998). Education Reform and Subject Matter Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(3), 249-263.
- Lederman, N. G. & Flick, L. B.(2002). Consensus in curriculum Development: Let's Agree To Disagree. *School Science and Mathematics*, 102(2), 53-56.
- Lederman, N. G. & Niess, M. L.(1998). 5 Apples + 4 Oranges=? *School Science and Mathematics*, 98(6), 281-284.
- Louden, W., Wallace, J., & Groves, R.(2001). Spinning a Web(Case) around Professional Standard: Capturing the Complexity of Science Teaching. *Research in Science Education*, 31(2), 227-244.
- Mayberry, M.(1998). Reproductive and Resistant Pedagogies: The Comparative Roles of Collaborative Learning and Feminist Pedagogy in Science Education. *Journal of Research in Science Teaching*. 35(4), 332-459.
- Membiola, P.(1999). Toward the Reform of Science Teaching in Spain: The Social and Personal Relevance of Junior Secondary School Science Projects for a Socially Responsible Understanding of Science, *International Journal of Science Education*, 21(7), 721-730.
- Olson, J., James, E., & Lang, M.(1999). Changing the Subject: The Challenge of Innovation to Teacher Professionalism in OECD Countries. *Journal of Curriculum Studies*, 31(1), 69-82.
- Powell, J. C. & Anderson, R. D.(2002). Changing Teachers' Practice: Curriculum Materials and Science Education. *Studies in Science Education*, 37, 107-135.
- Pratt, H.(1995). A Look at the Program Standards: How the National Science Education, *Science Teacher*, 62(7), 22-27.
- Riess, F.(2000). Problems with German Science Education. *Science and Education*, 9(4), 327-331.
- Robertson, C. L., Christine, L., & Olson, J.(1998). A Case Study of Integration and Destreaming: Teachers and Students in an Ontario Secondary School Respond. *Journal of Curriculum Studies*, 30(6), 691-717.
- Roth, W-M., & Lee, S.(2002). Scientific Literacy as collective praxis. *Public Understanding of Science*, 11, 22-56.
- Saez, M. J. & Carretero, A.(1998). Innovation in Spanish Science Curriculum: A View of Systemic Reform. *Journal of Curriculum Studies*, 30(6), 719-738.
- Settlage, J. & Meadows, L.(2002). Standards-Based Reform and Unintended Consequences: Implications for Science Education within America's Urban Schools, *Journal of Research in Science Teaching*. 39(2), 114-127.
- Stanley, W. B. & Brickhouse, N. W.(1994). Multiculturalism, Universalism, and Science Education. *Science Education*, 78(4), 387-398.
- Theodore, L. B.(1999). Policy-Making in Science Systemic Reform. *Research in Science Education*, 29(1), 141-157.
- Thomsen, P. V.(1998). The Historical-Philosophical Dimension in Physics Teaching: Danish Experiences. *Science and Education*, 7(5), 493-503.
- Tippins, D., Weiseman, K., & Nichols, S. E.(1998). Contemplating Criteria for Science Education Reform: The case of the Olympia School District. *School Science and Mathematics*, 98(7), 389-396.
- Venville, G., Wallace, J., & Louden, W.(1998). A State-Wide Change Initiative: The Primary Teacher-Leader Project. *Research in Science Education*, 28(2), 199-217.
- Westheimer, F. H.(1994). Deciding How Much Science Is Enough. *Journal of College Science Teaching*, 23(4), 203-206.
- White, R. & Wallace, J.(1999). Heroism and Science Education Reform. *Research in Science Education*,

29(4), 417-430.

- Yager, R. E.(2000). A Vision for What Science Education Should Be Like for the First Years of Millennium. *School Science and Mathematics*, 100(6), 327-341.
- Yager, R. E. & Lutz, M. V.(1994). Integrated Science: The Importance of "How" versus "What". *School Science and Mathematics*, 94(7), 338-346.

Yager, R. E. & Lutz, M. V.(1995). STS to Enhance Total Curriculum. *School Science and Mathematics*, 95(1), 28-35.

Zembylas, M.(2002). The Global , the Local, and the Science Curriculum: A Struggle for Balance in Cyprus. *International Journal of science Education*, 24(5), 499-519.