

# 슈왑의 생애와 과학교육 사상

송진웅

서울대학교

## J. J. Schwab's Life and His Ideas of Science Education

Song, Jinwoong

Seoul National University

**Abstract:** J. J. Schwab is usually considered as the founder of the concept of scientific enquiry, perhaps the most important key word of science education of the 20th century. Mainly through the method of literature review, this study reappraises Schwab's life as a science educator as well as a curriculum scholar, and his ideas concerning several important issues about science and science education. Like other eminent science educators, before the 1950s, who were originally talented scientists but later became engaged in educational activities, Schwab were trained and known as a genetic scientist, but later he concentrated on university reform, curriculum studies and science education. His academic interest was very diverse across different disciplines, from biology and science in general to history, philosophy and education. The essence of his theory of scientific enquiry was 'to teach science as science', and the best way to do it was 'to teach science as enquiry'. With enquiry, however, he tried to deliver some important but differentiated meanings, for example by distinguishing 'science as enquiry' and 'teaching as enquiry', and 'static enquiry' and 'fluid enquiry'. Scientific enquiry was the core concept upon which many of his ideas concerning science education and education in general were based, such as the diversity of science, textbooks, curriculum and roles of teachers. In summary, Schwab can be characterized as a rational reformist of science education, who tried to identify the very nature and goals of the discipline and to bring its substantial changes with concrete and practical guidelines. Nevertheless, some of his ideas, like the diversity of science and conceptual invention, have been handed down by his followers frequently with considerable distortion.

Key words: J. J. Schwab, scientific enquiry, curriculum, diversity of science, static enquiry, fluid enquiry, rhetoric of conclusions

### I. 서 론

아이러니컬하게도, 과학은 과학으로서 가르쳐져야 한다. (It is, ironically enough, that science be taught as science.) (Schwab, 1962: 4-5)

우리나라의 제7차 교육과정에서 과학과의 총괄 목표는 “자연 현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 과학의 지식 체계를 이해하며, 탐구 방법을 습

득하여 올바른 자연관을 가진다.”이다. 또한 이어지는 네 가지 항목별 목표에는 “㉠ 자연의 탐구를 통하여 과학의 기본 개념을 이해하고, 실생활에 이를 활용한다. ㉡ 자연을 과학적으로 탐구하는 능력을 기르고, 실생활에 이를 활용한다.”가 포함되어 있다 (교육부, 1999). 이와 같이 과학탐구는 제7차 과학과 교육과정의 가장 중요한 목표이며, 과학탐구에 주어지는 이러한 강조는 1960년 이후 계속 이어지는 우리나라 교육 과정의 일반적 특징이기도 하다.1) 물론, 이것은 미국,

\* 교신저자: 송진웅(jwsong@snu.ac.kr)

\*\* 이 논문은 2002년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음 (KRF-2002-42-B00459)

\*\*\* 이 논문은 2단계 BK21 사업의 지원을 받았음.

\*\*\*\* 2006.10.17(접수) 2006.12.13(1심통과) 2006.12.14(최종통과)

1) 과학과 교육과정에서 ‘탐구’는 적어도 1963년 적용된 제2차 교육과정 시기부터 줄곧 강조되었던 핵심적 요소이다. 즉, 제2차 (1963-1973) “㉠ 자연 사물 현상을 올바르게 관찰, 실험하고, 그 속에서 문제를 발견하여 과학적으로 계획, 처리할 수 있는 능력과 ... ㉡ ... 미지의 것을 탐구하여 새로운 것을 만들어내는 태도를 기른다.”, 제3차(1973-1981) “㉡ 과학적 탐구 방법을 체득시켜, 자연

영국 등 다른 주요 국가들에서도 공통적으로 나타나는 특징기도 하다 (예: NRC, 2000; QCA, 1999; Millar & Osborne, 1998; AAAS, 1993).

19세기 이후 유럽과 미국에서 과학은 점차 학교의 정규 교과목으로 정착되기 시작하였다. 예를 들어, 영국에서는 초창기에 실용지식을 추구하였던 기계공학교(mechanics' institutes) 교과목의 일부로서 또는 초등학교에서의 단순한 실습활동의 한 형태로서 가르쳐지기 시작했던 과학은 서서히 초등과학(Elementary Science)이나 별도의 분과 과학 과목들<sup>2)</sup>로 학교 교육과정 속에 교과로서의 지위를 확보하기 시작하였다 (Song & Cho, 1999; Jenkins & Swinnerton, 1998). 이러한 학교 교육과정으로의 정착 과정을 거친 후, 과학교육은 20세기를 지나면서 그 핵심적인 목표와 방향에 있어서 몇 차례 큰 변화를 겪어 왔다. 1930-40년대의 일반과학(general science) 또는 생활중심 과학교육, 1960-70년대의 과학탐구, 1970-90년대의 STS 과학교육, 1980-90년대의 구성주의 과학교육, 1990년대 이후의 과학교육의 사회문화적 접근 등이 이러한 큰 변화에 해당할 것이다. 그 중에서도 가장 광범위하고 지속적인 영향을 미치고 있는 것이 1960-70년대의 소위 과학탐구(scientific inquiry) 또는 탐구중심 과학교육이라 할 수 있겠다 (조정일, 1990). 학생들의 직접적인 과학 실험실습 활동을 강조하였다는 의미에서 흔히 Hands-on이라는 용어로 당시의 과학교육을 특징화하기도 한다 (Song & Cho, 2004).

“1950년대 중반, 미국의 상당수 과학자들은 미국의 교육제도에 대해 쏟아진 비판을 진지하게 받아들이기 시작했다. 전문단체들의 지지와 미국 국립과학재단(NSF)의 재정적 후원을 바탕으로 과학자들은 여러 조직들을 결성하고 새로운 지적 활력을 학교과학 프

그램에 불어넣을 수 있는 방법을 모색하기 시작했다 (정진우, 1999: 171)”. 당시의 ‘과학교육 개혁’의 시기에 나타났던 이러한 미국 사회의 모습은 1957년 소련의 스푸트니크의 발사와 함께 그동안 잠재되어 있던 학교 과학교육에 대한 과학자 및 교육행정가들의 불만이 크게 촉발된 것이었다. 미국의 수학·과학 교육의 혁신을 꾀하기 위해 중등학교 교육에 대한 저명 과학자 및 교육학자들의 적극적인 참여가 이루어지고, 이에 대한 예산도 대폭적으로 증가되었다.<sup>3)</sup> 과학교육을 둘러싼 당시의 상황을 국가적 위기로 인식하였던 것은 정부와 과학자 뿐만은 아니었다. 제2차 세계대전 이후 소련과 극심한 군사경쟁을 하던 미국의 입장에서는 최초의 인공위성 스푸트니크호의 발사 성공은 하늘로부터의 핵공격에 무방비한 상태가 됨을 의미하는 것이었고, 이는 국가적 위기의식을 고취하는 데 충분했다.

사실 재단과 단체들이 - 카네기, 포드, 록펠러 등 - 이러한 연구의 필요성을 가장 먼저 인식하고 재정적 지원을 하였던 곳 중의 하나이다. 그리고 산업체에서도 이 문제에 대한 목소리를 내기 시작했다. 교육 분야에서는 국가 수준에서 4-5개의 기관을 통해 이러한 필요성에 부응할 정책을 수립하고 실행을 수정보완하기 위한 공동의 노력을 기울였다. 전쟁과 자연재앙이 많지 않은 이 나라의 역사 속에서 이와 같은 노력과 관심의 집중이 이루어졌던 적은 없었다. (Schwab, 1962: 4).

흔히 1960-70년대 과학교육의 시대적 특징은 발견 학습과 탐구라는 두 용어로 대표된다 (Matthews, 1994). 이중 발견학습(discovery learning)은 인지심리학자로서 당시 교육개혁을 이끌었던 부르너의 이론에 초점을 두어 교육학계에서 주로 사용하는 용어이며, 탐구(enquiry)<sup>4)</sup>는 당시의 과학의 교육과정과 교과서 혁신에 핵심적 역할을 하였던 슈왑(Joseph J. Schwab)

의 규칙성을 발견하는 능력과 태도를 기른다. ④ 자연에 대한 과학적인 탐구 과정에서 흥미와 즐거움을 느껴 ...”, 제4차(1981-1978) “과학의 지식과 방법을 습득하여 과학적 생활을 할 수 있게 한다. ... ② 자연 현상을 과학적으로 탐구하는 능력을 기른다.”, 제5차(1987-1992) “자연 현상에 대한 흥미와 호기심을 가지고 과학의 지식과 방법을 습득하여, 과학적으로 사고하고 창의적으로 문제를 해결하는 능력을 기르게 한다. ... ② 자연을 탐구하는 과학적 방법을 습득하게 하고, 문제 해결에 이를 활용하게 한다. ... ④ 자연을 탐구하는 데에 필요한 기본적인 실험 및 실습 기능을 기르도록 한다. ...”, 제6차(1992-1997) “자연 현상의 탐구에 흥미와 호기심을 가지고, 기본적인 탐구 방법과 과학 지식을 습득하여 창의적으로 문제를 해결하는 능력을 기르게 한다. ② 기본적인 탐구 방법을 습득하여, 실생활 문제 해결에 이를 활용할 수 있게 한다. ③ 탐구 활동을 통하여 기본적인 과학 지식을 이해하고, 자연 현상을 설명하는 데에 이를 적용하게 한다. ④ 자연 현상과 과학과 학습에 흥미를 가지고 계속해서 탐구하려는 태도를 기르게 한다. ...” (교육부, 1999: 105-113).

- 2) 예를 들어, 19세기 후반(1870-90년대)에는 과학 관련 교과목으로 물리지리학, 역학, 동물생리학, 식물학, 화학, 소리·빛·열, 자기와 전기 등이 있었다.
- 3) 1954년 NSF가 학교 과학 교육과정 분야에 최초로 지원한 금액은 \$1,725였으며, 1956년 PSSC에 지원한 금액은 \$300,000이었고, 스푸트니크호 발사 이후 국가방위교육법(National Defense Education Act)에 따라 1958-61년 사이에 과학교육에 \$94,000,000 그리고 또 다시 \$600,000,000이 1961-75년에 지원되었다 (Matthews, 1994: 16).
- 4) 슈왑은 개인적으로 inquiry 대신 enquiry 라는 용어를 선호하였다. “1958년경 일부의 교육심리학자들은 학생들이 문제해결을 위해 사용하는 전략들에 관심을 갖게 되었다. 그리고 이들은 이것을 문제해결 탐구(problem-solving 'inquiry')라고 불렀다. 내가 이들 심

5)의 이론에 초점을 두고 과학교육계에서 주로 사용하는 용어이다. 미국 교육과정 개혁운동의 초창기에 해당하는 1950년대말-1960년대는 부르너, 가네, 오스벨, 피아제 등의 인지심리학적 전통이 크게 번성하였던 시기에 해당한다. 교육에 있어서의 이러한 일반적인 심리학적 전통과 적절한 긴장 관계를 유지하면서, 학문과 교과로서의 과학의 특성에 기초하여 교육의 핵심적 문제들에 적극적으로 개입하고 대안을 제시하였던 인물이 바로 슈왓이었다.

20세기 과학교육의 역사에서 ‘과학탐구’라는 가장 중요한 개념적 기초를 제시했음에도 불구하고, 슈왓의 생애와 그의 교육학 및 과학교육 관련 이론과 실천을 종합적으로 살펴본 본격적인 인물 연구는 국내외에서 거의 이루어지지 않았다. 다만, 그가 제안하였던 주요 개념이나 용어에 기초하여 과학교육 등의 분야에서 새로운 관점과 시각을 도출하려 하였던 경우들이 일부 이루어졌으며 (예: Niaz *et al.*, 2002; Niaz, 2001; Helms & Carlone, 1999; Finegold & Avital, 1976), 교육개혁자 또는 교육과정학자로서의 그의 생애에 대한 분석이 일부 이루어진 바 있다 (예: Westbury & Wilkof, 1978b). 국내에서는 슈왓의 - 특히 안정적 탐구와 유동적 탐구를 중심으로 - 과학탐구 이론(조희형, 박승재, 2001; 조정일, 1990), 학문 구조론(조희형, 박승재, 2001), 교육과정이론(이홍우, 1998; 강신웅, 1988) 등에 대한 부분적인 소개와 설명 그리고 그의 저술 중 일부가 번역되어(조정일, 이현욱, 1997) 소개된 바 있다.

이에, 본 논문은 20세기 중반 과학탐구 이론의 도입을 통해 과학교육의 전환점을 마련하였던 슈왓에 대한 인물 연구로서 먼저 그의 생애와 교육과정이론에 대해 간략히 요약하고, 이어서 그의 과학 및 과학교육 사상을 지금까지의 기존 문헌들에서 충분히 논의하지 못했던 주제들을 중심으로 살펴보고자 한다.

## II. 슈왓의 생애와 교육과정론

### 1. 슈왓의 생애

슈왓은 거의 반세기에 걸쳐 시카고 대학에서 공부하고, 연구하고, 가르쳤던 ‘시카고맨’이었다. 15세의 어린 나이에 대학에 입학하여, 학부에서 영문학과 물

리학을 전공하였고, 1931년 생물학 전공으로 대학원에 입학하였으며, 1939년 유전학 전공으로 동 대학에서 박사학위를 받았다. 대학원 과정 중에는 약 1년 동안 장학금을 받고 콜롬비아 대학 Teachers College에서 과학교육학 관련 연구개발 활동에 참여한 적이 있는데, 이것은 아마도 그가 과학교육과 관련하여 본격적으로 수행하였던 최초의 전문적 활동으로 보인다. 1938년 시카고로 돌아와 학부과정의 생물학 담당 강사와 시험관을 지냈으며, 그로부터 30여년이 지난 1974년 교육학 교수 및 자연과학대학의 특별교수직(William Rainey Harper Professor)에서 은퇴하였다. 은퇴 이후 그는 시카고 대학 총장을 지냈던 허친스(Robert M. Hutchins)가 설립한 산타바바라의 민주주의 연구소(The Center for the Study of Democratic Institutions)의 연구원으로 활동하였다.

한편, 슈왓은 1930-40년대 허친스 총장의 주도 하에 이루어졌던 대학의 핵심 교양교육 과정으로 개발되었던 위대한 고전(Great Books) 강좌의 개발과 운영에 적극적으로 참여하였으며, 동시에 이를 통해 시카고 대학의 개혁에 적극적으로 개입하였다. 슈왓의 학문적 여정에서 허친스의 영향은 매우 특별했다.<sup>6)</sup> 허친스는 1929년 30세의 젊은 나이에 예일 대학 법대에서 시카고 대학의 총장으로 자리를 옮겼으며, 이때 슈왓은 학부를 막 졸업하던 시기였다. 그리고 그는 1951년까지 총장의 자리를 유지하였다. 허친스는 1920년대 미국에서 일어났던 대학의 교육과정 개혁 운동을 적극 지지한 사람으로서, 당시 이 분야에 가장 혁신적 개혁을 이끌던 콜롬비아 대학의 아이디어를 전통적으로 학부교육에 비중을 두지 않았던 시카고 대학의 혁신에 도입하였다. 1919년 이후 콜롬비아에서는 현대문명(Contemporary Civilization)과 위대한 고전(the Great Books)의 두 강좌가 개발되었는데, 허친스는 특히 위대한 고전 강좌의 아이디어와 담당 교수들을 시카고에 접목하였다. 슈왓은 대학원 과정에서 허친스 총장이 주도한 위대한 고전 세미나(Great Books seminars)에 참여하였으며, 1937년 강사가 되면서 이 세미나 강좌에 직접적으로 참여하게 되었다. 1938년 가을 슈왓은 시카고 대학이 새로이 개설한 도심 야간 대학의 위대한 고전 강좌의 초대 책임자가 되었다. 허친스가 주도한 이 위대한 고전 강좌는 이후 전권 54

리학자로 오해받지 않도록 하기 위해서, 나는 ‘e’를 붙인 ‘enquiry’의 철자를 사용하였다.” (Westbury & Wilkof, 1978a: 3).

5) 국내의 각종 문헌에서는 Schwab를 스와브(조희형, 박승재, 2001; 김찬중, 채동현, 임채성, 1999), 슈와브(강신웅, 1998; 이홍우, 1998), 슈왓(정진우, 1999) 등으로 각기 다르게 표기하고 있다. 여기에서는 원어의 발음에 보다 가까운 슈왓으로 표기한다.

6) 이는 비슷한 시기의 하버드 대학의 총장이었던 James B. Conant와 그의 대학 개혁 프로그램에 동참하면서 물리학자로부터 과학사학자, 과학철학자로 변신하였던 T. S. Kuhn의 관계와 매우 유사하다.

권이라는 방대한 분량의 *Great Books of the Western World* (Hutchins, 1952)의 이름으로 브리테니카 백과사전에서 출판되었으며, 슈왓은 이 시리즈의 주요 편집인중 한명이었다. 위대한 고전에 관련된 이러한 개인적 경험은 기본적으로 과학자로 훈련받았던 슈왓 개인의 철학, 윤리학, 역사학 등에 걸친 폭넓은 학문적 식견을 갖는 데 매우 중요한 계기가 되었던 것으로 보인다 (Westbury & Wilkof, 1978b).

과학교육과 특별히 관련된 슈왓의 활동으로는 BSCS<sup>7)</sup> 교사용 지도서(*Biology Teachers' Handbook*, 1963)의 출판이라 할 수 있는데, 여기에는 그가 집필을 주도적으로 맡았던 총 44개의 ‘탐구로의 초대(Invitations to Enquiry)’가 포함되어 있다. 실제로 ‘탐구로의 초대’는 BSCS에서 가장 인기 있는 부분이었는데, 교사가 학생들에게 제시하도록 되어 있는 여기에는 무관한 정보와 함께 관련 정보들이 포함되어 있었으며, 학생들은 이에 대해 자발적으로 해석해 보도록 되어 있었다. 학생들의 사고를 촉진해줄 수 있도록 교사가 던질 수 있는 진단질문들(diagnostic questions)이 포함되어 있으며, 전체적으로는 과학탐구의 여러 측면과 수준을 고려하여 구성되었다 (Rudolph, 2002; 조정일, 이현욱, 1997). 즉, 학생들의 능력과 지식 수준에 맞추어서 탐구를 직접 수행할 수 있는 짧은 모듈로서 학생들이 이를 기초로 학급 토의를 할 수 있도록 구성되었다.<sup>8)</sup>

과학자, 과학교육자, 교육개혁자 등 그의 다양한 경력의 삶을 반영하듯, 슈왓의 저술은 생물학, 과학교육,

대학교육, 교육과정론 분야에 걸쳐 폭넓게 분포하고 있다. 이중에서도, 특히 과학교육과 관련하여서는 1962년 P. E. Bradwein과 공저자로 이름이 올라가 있는 책<sup>9)</sup>에 실린 *The Teaching of Science As Enquiry* 는 과학탐구에 대한 이론적 기초를 세운 저작으로서 과학교육사에서 기념비적 저술에 해당한다. 여기서 그는 당시의 미국의 과학교육이 갖는 다양한 주요 문제점들을 현장 과학자 및 과학탐구자의 입장에서 비판하고, 과학교육 및 과학탐구와 관련된 자신의 새로운 개념적 틀을 적용하면서 그 개선을 위한 구체적 방안들을 제안하고 있다.

한편, 교양교육과 교육과정에 관련된 슈왓의 이론은 *College Curriculum and Student Protest* (1969)<sup>10)</sup>와 *The Practicals*로 불리는 4편의 일련의 논문 (Schwab, 1969, 1971, 1973, 1983)들을 중심으로 전개되었다. 그는 기본적으로 당시까지의 교육과정 이론들이 교육을 실패로 이끌고 있으며 교실에서 벌어지는 교수학습 활동의 실천에 더 많은 관심을 두어야 한다고 비판하였다. 특히, 그의 제자였던 Westbury & Wilkof(1978a)가 슈왓의 글들을 모아 편집하여 시카고대학에서 출판하였던 *Joseph J. Schwab: Science, Curriculum and Liberal Education* (1978)<sup>11)</sup>은 교양교육과 교육과정학 전반에 걸친 그의 폭넓은 학문적 관심을 잘 드러내고 있다.

## 2. 슈왓의 교육과정론

실제로 슈왓은 과학교육학보다는 교육과정학자로

7) Biological Sciences Curriculum Study. 1959년 콜로라도 대학의 Arnold Grobman의 주도하에 생물학자, 교과서 집필자, 교육행정가, 고교 교사 등이 새로운 생물학 교육과정을 만들기 위해 결성된 연구회이다. BSCS는 당시의 기존 생물학 교육과정과 교과서는 시대에 뒤떨어진 내용, 개념적 연계성이 부족한 단편적 사실 중심의 서술, 과학적 활동으로서의 생물학의 특성을 잘 드러내지 못함 등의 측면에서 비판하였다. 이에, BSCS는 생물학의 내용과 방법상의 다양성을 고려하여 청색(Blue)판, 녹색(Green)판, 황색(Yellow)판을 개발하였는데, 이는 각각 분자, 군집, 세포 수준을 강조하는 것이었다. BSCS는 교과서와 함께 학생용 실험안내서, 필름, 선택실험 블록, 학습부진아용 특별판 그리고 교사용 “탐구로의 초대(Invitation to Enquiry)” 등을 개발하였다. (DeBore, 1991)

8) 한편, 슈왓(1963)은 스스로 전통적인 생물교과서들과 새로운 BSCS 교과서를 생물의 분류, 주요 주제(즉, 구조와 기능에서의 상보성 등), 조직화의 수준(즉, 분자, 세포, 조직, 기관, 유기체, 개체군, 군집, 군계 등)이라는 3 차원에서 비교하였다. 예를 들어, 슈왓은 전통적인 생물 교과서는 조직과 기관에 대해서는 매우 강한 강조점을 두지만, 세포와 조직에는 부분적인 강조만을 그리고 나머지 조직화의 수준에는 최소한의 강조를 두고 있는 것으로 파악하였다. 반면에 BSCS는 상이한 수준의 조직화에 적절한 표상이 주어질 수 있도록 교재의 내용을 수정하는 데 의도적인 노력이 주어져 있다고 주장하였다. 3권의 BSCS교과서는 각각 분자 수준의 조직화, 세포 수준의 조직화, 개체군과 군집 및 군계 수준의 조직화에 초점이 맞추어져 있었다. (Tamir, 1998: 768)

9) Schwab, J. J. & Brandwein, P. E. (1962). *The Teaching of Science*. Harvard University Press: Cambridge, Massachusetts.

10) 이 책에서 슈왓은 당시 미국에서 극심하게 유행하던 대학의 학생운동은 학교교육의 실패를 보여주는 것으로 진단했다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 학생들이 교육 활동에 보다 적극적으로 참여할 수 있게 하도록 교양교육을 강화하는 방향으로 교육과정 및 교수법의 개혁이 이루어져야 한다고 주장하였다. 교양교육이 기계적 방식(*rote method*)이나 수사학적 결론(*rhetoric of conclusions*)의 형식이 되는 것에 반대하고, 학생들 스스로 문제를 발견하고 스스로의 비평을 만들어 내게 할 수 있어야 한다고 주장하였다. 그리고 이러한 교양교육을 통해 분열된 대학 사회가 다시 혁신되고 재건될 수 있을 것으로 보았다.

11) 이 책에서, 교육개혁가 및 교육과정론자로서의 슈왓의 활동을 정리한 Introduction(Westbury & Wilkof, 1978b)를 제외하고, 나머지 총 3부로 이루어진 부분은 모두 그의 주요 논문 12편을 주제별로 모아 재 수록한 것이다.

더 널리 알려져 있다. 또한 그는 흔히 Franklin, Bobbitt와 함께 교육과정학 분야의 세 거인 중 하나로 꼽힌다 (Jackson, 1992). 현재 사용되고 있는 교과(내용학)지식(subject matter knowledge) 용어는 슈왑에 의해 처음 제안되고 나중에 Ball 및 Grossman 등에 의해 발전되었던 용어이기도 하다 (Cochran & Jones, 1998). 교육과정에 대한 그의 유명한 네 논문(The Practicals)에서, 예컨대 그는 “현재 또는 관찰된 실행에 대한 대안을 제시하라. 대안들에 대한 (좋은 나쁜) 가능한 결과들을 예측하라. 이러한 결과들에 대해 한층 더 유망한 효과들을 규명하라. 새롭거나 대안적인 실행의 방어적인 선택에 필수적인 분별 있는 심의에 도움이 되도록 하라. (Schwab, 1978: 320)”고 말한다.<sup>12)</sup> 슈왑은 당시의 교육과정 분야는 소멸해 가고 있으며 모든 조직적인 지적 활동 분야는 주기적으로 스스로를 살펴보아야 한다고 주장하면서, 그 한 가지 해결책을 제시하고 있다. 그는 교육과정의 파워를 ‘이론적인 것에서 자신이 ‘실용적인 것, 준 실용적인 것, 절충적인 것’이라 부르는 ‘세 가지 다른 실행 모드’로 전환해야 한다고 주장하였다 (Piner *et al.*, 1995).

슈왑은 교육과정의 혼란이 교육과정 고유의 영역이 아닌 타 분야의 개념과 방법을 무분별하게 끌어들이는 것에서 연유한다고 보았다. 그는 객관적·중립적인 귀납의 방법을 지지하는 이론적인 문제 해결방식에 반대하고, 실제성 즉 실천적인 문제 해결방식에 의한 교육과정 이론이 필요하다고 주장하였다. 즉 이론적 논쟁을 버리고 실제적 사고의 방향으로 근본적인 전환이 있어야 한다고 보았다.<sup>13)</sup> 슈왑의 이러한 실제성 이론은 이론적 탐색의 혼미에서 벗어나서 실제적 탐구로의 일대 전환, 실제 문제를 해결하기 위한 이론의 활용, 그리고 이론과 실제의 간격을 좁힘으로써 양자를 통합시킬 수 있다는 신념을 나타낸다. 교육과정의 문제에 대한 실천적 측면의 강조와 이론과 실제의 통합에 대한 슈왑의 이러한 입장에 근거하여, 흔히 그를 교육과정에서의 개념적 경험주의자로 분류하기도 한다 (강신웅, 1998).

슈왑은 과학지식의 구조를 과학교육의 실천에 중요한 영향을 미치는 것으로 보았다. 슈왑은 과학지식을

실질적 지식(substantive knowledge)과 구문적 지식(syntactic knowledge) 두 가지로 구분하였는데, 이는 선언적 지식(knowledge that)과 과정적 지식(knowledge how)에 해당한다고 할 수 있다 (Hegarty-Hazel, 1990). 슈왑은 학문이란 여러 영역으로 구성되어 있으며 각 영역에 독특한 실질적 구조와 구문적 구조로 그 특징을 나타낼 수 있다고 주장한다. 하지만, 학문의 본질적 구조에 대한 슈왑의 주장은 학문을 구분하는 명확한 기준의 부재 및 학문의 기능적 특성에만 초점을 맞추고 있다는 점에서 문제가 있으며, 그의 구문론적 구조에 대한 주장은 학문을 개념적 구조와 방법론적 구조로 양분하는 것 자체가 타당하지 않으며, 각 학문에 독특한 방법론적 구조가 있다는 점은 현대의 과학 철학에 따르면 타당하지 않다는 비판이 제기되기도 한다 (조희형, 박승재, 2001).

### III. 슈왑의 과학 및 과학교육 사상

#### 1. 다양성으로서의 과학의 본성

슈왑에게 있어서 과학을 어떻게 가르칠 것인가의 문제는 과학이 무엇인가의 문제와 동일하거나 적어도 그것으로부터 유래하는 것이었다. 그의 학문적 입장이 결코 과학에만 배타적으로 적용되는 그런 것은 아니었지만, 과학자로서 출발한 슈왑은 학문 분야로서의 과학에 대해 나름대로의 특별한 지위와 신뢰를 부여하였다. 그는 과학의 내용, 목적, 방법론에 대한 어느 정도의 신뢰를 견지하고 있었으며, 이러한 그의 과학에 대한 신뢰는 인문학이나 사회과학 등의 다른 학문 분야에 대해 과학이 갖는 비교 우위적 특성에 기초하고 있었다.

과학이 무엇인가 그리고 과학을 어떻게 가르칠 것인가는 우리의 문제이다. 하지만 어떤 의미에서는 아무런 문제가 없다. 우리 모두는 과학이 무엇인지를 안다. 과학의 내용(subject matter)을 구별하는 것에서의 어려움은 없으며, 있다면 그것은 인문학의 경우일 것이다. 과학의 내용은 과학적 방법이 적용되었을 때 일반적 진리로 이끌어질 수 있는 모든 자연현상을 포괄한다. 과학의 목표와 방법론에 대한 논쟁은 없으며, 있다면 그것은 사회과학 영역에서의 연구의 경우일 것이다. ... (Schwab, 1949)

12) 이와 관련하여, Jackson은 “그렇다면, 슈왑은 자신의 네 논문에서 이러한 목표를 달성하였는가?”라고 자문하면서, 스스로는 “그렇다고 긍정적으로 말하는 비평가는 관대한 비평가이고, 그렇지 않다고 말하는 비평가는 눈먼 비평가일 것이다.”라고 말하고 있다. (Jackson, 1992)

13) 슈왑은 실용적 교육과정은 연역적이거나 귀납적일 수 없고 심의(deliberation)적이어야 한다고 주장하였다. “그것(교육과정의 방법론)은 귀납적일 수 없다. 왜냐하면 (교육과정의) 방법론의 목표는 일반화나 설명이 아니라 구체적인 상황에서의 활동에 대한 의사 결정이기 때문이다. 그것은 연역적일 수 없다. 왜냐하면 사례들로부터의 추상화를 다루는 것이 아니라 구체적인 사례를 다루기 때문이다. 그리고 구체적인 사례는 하나의 원리를 단순히 적용함으로써 정착될 수 없다. ... ” (Westbury & Wilkof, 1978: 318에서 재인용).

슈왓은 과학의 목적은 일반 법칙이나 진리의 확립이며, 그것은 듀이의 용어에 의하면 ‘보장된 주장가능성’의 한계 내에서 달성될 수 있다고 말한다. 그리고 과학의 방법론은 (데이터로부터 즉각적으로 유도되지 않는 용어들과 연관성들을 포함하는) 일반 명제들을 ‘확고하고 환원 불가능한 사실들’에 검증함으로써 그것들의 보장된 주장가능성을 확립하는 것이었다. 그는 이것을 ‘귀납적 방법’이라 불렀다.

하지만, 과학에 대한 이러한 관점은 지극히 ‘일반적 관점’으로서 실용적인 목적을 갖고 과학의 결론만을 주로 주목할 때에만 적용된다고 슈왓은 지적한다. 과학탐구의 구체적인 사례들로 예시되는 특정 과학들을 고려하게 되면, 과학의 본성에 대한 그와 같은 일치성과 확실성은 다양한 관점들로 대체될 것이라고 지적한다.<sup>14)</sup> 그리고 특히 과학의 본성에 대한 관점의 다양성(diversity)은 자연과학과 관련된 교양교육에서 매우 중요하게 고려해야 할 사항으로 지적하고 있다.

이제 과학의 본성에 대한 관점의 다양성은 하나의 필연적인 사실이다. 그리고 이러한 필연적 사실은 자연과학 분야에서의 교양 프로그램을 설계하는 사람에게 즉각적인 경고를 주는 것이다. 그 경고란 프로그램의 개발자는 과학의 본성에 대한 어떤 하나의 학설을 프로그램의 조직과 해석을 위한 배타적 원리로 수용하거나 가르쳐서는 안 된다는 것이다. ... (Schwab, 1949)

슈왓은 과학의 다양성을 과학지식의 유형에 따른 다양성과 그 기원에 따른 종류의 다양성이라는 두 측면에서 파악하였다. 먼저, 그는 과학지식에 대한 다양성에서 네 가지를 구분하였는데, 그 첫째는 분류과학(taxonomic science)으로서, 이는 어떤 종류이건 과학의 모든 분야에는 일종의 분류학적 체계가 존재한다는 사실에 기초한다고 주장한다.<sup>15)</sup> 그 두 번째 유형은 측정과학(measurement science)으로서, 이는 물리학, 화학, 생물학 등의 분야의 근저에 해당하는 탐구로서 하나의 변수에 대한 측정과 복수 개의 변수들 간의 상호 연관된 변화의 관계를 목표로 한다. 세 번째 유형은 인과과학(causal science)으로서, 이는 서로 상호작용하고 상호 결정하는 부분들이 하나의 공동의

전체로서 작동하는 경우로서 특히 생리학과 사회학이 그 대표적인 경우에 해당한다. 그리고 네 번째 유형은 상관(유추)과학(relational or analogical science)으로서<sup>16)</sup>, 이미 알려진 문제에 대한 설명을 추구하는 탐구이며 직접적인 관찰 등이 아닌 어떤 기작의 창안(inventing mechanisms)을 통해 주로 이루어지는 것을 뜻한다.

한편, 슈왓은 기원을 달리하는 다양성의 종류에 대해서도 세 가지를 구분하였다. 첫째는 철학적 기원을 갖는 것으로서 과학의 본성에 있어서의 다양성이다. 탐구 수행자들은 지식과 실재에 대해 각기 다른 철학적 관점을 지닐 수 있고 또 이에 따라 각기 다른 데이터, 문제인식, 해법들을 가질 수 있다는 것이다. 둘째는 과학자나 상이한 과학적 원칙(doctrine)들에 의해 지지되는 과학 내에 존재하는 폭넓은 다양성이다. 이는 갈릴레이와 뉴턴 역학 그리고 마하(Ernest Mach) 이후의 역학과 같이 서로 상이한 철학적 관점을 택하고 있을 때 나타나는 과학 내에서의 차이점을 지칭한다. 셋째는 과학의 여러 학문내용이나 문제들 간의 차이점과 관련된 것으로서 탐구의 유형에 있어서의 특정한 다양성을 말한다. 이것은 물리학과 생물학처럼 과학내의 학문 영역간의 차이에서 오는 다양성을 말한다.

하지만, 슈왓은 이와 같은 과학의 다양성은 과학의 교육에 있어서 그 자체로 자연의 세계는 복잡하며 과학도 복잡하다는 생각을 갖게 하는 문제점이 있음을 지적하였다. 하지만 동시에 이러한 과학의 다양성은 그것을 무시하였을 때 발생할 수 있는 과학에 대한 과도한 단순화(oversimplification)와 학문적 우월주의(academic chauvinism) 또는 지적 불관용(intellectual intolerance)을 막아줄 수 있다고 강조하였다. 즉, 그는 학문적 우월주의나 지적 불관용이 공통적으로 두 가지 형태로 발견할 수 있다고 지적하고 있는데, 첫째는 과학을 분명한 진리로 격상시킴으로써 다른 학문에 대한 우월성을 부여한다는 것이고, 둘째는 논쟁으로 이어지는 토론을 봉쇄시킨다는 것이다.

이러한 문제에 직면하여, 만약 우리가 과학의 결론들을 과학

14) 슈왓은 과학의 본성에 대한 다양한 관점의 근거로 물리학과 생물학 그리고 과학사와 과학철학 등에 걸치는 여러 학문 분야의 문헌들을 언급하고 있다. 다양한 학문분야들을 넘나드는 이러한 그의 폭넓은 지적 배경은 영문학, 물리학, 생물학 등을 두루 공부하였던 대학에서의 그의 전공과 ‘위대한 고전’ 강좌에 연관된 경험에 크게 기초한 것으로 보인다. 특히 역사적 철학적 관점으로부터의 비판적 고찰은 과학탐구에 대한 논의에서도 자주 등장하는 하나의 공통된 그의 학문적 특징으로 볼 수 있을 것이다.

15) 슈왓은 분류과학의 지식 유형이 특별히 현저하게 드러나는 대표적인 예로 현대동물학, 식물학, 의료증후학, 그리고 상대적으로 덜 전형적인 예로 지질학과 화학을 들고 있다.

16) 슈왓은 이를 유추적(analogical)으로 부르는 이유로, 일군의 현상들에서 보이는 관계를 다른 집단에 적용함으로써 현상의 두 집단 간에 유추적 관계(the relation of analogy)가 형성되는 것을 의미하기 때문이라고 말한다.

의 문제들에 대한 간결하고 명확한 해답으로서 가르치고 또 유사하게 과학의 결론에 대해 우리의 개인적 선택사항을 가르친다면, 우리는 악마의 열차(a train of evils)를 출발시키는 것이다. 첫째, 학생들에게 세계에 대한 올바른 서술을 제공하겠다는 가장 널리 공유하고 있는 교양 과학교육의 한 가지 목표를 향한 진보를 방해하는 것이다. 복잡한 세계에 대해 단순한 서술을 주는 것은 ... 부적절할 뿐만 아니라 잘못된 것이다. ... 둘째, (이는) 학생들에게 그 본성과 규모에 있어서 매우 잘못된 지적 문제를 제공하는 것이다. ... (Schwab, 1949)

이러한 다양성 문제는 과학의 본질적 측면으로서 올바른 과학교육이라면 반드시 적절하게 다루어야 한다는 것이 슈왓의 입장이었다. 물론, 이는 과학의 탐구가 확립적이거나 단선적일 수 없다는 그의 기본적인 신념에 기초한 것이었다. 특히 교양교육으로서의 과학교육에 있어서, 이러한 문제를 극복하기 위한 방안으로, 슈왓은 일련의 오리지널 과학논문(scientific papers)들을 다룰 것을 권고하였다. 오리지널 논문들을 다루게 될 때, 이러한 과학의 다양성이 종합적으로 드러나게 되며, 학생들은 서로 다른 종류와 유형의 다양성에 대해 경험하고 과학의 본성에 대해 학습할 수 있게 된다는 것이다.<sup>17)</sup>

## 2. 수사학적 결론과 메타학습

과학교육과 관련하여 슈왓이 가장 중요하게 생각했던 것은 ‘과학다운 과학’이었다. 과학의 탐구가 과학교육을 통해 계속해서 적절하게 의사소통되지 않을 때, 실제의 과학(science as it functions)과 가르쳐지는

과학(science as it is taught) 사이의 적합성(relevance)은 실종되고 양자 간의 모순이 점점 더 증폭된다고 보았다. 이 경우, 과학은 수사학적 결론(rhetoric of conclusions)<sup>18)</sup>으로 가르쳐지게 되고, 이때 현재의 잠정적인 과학지식의 구성이 경험적이고 최종적인 진리로서 전달되게 된다고 경고하였다.

탐구와 교과서 사이의 의사소통의 실패가 점차 증가하는 것의 가장 극적인 효과는 적합성의 실종으로 나타난다. 즉, 실제로 가능하는 과학-유동적 탐구, 변화하는 개념의 활용, 지식의 지속적인 재조직화와 수정-과 가르쳐지는 과학 사이의 갈등이 존재하게 된다. 과학은 과학지식에 있어서의 현재의 잠정적인 구성이 경험적이고, 글자 그대로의, 최종적인 진리로서 전달되는 거의 완전한 수사학적 결론으로 가르쳐진다. (Schwab, 1962: 24)

그리고 이와 같이 수사학적 결론은 다양한 방식으로 전개될 수 있는데, 슈왓이 지적하는 가장 일반적인 방식은 설명되어야 할 내용에 대한 철저한 침묵(massive silence)<sup>19)</sup>과 개념적 원리로부터 실체론적 원리로의 전환(converting)<sup>20)</sup>이다.

한편, 이와 같은 수사학적 결론으로서 과학을 교육받게 될 때, 학생들이 주로 두 가지를 학습하게 된다고 슈왓은 지적하였다. 그 첫째는 특정한 진술문들<sup>21)</sup>이고, 둘째는 교사가 기대하지 않았던 메타학습(meta learning)<sup>22)</sup>이다. 한편, 이와 같이 수사학적 결론으로서의 과학의 폐해는 과학에 대해 심각하게 왜곡된 인상을 학생들에게 심어주게 되는데, ‘과학의 주장들은

17) 그는 오리지널 과학논문들을 다룰 때 학생들에게 제시할 수 있는 유용한 질문들로 다음과 같은 예를 들었다: 저자가 해결하고자 하였던 문제는 무엇인가?, 저자가 결론을 도출하기 위해 살펴보았던 전문용어(terms)는 무엇인가?, 저자의 입장에서 그 문제에 적합한 데이터는 무엇인가?, 그러한 데이터를 얻는 데 있어서 저자가 직면했던 난점들은 무엇인가?, 어떻게 그것을 극복하였는가?, 저자가 데이터로부터 결론으로 나아갔던 방법은 무엇인가?, 문제의 형식화 과정에서 제외되었던 관찰 현상의 측면들은 무엇인가?, 결론의 타당성이 담보되는 영역은 무엇인가? (Westbury & Wilkof, 1978: 101-102에서 재인용).

18) “수사학(rhetoric)은 그러한 기교(art)와 그것의 결과물(product)을 함께 지칭한다. 수사학의 기교는 담론 특히 논증을 조직하는 기교이다. 이 용어가 특히 논증의 조직화에 적용되기 때문에, “수사학”은 설득의 기교에 대한 이름으로 불리기도 한다. 따라서 수사학적 결론은, 마치 “이것은 모든 중요한 사람들이 진실이라고 알고 있다.”라고 말하는 것처럼, 주장하고자 하는 것에 대한 이유나 증거를 제시하지 않고 잠정적인 것을 분명한 것으로 의심스러운 것을 의심의 여지가 없는 것으로 받아들이도록 사람들을 설득하는 담론의 구조이다.” (Schwab, 1962: 24)

19) 예를 들어, 교과서에는 갑상선과 심이지장 등의 기관의 기능에 대한 진술문들이 있지만, 그 어디에도 “기능”이나 “기관”의 의미 자체에 대한 진술문은 없다. (Schwab, 1962: 25)

20) 예를 들어, 멘델이 유전자를 “발견했다”거나 버나드가 항상성을 “발견했다”고 말할 때, 이것들이 사실을 지칭하는 것으로 곧바로 여겨질 수 있다는 것이다. 즉, 교과서에서 개념이라는 용어가 사용될 때, 그것이 데이터에 대한 개념적 조직화로서가 아니라 실제적인 사실로서 전달되는 경우를 말한다. (Schwab, 1962: 25)

21) 예를 들면, ‘흡입된 공기로부터 폐의 모세혈관으로 산소가 확산된다.’, ‘스프링이 늘어나는 정도는 작용한 일에 비례한다. F=ma’ 등과 같은 것들이다. (Schwab, 1962: 45)

22) 슈왓의 메타학습은 잠재적 교육과정(latent curriculum) 또는 hidden curriculum)과 유사한 개념이다. 예를 들어, 교사의 의도와 무관하게, 학생들은 자신이 배운 내용이 재미없거나 다른 분야의 내용보다 공부하기 더 어렵거나 자신을 가르치는 교사가 다른 교사에게 비해 더 흥미를 준다거나 하는 것을 배우게 되는데, 슈왓은 이를 메타수업(meta-lesson)이라 불렀다. 그리고 이러한 것들을 배우게 되는 것을 메타학습(meta-learning)이라 불렀다. (Schwab, 1962: 45).

수정 불가능한 진리'라거나 '과학적 진술문들이 지칭하는 것들이 - 관념화와 이상화의 정도에 무관하게 - 모두 동일하다'는 등의 잘못된 인상을 심어주게 된다 는 것이다.<sup>23)</sup>

그리고 이와 같은 과학에 대해 의도하지 않았던 메타학습을 하게 된 학생들에게는 심각한 부정적 영향이 이후에 나타나게 된다고도 지적하였다. 첫째는 과학을 절대적인 진리의 집합이라고 생각했던 학생들은 이후 그것들이 현대의 과학적 지식과는 다른 폐기되어야 할 지식이며 다른 새로운 지식들로 대체되어야 한다는 것을 알게 되고, 이는 과학교사와 과학교과서에 대한 불신으로 이어지며, 궁극적으로는 과학과 과학자 집단에 대해 대안 없는 상대주의나 냉소주의에 빠지게 한다는 것이다. 둘째는 과학의 관념화와 이상화의 특성에 대한 이해가 없이 과학을 배웠던 학생들은 물리적(physical) 실체와 개념적(conceptual) 실체의 구분은 갖지 못하게 되고, 이는 이후 과학의 지식은 모두 잘못된 것이거나 실제에 적용할 수 없다는 것으로 이해하거나 또 예측할 수 없고 신비로운 것이라는 인상을 강하게 갖게 될 수 있다는 것이다 (Schwab, 1962).

### 3. 안정적 탐구 vs 유동적 탐구

슈왑을 따르면, 과학의 탐구에는 그 목표와 방법이 있어서 서로 다른 두 가지 종류의 양식이 존재한다. 그리고 각 양식의 과학탐구는 서로 다른 능력을 요구하며 또한 다른 인성을 지닌 과학자들에 의해 추구된다. 그는 이 두 가지 양식의 과학탐구를 각각 안정적 탐구(static enquiry)와 유동적 탐구(fluid enquiry)라 불렀다.

또 다른 점은 과학적 연구는 뚜렷이 구별되는 탐구의 두 가지 양식의 상호작용을 포함한다는 것이다. 이 두 가지는 그것의

목표와 방법이 있어서 구별된다. 각각은 서로 다른 능력을 필요로 하며 흔히 상이한 인성을 지닌 과학자들에 의해 추구되기도 한다. 나는 이것들을 안정적 탐구 와 유동적 탐구 라 부르고자 한다. (Schwab, 1962: 15, 원문 강조).

그런데 슈왑의 이러한 안정적 탐구와 유동적 탐구의 구분은 쿤(T. S. Kuhn)의 과학혁명 이론에 등장하는 정상과학(normal science) 및 패러다임의 변화(paradigm shift)와 여러 가지 점에서 매우 유사하다.

슈왑에 의하면, 안정적 탐구에서는 전체적인 지식 체계 내에서 아직 밝혀지지 않은 부분들에 대한 탐구가 주로 이루어진다. 따라서 안정적 탐구는, 그 지식 체계를 구성하는 근본 원리 자체에 대한 의문제기가 아니라, 그러한 원리로부터 이끌어지는 세부적인 사항들에 관심을 두고 그러한 지식 체계를 구성해 나가는 활동에 해당한다. 그리고 이는 쿤이 정상과학의 대표적 활동으로 지적하였던 퍼즐풀기(puzzle solving)와 그 의미에 있어서 매우 유사한 것이었다.<sup>24)</sup>

안정적 탐구의 기능은 교조적 교육이 우리로 하여금 전체의 과학적 지식이라고 인식하도록 가르치는 것들을 축적하는 것이다. 만약 현재의 생리학의 근본 원리가 기관과 기능이라면, 생리학의 안정적 탐구자는 그 기관, 그 다음에는 다른 기관, 또 그 다음에는 또 다른 기관의 기능을 발견하는 데 관심을 갖는다. 만약 유전자학이 현재의 관심사라면, 안정적 연구자는 첫 번째 대상에 포함된 유전자와 그 다음의 물려받은 형질이 무엇인가를 발견하려고 한다.

간략히 말하면, (그 설계에 대해 질문을 던지는 것이 아니라) 체계를 구성하는 것이 안정적 탐구자가 하는 일이다. 각 안정적 탐구자는 점증하는 지식의 체계 내에 존재하는 특정한 빈 곳을 채우는 데 관심을 둔다. 빈곳의 모양이나 그것을 채우는 방법은 탐구의 근본 원리에 의해 주어지고, 안정적 탐구자는 그와 같은 원리에 관계되지 않는다. 그는 다른 사람들로부터 그러한 원리를 수용하고 그것들을 확실한 사실로 취급한다. 그는 그러한 원리들을 탐구의 수단으로 사용하며 탐구할 대상으로 사용하지 않는다. 원리가 그를 위한 문제를 정의하고 문제를 해결할 실험의 유형을 안내하지만, 원리 그 자체가 문제로 취급되지는 않는다. (Schwab, 1962: 15-16).

23) 슈왑은 과학에서 등장하는 것들(things)이 모두 직접적인 관찰이나 측정이 가능한 구체적인 물질적 대상이나 사건이 아닐 수 있음을 강조하였다. 그렇지 않은 것들의 예로서, 그는 다음의 세 가지를 제시하고 있다. 첫째는 관념적인(ideational) 것으로서, 뉴턴의 만유인력과 같이 그 자체가 물리적 실체는 아니지만 데이터를 조직하고 연결하기 위해 고안된 개념으로서 측정 가능한 사건이나 관찰 가능한 사물들에 의해 정의될 수 있는 것이다. 둘째는 이상적인(ideal) 것으로서, 관측 가능한 사건들을 이상적인 한계로까지 확장하는 것으로서 갈릴레오의 자유낙하체가 그 예에 해당한다. 셋째는 추론적인(inferred) 것으로서, 어떤 대상의 존재가 관찰이 아닌 추론을 통해 - 그리고 그 추론은 가정에 기초한다 - 인식되는 것으로서 그 추론은 여러 가정들에 기초한다. 슈왑은 혈액응고 과정에서의 효소와 효소 전구체에 대한 대부분의 교과서에서 나타나는 설명이 그 예에 해당한다고 지적하고 있다. (Schwab, 1962: 46)

24) "... 정규의 연구 문제를 결론으로 물고 가는 것은 새로운 방법으로 예측 결과를 이끌어내는 것이며, 그것은 갖가지 복합적인 기적, 개념적 그리고 수학적 퍼즐 풀이를 요구한다. 이것을 해내는 사람은 퍼즐 풀이 선수로 밝혀지며, 퍼즐의 도전은 과학자로 하여금 지속적인 연구를 수행하게 하는 무엇인가의 중요한 요소가 된다. ... 사전적 설명으로는 '조각그림 맞추기 퍼즐(jigsaw puzzle)'과 '글자 맞추기 퍼즐(crossword puzzle)'이고, 이것들은 여기서 우리가 구별해야 하는 정상과학의 문제들과 공통된다는 것이 특성이다. ... 본질적 가치는 결코 퍼즐에 대한 기준이 되지 못하지만, 확실히 해답이 존재한다는 것은 그 한계 기준이 된다." (김명자, 1999: 67)



따라서 안정적 탐구는 탐구의 기반이 되는 원리 자체의 진위가 쟁점이 아니므로, 이 시기의 특징은 성공하는 것이다. 안정적 탐구에서는 뛰어난 인내와 숨씨가 많이 요구되며, 그리고 실제로 추구했던 것들을 대개 성취하게 된다고 말한다.

반면, 유동적 탐구는 안정적 탐구를 통해서 쌓이게 되는 모순을 해결하는 것으로서 안정적 탐구를 이끌었던 원리 자체에 대한 탐구를 말한다. 슈왈프가 “과학은 과학으로서 가르쳐져야 한다”고 말할 때, 이는 과학을 유동적 탐구의 과정으로 인식되어야 함을 강조하는 것이다. 즉, 유동적 탐구에서 “과학은 개념적 혁신에 기초하며, 불확실성과 실패를 통해 전진하고, 유연하고 불확실하며 도달하기 어려운 지식으로 귀착되는 탐구”이다 (Schwab, 1962: 5).

따라서 “유동적 탐구는 실행적이기보다는 새로운 규칙을 만들어내는 것이기 때문에, 또 안내적 원리들이 실패했을 때 작동하는 것이기 때문에, 그것이 따를 수 있는 안내나 방법들을 자체 내에 갖고 있지 못하다. 요약하자면, 유동적 탐구는 발명(invention)<sup>25)</sup>을 해야 하는 것이며 따라서 이전에는 검증되지 않았던 검증을 받아야 하는 것이다. 따라서 유동적 탐구에서의 일반적인 기대는 실패이다.” (Schwab, 1962: 17).

하지만 일련의 원리들이 더 이상 효과적인 문제를 정의하지 못하는 시점이 온다. 그러면 안정적 탐구는 비틀거리게 되고 모순되는 데이터들이 얻어지게 된다. 예를 들어, 생리학에서 하나의 기관이 상이한 상황에서 상이한 기능을 발휘하는 것으로 드러난다거나, 물리학에서 입자가 그것의 전하나 질량과 안정된 관련성을 갖지 않는 형태로 행동하는 것이 발견된다거나 한다. ... 안정적 탐구의 유용성이 소진되는 것이다. 그 원리들은 그것의 용량이 허락하는 만큼 해당 학문의 지식을 산출하였던 것이다. ... 바로 이때가 유동적 탐구의 역할이 발휘되는 시점이다. 유동적 탐구의 과제는 안정적 탐구를 이끌었던 원리들 내에서 무엇이 빠져있는지를 발견하기 위해 그 안정적 탐구의 실패를 연구하는 것이다. 그러면 유동적 탐구는 새로운 개념을 발명하게 되고 그것의 정확성과 가능성에 대해 검증하게 된다. 유동적 탐구의 당면 목표는 해당 학문에 첨가되는 지식 그 자체에 있지 않고, 학문영역을 재정의하고 효과

적이고 안정적인 새로운 탐구의 과정을 안내해 주는 새로운 원리들을 개발하는 것이다. 마이켈슨-몰리 실험에 대한 로렌츠의 주석이 그 예에 해당한다. 그리고 페러데이와 맥스웰의 장 개념의 제안 역시 여기에 해당한다. (Schwab, 1962: 16-17).

물론, ‘그 동안 쌓였던 모순을 해결하고, 개념적 혁신에 기초하고, 새로운 규칙을 만드는’ 등으로 표현되는 이러한 슈왈프의 유동적 탐구는 쿤이 말하는 패러다임의 변화 과정에 대한 서술과 개념적으로 매우 유사하다.<sup>26)</sup> 슈왈프는 이와 같은 안정적 탐구와 유동적 탐구가 번갈아가면서 나타나게 되는데, 그것이 과학적 과정의 중요한 특징이라고 보았다.

#### 4. 탐구로서의 과학 vs 탐구로서의 교수-학습

또한 슈왈프는 ‘탐구로서의 과학(science as inquiry)’과 ‘탐구로서의 교수학습(teaching-learning as inquiry)<sup>27)</sup>’이라는 개념적 구분을 시도하였다. 전자는 ‘무엇을’ 가르치고 ‘무엇을’ 배우기를 기대하는가 라는 수업의 실질적인 초점을 정의하는 것인 반면, 후자는 ‘어떻게’ 교수와 학습이 실행되고 교실활동의 본성 및 탐구기능이 실시되는가를 의미한다. 즉, ‘탐구로서의 과학교육(the teaching of science as enquiry)’은 ‘탐구로서의 과학’과 ‘탐구로서의 교수’를 함께 의미하며, 이러한 두 가지의 의미를 모두 담는 것으로 ‘탐구적인 교실(enquiring classroom)’을 규정하고 있다 (조정일, 1990). 그리고 그는 이러한 이중적 의미의 ‘탐구로서의 과학교육’의 용어는 의도적으로 도입되었다고 말한다. 그리고 탐구적 교실의 조건으로는 탐구로서의 과학을 보여주는 교육자료가 있어야 하고, 또 학생들로 하여금 이러한 자료를 탐구하도록 이끌 수 있어야 한다고 강조한다. 이때, 학생들은 교사와 교과서에 대한 의존으로부터 탈피하여 보다 적극적인 학습자가 되어야 하며, 교과서는 권위의 대상이 아니라 탐구보고서의 성격을 갖는 것이어야 한다고 지적한다. 이때 탐구에 대한 탐구(enquiry into enquiry)가 이루어진다고 말한다.

25) 아이러니컬하게도, 부르너의 이론과 연관되어 슈왈프의 과학탐구론이 간혹 발견학습(discovery learning)과 유사한 것으로 불리는 경우가 있다. 실제로 슈왈프는 발견(discovery)이라는 용어 대신에 발명(invention)이라는 용어를 주로 사용하고, 이는 과학탐구에서 중요한 것은 탐구자가 갖고 있는 개념적 이해이며 탐구를 통해서 얻게 되는 것도 개념적 구성물이라는 주장이다.

26) “위기에 처한 패러다임으로부터 정상과학의 새로운 전통이 태동할 수 있는 새로운 패러다임으로의 이행은 옛 패러다임의 명료화나 확장에 의해서 성취되는 과정, 즉 축적적 과정과는 거리가 멀 것이다. 그러한 변화는 오히려 새로운 기반으로부터 그 분야를 다시 세우는 것으로서, 그 분야 패러다임의 많은 방법과 응용은 물론이고 가장 기본적인 이론적 일반화조차도 변화시키게 되는 재건 사업이다. ... 그런 이행이 완결되었을 때, 그 전문 분야는 그 영역에 대한 견해, 방법, 목적을 바꾸게 될 것이다. ... 새로운 이론의 출현은 과학 활동에서의 어느 전통과의 관계를 깨고 전혀 다른 규칙 아래서 그리고 전혀 다른 대화의 세계 속에서 행해지는 새로운 전통을 도입시킨다는 이유 때문에, 위기는 최초의 전통이 형편없이 어긋나게 되었다고 느껴질 때에 한해서 일어날 수 있다.” (김명자, 1999: 130-131)

27) 또는 탐구로서의 교수(teaching as enquiry)라는 용어를 대신 사용하기도 한다.

“탐구로서의 과학교육(the teaching of science as enquiry)”이라는 표현은 모호하다. 첫째, 이 표현은 교수학습의 과정 자체가 탐구 - 즉 “탐구로서의 교수(teaching as enquiry)” - 인 것을 의미한다. 둘째, 이 표현은 탐구의 과정으로서 과학이 그러지는 수업 - 즉 “탐구로서의 과학(science as enquiry)” - 을 의미한다. 이러한 모호함은 의도적인 것이다. 이 두 가지의 의미가 함께 있을 때 완전한 형태가 되는 것이다. 따라서 완벽하게 탐구적인 교실(enquiring classroom)이란 두 가지 측면을 갖게 될 것이다. 한편으로는 교육자료가 탐구로서의 과학을 보여주는 것이고, 다른 한편으로는 학생들이 이러한 교육자료에 대한 탐구로 이끌어지는 것이다. 학생들은 이러한 부분 요소들을 확인하게 되고, 이들 간의 관계를 알아차리게 되고, 각 요소의 기능에 주목하고, 현재 수행하고 있는 탐구의 장단점을 파악하게 될 것이다. 요약하자면, 그 교실은 탐구에 대한 탐구(enquiry into enquiry)에 참여하게 되는 것이다. ... 학생들에게 이는 수동적이고 유순한 학습 습관과 교사와 교과서에 대한 의존을 버리고 대신 강의와 교과서에 도전하게 되는 적극적인 학습을 함을 의미한다. 강의와 교과서는 더 이상 학습될 정보의 권위적 출처가 아니라 대신 분해되고 분석되는 자료가 되는 것이다. 어떤 형태이든, 탐구하는 교실의 자료는 진리의 선언문이 아니라 탐구의 보고서가 된다. 따라서 학생의 관심은 그들에게 주어지는 어떤 것(something said)이 아니라 행해진 어떤 것(something done)에 맞추어진다. (Schwab, 1962: 65-66, 원문 강조).

5. 의사결정자, 연결고리로서의 교사

슈왓은 교사의 전문성과 지식의 중요성을 특별히 강조하였다 (Hegarty-Hazel, 1990). 기본적으로 교사는 수업의 장면에서 매 순간마다 다양한 실제적 선택을 해야 하며, 이러한 선택의 순간에서 예술적 판단을 하기 위해서는 무엇보다도 전문성과 배경 지식이 중요하다고 강조하였다. 즉, “(학생들에게) 무엇을 해야 하는지를 단순히 말하지 않을 것이며 또 말할 수도 없다... (그리고) 조립라인의 조작자가 아니며 또 그렇게 행동할 수도 없다.”는 것이 교사에 대한 슈왓의 기본적인 생각이었다 (Schwab, 1983).

교사는 예술(art)을 하는 것이다. 무엇을, 어떻게, 누구와, 언제에 대해 선택해야 하는 순간들이 날마다 그리고 매일 다르게 모든 집단의 학생들과 함께 수 백 번씩 존재하는 것이다. 끊임없이 변화하는 상황에 대처하기 위한 방법을 빈번하게 또 즉각적으로 선택해야 하는 상태에서, 이와 같은 예술적 판단을 제어하기 위한 그 어떤 명령과 지시가 만들어질 수 없는 것이다. (Schwab, 1983: 245)

하지만 현장의 교사 및 교육자의 전문적 경험과 지식을 강조하는 이러한 슈왓의 관점은 당시의 과학 교과서 및 교육과정 영역에서는 소위 ‘과학자’와 ‘교육자’ 사이의 적절한 균형의 필요성으로 전환된다. 즉, 무엇을 가르칠 것인가의 문제인 교과서와 교육과정의 문제에 있어서, 1930년대 이후 그 주도권이 대학의 과학자들로부터 전문교육자와 교사의 손에 넘어감으로써 또 다른 극단의 배타적 영역이 될 수 있음을 지적하고 있다.

이러한 새로운 교과서 집필자들은 결코 무능한 사람들이 아니었다. 오히려 반대로, 그들은 교실에서의 그리고 학생들과의 경험을 통해 학자 집필자(academic writer)들이 가질 수 없는 능력들을 갖추게 되었다. 하지만 이전의 교과서 집필자들이 현장 과학자이거나 또는 현장 과학자의 위치에서 한 차례 떨어져 나온 사람이라면, 새로운 집필자들은 교재 본래의 정보 원으로부터 이중으로 떨어져 나온 사람들이었다.<sup>28)</sup> ... 그들의 일차적인 헌신의 영역은 교과의 내용이 아니라 교육과 교사로서의 직업이다. 그들의 가치와 신념은 일차적으로 그들의 고객에 의한 인정에 의존하는 것이지 학생공동체의 인정에 의존하지는 않는다.

이러한 상황에서 과학교과서들은 분명히 훨씬 더 교육가능하고 또 아마도 좀더 학습가능할지는 몰라도, 분명히 그것들이 나타내야 할 지식 영역의 성장과 변화에 있어서는 더욱 무더졌을 것이다. 또한 새로운 탐구 영역에서의 지식들은 대체적으로 무시되었다. (Schwab, 1962: 23)

슈왓은 과학교과서의 집필자 등 과학교육의 담당자들이 현장의 과학탐구와 괴리될 때 새로운 탐구영역에서 축적되는 지식은 무시되기 쉽고 과학교과서의 내용은 아주 천천히 수정되게 되며 그것도 짜깁기 형식이 되기 쉽다고 지적한다.

슈왓은 교사를 본질적으로 상충되는 기대역할을 수행해야 하는 자리로 파악하였다. 그는 이에 대한 듀이의 관점을 전적으로 수용하고 있었다. 즉, 교육은 ‘과거와 현재(past and present)’, ‘개인과 사회(individual and society)’, ‘사고와 행동(thinking and doing)’이라는 상반되는 목표의 쌍둥이들을 연결시켜야 하는 (또는 함께 추구해야 하는) 본질적으로 갈등적 역할을 부여받는 것이다. 특히, 진보적 교육관을 따르면, 교사는 ‘학습자’와 ‘교사’라는 불가능한 역할의 주체이지 않을 수 없다. 즉, 진보적 교사는 “교실을 교육을 받

28) 슈왓은 이전에 현업의 과학자였던 사람이 과학교과서의 집필에 몰두한다면 현업의 과학연구에서 한 차례 떨어져나왔다고 할 수 있는데, 그렇지 않고 대학의 교육전문자나 교고의 교사인 경우 현업의 과학연구로부터 이보다 한 차례 더 멀리 떨어져 있기 때문에 이중으로 떨어져 있다고 말하고 있다. (Schwab, 1962: 23)

29) 듀이는 교육에 대한 6가지의 (즉, ① 학교는 현재의 삶을 위해 교육해야 한다. ② 훌륭한 교육은 변화를 추구해야 한다. ③ 모든 개인들에게 하나의 표준을 강요해서는 안 된다. ④ 인간의 사회성은 피할 수 없는 사실이다. ⑤ 교육의 목표는 환경에 적응하는 수단을 제공하는 것이다. ⑥ 산다는 것은 행하는 것이고, 교육도 실천이어야 한다.) 기본 아이디어들을 제시하고, 이중에서 ①과 ②는 ‘과거와 현재’, ③과 ④는 ‘개인과 사회’, ⑤와 ⑥은 ‘사고와 행동’라는 서로 상반되지만 서로 연결되고 동시에 추구되어야 할 목표의 쌍으로 보았다. (Schwab, 1978: 180-182에서 재인용)

추하는 기회이자 수단으로서 그리고 성찰을 행동으로 전환시키는 실험실로서 사용한다”는 의미에서 스스로가 학습자이다. 물론 동시에 자신의 학생들을 보다 높은 실용적 지적 공간(pragmatic intellectual space)의 수준으로 이끄는 것을 목표로 하는 교사이어야 한다는 것이다.

## VI. 맺는 말

앞에서 우리는 슈왓의 일생과 업적 그리고 과학교육과 관련된 그의 주요 개념 및 사상에 대해 살펴보았다. 전체적으로, 슈왓은 - 틴달, 헉슬리, 암스트롱, 호그벤 등 19세기 및 20세기 초중반의 대표적 과학교육자들과 유사하게<sup>30)</sup> (송진웅, 2001; 송진웅, 조숙경, 2001; Song & Cho, 2003; 송진웅, 2006) - 과학자로 출발하여 교육의 문제에 관심을 가진 뒤 과학교육자 및 교육학자로 변신하였다. 그리고 과학탐구 등 과학교육은 물론 교육과정론 등의 교육학에 관련하여 그가 주장하였던 여러 내용들은 탐구활동으로서의 과학의 본질, 과학이라는 특정 학문분야를 가르치기 위한 틀로서의 교육과정 등 연구과학자로서의 개인적 경험과 철학에 크게 기초하고 있었다.

동시에 슈왓은, 앞에서 이미 언급한 대로 토마스 쿤과 유사하게, 대학 교양교육의 개혁 시기에 그가 참여하게 되었던 역사·철학·사회학 등의 과학에 대한 인문사회학적 접근에 대한 새로운 혁신과 개혁들로부터 큰 영향을 받았다. 연구과학자로서의 경험에 더하여, 인문사회적 전문성을 겸하게 됨으로써 과학과 교육이라는 이질적인 학문 분야들을 포괄하는 통찰을 가질 수 있게 된 것으로 보인다.

한편, 과학에 대한 슈왓의 관점은 오늘날의 구성주의적 관점과 매우 유사하다. 그는 사실이란 주어진 ‘자명한 그 무엇’이 아니라 그것에 대해 ‘생각하는 사람에 의존하는’ 것으로서 그 사람이 갖는 개념과 조작에 달려 있다고 지적한다. 또한 그는 “개념은 탐구의 즉각적인 열매가 아니라 그것을 이끄는 원리”라고 말한다. (Schwab, 1962: 13)

요약하자면, 탐구의 긴 과정에서 우리가 추구하는 사실과 그

것에 부여하는 의미라는 것은 사실에 앞서 만들어지는 의사결정인 것이다. 따라서 어느 한 시점에서의 과학적 지식은 ‘그러한(the)’ 사실에 기초하는 것이 아니라 ‘선택된’ 사실에 기초한다 - 그리고 그 선택이란 탐구의 개념적 원리에 기초한다. 뿐만 아니라, 탐구를 통해 성취된 지식은 단순히 그 사실들에 대한 지식이 아니라 해석된 사실들에 대한 지식인 것이다. (Schwab, 1962: 14)

20세기 초 암스트롱의 발견적 교수법<sup>31)</sup>이 영국의 초중등 학교에 확산되면서 이러한 학생 실험활동 중심의 학교 과학교육의 개편은 미국으로 확산되었다. 하지만, 지나치게 실험실 활동을 강조함으로써 학생의 학습시간이 필요 이상으로 실험실습 활동 자체에 낭비된다는 비판과 과학이 학생과 사회의 필요에 무관하게 아카데미한 형태로 제한되었다는 비판이 제기되면서 (Ministry of Education, 1919; 송진웅, 1999), 20세기 초반의 세계 대전을 거치면서 과학과 사회에 대한 인식이 지식인층에 확산되었다. 이러한 과정에서 등장한 것이 영국의 ‘과학시민의식’ 운동과 미국의 생활중심 과학교육 사조였다 (예: 송진웅, 2001). 1920-50년대 영국의 사회중심 과학교육과 미국의 생활중심 과학교육의 사조에서 드러난 과학지식의 파편화와 응용 위주의 학습에 의한 개념구조 부재의 문제점을 극복하기 위해 등장하였던 것이 1960-70년대 과학교육혁신기의 탐구중심 과학교육 사조라 할 수 있다 (Matthews, 1994).

슈왓의 과학교육 및 과학탐구에 대한 개념과 이론적 토대는 1950년대 말 스푸트니크 발사로 촉발되었던 미국의 국가적 위기의식과 결합되면서, 초중고등학교에서의 과학교육의 이상을 탐구중심, 실험중심, 활동중심 등으로 획기적으로 전환시켰다. 이제 전 세계의 과학 교육과정과 교과서들은 탐구를 가장 중요한 요소로 포함하게 되었으며, 탐구를 제외하고는 과학교육 자체를 논할 수 없을 정도가 되었다. 슈왓이 추구했던 것은 ‘과학다운 과학’이었고, 이러한 지극히 당연한 과학교육의 본질을 위해 당시의 과학교육을 철저하게 비판하고 또 혁신적인 변화를 요청하였다. 바로 이러한 점에서, 우리는 슈왓을 함의적이지만 혁신적인 개혁가라 부를 수 있을 것이다. 그리고 그의 과학탐구론은 20세기 과학교육의 분수령이었으며, 그

30) 본 논문에서 다루고 있는 1960년 과학교육 혁신기까지의 과학교육은 주로 스스로 과학연구자였던 일부의 뛰어난 과학자들이 다양한 계기를 통해 교육의 문제에 관심을 갖게 된 이후 과학교육자의 역할을 적극적으로 수행하였던 반면, 1970년대 이후에는 미국 및 영국 등에 과학교육학 대학원 과정들이 개설되고 이를 통해 과학교육 전문가들이 양성됨으로써 과학자가 아닌 전문적인 과학교육연구자들이 그 역할을 대신하게 되었다는 것이 연구자의 판단이다.

31) 사실 여러 가지 측면에서 과학탐구에 관한 슈왓의 생각과 이보다 반세기 이전에 등장하였던 암스트롱의 발견적 교수법(Heuristic method) 사이에는 유사성이 존재한다. 산업혁명 이후 신흥 산업혁명 국가들(특히 독일)에 비해 경쟁력이 떨어지던 빅토리아 시대 말기에 등장한 암스트롱의 발견적 교수법과 제2차 세계대전 이후 소련에 비해 군사경쟁력이 뒤떨어진 냉정시대에 미국에서 등장했던 슈왓의 과학탐구론은 앞으로 보다 철저한 비교연구의 대상이 될 것이다.

이전과 이후의 과학교육은 본질적으로 동일하지 않다고 말할 수 있겠다.

물론, 이러한 슈왓의 과학탐구에 대한 이상이 실제로 실천되었고 또 실천되고 있는가는 별개의 문제이다. 슈왓이 다양성을 가장 중요한 과학의 본성의 하나로 강조하였음에도 불구하고, 과학교육의 현장에서는 ‘문제발견→가설설정→탐구설계→탐구수행→가설검증’의 과정이 마치 유일한 과학탐구의 방식으로 인식되고 있다. 슈왓이 개념적 발명(conceptual invention)을 강조하였음에도 불구하고, 흔히 과학의 탐구를 존재론적 실체에 대한 발견으로 생각하는 경향이 많다. 슈왓이 수사학적 결론으로서의 과학의 교육을 경계하고 그 부정적 결과에 대해 경고하였음에도 불구하고, 최종적인 진리로서의 과학의 이미지는 과학탐구와 함께 끊임없이 소통되고 있다. 흔히 역사상 위대한 사상가의 생각은 그 제자들과 후대의 추종자들에 의해 확대 해석되고 때때로 그 가장 핵심적인 부분마저 왜곡된 형태로 후대에 전달되곤 한다.<sup>32)</sup> 바로 이러한 이유에서, 우리는 지금의 과학교육의 진화와 실천에 영향을 미쳤던 역사적 과학교육자들을 발굴하고 그 역사적 의의를 점검하고 재해석할 필요가 있다. 기본적으로 본 논문은 과학교육의 역사적 고찰을 위한 이러한 노력의 한 사례에 해당한다.

본 논문은 20세기 과학교육에 가장 핵심적 개념인 과학탐구 이론의 주창자였던 슈왓의 일생과 활동 그리고 그의 과학교육에 대한 중심 개념들을 살펴보았다. 하지만, 이러한 노력이 그의 활동과 사상을 20세기 과학교육사 및 20세기 중반의 과학교육 개혁 운동의 역사적 사회적 맥락 속에서 본격적으로 살펴본 것으로 보기에는 여전히 부족한 부분이 많다. 아마도 이를 위해서는 암스트롱의 발견적 교수법과 슈왓의 과학탐구론의 비교와 역사적 관련성 분석, 1930-40년대 미국 대학의 교육혁신 운동과 과학의 인문사회학적 접근에서의 슈왓과 쿤의 역할, 듀이와 부르너 등의 교육이론과 슈왓의 과학탐구론의 관계 등에 대한 보다 치밀한 분석과 해석이 뒤따라야 할 것이다. 본 논문이 이러한 추가적인 관련 연구들에 대한 연구자들의 관심을 촉발하는 계기가 되었으면 한다.

### 국문 요약

흔히 조셉 슈왓은 20세기 과학교육의 가장 중요한

키워드라 할 수 있는 과학탐구론의 주창자로 여겨진다. 본 연구는, 문헌조사의 방법에 기초하여, 슈왓의 과학교육자 및 교육학자로서의 그의 생애를 간략히 요약하고 또 주요 쟁점들을 중심으로 그의 과학 및 과학교육에 대한 사상들을 되돌아 보았다. 뛰어난 과학자로 출발하였다가 나중에 교육의 활동에 참여하였던 1950년까지의 다른 유명한 과학교육자들과 같이, 슈왓은 본래 유전학 전공의 과학자였으나 이후 교육 개혁, 교육과정 연구, 과학교육에 집중하였다. 그의 학문적 관심은 다양한 분야에 걸쳐 폭넓은 것으로서, 생물학과 과학으로부터 역사, 철학, 교육에 걸치는 것이었다. 그의 과학탐구 이론의 핵심은 ‘과학을 과학답게 가르치는’ 것이며 이를 이루는 가장 좋은 방법은 ‘과학을 탐구로 가르치는’ 것이다. 하지만 그는 ‘과학을 탐구로 가르치기’ 위해서는 ‘탐구로서의 과학’과 ‘탐구로서의 교수’ 그리고 ‘안정적 탐구’와 ‘유동적 탐구’에 대한 섬세한 개념적 구분이 필요하다고 주장한다. 과학교육과 교육학 일반에 걸친 그의 많은 아이디어들은 자신의 과학탐구의 개념에 기초하고 있으며, 이는 과학의 다양성, 교과서, 교육과정, 교사의 역할 등 다른 그의 주요 개념들의 기초가 된다. 요약하자면, 슈왓은 과학교육의 합리적 개혁을 이끌었던 학자로 특징지어질 수 있으며, 여기서 합리적 개혁이란 과학교육의 본성과 그 지향점을 파악하고 이를 위하여 해당 학문 영역에 대한 구체적이고 실제적인 안내를 통해 실질적인 변화를 이끌고자 하였다는 의미이다. 그럼에도 불구하고, 일부 그의 주요 아이디어는 그 추종자들에 의한 상당한 왜곡을 지닌 채 후대에 전해지고 있다.

### 참고 문헌

- 강신웅 (1998). “교육과정 이론”. 서울대학교 교육연구소(편). *교육학 대백과사전*. 서울: 하우동설, 504-512.
- 교육부 (1999). *중학교 교육과 과정 해설 (III) - 수학, 과학, 기술가정*. 서울: 교육부.
- 김명자(역) (1999). *과학혁명의 구조*. 서울: 까치글방.
- 김찬중, 채동현, 임채성 (1999). *과학교육학개론*. 서울: 북스힐.
- 송진웅 (1999). 영국에서의 과학-기술-사회 교육의 태동과 발전 과정(I). *한국과학교육학회지*, 19(3), 409-427.
- 송진웅 (2001). 1930-50년대 영국의 ‘과학시민의식’

32) 예컨대, 앞 단락에서의 슈왓의 경우에 대한 사례들과 함께, 암스트롱이 과학활동의 수단으로서 값싼 작업실(workshop)과 일상용 품들을 강조하였지만, 그의 아이디어는 오히려 현대적 실험실 및 실험기구의 확충을 위한 근거로 많이 인용되었다. 피아제는 발달 단계에 따른 아동의 인지적 특성에 관심을 두었지만, 이후의 많은 연구자들은 특정한 발달단계가 나타나는 구체적인 연령의 확인에 관심을 두었다. 이와 같은 사례들은 대부분의 역사적 과정에서 일반적으로 나타나는 특징이기도 하다.

운동과 L. Hogben의 Science for the Citizen. 한국과학교육학회지, 21(2), 385-399.

송진웅 (2006). 에릭 로저스(1902-1990): 20세기 물리교육의 징검다리. 새물리, 53(4), 296-308.

송진웅, 조숙경 (2001). 영국 학교 과학교육의 개척자 T. H. Huxley: 생애와 활동을 중심으로. 한국과학교육학회지, 21(1), 38-58.

이흥우 (1998). "교육과정: 개관". 서울대학교 교육연구소(편). 교육학 대백과사전. 서울: 하우동설, 531-543.

정진우 (역) (1999). 과학교육사. (원저) G. E. DeBoer (1991). A History of Ideas in Science Education: Implications for Practice. New York: Teachers College Press.

조정일 (1990). 탐구로서의 과학학습의 본질과 탐구 과학교육을 위한 제 조건들의 변화. 한국과학교육학회지, 10(1), 65-75.

조정일, 이현욱 (편저) (1997). 생물학 탐구의 원리. 서울: 교육과학사.

조희형, 박승재(2001). 과학론과 과학교육. 서울: 교육과학사.

American Association for the Advancement of Science (1993). Benchmarks for Science Literacy. New York: Oxford University Press.

Cochran, K. F., & Jones, L. L.(1998). The subject matter knowledge of preservice science teachers. In B. J. Fraser, & K. G. Tobin (Eds.), International Handbook of Science Education (pp.707-718). London: Kluwer Academic Pub.

DeBoer G. E.(1991). A History of Ideas in Science Education: Implications for Practice. New York: Teachers College Press.

Finegold, M., & Avital, S. (1976). Enquiry, discovery and research: terminology and meaning. Educational Studies in Mathematics, 7, 389-397.

Hegarty-Hazel, E. (Ed.)(1990). The Student Laboratory and the Science Curriculum. London: Routledge.

Helms, J. V., & Carlone, H. B. (1999). Science education and the commonplaces of science. Science Education, 83, 233-245.

Hutchins, R. M. (Ed.) (1952). Great Books of the Western World (54 volumes). Chicago: Encyclopaedia Britannica.

Jackson, P.(1992). Conceptions of curriculum and curriculum specialists. In P. Jackson (Ed.), Handbook of Research on Curriculum, (pp.3-40). New York: Macmillan.

Jenkins, E. W., & Swinnerton, B. J. (1998). Junior School Science Education in England and Wales Since 1900. London: Woburn Press.

Matthews, M.(1994). Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science. London: Routledge.

Millar, R., & Osborne, J. (1998). Beyond 2000: Science education for the future. London: King's College London.

Ministry of Reconstruction (1919). National Science in British Education. London: HMSO.

National Research Council (2000). Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning. Washington DC: National Academy Press.

Niaz, M. (2001). Understanding nature of science as progressive transitions in heuristic principles. Science Education, 85, 684-90.

Niaz, M., Aguilera, D., Maza, A., & Liendo, G. (2002). Arguments, contradictions, resistances, and conceptual change in students' understanding of atomic structure. Science Education, 86, 505-525.

Pinar, W. F. (1975). Curriculum Theorizing: The Reconceptualists. Berkeley: McCutchan.

Piner, W. F., Reynolds, W. M., Slattery, P., & Taubman, P. M. (1995). Understanding Curriculum: An Introduction to the Study of Historical and Contemporary Curriculum Discourses. New York: Peter Lang Pub. (김복영 등 (역)(2001). 교육과정 담론의 새 지평. 서울: 원미사.)

Qualification and Curriculum Authority (1999). Science: The National Curriculum for England. London: DEE & QCA.

Rudolph, J. L. (2002). Scientists in the Classroom: The Cold War reconstruction of American science education. New York: Palgrave.

Schwab, J. J. (1949). The Nature of Scientific Knowledge as Related to Liberal Education. Journal of General Education, 3, 245-266.

Schwab, J. S. (1962). The Teaching of Science as Enquiry. In J. J. Schwab, & P. F. Brandwein. The Teaching of Science, (pp.1-103). Massachusetts: Harvard University Press.

Schwab, J. J.(1964). The structure of the disciplines: Meanings and significances. In G. W. Ford & L. Pugno (Eds.), The structure of knowledge and the curriculum, (pp. 1-30). Chicago: Grand McNally.

Schwab, J. J. (1969). The Practical: A Language for Curriculum. School Review, 78, 1-23.

Schwab, J. J. (1971). The Practical: Arts of Eclectic. School Review, 79, 493-542.

Schwab, J. J.(1973). The Practical 3: Translation into Curriculum. School Review, 81, 501-522.

Schwab, J. J.(1978). Education and the structure of the disciplines. In I. Westbury, & N. J. Wilkof (Eds.), Science, Curriculum & Liberal Education, (pp. 229-272).

Chicago: University of Chicago Press.

Schwab, J. J.(1983). The Practical 4: Something for Curriculum Professors to Do. *Curriculum Inquiry*, 13, 239-265.

Song, J., & Cho, S-K. (1999). Practical work in British school science during the second half of the 19th century. *한국과학교육학회지*, 22(5), 970-990.

Song, J., & Cho, S-K. (2003). John Tyndall(1820-1894), Who Brought Physics and the Public Together. *한국과학교육학회지*, 23(4), 419-429.

Song, J., & Cho, S-K. (2004). Yet Another Paradigm Shift?: From Minds-on to Hearts-on. *한국과학교육학회지*, 24(1), 129-145.

Tamir, P.(1998). Assessment and evaluation in science education: Opportunities to learn and outcomes. In B. J. Fraser, & K. G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education*, (pp. 761-789). London: Kluwer Academic Pub.

Westbury, I., & Wilkof, N. J.(Eds.) (1978a). Joseph J. Schwab: Science, Curriculum, and Liberal Education. Chicago: The University of Chicago Press.

Westbury, I., & N. J. Wilkof, N. J. (1978b). "Introduction". In I. Westbury, & N. J. Wilkof (Eds.), Joseph J. Schwab: Science, Curriculum, & Liberal Education, (pp. 1-40). Chicago: The University of Chicago Press.