

# 연상을 통한 과학용어의 분석

오 대 섭 · 이 선행

(경북대학교 사범대학)

이 임 숙

(경남대학교 자연과학대학)

김 애 란

(평리중학교)

## I. 서 론

오늘날 과학교육의 중요성과 필요성이 여러 측면에서 강조되고 있긴 하나 과학교과내용이 지나치게 학문중심 교육과정(discipline-centered curriculum)으로 강조되어 추상화된 개념이 많이 도입되어 있는 형편이어서 대부분의 학생들이 제대로 이해하지 못하고 과학을 어려워하고 있다.<sup>1)</sup> 특히, 과학교과서에서 사용되는 용어들은 중학교 1학년 교과서부터 학생들이 이해하기 어려운 한자, 영어 또는 추상적인 용어들이 많아 개념형성 이전에 용어 자체에서부터 거리감을 갖게 된다.

본 연구에서 연상이라는 방법을 도입하여, 과학교과서에서 나오는 여러 용어들을 학생들이 어떠한 단어들과 연결시켜 이해하고 있으며, 또 이들 용어 중에서도 학생들과 친숙하여 연상을 잘 할수 있는 것은 어떤 것이며, 학생들이 어려워하고 잘못 연상하고 있는 용어들은 어떠한 것이 있는가를 살펴 보고자 한다. 수업을 진행시키는 교사의 입장에서는 각 용어에 대한 학생들의 생각을 미리 파악하고 있으면 학습지도는 물론 학생 연구에서도 많은 도움을 받을 것이다.

학생 전체에 대한 과학 용어의 전반적인 생각의 흐름을 살펴보기 위해 학생들을 지역별, 성별, 학년별, 일

반, 실업별 등으로 구분하여 대도시 남중, 대도시 여중, 대도시 남고, 대도시 여고, 소도시 남고, 소도시 여고, 군 남중, 군 여중 대도시 실업고 등으로 대상을 골고루 선정하여 동일 용어에 대한 연상을 실시 하였다.

각 반별 교과 수가 증가되고, T.V, 비디오자료, 컴퓨터 프로그램 등 다양화된 대중매체들과 시청각 자료들로 지역간의 격차가 많이 해소되고 있는 요즘 그에 따른 학생들의 과학용어에 대한 친밀정도를 함께 살펴볼 수 있게 배려하였다.

## II. 이론적 배경

### 1. 연상의 의미

17세기 중엽, 심리학계에서는 자연과학적인 방법을 도입시키고 정신 현상을 일정한 결합의 양상, 즉 연합의 원리로 설명하려 하였다. 연합에 대한 개념과 연합법칙의 역사적 기원으로는 Aristoteles, Platon까지 거슬러 올라갈 수 있으나 연상 심리학 자체는 영국의 경험론에서 파생한 것으로, 최초의 연상 심리학자는 Thomas Hobbes(1588~1679)라 할 수 있다. John Locke(1632~1704), George Berkeley(1685~1753), James Mill(1733~1836), John Stuart Mill(1806~1873), Herbert Spencer(1820~1903) 등으로 이어지는 이들 고전적 연상 심리학파의 견

1) 유경로 외 4인, 과학교육논총, Vol9, No1, 1984.

해에서 연상이란 용어는, 한 관념들이 다른 관념으로 이 끌어지는 '관념들의 연합'으로 일컬으며 이들 관념들의 연합은 피험자의 언어를 통해 구체적으로 표현되고, 또한 언어란 사람의 사고를 증개한다고 믿었으므로 연상이란 '사고의 성질'을 유추하기 위한 것으로 연구되었다.

연상에 대한 근대 심리학적 연구는 두 갈래로, 하나는 무의미 철자를 자료로 하는 H.Ebbinghaus(1885)의 실험적 연구로 언어 학습 분야에 관심을 가졌고, 다른 하나는 자연적으로 일어나는 연상에 관한 것으로 F.Galton (1879~1880)의 심리 측정적 연구이다. Galton은 연상어를 양적으로 처리하여 연상의 공통성을 측정하였다. 즉 어떤 자극 단어에 의해 어떤 연상반응이 유발될 것인가를 예언할 수 있게 함으로써 자극어에 의해 유발된 연상들 하나하나에 대한 예언적 기능적 힘을 측정할 수 있게 되었다. 이에 Ebbinghaus는 우리가 일상에서 사용하지 않는 문자집단으로 무의미 철자를 구성, 연상을 실시하여 언어자료의 자극속성이 그 자극을 학습하는데 책임이 있음을 밝혔다. 즉 외적인 어떤 조건보다 단어속성 자체가 학습성과에 중요한 요인으로 작용함을 밝힌 것이다.

## 2. 연합강도의 개념과 단일단어 연상

연상방법에는 어떤 것이든 자연적인 것을 연상한다는 점에서 자유연상 방법과 몇 가지 제한을 두는 통제연상 방법이 있다. 이들 방법은 다시 한 자극단어에 대해 한 가지 단어만을 연상하는 단편적 단일단어 연상(discrete single-word association)과 연속 연상(continued association)으로 구분된다.

단편이든 계속 연상이든 측정된 연상어들은 공통성이 가장 큰 첫째연상에서부터 공통성이 전혀 없는 개별연상어에 이르기까지 연상빈도(Associative frequency: AF)가 측정되며 반응들 중 가장 공통성이 큰 즉, 연상빈도가 제일 높은 반응은 그 자극어와 반응어의 연합 혹은 연상의 강도가 으뜸으로 강한 것이다. 즉, 연상빈도 계층이 연합강도 계층이 되는 것이다. Kent-Rosanoff(1910) 이후 단일단어 연상빈도는 단편적 자유연상 상태에서의 연상빈도를 일컫는 것으로 가장 간단하고 직접적인 연상의 측정이다. 실제 측정되는 공식은 다음과 같다.

$$AF = \frac{fRa}{N}$$

(fRa=피험자들이 a반응을 보인수)

(N=총 피험자 혹은 반응수)

## 3. 우리나라 중고등 학생들의 지적발달 단계

한중하(1982)<sup>2)</sup>에 의하면 우리나라 중학교 1,2,3년(13~15세) 500명 대상에서 22% 만이 형식적 조작기의 초기수준에 도달해 있으며, 한인옥(1983)<sup>3)</sup>은 중학교 2년 대상의 Piagetian task, Chemical task 실시에서 14%가 형식적 조작기 단계에 있으며, 최병순(1987)<sup>4)</sup>은 중 고등학교 대상에서 10%미만이 완전한 형식적 조작단계에 있다고 했다. 1989 이미영, 이원식<sup>5)</sup>에 의한 중학생의 INRC 변환능력 연구 조사에서 중1학년은 10.8%, 중2학년은 12.4%, 중3학년은 17.5%정도가 형식적 조작기에 도달해 있다고 했으며 나머지는 구체적 조작기나 과도기의 사고단계에 머물러 있다고 했다. Piaget에 의하면<sup>6)</sup> 논리적 사고는 형식적 조작단계에서 형성되며, 형식적 조작사고는 11,12세에 시작하여 15,16세에 평행에 도달하며, 구체적 조작단계에 있는 학생은 이론을 형성하거나 구체적 사실과 동떨어진 추상적 개념은 이해할 수 없다고 하였다. 그러므로 우리나라 청소년들의 15,16세 청소년중 20%내외만이 그 수준에 도달하는 것으로 중학교 교과서의 내용 대부분이 추상적 수준에 해당하는 것을 보면 중학생의 대부분이 추상적인 과학과목을 어려워하는 이유가 어디에 기인함을 충분히 짐작할 수 있다.

## Ⅲ. 방법 및 측정

### 1. 단어 선정

중학교 1,2,3학년 과학교과서에서 과학용어, 실험용어, 일반용어 등으로 100개 단어를 선정, 이를 예비조사시킨 후 연상결과가 중복되거나 지나치게 산만하다고 생각되는 단어들을 제외시키고 다른 몇 개의 단어들을 보완시켜 70개의 단어들로 본 조사에 임했다.

- 2) 한중하, 중고등 학교학생의 과학적 사고 발달에 관한 조사연구, 연구보고 RR8, 2-24, 1982, 한국 교육 개발원
- 3) 한인옥, "우리나라 중학생들의 지적발달 단계", 서울대학교 대학원 석사학위 논문, 1983
- 4) 최병순, '학생들의 인지수준과 구체적 및 형식적 과학내용과의 관계 연구' 화학교육, Vol14, No1, 1987, 30-42
- 5) 이미영, 이원식, "중학생의 INRC 변환능력에 관한 연구", 화학교육, Vol16, No2, 1989, 86-98.
- 6) B.Inhelder and J.Piaget The growth of Logical Thinking from Childhood to Adolescence. Basic Books. N.Y. 1968.

〈표1〉 단어선정

분류	임의의 기준	선정된 단어
과학용어	일반적으로 사용하지 않고 과학교과서에서 주로 다루어지는 용어들	밀도, 질량, 포화, 연소, 원자, 전자, 크로마토그래피, 산소, 이산화탄소, 승화, 가시광선, 무기물, 화석, 광합성, 염류체, 현미경, 세포, 끓는점, 마찰력, 속도, 중력, 뉴턴, 습도, 광물, 양서류, 척추동물, 자전, 색명, DNA, 산화, 니크롬선, 여과, 조흔색, 화산, 스펙트럼, 마그마, 중발
실험용어	수업시간을 통해 배우기도 하나주로 실험실에서 직접 보고 사용함으로써 더 잘 이해될 수 있는 용어들	중류수, 거름종이, 양팔저울, 분동, 메스실린더, 스티로폼, 영화나트륨, 메탄올, 석회수, 슬라이드글라스, 끓임쪽, 양파
일반용어	과학용어라고도 할 수 있으나 일상 생활에서 흔히 사용되고 있는	실험, 나프탈렌, LPG, 암모니아, 스프링, 적혈구, 알코올, 나침반, 자석, 돋보기, 안개, 고체, 공팡이, 컴퓨터, 건전지, 지진, 꽃가루, 동굴, 태풍, 구름

## 2. 피험자

남녀별, 중고별, 지역별, 일반 실업의 비교를 위해 대도시 남중과 여중, 대도시 남고와 여고, 군지역 남중과 여중, 소도시 남고와 여고, 대도시 실업고 등으로 9개 집단을 선정했다. 대도시는 대구직할시에서, 소도시나 군은 경북지역에서 임의로 선정하였으며 각 집단마다 2개 학급단위로 실시하였다. 앞으로 고등학교를 표기할 때는 일반계 고등학생은 그냥 '고등'으로, 실업계 고등학교 학생은 '실업계'로 표기할 것이다.

〈표2〉 피험자

집단	학년	성별	인원
대도시	중2년	남	106명
	중2년	여	112명
	고1년	남	108명
	고2년	여	107명
군지역	중2년	남	85명
	중2년	여	85명
소도시	1년	남	52명
	1년	여	105명

## 3. 연상 실시 방법

사용한 연상 방법은 분리적 단일단어 자유연상(discrete single-word free association)이다. 이는 가장 먼저 떠오르는 단어 1개만을 적도록 한 것이며, 과학용어들로 선정되었다고 하여 과학과 관련된 연상만 하도록 제한을 두지 않고 자연스럽게 떠오르는 단어들을 적도록 한 것이다.

작성요령은 다음과 같다.

- 1) 단어를 읽고 난 후 가장 먼저 떠오르는 단어를 적는다.
  - 2) 단어를 읽은 후에도 떠오르는 연상이 없거나 단어의 의미를 알지 못하는 것은 비워 둔다.
  - 3) 제한된 시간은 없다.
  - 4) 문장은 피하고 짧은 동사나 명사로 기입한다.
- \* 보기 : 시험-성적표, 놀이터-그네, 바다-파도

## 4. 실시 기간

예비조사 : 89년 3월~4월

본조사 : 89년 5월~7월

## IV. 결과 및 고찰

### 1. 과학용어

중 고등학교 학생들에게 익숙하지 못한 용어는 다음과 같다.

중학교 학생의 경우는 20%이상의 무응답을, 고등학교 학생의 경우는 10%이상의 무응답 반응을 보인 단어

〈표3〉 과학용어에서 익숙하지 못한 용어들

중학교 학생들에게 익숙하지 못한 용어들	포화(60.0) 무기물(47.7) 크로마토그래피(44.0) 연소(44.0) 스펙트럼(39.7) 밀도(38.3) 승화(37.0) 전자(34.0) 습도(33.4) 원자(31.0) 끓는점(26.5) 질량(25.8) 광물(24.6) 이산화탄소(24.3) 중력(23.0) 압력(22.9) 조흔색(22.8) 마찰력(21.6)
고등학교 학생들에게 익숙하지 못한 용어들	여과(25.0) 무기물(25.0) 포화(23.6) DNA(16.8) 원자(16.1) 밀도(16.0) 전자(14.7) 크로마토그래피(14.3) 니크롬선(13.2) 조흔색(13.0) 광물(13.0) 승화(12.3)

\* ( )안의 숫자는 연상에서 아무런 반응을 보이지 않은 무응답의 빈도를 중 고 각각 1개 집단을 평균하여 나타낸 것이다.

들을 열거해 놓았다.

과학용어에 속해있는 단어들은 실험용어나 일반용어에 비해 표기가 어려운 한자들의 뜻(訓)으로 용어를 선정해 놓은 것이 많다. 포화(飽和), 무기물(無機物), 연소(燃燒), 밀도(密度), 승화(昇華), 습도(濕度), 조흔색(條痕色) 등이 대표적인데 이들은 한자의 뜻은 제쳐두고 음만 빌어 발음하는 것으로 한자의 뜻을 모르는 학생들로서는 이들 용어들을 제대로 이해하지 못하고 있고, 또 뜻이 다르면서 음이 같은 다른 한자용어들과 혼동하는 경우가 있다. 예를 들면 '무기물'의 연상결과에서 중학생은 물론 고등학생에서도 '물'이라는 응답을 하고 있다. 이들은 무기물의 '물(物)'을 뜻은 다르면서도 발음이 같은 '물(水)'로 오인한 것이다. 이와 같은 현상은 고등학교의 '여과'의 연상결과에서도 찾아볼 수 있다. 여과(濾過)를 여가(餘暇)와 혼동하여 '낮잠, 취미, 방학' 등의 연상반응을 나타내었으며 무응답의 반응도 매우 높다. 같은 한자음 표기이지만 가시광선(可視光線)은 한자어 표기도 쉽고 학생들이 잘 알고 있는 한자로 되어 있어 용어 자체에서 그 개념을 쉽게 파악해 낼 수 있다.

어려운 한자들의 음만 빌어 발음하는 것과 마찬가지로 외래어로 된 용어들은 학생들에게 익숙하지 못하다. 크로마토그래피(chromatography), 스펙트럼(spectrum) 등이 있으며 특히 크로마토그래피는 중고생 모두에게 익숙하지 못하다. 중학의 무응답 빈도는 44.0%, 실업고는 41.0%, 고등은 14.3%이다.

용어가 추상적인 내용을 포함하고 있을때 역시 무응답이 많고 관련있는 연상어들의 빈도가 낮으며, 구체물이나 시청각자료를 통해 직접 확인가능한 내용을 포함하는 용어에서는 무응답이 적고 관련연상어들의 빈도가 높다. 중학교 1학년 신입생들의 조사에서 원자, 전자에 대해 대부분이 '잘 알고 있다' 혹은 '확실히 몰라도 자주 듣기는 하였다'라고 응답했다. 그런데 중학교 2학년들의 연상결과에서 무응답이 30%이상이고 연상결과도 원자에서는 '원자핵'이나 '핵폭탄'의 응답이 가장 많았고 전자에서는 '오락, 전기, 전자제품' 등의 실생활과 관련된 응답이 많았다. 밀도에서는 밀도의 일반적인 뜻이라 할 수 있는 '빽빽함'이나 '조밀'등의 연상어는 고등에서 7.6%정도이고, 중학에서는 388명 중 단 2명인 0.5%뿐이다. 물론 '빽빽함'이나 '조밀함, 인구밀도' 등으로 응답하지 않았더라도 연상이 잘못 되었다는 것이 아니다. 이는 중학생은 물론 고등학생들까지도 밀도(密度)라는 용어자체의 의미를 제대로 이해하지 못하고 있음을 단적으로 보여준다고 할 수 있다. 포화(飽和)의 연

상결과에서도 고등학생은 '가득찬 상태(꽉 참)' 등으로 용어자체의 뜻으로 가장 높게 연상하고 있으나 중학생은 '용액, 수증기, 불포화' 등으로 용어자체의 뜻이 아닌 교과서에 주로 나오는 단어들로 응답하고 있다. 이러한 사실들로서 학생들에게 과학용어가 쉽게 이해되지 않고 있음을 알 수 있다.

### 1. 실험용어

중학생의 경우, 양팔저울, 거름종이, 양과를 제외한 실험용어 모두가 20%이상의 무응답을 나타내고, 고등학생도 실험용어의 半 가량을 10% 이상의 무응답으로 반응하고 있다. '현미경'에 대해서는 잘 응답하고 있는데, '슬라이드글라스'에는 30%이상의 무응답을, '메스실린더'에는 25.7% 이상의 무응답을 보이고 있다. '슬라이드글라스'에는 무응답 빈도가 높은 것 이외에도 대도시, 郡지역 모두에서 낮은 빈도이긴 하나 '비행기, 모형비행기, 안경, 바람의 힘'으로 연상하고 있다.

염화나트륨, 메탄올은 화학약품명으로서 특히 중학생의 무응답이 높다. 메탄올의 경우는 중고등학생 모두에게 무응답이 56.3%, 34.5%로 가장 높게 나타나고, 염화나트륨은 중학생의 경우 지역간의 차이가 크게 나타난다. '소금'의 연상빈도는 郡지역 학생이 대도시 학생보다 17% 낮게 연상하였고 무응답은 대도시 중학생의 30%에 비해 郡지역은 2배 높은 60%에 이르고 있다.

양팔저울이나 거름종이 등은 이들의 쓰임과 용어자체의 이름이 정확하게 일치함으로써 학생들에게 매우 익숙해 있다. 무응답이 없지는 않으나 다른용어에 비해 낮은 편이고 관련어외의 연상어는 거의 없다.

끓임족, 증류수 등은 무응답빈도가 높은 것 이외에도 엉뚱한 연상어들이 많다. '끓임족'에는 '녹는족, 녹임족, 촉매, 납, 쇠조각, 돌, 시멘트' 등이 있었고, '증류수'에는 '음료수, 센물, 빗물, 약수, 생수, 소금물, 바닷물, 불순물, 땀방울, 알코올' 등의 연상어들이 있었다. 이러한 현상은 중학생에게서 더 심하게 나타난다.

<표4> 실험용어에서 익숙하지 못한 용어들

중학교 학생들에게 익숙지 못한 용어들	메탄올(56.3) 끓임족(51.0) 염화나트륨(44.8) 석회수(42.6) 슬라이드글라스(32.8) 스티로폼(29.5) 증류수(29.3) 메스실린더(25.7), 분동(23.1)
고등학교 학생들에게 익숙하지 못한 용어들	메탄올(34.5) 끓임족(27.3) 분동(20.9) 증류수(16.1) 스티로폼(13.5) 석회수(11.0)

〈표5〉 일반용어에서 익숙하지 못한 용어들

중학교 학생들에게 익숙지 못한 용어들	LPG(51.8) 나프탈렌(24.9) 암모니아(33.5) 적혈구(24.3)
고등학교 학생들에게 익숙하지 못한 용어들	LPG(13.7)

실생활과 밀접하게 연결된 용어일수록 문화·경제의 차이에 따라 학생들의 용어의 이해정도에 환경력을 미치게 된다. LPG, 나프탈렌, 암모니아 등이 여기에 속하는데 이들 용어들은 無응답 빈도도 높을 뿐 아니라 남녀, 지역의 차이가 크게 나타난다. 연상결과에서 보면, 나프탈렌에서 중학생과 실업고등학생은 ‘화장실, 옷장’ 등을 가장 높게 연상한데 비해 일반고등학생들은 ‘승화’를 가장 높게 연상했다. 용어에 대한 개념형성 정도가 역시 일반고등학생이 조금 높게 형성되어 있음을 알 수 있다.

위의 용어들을 제외한 일반용어에서는 무응답이 없지는 않으나 과학용어, 실험용어에 비해 아주 낮은 비율로 나타나고, 집단간의 차이도 거의 없다.

## V. 결 론

교사의 입장이 아니라 학생의 입장에서 현재 과학교과서에 쓰이고 있는 용어에 대한 분석이 필요하다고 본다. 교사들에게는 자연스럽게 익숙한 용어들이 학생들에게는 전혀 다르게, 즉 아무리 설명을 들어도 그 용어가 무엇을 의미하는지 왜 이런 용어를 쓰고 있는지 이해를 못하는 경우가 있기 때문이다. 그러므로 학생의 입장에서 과학용어들을 어떻게 이해하고 받아들이고 있는지 분석할 필요성이 있다.

일반용어를 제외한 과학용어, 실험용어는 대부분이 한자나 영어로 되어있어 개념형성은 물론이고 용어 자체의 의미를 제대로 파악하지 못하고 있음을 알 수 있다. 중학교 1학년의 경우는 더 심하여 연상결과에서도 용어자체가 뜻하는 것보다 교과서에 나오는 주변용어들로 응답하는 경우가 많다.

학생들이 어려워하는 용어들을 미리 파악하여 용어자체에서부터 혼동이 일어나지 않도록 섬세하고 충분한 설명을 해주어야 한다.

## 참 고 문 헌

1. 李義喆, 聯想—心理學的 考察—, 서울대학교 논문집(인문사회학파), Vol13, 1967, 45~184.
2. 조명한, 단어내 연상요인으로서의 연상어 수와 연상빈도—단어 연상에 대한 상대적거리 이론—, 서울대학교 논문집(인문사회학파), 14, 1968, 255~292.
3. 조명한, 연상적 의미와 우리말 연상사전의 작성, 신문연구소 학보, Vol6, 서울대학교 신문대학원, 1969, 49~63.
4. 조명한, 단어자유연상에 대한 상대적 거리의 개념과 연상적 의미, 신문연구소 학보, Vol7, 1970, 1~42.
5. 조명한, 김유진, 이정모, 상대적 거리가 단어자유회상에 미치는 영향, 한국심리학회지, Vol1, 1969, 54~61.
6. 이남표, 이수원, 아동의 연상빈도표 제작, 심리학회지, Vol1, No4, 1970, 149~151.
7. 조희형, 과학개념의 선입관 및 오인과 과학교육 및 과학교사교육과의 관계, 과학교육연구논총(강원대학교 과학교육연구소), Vol10, No1, 1985, 121~130.
8. 張應七, 聯想實驗을 통한 反意語의 實證的 研究, 전북대학교 교육대학원, 1984.
9. 孫榮姬, 科學領域에서의 聯想辭典 作成과 그 活用性, 경북대학교 교육대학원, 1988.
10. 金炳榮, 兒童의 科學的 思考에 대한 考察, 대구교육대학, 1976.
11. 박승재 외 6인, 高等科學教育의 實態分析과 振興方案 및 點檢體制 確立 研究, 문교부연구보고서, 1986, 전국규모의 연구실시.
12. 박승재 외 5인, 中等科學教育의 實態분석과 진흥방안 및 점검체제 확립 연구, 문교부보고서, 1987, 전국규모의 연구 실시.
13. 박승재 외 6인, 實業系고등학교 과학교육의 實態分析과 改善方案, 한국과학 교육학회지, Vol8, No1, 1988, 1~22.
14. 문교부, 중학교 과학, 서울대학교 과학교육연구소, 1년 1985, 2년 3년 1986.
15. 朴承載 외 29인, 科學教育, 교육과학사, 1985.
16. 李美永, 李元權, 중학생의 INRC 변환 능력에 관한 연구, 화학교육, Vol16, No2, 1989, 86~98.

## ABSTRACT

### Analysis of Scientific Terms by Associative Method

Tae-Sub Oh • Sun-Haing Lee

(Kyungpook National University)

Im-Sook Lee

(Kyung Nam University)

Ae-Ran Kim

(Pyung ri Middle School)

Correct comprehension of the scientific terms is the bottom of understanding the general concepts contained in them. Therefore a study is required to analyze whether the students correctly understand the scientific terms.

The associative method was used to evaluate the comprehensibility of the terms. The scientific terms in this study are selected in the textbook of science in the junior high school were selected.

The frequency of the same associative word responded and the frequency of no response from the selected students for given scientific terms were measured for 9 different groups.

The terms which are not used in the daily life, especially for the terms with chinese character or abstract terms turn out to be difficult for the students to understand.

It is purposed that the instructor should remember the importance of understanding the scientific term and carefully explain them to the science class.