

# 과학적 소양 관련 논문에서 서술자의 종류와 빈도 특성 연구

이명제

(공주교육대학교)

## A Study of the Kinds and Frequency Characteristics of Descriptors in the Articles Related to Scientific Literacy

Lee, Myeong-Je

(Gongju National University of Education)

### ABSTRACT

This study analyzed the kinds and frequencies of descriptors in 154 articles in ERIC data base on the 4th day of January in 2010. The titles of the articles includes the words, 'scientific literacy'. As each descriptor is constituted of two words and over, in this study the first word in the descriptor was defined as 'restrictive word' and the rest word(s) as 'target word(s)'. The results are as follows. First, the descriptors which show high frequencies of target words are the traditionally important themes of scientific literacy education. Target words which show relatively high frequency are 'education', 'literacy', 'instruction' and 'countries'. Low frequency word is 'curriculum', which has various restrictive words and represents wide differentiation. Second, among the descriptors which show low frequencies of target words, relatively high frequency descriptors are '(and)society', 'change', 'secondary education', 'concepts', and 'biology', which have been given more attention in scientific literacy research than the rest descriptors. Third, the number of the descriptors that shows largely distributed pattern A, which happens over 15 years continuously, is over the half of all analyzed descriptors, which shows that they have been the major objectives in researches about scientific literacy. Most descriptors of pattern A shows normal distribution of frequency or the trends of increasing frequency as the time is nearer. Fourth, The descriptors are divided into four groups according to the time span. Each research trends are as follows. In later 80s, the research which emphasizes the impotence of the sociality and technology in all level school science curriculum. In later 90s the research for educational change of inquiry-centered science curriculum which considers technological literacy in social contexts. In earlier 2000s the research that scientists and science teachers develop science curricula mostly related to scientific principles and thinking in chemistry and biology especially. In later 2000s case studies which relates teaching methods and science process activities to students' attitudes, scientific concepts and curricula.

**Key words** : scientific literacy, descriptor, frequency, research trends

### I. 서 론

과학이 정규 학교에서 교육되기 전부터 과학적 소양(scientific literacy)은 교육 일반에서나 사회적으로 중요한 관심 대상이었다(Layton, 1975; DeBoer, 2000; Millar, 2006). 그러나 지속적인 관심 속에서도 과학적

소양은 교육 목표를 서술하는 용어에 걸맞는 정의로 정립되지 못하였다(Millar, 2006). 과학적 소양의 의미는 교육적 조류에 따라 변화가면서도 그 용어는 지속적으로 사용되어 왔기 때문에, 이제는 과학적 소양의 정의 속에 그 의미가 모호하다는 특성도 포함시켜야 한다는 생각조차 들게 한다.

과학적 소양의 정의를 찾아보려는 연구가 없었던 것은 아니다(이미경 등, 2007; Bybee, 1995; 1997; Laugksch, 2000). 문제는 이러한 연구 결과들이 과학적 소양을 명확하게 정의를 할 수 없다는 것이거나 너무 모호해서 정의를 내리려는 노력이 불필요하다고 판단하는 내용이 다수 있다는 점이다(Kyle, 1996; Shamos, 1995). 그런데, 과학교육에서는 이 용어가 과학교육의 목표를 나타내는 용어로서 사용되고 있고, 교육 목표로서 사용되는 용어는 그 의미가 명확해야 한다는 점을 고려해 볼 때, 과학적 소양에 대한 어떠한 주장보다도 용어의 분명한 정의가 필요하다는 것은 너무나 타당하다(이명제, 2009).

우리나라 2007년 개정 과학과 교육 과정에서는 과학적 소양을 기르는 것이 과학 교육의 목표임을 총괄 목표에 명시하였고, 이는 우리나라 과학과 교육 과정에서는 최초이다(교육부, 2007). 종전까지는 과학적 소양을 암묵적으로 수용하거나 교육 과정 해설서나 교사용 지도서 등에서 과학과 교육 목적과 관련지어 언급하기는 하였지만, 교육 과정의 목표로서 명시하지는 않았다. 따라서 이제 과학적 소양의 정의를 정확히 확립하여 과학 교육에서 명확한 의사소통을 할 수 있도록 그 의미를 정립하여야 할 시대적 요청이 있는 것이다. 특히, 일선 교사들이 실제 교육 현장에서 구체적인 교육 목표 달성을 위한 교수 활동을 하려면 이러한 필요성은 너무나 절실한 것이다.

본 연구는 이러한 노력의 일환으로 그동안 수행된 과학적 소양과 직접 관련된 연구 논문에서 과학적 소양이라는 의미가 어떠한 맥락에서 연구되었는지 알아보고자 하였다. 그 방법으로서 과학적 소양 관련 논문에 제시된 주요 서술자(descriptor) 종류와 출현 빈도 변화를 분석하려고 한다. 이를 통해 시기별로 나타나는 서술자들의 집단 구성 변화로부터 과학적 소양 연구의 동향을 탐색하려고 한다. 이러한 탐색 결과는 과학적 소양 연구가 구체적으로 어떠한 맥락에서 이루어지고 있는지 일견할 수 있는 관점을 제시해줌으로써 궁극적으로 과학적 소양의 정의를 수립하는데 일조할 수 있을 것으로 판단된다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구의 절차

본 연구는 분석대상 논문을 선정하는 것으로 시

작하여 서술자 종류와 빈도의 변화를 분석하는 단계를 거쳐 진행되었다. 구체적인 과정을 살펴보면 분석대상 연구물을 선정하고, 서술자를 구성하는 용어의 종류와 수에 따른 서술자 유형과 이에 따른 빈도 유형을 조작적으로 정의하였다. 다음은 연구물에 출현하는 서술자 출현빈도를 조사하고, 서술자의 종류와 유형에 따른 빈도 변화 유형을 통해 과학적 소양 연구의 대체적인 흐름을 추정하였다. 각 단계에 대한 구체적인 내용은 아래에 서술하였다.

### 2. 분석 대상 연구물

본 연구의 분석 대상 연구물은 연구 제목에 'scientific literacy'라는 용어가 들어 있는 연구 논문으로서 ERIC 자료에서 과학 교육 관련 잡지에 수록된 것으로 제한하였다. 대상 논문 수는 154편으로서 2010년 1월 4일 현재 검색한 결과를 활용하였다.

ERIC 자료에서는 1996년부터의 자료를 제공하는 것으로 되어 있으나, 제목에 'scientific literacy' 용어가 들어 있는 논문은 1982년부터 검색되므로 본 연구에서는 1982년부터 2009년까지 28년간을 조사 대상 기간으로 하였다. 편의상 4년 기간을 단위로 7개의 구간으로 나누었고, 각 구간별 논문 수와 수록된 잡지는 표 1과 같다. 전체 66종의 잡지 중에 39종의 잡지에는 1편의 논문, 14종의 잡지에는 2편의 논문이 발표되었다. 3편 이상의 논문이 실린 잡지는 12종으로서 전체 논문 수의 약 56.5%인 87편의 논문이 수록되어 있다.

대체로 90년대 후반 경에 Science Education을 비롯한 대다수 잡지가 관련 논문을 수록하면서 논문 수가 급히 증가하였으나, 전체적으로 보면 분석 대상 전 기간에 걸쳐 논문 수는 증가하고 있다. 특히, 잡지 International Journal of Science Education은 2000년대 초반부터 관련 논문이 수록되었고, 최근에 비교적 집중적으로 논문이 발표되고 있음을 보여 준다.

### 3. 서술자 출현 빈도 추출

#### 1) 용어 정의

서술자는 'descriptor'를 번역한 용어로서, 연구 논문 내용을 조명할 수 있는 주요 단어로서 ERIC 자료에는 각 논문마다 서술자를 명시하여 개별 논문의 연구 주제를 보다 구체적으로 파악하고, 정보 검색을 원활히 할 수 있도록 안내하고 있다. 이러한

표 1. 시기 구간에 따른 잡지별 논문 빈도

잡지명	시기 구간	2006 ~2009	2002 ~2005	1998 ~2001	1994 ~1997	1990 ~1993	1986 ~1989	1982 ~1985	계
Science Education		3	5	4	4				16
Journal of Research in Science Teaching		2	2	2	4	4	1		15
International Journal of Science Education		7	3	1			1		12
Journal of College Science Teaching				3	2		3		8
School Science and Mathematics					2	4			6
Canadian Journal of Science Mathematics and Technology Education			5						5
Science Teacher		1		1	3				5
Research in Science Education		2		2	1				5
Investigating			3	1					4
Journal of Science Education and Technology		2		1	1				4
Science Education International				3	1				4
School Science Review			1			1	1		3
소계		17	19	18	18	9	6	0	87
2개 논문 수록 잡지 수 14종									28
1개 논문 수록 잡지 수 39종		11	14	15	7	6	7	7	39
총계		28	33	33	25	15	13	7	154

서술자는 대부분 2개의 단어로 구성되어 있고, 1개나 3개 이상의 단어로 구성된 서술자는 극히 소수이다.

본 연구에서는 2개 이상의 단어로 구성된 각 서술자는 ‘제한어’와 ‘목표어’로 이루어져 있는 것으로 조작적으로 정의하였다. 먼저 나오는 단어는 이어 나오는 단어의 의미를 제한하는 역할을 하고 있으므로 ‘제한어’, 뒤의 용어가 대체로 서술자의 중심적인 의미를 나타내려는 목표를 가지고 있는 것으로 해석하여 ‘목표어’로 명명하였다. 한편, 3개 이상의 단어로 구성된 서술자의 경우에는 목표어가 2개 이상의 단어로 이루어져 있는 것으로 해석하였다.

### 2) 목표어 중심과 개별 서술자 중심 분석

본 연구에서는 서술자를 목표어 중심과 개별 서술자 중심으로 각각 분석하였다. 서술자를 목표어 중심으로 분석하는 경우, 한 목표어에 대하여 여러 종류의 제한어가 있을 수 있으므로 개별 서술자는 다양하게 출현할 수 있다. 이러한 분석은 목표어에

대한 다양한 연구 맥락을 점검하는데 유용하고, 과학적 소양과 관련지어 특정 목표어가 어떠한 측면에서 연구 관심을 끌고 있는지 파악하기에 적절하다고 판단하였다. 목표어 중심 서술자 분석은 목표어 빈도가 평균 이상인 서술자를 대상으로 하였다.

개별 서술자 중심으로 이루어진 분석은 서술자의 목표어와 제한어를 구별하지 않고 출현한 모든 서술자를 독립적인 개별 서술자로 취급하여 이루어졌다. 개별 서술자 분석도 개별 서술자 빈도가 평균 이상인 서술자를 대상으로 하였다. 또한, 평균 빈도 이상을 보이는 개별 서술자들을 빈도 집중 시기에 따라 서술자 집단을 나누고, 연구 대상 기간 내에서 시기에 따른 연구 동향을 탐색하였다.

### 3) 서술자 분포 유형 결정

서술자 출현 분포 유형은 총 7개 기간 구간 동안 2개 구간 이상 연속적으로 나타나는 서술자에 한하여 부여하였다. 이들의 출현 분포 유형은 기간 분포와 빈도 분포로 이원화하여 구별하였고, 그 기준은

각각 표 2 및 표 3과 같다.

기간 분포 유형은 각 서술자의 출현 연속성에 중점을 두고 분류하였다. 이러한 분류 조건은 특정 서술자가 얼마나 지속적으로 과학적 소양 연구에 나타나는지를 중시하려는 의도이다. 같은 기간 분포 유형을 보이는 서술자라 하더라도 빈도 변화는 또 다른 변수이므로 빈도 분포 유형은 출현 기간 동안의 관심 추이를 보여주는 지표로 해석하였다.

서술자의 기간 분포 유형은 과학적 소양 관련 연구에서 서로 다른 특성을 가지고 있다고 볼 수 있다. 편재형(A)은 약 20년간 과학적 소양 관련 연구에 지속적으로 나타나는 서술자로서 과학적 소양 연구의 전통적인 주제를 나타내는 서술자라고 볼 수 있다. 따라서 이 유형을 띠는 서술자는 비교적 긴 기간 동안의 빈도 추이를 보여줌으로써 서술자 내용에 대한 관심 수준의 변화를 비교적 신뢰성 있게 판단할 수 있는 유형이라고 할 수 있다. 집중형(B)은 전체 연구 대상 기간의 일부 기간 중에 과학적 소양 연구에 출현한 서술자로서 특정 시기에 관심을 모았던 주제라고 해석할 수 있다. 분리형(C)은 집중형처럼

일부 기간 동안 출현한 서술자에 해당하지만, 집중형과는 달리 출현 시기가 2개 이상으로 분리되어 있는 경우를 말한다. 이들은 한 때 과학적 소양 연구 관련 서술자로서 출현하였으나, 일정 기간 동안 사라졌다가 다시 관심을 받아 부활한 경우라고 볼 수 있다.

한편, 빈도 분포 유형은 같은 기간 분포 유형이라도 다양한 빈도 변화 특성을 구별하기 위한 것이다. 정상 분포형(a)는 기간 분포가 적어도 3기간 구간 연속이어야 적용할 수 있는 것으로서 연속 출현 구간 내에 최고 빈도 구간이 존재하고, 이를 중심으로 양끝으로 가면서 대체로 감소하는 빈도 분포를 보이는 유형으로서 빈도분포 구간 내에서 빈도 최고점이 비교적 뚜렷하게 나타나는 것이 이에 속한다. 한편, 정상 분포형에서 벗어난 유형으로서 수평형(b), 전진형(c), 후퇴형(d)을 구별하였다. 수평형(b)은 연속 기간 구간 내에서 최고 빈도 구간이 불규칙하게 분포하면서 일정 방향의 빈도 증감 경향성을 찾을 수 없는 경우가 이에 해당한다. 이로써 수평형은 출현 기간 동안 서술자 관련 주제에 대한 일정한 관심 수준과 시기적 지속성을 나타내도록 하였다. 한편, 빈도의 편향적인 증감을 보이는 서술자는 전진형(c)나 후퇴형(d)으로 구별하였다. 전자는 시간이 흐름에 따라 빈도가 증가함으로써 과학적 소양 관련 연구에서 관심 수준이 증가해 왔음을 나타내는 서술자가 해당된다. 후자는 그 반대로 처음에 출현한 시기보다 시간이 흐름에 따라 감소하는 양태를 보이는 경우이다. 이 둘은 모두 최소 빈도보다 최고 빈도가 3배 이상을 보이는 경우에만 적용하였으며, 시기에 따른 임의로 진동하는 특성은 수평형으로 수

표 2. 기간 분포 유형

유형	기준 조건	기호
편재형	출현 기간이 5구간 이상 연속인 경우	A
집중형	출현 기간이 2~4구간 이상 연속된 것이 1개인 경우	B
분리형	출현 기간이 2~4구간 이상 연속된 것이 2개 이상인 경우	C

표 3. 빈도 분포 유형

유형	공통 조건	첨부 조건		기호
		최고 빈도	일관성	
정상 분포형	3기간 구간 이상 연속 빈도 출현	최소 빈도의 3배 이상의 최고 빈도가 내부 기간 구간에 나타남.	*최고 빈도 구간에서 양끝 구간으로 가면서 빈도가 감소함. *최고 빈도 구간과 인접한 구간의 빈도 차가 최소 빈도의 3배 이상일 경우는 인접 구간의 빈도를 무시하고 재분류함.	a
수평형		최고 빈도가 산재함.	구간 내 최소 빈도의 3배 이하 범위의 변화는 수용함.	b
전진형	2기간 구간 이상 연속 빈도 출현	현재로부터 가장 가까운 구간에 최소 빈도의 3배 이상의 최고 빈도가 나타남.	*현재에 가장 가까운 시대 구간으로 갈수록 빈도가 증가함. *최고 빈도 구간과 인접한 구간의 빈도 차가 최소 빈도의 3배 이상일 경우는 인접 구간의 빈도를 무시하고 재분류함.	c
후퇴형		현재로부터 가장 먼 구간에 최소 빈도의 3배 이상의 최고 빈도가 나타남.	가장 먼 시대 구간으로 갈수록 빈도가 증가함.	d

용하였다.

### III. 연구 결과

#### 1. 목표어 중심 분석 결과

빈도 2 이상을 나타내는 서술자들의 총합 빈도는 1,127이고, 서술자의 목표어 종류는 1 단어 서술자 25개를 포함하여 총 118개이므로 목표어 평균 빈도는 약 9.6이다. 이를 기준으로 빈도 10 이상인 목표어 20종을 목표어 중심 분석 대상 서술자로 정하였다. 이들 목표어는 과학적 소양 연구에서 주요한 연구 주제를 이루는 것들이라고 볼 수 있다.

목표어의 특성을 알아보기 위하여 제한어에 따른 서술자 분화수, 개별 서술자 빈도 등을 표 4에 나타내었다. 여기서 서술자 분화란 같은 목표어를 가지고 있지만, 제한어가 다른 서술자가 존재하는 현상을 말한다.

목표어 앞에 ‘-’를 표시한 것은 2개 단어 이상으로 구성된 서술자에서 제한어를 생략한 목표어라는 의미이고, ‘-’가 없는 목표어는 1 단어 서술자를 지칭하는 것이다. 예를 들어, -literacy의 경우 scientific literacy, technological literacy, adult literacy, information literacy와 같이 4종류로 분화되어 있고, 목표어 빈도는 155이고, 제한어를 고려한 서술자 평균 빈도는 39이다. 각각의 빈도 순위는 2로 동일하다.

목표어 빈도가 상위인 목표어들은 대체로 분화수가 큰 경향이 있다. 특히, education의 경우 빈도가 최고이지만, 그 분화수가 10개에 이르고 있어서 개별 서술자 평균 빈도는 전체 평균 빈도를 다소 상회하고 있을 뿐이다. 그러나 foreign countries와 science and society는 단일 서술자이므로 서술자 빈도와 목표어 빈도가 같고 상대적으로 높은 편이다. 이러한 현상은 conceptual change, scientific concepts의 경우에도 같은 경향을 보이고 있다.

한편, 1 단어 서술자인 biology와 technology는 분화가 이루어지지 않고 있어서 분화가 큰 서술자와는 달리 과학적 소양 연구에서 상대적으로 집중적인 주제로 나타나고 있다. 이들은 공통적으로 과학 기술의 분야를 지칭하는 용어로서 과학적 소양과 관련지어 다른 분야보다 자주 언급되는 과학 관련 분야임을 말해주고 있다.

목표어 빈도와 서술자 평균 빈도는 과학적 소양에 대한 연구 동향을 탐색하는데 집중성과 다양성

측면을 살펴볼 수 있는 분석 관점을 제공한다. 따라서 목표어 빈도의 평균인 38과 개별 서술자 평균 빈도인 13을 기준으로 목표어의 특성을 표 5처럼 분

표 4. 주요 목표어와 서술자 빈도

목표어	분화 수	제한어		평균 빈도 (순위)	목표어 빈도 (순위)
		종류	빈도		
-Education	10	Science	95	18(5)	175(1)
		Higher	33		
		Secondary	18		
		Elementary	10		
		Mathematics	6		
		Adult	4		
		Health	3		
		Environmental	2		
		Informal	2		
		Teacher	2		
-Literacy	4	Scientific	138	39(2)	155(2)
		Technological	13		
		Adult	2		
		Information	2		
-Instructions	4	Science	51	15(8)	61(3)
		College	6		
		Reading	2		
	5	Writing	2	8(13)	42(4)
		Science	29		
		National	4		
		College	4		
-Curriculum	5	Integrated	3	8(13)	42(4)
		Core	2		
		Foreign	40		
-Countries	1	Foreign	40	40(1)	40(5)
		Elementary	33	18(5)	35(6)
-Secondary education	2	Post	2		
		-(And)Society	1	Science	34
Teaching	28			11(10)	32(8)
-Methods	3	Evaluation	2		
		Thinking	2		
-School science	2	Elementary	12	11(10)	22(9)
		Secondary	10		

표 4. 계속

목표어	분화 수	제한어		평균 (순위)	목표어 빈도 (순위)
		종류	빈도		
-Development	4	Curriculum	13	5(15)	20(10)
		Student	3		
		Cognitive	2		
		Skill	2		
-Change	1	Conceptual	19	19(4)	19(11)
-Concepts	1	Scientific	17	17(7)	17(12)
-Skills	5	Thinking	9	3(20)	17(13)
		Writing	2		
		Communication	2		
		Reading	2		
		Thinking	2		
Biology	1		15	15(8)	15(14)
-Activities	3	Science	11	5(15)	15(15)
		Class	2		
		Learning	2		
-Science	2	College	12	7(14)	14(16)
		Biological	2		
-Attitudes	3	Student	7	4(18)	11(17)
		Scientific	2		
		Teacher	2		
-Teachers	3	Science	7	4(18)	11(18)
		Preservice	2		
Technology	1	Student	2	10(12)	10(19)
			10		
-Principles	2	Scientific	8	5(15)	10(19)
		Educational	2		
(평균)	2.9		13.0		37.8

표 5. 목표어와 개별 서술자 별 빈도에 따른 목표어 분류

개별 서술자 빈도	목표어 빈도	평균 이상	평균 미만
평균 이상	① -Education, -literacy, -instruction, -countries,	③ -(and)Society, -change, -secondary education, -concepts, biology,	
평균 미만	② -Curriculum	④ -Methods, -school science, technology, -science, -activities, -development, -principles, attitudes, -teachers, -skills	

류해 논의할 수 있다.

①의 목표어는 목표어 빈도가 크고, 제한어를 고려한 개별 서술자에 대한 빈도도 크다. 이들은 과학적 소양 연구의 중심 주제를 나타내는 서술자들이라고 해석할 수 있다. ②의 목적어는 과학적 소양 연구에서 빈도에 비해 분화된 영역이 다양한 특성을 보이는 연구 주제라고 볼 수 있다. ③은 목적어 빈도는 비교적 적은 편이지만, 관심이 비교적 집중되는 구체적 연구 주제를 보이는 경우라고 볼 수 있으며, ④는 상대적으로 관심이 낮은 영역이라고 볼 수 있다.

①의 경우에 해당하는 목표어는 '-countries'를 제외하면, 대체로 과학 소양 교육에 관련된 포괄적인 연구 주제로서 비교적 큰 비중을 보이는 주제들로 이루어져 있다. 예를 들어, '-education'에서 가장 빈도가 큰 'science education'은 가장 포괄적이므로 논외로 하고, 대학, 중등, 초등, 수학 교육 순으로 서술자가 빈도가 나타나고 있다. 여기서 특이한 것은 대학교육이 과학적 소양과 관련지어 대학 전 교육보다 더 빈도가 높다는 점이다. 또한, 뒤이어 나오는 성인 교육과 건강 교육, 환경 교육 등은 과학 소양 교육이 학교 밖 교육과 이어지고 있다는 것을 보여주는 자료라고 할 수 있다. 한편, 'foreign countries'는 단일 서술자로서 높은 빈도를 보이고 있는데, 이것은 근래에 일고 있던 과학 교육 국제 비교 연구의 흐름에 부응하여 각국의 과학 교육 연구자들이 다른 나라의 과학 교육에 관심을 보인 결과로 판단된다.

②의 경우는 '-curriculum'이 유일한데, 'science curriculum'이 전체 빈도의 약 70%의 빈도를 차지하고, 그 외에 national curriculum, college curriculum, integrated curriculum, core curriculum 순으로 빈도 4 이하의 비중이 낮은 서술자들이 나타나고 있다. 이러한 현상은 포괄적인 의미의 과학 교육과정이 관심 대상일 뿐, 다양하게 특화된 교육과정은 과학적 소양과 관련지어 뚜렷한 관심을 받지 못하고 있음을 보여 준다.

③에 해당하는 것은 목표어 빈도가 비교적 낮지만, 분화가 거의 없는 단일 서술자를 이루면서 연구 관심이 비교적 큰 경향을 보이는 것으로 -secondary education, science(and)society, conceptual change, scientific concepts, biology이다. 특히, 여기서 -secondary education을 제외하면, 모두 단일 서술자라는 공통적 특징을 나타낸다. 또한, 이들은 모두 평균 빈도 순위가 3에서 8에 해당하는 상위 순위를 보이고 있다. 이것은 과학적 소양 연구에서 과학과 사회의 관점, 과학 개념 변화와 같은 전통적인 주제가 비교적 비중있게 다루어지고 있음을 말해주고 있다. 특히 ‘과학과 사회’ 서술자가 매우 높은 빈도를 보여주는 것은 관심의 집중성을 나타내는 것이다. 또한, biology는 과학 관련 영역으로서 과학적 소양의 주요 서술자가 되고 있음을 주목해야 한다고 본다. 특히 과학 영역에서는 생물이 다른 영역을 불식시키고, 과학적 소양과 관련지어 두드러지게 연구 대상이 되고 있는 과학 내용임을 말해 주고 있다.

④는 목표어 빈도와 평균 빈도가 모두 적은 경우로서, 목표어 빈도 순위 8인 -methods로부터 -school science, -development, -skills, -activities, -attitudes, -teachers 등이다. 이들은 전체 20개의 주요 목표어 중 하 순위 목표어 10개가 이에 해당한다. 이들은 소양 교육과 관련성을 가지고 있으나, 다른 상위 주요 목표어에 비하여 상대적으로 분화와 관심 수준이 약한 서술자들이다. 이들 중 비교적 서술자당 평균 빈도가 큰 -methods는 teaching methods, evaluation methods, thinking methods로 이루어져 있다. 특히 전체 빈도 32중 28은 teaching methods에 집중되어 있어서 과학적 소양 연구와 관련지어 교수법이 주된 관심 대상임을 말해주고 있다. 또한, -development에서는 curriculum development, -skills에서는 thinking skills, -attitudes에서는 student attitudes가 해당 목표어 빈도의 절반 수준을 차지하고 있어서 교육 과정 개발과 사고 기능, 학생들의 태도에 과학적 소양 연구가 비교적 집중되고 있음을 보여 준다.

## 2. 개별 서술자 중심 분석 결과

목표어나 제한어를 고려하지 않고 개별 서술자 전체를 대상으로 출현 유형을 분석하였다. 전체 서술자 수는 178개로서, 목표어 기준으로 분류하는 경우의 118개보다 60개가 증가하고 있다. 따라서, 60개는 주요 목표어를 포함하지 않은 서술자들이라고 할 수

있다.

총 서술자 빈도는 1,127개이고, 서술자 종류가 178이므로 평균 빈도는 약 6.3이다. 이를 기준으로 서술자 빈도가 7이상인 30개의 서술자가 선정되었다. 유형 분류 기준인 표 2와 표 3에 의거하여 이들 서술자들에 대한 기간과 빈도분포 유형을 결정하고, 이를 표 6에 정리하였다.

표 6을 보면, 과학적 소양 연구에서 나타난 서술자들은 기간 분포로서는 편재형(A), 빈도 분포로서는 수평형(b)의 수와 출현 빈도가 상대적으로 다른 유형에 비하여 우세한 편이다. 편재형은 긴 기간 동안 지속적으로 출현하는 특성을 보이는 것이므로 이러한 현상은 과학적 소양 연구의 내용이 비교적 안정적으로 집중되고 있음을 나타내는 것으로 판단된다.

구체적으로 살펴보면, 편재형(A)이 17개로 전체의 절반을 넘고 있으며, 이들의 빈도 유형에서는 후퇴형(d)를 제외하면 거의 고른 분포를 하고 있다. 또, 수평형(b)보다는 정상 분포형(a)형과 전진형(c)에 빈도 순위가 상대적으로 상위인 서술자가 속해 있다. 특히 전진형은 빈도 순위가 편재형 전체에서도 가장 우세하며, 후퇴형(d)은 서술자가 발견되지 않고 있다. 이러한 현상은 시기가 현재에 접근하면서 관심이 높아지고 있는 과학적 소양 관련 서술자가 상대적으로 편재형에서 다수 출현함을 나타내는 것이다.

집중형(B)형에서는 하 순위의 서술자가 다수 수평형(b)을 띠고 있다. 그러나 전진형(c)에 나타난 유일한 서술자 foreign countries는 다른 집중형 서술자에 비하여 특별히 빈도 순위가 높은 특성을 보이고 있다. 분리형(C)에는 모두 빈도의 하 순위 서술자로서 구성되어 있다.

한편, 개별 서술자의 빈도에 따른 서술자 특성을 알아보기 위해 주요 개별 서술자들의 빈도 순에 따른 분포 유형을 표 7에 정리하였다. 대체로 빈도가 큰 서술자일수록 편재형(A)이고 정상 분포형(a)을 띠는 경향을 보이며, 이들의 서술자별 빈도 정점도 대체로 ‘98~’05년 사이에 나타남으로써 전체 연구물 빈도의 분포와 일치하고 있다.

이러한 경향에서 벗어나 있는 서술자인 foreign countries와 secondary education은 집중형(B)으로 나타나고 있다. 전자는 2000년대에 접어들면서 활발해진 과학 학력 국제 비교 연구가 속출하면서 다른 국가의 과학 교육을 과학적 소양의 입장에서 조명하려는 노력이 증가했기 때문으로 해석된다. 한편, 후

표 6. 분포 유형에 따른 주요 개별 서술자

(빈도/순위)

빈도	기간	A	B	C	계
a		<ul style="list-style-type: none"> <li>· Science education(95/2)</li> <li>· Higher education(33/5)</li> <li>· Elementary secondary education(33/5)</li> <li>· Educational change(19/10)</li> <li>· Scientific concepts(17/12)</li> <li>· Biology(15/13)</li> <li>· Inquiry(8/23)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Secondary education(18/11)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Secondary school science(10/19)</li> </ul>	9
b		<ul style="list-style-type: none"> <li>· Science and society(34/7)</li> <li>· Technological literacy(13/14)</li> <li>· Elementary education(10/19)</li> <li>· Thinking skills(7/26)</li> <li>· Chemistry(7/26)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· College science(12/17)</li> <li>· Technology(10/19)</li> <li>· Science process skills(9/22)</li> <li>· Student attitudes(7/26)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Curriculum development(13/14)</li> <li>· Scientific principles(8/23)</li> </ul>	11
c		<ul style="list-style-type: none"> <li>· Scientific literacy(138/1)</li> <li>· Science instruction(51/3)</li> <li>· Science curriculum(29/8)</li> <li>· Teaching methods(28/9)</li> <li>· Science activities(11/18)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Foreign countries(40/4)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Case study(7/26)</li> </ul>	7
d			<ul style="list-style-type: none"> <li>· Elementary school science(12/16)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Scientists(8/23)</li> <li>· Science teachers(7/26)</li> </ul>	3
계		17	7	6	30

자는 90년대 말에 두드러지게 증가된 빈도를 보인 후 급격히 감소하는 단속적인 양상을 보이고 있다.

한편, 편재형이지만, 전진형(c)으로 나타나는 것이 다수 나타나고 있다. Scientific literacy, science instruction, science curriculum, teaching methods를 대표적으로 들 수 있다. 이들은 대체로 전체 논문 수 경향과 유사한 변화를 보이면서 최근까지 증가함으로써 과학적 소양 연구에서 교육 과정, 교수 그리고 교수법이 함께 다루어지는 연구 속성을 지니고 있음을 간접적으로 보여주고 있다.

또한 편재형이지만, 빈도의 차가 거의 보이지 않는 수평형(b)은 science and society와 technological literacy인데, 이들이 출현하는 시기는 서로 다르다. 전자는 80년대 후반부터 최근까지 변함없는 빈도 수준을 유지함으로써 과학적 소양 연구에서 지속적인 관심의 대상임을 말해주고 있고, 후자는 '80년대 초부터 90년대 말까지는 지속적으로 출현하고 있으나, 그 이후 거의 사라지고 있어서 최근에는 과학적 소양과 기술적 소양의 관련성에 대한 관심이 상대적으로 감소하고 있음을 보여 준다.

빈도수가 비교적 적은 서술자들은 편재형과 집중형이 상대적으로 줄어들고 분리형(C)이 증가하고

있다. 한편, 낮은 빈도이지만 편재형을 고집하는 서술자를 보면, science activities, elementary education, inquiry, thinking skill, chemistry로서 역시 과학교육의 지속적인 관심 대상으로 인정되는 주제들임을 알 수 있다.

한편, elementary education과 elementary school science, secondary education과 secondary school science를 살펴보면, 중등 교육은 중등학교 과학보다 높은 빈도를 보이지만, 초등 교육과 초등학교 교육은 그리 차이를 보이지 않고 있다. 눈에 띄는 것은 초등 교육과 중등 교육과 같이 일반적인 교육을 지칭하는 두 서술자는 80년대 말부터 등장하여 2000년대 초에 등장한 후 사라졌고, 학교 과학은 초·중등 공히 90년대 말까지 단속적인 출현을 보이다가 최근에 다시 등장한다는 점이다. 이는 과학적 소양 교육이 일반 교육이라는 바탕에서 보다는 학교 과학 교육 차원에서 연구하려는 경향이 있는 나타나고 있는 것으로 해석할 수 있다.

또한, 초·중등 과학 교육과는 달리 대학 교육을 의미하는 higher education와 college science는 90년대 말경에 정점을 보였으나, 현재는 거의 소강상태를 보고 있어서 연구 관심 맥락에서 상대적으로 멀



어진 것으로 판단된다.

또한 science processing skills나 case study는 비교적 근래에 출현하는 서술자임을 보여주고 있으며,

biology과 chemistry는 과학 내용을 지칭하는 서술자로서 다른 과학 분야에 비하여 과학적 소양 관련 연구에 주요 내용이 되고 있다. 특히 생물이 더 높은

표 7. 서술자 빈도순에 따른 기간 및 빈도 분포 유형

서술자	기간 구간(년)								계	기간 유형	빈도 유형
	06~09	02~05	98~01	94~97	90~93	86~89	82~85				
Scientific literacy	30	31	26	21	14	11	5	138	A	c	
Science education	17	21	16	16	14	7	4	95	A	a	
Science instruction	10	8	10	8	6	6	3	51	A	c	
Foreign countries	13	12	10	2		3		40	B	c	
Higher education	1	1	14	6	4	2	5	33	A	a	
Elementary secondary education	1	7	9	8	5	2	1	33	A	a	
Science and society	3	5	8	5	5	8		34	A	b	
Science curriculum	6	3	6	4	4	5	1	29	A	c	
Teaching methods	9	7	2	2	3	3	2	28	A	c	
Educational change	1	6	5	5	2			19	A	a	
Secondary education		1	6	6	3		2	18	B	a	
Scientific concepts	4	1	2	4	5	1		17	A	a	
Biology	2	4	2	3	2	1	1	15	A	a	
Technological literacy	1		3	3	1	2	3	13	A	b	
Curriculum development	3	6			1	1	2	13	C	b	
Elementary school science	3		1		2	6		12	B	d	
Science activities	3	3	2	2	1			11	A	c	
College science	2			2	2	4	2	12	B	b	
Elementary education		2	2	1	3	2		10	A	b	
Technology		2		2	2	4		10	B	b	
Secondary school science	2	1		1	1	3	2	10	C	a	
Science process skills	3	3	1	2				9	B	b	
Scientific principles		3	2		1	2		8	C	b	
Scientists	1	4			1	2		8	C	d	
Inquiry	1	2	3	1	1			8	A	a	
Thinking skills	1	2	1	1	2			7	A	b	
Student attitudes	3		1	1	1	1		7	B	b	
Case study	3	2	1			2	1	7	C	c	
Science teachers	1	3			1	2		7	C	d	
Chemistry	1	2	1	1	1		1	7	A	b	
(논문수)	28	33	33	25	15	13	7	154			

빈도를 보임으로서 과학적 소양 연구에 배경 과학으로 많이 다루어짐을 암시하고 있다.

### 3. 서술자의 빈도 집중 시기 분석

연구 대상 기간 동안 과학적 소양 연구의 경향을 파악하기 위하여 주요 서술자 30개를 대상으로 빈도 집중 시기를 분석하였다. 서술자 별로 기간 구간 최고 빈도의 80% 이상을 보이는 기간 구간과 기간 구간 별로 논문수의 30% 이상 출현한 서술자를 표 8에 표시하였다. 예를 들어, 서술자 science education의 경우, 기간 구간별 최고 빈도가 21이고 이의 80%는 16.8이므로 17 이상인 3개 기간 구간이 집중 시기로서 표 8에서 음영이 있는 셀로 표시하였고, '06~'09년 기간 구간에 발표된 논문 28편의 30%는 8.4이므로 9편 이상에서 빈도를 보이는 teaching methods를 포함한 5개의 서술자가 분석 대상인데, 이는 셀에 사선을 넣어 구별하였다.

한편, 서술자별 집중 시기를 나타내는 구간들을 기준으로 서술자들은 크게 4개의 집단으로 구별된다. 이들은 '06~'09년, '02~'05년, '98~'01년, '86~'89년 구간을 각각 유일한 집중 시기로 하는 서술자를 중심으로 인접한 차후 구간을 집중시기로 하는 서술자를 묶어서 집단화하였으며, 순서대로 1~4집단으로 명명하기로 한다.

각 집단을 구성하는 서술자들의 특성을 살펴봄으로써 과학적 소양에 대한 대체적인 연구 동향을 구성해 볼 수 있다. 1집단의 경우는 최근 2000년대 후반에 집중된 서술자로서 science instruction은 최근 4개 기간 구간에, science education, scientific literacy, foreign countries은 최근 3개 기간 구간에, science process skills와 science activities는 최근 2개 기간 구간에서 2, 3집단과 공통으로 집중 기간을 보이고 있다. 따라서 이들은 '90년대 말부터 현재까지 과학적 소양 연구의 주요 내용을 나타내는 서술자임을 보여 준다. 여기서 특이한 현상은 foreign countries가 '90년대 중반에 나타난 이래 매우 두드러지게 빈도가 높다는 점인데, 앞에서도 언급했듯이 이 시기쯤부터 활발해졌던 국제 과학 학력 평가에 대한 관심에 기인한 것으로 사료된다. 한편, 1집단에만 존재하는 집중 서술자는 student attitudes, case study, teaching methods이다. 다양한 연구에서 이들을 서술자로 사용하는 것이 가능하겠으나, 1집단 내의 연구 동향은 과학 수업에서 교수법과 탐구 과정 활동을 학생의 태

도, 과학 개념, 그리고 교육 과정에 관련짓는 사례 연구가 이루어졌다는 추리가 가능하다. 특히, 해당 기간에 발표된 논문에서 30% 이상에서 출현하는 서술자 중 기간 특이 서술자는 teaching methods임을 고려하면, 교수법적인 관점에서 과학적 소양 연구가 다수 관련을 맺고 이루어졌음을 말해 준다.

2집단은 2000년대 초반에 집중된 서술자로서 1집단과 공유한 6개의 서술자 외에 8개의 새로운 서술자가 등장한다. Educational change가 이후 3기간 구간에 걸쳐 나타나는 것을 제외하면, curriculum development, scientists, chemistry, biology, science teachers, scientific principles, thinking skills가 집단 특이의 서술자이다. 이 서술자들은 특정 과학 분야와 과학 관련 전문가로 구성되어 있다는 특성을 보인다. 이러한 현상은 과학적 소양교육에서 의사소통에 따른 언어의 문제가 부각되면서 교육자와 피교육자 사이의 상호작용에 관심이 집중된 시기임을 간접적으로 설명해 주는 것이다(이명제, 2009). 이 당시의 연구 동향을 추리해 보는데, 과학자와 과학 교사가 주로 화학과 생물 분야에서 과학적 원리와 사고 기능에 관련지어 교육 과정을 개발하고, 이를 통해 교육적 변화를 꾀하려는 과학적 소양 관련 연구를 수행하였다고 할 수 있다. 그러나 이 집단에서는 해당 기간 30%의 논문에 공통으로 출현하는 특이 서술자는 발견되지 않아서 상대적으로 강조된 서술자가 없다는 특성이 있다.

3집단은 주로 90년대 말에 집중된 서술자로서, science curriculum, educational change은 1, 2집단, science and society는 4집단과 공통이고, 3집단 고유의 서술자는 2기간 구간에 걸쳐 있는 elementary secondary education, secondary education, technological literacy와 1기간 서술자로서 inquiry와 higher education이 등장하고 있다. 따라서 이 기간 동안에는 초등 중등 교육을 포함한 대학 교육이 기술적 소양을 고려한 과학의 사회적 맥락에서 과학적 개념과 탐구 중심 과학 교육 과정에 대한 교육적 변화 연구가 이루어졌다는 연구 동향 구성이 가능하다.

4집단은 80년대 말에 집중된 서술자로서 3집단과는 시간적인 불연속성을 가지면서, '86~'89년 사이에 나타나고 있다. Science curriculum과 science and society는 3집단과 공통으로 나타나지만, 후자는 그 기간 동안 30% 이상의 논문 수에서 나타남으로써 secondary school science, elementary school science,

표 8. 서술자의 빈도 집중 기간 구간 분포

서술자	기간 (년) 계	06	02	98	94	90	86	82	기간 유형	빈도 분포 유형
		~09	~05	~01	~97	~93	~89	~85		
Science education	95	17	21	16	16	14	7	4	A	a
Science instruction	51	10	8	10	8	6	6	3	A	c
Scientific literacy	138	30	31	26	21	14	11	5	A	c
Foreign countries	40	13	12	10	2		3		B	c
Science process skills	9	3	3	1	2				B	b
Science activities	11	3	3	2	2	1			A	c
Student attitudes	7	3		1	1	1	1		B	b
Case study	7	3	2	1			2	1	C	c
Teaching methods	28	9	7	2	2	3	3	2	A	c
Science curriculum	29	6	3	6	4	4	5	1	A	c
Scientific concepts	17	4	1	2	4	5	1		A	a
Educational change	19	1	6	5	5	2			A	a
Chemistry	7	1	2	1	1	1		1	A	b
Curriculum development	13	3	6			1	1	2	C	b
Scientists	8	1	4			1	2		C	d
Bilology	15	2	4	2	3	2	1	1	A	a
Science teachers	7	1	3			1	2		C	d
Scientific principles	8		3	2		1	2		C	b
Thinking skills	7	1	2	1	1	2			A	b
Elementary secondary education	33	1	7	9	8	5	2	1	A	a
Secondary education	18		1	6	6	3		2	B	a
Technological literacy	13	1		3	3	1	2	3	A	b
Inquiry	8	1	2	3	1	1			A	a
Science and society	34	3	5	8	5	5	8		A	b
Higher education	33	1	1	14	6	4	2	5	A	a
Elementary education	10		2	2	1	3	2		A	b
Secondary school science	10	2	1		1	1	3	2	C	a
College science	12	2			2	2	4	2	B	b
Technology	10		2		2	2	4		B	b
Elementary school science	12	3		1		2	6		B	d
출현 서술자 수		26	26	24	24	26	23	15		
집중시기가 나타난 서술자 수		11	14	12	7	3	6	1		
30%이상 논문에 출현한 서술자수 (논문수)		5	3	5	4	6	8	10		
		154	28	33	33	25	15	13		

college science와 같은 각급 학교의 과학 교육 과정에서 technology와 과학과 사회의 맥락이 매우 강조되는 연구가 수행되었음을 추리할 수 있다(이명제, 2009).

한편, 3집단과 4집단 사이 기간인 '90~'93년에는 그 구간 특이의 서술자로 elementary education이 보이고, 이 기간에는 30% 이상의 논문에 scientific concepts, elementary secondary education, science and society가 나타남으로써 초·중등 교육이 과학과 사회의 맥락에서의 과학 개념과 사고 기능을 강조하는 방향으로 나타났음을 추리하게 한다.

한편, '82~'85년에는 technological literacy가 집중된 시기이고, 그 외에 대학 교육을 비롯한 출현 서술자 대부분이 당시 발표된 논문에 30% 이상을 차지함으로써 과학 소양 교육 주제에 대한 분화가 이루어지지 않고 집중되고 있음을 나타내고 있다.

#### IV. 결론 및 제언

본 소고에서는 '과학적 소양(scientific literacy)'이라는 용어가 제목에 들어 있으면서 과학 교육 잡지에 실린 논문을 2010년 1월 4일 현재 ERIC 자료를 통하여 154편을 검색하고, 이들 논문의 서술자(descriptor) 빈도를 분석하였다. 1982년부터 2009년까지 28년을 4년 단위로 7개의 구간으로 나누어 각 기간 구간에 따른 서술자 종류와 집단의 변화를 통해 과학적 소양 연구의 특성과 동향을 탐색하였다.

개별 서술자들은 대개 2개 이상의 단어로 구성되어 있으므로 앞쪽의 단어는 '제한어'로, 뒤쪽 단어는 '목표어'로 정의하여, 목표어 중심 분석과 개별 서술자 중심 분석을 실시하였다. 빈도 2 이상을 보이는 서술자 총 출현 빈도는 1,127이고, 목표어 종류 118개 중 평균 이상의 빈도를 보이는 20종의 목표어를 분석하였고, 개별 서술자 종류 178개 중 평균 이상의 빈도를 보이는 30개의 주요 서술자를 분석한 결과는 다음과 같다.

첫째, 목표어 빈도가 높은 서술자는 과학적 소양 교육에서 전통적으로 보편적인 중요성이 인정되는 주제로 구성되어 있다. 이들 중, 개별 서술자 빈도가 비교적 높은 목표어는 education, literacy, instruction, countries이고, 낮은 서술자는 curriculum이다. 후자는 전자에 비하여 다양한 제한어를 가진 개별 서술자가 등장함으로써, 비교적 분화된 영역임을 말

해주고 있다.

둘째, 빈도가 낮은 목표어 중 빈도가 높은 서술자로 분화된 것은 (and)society, change, secondary education, concepts, biology이고, 빈도가 낮은 것은 methods, school science, technology, science, activities, development, principles, attitudes, teachers, skills이다. 전자는 과학적 소양 연구에서 관심 수준이 상대적으로 높은 영역이고, 후자는 목표어에 따라 다소 차이는 있지만 상대적으로 관심이 낮은 영역을 나타내는 목적어들이다.

셋째, 5기간 구간 이상 약 20년간 지속적으로 등장하는 편재형(A) 서술자가 분석 대상 서술자의 절반 이상을 차지함으로써 과학적 소양 교육의 주요 서술자들은 지속적인 관심의 대상임을 말해주고 있다. 이들은 특히 후퇴형(d)이 나타나지 않음으로서 빈도가 현재에 접근하면서 증가하거나 정상 분포를 띠고 있는 특성을 보이고 있다.

넷째, 서술자는 시기에 따라 크게 4개 집단으로 구별되며, 집단을 구성하는 서술자의 특성으로부터 추정된 연구 동향을 정리하면, 80년대 말에는 '각급 학교의 과학 교육 과정에서 기술과 사회적 맥락의 중요성이 강조된 연구', 90년대 말에는 '각급 학교에서 기술적 소양을 고려한 사회적 맥락에서 탐구 중심 과학 교육 과정에 관련된 교육적 변화를 위한 연구', 2000년대 전반에는 '과학자와 과학 교사가 주로 화학과 생물 분야에서 과학적 원리와 사고 기능에 관련지어 교육 과정을 개발하여 교육적 변화를 도모한 연구', 2000년대 후반에는 '교수법과 탐구 과정 활동을 학생의 태도, 과학 개념, 그리고 교육 과정에 관련짓는 사례 연구'가 이루어졌다고 볼 수 있다.

이러한 결과들은 단지 연구 제목에 '과학적 소양'이라는 용어가 나오는 논문의 서술자를 분석한 것으로서 과학적 소양의 정의와 전체적인 연구 동향을 상세히 알아보기에는 미흡하다. 따라서 과학적 소양의 포괄적인 정의와 상세한 연구의 연구 동향은 더욱 폭넓은 기준으로 선별된 다량의 연구물을 대상으로 종합적인 분석이 이루어져야 할 것이다.

#### 참고문헌

교육인적자원부(2007). 과학과 교육과정, 교육인적자원부 고시 제 2007-79호, 별책9.

- 이명제(2009). ‘과학적 소양’의 정의를 향하여. *초등과학 교육*, 28(4), 487-494.
- 이미경, 손원숙, 노연경(2007). PISA 2006 결과 분석 연구 : 과학적 소양, 읽기 소양, 수학적 소양 수준 및 배경 변인 분석. 한국교육과정평가원.
- Bybee, R. (1995). Achieving scientific literacy. *The Science Teacher*, 62(7), 28-33.
- Bybee, R. (1997). Toward an understanding of scientific literacy. In W. Graber, & C. Bolte(Eds.) *Scientific literacy*, 37-68. Kiel:IPN. 62(7), 28-33.
- 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.
- Kyle, W. (1996). Shifting ideologies and science education, *Journal of Research in Science Teaching*, 39(10), 1043-1044.
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84, 71-94.
- Layton, D. (1975). *Science for the people*. London: George Allen & Unwin.
- Millar, R. (2006). Twenty first century science: Insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International Journal of science Education*, 28(13), 1499-1521.
- Shamos, M. (1995). *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University.