

영국에서의 과학-기술-사회 교육의 태동과 발전 과정(I)

- 19세기 초반에서 20세기 중반까지를 중심으로 -

송진웅

(대구대학교 과학교육학부)

The Process of the Quickening and Development of Science-Technology-Society Education in the United Kingdom (I)

- Between the Beginning of the 19th Century and the Middle of the 20th Century -

Jinwoong Song

(Division of Science Education, Taegu University)

ABSTRACT

The aim of this study was to illustrate how STS-related ideas in science education have been developed historically in the context of British education, particularly focused on the period of the 19th century and the first half of the 20th century. It has been hardly considered that the basic ideas of the STS education, one of the two paradigms of current science education together with constructivism, can be traced back to the beginning of the school science education itself, far beyond some of the programs which are largely regarded as the first-developed STS programs in Britain, such as *Science in Society* and *SISCON*. The movement of Mechanics' Institute during the first half of the 19th century would be the first systematic attempt to bridge the gap between the knowledge of pure science and its practical applications, although the main target was working-class adults rather than school pupils. At the end of the first half of the 19th century, this application-focused approach of science teaching was echoed in the elementary schools by Richard Dawes, one of the early experimenters of school science. The second half of the century was in large the period of the establishment of science as one of the core elements of school curriculum, mainly by emphasizing the aspect of pure science as a means for mental training. During this period, the elements of STS education-related appeared in the subject called 'Object Lesson' in elementary schools which was practically a separate subject from those of science. After the turn of the century, triggered by the experience of World War I, the growing appreciation of the impacts of science upon society and of the necessity of the teaching of science for wider audience gave a great impact towards two new main movements, i.e. for General Science and Citizen Science. The later illustrates a typical example of the STS movement in school science during the first half of the 20th century, particularly driven by the socialistic ideas towards the relation between science and society.

Key words : STS education, history, 19th century, Britain, R. Dawes, object lesson, citizen science, L. Hogben

*1999년 5월 11일 받음.

**이 논문은 1997년도 한국학술진흥재단의 대학교수 해외파견 연구지원에 의하여 연구되었음.

I. 연구의 배경 및 내용

1980년대 이후의 세계 과학교육을 특징짓는 것으로서 중요한 두 가지 패러다임을 든다면, 그 중 하나는 학생의 과학 관련 오개념들을 조사하고 이의 효과적인 교정을 위한 개념변화의 과정을 탐색하는 구성주의(constructivism) 과학교육 운동(예, Driver, 1983; Black & Lucas, 1993; Driver et al., 1994)과, 다른 하나로는 학교 과학교육을 전통적인 과학자 양성 중심의 학문적 접근에서 탈피하여 보다 광범위한 사회·기술적 맥락 속에서 이해시키고 그 관련성을 학습시키고자 하는 과학-기술-사회(STS) 교육 운동이라 할 수 있겠다(예, Cheek, 1992; Solomon, 1993; Solomon & Aikenhead, 1994).

이중, 구성주의 과학교육 운동은 학생들이 과학 내용을 학습할 때 경험하게 되는 공통적인 어려움의 인식론적·심리학적 원인을 추적하고 과학 내용을 효과적으로 학습하기 위한 과정에서 고려해야 할 교수·학습적 요인들을 밝히는 데 초점을 맞추고 있다. 반면, STS 교육 운동은 기본적으로 전통적인 과학교육의 목표에 대한 대안을 제시하고 학교 과학교육의 범위를 재규정하며 이를 효과적으로 교육하기 위한 다양한 교수·학습 전략을 탐색한다는 의미에서, 학교 과학교육에 대한 보다 포괄적인 문제제기를 하고 있다고 할 수 있겠다.

영국의 교육성(DfE, 1995)은 「과학국가교육과정 (Science in the National Curriculum)」에서 '일상 생활 속의 과학(science in everyday life)'라는 제목 하에 학생들이 16세¹⁾가 되는 시점까지 다음과 같은 사항들을 성취해야 한다고 강조하면서 과학교육의 STS적 측면을 강조한 바 있다.

- 과학이 활용되고 사용되는 방식을 고려하고, 과학과 기술의 발전이 개인과 사회 그리고 환경에 미치는 긍정적 및 부정적 측면들을 평가한다.
- 과학의 활용이 건강과 삶의 질에 미치는 영향을

평가하기 위해 과학의 지식과 이에 대한 이해를 활용한다.

- 과학의 지식과 이에 대한 이해를 생물과 환경을 돌보는 것에 관련짓는다.
- 우선 순위를 고려하여 에너지 문제에 대해 의사 결정을 하고 이와 관련된 사회적 환경적 요인들을 고려한다.
- 산업적, 사회적, 환경적 쟁점들 그리고 이에 포함된 윤리적인 딜레마를 제기할 때 과학의 능력과 그 한계를 고려한다.

이러한 STS를 강조하는 쪽으로의 과학교육의 방향성은 대부분의 서구 국가들에서 지난 20여 년간 나타난 공통적인 현상이기도 하다(예, NSTA, 1982 & 1991; Yager, 1993).

1990년대 이후 우리 나라에서도 STS교육의 도입에 대한 활발한 논의와 연구가 진행되어 왔다(예, 조정일, 1991; 정완호 등, 1993; 조희형, 1994; 송진웅, 1995; 최경희, 1996; 조희형·최경희, 1997). 그리고 최근의 우리 나라 교육과정의 개정도 이러한 방향으로 이루어졌다고 할 수 있겠다. 예컨대, 제6차 과학 교육과정의 「공통과학」은 STS적 성격을 띠는 내용과 소재로 구성되었으며(교육부, 1995; 한국과학교육학회, 1996), 제7차 과학 교육과정의 「생활과학」은 학교 과학교육에서의 보다 본격적인 STS적 측면의 도입이라고 할 수 있겠다(교육부, 1998).

본 연구는, 이러한 배경에서, "현재의 STS교육은 어떤 역사적 과정을 통해 지금의 모습에 도달하게 되었는가?"라는 질문에 대해 학교 과학교육의 역사가 깊고 또한 가장 먼저 STS교육 운동을 실천하였던 영국의(특히, 본 논문에서는 19세기 초반부터 20세기 중반까지의) 경험을 추적하고 분석하고자 한다.

사실, 영국 과학교육의 전반적인 역사를 조망한 훌륭한 연구물로서 이미 여러 권의 단행본이 출판된 바 있으며(예, Turner, 1927; Layton, 1973 &

1) 의무교육이 종료되는 연령으로서 O-level 시험을 치르게 된다. 이후 학생들은 자신들의 장래 계획에 따라 - 특히, 대학진학을 희망하는 경우 - 일반적으로 A-level이라는 2-3년간의 보다 전문화된 대학준비과정 성격의 교육을 받게 된다.

1984: Jenkins, 1979; McCulloch et al., 1985).²⁾ 또한 19세기 이후의 과학·기술 교육을 보다 광범위한 사회적 배경과 함께 추적한 뛰어난 연구물들도 존재한다.³⁾

그런데, 흔히 많은 과학교육자들은 STS교육의 역사를 20-30년 정도로 보는 경향이 있다. 예컨대, SATIS의 개발자였던 A. Hunt조차도 그 역사를 *Science in Society* 프로젝트(Lewis, 1981)가 시작된 1970년대 후반부터로 잡고 있다 (Hunt, 1994). 그리고, 이러한 관점은, 일부 부분적인 예외를 제외하고는 (예, Heward, 1980; McCulloch, 1987), STS교육의 역사적 측면에 대한 체계적인 연구가 국내·외에서 거의 이루어지지 않은 현실을 반영하는 것이며, 동시에 학교 과학교육 개혁 운동의 한 줄기로서의 STS교육의 성격과 범위에 대한 상대적으로 제한된(limited) 관점을 반영하고 있는 것이라 할 수 있겠다.

조희형(1996)은 1910-50년대의 진보주의 교육사상에 기초한 과학교육과 현재의 STS 교육사상에 기초한 과학교육 사이에는 근본적인 차이가 존재하며, 그 차이는 전자가 생활주변의 주제(主題)를 교육과정의 내용으로 선정·조직한 반면, 후자는 기술과 사회 및 생활주변의 경험들을 소재(素材)로서만 이용한다고 설명하고 있다. 이러한 설명은 양 시기의 과학교육의 일반적 특성을 분명하게 특징화하였다는 점에서 매우 유익한 시도라고 할 수 있겠다. 하지만, 동시에 지금까지 이루어졌던 STS적 접근의 다양성을 고려할 때 - 예컨대, 과학의 역사적 사회적 측면을 보다 강조하였던 *SISCON* (Addinell & Solomon,

1983), 과학과 산업기술의 관계에 보다 초점을 맞추었던 *Science in Society* (Lewis, 1981), 과학의 응용을 통한 과학적 개념의 교육을 지향하였던 *Salter's Science* (UYSEG, 1991): 과학의 본성과 과학 내용의 학습을 동시에 추구하였던 *SATIS*(Hunt, 1988) 등 -, 이러한 구분은 STS교육의 의미와 성격에 대해 보다 제한된 관점을 취하고 있다고 볼 수 있겠다.

반면, 본 연구에서는 보다 확장된(extended) 의미에서의 STS교육의 역사적 뿌리를 추적하고자 한다. 즉, 현대의 대표적 STS교육 프로그램들의 공통적 특징을 - 즉, 과학을 그것의 응용성이나 생활 및 사회문제와의 관련성을 통해 교육하고자 하였던 - 반영하고 있는 시도들이 영국 과학교육의 역사에서 어떤 것들이 있었으며, 이러한 시도들이 당시의 교육 및 과학교육의 상황과 어떻게 연관되어 있었는가, 그리고 이러한 변화들이 학교 과학교육의 목표와 역할에 대한 어떤 관점들을 반영하는 것이었는가 등을 중심으로 논의하고자 한다.

이를 위해, 본 연구에서는 20세기말까지의 영국의 과학교육의 역사를 크게 다음의 5단계로 구분하여 살펴보고자 한다: 제 1단계 (19세기 전반 - 과학교육의 태동기), 제 2단계 (19세기 후반 - 과학교육의 정착기), 제 3단계 (20세기 전반 - 과학교육의 확장기), 제 4단계 (20세기 중·후반 - 과학교육 혁신기), 제 5단계 (20세기말 - 과학교육 전환기).⁴⁾ 특히, 본 논문에서는 이중 처음 3단계 동안의 STS교육 관련 내용에 대해 살펴볼 것이다.

2) Turner(*History of Science Teaching in England*, 1927)는 20세기 전반까지의 과학이 대학과 초중등 교육에 도입되어 정착되는 과정에 대해 최초로 종합적 개관을 하였으며, Layton(*Science for the People*, 1973)은 19세기 중·후반의 영국의 과학교육을 특히 당시의 사회적 배경과 함께 추적하여 영국과학교육사의 대표적인 고전이 되었으며, Jenkins(*From Armstrong to Nuffield*, 1979)는 20세기 초부터 1960년대의 Nuffield 과학교육 개혁운동까지의 역사를 살펴보았으며, Layton(*Interpreters of Science*, 1984)은 20세기 영국 과학교육에서 가장 중심적인 역할을 하였던 영국과학교육협회(ASE)의 역사를 개관하였다. 그리고 McCulloch et al. (*Technological Revolution?*, 1985)은 제2차 세계대전 이후 영국 학교 과학교육과정의 변천과정을 사회역학적 구조의 측면에서 추적하였다.

3) *The Organisations of Science in England* (Cardwell, 1957), *South Kensington to Robbins* (Argles, 1964), *Days of Judgement* (MacLeod, 1982) 등을 대표적인 예로 들 수 있겠다.

4) 영국의 교육 일반에 대한 시대구분은 여기에서의 구분과 상당히 다를 수 있다. 예컨대, Lawson & Silver(1973)는 중요한 교육법의 입법 시기를 기준으로 1780-1830, 1830-1869, 1869-1900, 1900-1938 등으로 구분하였다. 하지만, 과학교육을 중심으로 생각한다면, 19세기초의 Birkbeck 등에 의한 Mechanics' Institute 설립 운동, 1851년의 런던대박람회(Great Exhibition) 개최 및 1853년 과학기술부(DSA)의 설립, 1901년 사립학교과학교사협회(APSSM)의 설립, 1960년대의 Nuffield 교육과정의 개발 등을 고려할 때, 본 연구에서 나누는 시대구분이 보다 적절할 것으로 판단된다.

II. 19세기 전반 - 과학교육의 태동기

영국의 대표적인 STS교육 연구자인 Solomon (1993)은 영국에서의 STS 사상의 뿌리로 멀리 17세기까지 거슬러 올라간다. 그 예로 당시 대법관이었으며 왕립학회(Royal Society)의 창립 멤버였던 Francis Bacon을 들면서, 그가 당시의 국왕 제임스 1세에게 과학의 응용성을 많이 권고하였다고 지적하고 있다. 하지만, 적어도 18세기까지는 전반적으로(대학을 제외한) 학교에서 과학이 실제적으로 교육되었다고 보기 매우 어렵다. 따라서 이 시기 이전까지는 학교 교육과의 관련성 속에서 STS교육의 역사를 논의하는 것은 부적절하다 하겠다.

19세기 전반 영국의 아동들이 받았던 교육은 그들의 사회적 계층과 성별에 따라 상당히 달랐다. 대부분의 노동자 계층의 자녀들이 다녔던 학교의 교육과정은 그 범위가 협소하였으며, 과학과 관련된 내용은 기계공학(mechanical)에 집중되었다. 3R⁵⁾도 가르치지기는 했으나 종교교육이나 도덕교육이 교육과정의 대부분을 차지하였는데, 이는 가난한 계층 출신의 아동들이 주어진 삶의 사회적 지위를 수용하고 현존하는 사회적 계층구조에 도전하지 않는 온순한 노동자로 성장하기를 희망하였기 때문이었다 (Lawson & Silver, 1973; Browne, 1991).

이러한 시대적 배경 하에서 19세기 전반을 통해 영국의 전역에서 광범위하게 전개되었던 노동자 계층을 위한 교육기관의 설치 운동이 전개되었는데, 이를 '기계공학 운동(Mechanics' Institute movement)'이라 부른다 (예, Hudson, 1851).

이 운동은 산업혁명 이후 급격하게 성장한 노동자 계층의 교육에 대한 사회적 욕구에 부응하며 동시에 과학의 기본적 원리에 대한 교육을 통해 자신들의 직업적 전문성을 향상시키기 위한 - 정부의 지원이나 개입이 배제된 - 자발적 교육운동이었다 (Cardwell, 1972; Roderick & Stephens, 1972). 하지만, 비록 그것이 STS교육의 기본정신과 상당한 부분에서 관련 있다고 하더라도, 기계공학은 기본적으로 성인을 대상으로 한 교육기관이었던 만큼 학교교육의 범주 내에서의 STS교육의 역사적 뿌리를 탐색하는 본 연구의 범주를 벗어난다고 하겠다.

19세기 전반 영국 교육자들 중에는 과학에 대해 전향적인 사고를 가졌던 개혁적 인물들이 일부 있었는데, 이들은 유아교육 및 초등교육에서 4R⁶⁾ 이외에도 자연사(natural history)와 같은 기타 교과들을 포함시키도록 교육과정을 확장하려고 노력하였다. 1816년 Robert Owen⁷⁾은 자신의 유아학교 교육과정에 자연사를 포함시켰는데, 이는 노동자 계층의 아동들이 폭넓은 교육과정으로부터 도움을 받을 수 있을 것이라는 믿음에 기초한 것이었다. 자신의 면공장에서 일하던 노동자들의 자녀들을 대상으로 하였던 Glasgow 근처의 New Lanark에 있었던 유아학교의 교육과정은 읽기, 쓰기, 셈하기, 바느질, 지리, 역사, 종교, 노래하기, 춤추기, 그리고 자연사로 구성되었다. 이 학교의 학습 환경은 아동들의 흥미를 돋우고 학습을 자극할 수 있도록 계획되었으며, 페스타로치의 실물교수⁸⁾(object lesson)론이 주된 교수법으로 사용되었다 (Browne, 1991).

초등학교에서의 과학은 19세기 중반 이전에 일부

5) reading (읽기), writing(쓰기), arithmetic(셈하기)

6) 3R + religion(종교)

7) Owen(1771-1858)은 Montgomeryshire의 Newtown에서 출생하였으며, 11세 때 학교를 마치고 포목점에서 견습공 생활을 시작하였다. 이후 뛰어난 사업능력을 발휘하여 1790년에 방직업자가 되었으며 1799년에는 동업자와 함께 방직공장을 운영하기 시작하였다. Owen은 특히 사회주의자로서 교육을 통한 사회의 개혁에 관심이 많았으며, 1818년 그는 유럽 대륙의 Yverdon에 있던 Pestalozzi 학교를 직접 방문하기도 하였다. 그는 그곳의 교육방식에 크게 감동하고 자신의 유아학교에 이를 적용하였을 뿐만 아니라 두 아들을 그곳으로 보내 교육시키기도 하였다 (Barnard, 1961: 37-39).

8) object lesson은 흔히 사물학습, 사물교육, 실물학습, 실물교수 등으로 다양하게 번역되어 사용되고 있다 (예, 정병훈, 1994). 본 연구자의 견해로는, object lesson이 단순히 특정 사물에 대해 언어적으로 가르치고 배우는 것이 아니라 이에 대한 감각적 경험적 활동을 통해 학습시키는 것을 목표로 삼았다는 점에서 object를 '사물'이 아닌 '실물'로 번역하는 것이 보다 타당할 것으로 보인다. 또한, 여기에서와 같이 object lesson이 특정 교수법을 지칭할 경우에는 '실물교수' 혹은 '실물교육' 등으로 번역하는 것이 타당하며, 1880-90년 대의 영국의 초등학교 교육과정에 도입된 것과 같이 하나의 교과목 이름의 의미로 사용될 때에는 '실물학습'이라고 번역하여 사용하는 것이 보다 정확한 의미를 전달할 것으로 판단된다.

학교에서 교육되기 시작하였으며, 특히 1840-50년대는 '일상적 사물의 과학적 원리의 이해(understanding scientific principles of everyday things)'와 '논리적 사고의 개발(the development of logical thinking)'을 위한 것으로 크게 대별될 수 있겠다 (Uzzell, 1978). 그리고 이와 관련하여 Richard Dawes와 John Stevens Henslow의 활동에 대표적으로 주목할 필요가 있다.

Dawes와 Henslow는 모두 케임브리지 대학을 우수한 성적으로 졸업한 사람으로서 각자의 지역에서 교육에 대한 실험을 할 수 있도록 교회에 확실한 자리를 갖고 있었다⁹⁾. 이들은 모두 과학을 전공하였는데, Dawes는 수학과 물리학 분야를 그리고 Henslow는 식물학 분야를 전공하였다. 하지만, 기본적으로 Dawes는 행정가적 성향을 더 나타낸 반면, Henslow는 연구자와 교육자의 역할을 더 많이 하였다. Layton (1973)에 의하면,

Dawes에 있어서, 과학지식은 유용한 것이었으며 ... 따라서 학습자는 자연의 세계에 대한 이해를 통해 실용적 의미에서의 혜택을 받을 수 있는 것이었다. ... Henslow에게 있어서, 과학은 학교에서 배우는 것이며... 이는 과학이 관찰과 사고의 능력을 훈련시켜 주기 때문이다. (Layton, 1973: 172)

즉, 이들은 기본적으로 과학교육을 통해 서로 상이한 목표를 추구하였던 것이다. Dawes의 이론적 근거는 학습자에게는 과학의 원리와 응용에 대한 확실한 이해가 필요하며, 또 이에 효과적으로 도달하기 위해서는 과학적 원리와 응용에 대한 적절한 예시(demonstration)가 필요한 것이었다. 이를 통해 학습자는 자신의 삶을 통해 이러한 지식을 활용할 수 있게 되고 성인으로서 유용한 직업 활동을 하는 독립적 인간이 되는 것이었다.¹⁰⁾

반면, Henslow의 이론적 근거는 학습자에게는 과학의 방법론에 대한 기초가 필요하다는 것이었다. 이를 통해, 학습자는 체계적이고 정확하며 이성적이고 논리적

이 되며, 이성과 인과관계 그리고 실험에 대한 가치를 학습하게 되는 것이었다. 즉, 과학교육은 정신의 훈련이어야 하는 것이었다. 하지만, 과학교육에 대한 초창기의 이러한 두 가지 실험활동은 서로 별개의 고립된 것이었으며 상당한 시간이 지난 후에야 다른 학교들에 영향을 미쳤을 뿐이었다 (Nott, 1977).

Dawes의 영향력은 가난한 노동자들을 위한 교육 영역 내에서만 지배적으로 가르쳐 졌으며, 반면에 ... Henslow의 실험은 19후반에 유서 깊은 사립학교 혹은 많은 재산이 있는 학교들에서 ... 열매를 맺을 수 있었다. (Layton, 1973: 36-37)

Table 1은 Dawes가 근무하였던 King's Somborne School에서 당시 사용하였던 실험기구의 예를 보여 준다. 여기에는 지도, 펌프, 증기기관, 온도계, 전등, 전신 등 산업혁명 이후 변화된 영국의 산업사회에서 흔하게 볼 수 있었던 각종 과학기술적 기구들이 많이 포함되어 있으며, 이는 당시 이곳의 과학교육이 과학의 응용적 측면을 예시하는 일상적 사물들이 중심이 되었음을 잘 보여준다.

한편, 19세기 중반에 이르면 문법학교(grammar school)와 사립학교(public school)들에서 부분적으로 과학이 가르쳐지기 시작하였다. 이들 학교에서는 특히 화학을 중심으로 과학의 내용 및 실험활동이 자주 이루어졌다. 그 중에서도 1842년 설립되어 당대의 뛰어난 예비 과학자들이 많이 교사로 일하였던 Queenwood College¹¹⁾ 를 그 예로 들 수 있겠는데, 이 학교에는 기구가 잘 준비된 실험실이 있었으며 여기에서 학생들이 유기화학, 무기화학, 농업화학, 식물학, 채소생리학, 자연철학(물리학)에 대한 교육을 받았다. 또한, 이곳의 교육 내용은 학생들의 경험과 긴밀히 관련되어 있어야 한다는 일반적인 원칙이 있었는데, 이러한 원칙이 반영되어 있는 당시의 화학 시험의 예를 살펴보면 다음과 같다 (Thomson, 1956: 301-302).

1. 표백제를 제조하는 과정을 진술하라. 그리고

9) 당시 영국에서는 일부 소수의 사립학교를 제외하고는 대부분의 교육이 교회를 중심으로 이루어지고 있었다.

10) 당시 Dawes의 과학교육에 대한 기여와 그 배경에 대한 보다 상세한 설명을 위해서는 Layton(1972b)를 참조하기 바람.

11) 대표적인 예를 들자면, Edward Frankland는 식물학과 화학을 John Tyndall은 수학과 자연철학을 가르쳤다.

Table 1. Some of the apparatus used in Richard Dawes' King's Somborne school¹²⁾

<ul style="list-style-type: none"> • a geological map of England. • a pair of globes. • a compass, a spirit level, a measuring chain, and models of the simple geometrical solids. • a set of mechanical powers, lever, wheel and angle, etc., apparatus for illustrating centrifugal force, etc. • a pair of common pump. • glass model of a common pump. • glass model of a diving-bell. • air-pump and receivers, etc. with other apparatus for various experiments. • brass bottle-balance for weighing air, gases, etc. • apparatus for finding specific gravity of bodies. • apparatus for showing elasticity of steam. • a sectional model of a steam-engine. • apparatus on heat, etc. - barometer, thermometer, pyrometer. • apparatus for showing the different conducting powers of metals. • Leslie's parabolic reflectors. • 3 plane circular discs of white metal, on stands, one smooth, one scratched, one blackened for experiments on the absorption and radiation of heat. • a vessel in the shape of a cube, with faces of different kinds for ditto. • Leslie's differential thermometer. • a magic lantern, with astronomical and other slides. • glass prisms, lenses, etc. of different kinds. • a small chemical apparatus. • pneumatic trough, bell-jar, etc. with stop-cock, etc., for collecting and decanting gases, retorts, etc. • spirit-lamp, argand-lamp, oxy-hydrogen blowpipe, David lamp. • a voltaic battery - apparatus for showing Oersted's experiment - the principle of the electric telegraph - magnets, etc. • a small electric cylindrical machine, glass and sealing-wax, rods, and pith-balls, stools, with glass legs, Leyden jars, discharging rods, electrometers, etc.

이 과정이 미술에서는 어떻게 사용되고 있는가? 석회의 염화물에 들어있는 염소 양의 비율을 결정할 수 있는 방법의 예를 제시하라.

2. 유리의 제조 과정에 사용되고 있는 과정을 기술하라. 플린트유리, 크라운유리, 보헤미안유리, 병유리의 성분은 무엇인가?
3. 용해성의 알칼리 규산염은 어떤 유용한 목적으로 사용되어 왔는가?
4. 염소는 어떻게 유독성 악취를 제거하는가?
5. 염소 가스를 준비하는 과정을 기술하라. 그리고 이 과정이 어떤 용도로 적용되어왔는가? 그림을 그려서 설명하라.

Ⅲ. 19세기 후반 - 과학교육의 정착기

Dawes을 중심으로 한 이러한 '일상적 사물의 과학(science for common things)'¹³⁾ 형태의 과학교육은 - 1850년대에 상당한 지지를 받았지만 - 1860년대의 초등학교 교육과정에서 배제되었다 (Layton, 1973). 즉, 초등학교에서의 과학교육은 3R을 중심으로 하였던 교육부(Education Department)의 1862년 수정법안¹⁴⁾에 의해 정보보조를 받는 과목에서 제외되게 되었다 (Uzzell, 1978). 한편, 3R을 뛰어넘는

12) Dawes, R. (1847) *Suggestive Hints towards Improved Secular Instruction*, London.

13) Dawes는 '일상사물의 과학'에 대한 교사의 인식을 높이고 이를 위한 교수법을 제시하기 위해 1847년 *Suggestive Hints towards Improved Secular Instruction making it bear upon Practical Life*를 출판하였다. 이를 통해 그는 학생들의 일상사물에 대한 (개별적인 실험활동이 아닌) 직접적인 경험과 실제적 예시(practical illustration)를 특히 강조하였다 (Hodson, 1988: 162).

14) the Education Department's Revised Code of 1862.

초등학교 교육과정의 확장은 1870년대에 교육부가 시험결과에 따라서 학급교과(class subject)와 특수교과(specific subject)의 통과 정도에 따른 일종의 성과급(Payment by Results)을 제공함으로써 강화되기 시작하였다.¹⁵⁾ 1871년 특수교과가 도입되었는데, 이는 4-5학년의 학생들에게 2개 이하의 교과에 대한 선택권이 주어진 것으로서 여기에 자연과학이 포함되어 있었다.¹⁶⁾

한편, 1870년의 초등교육법(Elementary Education Act)에 의해 구성된 런던교육청(London School Board)은 학교 교육과정을 검토할 특별위원회를 구성하였는데, 이 위원회는 실물학습(Object Lessons)의 필요성을 강하게 권고하였다. 이에 1878년 런던교육청은 정식으로 초등학교 저학년을 위한 「실물학습」의 교수요목을 발간하였고, 1889년에는 Twining¹⁷⁾의 초등학교 과학교육을 위한 「권고안 (Suggestive Scheme)」(Twining, 1889)이 출판되었으며, 그리고 1895년에는 법에 의해 '실물학습'이 초등학교 1-3학년에 필수과목(obligatory subject)으로 부과되기에 이르렀다. 그리고 이러한 '실물학습'의 의무교과화는 고학년에서의 초등과학의 선택비율을 높이는 효과를 가져오게 되었다 (Turner, 1927). Table 2는 '실물학습' 교과에서 일상적 사물에 관련된 과학 내용을 정리한 것이다.

'실물학습'에는 학생들의 평소 일상생활 속에서 경험하게 될 다양한 물질과 기구 또는 용품들이 나열되어 있다. 하지만, '실물학습'은 기본적으로 '초등과학'과는 분리된 별도의 교과로서, 점차 순수 학문적 색채를 더해 가면서 학교 교육과정 속에 자리잡아 가던 과학 교과들의 정착화 과정의 또 다른 측면이기도 하였다.

19세기말과 20세기초 영국의 과학교육에서 가장 큰 영향을 미친 것은 물론 H. E. Armstrong의 발견법(heuristic method)¹⁸⁾이었다 (Armstrong, 1903). 이는 학생 스스로에 의한 발견의 경험이라는 과학 실험 활동에 대한 새로운 시각을 제공하였으며, 학교 과학교육의 (특히 실험실의) 환경을 혁신하는 데 결정적인 역할을 하였다.¹⁹⁾ 하지만, STS교육의 측면에서 볼 때, 암스트롱의 영향이 반드시 긍정적인 것만은 아니었다. 즉, 발견법은 학교 과학교육의 관심을 실험 활동이 주로 이루어지는 물리와 화학에 집중시키면서, - Armstrong 자신의 의도와는 정반대로 - 일상생활과 관련된 과학 내용(특히, 생물학)은 오히려 소홀하게 취급하게 되는 결과를 초래하게 된 것이었다.²⁰⁾

하지만 암스트롱의 이상은 결코 실제에서 실현되지 못하였고, "발견의 혁명(heuristic revolution)"의 궁극적인 효과는 물리와 화학에 부당한 강조가 주

- 15) Payments by Results 제도의 기원, 과학교과에의 도입과정, 시험과목의 변화, 시험의 기능, 이 제도의 쇠퇴과정 등에 대한 보다 상세한 내용을 위해서는 Butterworth(1982)를 참조하기 바람.
- 16) 1875년에 2-4학년을 위한 학급교과(class subject)들이 도입되었으며, 초등과학(elementary science)이 학급교과로 도입 된 것은 1882년에 가서야 이루어졌다.
- 17) Thomas Twining은 1870-80년대 영국 초등과학교육에서 매우 중요한 역할을 수행한 인물이다. 예컨대, 그는 1882년 런던학교위원회(London School Board)로부터 인가를 받아 과학 순회강연제(peripatetic system)를 실시하였는데, 그는 교재, 도형, 각종 시범 실험기구 등을 갖춘 강의상자(lecture box)를 들고 2주일에 한 번씩 해당학교를 방문하여 과학적 배경이 약했던 당시의 각 초등학교 교사들을 대신해 강연과 시범실험을 실시하였다. 이 제도는 Armstrong에 의한 학생중심의 과학실험의 도입이 이루어지기 전까지 매우 효과적인 방안으로 활용되었다. 또한, 그는 *The Elementary Science Examinations of the Science and Art Department*(1877), *Science in Popular Education*(1882) 등 초등과학교육을 위한 다양한 안내 책자들을 집필하기도 하였다.
- 18) '발견법'의 기본 정신은 최소한 자연주의적 교육을 주장하였던 루소(Jean-Jacques Rousseau: 1712-78)의 「에밀(Emile)」에까지 거슬러 올라 갈 수 있으며, 이는 다시 소크라테스의 대화법으로까지 그 뿌리를 거슬러 올라 갈 수 있겠다(Barnard, 1961: 36). 그리고 '발견법'의 정신은 탐구활동을 강조하였던 1960-70년대 Nuffield 재단이 중심이 되었던 과학교육과정 개혁운동에서 다시 부활하게 된다.
- 19) 과학교육에 대한 Armstrong의 아이디어와 이에 대한 간략한 평가에 대해서는 Van Praagh(1973)를 참조할 수 있겠다.
- 20) Armstrong은 중등학교에서의 화학교육의 방법에 대한 조사를 위해 British Association Committee를 구성하고 광범위한 실태조사를 하였으며, 1888년 이에 대한 보고서가 출판되었다. 보고서에는 British Association Course가 제안되어 있는데, 모두 6개의 교육 단계에 대해 자세한 교수 방법이 제안되어 있다. 하지만 Uzzell(1978)은, 여기에 다양한 분야의 과학내용과 과학적 탐구의 방법에 대한 안내는 주어졌지만, 최신의 과학발전과 과학의 일상생활에 대한 응용에 대해서는 거의 관심을 두지 않았다고 비판하고 있다.

Table 2. Science of common things for Object Lessons²¹⁾

I	Water.	- How carried, jugs, bottles, barrels, spouts, funnels, Wells. Things that float, things that sink.
	Solids.	- Hard and soft, in the room and in clothing. Files, Hammer and nails, Buttons.
	Powders.	- Flour.
	Pastes.	- Paste, clay, putty.
	Things porous.	- Bread, sponge.
	Things that melt.	- Butter, tallow, sealing-wax. Ice, snow.
	Water.	- Drying clothes, breathing on slates, frost on the pane. The boiling of the kettle. The pot boiling over.
	Things that dissolve.	- Sugar, salt.
	Air.	- Bubbles, pouring water through funnel into empty bottle. A burning candle. Fans, blowing feathers, Paper windmills.
	Forms of Strength.	- The floor, joists and boards. Wooden bridges, Steps and stairs.
	Things that stretch.	- Elastic bands.
Things that bend.	- Bow and arrows, Cord, ropes.	
Machines.	- Tops, Roller for pastry, for garden. Perambulator.	
Movements.	- Walking, running, leaping, creeping, crawling.	
Musical Toys.	- Harmonicon. Bell.	
II	Water.	- Pipes, taps, the fountain. Canals. Rafts, boats, anchors.
	Solids.	- Teeth, nails, and claws. Sand-paper. Pins, needles, awl, gimlet, Hook and eye.
	Powders.	- Chalk, pencil.
	Pastes.	- Mud in streets, brickmaking.
	Things porous.	- Brick, chalk, springs of water.
	Things that melt.	- Candle-making. Icicles.
	Water.	- Manufacture of salt from brine. Rain-drops, hail, spray, water-dust, the cloud.
	Things that dissolve.	- The manufacture of sugar.
	Air.	- The chimney, draughts. Waves and breakers. Winged seeds. Shuttlecock, arrow and kite.
	Forms of Strength.	- The ceiling. The arch. Ladders.
	Things that stretch.	- A football.
Things that bend.	- Cart springs. Paper clips, Spider's web.	
Machines.	- Hoop, fly-wheel of sewing machine. Mangle. Waggon. Bicycle.	
Movements.	- Swimming.	
Musical Toys.	- Musical box. Drum.	
III	Water.	- Syphon, pump, Oil, cream.
	Solids.	- Hinges, tires, and axles. The grindstone. Screws and screwdrivers.
	Powders.	- Black lead.
	Pastes.	- Pottery.
	Thing porous.	- Blotting paper, towels, wicks, earth.
	Things that melt.	- Lead, iron.
	Water.	- Salt lakes. Distillation of water. Clouds and rain.
	Things that dissolve.	- Crystals, hard water, varnishes.
	Air.	- The pop-gun, the fire-engine. Winds. A sailing ship.
	Forms of Strength.	- The roof. Railway bridges. Cranes.
	Things that bend.	- Clock spring. Chains.
Machines.	- The loom. Threshing machine. Rolling iron rails. Coining.	
Movements.	- Flying.	
Musical Toys.	- Tin whistle. Sounds from stretched cord.	

21) HMSO (1899) *Report of the Committee of Council on Education 1898-99*. London, 714-715.

어지고 과학의 지식에 대항하여 과학적 방법에 강조점이 주어지는 그런 교육적 체계를 만들었던 것이다. 생물학은 거의 무시되었으며, 천문학, 지질학, 생리학, 식물학, 동물학 등이 포함될 수 있었던 “일상생활의 과학(science of everyday life)”이라는 암스트롱의 이상은, 만약 결과가 아니라면, 거의 실현되지 않았다.(Thompson, 1958: 110)

이러한 배경속에서 1906년 Smithells 교수는 많은 과학교사들의 이론 중심의 협소한 지적능력을 강화해 비판하면서 가정과 일상생활의 현상들을 기초로 하는 학습의 필요성을 다음과 같이 강조하였다 (Thompson, 1958: 111).

우리의 학교에서 가르쳐지고 있는 과학은 아직도 그 범위에 있어 대부분이 형식적이고 학술적인 것으로 남아 있으며, 이러한 과학은 보통 가정과 일상 생활의 관심사들과 철저히 동떨어져 있다는 사실은 이제 놀라운 일도 아니다. 여교사들 중에는 과학 분야에서의 높은 학위를 가지고 있지만 일반 가정에 있는 온수 시스템에 대해 그 어떤 지적인 설명도 하지 못하거나 이스트가 밀가루 반죽과 섞일 때 이에 작용하는 것이 무엇인가에 대해 말하지 못하고 젖은 침대를 테스트 하는데 손거울이 쓸만한 것인가에 대해 아무런 견해를 가지고 있지 못하는 것을 쉽게 찾아 수 있을 것이다. 그리고 이들은 세탁용 소다가 왜 빨래를 희게 하는지 또는 청동이 왜 푸른색으로 되는지를 알지 못한다.... 이들은 가스미터기, 필터, 의료용 온도계에 대해 아는 것이 전혀 없으며 연기가 많이 나는 굴뚝 앞에서 숙수무책이 된다. 하지만 이들은 질소의 산화와 인의 염화, 이차 알코올의 산화 그리고 카드뮴검사에 대해 이미 다 배웠던 것이다. (British Association Report, 1906: 782-3)

IV. 20세기 전반 - 과학교육의 확장기

1916년 “영국 교육 체제에서의 자연과학의 위치에

대한 조사”를 위해 수상이 임명한 위원회가 구성되었다.²²⁾ 이 위원회는 교육위원회(Board of Education), 각종 교사단체, 의료계, 산업계, 과학 관련 학회 등으로부터 증거자료들을 광범위하게 청취하여 1918년 보고서를 발간하였는데, 보고서는 초등학교에서 대학까지의 당시 영국 과학교육의 모든 측면을 다루고 있었다.²³⁾ 보고서는 모두 아홉 가지의 주요 권고사항을 제시하고 있는데 (Turner, 1927: 155-156), 이중 중등학교의 교육내용에 관련된 사항으로는 다음과 같은 세 가지가 있었다.²⁴⁾

1. 사립학교 또는 기타 중등학교에 다니는 16세까지의 모든 학생들에게 주어지는 일반 교육과정에서 과학이 포함되어야 하며, 이러한 일반 교육과정 이후에는 과학 또는 다른 교과와 보다 전문화된 학습이 뒤따라야 한다.
3. 16세 이하의 학생을 위한 과학활동은 독립적인 것으로 계획되어야 하며, 물리와 화학뿐만 아니라 식물과 동물들의 생태에 대한 학습도 포함되어야 한다.
4. 일상생활의 사물과 경험에 직접적으로 관련있는 과학의 측면들에 보다 많은 주의가 기울어져야 한다.

또한, 제1차 세계대전이 끝난 뒤인 1919년에 국가재건부(Ministry of Reconstruction)에서 발간한 학교 과학교육에 관한 정책 문건인 「영국교육에서의 자연과학 (Natural Science in British Education)」(Ministry of Reconstruction, 1919)에서는 19세기 이후의 다양한 측면의 영국 과학교육의 역사와 실태를 요약하면서 다음의 두 가지 사항을 특히 강조하였다.

1. 학생들의 중심교과와 무관하게, 모든 학생들은 자연과학의 원리들과 이의 산업과 문명에 대한 응용을 감상할 수 있는 지식을 획득한 뒤 학교교육을 마칠 수 있어야 한다.
2. 과학을 중심교과로 하는 학생들도 모두 영어와 문

22) 이 위원회의 위원장은 유명한 물리학자 톰슨경(Sir J. J. Thomson)이 맡았으며, 흔히 톰슨위원회(Thomson Committee)라 부르기도 한다.

23) 이 시기는 제1차 세계대전 중으로서 당시 영국의 각종 일간신문들은 과학을 무시하는 영국의 학교교육에 대한 일반인들의 비판을 반영하고 있었다. 즉, 당시 영국에서는 과학교육의 필요성에 대한 광범위한 공감대 형성되어 있었으며 전쟁을 통해 배웠던 과학의 중요성과 가치에 대한 인식은 전쟁 이후에도 계속해서 받아들일 태세가 되어 있었던 셈이었다.

24) Report of the Committee Appointed by the Prime Minister to enquire into the Position of Natural Science in the Educational System of Great Britain, London, 1918: 75-78.

학을 공부해야 하며, 과학의 고급반을 공부하는 학생들도 물어와 독일어를 읽을 수 있는 능력을 갖추어야 한다.

즉, 이러한 정부 중심의 과학교육 개혁 움직임은 기본적으로 지나치게 배타적으로 전문화되어 있는 영국의 당시 교육현실을 변화를 주기 위한 것이었다 (Ministry of Reconstruction, 1919: 1).²⁵⁾

(과학)교사들은 과학자를 위한 예비훈련 과정에만 관심을 가져왔을 뿐, 고전이나 수학 혹은 영어와 같은 다른 교과의 학생들을, 과학이 인간의 대해 갖는 중요성이나 사회에 미치는 광범위한 영향력을 감상하게 함으로써, 격려하는 일의 바람직함에 대해서는 생각하지 않았다 - 그런데 이들이 바로 대개 미래의 정치가, 공무원, 사업가들이 되는 것이다. (Ministry of Reconstruction, 1919: 3)

「영국교육에서의 자연과학」은 16-18세(A-level)의 학생들에 대한 과학교육에 대해서도 구체적으로 그 내용을 제시하고 있는데, 예컨대 다음과 같은 내용들이 이 연령층의 비과학 교과의 학생들에게 가르쳐져야 한다고 권고하고 있다 (Ministry of Reconstruction, 1919: 5).

- 일반적 관심의 대상이 되는 우주물리학과 천문학적 원리들에 대한 개요
- 지역의 사례들과 지질도 등에 예시되는 지질학의 일반적 원리
- 발효와 전염병의 확산을 포함하는 생리학과 위생학
- 기상물리학, 대기, 바람, 폭풍, 구름, 비, 눈 등
- 그리스 시대부터 뉴턴까지의 천문학사와 같은, 과학의 역사
- 레오나르도 다빈치, 갈릴레오, 뉴턴, 라보아지에, 케번디시, 페러데이, 맥스웰, 켈빈, 파스퇴르, 다윈과 같은, 과학자의 삶

과 업적

- 과학적 발명이 산업개발에 대해 갖는 관계 - 교통수단, 의사소통 방법, 조명방식 등
- 내연기관과 발전기 등과 같은 특정한 과학의 응용
- 아리스토텔레스와 그의 제자, 아르키메데스, 갈릴레오, 베이컨, 그리고 이후의 실험철학자들에 초점을 맞추어 역사적으로 다루어지는, 과학의 방법론과 과학철학

이러한 사회적 배경 아래에서 과학교사협회(SMA: Science Masters' Association)²⁶⁾는 1924년 일반과학(General Science)을 위한 구체적인 교수요목(syllabus)을 제시하였다 (SMA, 1924: 17-33). (Table 3 참조) 이러한 일반과학 운동은 16세까지의 학생들에게 과학은, 전문교과가 아닌, 일반교육의 한 부분이어야 한다는 정신을 담고 있었으며, 이는 톰슨위원회가 권고하는 사항과도 일치하는 것이었다 (Turner, 1927).

이러한 일반과학의 내용은 과학의 일상생활에 대한 응용의 측면을 폭넓게 다루고 있었으며 학생들의 흥미와 관심에 많은 배려를 하였던 것이었다. 하지만, 이는 동시에 한 세대 전에 실험실 활동을 주어졌던 강조점으로부터는 멀어지는 것이었다(Turner, 1927: 164). 또한, 1932년 SMA는 1924년의 팜플렛 「일반과학(The General Science)」을 개정하였으며, 몇번의 소위원회 구성을 거듭하면서 보다 상세한 교수요목과 관련내용들을 보고서들로 정리하여 출판하였다(SMA, 1950).^{27) 28)}

최종보고서에서는 중등과학교육의 대상을 크게 다음의 세 부류로 나누고 있다: (1) 11세에서 16세까지 중등학교를 마친 후 학교를 떠나거나 이후 과학을 계속하지 않는 집단, (2) A-level에서 과학을 전공하는 집단, (3) A-level에서 과학을 전공하지 않지만 과학과 계속 접촉을 유지하고자 하는 집단. 그리

25) 이러한 배타적 전문화의 교육 현실을 국가계건부 문건에서는 “일부에 대한 모든 것(everything of something)’을 위해 ‘모든 것에 대한 일부(something of everything)’를 기피한다”고 표현하고 있다

26) SMA는 1901년 설립된 사립학교과학교사협의회(APSSM: Association of Public School Science Masters)가 1919년 일반학교까지 포괄하는 기구로서 확장되면서 설립되었다. 이는 다시 1912년 설립된 여학교과학교사협의회(AWST: Association of Women Science Teachers)와 1963년 통합되어 현재의 과학교육협회(ASE: Association for Science Education)가 되었다 (Ingle & Jennings, 1981).

27) The Teaching of General Science of Part I은 1936년에 Part II는 1938년에 출판되었으며, 수정된 합본 책은 1950년에 출판되었다.

28) SMA가 밝히고 있는 일반과학에 대한 성격 규정은 다음과 같다.

따라서 일반과학은 아동의 일상적 경험에 뿌리를 두면서 기초 과학의 그 어느 부분도 배제하지 않는 과학학습과 탐구의 과정이어야 한다. 일반과학은 과학탐구의 복잡성이 증가함으로써 전문화된 교과의 필요성이 절실하게 되기 이전까지는 전통적인 과학의 분과주의화를 배제하면서 동시에 분화된 영역간의 통일성과 학생의 지적 진보를 통해서 자연에서 발견가능한 일반적 원리들을 명료하게 하는 것을 추구한다. (SMA, 1950: 13)

Table 3. SMA's Syllabus of General Science (1924)

Section I	Section II
Principles of Mechanics as illustrated by simple machines and by falling bodies The meaning of Mass, Weight, Force and Energy Measurement of Time and Relative Position The general properties of Solids, Liquids, Gases Principles of Hydrostatics with Practical examples Production and Sources of Heat Ideas of Temperature and Heat Relation of Heat and Work Effects of Heat on Matter Water vapour in the Atmosphere Transference of Heat-Domestic heating and ventilation Production and propagation of Sound Pitch, Loudness and Quality Production and propagation of Light Domestic Lighting Reflection, refraction and dispersion The Eye and simple Optical Instruments Elementary ideas of Magnetism Fundamental experiments of Electrostatics Effects of Electric Current Ohm's Law Primary and Secondary Batteries Current induction with the outlines of its application in the Dynamo Lighting-Transmission of power Conservation of Energy, dissipation and degradation of energy	Air, Water, Acids, Base Salts Combustion and Flame Minerals and Metals Elementary Chemical Theory The Lithosphere Crust of the Earth Hydrosphere Denudation Rocks Organic Rocks Soil, Minerals, Fossils
	Section III
	Living Matter Food and Fuel Simple Agriculture Plants-Natural selection-the simplest plants Animal Tissues, Protozoa Balance in Nature Evolution Human Physiology Elementary Hygiene

교 각 집단을 위해서 기초과정(Basic Syllabus), 확장과정(Extended Syllabus), 비전공자과정(Science for Non-Science Specialists)를 권고하고 있다. 이 중에서 특히 비전공자과정이 현재의 STS교육 운동과 가장 가깝게 관련되어 있는 것으로서, 그 목적을 “과학적 방법과 그것이 지성사에 미친 특별한 기여에 대한 이해를 심어주고, 과학적 발견과 아이디어 그리고 역사적 배경 사이의 관련성을 강조하며, 우리의 현재 및 미래 사회의 안녕에 대한 과학의 중요성을 보여주고, 마지막으로 과학을 다른 교과들과 연결시켜 주는 것이다”라고 적고 있다 (SMA, 1950: 104).

1930-40년대는 과학교육에 있어 '시민의식 운동(citizenship movement)'이 가장 활발하게 논의되었던 시기였다.²⁹⁾ SMA는 '과학과 시민의식(Science and Citizenship)'이라는 제목 하에 일련의 강연을 열었는데, 그 첫 번째는 1938년 1월에 London대학의 Imperial College에서 Sir R. Gregory이 하였으며, 두 번째 강연은 제2차 세계대전으로 연기되었다가 나중에 1942년 L. Hogben 교수에 의해 「생물교육과 시민의식을 위한 교육(Biological Instruction and Education for Citizenship)」이라는 제목으로 이루어졌다.³⁰⁾ 여기에서 Hogben은 민주사회에서의

29) 1930-40년대의 일반과학 및 시민과학 운동의 보다 폭넓은 배경에 대해서는, 이 시기의 영국과 호주의 과학교육과정을 둘러싸고 벌여졌던 이념적 논쟁에 대해 개관하고 있는 Fawns(1998)을 참조할 수 있겠다.

30) Science and Citizenship 강연은 본래 1930년대 당시 점차 새를 더해가던 나치주의, 파시즘, 볼셰비키 사상 등을 걱정하던 Sir Ernest Simon을 비롯한 자유주의 지식인들이 구성된 '시민의식교육협회 (Association for Education in Citizen)'의 시민의식운동(citizenship movement)에 대한 SMA의 반응으로서 출발하였다 (Jenkins, 1979). 이 강연은 이후에도 계속되었고 그 내용들이 *School Science Review*에 게재되었다. 예컨대, Crowther(1945)는 「과학의 사회적 관계 (The social relations of science)」, Astbury(1948)은 「지역사회와 연관된 과학 (Science in relation to the community)」 그리고 James(1955)는 「과학과 시민의식 (Science and citizenship)」라는 제목으로 강연을 이어갔다.

교육을 "모든 사람들에게 공통적인 이해에 대해 합리적으로 인식할 수 있도록 시민을 교육하는 것"이라고 정의하면서, 이런 맥락에서 "생물학은 개인이 시민정신의 책임감에 관련하여 지적으로 갖추어야 할 핵심적인 부분이며 생물학의 교육과정의 내용을 결정할 때에는 인류의 필요성에 가장 관련 있는 측면들이 부각될 수 있어야 한다" 그리고 "전문적인 생물학자로서 운명 지워지지 않은 학생들의 필요에 어울리는 종류의 생물학 교육을 제공해야 한다"고 주장하였다 (Hogben, 1942).

이러한 1930-40년대의 과학교육에서의 시민의식 운동은 직·간접적으로 학교 과학교육에 큰 영향을 미쳤으며, 그 결과는 학교 과학교육에서 과학의 응용성을 보다 강조하는 경향으로 나타났다. 예컨대, 1937년 발간된 교육부(Board of Education)의 교사를 위한 「권고편람 (Handbook of Suggestions)」에서는 과학교육의 일반적 목표로서 과학과 사회의 관계에 대한 인식에 대해 다음과 같이 강조하고 있다.

... 비록 과학자로서 훈련받지 않는다고 하더라도, 학생들은 최소한 현대사회에서 과학이 수행하는 중요한 역할을 인식하게 될 것이며, 과학의 일상적 응용을 다룰 수 있게 해 주는 지식의 일부를 획득할 수 있고, 또한 어떻게 인간이 합리적이고 건강한 방식으로 생활할 수 있는가에 대해 배우게 될 것이다. ... (Board of Education, 1937: 470-471)

영국에서 1930년대는 과학이 사회적으로 열악한 환경에 처해 있는 노동자 계층의 시민들에게 가치 있는 것이라는 점을 보이고자 하는 운동이 활발하였던 시기였으며, STS교육의 측면에서도 매우 중요한 시기였다. 당시의 사회주의 과학 운동가들은 노동자 등

의 소외된 사회 집단의 해방을 위해 과학의 가능성을 주장하고, 이를 위한 과학교육의 개혁을 강력하게 주장하였다. 과학을 통해 시민의 정신을 해방하고자 하는 운동이 활발하게 펼쳐졌는데, 그 대표적인 인물로 아일랜드 출신의 물리학자이자 과학사회학의 주창자였던 J. D. Bernal과 런던대학교 교수였던 L. Hogben³¹⁾을 들 수 있겠다 (솔로몬, 1996).

예컨대, Bernal은 불우한 조국 아일랜드와 고통받는 동포를 해방시킬 수 있는 수단으로서 과학의 가능성을 강하게 인식하고 있었다. 그는 또한 이전의 전문가 양성을 추구하였던 과학교육의 전통에 대해 비판하면서 과학을 통한 개인적·사회적 문제해결을 위한 과학교육의 가치와 기능을 강조하기도 하였다 (Bernal, 1946).

과거 과학교육의 방법론들은 과학 전문가들(의사, 기술자, 약사, 지질학자 등)에 대한 훈련을 제공해 주기 위한 필요로부터 발전하였다. 과학교육이 확장됨에 따라, 이러한 훈련의 목적들은 점차 줄어들었으나 그렇다고 결코 포기되지는 않았다. ... 이러한 방법은 삶과 아무런 관련성이 없는 정보들을 단순히 분배하게 하여 무의미하고 기억하기 불가능한 것으로 만들어 버린다. 새로운 관점의 과학훈련은 다음의 두 가지의 목적을 추구해야 한다. 첫 번째 목적은 사회 속에서의 과학의 위치에 대한 충분한 이해를 제공하여 과학적 활동에 능동적으로 참여하지 않게 될 대다수가 과학에 종사하는 사람들과 지적으로 협력할 수 있게 하며, 사회에 대한 과학의 영향들을 비판하거나 공감할 수 있도록 한다는 것이다. 두 번째 목적은, ... 시민들이 그들의 개인적 삶이나 사회적 생활에서 직면해야 하는 문제들에 충분히 적용될 수 있는 과학적 방법에 대한 실제적인 이해를 제공하는 것이다. 이 중에서 이 두 번째의 목

31) 1916년 캠브리지에 졸업하고, 런던대학의 Birkbeck 칼리지와 Imperial 칼리지 등의 강사를 거쳐 1927년 남아프리카 Cape Town대학의 동물학 교수가 되었다. 그곳에서 인종차별 정책을 반대하다가 런던경제학교(LSE)의 사회생물학 책임자로 다시 영국으로 돌아왔으며, 이곳의 연구활동을 통해 인간유전 분야의 세계적인 권위자가 되었다. 그는 많은 강연과 글을 통해 당시 유행하던 우생학을 강력하게 비판하였다. 이후 1937년 Aberdeen대학의 자연사 교수가 되었으며, 노르웨이의 오슬로에서 나치의 인종이론에 대한 비판을 하는 강연 도중에 독일의 침공을 받아 간헐다가 소련, 일본, 미국 등을 통해 간신히 탈출에 성공하기도 하였다. 이후 동물학, 의학통계, 심지어 언어학 분야 등에까지 연구영역을 확장하였다. 그는 젊은 시절 페이비언 협회(Fabian Society)의 활동적인 회원이었으며 노동당과 관련한 정치적 활동에도 적극적이었다. 그의 대표적인 저서로는 *Science for the Citizen*, *Mathematics for the Million*, *The Vocabulary of Science* 등을 들 수 있다. 그의 개인적 삶과 활동에 대한 보다 상세한 내용에 대해서는 최근에 출판된 자서전 성격의 *Lancelot Hogben: Scientific Humanist* (Hogben & Hogben, 1998)를 참조하기 바람.

적이 바로 과거의 과학교육에서 전적으로 무시되어 왔으며 이제 가장 큰 관심과 생각을 필요로 하는 것이다.(원문강조, Bernal, 1946: 150-151)

1930-40년대 STS교육과 가장 직접적으로 관련된 사건으로는 Hogben(1938)의 *Science for the Citizen*의 집필을 들 수 있겠다. 이는 당시 과학을 통한 사회주의적 이상의 실현을 표방하는 전향적 과학 운동가들의 정신을 대표적으로 보여주는 일종의 교과서라고 할 수 있다. 이 책은 기본적으로 과학의 역사적 철학적 측면을 통해 과학과 사회의 관계에 대한 비판적 이해를 돕고 또 이러한 학습을 통해 보다 지적으로 깨어 있고 과학적 정신으로 무장된 노동자를 양성하는 것을 목표로 하고 있었다. 저자는 이를 과학적 인본주의(scientific humanism)³²라 스스로 부르고 있으며, 이 책의 서문에서 다음과 같이 밝히고 있다.

*Science for the Citizen*은, 부분적으로, *사회에 대한 과학의 충격(Impact of Science on Society)*이 이제 진정으로 건설적인 사회적 노력의 초점이라는 점을 깨닫는 점증하는 많은 수의 성인을 위해 쓰여졌다. 또한, 이 책은 자신들이 잘못 적용된 과학의 새로운 파괴력의 최초의 희생자가 될 것이라는 점을 깨닫고 있는 점증하는 많은 수의 청소년들을 위해 쓰여진 것이기도 하다. 이 책은 또한 *과학적 인본주의에 대한 최초의 영국의 안내서*이기 때문에... 자연과학은 시민교육의 핵심적인 부분이며, 이는 과학적 발견이 모든 사람들의 일상생활에 영향을 미치기 때문이다. 따라서 시민을 위한 과학은 과거에 대한 기록으로서의 과학, 미래를 대비하기 위한 목록으로서의 과학, 인류의

성취로서의 과학이어야 한다.(원문강조, Hogben, 1938. 서문)

실제로 이 책은 물리, 화학, 생물학은 물론 역사, 철학, 심리학의 일부까지 포함하는 매우 포괄적인 구성을 갖고 있다. 이는 저자가 의도하였던 과학과 인문학의 만남을 통한 보다 균형 잡힌 시민의식의 개발이라는 집필의도를 반영한 것이기도 하다. 또한, 이 책은 각 부의 제목이 “~의 정복”과 같이 상당히도 전적인 용어의 사용에서 짐작할 수 있듯이, 과학을 통한 사회주의 정신의 실현과 소의 받는 계층을 위한 일종의 자습용 교과서였다. Table 4는 *Science for the Citizen*의 내용 구성을 나타낸다.

V. 맺는 말

Layton(1972a)은 과학이 영국의 근대 학교 교육 과정에서 확립되어 가는 과정을 크게 다음의 3단계로 구분하였다: ① 전문적으로 훈련받지 않은 교사들이 실생활에 직접 응용할 수 있는 과학교육을 종교적 신념에 의해 실시하였던 초기단계(initial phase), ② 과학의 지적 내용에 관심을 갖고 과학의 학술적 측면이 증가하기 시작하는 발전단계(development phase), ③ 학생의 관심이나 실생활과의 관련성보다는 교과 내용의 내적 논리에 따르는 형식적 학문을 중요하게 생각하는 성숙단계(mature phase).

본 연구에서 살펴본 바와 같이, 19세기 전반의 영국의 과학교육은 성인의 노동자 교육을 목표로 하였던 Mechanics Institutes 운동 그리고 상이한 과학 교육의 목표를 추구하였던 Dawes 및 Henslow의 활

32) ‘과학적 인본주의’는 사회주의적 이상을 갖고 있었던 Hogben이 전문과학자로서 자신의 전문성에 기초하여 이러한 이상을 실현하고자 하였던 하나의 실천방안이었으며 동시에 그의 삶의 기본적 철학이기도 하였다. 그는 이와 관련하여 자신의 책 『위험한 사고(Dangerous Thoughts)』(Hogben, 1939)에서 다음과 같이 말하고 있다.

만약, 내가 과학자로서의 삶을 처음 시작하였을 때, 나의 삶의 신조에 대해 이름을 붙여보라는 요청을 받았다면, 나는 그것을 사회주의라고 불렀을 것이다. 하지만, 그것은 25년 전의 일이다. 지금 나는 그것을 과학적 인본주의라고 부르고 싶다. 과학적 인본주의는 내가 가르치고자 하는 신조이며 내가 수행하려고 하는 직업이기도 하다. ... 이러한 이야기가 진정 의미하는 바는 젊은 시절 나의 정치적 왼손은 나의 직업적 오른손이 무엇을 하고 있는가에 대해 아무런 관심을 두지 않았다는 것이다. 나는 그때까지 과학에 대한 추구가 과학적 지식에 의해 변화된 사회 속에서의 시민의식의 책임감과 어떻게 관련되어 있는가에 대해 실감하지 못하였던 것이다. ... 과학적 인본주의 역시 새로운 의미의 사회적 관련성을 지닌 지식을 추구하기 위해 교육의 내용을 대폭적으로 개혁해야 한다는 주장을 펴는 것이다. 과학적 인본주의자는 이와 같은 방식으로 인식된 교육이야말로 진정한 사회의 발전에 필요불가결한 전제조건이라고 믿는다. (Hogben & Hogben, 1998: xvi-xvii에서 재인용)

Table 4. The Contents of 「*Science for the Citizen*」(Hogben, 1938)

Part	Chapter	Page
(Part I) The Conquest of Time Reckoning and Space Measurement	Pole Star and Pyramid - the coming of the calendar	56
	Pompey's Pillar - the science of seafaring	58
	Spectacles and Satellites - the trail of the telescope	48
	Children of the Sun - the decline of mere logic	49
	Wheel, Weight, and Watchspring - the laws of motion	86
	The Sailor's World View - the wave metaphor of modern science	38
(Part II) The Conquest of Substitutes	The Third State of Matter - the freeborn miner	44
	The Rebirth of Materialism - the exhaustion of the Neolithic economy	46
	The Atoms of Democritus - intimations of the age of plenty	50
	The Last Resting Place of Spirits - a planned economy of carbon compounds	49
(Part III) The Conquest of Power	A Century of Inventions - the decline of wind and water	34
	The Dark Satanic Mills - the superfluity of mere toil	48
	The South Pointing Instrument and the Lightning Conductor	46
	Costing the Current	60
	The Waves That Rule Britania	36
(Part IV) The Conquest of Hunger and Disease	When Life Is Cheap	37
	Replenishing the Earth	53
	The Microbe Hunters	30
	The Laws of Increasing Returns	28
	The Ascent of Man	51
A Planned Ecology of Human Life	39	
(Part V) The Conquest of Behaviour	Animal Magnetism - the telegraph of the body	35
	Nature and Nurture - superstition of our own time	29
Epilogue	The New Social Contract	14
Total		1120

동으로 특징화될 수 있다. Layton의 구분에 따르면, 이 시기는 초기단계에 해당한다고 할 수 있겠다. 이 시기에서의 STS교육 관련 내용으로는 Dawes의 '일상사물의 과학'에 대한 활동과 일부 사립학교에서의 응용중심 화학(실험실습) 교육을 들 수 있겠다. 하지만, 이러한 응용 및 생활과 관련된 과학교육은 19세기 중반 이후 계속해서 이어지지는 못하였다.

한편, DSA의 설립과 DSA시험을 통한 성과급제도 등을 통해 과학의 교과들이 학교 교육과정에 정식으로 포함되고 그 범위가 확장되었던 19세기 후반은 Layton의 나머지 두 단계인 발전단계 및 성숙단계에 해당할 것이다. 이 시기의 STS교육 관련 내용으로는 초등학교 저학년에게 부과되었던 '실물학습' 교과의 도

입이 가장 두드러진 사례라고 할 수 있겠다. 하지만 이는 실제로 이전의 '일상사물의 과학'이 학교 교과로서의 과학으로부터의 이탈됨을 의미하는 동시에 학교 과학이 전문화(specialization)와 학문주의(academism)화를 거치는 과정의 한 측면이기도 하였다.

그리고, 이러한 학문적이고 전문화된 과학교육으로부터 탈피하여 보다 공통적이고 개방적인 내용의 과학교육을 추구하였던 일반과학(general science) 및 시민과학(citizen science) 운동이 전개되었던 20세기 전반은 Layton의 시대구분에서는 언급되지 않은 단계에 해당한다. 즉, 이 과정은 발전 및 성숙 단계를 통해 확고하게 학교 교육과정에 정착된 과학교육의 (협소한) 내용에 대한 반성이며 동시에 - 전문가 양

성의 준비과정이 아닌 - 일반교육의 일환으로서의 과학교육의 의미를 재인식하고 그 교육대상을 모든 학생들에게 확장하는 과정에 해당하는 것이었다.

이미 서두에서 밝힌 바와 같이, 본 연구에서는 확장된 의미로서의 'STS교육'의 역사를 살펴보았다. 'STS'라는 용어는 1970년대의 과학사회학을 연구하는 학자들에 의해 사용되기 시작하였으며(Spiegel-Rosing & Price, 1977), 이후 STS에 관심이 있었던 일부 과학교육자들이 그 정신을 학교 과학교육에 반영하고자 노력하면서 'STS교육'이라는 용어가 점차 널리 사용되게 되었다. 이런 이유에서, 'STS교육'이라는 용어는 1970-80년대 이후의 새로운 과학교육 운동에 대해서만 지칭되어 사용되어 왔다. 하지만, 지금까지 살펴본 바와 같이, 가깝게는 1930-40년대의 시민과학 운동 그리고 멀게는 19세기의 '일상사물의 과학' 및 '실물학습' 등이 직·간접적으로 STS 교육과 깊이 관련되어 있다.

흔히 많은 사람들은, STS교육을 전통적인 과학교육으로부터의 획기적인 전환을 동반한 새로운 패러다임이며, 현대의 변화된 교육환경이 이의 출현에 결정적인 영향을 미쳤다고 보는 경향이 있다. 그리고, 같은 맥락에서, 다가오는 21세기의 사회적·교육적 요구와 환경의 변화는 무엇이며 또 그에 적합한 새로운 과학교육의 패러다임은 어떠한 것이어야 하는가에 대해 많은 과학교육자들이 고민하고 있다 (예, UNESCO, 1993; KEDI, 1997).

본 논문에서 살펴본 바와 같이, 반세기 이전까지의 영국 과학교육의 역사는 기본적으로 실용성(practicality)과 학문주의(academism), 전문가 양성(specialist training)과 일반교육(general education), 정신적 훈련(training mind)과 과학지식의 제공(providing scientific knowledge), 개별과학(separate science)과 일반과학(general science) 등 학교 과학교육의 목표와 성격을 둘러싸고 벌어지는 다양한 관점과 견해들간의 치열한 투쟁 과정의 단면들이었다고 할 수 있겠다. 이런 측면에서 고려해 볼 때, STS교육은 현대 사회의 특수성에 기초하여 등장한 된 과학교육의 新패러다임이라 보기 어려우며, 동시에 과거의 과학교육으로부터의 획기적인 전환으로 간주하는 것 또한

그 역사적 과정을 간과하는 것이라 하지 않을 수 없겠다. 그리고, 동일한 이유에서, 'STS라는 특정 내용에 대한 교육'이라는 의미를 내포하는 'STS교육'이라는 용어보다는, '학교 과학교육에 대한 가능한 접근 방법 중 하나로서 특별히 과학-기술-사회적 관계를 강조하는 방식'이라는 의미에서 과학교육에 대한 'STS적 접근' 혹은 'STS 운동'이라는 용어가 보다 정확한 표현이지 않을까 사료된다.

끝으로, 본 논문의 내용을 음미해볼 때, 과학교육자들이 흔히 사용하는 '역사의 추'라는 비유의 의미를 다시 한번 생각하지 않을 수 없을 것 같다. 본 논문에서 이어서 '19세기 후반 영국 STS교육 운동의 역사'에 대한 본 연구의 두번째 논문에서는 - 만약, 그 비유가 적절하다면 - 바로 이 '역사의 추'가 지나간 마지막 궤적에 대해 보다 상세히 살펴볼 수 있게 되길 희망한다.

적 요

본 논문의 목표는 영국의 과학교육이라는 맥락 속에서 STS교육과 관련된 아이디어의 역사적 발전과정을 - 특히, 19세기와 20세기 전반 동안 - 살펴보는 것이다. STS교육은 구성주의와 함께 20세기 후반의 세계 과학교육을 특징짓는 양대 패러다임으로 간주되고 있다. 그리고, 많은 사람들은 STS교육의 역사를 *Science in Society*와 *SISCON*이 개발되었던 1980년대 이후를 중심으로만 생각하는 경향이 있다. 하지만, 영국에서 STS교육과 관련하여 생각해 볼 수 있는 최초의 움직임으로는 19세기 초반의 노동자를 대상으로 과학의 기초 내용과 그 응용적 측면을 교육하고자 하였던 '노동자학교' 운동과 초등학교에서 '일상사물의 과학'을 활발히 교육하였던 Dawes 등의 활동을 들 수 있겠다. 19세기 중반을 지나면서, 이러한 움직임은 초등학교의 '실물학습'이라는 교과를 통해 이어지게 되는데, 그 시기 동안 학교 과학 과목들은 정식으로 교육과정에 포함되고 이 과정에서 과학은 점차 순수 학문적이고 전문가 양성을 위한 준비과정으로 그 성격이 확립되게 되었다. 20세기에 접어들면서 이러한 협소한 관점의 학교 과학교육에 대한 비판과 반성이 점차 제기되었고, 특히 제1차 세계

대전의 경험을 통해 일반인 전체를 대상으로 하는 과학과 사회의 관계에 대한 교육의 필요성이 점차 널리 인식되게 되었다. 이러한 배경에서 1920-40년대 영국에서는 '일반과학'과 '시민과학'의 운동이 활발하게 전개되었으며, 이 중에서 특히 '시민과학' 운동의 일환이었던 Hogben의 *Science for the Citizen*의 집필은 대표적인 STS교육의 사례라고 할 수 있겠다. 20세기 중반까지의 영국의 과학교육사는 기본적으로 학교 과학교육이 실용성과 학문성, 전문가양성과 일반 교육, 정신훈련과 과학지식교육, 개별과학과 일반과학 등 과학교육의 목표와 기능에 대한 상치되는 관점들 간의 투쟁의 단면들을 보여주고 있다.

참 고 문 헌

- 교육부 (1995). 고등 학교 교육 과정 해설 -총론-. 대
한교과서주식회사: 서울.
- 교육부 (1998). 과학과 교육과정 - 제 7 차 교육 과
정 교육부 고시 제 1997-15호 [별책 9]. 대한교
과서주식회사: 서울.
- 솔로몬 (1996). "영국의 STS". (출처) 조희형·최
경희 (역) (1997). STS 무엇인가. 사이언스북
스: 서울, 283-292.
- 송진웅 (1995). 신문: STS적 물리교육의 자료 (방사
능·원자력). 대구대학교 물리교육연구실.
- 정완호·권용주·김영신 (1993). "STS교육 운동의
국내 연구 경향 분석과 적용 방안에 관한 조사
연구". 한국과학교육학회지, 13(1), 66-79.
- 정병훈 (1994). "코메니우스의 범지주의적 교육학과
과학교육의 사상적 기원에 관한 문제". 한국과학
교육학회지, 제14권 3호, 379-392.
- 조정일 (1991). "과학-기술-사회 교육 과정에 관한
연구". 한국과학교육학회지, 11(2), 87-101.
- 조희형 (1994). 과학-기술-사회와 과학교육. 교육과
학사: 서울.
- 조희형 (1996). STS 교육의 등장 배경과 정당성.
1996년도 한국생물교육학회 동계 학술대회 및
워크샵: 한국교원대학교, 3-18.
- 조희형·최경희 (역) (1997). STS 무엇인가. 사이
언스북스: 서울, (원저) Yager, R. (1996)
*Science/Technology/Society: As Reform In
Science Education*. State University of New
York.
- 최경희 (1996). STS교육의 이해와 적용. 교학사: 서
울.
- 한국과학교육학회 (1996). 고등학교 과학교사 공동과
학실험연구교재. 교육부: 서울.
- Addinell, S. and Solomon, J. (1983). *SISCON:
Teacher's Guide*. ASE: Hatfield.
- Argles, M. (1964). *South Kensington to
Robins: An Account of English Technical
and Scientific Education since 1851*.
MacMillan: London.
- Armstrong, H. E. (1903). *The Teaching of
Scientific Method*. London.
- Astbury, W. T. (1948). "Science in relation to
the community". *School Science Review*,
29(109), 268-280.
- Barnard, H. C. (1961). *A History of English
Education: from 1760*. (2nd edition)
University of London Press Ltd: London.
- Bernal, J. D. (1946). "Science teaching in
general education". *School Science Review*,
27, 150-158.
- Black, P. J. and Lucas, A. M. (1993).
Children's Informal Ideas in Science.
Routledge: London.
- Board of Education (1937). *Handbook of
Suggestions: for the consideration of
teachers and others concerned in the work
of public elementary schools*. HMSO:
London.
- Browne, N. (1991). "The Ideological Context of
Science Education in the Early Years: An
Historical Perspective" in N. Browne (ed.)
*Science and Teaching in the Early Days:
An Equal Opportunities Approach*. Open
University Press: Milton Keynes.

- Butterworth, H. (1982). "The Science and Art Department Examinations: Origins and Achievements", in R. MacLeod (ed.) *Days of Judgement*. Studies in Education: Driffield, 27-44.
- Cardwell, D. S. L. (1972). *The Organisations of Science in England*. Heinemann: London.
- Cheek, D. W. (1992). *Thinking Constructively about Science, Technology, and Society Education*. State University of New York Press: N.Y.
- Crowther, J. G. (1945). "The social relations of science". *School Science Review*, 26(100), 268-284.
- DfE (Department for Education) (1995). *Science in the National Curriculum*. London: HMSO.
- Driver, R. (1983). *The Pupil as Scientist?* The Open University Press: Milton Keynes.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. and Wood-Robinson, V. (1994) *Making Sense of Secondary Science*. Routledge: London.
- Fawns, R. (1998). "The democratic argument for science curriculum reform in Britain and Australia: 1935-1945". *Research in Science Education*, 28(3), 281-299.
- Heward, C. (1980). 'Industry, cleanliness and godliness: sources for and problems in the history of scientific and technical education and the working classes, 1850-1910'. *Studies in Science Education*, 7, 87-128.
- Hodson, D. (1988). "Science curriculum change in Victorian England: a case study of the science of common things", in I. Goodson (ed.) *International Perspectives in Curriculum History*. London: Routledge, 139-178.
- Hogben, A. and Hogben, A. (eds.) (1998). *Lancelot Hogben: Scientific Humanist*. Merlin Press: Suffolk.
- Hogben, L. (1938). *Science for the Citizen: A Self-Educator based on the Social Background of Scientific Discovery*. George Allen & Unwin Ltd: London.
- Hogben, L. (1939). *Dangerous Thought*. Allen & Unwin: London.
- Hogben, L. (1942). "Biological Instruction and Training for Citizenship". *School Science Review*, 23, 263-281.
- Hudson, J. W. (1851). *The History of Adult Education*. Longman: London.
- Hunt, A. (1988). "SATIS approaches to STS". *International Journal of Science Education*, 10(4), 409-420.
- Hunt, A. (1994). "STS Teaching in Britain". in J. Solomon and G. Aikenhead (eds.) *STS Education: International Perspectives on Reform*. Teachers College Press, Columbia University: New York, 68-74.
- Ingle, R. and Jennings, A. (1981). *Science in Schools: Which Way Now?* Heinemann Educational Books: London.
- James, E. (1955). "Science and citizenship". *School Science Review*, 36(130), 316-327.
- Jenkins, E. W. (1979). *From Armstrong to Nuffield: Studies in Twentieth Century Science Education in England and Wales*. John Murray: London.
- KEDI (1997). *Globalization of Science Education: International Conference on Science Education-Moving Toward Worldwide Science Education Standards*. KEDI: Seoul.
- Layton, D. (1972a). "Science as General Education". *Trends in Education*, 25, 11-15.
- Layton, D. (1972b). "Science in the schools: the first wave - a study of the influence of Richard Dawes(1793-1867)". *British*

- Journal of Educational Studies*, 20(1), 38-57.
- Layton, D. (1973). *Science for the People*. George Allen and Unwin: London.
- Layton, D. (1984). *Interpreters of Science: A History of the Association for Science Education*. John Murray & ASE: London.
- Lawson, J. and Silver, H. (1973). *A Social History of Education in England*. Methuen & Co. Ltd.: London.
- Lewis, J. L. (1981). *Science in Society: Teacher's Guide*. Heinemann Educational Books Ltd & Association for Science Education: London.
- MacLeod, R. (ed.) (1982). *Days of Judgement: Science, Examinations and the Organisation of Knowledge in Late Victorian England*. Nafferton Books: Driffield.
- McCulloch G. (1987). "School Science and Technology in Nineteenth and Twentieth Century England: A Guide to Published Sources". *Studies in Science Education*, 14, 1-32.
- McCulloch, G., Jenkins, E. and Layton, D. (1985). *Technological Revolution?: The Politics of School Science and Technology in England and Wales Since 1945*. The Falmer Press: London.
- Millar, R. and Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. King's College London: London.
- Ministry of Reconstruction (1919). *Natural Science in British Education* (Reconstruction Problems 26). HMSO: London.
- Nott, M. (1997). "Keeping scientists in their place". *School Science Review*, 78(285), 49-60.
- NSTA (National Science Teachers Association) (1982). *NSTA Position Statement on Science-Technology-Society: Science Education for the 1980s*. Washington, DC.
- NSTA (National Science Teachers Association) (1991). *NSTA Position Statement on Science/Technology/Society: A New Effort for Providing Appropriate Science for All*. Washington, DC.
- Roderick, G. W. and Stephens, M. D. (eds.) (1972). *Scientific and Technical Education in Nineteenth-Century England*, David & Charles: Devon.
- SMA (Science Masters' Association) (1924). *General Science*. SMA: London.
- SMA (Science Masters' Association) (1950). *Report on the Teaching of General Science*. John Murray: London.
- Solomon, J. (1993). *Teaching Science, Technology, and Society*. Open University Press: Buckingham.
- Solomon, J. and Aikenhead, G. (1994). *STS Education: International Perspectives on Reform*. Teachers College Press: New York.
- Spiegel-Rossing, I. and Price, D. S. (1977). *Science, Technology and Society: A Cross-Disciplinary Perspective*. SAGE Pub.: London.
- Thomson, D. (1956). "Science teaching in schools during the second half of the nineteenth century" *School Science Review*, 38, 298-305.
- Thompson, D. (1958). "General science - Its origin and growth". *School Science Review*, 40(140), 109-122.
- Turner, D. M. (1927). *History of Science Teaching in England*. Chapman & Hall Ltd.: London (this book was reprinted by ARNO Press(New York) in 1981).
- Twining, T. (1877). *The Elementary Science*

- Examinations of the Science and Art Department, considered in their relation to the Technological Examinations of the Society of Arts*, William Clowes and Sons: London.
- Twining, T. (1882). *Science in Popular Education as a means for promoting Health, Well-being and Industrial Success*, H. & C. Franklin: London.
- Twining, T. (1889). *Suggestive Scheme for the Systematic Introduction of Science Teaching in Elementary Schools*, a pamphlet submitted to the School Board of Education.
- UNESCO (1993). *Project 2000+: International Forum on Scientific and Technological Literacy for All*. UNESCO: Paris.
- UYSEG (1991). *Salter's Science*. Univ. of York Science Education Group: York, UK.
- Uzzell, P. (1978). "The changing aims of science teaching". *School Science Review*, 60(210), 7-20.
- Van Praagh, G. (1973). *H. E. Armstrong and Science Education*, John Murray: London.
- Yager, R. E. (1993). *What Research Says to the Science Teacher, Volume 7: The Science, Technology, Society Movement*. NSTA: Washington, DC.