



과학적 소양의 정의 분류의 특성 및 경향

이명제*

공주교육대학교

Characteristics and Trends in the Classifications of Scientific Literacy Definitions

Myeongje Lee*

Gongju National University of Education

ARTICLE INFO

Article history:

Received 11 December 2013

Received in revised form

13 January 2014

Accepted 4 February 2014

Key words:

scientific literacy, definition, classification

ABSTRACT

This study is to reclassify the classifications or definitions of scientific literacy in scientific literacy researches since 1960s and grasp the classification trends of scientific literacy definitions. Sixteen articles have been selected among the articles that have been introduced in the two articles. Classification criteria are as follows: 1) “be learned,” “competence,” or “be able to function in society” as meanings of “literate,” 2) “terms” or “description” as the ways of representing scientific literacy, 3) “singular structure,” “hierarchical structure,” or “parallel structure” as the inner structure of scientific literacy definitions. The results of this study are as follows: First, hierarchical structures in scientific literacy have almost always accompanied “terms” representing scientific literacy and also accepted the hierarchy between “be learned” and “competence,” but not the definition of scientific literacy as functioning in society. All parallel structures in scientific literacy have accompanied the definition as functioning in society. And singular structure almost always appears in researches based on the views of scientific literacy in relatively recent times. Second, researches who have used “terms” as ways of representing scientific literacy have increased. Based on the results in this study, the meanings of scientific literacy have been emphasized in view of the ability of playing a role in a social context as well as learning and competence these days. To meet this movement in scientific literacy actively, science education community should get out of traditional teaching and learning scientific concepts and give emphasis on application in various context and social role of science learners.

1. 서론

대부분의 과학교육자나 교사들은 과학적 소양이 과학교육의 목표라는 점을 부인하지는 않지만, 종종 과학교육 목표를 총체적으로 대변하는 슬로건 정도로 받아드린다(McEneaney, 2003; Roberts, 2007). 그 까닭은 과학교육의 목표로서 과학적 소양이 구체적으로 무엇이며 과학교육 현장에서 어떻게 반영되고 있는지와 같은 문제에 대해 과학교육 공동체의 합의된 답이 만족할 수준이 아니기 때문이다. 슬로건은 어떤 일련의 목적을 지향하는 데 있어서 집단 내 통합을 유도하기 위한 표어라는 성격이 강하다는 점을 생각하면, 이제는 적어도 과학적 소양이 슬로건의 수준으로 언급되는 일로 끝나서는 안된다는 조바심이 든다. 실제로 과학적 소양은 과거 20세기 초부터 과학교육 목표로서의 역할을 유지해왔으나, 그 분명한 의미에 대한 합의는 미흡했던 것이 주지의 사실이다. 그러나 과학교육의 목표로서 합의된 정의가 필요하다고 생각한 연구자들은 과학적 소양의 정의에 대한 연구를 지속적으로 수행하여 왔다(Bybee, 1997; Choi, et al., 2011; Laugsch, 2000; Lee, 2009; Lee, et al., 2007; Miller, 1983; Norris & Phillips, 2003; Roth & Barton, 2004; Shamos, 1995; Shen, 1975).

과학교육 목표로서의 과학적 소양을 향한 의지는 우리나라 과학교

육과정 목표 진술에서도 나타나고 있다. 전에는 과학교육 목표로서의 과학적 소양을 교육 과정 해설서나 교사용 지도서 등에서 언급하는 정도였지만, 2007년 개정 과학과 교육과정부터 과학적 소양이 과학교육의 목표임을 총괄 목표에 처음으로 명시하였다(Ministry of Education, 2007). 그러나 그 이하 일반 목표들은 과거와 대동소이한 내용을 제시하고 있는 점을 고려하면, 과학적 소양의 뜻이 새롭게 정의되거나 분명해졌다고 보기보다는 단지 교육과정상 과학교육의 목표로 분명하게 언급하였다는 점에서 의의가 있을 것이다. 그러나 과학적 소양이 과학교육의 목표로서 분명하게 명시된 만큼, 그 정의를 재조명하여 구체적인 과학교육 활동의 목표달성 여부를 판단할 수 있도록 구체적으로 제시할 필요성을 요청받고 있다고 생각한다(Lee, 2013).

과학적 소양에 대한 연구 역사를 보면 그 정의나 개념을 찾는 노력이 부단히 이어져 왔다. 그러나 그 결실이 확고하지 못한 이유 중에 하나는 과학적 소양 개념에 대한 정의가 분명하지 않은 상태에서 배경과 철학이 다양한 교육 활동이 과학적 소양이라는 명분으로 폭넓게 활용되어 옴으로서 의미가 확대되었기 때문이라고 볼 수 있다(Roberts, 2007). 결국 과학적 소양은 복합적인 뜻을 함유하는 것으로서 매우 다양한 다른 의미로 해석할 수 있게 되었고, 어떤 과학 교육적 노력이라도 과학적 소양이라는 목표 하에 정당화될 수 있는 상황에

* 교신저자: 이명제(my-je@giue.ac.kr)

** 이 논문은 공주교육대학교 2011년도 교내연구과제 지원을 받아 수행되었음.
http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2014.34.2.0055

이르렀다고 볼 수도 있게 되었다. 이러한 현상으로 인해 과학적 소양 개념을 규명하고자하는 노력의 타당성이 약하다는 주장이 암시되기도 하였다(Shamos, 1995).

그렇지만, 과학적 소양의 개념이나 정의를 분명하게 하려는 연구들은 과학적 소양의 다양한 측면을 적극 수용하면서 이를 분류하려는 노력으로 이어져 왔다. 그런데, 이러한 분류들이 과학적 소양의 정의를 정립하려는 의지가 반영된 현상으로 고무적이기는 하지만, 시대와 연구자에 따라 매우 다양한 분류가 시도되어 혼란스럽기도 하다. 따라서 이들 분류 연구들의 전반적인 분류 특성을 분석해 보는 것은 궁극적인 과학적 소양의 정의를 위하여 필요한 과제라고 판단된다.

본 소고는 1960년대 이후 지속적으로 연구물에 출현한 과학적 소양의 정의 내용을 분석하고, 이를 분류한 특성과 경향을 종합적으로 알아보기 위한 것이다. 따라서 본 연구에서는 여러 연구자들이 과학적 소양을 정의하고 분류하는데 사용된 여러 가지 속성 중에서 의미 있는 기준을 선정하고, 이를 토대로 여러 분류를 통합 재분류함으로써 과학적 소양의 정의에 대한 분류의 특성과 경향 등을 살펴보고자 한다.

II. 이론적 배경

연구물에 소개된 과학적 소양의 개념이나 정의를 살펴보면, 과학적 소양의 정의를 찾으려는 연구들은 다양한 입장과 해석에서 출발하고 있음을 알 수 있다. 그 내용들은 주로 연구자 개인적으로 설정한 관점이나 과학적 소양을 보유한 자들이 나타내는 특성에 따라 분류한 것으로 이루어져있다.

가장 먼저 과학적 소양의 개념에 대한 견해를 밝힌 사람은 Snow(1962)로서 소위 ‘두 개의 문화’에 관련된 언급에 나타나 있다. 여기서 그는 일반적 소양을 소유한 지식인과 과학자들 사이에 존재하는 깊은 문화적 차이를 지적하면서 과학 기술이 발전하는 사회에서 이 두 문화에 대해 기초가 함께 학습되어야 바람직한 소양을 기를 수 있다고 주장함으로써 과학적 소양에 대한 필요성을 강조하였다(Laugksch, 2000).

그 후, Shen(1975)은 과학적 소양을 실제적인(practical), 시민의(civic), 문화적(cultural) 소양으로 분류하면서 이들은 목적, 대상, 내용, 형태, 공급 방법에서 차이가 있다고 주장하였다. 실제적인 과학적 소양은 생활의 실제 문제를 해결하는 데 필요한 과학적 지식의 소유를 의미하는 것으로서 음식이나 주거처럼 인간의 기본적인 필요에 관련된 지식들이다. 또한 시민의 과학적 소양은 일반 대중 정책에 기초를 제공하는 것으로서 시민이 과학관련 대중의 문제를 알고 의사결정에 참여할 수 있게 하는 데 목적이 있다. 한편, 문화적 과학적 소양은 과학이 인간의 주요한 성취라는 점을 인식하고 이를 알고자하는 지적 욕구에서 비롯된 것으로서 영향력있는 사회 주도층에게 필요한 소양의 종류라고 설명하고 있다.

과학적 소양을 ‘science’와 ‘literacy’의 어원에 입각하여 그 의미를 연구한 Branscomb(1981)은 인간의 기본 지식은 읽고 쓸 수 있는 능력이며 과학적 소양도 이에 속한다고 정의하면서 방법론적 과학적 소양, 전문적 과학적 소양, 보편적(universal) 과학적 소양, 기술적(technological) 과학적 소양, 취미성(amateur) 과학적 소양, 언론적 과학적 소양, 과학정책 소양, 대중 과학정책 소양으로 분류하였다. 이 분류는 주로 과학적 소양이 활용되는 특정 맥락을 중심으로 구성된

특성을 보이고 있다.

또, Aron(1983)은 과학적으로 소양있는 사람은 과학적 개념이 인간의 상상력과 지식을 통하여 이루어진 창조물이라는 것을 인식한다는 것 등 12가지의 특성을 나타낸다고 주장하고 있다. 이것들은 주로 학습을 통해 획득되며 의사결정이나 개인생활에 활용될 수 있음을 강조하고 있다.

비슷한 시기에 Miller(1983)도 Aron(1983)처럼 과학적 소양을 가진 자의 특성을 들어 과학적 소양을 나타내고 있다. 그는 1980년대 초기에 과학적 소양 연구에 큰 영향을 끼친 학자로서 과학적 소양의 정의만이 아니라 측정 방법도 제안한 바 있다. 그는 과학적 소양은 ‘과학의 특성’, ‘과학의 내용지식’, ‘과학과 기술이 사회에 미치는 영향의 이해’와 같은 세 가지 차원이 있음을 밝히면서 대중의 과학적 소양 수준이 민주사회에서의 과학정책을 결정하는데 중요한 역할을 한다고 주장하였다.

Hirsch(1987)은 과학적 소양은 문화적 소양으로서 사회적 상호작용을 위한 것이라고 주장하면서 효과적인 의사소통을 위한 지식은 소통 상대가 당연히 소유하고 있을 것으로 기대되는 지식이라며, 이 지식의 습득 정도는 해당 시기의 주요 문화와의 친밀성을 대변하는 것이라고 볼 수 있다고 주장한다.

또한, Project 2061의 일환으로 나온 연구물인 ‘Science for All Americans (1989)’는 과학적인 소양이 있는 자는 학교에서 과학 지식과 기능 그리고 태도를 통해 육성시켜야함을 주장하고 있다. 이러한 주장은 ‘Benchmarks for Science Literacy’와 ‘National Science Education Standards’를 통해 지속적으로 강조되면서 과학 관련 개인적 성취와 국가적 요구를 동시에 요구하는 미국 과학교육 개혁을 주도하였다. AAAS(1989)가 주장하는 이같은 과학적 소양은 전통적인 과학 교과와 내용을 이루는 지식에 한정하지 않고 수학, 기술, 사회 과학까지 아우르는 광범위한 영역에 이르고 있다.

그 후 Hazen & Trefil(1991)은 과학을 하는 것과 사용하는 것은 다르며, 과학적 소양은 후자에 관여하는 것이라고 주장하면서 과학적 소양이란 과학 관련 대중적 이슈를 이해하는 데 사용하는 필요한 지식으로 보고 있다.

특정 사회적 목표를 위한 과학을 주장한 Layton *et al.*(1993)은 사회 구성원에게 과학이란 사회에서 사용되는 과학지식의 기능적 측면의 가치가 중요하다는 입장을 견지하고 있다. 또한, 그는 대중은 단순한 과학의 소모자이기보다는 과학지식을 여러 맥락 속에 투입하고 사용하는 능동적인 활동자라는 점을 주장함으로써 전술한 다수의 과학적 소양의 의미와 차별되고 있다.

과학적 소양에 대하여 광범위한 논점을 근거로 분류하려고 했다는 점에서 Shamos(1995)의 연구는 구별된다. 특히 과학적 소양을 과학의 세련화 수준과 과학을 공부하는 사람들이 겪는 시간에 따른 발달 수준을 함께 고려하여 ‘문화적 과학적 소양’, ‘기능적 과학적 소양’, ‘진정한 과학적 소양’으로 분류하고 있다. 문화적 과학적 소양은 교육을 받은 어른들이라면 대부분 소유할 수 있는 수준을 의미하고, 기능적 과학적 소양이란 일련의 과학적 용어를 알고 있을 뿐 아니라, 일상의 맥락에서 일관성 있게 읽고, 쓰고, 대화할 수 있는 수준으로서 전자와는 다르게 과학과 관련하여 능동적으로 활동하는 상태를 말한다. 진정한 과학적 소양은 쉽게 도달하기 어려운 수준으로서 앞의 두 단계를 토대로 과학 개념의 구조와 체계, 과학의 전체적인 속성과 특성을 알고 있는 상태이

다. 과학전문가의 수준에서 성취될 수 있는 속성을 나타내고 있다.

Bybee(1997)는 과학적 소양의 수준은 다양하지만 연속적으로 연계되어 있으며 전체 네 단계로서, 최고 수준의 소양에 이르는 어렵다고 전제하고 있다. 먼저 ‘용어수준 소양(nominal literacy)’은 과학 용어와 어떤 주제가 과학적이라는 것은 인식하나 그 외는 거의 인식하지 못하는 수준이다. 다음 단계인 ‘기능적 소양(functional scientific and technological literacy)’은 과학 용어를 과학 시험 보기나 신문 읽기, TV 보기 등과 같은 특정 맥락에서만 이해하는 것으로 과학 교과의 표면적 개념은 이해하나 실제적으로는 주로 용어 기억에 그치는 수준이다. 다음 수준은 ‘개념과 과정적 소양(conceptual and procedural literacy)’으로서 과학에서 어떤 분야의 개념을 전체 구조와 연계하여 상황과 방법 등을 이해하는 수준을 이르며, ‘다중 차원의 소양(multidimensional literacy)’은 과학적 소양의 최고 수준으로서 개념과 과정적 소양은 물론 철학적, 역사적, 사회적 차원을 포함하는 과학 문화적 차원의 포괄적 이해에 이르는 것을 말한다. 그는 특히 과학을 문화적인 것으로 파악하면서 서로 다른 문화를 이해하기 위해서는 그 언어를 익혀야 하는 것처럼 과학 교육도 이러한 절차를 밟아 수준이 진전된다고 주장하고 있다.

Laugksch(2000)는 소양 구분에서 Venezky(1990)가 일반 소양(general literacy) 연구에서 주장한 ‘literate’ 의미를 토대로 세 가지 차원으로 해석하고 있지만 이들 사이의 위계는 인정하고 있지 않다. ‘Literate’의 의미로 먼저 ‘학습된 상태(learned)’를 들고 있는데, 이 영역은 과학적 소양을 지적인 능력으로서 표현하고 있지만, 그 목적은 불분명하며 단순히 과학적 지식을 학습한 상태를 의미하는 차원이다. ‘능력 있음(competent)’ 차원은 과학적 소양이 활용될 수 있는 과제에서 과학지식과 맥락을 연계시킬 수 있는 과학적 능력이 요구되는 경우이다. 마지막으로 ‘소비자와 시민(consumers and citizen)역할’ 차원은 사회에서 개인에게 과학적인 최소한의 어떤 역할이 요구되는 것을 명시된 경우이다. 그 외에도 그는 과학의 목적과 혜택을 중시하여 과학적 소양의 개인적 차원을 ‘미시(micro) 과학적 소양’, 국가나 사회 그리고 과학자체의 발전을 위한 소양은 ‘거시(macro) 과학적 소양’으로 구분하기도 하였다.

독서 능력을 과학적 소양교육에 직접 관련시킨 Norris & Phillips(2003)는 ‘소양(literacy)’의 의미에는 과학을 포함한 모든 지적 영역에 공통으로 적용할 수 있는 근본적 차원의 내용이 있다고 주장하며, 이것은 진정한 의사소통을 위한 것으로서 독서와 글쓰기라는 것이다. 과학은 독특한 의사전달 수단으로서 용어나 그래프, 수식 등의 역할을 이해하는 것이 기본적으로 필요하므로 독서와 쓰기 능력을 목표로 하는 과학적 소양이 보다 근본적인 과학적 소양의 뜻이라고 주장하고 있다. 이들은 과학적 소양에는 이러한 ‘근본적인 의미(fundamental senses)’와 더불어 ‘유도된 의미(derived senses)’가 있다고 주장하면서, 유도된 의미는 그 동안 과학교육계가 진력해 온 여러 수준의 과학 지식들이라는 것이다. 유도된 의미는 근본적인 의미의 과학적 소양이 이루어지면 자연스럽게 유도될 수 있는 소양이라는 것이다. 이들은 과학적 소양의 근본적 의미의 근간을 이루는 것으로서 독서를 강조하고 있는데, 독서는 글을 이해, 해석, 분석, 비판하는 것을 동반하기 때문에 글로부터 의미를 추론하는 것이며 글의 정보와 독자의 사전 지식의 통합이 독서 과정에서 이루어진다고 보고 있다. 따라서 독서 결과는 글 속에 나타나 있는 글 자체의 의미와 저자의 의도, 독서

전 독자 마음에 있던 것을 넘어서는 것이다. 결국 과학적 소양의 근본적인 의미는 이처럼 과학적 소양의 유도된 의미를 이루는 과학 지식들이 서로 관련성과 연계를 구성하는 과정(constructive process)이기도 하고, 유도된 의미의 구성 요소인 과학 지식을 진정으로 이해하는 토대이기도 하다고 주장하고 있다.

Roth & Barton(2004)은 기존의 과학교육에 대한 강한 비판을 토대로 매우 획기적인 과학적 소양의 정의를 내리고 있다. 기존 과학교육 풍토는 학생들의 의문을 사전에 차단하는 기재를 가지고 있으며 개인과 사회, 지식 등의 관계를 설명하지 않고 앎과 학습에 대하여 단순히 개인적인 차원만을 강조하는 토대에 위에 있다고 비판하고 있다. 근래에 일어난 과학교육 개혁은 방어적 학습(defense learning)을 중심으로 이루어졌기 때문에 학습이 행동의 활성화를 유도하고 삶의 조건에 대한 통제를 배우는 확장학습(expansive learning)이 될 수 없다고 주장하고 있다. 이를 해결하기 위해서는 과학적 소양은 시민들 속에 분산되어 있으면서 집단적인(distributed and collective) 성격을 가진 시민 과학으로 나아감으로서 다양한 일상과 사회 문제 상황에서 집단 내 구성원들과 긴밀한 상호작용을 통하여 실제적인 행동으로 나타나는 성격을 가져야 한다고 주장하고 있다. 이들은 이러한 과학적 소양을 ‘집단적 실천(collective praxis)’으로서의 과학적 소양이라고 정의하면서 과학적 소양은 개인의 특성이 아닌 사회를 구성하는 일련의 상호작용과 종합적인 상황을 포괄하는 성격을 보여야 한다고 주장한다. 그러므로 개인은 일상의 의사결정을 이끄는 것으로서의 과학을 인식하여야 하며, 흥미를 토대로 관련 활동에 참여해야 진정한 과학 학습이 발생한다고 주장하고 있다.

Robert(2007)는 과학적 소양을 구성하는 영역을 지식과 상황으로 양분하고, 이 둘은 과학교육과정을 구성하는 커다란 두 요소임을 교육과정의 구성 입장에서 설명하고 있다. 과학적 소양은 과학지식뿐만 아니라, 그 지식이 구체적으로 의미를 나타내는 상황에 대한 인식이 매우 중요함을 주장하면서 전자를 ‘관점(vision) I’, 후자는 ‘관점 II’로 명명하고 있다. 실제 역사적으로 과학적 소양의 개념 변화를 살펴보면, 초기에는 과학지식과 과정을 강조하였으나 근래에는 맥락 요소를 중시하는 경향이 나타나고 있다. 결국, 과학교육의 목표로서의 과학적 소양은 과학지식과 이를 담아내는 상황을 통합적으로 다루는 균형 잡힌 적절한 관점이 필요하다는 것이다(Lee, 2013).

과학적 소양 평가와 관련하여 과학적 소양을 정의한 OECD(2007)는 과학교육은 미래 사회에 살아갈 개인을 초점으로 이루어져야 한다고 주장하고 있다. 이에 따라 미래에는 규칙기반적인 문제해결보다는 설득력을 동반된 의사소통 능력이 요구되는 복잡한 문제를 해결해야 하는 직업군이 지배적인 것임을 전제로 과학적 소양의 특성을 기술하고 있다. 이에 따라 과학적 소양 평가는 개인의 과학 관련 능력(competency)에 초점이 있다고 주장하고, 평가 대상 소양 요소는 맥락, 지식, 태도로 구성된다고 요약하고 있다. 한편, 이러한 개인의 특성은 구체적으로 과학지식과 그 지식에 대한 질문을 인식하고, 지식을 획득하여 과학적 현상을 설명하며, 과학 관련 이슈에 대한 증거 기반 결론을 이끌어내기 위해 지식을 사용하고, 인간의 지식과 탐구 형태로서 과학이 지닌 특성을 이해하는 것이라고 주장하고 있다. 이외에도 과학과 기술이 우리의 물질적, 지적, 문화적 환경을 만드는 방식임을 이해하며, 시민으로서 과학 관련 이슈에 참여하고, 이러한 것에 자발성을 나타내는 것이라고 설명하고 있다.

III. 연구방법

1. 분석 대상 연구물의 선정

본 연구는 과학적 소양이 활발한 연구 대상이 되기 시작한 1960년대부터 최근까지 과학적 소양의 정의나 분류를 시도한 연구물들의 결과를 통합 분석하고자 하였다. 분석 대상 연구물의 선정은 과학적 소양의 정의에 대한 연구물을 기간적으로 연속하여 분석한 Laugksch(2000)와 Lee(2013)의 연구에서 인용된 것들을 중심으로 이루어졌다. 전자에서는 1960년대부터 1995년까지의 자료를, 후자에서는 그 이후 2007년까지의 자료를 선정하였다. 두 연구자의 연구방법이나 목적은 완전하게 동일하지는 않다. 그러나 두 연구 모두 문헌연구를 통해 과학적 소양의 정의의 특성을 찾으려는 목적과 성격은 동일하므로 두 연구에서 인용된 관련 연구물을 통합함으로써 관련 연구가 진행된 전체 기간 동안의 시간적 연속성을 부여할 수 있다고 판단하였다.

Laugksch(2000)는 1950년대부터 1990년대까지의 과학적 소양 개념 연구들을 시대 순에 따라 진술하면서 과학적 소양 개념 변화에 초점을 맞추어 그 정의를 정리하고 있다. 그는 과학적 소양 개념의 다양성을 낳고 있는 주요 변인으로 과학교육과 관련된 이익단체, 과학적 소양 개념의 정의, 과학적 소양 개념의 특성, 과학적 소양 교육의 목표와 그 혜택, 그리고 과학적 소양의 측정 방법을 들고 있다. 특히, 과학적 소양의 개념을 구별해 내는 방법으로서 용어, 'literate'의 세 가지 의미를 활용하고 있는데, 이는 일반 소양교육에 대한 Venezky(1990)의 연구 결과에서 인용한 것이다. 이를 활용한 이유로서 Laugksch(2000)는 과학교육 목표로서의 과학적 소양의 의의는 일반 소양교육이라는 더 포괄적인 목표 안에 있어야한다고 밝히고 있다. 그는 과학적 소양의 정의에 대한 12개의 주요 연구물 중에 과학적 소양 분류의 기준을 설정하지 않고, 단순한 문헌 조사로부터 과학적 소양을 지닌 개인의 특성을 정리한 Pella *et al.*(1966)과 Showalter(1974)의 연구를 제외시키고, 10개만을 분석 대상으로 선정하였다. 본 연구에서도 이 관점과 기준의 타당성을 수용하고 활용하였다.

두 번째 자료는 과학적 소양 관련 연구에 인용된 연구물의 인용빈도를 토대로 최근의 과학적 소양 개념 연구 경향을 찾아내려는 Lee(2013)의 연구이다. 이 연구에서 상대적으로 높은 인용빈도를 보인

19편의 논문 중 과학적 소양을 정의하고 분류한 8편을 분석 대상으로 선정하였다. 그러나 이 중에서 Shamos(1995)와 DeBoer(2000) 연구는 제외하였는데, 후자는 분석 대상 연구물 선택 기준에 맞지 않고, 전자는 첫 번째 자료에 포함되어 있어 중복되기 때문이다. 결국 두 자료에서 총16편의 연구물이 분석 대상으로 선정되었다.

2. 과학적 소양 정의 분류 기준

본 연구에서는 과학적 소양 정의의 다양한 분류들을 종합적으로 분석하기 위하여 세 가지 기준을 사용하였다. 이 기준들은 과학적 소양 정의에 대한 연구들에서 비교적 지속적으로 나타나고 있는 속성으로서 과학적 소양 개념의 의미, 과학적 소양의 표현 양식, 하위 과학적 소양들 사이의 관계이다.

첫째, 과학적 소양 개념의 의미를 구별하는 기준으로서 소양의 어원인 "literate"의 의미를 분석한 Venezky(1990)의 연구 결과를 활용하였다. Venezky(1990)는 "literacy"가 컴퓨터 소양, 정치적 소양, 과학적 소양 등과 같이 다양한 분야로 활용되더라도 공통적으로 유지되는 의미는 해당 분야를 이루는 지식에 대한 숙달이라고 주장하고 있다. 이에 따라 과학적 소양에 일반 교육적 성격을 수용한 Laugksch(2000)는 과학적 소양의 정의를 "literate"의 세 가지 분화된 뜻인 '학습됨', '능력 있음', '사회에서 최소 기능을 할 수 있음'을 과학적 소양의 분류 기준으로 사용하고 있다. 본 연구에서도 이를 수용하여 분류 분석의 기준으로 활용하였다. 이들이 의미하는 과학적 소양의 차이를 활용되는 지식의 특성에 따라 구별해 보면 Table 1과 같다.

둘째는 과학적 소양이나 그 하위 요소를 표현하는 방식으로서 단순히 용어를 사용하는 것과 문장 또는 긴 구절로 그 의미를 서술하는 것이다. 이것은 대부분의 과학적 소양의 정의 연구에서 과학적 소양을 나타내기 위해 택한 표현 방식이다. 물론, 용어로 표현된 과학적 소양도 뒤이어 그 의미를 설명하는 서술이 뒤에 이어지고 있지만, 이는 그 용어에 대한 이해를 돕기 위한 서술이고 실제로는 과학적 소양의 정의를 용어로 개념화시키려는 의도이다.

셋째는 과학적 소양의 정의가 단일 차원 또는 다차원 구조를 가지고 있는 점을 기준으로 활용하였다. 특히 다차원의 경우는 각 차원에 해당하는 정의의 하위 요소들 사이에 위계구조를 나타내는 경우와 위계구

Table 1. The meanings of "literate" according to the characteristics of knowledges

지식특성	'literate'의 의미	학습됨 (learned)	능력있음 (competent)	사회에서 최소 기능을 할 수 있음 (able to function minimally in society)
수준		단지 학습이 이루어진 상태를 의미함	지적인 질 측면에서 숙달과 미숙의 중간 정도의 상태를 의미함	특정 사회에서 구성원의 역할에 필요한 지식이나 기능의 최소 수준임
사용 방법		지적 능력을 요구하지만 사용 목표가 분명하지 않고, 지적 가치에 중점을 둠	요구되는 지식이 적용되는 맥락이나 활동이 제한된 것으로 주로 수행하여야 할 주제나 분야가 관련됨	사회에서 특정 역할을 하도록 요구되는 경우(예, 소비자, 시민)와 특정한 사회적 목적이 제시되는 경우에 해당함
상대성/절대성		절대성: 자연과학 기준 지식과 사고방식이 기준	절대성: 특정 과학지식 기준	상대성; 사회에 따라 다르며 효과적으로 기능하는 것이 기준
사회의 관여 수준		무관	적절한 의사소통을 위한 상호작용은 필요함	개인이 사회에서 기능 수행을 위해 과학을 사용할 것을 요구

조가 보이지 않는 경우가 있다. 본 연구에서는 전자를 ‘직렬식 위계구조’, 후자는 ‘병렬식 수평구조’로 명명하여 기준으로 활용하였다. 직렬식 위계구조는 하위 요소 사이에 발달 단계나 학습 순서와 시기 등의 차이를 인정하고 과학적 소양에 위계 구조를 부여하는 경우이고, 병렬식 수평 구조는 연구자가 하위 요소를 설명하는 순서와 관계없이 이들 사이의 위계 관계를 배제한 수평 관계를 보여주는 경우이다. 따라서, 단순히 단일 차원으로 정의할 경우를 포함하여 과학적 소양의 정의를 나타내는 구조는 세 가지로 정리할 수 있다.

IV. 결과 및 논의

위에 기술한 분류 기준은 1) “literate”의 의미로서 ‘학습됨’, ‘능력 있음’, ‘사회에서 최소 기능을 할 수 있음’, 2) 과학적 소양을 표현하는 방식으로서 용어와 서술, 3) 과학적 소양의 내부 구조로서 ‘단일 구조’, ‘직렬식 위계구조’, ‘병렬식 수평구조’이다. Table 2는 분류기준을 적용하여 분류대상 연구물을 분석한 결과이다.

위계 구조를 부여하여 분류를 시도한 연구들은 몇가지 공통적인 특성을 나타내고 있다. 먼저, 과학적 소양의 하위 요소를 용어를 사용하여 간단히 정의하고 있는 점이다. 이는 과학적 소양의 의미를 용어화하여 과학적 소양의 정의를 분명히 하려는 노력의 일환으로 해석할 수 있을 것이다. 또 다른 특성은 위계 구조가 나타나는 연구는 과학적 소양 연구 역사에서 상대적으로 근래인 90년대 후반부터 나타나고 있다는 점과 소양의 의미로서 사회적 기능은 배제하고 있는 점이다. 이 현상들은 서로 관련성을 가지고 있는 것으로 판단되는 데, 과학적 소양의 하위 요소들을 개념화시킨 용어로 도입하면서 이들 개념의 위계구조를 자연스럽게 논의할 수 있으나, ‘사회 기능’의 의미는 ‘학습’

이나 ‘능력’에 비해 상대적으로 복잡하고 다양하여 위계 구조에서 개념화시키는 것이 쉽지 않아 배제되었을 것으로 판단된다.

한편, 수평 구조를 보이는 분류 연구들은 과학적 소양의 하위 요소를 용어 또는 서술로 표현한 연구들이 혼재하면서 어느 쪽도 빈도의 우세는 보이지 않는다. 또한, 수평 구조에서는 위계 구조나 단일 구조와는 달리 소양의 개념으로서의 사회 기능을 포함하여 다수 하위 요소를 인정하고 있지만, 이들 사이에는 위계보다는 단순한 차이만을 명시하고 있는 특성을 보인다. 이러한 현상은 사회기능으로서 과학적 소양이 필요한 것은 인정하지만, 이것을 다른 하위 과학적 소양과의 위계 관계보다는 수평 관계로 설정하는 것이 타당하다고 판단한 연구자들이 다수 있었음을 보여주는 것이라고 본다. 이것도 과학적 소양 개념의 세 가지 의미인 학습과 능력과 사회적 기능 사이에서 앞의 두 의미와 사회적 기능의 의미는 위계관계를 설정하기 어려운 측면이 존재함을 반영하는 것이라고 판단된다. 한편, 수평구조를 보이는 분류 연구가 90년대에는 나타나지 않고 있는 현상은 과학적 소양 연구물의 서술자(descriptor)로서 ‘과학과 사회’가 90년대에는 소강상태를 보이는 것과 맥을 같이하고 있다(Lee, 2010).

단일 구조를 보이는 분류는 분석 대상 연구물이 발표된 전체 기간에 비교적 고르게 분포하고 있으나, 과학적 소양의 의미는 근래로 오면서 학습에서 점차 사회적 기능으로 바뀌는 흐름을 보인다. 이는 과학적 소양이 개인의 학습이나 특정 문제해결 능력을 목표로 하는 전통적 특성에서 개인이 속한 사회에서의 기능으로 전향하고 있음을 보여주는 것이다. 한편, 단일 구조로 과학적 소양을 정의하려면 상대적으로 의미의 단순성이 요구되므로 복수의 literate 개념은 나타나지 않고 있다. 이들 연구들의 특성은 대체로 과학적 소양을 새롭게 정의하려는 것으로서 새로운 관점에서 과학적 소양을 정의하려는 연구는 지속적

Table 2. Analysis of the classifications of scientific literacy definitions

구조	저자(연도)	형식	‘literate’의 의미		
			학습	능력	사회 기능
직렬식 위계	Shamos(1995)	용어	/	/	
	Bybee(1997)	용어	/	/	
	Norris & Phillips(2003)	용어	/	/	
병렬식 수평	Shen(1975)	용어	/		/
	Branscomb(1981)	용어	/		/
	Miller(1983)	서술			/
	Aron(1983)	서술	/		
	Sc. for all American(AAAS, 1989)	서술		/	/
	Laugksch(2000)	용어	/	/	/
	OECD(2007)	서술	/	/	/
	Robert(2007)	용어	/	/	/
단일	Snow(1962)	서술	/		
	Hirsch(1987)	용어		/	
	Hazen & Trefil(1991)	서술		/	
	Layton, et al.(1993)	서술			/
	Roth & Barton(2004)	용어			/

으로 이어져 왔음을 보여주고 있다. 이러한 현상은 최근까지 이어지고 있는데, Choi, *et al.*,(2011)은 최근에 인류가 직면한 다양한 과학적 문제는 범국가적이고 지구적이라는 점을 토대로 과학교육의 목표로서 과학적 소양을 ‘21세기 과학적 소양’이라고 제안하기도 하였다.

한편, Table 3은 과학적 소양의 정의 분류 연구의 흐름을 살펴보기 위해 연구물의 발표 시기에 따라 재배열한 것인데, 전체적으로 과학적 소양의 정의 분류 연구는 80년대 이후부터 상대적으로 활발해지기 시작했음을 보여주고 있다.

literate의 의미를 중심으로 시대적 변화를 살펴보면 학습을 의미하는 과학적 소양의 정의는 연구물들의 초기에 집중되다가 소강상태를 보이지만, 90년대 중반 이후로는 다시 지속적으로 나타나기 시작하고 있는 특성을 보인다. 한편, 능력을 의미하는 과학적 소양의 정의는 80년대 후반부터 지속적으로 나타나고 있어서 과학적 소양이 단순히 학습에 의존된 정의에서 과제 해결에 필요한 능력이 과학적 소양 정의의 중심 의미로 정착되어 감을 보여준다. 또한, 사회 기능으로서 과학적 소양은 시대에 관계없이 나타나고 있으나, 대체로 2000년대 이후에 비교적 집중되어 있음을 보여주고 있다.

과학적 소양에 대한 이러한 의미 변화는 DeBoer(1991)가 주장한 것처럼 과학교육 역사에서 목표가 소위 진보적(progressive) 방향으로 나아가고 있음을 일부 반영하는 것으로 판단된다. 이는 과학이 사회에 미치는 영향이 순기능과 역기능을 중심으로 대립하면서 과학으로 인한 사회 현상에 대한 이해를 요구하고, 이와 관련된 사회 참여의 의미로 과학적 소양을 정의하려는 경향이 활발해졌음을 보여주는 것이다.

한편, 90년대 중후반부터는 과학적 소양을 용어로 개념화시키려는 경향이 뚜렷해지고, 사회적 기능으로서의 소양을 다수 정의하면서 그 의미를 분화시켜 소양의 의미인 세 범주 모두에서 목표를 함께 찾으려

는 경향이 나타나고 있다. 이러한 현상은 과학적 능력을 어떤 특정 의미에서 최고치 달성이라는 목표와 관련짓기보다는 다양한 차원에 최소한의 능력 달성으로 의미를 확산시키려는 과학교육의 목표 변화를 보여주고 있다(Clanchy, 1979).

V. 결론 및 제언

1960년대부터 2000년대까지 수행된 과학적 소양 정의에 대한 분류들을 분석하였다. 이 분석에 사용된 기준은 ‘literate’의 분화된 의미, 정의의 하위 요소들 사이의 관계, 과학적 소양을 표현한 형식이다. 이에 대한 결론과 그에 따른 제언을 하고자 한다.

첫째, 과학적 소양 정의의 구조는 하위 요소들 간의 관계에 따라 직렬식 위계구조, 병렬식 수평구조, 단일구조로 구분되었다. 위계구조는 90년대 후반부터 용어 형식으로 정의하는 분류와 함께 나타나지만, 학습과 능력사이에서만 위계를 인정하고 사회적 기능으로서의 과학적 소양의 의미는 수용하지 않고 있다. 한편, 수평구조는 사회적 기능으로서 과학적 소양의 의미를 전반적으로 수용하지만, 과학적 소양의 하위 요소 간의 위계 구조는 보이지 않는다. 또, 단일 구조는 대부분 과학적 소양을 새로운 시각에서 제안하는 연구에서 나타나고 있으며, 소양의 의미도 한 영역에 충실한 구조를 보이는 특성이 있다.

둘째, 근래에 오면서 과학적 소양을 용어형식으로 정의하려는 연구가 증가하는 경향을 보이고 이들 사이에도 위계를 설정하는 분류가 주도하고 있다. 또한 소양의 세 가지 의미인 학습, 능력, 사회적 기능을 전반적으로 수용하는 분류가 빈번해졌으나, 이들 간에는 위계 구조보다는 오히려 수평 구조를 설정하는 경향이 있다.

위와 같은 분석 결과를 토대로 살펴 볼 때, 과학 교육의 목표로서

Table 3. Researches on the classifications of scientific literacy definitions with the flows of the times

저자	형식	구조	‘literate’의 의미		
			학습	능력	사회 기능
Snow(1962)	서술	단일	/		
Shen(1975)	용어	수평	/		/
Branscomb(1981)	용어	수평	/		/
Aron(1983)	서술	수평	/		
Miller(1983)	서술	수평			/
Hirsch(1987)	용어	단일		/	
Sc. for all American(AAAS, 1989)	서술	수평		/	/
Hazen & Trefil(1991)	서술	단일		/	
Layton, <i>et al.</i> (1993)	서술	단일			/
Shamos(1995)	용어	위계	/	/	
Bybee(1997)	용어	위계	/	/	
Laugksch(2000)	용어	수평	/	/	/
Norris & Phillips(2003)	용어	위계	/	/	
Roth & Barton(2004)	용어	단일			/
Robert(2007)	용어	수평	/	/	/
OECD(2007)	서술	단일	/	/	/

과학적 소양의 의미는 학습이나 과제 해결 능력뿐만 아니라, 근래에는 사회적 맥락에서 어떤 역할을 하는 개인과 집단의 육성이라는 점이다. 또한 주목할 것은 과학적 소양의 이러한 사회적 기능 측면은 기본적인 학습이나 과제 해결 능력과 위계적으로 이어지는 목표가 아니라, 비교적 독립적인 목표로서의 특성을 견지하고 있다는 점이다. 이러한 현상은 과학적 소양이 갖는 *literate*의 세 가지 의미 중 학습과 능력 사이의 위계는 인정하더라도, 사회적 기능은 위계로 설정하지 않는 과학교육 목표의 틀을 수립하는 방향으로 나아가는 것이 바람직하다는 암시를 하고 있다. 따라서 과학 개념이나 교과 내에서의 문제해결뿐만 아니라 일상생활, 지역사회, 국가, 나아가 지구를 아우르는 과학 관련 사회적 문제를 염두에 둔 과학적 소양의 의미를 정립하는 것이 필요하다고 판단된다. 이러한 변화에 능동적으로 대처하기 위해서는 과학교육이 교과 내 개념학습 중심에서 벗어나 다양한 맥락에서의 적용과 사회적 역할을 중시하는 목표로 비중을 이동시킬 준비를 해야 할 것으로 보인다. 즉, 과학지식의 논리성과 실용성은 물론 사회적 기능을 함께 고려하는 인식의 변화가 필요하다고 생각한다.

한편, 사회적 기능으로서의 과학적 소양 목표가 다른 과학적 소양의 하위 목표와 어떤 관계를 설정하는 것이 바람직한지 연구해야 할 과제라고 본다. 위계구조가 있다면 구체적인 관련성을 찾아보는 것이 중요하다. 과학적 소양의 사회적 기능의 강조는 비교적 최근에 두드러진 현상이고 기존 연구자들도 이에 대한 위계 관계를 설정하지 않고 있는 사실을 인정한다면, 다른 하위 요소와의 위계관계보다는 각 단계마다 특별한 사회적 기능을 부여하는 연구가 진행될 필요도 있을 것이다. 결국 이러한 연구들이 추진된다면 과학 교육의 목표로서의 과학적 소양의 정의를 정립하는 길에 공헌할 수 있을 것이다.

국문요약

본 연구는 1960년대 이후 과학적 소양을 정의하고 분류를 시도했던 연구자들의 분류 결과를 3가지 분류 기준에 의하여 재분류하고, 과학적 소양의 정의 분류의 경향을 파악하는데 목적이 있다. 과학적 소양이 과학교육의 주요 목표를 대변하는 개념이므로 그 정의에 따른 분류는 과학교육의 목적에 대한 동향을 검토할 수 있는 주요자료가 될 수 있다.

분류 기준은 1) “*literate*”의 의미로서 ‘학습됨’, ‘능력 있음’, ‘사회에서 최소 기능을 할 수 있음’, 2) 과학적 소양을 표현하는 방식으로서 용어와 서술, 3) 과학적 소양의 내부 구조로서 ‘단일 구조’, ‘직렬식 위계구조’, ‘병렬식 수평구조’이다. 분류 결과와 해석은 다음과 같다.

첫째, 과학적 소양의 구조로서 위계 구조는 90년대 후반부터 표현 방식으로서 용어를 사용하는 정의와 함께 나타나고 있으며, 학습과 능력사이에서만 위계를 인정하고 사회적 기능으로서의 과학적 소양의 의미는 수용하지 않고 있다. 수평구조는 과학적 소양의 하위 요소 간의 위계 구조를 보이지 않는 대신 사회적 기능으로서 과학적 소양의 의미를 전반적으로 수용하고 있다. 또, 단일 구조는 대부분 과학적 소양을 새로운 시각에서 제안하는 연구에서 나타나고 있으며, 소양의 의미도 최근으로 오면서 학습에서 능력을 거쳐 사회적 기능을 강조하는 특성이 있다.

둘째, 근래로 오면서 과학적 소양을 용어 형식으로 정의하려는 연구가 증가하고, 이들 사이에도 위계를 설정하는 분류가 주도하고 있다.

또한 소양의 세 가지 의미인 학습, 능력, 사회적 기능을 전반적으로 수용하는 분류가 빈번해졌으나, 이들 간에는 위계 구조보다는 오히려 수평 구조를 설정하는 경향이 있다.

위와 같은 분석 결과를 토대로 살펴 볼 때, 과학 교육의 목표로서 과학적 소양의 의미는 학습이나 과제 해결 능력뿐만 아니라, 근래에는 사회적 맥락에서 어떤 역할을 하는 개인을 육성하려는 목표로서 인정되고 있다는 점이다. 또한 주목할 것은 과학적 소양의 이러한 사회적 기능 측면은 위계적이 아닌 독립적인 목표로서의 특성을 견지하고 있다는 점이다. 이러한 변화에 능동적으로 대처하기 위해서는 과학교육이 교과 내 개념학습에서 벗어나 다양한 맥락에서의 적용과 사회적 역할을 중시하는 목표로 전환할 준비를 해야 할 것으로 보인다.

주제어: 과학적 소양, 정의, 분류

References

American Association for the Advancement of Science (1989). Project 2061-Science for All Americans. Washington, DC: AAAS.

Aron, A. B. (1983). Achieving wider scientific literacy. *Daedalus*, 112(2), 91-122.

Branscomb, A. W. (1981). Knowing how to know. *Science, Technology, & Human Values*, 6(36), 5-9.

Bybee, R. (1997). Toward an understanding of scientific literacy. In W. Graber & C. Bolte (Eds.) *Scientific literacy* (pp. 37-68). Kiel: IPN.

Choi, K., Lee, H., Shin, N., Kim S-W., & Krajcik, J. (2011). Re-conceptualization of scientific literacy in South Korea for the 21st century. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(6), 670-697.

Clanchy, M. T. (1979). *From memory to written record: England*, (pp. 1066-1307). Cambridge, MA: Harvard University Press.

DeBoer, G. E. (1991). *A history of ideas in science education: Implications for practice*. New York, NY: Teachers College Press.

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.

Hirsch, E. D., Jr. (1987). *Cultural literacy: What every American needs to know*. New York, NY: Houghton Mifflin.

Hazen, E. M., & Trefil, J. (1991). *Science matters: Achieving scientific literacy*. New York, NY: Doubleday.

Layton, D., Jenkins, E., Macgill, S., & Davey, A. (1993). *Inarticulate science? Nafferton*, UK: Studies in Science Education.

Laugsch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84, 71-94.

Lee, M. J. (2009). Toward the definition of ‘Scientific literacy’. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 28(4), 487-494.

Lee, M. J. (2010). A study of the kinds and frequency characteristics of descriptors in the articles related to scientific literacy. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 29(4), 401-413.

Lee, M. J. (2013). Current content analysis of scientific literacy concepts researches based on the references of high frequencies cited in related articles. *The Journal of Education Studies*, 50(1), 1-15.

Lee, M. K., Son, W. S., & Noh, U. G. (2007). PISA 2006 results: The levels and backgrounds variance analysis of scientific literacy, reading literacy, and mathematic literacy. Seoul: Korean Institute for Curriculum and Evaluation.

McEaney, E. H. (2003). The worldwide cachet of scientific literacy. *Comparative Education Review*, 47(2), 217-237.

Ministry of Education (2007). *Science Curriculum*. Ministry of Education & Human Resources Development Bulletin 2007-79, separate volume 9.

Miller, J. D. (1983). Scientific literacy: A conceptual and empirical review. *Daedalus*, 112(2), 29-48.

Norris, S., & Phillips, L. (2003). How literacy in its fundamental sense is

- central to scientific literacy. *Science Education*, 87(2), 224-240.
- OECD (2007). PISA 2006: Science competencies for tomorrow's world. Volume I: Analysis. Paris: OECD.
- Pella, M. O., O'Hearn, G. T., & Gale, C. G. (1996). Referents to scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 4, 199-208.
- Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/science literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729-780). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Roth, W. M., & Barton, A. C. (2003). *Rethinking scientific literacy*. New York, NY: Routledge Falmer.
- Shamos, M. (1995). *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University.
- Shen, B. S. P. (1975). Science literacy and public understanding of science. In S. B. Day (Ed.), *Communication of scientific information*. Basel, Switzerland: S. Karger AG.
- Showalter, V. M. (1974). What is united science education ? Part 5. Program objectives and scientific literacy. *Prism II*, 2(3+4).
- Snow, C. P. (1962). *Two cultures and the scientific revolution*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Venezky, R. L. (1990). Definitions of literacy, In R. L. Venezky, D. A. Wagner & B. S. Ciliberti (Eds.), *Toward defining literacy* (pp. 2-16). Newark, DE: International Reading Association.