



과학용어에 대한 학생들의 단어 연상에 영향을 미치는 검사 환경 요인

윤은정, 박윤배*
경북대학교

Test Environment Factors Influencing Word Association about Science Terminology in Students

Eunjeong Yun, Yunebae Park*
Kyungpook National University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 27 October 2015
Received in revised form
6 November 2015
3 December 2015
18 December 2015
Accepted 22 December 2015

Keywords:

science terminology,
word association test,
cognitive structure,
semantic structure,
test environment

ABSTRACT

The list of words and the semantic structure that connects them have been important to the areas of psychology, psychoanalysis, linguistics, and education. Some researchers in constructivist perspectives of science education also have interests in the structure of science concepts expressed by science terminologies. The purpose of this paper was to investigate the test environment factors influencing the word association test as a method to identify students' semantic structures for science terminologies. We set up four variables that are possibly considered in recognizing a word as having scientific meaning. The four variables include: noticing whether stimulus words are science terminologies or not, presenting science terminologies and everyday words alternately, whether presenter is science teacher or not, and whether students have learned the concepts or not. In comparing the test results of the experimental group and the control group, we have checked whether each variable influences the test result or not. Stimulus words included nine science terminologies containing both ordinary and scientific meanings, and subjects included 282 middle school students. The degree of recognizing science terminology as having scientific meaning was found to increase only when stimulus words were noticed as science terminologies. In the case of the remaining variables, there was no difference between the control group and the experimental group.

1. 서론

하나의 지식 체계는 거대한 단어들의 덩어리이며, 지식의 습득은 지식을 이루고 있는 단어들의 습득을 통해 이루어진다고 한다(Miller, 1998). 그렇다고 하여 과목 학습에 있어 과목의 지식을 이루고 있는 단어를 아는 것이 과목 학습의 전부라고 이야기하기는 어려우나, 해당 과목에서 사용하는 단어나 용어들을 충분히 아는 것이 학습에 중요한 요인이 됨은 여러 연구 결과들로부터 확인할 수 있다(Chall, Jacobs, & Baldwin, 1990; Gardner, 2007; Rupley & Slough, 2010). 그런데 언어의 종류를 막론하고 하나의 단어는 다른 단어나 사물, 상황과의 연결을 통해 의미를 지니게 되며 하나의 단어 자체만으로는 어떤 의미도 나타내지 못한다(Wittgenstein, 1958). 그러므로 단어를 처음 익힐 때 독립된 단어 하나만을 인식할 수는 없으며, 다른 사물이나 상황, 혹은 다른 단어들과 연결 지어서 인식하게 된다(Sternber & Ben-Zeer, 2001). 단어 교육에서 단어의 연상적 의미를 지도하는 것이 중요하다는 주장(Lee, 1996)이나, 인접에 의한 어휘 학습이 인간의 인지 능력에 중요한 부분이라는 주장(James, 1890) 등은 모두 인간이 어떤 대상을 인식할 때 함께 연상되는 것들이 중요함을 강조하고 있다. 과학과목에서도 과학의 지식을 이루고 있으며, 소통의 도구로 사용되는 많은 과학 용어들이 있는데, 학생들의 머릿속에서 과학용어들이 다른 단어들과 어떤 관계를 맺고 어떻게 연결되어 있는지가 학습에 중요한 영향을

미치게 된다(Gussarsky & Gorodetsky, 1988; Preece, 1978).

1. 머릿속 의미 구조와 단어연상검사

인간의 머릿속 단어들의 연결 양상은 인지언어학의 주된 관심 대상이다. 이들은 단어들의 연결로 대표되는 언어의 구조가 인간 인지의 직접적 반영이라고 보며(Pütz, 1997), 단어를 하나의 표현으로 보는 것이 아니라 단어가 담고 있는 개념적 내용 및 해석 방법과의 함수 관계로 인식하고 있다(Langacker, 1997). 따라서 단어의 교육 역시 의미나 어원을 중심으로 단어를 이해시키려고만 하는 방법을 벗어나 실제로 두뇌 속에서 어휘가 어떻게 작용하는지에 대한 정신적인 면이 강조되어야 한다(Lee, 2007). 이에 머릿속 사전(Mental lexicon)이라 불리는 머릿속 단어들의 집합 및 연결 관계(Miller, 1986)에 대한 관심은 인지언어학 뿐만 아니라 심리학, 정신분석학 등에서도 매우 높다. 이들 분야에서는 한 개인의 머릿속에 어떤 단어들이 자리 잡고 있으며 단어들 사이의 관계는 어떠한지, 다시 말해 얼마나 많은 단어들이 있으며, 한 단어가 다른 어떤 단어들과 연결되어 있는지, 또 연결된 각각의 단어와 얼마나 강하게 연결되어 있는지 등의 정보에 높은 관심을 갖는데, 이를 아우르는 명칭 또한 다양하다. 머릿속 사전(Aitchison, 1996; Channell, 1990), 의미망(Lee, 2007), 의미 구조(Park, 2008), 인지 구조(Shavelson, 1974; Geeslin & Shavelson, 1975; Kempa & Nicholls,

* 교신저자 : 박윤배 (ypark@knu.ac.kr)
<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2015.35.6.1031>

1983; Bahar et al., 1999) 등으로 표현되기도 하는데, 이 가운데 교육과 관련된 분야에서 가장 많이 사용되는 명칭은 인지 구조(Cognitive structure)이다. 그러나 이는 인간의 언어와 인지를 분리시키지 않는 관점에서의 언어 및 단어에 초점을 맞춘 것으로서, 피아제의 인지 구조와 완전히 일치하는 개념으로 보기 어려우며 브루너의 지식 구조와도 차이가 있다. 따라서 본 연구에서는 이들과 혼동을 피하기 위해 ‘머릿속 의미 구조’로 표현하고자 한다. 단어의 표현이 아닌 의미에, 그리고 단어의 사전적 의미가 아닌 개인의 두뇌 속에서의 의미에 초점을 맞추고 있음을 강조하기 위함이다.

언급한 바와 같이 다양한 분야에서 인간의 머릿속 의미 구조에 관심을 갖고 있는 만큼 이를 들여다보기 위한 노력이 이어졌는데, 가장 오래도록 유용하게 사용되고 있는 방법 가운데 하나가 단어연상검사이다. 단어연상검사는 머릿속의 어휘가 어떻게 저장되어 있고 어떻게 서로 연관되어 있는지를 간단하게 알아볼 수 있는 방법으로서, Galton(1879)에 의해 처음 실시된 이후 Jung(1972)에 의해 활성화되어 최근까지도 유용하게 사용되고 있다(Jiang, 2000). 초기에는 정신분석학에서 출발하였으나 점차로 심리학 및 언어학, 교육학 분야에서 폭넓게 활용되고 있으며, 특히 어휘 교육에 있어 단어 연상 결과를 바탕으로 단어와 단어의 연결 관계를 통해 학습시키는 것이 머릿속 사전의 작용과 가장 부합하는 효과적인 어휘 교육 방안이라는 주장(Aitchison, 1996)에 따라 단어연상검사가 어휘 교육 분야에서도 많이 활용되고 있다. 단어연상검사는 특정한 자극어를 제시하고 피험자로 하여금 자극어를 보고 자연스럽게 떠오르는 단어, 즉 반응어를 기록하도록 하는 방법으로서 검사의 목적에 따라 떠오르는 단어를 하나만 적게 할 수도 있고 여러 개 적게 할 수도 있는데, 무의식적으로 작용하는 의미적 연결망을 알아보기 위한 것이므로(Lee, 2009) 피험자로 하여금 깊이 생각하지 않고 즉각적으로 떠오르는 단어를 적도록 한다.

2. 과학 교육에서의 단어연상검사

머릿속 의미 구조에 대한 관심은 과학 교육자들에게도 있었다. 객관적 실체보다는 개인의 인식에 관심을 갖는 구성주의적 관점에서 학생들의 머릿속에 어떤 선 개념이 어떻게 자리 잡고 있으며, 새로운 개념을 어떻게 구성하고 있는지 등을 알아보기 위해 단어연상검사를 사용한 바 있으며(Gussarsky & Gorodetsky, 1988; Johnson, 1969; Tsai & Huang, 2002), 단어연상검사 결과와 과학 성취와의 관계를 알아보고 하기도 하였다(Johnstone & Moynihan, 1985). 국내에서는 Oh et al.(1984)가 학생들의 과학용어에 대한 전반적인 생각을 알아보기 위해 단어연상검사를 실시한 바 있으며, Lee(2015), Yun & Park(2013a)은 개별 과학용어에 대하여 학생들과 교사들의 인식 차이를 알아보기 위하여 단어연상검사를 사용하기도 하였다.

그런데, 정신분석학, 심리학, 인지언어학, 언어교육학 등에서 사용하는 단어연상검사는 대부분 일상어만을 사용하고 있다. 특히 정신분석학이나 심리학의 경우 특정 환경에서 고정된 자극어를 사용하고 있다. 그러나 과학용어를 자극어로 사용하여 실시하는 단어연상검사의 경우 과학용어의 특수성에서 오는 변인이 검사의 결과에 영향을 미칠 가능성이 있다. 과학용어 가운데는 새로운 개념임에도 불구하고 새로운 용어를 만들지 않고 일상 단어에 새롭고 친숙하지 않은 의미를 부여하는 경우가 종종 있다(Cramer, 1915). 이로 인해 같은 표현형임

에도 불구하고 일상 생활에서의 의미와 다른 의미로 사용되는 과학 용어에 대해 학생들이 어떻게 인식하고 받아들이는가는 학습에 있어 주요 요인으로 작용하게 된다. 학생들은 일상 생활의 단어 관계 및 의미 연결을 과학 수업에 여전히 가지고 있게 되며, 이것은 과학적 의미를 정확하게 이해하는 것을 방해하게 되고 이것은 학습 장애로 이어지게 된다(Itza-Ortiz et al. 2003; Sternber & Ben-Zeer, 2001). 일반적으로 다의성을 갖는 단어를 처리할 때 인간의 뇌는 보다 복잡한 과정을 거치게 된다. 특히 문자 이해 능력은 정상 수준이나 읽기에 서툰 학생들의 경우 읽기와 같은 문어 상황과 듣기와 같은 구어 상황 모두에서 단어의 의미를 이해함에 있어 맥락을 활용하는 능력이 떨어진다는 사실(Nation et al., 2004)을 고려하면, 읽기에 서툰 학생들이 다의성을 갖는 과학용어를 처리할 때 어려움을 겪게 될 것은 분명하다.

학생들이 과학용어를 보고 일상적 의미를 먼저 떠올리는지 혹은 과학적 의미를 먼저 떠올리는지는 학생들의 머릿속 의미 구조에서 해당 과학용어의 표현형에 어떤 의미가 더 가깝고 강하게 연결되어 있는가에 의존한다. 머릿속 의미 구조에서 단어 사이의 거리가 가깝고 연결 강도가 높을수록 단어에 알맞은 의미가 빠르고 강하게 활성화되어 신속하고 효율적인 의미처리가 일어난다(Collins & Loftus, 1975). 학생들이 과학용어를 보고 과학적 의미를 가장 먼저 떠올리지 않는다고 하여 해당 과학용어의 과학적 의미를 모른다고 단정할 수는 없다. 그러나 학생들이 과학용어의 정확한 과학적 의미를 알고 있다고 하더라도 그 의미적 연결이 과학용어의 표현형과 가깝고 강하게 연결되어 있지 않으면 처리 속도가 느리고 효율적이지 못하게 되며, 이는 많은 정보를 처리해야 하는 과학 학습 상황에 장애요인이 되게 된다. 예를 들어 똑같이 ‘운동’에 대한 과학적 의미를 알고 있다고 하더라도, 많은 정보가 쏟아지는 과학 수업 시간에 ‘운동’을 보고 ‘motion’의 운동을 먼저 떠올리며 수업을 듣는 학생과 ‘축구’를 먼저 떠올리는 학생의 학습 효율에는 분명 차이가 있을 것이다. 단적으로 선행 연구(Lee, 2015)를 살펴보면 과학 교사들의 경우 ‘운동’을 일상적 의미로도 사용함에도 불구하고 ‘움직임’, ‘위치 변화’ 등 ‘motion’으로의 과학적 의미를 가장 먼저 떠올리는 비율이 매우 높음을 알 수 있다. 이러한 현상은 과학용어가 다의성을 가지는 상황에서는 더욱 큰 장애요인이 되는 것이다.

이렇듯 과학용어를 이용한 단어연상검사를 실시할 때, 자극어의 다의성에 의해 피험자에 따라 일상적 의미로 혹은 과학적 의미로 다양하게 인식하고 반응어를 떠올리게 되며, 어떤 의미를 먼저 떠올리는가가 과학 학습 과정 및 결과에 영향을 미칠 수 있는 중요한 단서가 된다(Yun & Park, 2013a). 따라서 검사 과정에서 직접 혹은 간접적으로 자극어에 대해 일상적 상황인지 과학적 상황인지에 대한 단서가 제공된다면 검사 결과는 물론 결론에도 영향을 미치게 된다. 이에 본 연구에서는 과학 교육 분야에서 과학용어에 대한 학생들의 머릿속 의미 구조를 알아보기 위해 단어연상검사를 활용하는 데에 있어, 학생들이 자극어를 과학적 상황 또는 일상적 상황으로 인식하는 데에 영향을 미칠 수 있는 검사 환경 변인에 대해 알아보하고자 한다. 본 연구의 결과는 추후 과학용어를 이용한 단어연상검사를 실시함에 있어 검사의 목적과 방법에 맞게 변인을 통제하기 위한 가이드라인을 제공할 수 있을 것으로 기대한다.

II. 연구 절차 및 방법

1. 예비 검사 대상 과학용어 선정

단어연상검사에 자극어로 사용할 과학용어를 선정하기 위하여 가장 먼저 2009 개정 교육과정에 따른 중학교 3학년 과학 교과서 1종 출판사의 '전기와 자기' 단원에 수록된 물리 분야의 과학용어를 추출하였다. '전기와 자기' 단원은 학생들이 매우 어려워하는 단원 가운데 하나로 지금까지는 주로 눈으로 직접 들여다보거나 구체물로 확인하기 어려움 등이 그 이유로 언급되어져 왔다. 그러나 이 외에 추가적으로 과학용어로 인한 요인도 크게 작용할 것으로 여겨져 분석 대상으로 정하였다. 그러나 본 연구를 통해 도출되는 결과는 '전기와 자기' 단원에 국한되지 않으며, 다른 단원에도 적용 및 해석 가능하다.

과학용어 추출 방법은 교과서 텍스트를 모두 전산화 한 뒤 한국물리학회에서 정한 물리학 용어 및 표준국어대사전에서 물리학 전문용어로 구분하고 있는 용어 목록과 대조하여 일치하는 단어에 표지를 주었으며, 이 때 전문 용어 목록과의 대조는 과학언어분석프로그램(Yun & Park, 2013b)을 이용하여 수행하였다. 프로그램을 이용한 과학용어 자동 추출 후에 추가로 수동 검토를 통해 추출 오류 혹은 동음이의어 등에 해당하는 단어를 제거하고 남은 단어들을 1차 검사 대상으로 선정하였다.

2. 예비 검사 및 본 검사 대상 과학용어 선정

본 연구에서는 검사 환경이 학생들의 단어 연상 결과에 미치는 영향을 알아보는 것이 목적이므로 학생들이 다양하게 연상하는 과학용어를 고르기 위해 예비 검사를 실시하였다. 이를 위해 1차 검사 대상으로 선정된 과학용어를 이용하여 단어연상검사를 만들었으며, 중학교 2학년 학생 140명을 대상으로 예비 검사를 실시하였다. 피로효과를 고려하여 1명에게 제시되는 자극어는 50개를 넘지 않도록 했고, 피험자 효과를 줄이기 위하여 전체 예비 검사 대상 과학용어를 몇 개의 검사지로 분할 제작하여 학급 내에 여러 종류의 검사지를 무선적으로 배부하였다. 1개의 단어 당 응답자수는 평균 35명이었다.

예비 검사는 모두 과학교사에 의해 이루어졌으며, 검사자가 학생들에게 검사지를 나누어주고 예제 문항을 풀 뒤 검사를 실시하도록 하였다. 학생들은 한 페이지에 나열된 자극어 각각에 대하여 가장 먼저 떠오르는 단어 하나씩을 적도록 하였으며, 별도의 시간 제한은 두지 않았으나 깊이 생각하지 말고 바로 떠오르는 단어가 없을 때는 칸을 비워두고 넘어가도록 안내하였다. 외부 자극을 줄이기 위해 최대한 조용한 가운데 검사를 진행하였으며, 검사가 시작된 뒤에는 어떠한 질문도 받지 않았다.

예비 검사를 끝낸 뒤 학생들의 반응어를 분석하여 학생들이 제시된 과학용어를 과학적 의미로 인식하는 경우와 그렇지 않은 경우로 구분하였다. 학생들이 응답한 반응어를 두고 '과학적 의미' 인지 '일상적 의미' 인지 구분하는 것은 해당 과학용어의 과학적 정의 및 관련 현상에 관계되는가를 기준으로 하였는데, 예를 들어 '힘'의 경우 과학적 의미로는 '물체에 작용하여 모양 또는 운동 상태를 변화시키는 것'이 있을 수 있으며 이와 관련하여 '물체, 작용하다, 크다, 작다, 모양, 운동 상태' 등의 응답을 과학적 의미로 분류할 수 있을 것이다. 반대로 '근육, 세다' 등은 '사람이나 동물이 몸에 갖추고 있으면서 스스로 움직이거나 다른 물건을 움직이게 하는 근육 작용' 과 관련된 일상적

의미로 분류하였다. 또한 본 연구에서는 물리 단원을 다루고 있으므로 물리적 의미에 초점을 맞추어 분석하였다. 분석이 끝난 뒤 학생들이 과학용어를 과학적 의미로 잘 인식하고 있는 경우나 반대로 친숙도가 낮아 무응답이 많은 경우 등은 제외하고 학생들이 비교적 다양한 연상을 하고 있는 과학용어들을 추출하여 검사 환경에 따라 연상 결과가 달라질 가능성이 높은 것들을 본 검사 대상으로 선정하였다.

3. 본 검사

본 연구의 목적은 학생들이 과학용어를 일상적 상황 또는 과학적 상황으로 인식하는 데에 영향을 미치는 검사 환경 요인을 찾는 것이다. 따라서 학생들이 자극어를 보고 의미를 떠올림에 있어 직접적 혹은 간접적으로 과학적 상황임을 인지하는 데 영향을 미칠 가능성이 있다고 여겨지는 변인들을 설정하였다. 먼저, 직접적 변인으로는 과학적 상황임을 명시하는 경우가 있겠으며, 간접적으로 과학적 상황으로 유도할 수 있는 변인으로는 과학 교사가 검사를 실시하는 경우, 검사지에 과학용어만 나열되어 있는 경우 등이 있을 수 있다. 따라서 '자극어의 과학용어 여부 명시', '일상어와 섞어 제시', '검사자의 과학 교사 여부'를 검사 환경 변인으로 정하였으며 이에 추가로 학생들이 자극어의 과학적 의미를 학습하고 난 뒤의 효과를 확인하기 위해 '해당 개념의 학습 여부'를 포함시켜 모두 4 가지의 검사 변인을 설정하였다. 이에 본 검사 대상으로 선정된 과학용어를 이용하여 '과학용어임을 나타내지 않고 과학용어만으로 이루어진 검사지', '과학용어임을 나타내지 않고 일상어를 섞어 제시한 검사지', '과학용어임을 나타내고 과학용어만으로 이루어진 검사지' 세 종류의 검사지를 만들었으며, 검사자 변인과 학습 변인은 검사 실시 상황에서 처치하였다. 남학생 139명, 여학생 143명, 총 282명의 중학생을 대상으로 4가지 변인에 대한 실험 집단과 통제집단을 각각 배치하되 최대한 집단 수를 줄일 수 있는 방안으로 설계하였다. 집단 구성은 임의 설계로 하였으며, 따라서 변인 간에 상호작용이 있을 수 있음은 본 연구의 제한점이다. 피험자 집단별 변인 분포를 Table 1과 같이 구성하였고, 집단 1, 집단 2, 집단 3은 한 학급 내에서 고르게 분포되도록 하여 집단에 의한 효과를 통제하기 위해 노력하였다. 집단 4는 과학이 아닌 다른 과목 시간에 해당 담당 교사가 실시하였으며, 집단 5는 '전기와 자기' 단원을 학습하기 전인 중학교 2학년 학생으로 구성하였고, 나머지 집단은 모두 중학교 3학년 학생을 대상으로 실시하였다. 집단 4와 집단 5의 경우는 학급 단위로 같은 검사지를 사용하였다.

'자극어가 과학용어임을 명시하는 것이 연상 결과에 영향을 미치는가'라는 가설에서는 집단 1이 통제집단, 집단 3이 실험 집단이 되며, '일상어를 과학용어와 번갈아 제시하는 것이 연상 결과에 영향을 미치는가'라는 가설에서는 집단 1이 통제집단, 집단 2가 실험집단이 된다.

Table 1. Treatment variables in each group

	과학용어 여부 명시	일상어 함께 제시 여부	검사자의 과학 교사 여부	개념 학습 여부
집단 1	×	×	○	○
집단 2	×	○	○	○
집단 3	○	×	○	○
집단 4	×	×	×	○
집단 5	○	×	○	×

Table 2. Science terminologies used in preliminary test

값, 계기, 고압선, 고전압, 곱, 그래프, 그리드, 금속, 기구, 길이, 나침반, 높이, 눈금, 니크롬선, 다이오드, 단면적, 단위, 단위시간, 단자, 대전, 대전입자, 대전체, 도구, 도체, 마이너스, 마이너스극, 마찰, 마찰전기, 막대, 말굽자석, 멀티탭, 물레방아, 물질, 반도체, 발광, 발전기, 밝기, 방진, 방전, 방출, 방향, 배선, 번개, 범위, 병렬, 병렬연결, 볼트, 분산, 불꽃, 비례, 빛, 빛에너지, 상태, 세기, 센서, 소리, 소리에너지, 속력, 수력발전소, 스위치, 스피커, 시간, 시간대, 실험, 암페어, 앰프, 에나멜선, 에너지, 에너지전환, 엔극, 여기, 역학적에너지, 연결, 열, 열에너지, 열판, 옴, 옴의법칙, 와트, 와트시, 용기, 용량, 운동, 원리, 원자, 원자력발전, 원자력발전소, 원자핵, 원통, 위치에너지, 유도, 일, 임피던스, 자가발전, 자기, 자기력, 자기장, 자침, 작용, 저울, 저전류, 저항, 전구, 전기, 전기기구, 전기력, 전기신호, 전기에너지, 전기저항, 전기회로, 전력, 전력거래소, 전력량계, 전력망, 전류, 전류계, 전압, 전열기, 전원, 전자, 전자기유도, 전자레인저, 전자석, 전자악기, 전자이동, 전지, 전하, 전하량, 전하량보존법칙, 전해질, 절연체, 점, 정격, 정격전력, 정격전압, 정류자, 정전, 정전기, 정전기유도, 정지, 증기, 증폭, 지구자기장, 직렬, 직렬연결, 직류전동기, 직류전원, 직류회로, 진동, 진동판, 축전기, 충돌, 측정, 칩, 컴퓨터, 코일, 콘센트, 크기, 텔레비전, 튜닝바퀴, 펌프, 평균, 풍력발전기, 풍력발전소, 플러스극, 피뢰침, 필터, 현상, 형광등, 화력발전소, 회로, 효율, 힘,

Table 3. Top 9 science terminologies shown diverse responses

구분	자극어 (과학용어)	학생 반응어	구분	자극어 (과학용어)	학생 반응어
1	운동	축구, 다이어트	6	힘	근육, 세다
2	값	돈, 가격	7	용기	자신감, 희망
3	세기	21세기, 기원전	8	계기	동기, 이유
4	자기	나, 여보	9	일	직업, 1
5	대전	싸움, 광역시			

‘검사자가 과학 교사인 것이 연상 결과에 영향을 미치는가’라는 가설에서는 집단 1이 통제집단, 집단 4가 실험집단이 되며, 끝으로 ‘해당 개념을 학습하기 전과 후에 연상 결과가 달라지는가’라는 가설에서는 집단 3이 통제집단, 집단 5가 실험집단이 된다. 검사 실시 후 실험집단과 통제집단 사이의 차이를 통계적으로 알아보기 위해서 비모수 통계 방법인 독립표본 Mann-Whitney의 U검증을 사용하였는데, 이는 학생들의 응답이 0, 1로 되어 정규분포를 이루지 못하기 때문이다. 검사 방법은 예비 검사와 동일하며 검사자는 검사지에 제시된 안내 이외에 자극어와 관련된 언급은 전혀 하지 않도록 하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 예비 검사 결과

중학교 3학년 과학교과서 ‘전기와 자기’ 단원 텍스트를 전산화하여 과학용어를 자동 추출한 결과 총 286개의 과학용어가 추출되었으며, 286개의 단어를 하나하나 확인하며 추출 오류 혹은 동음이의어 등을 삭제하고 동사나 형용사는 명사형으로 일치시키는 등의 가공을 통해 최종적으로 173개의 과학용어를 예비검사 대상 용어로 사용하였다 (Table 2 참조).

중학교 학생들을 대상으로 실시한 예비 검사 결과에서 과학 교과서에서 의도하는 과학적 의미 이외에 다른 의미의 반응어가 많이 나타난 상위 빈도 과학용어를 본 검사 대상 과학용어로 선택하였다. 학생들의 반응어를 분석하여 과학적 의미에 해당하는 경우와 일상적 의미에 해

Table 4. Mean of students' responses

	N	0	1	평균
세기	252	102	150	.60
용기	258	135	123	.48
자기	246	188	58	.24
일	268	216	52	.19
힘	256	211	45	.18
값	278	240	38	.14
운동	267	236	31	.12
대전	258	252	6	.02
계기	226	221	5	.02

당하는 경우 두 가지로 구분하여 코딩한 다음, 전체 응답 수 가운데 일상적 의미로 응답한 경우의 비율을 계산하여 비율이 높은 상위 9개의 과학용어를 선정하였다. 예비 검사에서 학생 대부분이 과학적 의미로 인식하고 있는 경우는 ‘전기’, ‘전구’, ‘번개’, ‘진동’, ‘충돌’ 등이 있었으며, 무응답이 대부분을 차지했던 경우는 ‘그리드’, ‘임피던스’, ‘단자’, ‘대전체’, ‘암페어’, ‘자침’ 등이 있었다. Table 3은 학생들이 과학용어를 과학적 의미가 아닌 다른 다양한 의미로 인식하고 있는 상위 9개의 과학용어와 학생들의 반응어 예시를 나타낸 것이다. Table 3에 제시된 과학용어들을 본 검사의 자극어로 사용하였다.

2. 본 검사 결과 및 논의

먼저, 9개의 과학용어로 구성된 단어연상검사에 참여한 전체 학생들의 응답 평균을 살펴보았다. 학생들이 자극어를 과학적 의미로 인식하고 반응한 경우는 ‘1’, 나머지 의미로 인식하는 경우는 ‘0’으로 점수를 부여한 뒤 평균을 살펴보았다. 그 결과 ‘세기’가 평균 .60으로 과학적 의미로 인식하는 비율이 가장 높았으며, 다음으로 ‘용기’, ‘자기’, ‘일’, ‘힘’, ‘값’, ‘운동’, ‘대전’, ‘계기’의 순서로 나타났다. 특히 ‘세기’, ‘용기’, ‘자기’를 제외한 나머지 6개의 과학용어에 대해서는 80% 이상의 학생들이 과학적 의미가 아닌 다른 의미로 인식하고 있었다 (Table 4 참조).

가. 과학용어 명시 여부에 따른 단어연상검사 결과 차이

집단 1과 집단 3의 검사 결과를 비교하여 과학용어 명시 여부가 과학용어에 대한 단어연상검사 결과에 영향을 미치는지 알아보았다. 집단 3은 검사지에 제시된 자극어들이 과학 과목에서 사용되는 과학용어임을 말 한 경우이고, 집단 1은 자극어에 대한 아무런 안내 없이 검사를 실시한 경우이다. 각각의 과학용어에 대하여 집단별 응답 평균을 비교하였으며 집단간 평균의 차이가 통계적으로 유의미한가를 확인하기 위해 독립표본 Mann-Whitney의 U검증을 실시하였다. 그 결과 총점 비교에서 두 집단 간 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉, 학생들에게 자극어가 과학용어임을 주시시키면 과학적 의미를 떠올려 이어지는 연상에 유의미한 영향을 미친다는 의미로 해석할 수 있다. 개별 과학용어의 결과를 살펴보면, ‘값’, ‘용기’, ‘자기’, ‘일’, ‘운동’의 5가지 과학용어에 대해서는 집단 간 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났고, ‘힘’, ‘세기’, ‘대전’, ‘계기’의 4가지 과학용어에 대해서는 집단 간 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다 (Table 5 참조). Table 5의 검증 통계량에서 + 값은 집단 1의 응답 평균이 집단 3의

Table 5. Mann-Whitney's U test results between groups noticing whether stimulus words are science terminologies or not

	평균		독립표본 Mann-Whitney의 U 검증	
	집단 1	집단 3	표준화된 검증 통계량	유의수준
값	.08	.21	-2.295	.022*
용기	.33	.62	-3.073	.002*
세기	.68	.74	-1.460	.144*
힘	.16	.11	.120	.904*
자기	.08	.30	-3.451	.001*
일	.02	.19	-2.881	.004*
대전	.00	.05	-1.669	.095*
운동	.04	.13	-2.537	.011*
계기	.02	.02	.628	.530*
총점	1.34	2.23	-3.481	.001*

응답 평균에 비해 높은 경우이고, - 값은 집단 3의 응답 평균이 집단 1보다 높은 경우에 해당한다. 이는 ‘값’, ‘용기’, ‘자기’, ‘일’, ‘운동’의 경우 학생들이 자연 상태에서는 일상적 의미를 더 많이 떠올리기는 하나, 과학적 상황으로 제한했을 때 쉽게 과학적 의미로 전환시켜 인식하는 것으로 해석할 수 있으며, ‘힘’, ‘세기’, ‘대전’, ‘계기’의 경우 과학적 상황으로 제한하더라도 학생들이 쉽게 과학적 의미로 전환하여 떠올리지 못하는 것으로 해석할 수 있다. 교육적 측면에서 본다면 후자와 같은 경우 해당 과학용어들의 과학적 의미가 학생들의 머릿속에 친숙하게 혹은 강하게 용어와 연결되어 있지 않다고 볼 수 있으므로, 이를 해결하기 위한 교육적 대안을 마련할 필요가 있을 것이다. 결론적으로 과학용어에 대한 단어연상검사를 실시할 때 자극어가 과학용어임을 주지시키면 학생들이 과학적 의미를 떠올리는데 영향을 미침을 알 수 있었다.

나. 일상어와 함께 제시 여부에 따른 단어연상검사 결과 차이

집단 1과 집단 2의 검사 결과를 비교하여 과학용어만 연속적으로 제시하는 것과 일상어를 섞어서 제시하는 것이 단어연상검사 결과에 영향을 미치는지 알아보았다. 두 집단 모두 자극어들이 과학용어라는 별도의 안내는 주지 않았으며, 집단 1은 과학용어 9개만 연속적으로 제시하여 9문항으로 이루어진 검사를 수행했으며, 집단 2는 과학용어와 일상어를 번갈아 제시하여 총 18문항으로 이루어진 검사를 수행하였다. 이는 과학용어만을 연속적으로 제시했을 때 학생들이 간접적으로 과학적 상황임을 인지하여 단어 연상 결과에 영향을 미칠 수 있을 것이라는 가설에서 출발한 것이다. 집단 2의 검사지에 포함된 일상어는 ‘우산’, ‘수건’, ‘놀이타’, ‘우유’, ‘이불’, ‘구름’과 같은 매우 간단한 구체적 명명 단어를 사용하였다.

두 집단 사이에 자극어를 과학용어로 인식하는 정도의 차이를 비교하기 위하여 각 집단의 응답 평균을 이용하여 독립표본 Mann-Whitney의 U검증을 실시한 결과 ‘세기’와 ‘자기’만이 두 집단 사이에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 그러나 과학용어만을 제시하였을 때 과학적 의미로 인식하는 정도가 높아지는 것은 ‘세기’ 밖에 없었으며, ‘자기’의 경우는 반대로 일상어와 함께 제시하였을 때 과학적 의미로 인식하는 비율이 높게 나타났다. 나머지 과학용어들과 전체 총점은 집단 간 응답 평균의 차이가 없었다(Table 6 참조). Table 6의 검증 통계량에서 + 값은 집단 1의 응답 평균이 집단 2보다 높은 경우, -

Table 6. Mann-Whitney's U test results between groups presenting whether science terminologies and everyday words alternately or not

	평균		독립표본 Mann-Whitney의 U 검증	
	집단 1	집단 2	표준화된 검증 통계량	유의수준
값	.08	.02	1.608	0.108
용기	.33	.32	0.333	0.739
세기	.68	.34	3.261	0.001*
힘	.16	.09	-0.034	0.973
자기	.08	.33	-3.737	0.000*
일	.02	.02	-0.750	0.453
대전	.00	.02	-1.095	0.273
운동	.04	.04	-0.517	0.605
계기	.02	.00	1.252	0.211
총점	1.1	1.1	1.190	0.234

값은 집단 2의 응답 평균이 집단 1보다 높은 경우에 해당한다. 즉, 본 연구의 결과만을 두고 봤을 때 단어연상검사에서 과학용어만을 연속적으로 제시하더라도 이것이 학생들로 하여금 과학적 상황으로 인식하여 제시된 단어들의 과학적 의미를 떠올리게 하는 효과가 나타나지 않았다. 그러나 이를 일반적 현상으로 확대하여 해석하는 데에는 제한이 따른다. 본 검사에서 사용된 자극어들은 모두 ‘전기와 자기’ 단원에 사용된 과학용어이기는 하나 대부분 학생들이 일상적 의미로 연상하는 비율이 높은 용어들에 해당한다. 따라서 학생들의 입장에서는 검사 환경이 과학용어들이 모여 있는 상황이 아닌 일상어가 나열된 상황으로 인식되었을 가능성이 있다. 예를 들어 ‘대전’의 경우 본 연구에서 실시한 검사에서 전체적으로 98%의 학생들이 물체가 전기를 띠게 되는 현상이라는 과학적 의미 대신 ‘맞서 싸움’, ‘큰 전쟁’, ‘지역 이름’ 등의 일상적 의미를 가장 먼저 떠올리고 있었다. 그런데 만약 ‘대전제’, ‘전기’, ‘전자’, ‘플러스’, ‘마이너스’ 등 ‘대전’의 과학적 의미와 직접적으로 관련 깊은 단어들만 자극어를 구성하였다면 결과가 다르게 나타날 가능성도 완전히 배제하기는 어렵다. 따라서 과학용어만을 연속적으로 제시하는 것의 효과를 보다 구체적으로 확인하기 위해서는 학생들이 과학적 의미로 인식하는 비율이 높은 과학용어들과 함께 제시하거나, 필터링 하지 않은 많은 수의 용어를 제시하여 환경 요인에 따른 변화를 보는 등의 추가적 연구가 필요할 것이다. 그러나 실제 과학 교실에서 발화되는 언어나 교과서에 제시된 텍스트를 살펴보면 과학용어와 일상어들이 섞여 있다는 점, 일부 과학용어의 경우 과학용어임을 알려 주었음에도 불구하고 여전히 일상적 의미를 연상하는 비율이 높았다는 점, ‘대전’, ‘자기’ 등의 과학용어에 대해 ‘전기와 자기’ 단원을 학습한 직후에도 여전히 일상적 의미를 떠올리는 비율이 높았다는 점 등에 비추어 보아 일반적인 과학 수업 또는 교실 환경에서 학생들이 과학용어에 대해 과학적 의미를 떠올리는 정도를 논하는 데 있어서는 본 연구의 설계 및 결과가 보다 유용할 것으로 여겨진다. 다만, 개별 과학용어에 대한 학생들의 개념적 의미 연결 및 개념의 위계 등을 알아보기 위해서 단어연상검사를 사용할 경우에는 본 연구의 결과를 참고하여 자유연상법이 아닌 제한적 변인 통제가 필요할 것이다.

다. 검사 실시 교사의 전공에 따른 단어연상검사 결과 차이

집단 1과 집단 4를 비교하여 검사 실시 교사의 전공에 따라 학생들

Table 7. Mann-Whitney's U test results between groups whether presider is science teacher or not

	평균		독립표본 Mann-Whitney의 U 검증	
	집단 1	집단 4	표준화된 검증 통계량	유의수준
값	.07	.31	2.580	0.010*
용기	.38	.50	0.043	0.966
세기	.45	.19	-3.210	0.001*
힘	.18	.44	2.371	0.018*
자기	.00	.25	2.194	0.028*
일	.31	.36	2.349	0.019*
대전	.00	.00	0.000	1.000
운동	.07	.13	1.186	0.236
계기	.10	.06	0.500	0.617
총점	1.57	2.06	1.444	0.149

의 단어연상에 차이가 있는지 살펴보았다. 이는 학생들이 과학 수업 시간에 과학 교사가 수업을 진행하는 환경 자체를 과학적 상황으로 인식하여 연상에 영향을 미칠 수 있을 것이라는 가설에서 출발한 것이다. 만약 그렇다면 과학 시간에 과학 교사가 실시한 단어연상검사에서 는 그렇지 않은 환경에서 보다 학생들이 제시된 자극어를 과학적 의미로 인식하는 비율이 높아져야 할 것이다. 이에 집단 1은 과학 시간에 과학 교사가, 집단 4는 국어 시간에 국어 교사가 검사를 실시하였고, 두 집단 간의 응답 평균의 차이를 독립표본 Mann-Whitney의 U검증을 통해 알아보았다. 그 결과 전체적으로 두 집단 간에는 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 7 참조). Table 7의 검증 통계량에서 +값은 집단 1이 집단 4보다 응답 평균이 낮은 경우이고, -값은 집단 4가 집단 1보다 응답 평균이 낮은 경우이다. 즉, 학생들은 과학 시간에 과학 교사가 수업을 진행한다는 자체만으로는 과학적 상황으로 인식하는 것은 아니라고 해석할 수 있다. 특히, ‘값’, ‘힘’, ‘자기’, ‘일’은 오히려 국어 시간에 국어교사가 검사를 시행했을 때 과학적 의미로 인식하는 비율이 더 높게 나타났다. 본 연구가 과학용어에 대한 단어연상검사의 검사 결과에 영향을 미치는 검사 환경을 찾는 것이므로, 검사 결과에 대한 교육적 논의를 본 고에서 자세하게 다루기는 어렵다. 그러나 과학 수업시간 자체를 자연스럽게 과학적 상황으로 인식하지는 않는다는 결과는 과학 교사의 수업 설계, 혹은 수업 중 언어 사용 등에 분명한 시사점을 줄 수 있을 것이라 여겨진다. 과학 수업을 진행할 때 수업 내용 및 과제에 대한 초점 단계를 강조할 필요성, 과학적 상황과 일상적 상황을 명시적으로 구분하여 설명할 필요성, 학생들이 과학 교사의 설명을 일상적 의미로 해석할 수 있음에 과학 교사가 주의를 기울일 필요성 등이 논의될 수 있을 것이며, 이와 관련된 보다 확장되고 심도 있는 후속 연구들이 이어질 필요가 있겠다. 다만 집단 1, 2, 3의 경우 학급 변인에 의한 효과를 줄이기 위하여 학급 내에 집단을 고르게 분포시킨 반면, 집단 4는 다른 학급으로 구성되어 있다. 따라서 집단 1과 4의 차이를 논의함에 있어 학급 변인과 교사 변인이 개입되어 있을 수 있음은 본 연구의 제한점이라 하겠다.

라. 과학용어 학습 여부에 따른 단어연상검사 결과 차이

집단 3과 집단 5를 비교하여 제시된 과학용어를 학습하기 전과 학습한 이후에 단어연상 검사 결과에 차이가 있는지를 살펴보았다. 집단 5는 ‘전기와 자기’ 단원을 학습하기 이전인 2학년 학생들을 대상으로 검사를 실시하였으며, 학습 유무 외의 나머지 변인은 집단 3과 모두

Table 8. Mann-Whitney's U test results between groups whether students have learned the concepts or not

	평균		독립표본 Mann-Whitney의 U 검증	
	집단 3	집단 5	표준화된 검증 통계량	유의수준
값	.21	.19	0.249	0.803
용기	.62	.55	0.666	0.506
세기	.74	.75	-0.077	0.938
힘	.11	.29	-2.410	0.016*
자기	.30	.20	1.024	0.306
일	.19	.52	-3.482	0.000*
대전	.05	.00	1.161	0.246
운동	.13	.34	-2.713	0.007*
계기	.02	.00	0.618	0.537
총점	2.23	2.39	-0.107	0.915

같았다. 집단 3에 해당하는 중학교 3학년의 경우 ‘전기와 자기’ 단원을 학습하였으므로 검사지에 제시된 과학용어들을 과학적 상황에서 다루었을 뿐더러 관련 개념을 학습한 상태이다. 따라서 머릿속에서 제시된 과학용어들의 과학적 의미가 보다 잘 활성화될 수 있을 것이라 기대하였다. 그러나 두 집단 간의 응답 평균의 차이를 독립표본 Mann-Whitney의 U검증을 실시하여 비교해 본 결과 ‘전기와 자기’ 단원을 배우기 이전인 집단 5와 해당 단원을 배운 뒤인 집단 3의 응답 평균에 유의미한 차이는 나타나지 않았다(Table 8 참조). Table 8의 검증 통계량에서 +값은 집단 3의 응답 평균이 집단 5보다 높은 경우이고, -값은 집단 5의 평균이 집단 3의 평균보다 높은 경우에 해당한다. 즉, 학생들은 과학적 상황에서 제시된 과학용어들의 과학적 의미를 수업시간에 다루었음에도 불구하고 학습 후에 해당 용어들의 과학적 의미가 보다 잘 활성화되는 효과는 나타나지 않았다.

이는 단어를 지도할 때 뜻풀이 혹은 개념 위주의 설명 방법과 달리 주변 단어와의 관련을 강조하는 연상적 의미 지도가 필요하다는 언어학적 주장(Lee, 1996)이 과학용어 교육 측면에서도 적용될 수 있음을 시사한다. 본 연구의 검사 대상이 일부 지역의 일부 학생들에 국한되어 있어 결과를 일반화하는 데에는 무리가 있다. 그러나 본 연구의 결과만을 두고 봤을 때 학생들은 ‘전기와 자기’ 단원을 학습한 뒤에 머릿속 의미 구조는 달라지지 않은 것으로 해석할 수 있다. 즉, 과학용어에 대해 새로 배운 개념들이 머릿속 의미 구조 속에서 해당 용어의 표현형과 유의미할 만큼 강하게 연결되지 않은 것으로 볼 수 있다. 이러한 가능성은 Table 8의 결과를 보다 구체적으로 살펴보는 것으로 좀 더 높아질 수 있다. Table 8에서 ‘힘’, ‘일’, ‘운동’의 경우 2학년 학생들(집단 5)이 과학적 의미를 떠올리는 비율이 3학년 학생들(집단 3)보다 유의미하게 더 높은 것으로 나타났다. 이 세 용어는 3학년 ‘전기와 자기’ 단원에 사용되기는 했으나 1학년의 ‘힘과 운동’ 단원과 2학년의 ‘일과 에너지’ 단원에서도 학습한 개념이다. 따라서 두 집단 모두 ‘힘’, ‘일’, ‘운동’ 개념을 학습한 상태이며, 집단 3은 학습 이후 오랜 시간이 지났고 집단 5는 상대적으로 관련 단원을 학습한 지 오래되지 않은 상태이다. 만약, 역학 단원 학습에서 세 용어와 관련된 개념이 머릿속 의미 구조에 안정적으로 자리를 잡았다면 효과가 지속되어야 할 것이다. 그러나 본 연구 결과에서, 학습한 직후에 나타났던 활성화 효과가 지속되지 않는 것으로 나타난 것은 관련 개념이 학생들의 머릿속에 안정적으로 자리 잡지 못했을 가능성이 높음을 시사한다. 이러한 결과는 오스벨이 제시한 유의미학습과도 관련하여 해석할 수 있을 것으로 여겨진다.

IV. 결론 및 제언

학생들이 과학용어와 관련하여 어떤 개념 구조를 가지고 있는지 알아보기 위한 도구로서 단어연상검사를 실시할 때, 검사 결과에 영향을 미칠 수 있는 환경 요인을 살펴보았다. 학생들의 사고를 과학적 상황으로 유도할 수 있다고 여겨지는 검사 환경 변인 4가지를 정하고 각각의 변인에 대해 실험 집단과 통제 집단의 집단별 응답평균을 비교하여 각 변인이 학생들의 단어연상에 영향을 미치는지 확인해 보았다. 본 연구에서는 과학용어를 일상적 의미가 아닌 과학적 의미로 인식하는 정도에 초점을 맞추었으므로 반응어를 분석할 때 자극어를 일상적 의미로 인식했는지 과학적 의미로 인식했는지만을 구분하였으며, 과학적 개념 구조나 개념의 옳고 그름 등은 고려하지 않았다. ‘과학용어 여부 명시’, ‘일상어 함께 제시 여부’, ‘검사자의 과학 교사 여부’, ‘해당 개념의 학습 여부’의 4가지 환경 변인에 대해 연구를 실시한 결과 ‘과학용어 여부 명시’만이 집단 간 유의미한 차이가 있었고, 나머지 변인에 대해서는 집단 간에 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 즉, 학생들에게 자극어가 과학용어임을 명시하여 직접적으로 과학적 상황임을 주지시킨 경우에만 학생들은 자극어들을 과학적 의미로 인식하는 비율이 높아졌고, 과학용어만을 모아둔다거나 과학 시간에 과학 교사가 검사를 주도하는 등의 간접적인 요인은 학생들로 하여금 사고를 과학적 상황으로 전환하도록 하는 효과가 없었다. 학습에 의한 효과 역시 전체적으로는 단어 연상에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

결론적으로 과학용어를 대상으로 단어연상검사를 실시할 때에는 검사의 목적에 따라 과학용어임을 명시할 것인지 말 것인지를 선택하여 적절하게 설계할 필요가 있으며, 검사자의 과학 교사 여부가 검사 결과에 영향을 미치지 않으므로 과학 교사가 검사를 실시할 때의 효과는 무시해도 좋을 것이다. 다만, 과학용어만을 연속적으로 나열하는 것에 대한 효과와 관련 단원 학습 효과에 대해서는 본 연구의 결과에서는 효과가 없는 것으로 나타났으나, 이를 일반화하여 단정적인 결론을 내리기는 어렵다. 이 두 가지 변인 각각에 대해 다양하고 세부적인 분석을 하기에는 연구 방법이 다소 제한적이었으며, 교육 방법이나 교육 환경 등의 교육적 요소와 분리하여 논의하기 어렵기 때문이다.

먼저 과학용어만을 연속적으로 나열하는 상황의 경우 결과에서 언급하였듯이, 학생들이 일상적 의미로 인식하는 비율이 높은 과학용어들을 자극어로 사용함으로써 인해 과학용어가 연속적으로 제시되었음에도 불구하고 과학적 상황임을 인지하지 못했을 가능성이 있다. 그러나 입기에 서툰 학생들의 경우 단어의 의미를 떠올리는 데 있어 맥락을 활용하는 능력이 낮다는 선행 연구 결과를 비추어볼 때 과학용어만을 연속하여 제시하는 것의 효과가 미미하다는 본 연구의 결과가 일반적 현상으로 확대 적용 가능할 가능성 또한 배제하기 어렵다. 따라서 보다 심층적인 추가 연구를 통해 확인해 볼 필요가 있을 것이다.

한편, 해당 개념의 학습 유무가 단어 연상에 미치는 영향 역시 단정적인 결과만을 가지고 결론을 내리는 데에 무리가 있다. 연구 결과에서 총점에 있어서 실험 집단과 통제 집단 사이에 유의미한 차이가 없었으나, 세부적으로 살펴봤을 때 개별 용어에 따라 차이가 나타나는 것으로 보아 용어의 특성도 하나의 요인으로 작용할 가능성이 있다고 보여진다. 예를 들어 ‘힘’, ‘일’, ‘운동’의 경우 최근에 학습한 2학년들이 학습 후 시간이 많이 지난 3학년에 비해 과학적 의미로 이해하는 비율이 유의미하게 높게 나타났다. 그러나 ‘대전’, ‘자기’의 경우 ‘전기와

자기’ 단원에서 직접적으로 다루는 주요 개념임에도 불구하고 최근에 학습한 3학년 집단에서 과학적 의미로 인식하는 비율이 높아지지 않고 있었다. 이는 과학용어의 형태적 특성이나 담고 있는 개념적 특성에 따라 학습에 의한 효과가 나타날 수도 있고 나타나지 않을 수도 있음을 의미한다. 아마도 ‘대전’이나 ‘자기’의 경우 일상적 의미가 다소 강하게 자리 잡고 있는데 반해 과학적 의미는 추상적이면서도 이해하기에 어려워 머릿속 의미 구조 속에 제대로 자리 잡지 못했을 가능성이 있다. 즉, 형태적 특성에 의한 요인과 개념적 특성에 의한 요인 모두가 단어 연상에 있어 과학적 의미를 떠올리는 데 부정적 영향을 미치는 예로 볼 수 있을 것이다. 또한, 이 경우 두 집단이 학년이 다르므로 동질 집단으로 보기 어려우므로 집단 차이에 의한 효과도 무시하기는 어렵다.

학습 유무와 관련된 요인에 영향을 미치는 요소로는 과학용어의 특성뿐만 아니라 수업에 관련된 요소도 있을 수 있다. 현재의 과학 교육 현장은 과학용어에 대하여 개념 설명을 주로 하고 있어, 과학용어의 연상적 의미 교육이나 용어 사용 및 활용 능력에 대한 부분은 주목받지 못하고 있다. 학습자의 머릿속 의미 구조에 과학용어들이 다른 단어들과 안정적이고 오류가 없는 바람직한 연결을 이루도록 하기 위해서는 과학용어에 대한 연상적 의미 교육이 개념적 의미 교육과는 별도로 필요하며, 연상적 의미 교육을 위해서는 경험과 사용 빈도가 중요한 역할을 한다. 따라서 학교 과학 교육의 형태에 따라 연구 결과는 달라질 수 있게 된다. 지금과 같은 개념 위주의 교육에서는 학습으로 인한 머릿속 의미 구조 변화의 효과가 없거나 아주 약하게 나타났지만, 과학용어의 사용에 대한 교육이 과학 수업 시간에 이루어지고 과학 용어를 과학적 의미로 사용할 기회를 의도적으로 반복 제공하는 형태의 교육에서는 학습으로 인한 효과가 훨씬 높아질 수 있을 것이다. 그러므로 교수 형태에 대한 요소를 배제한 상태에서는 단원 학습 유무가 단어연상검사 결과에 영향을 미치지 않는다는 결과를 매우 제한적으로 해석할 수밖에 없다.

과학용어는 과학적 개념을 언어로 표현한 것이다. 언어의 습득과 개념의 습득은 분리하기 어렵고, 인간은 언어를 통해서만이 추상적 사고가 가능하다는 견해에서 봤을 때 과학용어의 연상적 의미 교육과 과학용어의 언어적 사용 및 활용 능력에 대한 교육은 학생들의 과학 학습 성취뿐만 아니라 과학적 사고력 향상에도 중요한 영향을 미칠 것으로 여겨진다. 따라서 학생들의 머릿속 의미 구조 속에 과학용어가 안정적이고 정확하게 연결되도록 하기 위한 방법에 대한 연구가 이어져야 할 것이며, 이 때 단어연상검사 및 본 연구의 연구 결과와 논의들이 바탕이 될 것이다.

국문요약

사람의 머릿속에 어떤 단어들이 저장되어 있으며, 이들이 어떤 구조로 연결되어 있는지에 대해 심리학, 정신분석학, 언어학, 교육학 등 다양한 분야에서 관심을 가지고 연구하고 있다. 과학 교육 분야에서는 구성주의적 관점에서 학생들의 머릿속에 과학용어로 표현되는 개념들이 어떻게 자리 잡고 있는지가 관심 대상 가운데 하나이다. 본 연구에서는 과학용어들에 대한 학생들의 머릿속 의미 구조를 알아보기 위한 하나의 방법인 단어연상검사를 실시함에 있어 검사 결과에 영향을 미치는 검사 환경 변인을 알아보았다. 학생들이 제시된 자극어를 과학적

상황으로 제한하도록 유도할 가능성이 있다고 여겨지는 변인을 4가지 (자극어의 과학용어 여부 명시, 일상어와 섞어 제시, 검사자의 과학 교사 여부, 해당 개념의 학습 여부)로 정하고, 실험 집단과 통제 집단의 검사 결과 비교를 통해 이들 4가지 변인이 과학용어에 대한 단어연상 검사 결과에 영향을 미치는지 확인해 보았다. 일상적 의미와 과학적 의미를 모두 포함하는 과학용어 9개를 정하고 중학교 학생 282명을 통제집단과 실험집단으로 나누어 단어연상검사를 실시하였다. 그 결과 검사지에 제시된 자극어들이 모두 과학용어임을 직접적으로 명시하는 경우에 학생들은 과학적 의미로 인식하는 비율이 높았으며, 나머지 변인에 대해서는 통제집단과 실험집단 사이에 차이가 없는 것으로 나타났다.

주제어 : 과학용어, 단어연상검사, 머릿속 의미구조, 검사 환경

References

- Aitchison, J. (1996). *Words in the mind: An introduction to the mental lexicon*. Blackwell.
- Bahar, M., Johnstone, A. H., & Sutcliffe, R. G. (1999). Investigation of students' cognitive structure in elementary genetics through word association tests. *Journal of Biological Education*, 33, 134-141.
- Chall, J. S., Jacobs, V. A., & Baldwin, L. E. (1990). *The reading crisis: Why poor children fall behind*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.
- Channell, J. (1990). Vocabulary acquisition and the mental lexicon in meaning and lexicography. In J. Tomaszczyk, & B. Lewandowska-Tomaszczyk (Eds.), *Meaning and lexicography*. Amsterdam: John Benjamins.
- Cramer, G. (1915). *Rural directory of Knox County*, 48.
- Collins, A. M., & Loftus, E. F. (1975). A spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82(6), 407-428.
- Galton, F. (1879). Psychometric experiments. *Brain*, 2, 149-162.
- Gardner, R. C. (2007). Motivation and second language acquisition. *Porta Linguarum*, 8, 9-20.
- Geeslin, W. E., & Shavelson, R. J. (1975). An exploratory analysis of the representation of a mathematical structure in students' cognitive structures. *American Educational Research Journal*, 12, 211-239.
- Gussarsky, E., & Gorodetsky, M. (1988). On the chemical equilibrium concept: Constrained word associations and conception. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(5), 319-333.
- Itza-Ortiz, S. F., Rebello, S., & Zollman, D. (2003). Students' models of Newton's second law in mechanics and electromagnetism. *European Journal of Physics*, 25, 81-89.
- James, W. (1890). *The principles of psychology*. New York: Holt.
- Jiang, W. (2000). The relationship between culture and language. *ELT Journal*, 54(4), 328-334.
- Johnson, P. E. (1969). On the communication of concepts in science. *Journal of Educational Psychology*, 60, 32-40.
- Johnstone, A. H., & Moynihan, T. F. (1985). The relationship between performances in word association tests and achievement in chemistry. *European Journal of Science Education*, 7(1), 57-66.
- Jung, C. G. (1972). *Experimental researches: Collected works 12*. Princeton University Press.
- Kempa, R. F., & Nicholls, C. E. (1983). Problem solving ability and cognitive structure: An exploratory investigation. *International Journal of Science Education*, 5(2), 171-184.
- Langacker, R. W. (1997). Consciousness, construal and subjectivity. In M. I. Stamenow (Ed.), *Language structure, discourse and the access to consciousness*. Amsterdam: John Benjamins.
- Lee, J. C. (1996). The way and the material to teach the associative meaning of words. *Korean Language Education Research*, 6(1), 137-155.
- Lee, C. H. (2007). An effective English vocabulary teaching method through the responses by word association tests. *Journal of Studies in Language*, 23(2), 287-303.
- Lee, D. H. (2007). A construction of semantic category system and its application to dictionary. *Korean Semantics*, 24, 51-82.
- Lee, G. H. (2009). An experimental study for building a Korean associative thesaurus. *Korean Studies*, 45, 177-206.
- Lee, Y. J. (2015). Science teachers' word association of science terminologies in the middle school science unit 'Force and Motion' and their comparisons with students' associations. Master's thesis, Korea National University of Education.
- Miller, G. A. (1986). Dictionaries in the mind. *Language and Cognitive Processes*, 1(3), 171-185.
- Miller, G. A. (1998). *The science of words*. Scientific American Library.
- Nation, K., Nation, K., & Snowling, M. J. (2004). Beyond phonological skills: Broader language skills contribute to the development of reading. *Journal of Research in Reading*, 27, 342-356.
- Oh, D. S., Lee, S. H., Lee, I. S., & Kim, A. R. (1984). Analysis of science terminology by association. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 10(2), 67-72.
- Park, S. O. (2008). Research and analysis for word association meaning of Koreans and Chinese, and training methods applying the lexicon of Korean. *Korean Semantics*, 25, 71-98.
- Preece, P. F. W. (1978). Exploration of semantic space: Review of research on the organization of scientific concepts in semantic memory. *Science Education*, 62(4), 547-562.
- Pütz, M. (1997). *Language choices: Conditions, constraints, and consequences*. Amsterdam: John Benjamins.
- Rupley, H., & Slough, S. (2010). Building prior knowledge and vocabulary in science in the intermediate grades: Creating hooks for learning. *Literacy Research and Instruction*, 49(2), 99-112.
- Shavelson, R. J. (1974). Methods for examining representations of a subject matter structure in a student's memory. *Journal of Research in Science Teaching*, 11(3), 231-249.
- Sternber, R. J., & Ben-Zeer, T. (2001). *Complex cognition: The psychology of human thought*. Oxford University Press.
- Tsai, C. C., & Huang, C. M. (2002). Exploring students' cognitive structures in learning science: A review of relevant methods. *Journal of Biological Education*, 36(4), 163-169.
- Wittgenstein, L. (1958). *Philosophical investigations*. Oxford: Basil Blackwell.
- Yun, E. J. & Park, Y. (2013a). Analysis of students' word association about the science terminologies used in the "Force and Motion" unit in middle school science textbook. *Journal of Science Education*, 37(3), 573-582.
- Yun, E. J. & Park, Y. (2013b). Analysis of physics terminology used in science textbook 'Force and Motion' unit in 7th, 2007 & 2009 national curriculum—a method to select science terminology for teaching. *Korealex*, 22, 193-210.