

과학적 관찰과 규칙성 발견 활동에서 나타나는 감성단어 유형과 과학 지식 생성력과의 관계

권용주 · 신동훈 · 한혜영 · 박윤복
(한국교원대학교)

Relationships between Types of Emotional Words and Abilities of Science-Knowledge Generation in Students' Scientific Observation and Rule-Discovery

Yong-Ju Kwon · Dong-Hoon Shin · Hye-Young Han · Yun-bok, Park
(Korea National University of Education)

ABSTRACT

The purposes of this study were to analyze types of scientific emotion word and to investigate the relationship between the ISE(Index of Scientific Emotion) and the ability of science-knowledge generation in subjects' scientific observation and rule-discovery. The subjects were asked to perform four scientific tasks. The tasks were developed that are suitable for scientific observation and rule-discovery. In performing tasks, the subjects were asked to describe their generated science-knowledge and scientific emotion through self-report questionnaire, performing each task. The strength of their scientific emotion was also measured using adjective emoticon check lists. In subjects' scientific observing, they showed 33.3% of interest emotion which was the biggest, 15.0% of acceptance emotion, and 11.3% of love emotion, respectively. In scientific rule-discovering, types of emotion were shown as 23.8% of interest, 21.5% of disgust, and 10.8% of acceptance, respectively. In addition, ability of science-knowledge generation was significantly correlated to ISE.

Key words: scientific emotion, scientific observation, scientific rule-discovering, adjective emoticon check list, science-knowledge generation. ISE

I. 서 론

감성(emotion)이란 라틴어에서 유래된 용어(emovere: 휘젓다, 동요시키다)로서, 인간내부의 신체적, 정신적 작용에 의해 일어나는 인간의 심리 상태를 의미한다고 할 수 있다(Plutchik, 1980). 그러나 이러한 감성의 개념은 매우 복잡하고 다면적이어서 연구자의 관심이나 상황에 따라 다양하게 나타난다(Plutchik, 1980; Cornelius, 1996;

LeDoux, 1996; Damasio, 2000). 더 나아가, 감성은 정서, 감정, 흥분, 느낌 등과 혼용되어 사용되는 경우도 많다. 따라서, 감성에 대한 개념적 정의를 한마디로 표현한다는 것은 매우 어렵고도 복잡한 일이라고 할 수 있다. 다만 우리는 감성의 상태를 표현하는 용어인 흥미, 수용, 기대, 거부, 두려움, 분노, 슬픔, 기쁨, 놀람 등이 갖는 개념을 통해서 감성의 의미를 유기체가 어떤 대상이나 상황에 대해서 신경시스템에 의해 촉발되는 인지적, 생리적, 행동적

*2004.5.25(접수) 2004.8.24(1심통과) 2004.11.12(최종통과) **권용주(kwonyj@knu.ac.kr)

***이 논문은 2003학년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음(KRF-2003-041-B00499).

표현들이 유발한 극도로 복잡한 반응의 연속적 결합체라고 정의해 볼 수 있다(Reeve, 2001). 따라서, 이러한 감성의 개념적 정의를 과학적 감성의 개념적 정의에 적용해 보면, 과학적 감성(scientific emotion)이란 과학 활동을 수행할 때 신경시스템에 의해 촉발되는 인지적, 생리적, 행동적 표현들이 과학 활동에 대해서 유발한 복잡한 반응의 연속적 결합체라고 표현할 수 있겠다.

그런데, 인간의 의식에 관한 전통적인 견해는 대체로 정서와 인지, 감성과 이성, 또는 느낌과 사고는 서로 독립적이고 대칭적인 관계로 존재한다고 논의하여 왔다(LeDoux, 1996; Lazarus, 1999; Lyons, 1999; 원종철, 1999). 더 나아가, 이들 전통적인 견해는 정서나 감성이 일관된 신뢰성이 없고 우연히 충동적으로 일어나므로 이성의 통제 아래에 있어야 된다고 믿는 이성중심주의의 관점에서 인간의 심리나 의식에 대한 논의를 전개해 왔다. 따라서, 감성과 이성에 대한 전통적인 견해에서 감성이란 비합리적일뿐만 아니라 논리적 사고의 방해물이라는 인식이 지배적이었던 것이다(Zhu & Thagard, 2002).

그러나 최근의 연구들은 감성과 이성간의 관계에 대해서 새로운 견해를 제시하고, 아울러 이런 견해를 지지하는 연구결과들을 함께 제시하고 있다(Izard, 1972; Damasio, 1994, 2000, 2003; Hyman, 1998; LeDoux, 1996). 이들 심리적 및 신경학적 연구결과들에 따르면, 감성은 이성에 종속되는 관계가 아니고 감성은 오히려 인간의 생존관련 의사결정에는 물론이고, 심지어 이성의 전유물이라고 할 수 있는 고도의 사고나 추론 과정에서도 매우 결정적인 추진동력 역할을 수행한다. 예를 들어, Damasio(1994)는 뇌종양 수술을 받은 환자인 Eliot에 대한 연구에서 환자는 수술 뒤에도 지각능력, 과거기억력, 단기 기억력, 새로운 학습, 언어, 그리고 계산능력 등은 전혀 손상이 없었다고 보고하였다. 게다가 이 환자는 전두엽 검사라고 하는 '위스콘신 카드분류 검사'에서 대단히 높은 점수를 획득하였다. 그러나 이 환자는 일상생활의 여러 가지 논리적 의사결정 상황에서는 심각한 오류를 나타내고 있었다. Damasio는 이와 같은 상황을 현대판 '피니 게이지'(Phineas Gage)로 해석하면서 감성이 논리적 의사결정에 영향을 주는 증거로 제시하였다. 즉, 잘 정리되고 발달된 상태에서 작동하는 감성은 논리적 이성체계가 정상적으로 작동하는데 필수적인 요소라는 것이 그의 주장이다.

대부분의 감성 연구자들은 감성이 동기의 한 유형으로 작용한다는데 동의한다(Reeve, 2001). 더 나아가

Izard(1991)는 감성이 기본적인 동기 시스템을 구성한다고 주장하였다. 감성을 동기적 측면에서 연구한 Arnold는 감성이 학습행동을 동기화한다고 하였다(Cornelius, 1996). 더 나아가, 인간의 매우 고등한 활동인 학습활동 역시 이러한 감성의 영향이 매우 클 뿐만 아니라, 서로 밀접하게 상호작용 한다는 연구결과들이 제시되고 있다. Jenson(1998)은 학습에서 감성은 우리의 행동, 사고, 학습과정에서 매우 중요한 상호작용 요인이라고 하였다. 그는 정신과 감성이 분리될 수 없으며, 감성, 사고, 학습은 모두 밀접하게 관련되어 있다고 하였다. 또한 Ledoux(1996) 역시 인간은 생물학적으로 거의 모든 신호에 대해 감성이 일어나고 감성에 의해 유도된 이성적 정신작용과 활동이 이어지며, 특히 학습을 유도하기 위한 중요한 정보의 근원은 바로 감성이라고 주장하였다.

과학교육 역시 이러한 감성의 영향을 배제하고 논의하기는 어렵다. Thagard(2002)의 'The Double Helix(Watson, 1969)'에 대한 언어적 분석 연구에 따르면, 감성은 과학적 탐구과정에서 매우 중요한 역할을 수행하는 것으로 밝혀졌다. Thagard는 과학적 연구의 3가지 상황, 즉 조사(investigation), 발견(discovery), 검증(justification) 상황에서 감성의 기여도를 분석한 결과 다음과 같은 연구결과를 얻었다. 첫째, 감성적인 면에서 인지적인 면을 분리하는 것은 불가능하고, 둘째, 비록 과학자들이 감성의 영향에서 벗어나려고 할지라도 결과적으로 과학자는 감성을 경험하고, 셋째, 열정과 같은 감성이 없는 과학자는 아주 평범한 과학자일 뿐이라고 주장하였다.

사실, 과학은 가장 객관적이고 이성적인 학문영역이므로 감성과 같은 불확실해 보이는 개념은 제거되거나 억제되어야 한다고 믿어왔다. 이러한 영향으로 과학적 탐구활동을 수행할 때 감성이 이성에 어떤 영향을 미치는지에 대한 연구는 차지고 감성 발생 자체에 대한 연구도 거의 이루어지지 않았다. 더 나아가, 감성 교육 연구에서는 감성 개발의 중요성을 언급하기는 하지만 구체적인 교과 교수-학습 상황에서 감성발생 자체에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았다(Laukenmann et al., 2003). 이런 현상은 감성적 판단이 믿을 수 없는 것이라는 생각 때문이다. 그러나 이것은 감성적 판단이 이루어지는 구체적인 과정에 대한 연구가 거의 이루어지지 않은 것이 하나의 원인일 수도 있다(Artz, 2000). 그러므로 가장 선행되어야 하는 연구는 과학적 활동에서 감성의 존재 여부를 조사하는 것이고, 감성이 있다면, 어떤 유형의 감성이 존재하느냐를

조사하는 것이 될 것이다. 따라서 본 연구는 먼저 학생들의 과학적 활동 과정에서 발생한 과학적 감성 단어의 유형을 알아보고, 과학적 감성이 과학지식의 생성과 어떤 관련성을 갖는지 알아보는 것이다.

구체적으로, 이 연구에서는 학생들의 과학적 활동 중에서 귀납적 탐구활동인 관찰 활동과 규칙성 발견 활동에 국한해서 연구하고자 한다. 이를 위한 구체적인 연구 문제는 다음과 같다. 첫째, 관찰 활동에서 나타나는 학생들의 과학적 감성 단어 유형에는 어떠한 것들이 있는가? 둘째, 규칙성 발견과정에서 나타나는 학생들의 과학적 감성 단어 유형에는 어떠한 것들이 있는가? 셋째, 과학적 감성의 정도를 나타내기 위해 과학적 감성 지수(ISE)를 정의하고, 넷째, 관찰 활동과 규칙성 발견 활동에서의 과학지식 생성력과 과학적 감성 지수와는 어떤 상관관계를 가지는지를 밝혀 인지적 사고력과 감성과의 관계를 연구하고자 한다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상

과학적 감성 단어의 유형을 조사하기 위하여 교원양성대학교 초등교육전공 4학년 161명을 피험자로 선정하였다. 대학생을 피험자로 선택한 이유는 대학생은 인지발달이 완성단계에 있는 성인이기 때문이다. 따라서 자신이 느낀 감성을 언어적으로 정확하게 표현할 수 있으며, 자신의 사고를 말과 글로 잘 표현할 수 있기 때문이다(van Someren *et al.*, 1996).

2. 과제 개발

과학적 감성 단어 유형을 분석하기 위한 과제 개발은 2명의 과학교육 전문가와 5인의 과학교사들이 5회에 걸친 토론을 통해 개발하였다. 개발된 과제들은 대학생들이 감각을 충분히 사용할 수 있고, 조작 가능하며 다양한 관점

으로 활용할 수 있도록, 물질과학과 생명과학 각 영역별로 개발하여 전체 4개의 과제를 개발하였다(Table 1).

관찰 활동의 재료는 목련의 '겨울눈'과 '화석'이었다. 겨울눈과 화석을 학생들에게 개별적으로 제시하였고, 조작 관찰을 위해 필요한 경우는 면도칼과 확대경을 제공하였다. 규칙성 발견 활동은 10종류의 씨앗이 섞여있는 '혼합 씨앗'과 퇴적암 또는 화성암 10종류가 섞여있는 '암석 상자'를 이용한 분류 과제이다.

3. 측정 도구

과학적 관찰과 규칙성 발견 활동을 수행할 때 나타나는 과학적 감성을 조사하기 위해서는 피험자가 느낀 감성을 측정하여야 한다. 지금까지 감성을 측정하는 일반적인 방법에는 언어 보고 분석법(verbal protocol analysis)과 형용사 척도법(adjective check list)이 알려져 있다(Parrott & Hertel, 1999; Plutchik, 2003). 일반적으로 이 중 한 가지 방법만을 사용하여 감성을 측정하지만, 본 연구에서는 두 가지 감성 측정법을 모두 사용하여 한 가지 방법만을 사용하였을 때의 단점을 보완하였다.

언어 보고 분석법은 피험자들이 귀납적 지식 생성 과정을 경험하면서 느끼는 다양한 감성을 자유롭게 언어로 기술하고, 연구자들이 기술한 내용을 분석하는 방법이다. 그런데, 이 방법은 피험자들이 떠오르는 모든 감성을 글로 표현하려고 언어화하는 동안 감성 반응 자체가 축소되거나 사고 과정이 활성화되어 느낀 감성의 내용이 인지적으로 편향될 수가 있다. 또한 피험자의 감성이 표현된 언어를 연구자가 분석할 때 오류를 범할 가능성도 있다. 그래서 본 연구에서는 피험자의 감성이 표현된 언어를 객관적으로 분석하기 위해 피험자와 동일한 대학생 120명에게 설문지를 투입하여 내용타당성을 검토하였다. 설문지 분석 결과 감성 표현 언어 분류의 90% 이상 동의를 얻은 부분만 선택하여 분석하였다. 다른 한편으로는 과학적 감성 강도와와의 상관관계를 조사하여 신뢰도를 확보하였다.

형용사 척도법은 Plutchik(1980)의 분류법에 따라 형용

Table 1. Types of the Task

Domain	Activity	Generation of science-knowledge	
		Observing	Rule-discovering
Material science		Fossil	Rock classifying
Life science		Winter bud	Seeds classifying

사로 된 감성 반응 목록을 만들고 이를 형용사 척도로 구성해서 감성의 종류와 강도를 측정하는 방법이다. 이 방법은 언어 보고 분석법에 비해 제작과 시행, 그리고 결과 분석이 쉽다는 장점이 있어 많은 연구자들과 피험자들이 선호하는 방법이다. 그러나 이 방법은 감성 반응을 미리 일정하게 만들어 놓은 형용사 목록 안에서 응답하도록 되어 있어서 피험자의 감성 표현이 제한되므로 피험자의 다양한 감성을 제대로 파악하지 못할 가능성도 있다. 더 나아가, 형용사는 텍스트로 구성되어 있기 때문에 텍스트만으로는 자신의 감성을 잘 대변해 주기 어렵다. 따라서 본 연구에서는 형용사 척도법에 이모티콘(emoticon)을 첨가한 형용사 이모티콘 척도를 사용하였다(Han *et al.*, 2004). 이 측정도구는 인간의 감성을 그림으로 표현하는 이모티콘을 사용하기 때문에, 디지털 감성세대인 피험자들이 자신의 감성과 상황을 보다 정확하게 나타낼 수 있는 측정 도구이다. 본 측정도구에서는 한글 구조상 형용사를 어간이 같은 명사로 바꾸어 사용하였다(Fig. 1).

본 연구에서는 이 두 가지 측정 방법을 모두 사용하였다. 따라서 언어적 보고 분석법에 의해서 과학적 감성 단어 빈도를 구할 수 있고, 형용사 이모티콘 척도법을 이용해서 과학적 감성 강도를 측정할 수 있다. 그리고 측정된 감성 단어 측정의 신뢰도를 높이기 위해 과학적 감성 단어 빈도와 과학적 감성 강도 사이의 상관관계를 조사하였다. 만약 피험자가 자신이 느낀 감성을 정확하게 언어로 기술하였다면, 그 언어에 해당하는 감성의 강도도 높게 나타날 것이다. 그러므로 과학적 감성 단어 빈도와 과학적 감성 강도의 상관관계가 유의미하게 나타난다면 피험자의 감성 측정을 정확하게 했다고 할 수 있을 것이다.

4. 자료수집 및 분석

피험자들은 과제 수행에 앞서서 권용주 등(2003)이 제시한 과학적 관찰과 규칙성 발견에 대해서 안내를 받은 후, 관찰과 규칙성 발견의 단계에서 각각의 과제를 수행하였다. 과제의 수행은 선 과제에 의한 후 과제에 대한 영향을 배제하기 위하여 선 과제를 수행한 후 1시간의 휴식 후에 후 과제를 수행하였다. 즉 1차 과제 수행에서 화석 관찰 과제를 수행하였다면 이후 1시간의 휴식 후에 씨앗 분류 과제를 실시하였다.

각 과제를 수행하면서 피험자가 작성하는 기록용지는 3가지이다. 먼저 피험자는 과제를 수행하면서 생성한 관찰 지식 및 규칙성 지식을 과학 지식 기록용지에 자유롭게 기술한다. 다음으로 이들 과학적 관찰과 규칙성 발견 활동에서 피험자가 느낀 여러 과학적 감성을 자유롭게 언어보고 기록용지에 기술한다. 마지막으로는 이모티콘 척도 용지에 피험자가 느낀 감성의 강도를 리커트 척도법을 따라 표현하도록 하였다. 이렇게 수집된 3가지 종류의 자료는 4명의 연구자들에 의해 분석되었으며, 일치된 분석이 도출되도록 충분한 논의를 거쳤다.

첫 번째 기록용지는 과학지식 생성력을 검사하기 위한 기록 용지로서, 채점은 권용주 등(2004)이 개발한 과학지식 생성력 측정도구의 측정법을 사용하였다. 이 측정법은 피험자가 기술한 과학적 지식을 유창성, 융통성, 독창성의 3항목으로 유목화한 다음 각 항목별로 백분위 점수를 계산하여 구하였다. 두 번째 기록용지는 피험자가 느낀 과학적 감성 단어를 기록하였기 때문에, 과학적 감성 단어









Types of emotion	emoticon	degree of feeling	Types of emotion	emoticon	degree of feeling
acceptance		high 5 4 3 2 1 low	disgust		high 5 4 3 2 1 low
fear		high 5 4 3 2 1 low	anger		high 5 4 3 2 1 low
sadness		high 5 4 3 2 1 low	joy		high 5 4 3 2 1 low
surprise		high 5 4 3 2 1 low	expectancy		high 5 4 3 2 1 low

Fig. 1. The part of adjective emoticon check list

의 빈도를 계산할 수 있다. 세 번째 기록용지는 과학적 감성 강도를 리커드 척도법에 의해 기록하였기 때문에 과학적 감성 강도를 계산할 수 있다.

본 연구에서는 과학적 감성 능력을 나타내는 하나의 단위로서 “과학적 감성 지수”(ISE; Index of Scientific Emotion)를 다음과 같은 식으로 제시하고자 한다.

$$ISE = FSE \times SSE$$

과학적 감성지수는 과학적 감성 단어의 빈도(FSE; Frequency of Scientific Emotion)와 과학적 감성 강도(SSE; Strength of Scientific Emotion)를 곱해서 얻은 값으로 정의하고, 과학적 감성 빈도, 과학적 감성 강도, 과학적 감성 지수, 과학 지식 생성력과의 상관관계를 조사하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 과학적 관찰 과정에서 나타난 감성 단어의 유형

과학적 관찰 과정인 겨울눈과 화석 관찰에서 나타난 전체 감성 단어의 수는 총 213개였다. 평균적으로 나타난 감성 단어의 수는 2.6개였다. 인간의 감성이 기본 감성 8가지로 분류된다고 제시한 Plutchik(2003)의 감성 분류틀을 근거로 하여 감성 단어를 기본 감성(basic emotion) 8가지, 기본 감성들이 혼합되어 나타나는 1차 혼합 감성(primary dyads) 8가지, 그리고 기본 감성과 1차 혼합 감성이 각각 혼합되어 나타나는 기타 혼합 감성(other dyads)으로 분류하였다. 그 결과 기본 감성이 45.1%, 1차 혼합 감성이 15.5%, 기타 혼합 감성이 39.4%로 나타났다 (Table 2).

Table 2에 제시된 것과 같이 피험자들이 느낀 개별 감성은 흥미(interest)가 33.3%로 가장 많이 나타났고, 다음은 수용(acceptance)이 15.0%, 사랑(Love)이 11.3%를 차지하였다. 분노, 복종, 경멸, 공격의 감성은 전혀 나타나지 않았다. 부정적인 감성은 거부(disgust)가 9.9%로 나타났다. 거부의 감성은 그 대상을 멀리하려는 감성으로 여기에는 징그럽다, 답답하다, 어렵다, 짜증난다 등이 포함된다. 거부의 감성은 특히 겨울눈보다 화석을 관찰할 때에 더 많이 나타났다.

혼합 감성인 흥미(interest)는 시각과 촉각 등 감각을 자극한 감성으로서 피험자는 이런 감성을 느낄 때 강한 생리적 각성이 일어났을 것으로 추정된다. 따라서 이런 혼합 감성은 행동 의도를 쉽게 촉발할 수 있는 감성이라고 볼 수 있다. 특히 Reeve(2001)는 흥미라는 감성적 지원 없이는 대부분의 학습활동에 참여하기가 어렵다고 하였다. 수용(acceptance)은 호감, 부드럽다, 편안함, 따뜻함 등을 포함하는 긍정적인 감성이다. 이 감성은 감성을 일으킨 대상을 심정적으로 받아들이고, 또 그 대상에 다가 가려는 행동을 촉발하게 하는 감성이다. 사랑(love)은 기본 감성인 기쁨(joy)과 수용(acceptance)이 혼합된 감성으로서 대단히 긍정적인 감성으로 생각할 수 있다. 이러한 긍정적인 감성들은 피험자들이 경험할 경우 과학적 사고 과정과 같은 인지과정에 영향을 미친다(Ashby et al., 2002).

과학적 관찰 과정에서 나타난 감성 단어는 과제에 따라서도 차이를 보이고 있다. 겨울눈 관찰 과제에서 나타난 감성 단어는 136개이고, 화석 관찰 과제에서 나타난 감성 단어는 77개 이므로 거의 2배에 달한다. 또 거부 감성의 경우 겨울눈 관찰 과제에서는 8개가 나타났으나, 화석 관찰의 경우는 13개가 나타났다. 이것은 목련의 ‘겨울눈’이 ‘화석’보다 피험자들에게 보다 친근감이 있고, 긍정적인 것으로 평가되었다는 것을 의미한다.

2. 과학적 규칙 발견 과정에서 나타난 감성 단어의 유형

과학적 규칙성 발견 활동인 씨앗 분류와 암석 분류 활동에서 나타난 전체 감성 단어의 수는 Table 3에 나타난 바와 같이 총 130개였다.

나타난 과학적 감성 단어는 기본 감성이 50.8%, 1차 혼합 감성이 12.3%, 기타 혼합 감성은 36.9%이었다. 개별 감성은 흥미가 23.8%로 제일 많이 나타났고, 거부가 21.5%로 나타났다. 규칙성 발견 과정에서도 관찰 과정과 마찬가지로 흥미가 가장 많이 나타났다. 이것은 과학적 관찰과 규칙 발견 활동에서 나타나는 과학적 감성 단어는 흥미가 제일 많이 나타난다는 것을 의미하므로 과학 지식 생성 과정에도 흥미가 많은 영향을 미칠 것으로 보인다. 특이한 것은 규칙성 발견 과제에서 거부의 감성이 전체 감성 중 21.5%로서 관찰 과제의 9.9% 보다 많이 나타났다. 이것은 규칙성 발견 활동이 관찰한 대상의 공통점을

Table 2. Types of scientific emotion word in scientific observing

Types of emotion	Activity	Observing Activity(number)		Total number(%)	
	Task	Winter bud	Fossil		
Basic emotion	acceptance	soft(10), good(7), kindly(6), comfortable(3), admirably, generously, stabile	good(2), soft	32(15.0)	
	fear	terrible	•	1 (0.5)	
	expectancy	expectable, hope	doing know(2)	4 (1.9)	
	sadness	peer(5), painful(3), sadly(2), desolate(2), pitiable(2), lonely, impatient	poor, pitiable	18 (8.4)	
	surprise	surprising(2), amazing(2), serious(2), excellent	excellent(3)	10 (4.7)	
	disgust	disgusting(6), refusable, chargeable	stuffy(4), disgustingly(3), difficult(2), hard(2), displeasure, provoking,	21 (9.9)	
	anger	•	•	0 (0.0)	
	joy	fun(3), enjoyable, joyful	fun(2), brimful, enjoyable, pleasure	10 (4.7)	
	subtotal		68	28	96(45.1)
	Primary dyads	love	lovely(9), charming(4), pretty(4), affable, noble	pretty(2), lovely(1), charming(1)	23(10.8)
submission		•	•	0 (0.0)	
awe		nonplused(2)	nonplused(1)	3 (1.4)	
disapproval		disappointment	•	1 (0.5)	
remorse		precious(3), miss(2)	•	5 (2.3)	
contempt		•	•	0 (0.0)	
aggressiveness		•	•	0 (0.0)	
optimism		•	enviable	1 (0.5)	
subtotal		27	6	33(15.5)	
Other dyads	interest	anxious(8), novel(7), mysterious(7), wonder(3), new, profound(2), curiosity(2), excited,	novel(20), anxious(10), curiosity(4), doubtful(3), uncommon(2), interesting	71(33.3)	
	the others	tough(2), respectable(2), esteem, feeble(2), sorry(2), grateful	feeble(2), unbelievable	13 (6.1)	
	subtotal		41	43	84(39.4)
Total		136	77	213 (100)	

찾아 분류하고 경향성을 찾는 관찰 활동 이후의 사고 과정이 반영되어 인지과정이 복잡해지기 때문이다(권용주 등, 2003).

이것은 보다 복잡한 사고과정에는 답답함, 짜증, 혼란,

어려움 등이 동반되는 것으로 해석할 수 있다. 분노, 복종, 경멸, 공격, 낙관 등의 감성은 전혀 나타나지 않았다.

씨앗 분류에서 나타난 전체 감성 단어의 수는 62개이고, 암석 분류에서 나타난 전체 감성 단어의 수는 68개로

Table 3. Types of scientific emotion word in scientific rule-discovering

Types of emotion	Activity	Discovering rules activity(number)		Total number(%)	
	Task	seeds classifying	rock classifying		
Basic emotion	acceptance	easier(2), good(2), intimate, glad, affectable, acceptable, kindly	soft(2), intimate, peaceable, easier	14(10.8)	
	fear		worry(3), fear, concern	5 (3.8)	
	expectancy	doing(2), knowing, like, will be done, self-confidence	doing(2), knowing, discovering	10 (7.7)	
	sadness	frustrating	.	1 (0.8)	
	surprise	surprising(3), serious	excellent	5 (3.8)	
	disgust	stuffy(5), hard(3), difficult, disagreeable	difficult(7), hard(3), refusable(2), chargable(2), confused(2), stuffy, provoking,	28(21.5)	
	anger	.	.	0 (0.0)	
	joy	.	fun(2), impressive	3 (2.3)	
	subtotal		30	36	66(50.8)
	Primary dyads	love	charming, pretty	pretty(2), charming	5 (3.8)
submission		.	.	1 (0.8)	
awe		nonplused	nonplused(3), perplexed(2), insufferable	7 (5.4)	
disapproval		.	ignorant	1 (0.8)	
remorse		compunctious, make efforts	miss	3 (2.3)	
contempt		.	.	0 (0.0)	
aggressiveness		.	.	0 (0.0)	
optimism		.	.	0 (0.0)	
subtotal			5	11	16(12.3)
Other dyads		interest	anxious(8), novel(6), doubtful(5), interesting(2)	novel(4), anxious(2), interesting(2), uncommon, doubtful	31(23.8)
	the others	unclear(2), minded, don't know, desolate, important, vague	unclear(4), uncommon(3), tough no feeling, consider, impotent	17(13.1)	
	subtotal		27	21	48(36.9)
Total		62	68	130(100)	

비슷하지만, 씨앗 분류 과제에서는 '흥미-거부-수용' 순으로 많이 나타났고, 암석 분류 과제에서는 '거부-기타-흥미' 순으로 나타나 과제별 특이성이 역시 나타났다. 씨앗 분류 과제보다 암석 분류 과제에서 거부의 부정적 감성이 제일 많이 나타나는 것으로 보아 암석이 씨앗보다 피험자들에게 친숙하지 못한 과제로 해석 할 수 있다.

이와 같이 긍정적 감성과 상반된 부정적 감성이 동시에 나타나는 것은 신경생리학적으로 가능하다. 이는 흥미나 수용 같은 긍정적 감성이 인지적 효율성을 증진시키고

(Isen et al., 1991), 작업 기억(working memory)의 내용에 영향을 미치고 장기기억 속에 저장된 긍정적 내용에 대한 인출 단서로 작용(Nasby & Yando, 1982)하는 것임에 비해, 거부와 같은 부정적 감성은 긍정적 감성을 유발하는 시스템과 별도의 독립적인 신경시스템을 가지고 있기 때문이다(MacLeod et al., 1996). 또한 씨앗 분류 과제보다 암석 분류 과제에서 기타 혼합 감성이 많이 나타나는 것으로 보아 암석을 분류하는 동안에 여러 가지 감성들이 혼합되어 나타나는 것으로 볼 수 있다.

3. 과학적 감성 단어의 유형별 빈도와 감성 강도와의 상관관계

과학적 관찰 및 규칙발견 활동을 하는 동안 과학적 감성 단어 유형은 과학적 사고 과정과 과제에 따라 차이가 있다는 것을 보여주고 있다(Table 4). 또한 이모티콘 척도법에서 나타난 피험자들의 감성 강도와 언어 보고 분석법에서 나타난 감성 단어 빈도를 비교한 자료도 Table 4에 나타내었다.

과학적 관찰 및 규칙성 발견 활동에서 나타난 감성 단어는 흥미(29.7%)가 가장 많이 나타났다. Gardner와 Tamir(1989)는 과학교육에서 태도보다 흥미가 더 구체적인 정의적 특성으로 생각하였으며, 흥미를 정서적인 감정

상태로 간주한다고 하였다. Martinez(1992)는 과학 실험 활동에서의 흥미를 기존의 정의적 특성을 연구한 연구자들의 결과를 바탕으로 하여 인지적 매력, 숙달적 매력, 사회적 매력으로 구분하기도 하였다. 개인에게 있어서 흥미는 얼마나 많은 주의가 그 활동에 동원될 것인지, 그리고 관련된 정보를 얼마나 잘 처리하고, 이해하고, 기억할 것인지를 결정한다(Hidi, 1990). 본 연구에서 이와 같은 흥미의 강도는 4.27(5점 척도)로 가장 높은 수치로 나타났다. 이것은 과학적 관찰과 규칙성 발견 활동에서 과학적 감성 단어 중 흥미가 가장 중요한 영향을 미칠 수 있다는 것을 나타내는 것이다.

빈도수가 매우 낮은 감성들은 전체적인 평균강도를 반영하는데 한계점이 있으므로, 공포, 분노, 복종, 경악, 실

Table 4. The strength and types of scientific emotion words in students' scientific observation and rule discovery

Types of emotion	Activity	Observing			Discovering rule			Total	Average intensity (5point scale)
	Task	winter bud	fossil	sub total number(%)	seeds	rocks	sub total number(%)		
Basic emotion	acceptance	29	3	32(15.0)	9	5	14(10.8)	46(13.4)	3.58
	fear	1	•	1 (0.5)	•	5	5 (3.8)	6 (1.7)	3.83
	expectancy	2	2	4 (1.9)	6	4	10 (7.7)	14 (4.1)	3.64
	sadness	16	2	18 (8.5)	1	•	1 (0.8)	19 (5.5)	3.54
	surprise	7	3	10 (4.7)	4	1	5 (3.8)	15 (4.4)	3.61
	disgust	8	13	21 (9.9)	10	18	28(21.5)	49(14.3)	3.07
	anger	•	•	•	•	•	•	•	•
	joy	5	5	10 (4.7)	•	3	3 (2.3)	13 (3.8)	3.37
	subtotal	68	28	96(45.1)	30	36	66(50.8)	162(47.2)	•
Primary dyads	love	19	4	23(11.3)	2	3	5 (3.8)	28 (8.2)	4.14
	submission	•	•	•	•	•	•	•	•
	awe	2	1	3 (1.4)	1	6	7 (5.4)	10 (2.9)	2.00
	disapproval	1	•	1 (0.5)	•	1	1 (0.8)	2 (0.6)	1.50
	remorse	5	•	5 (2.3)	2	1	3 (2.3)	8 (2.3)	2.00
	contempt	•	•	•	•	•	•	•	•
	aggressiveness	•	•	•	•	•	•	•	•
	optimism	•	1	1 (0.5)	•	•	•	1 (0.3)	4.00
	subtotal	27	6	33(15.5)	5	11	16(12.3)	49(14.3)	•
Other dyads	interest	31	40	71(33.3)	21	10	31(23.8)	102(29.7)	4.27
	the others	10	3	13 (6.1)	6	11	17(13.1)	30 (8.7)	•
	subtotal	41	43	84(39.4)	27	20	48(36.9)	132(38.5)	•
Total	136	77	213 (100)	62	68	130 (100)	343 (100)		

Table 5. The correlation between frequency of scientific emotion word and strength of scientific emotion (above 5%)

Strength \ Frequency	acceptance	sadness	disgust	love	interest
acceptance	.174*				
sadness		.325**			
disgust			.375**		
love				.410**	
interest					.351**

* p < 0.05, ** p < 0.01

Table 6. The correlations between the index of scientific emotion and the ability of science-knowledge generation(N=161)

ISE(Index of scientific emotion)		Ability of science-knowledge generation
Integrated emotion	positive emotion	.600**
	negative emotion	.161*
	Total	.643**
Individual emotion	acceptance	.474**
	sadness	.445**
	expectancy	.180*
	love	.474**
	optimism	.270**
	interest	.249**

* p < 0.05, ** p < 0.01

망, 후회, 경멸, 공격, 낙관 등을 제외하고 과학적 감성 단어의 강도를 조사하면 평균 3.76으로 높게 나왔다. 다만 거부의 감성은 3.07로서 비교적 낮게 나타났다. 이것은 거부를 나타내는 과학적 감성 단어를 분석해 보면 그 이유를 알 수 있다. 예를 들어 '힘들다', '짜증난다'는 거부 감성을 나타내는 대표적인 단어인데, 피험자들은 감성 단어를 '조금 힘들다', '약간 짜증난다' 라는 표현으로 사용하기 때문에 감성의 강도가 낮게 나온 것으로 해석할 수 있다. 즉 거부의 감성이 있기는 하지만, 그 강도는 상대적으로 낮게 나타나는 것이다. 그러므로 언어 보고 분석법에서 나타난 감성단어는 피험자들의 감성상태를 나타내는 신뢰로운 자료라고 할 수 있다.

감성은 피험자가 주관적으로 표현하는 것이기 때문에 피험자가 서술한 감성 단어의 신뢰성이 낮을 수 있다. 그러므로 감성 단어의 신뢰도를 검증하는 방법으로 감성 단어의 빈도와 감성 강도와의 상관관계를 조사하였다. 너무 낮은 빈도를 나타내고 있는 감성 단어, 즉 빈도가 5% 미만인 감성단어는 제외하고, 5% 이상 되는 감성 단

어를 추출하여 감성 강도와의 상관관계를 조사하였다 (Table 5).

Table 5에 나타난 바와 같이 언어 보고 분석법에서 나타난 감성 단어 빈도와 형용사 이모티콘 척도법에서 나타난 과학적 감성 강도와의 유의미한 상관관계가 있음이 밝혀졌다. 그러므로 언어 보고 분석법에 의한 과학적 감성 단어 분석은 신뢰도가 높다고 할 수 있다.

4. 과학 지식 생성력과 과학적 감성 지수(ISE)의 상관관계

피험자들이 자유롭게 기술한 과학 지식을 채점하여 과학 지식 생성력을 계산하였고(권용주 등, 2004), 과학적 감성 단어 빈도와 과학적 감성 강도와의 곱으로 정의한 과학적 감성 지수를 계산하여 그 상관관계를 나타내었다 (Table 6).

Table 6에서 나타난 바와 같이 과학적 감성 지수는 과학 지식 생성력과 정적인 상관관계($r=0.643$)가 높다고 이

야기할 수 있고, 긍정적인 과학적 감성지수도 과학 지식 생성력과 상관관계($r=0.600$)가 높음을 나타내고 있다 ($p<0.01$). 이는 긍정적인 감성이 우리의 사고, 의사 결정, 창의성 등의 정보처리과정에 영향을 미친다는 Isen(1991)의 연구 결과와도 일치한다. 부정적인 과학적 감성지수도 과학 지식 생성력과 통계적으로 상관관계($r=0.161$)가 유의미한 상관관계가 있다($p<0.05$). 불안과 학업성취도와의 관계를 연구한 국내외의 결과를 종합한 연구에서는 적절한 불안이 학업성취를 촉진시키는 역할을 한다고 알려져 있다. 기능적인 관점에서 보면 감성 그 자체는 나쁘지 않다. 기쁨이 반드시 좋은 것이 아니며 분노나 공포가 반드시 나쁜 감성은 아닌 것이다(Reeve, 2001). 그러므로 적절한 강도의 부정적인 감성도 과학적 사고과정에 긍정적인 영향을 미친다고 볼 수 있다.

과학 지식 생성력과 상관관계가 있는 개별적인 과학적 감성 지수를 조사하였더니 수용과 사랑의 과학적 감성이 흥미보다 상관관계가 더 높게 나왔다. 이는 과학 교수-활동에서 학생들의 감성을 유발할 때, 흥미만을 강조하는 것 보다는 수용과 사랑이라는 감성도 동시에 유발될 경우에 과학 지식 생성활동이 더 활발하게 일어난다는 것을 의미한다고 할 수 있다. 또한 슬픔이라는 부정적 감성도 과학 지식 생성력과 높은 정적인 상관관계를 나타내고 있다. 이것은 슬픔은 슬픔을 자극하는 환경들을 완화시키는데 필요한 행동을 동기화하고, 그 집단속에서는 응집력을 간접적으로 활성화시킨다는 점이 있기 때문이다(Reeve, 2001). 그러므로 학생들의 과학적 지식을 생성하는 사고 활동에는 과학적 감성이 일정한 역할을 하고 있다고 볼 수 있는 것이다.

IV. 결론 및 제언

과학적 관찰 활동인 겨울눈과 화석 관찰에서 나타나는 과학적 감성 단어의 유형은 '흥미-수용-사랑-거부'의 순서대로 나타났고, 주로 긍정적 감성이 많이 나타났다. 규칙성 발견 활동인 씨앗과 암석 분류 활동에서 나타나는 과학적 감성의 유형은 '흥미-거부-수용-기대'의 순서대로 나타났으며, 주로 긍정적 감성이 나타났으나 거부의 부정적 감성이 관찰 활동보다 높게 나타났다. 이것은 규칙성 발견 활동이 관찰 활동 이후의 복잡한 사고과정을 포함(권용주 등, 2003)하고 있기 때문에 학습자들이 어려움을 느끼면서 함께 부분적인 거부 감성이 포함되었을 것

으로 판단된다. 공포, 놀람, 슬픔, 기쁨, 경악, 실망, 후회, 낙관의 감성은 매우 낮은 빈도로 나타나며 분노, 복종, 경멸, 공격은 귀납적 지식 생성 과정에서는 전혀 나타나지 않는다. 그러므로 과학적 관찰 및 규칙 발견 활동에서는 흥미, 수용, 사랑, 기대 등의 긍정적 감성이 주로 나타나고 거부와 같은 부정적 감성이 일부 나타난다고 볼 수 있다.

본 연구에서 사용된 과제가 비록, 과학적 관찰 활동과 규칙성 발견 활동의 모든 내용을 포함하고 있는 것은 아니지만, 연구 결과는 관찰 활동과 규칙성 발견 활동에서 과학적 감성이 나타난다는 본질은 잘 보여 주고 있다.

언어 보고 분석법에 의한 과학적 감성 단어 빈도와 행동사 이모티콘 척도법에 의한 과학적 감성 단어 강도와는 유의미한 상관관계가 있으므로 언어 보고에 의한 과학적 감성 단어 분석의 신뢰도는 높다고 할 수 있다. 과학적 감성 빈도(FSE)와 과학적 감성 강도(SSE)와의 곱으로 정의한 과학적 감성지수(ISE)와 과학 지식 생성력과는 높은 정적인 상관관계를 가진다. 개별적인 과학적 감성지수에서 과학 지식 생성력에 큰 영향을 미치는 감성은 수용, 사랑, 슬픔, 흥미이다. 이러한 결과를 보면, 과학적 감성들은 과학적 사고 과정의 형성에 일정한 역할을 하고 있다고 볼 수 있다. 이러한 결과는 긍정적인 감성이 창조적 문제 해결에 효과적인 영향을 미친다는 선행 연구결과와 일치한다(Ashby et al., 2002).

과학 지식 생성 과정은 관찰 및 규칙성 발견 활동뿐만 아니라 의문 발상, 가설 창안, 가설 검증 방법 고안, 가설 평가 활동들로 이루어져 있으므로, 이들 활동들에서 과학적 감성 단어 유형에 관한 연구와 과학 지식 생성력과 상관관계에 관한 후속 연구가 필요하다. 이러한 연구결과를 바탕으로 하여 과학적 감성을 고려한 과학 교수-학습 프로그램을 개발해야 할 것이다. 그러기 위해서는 본 연구의 결과를 기초로 하여 과학적 감성의 발생 과정을 밝히는 후속 연구와 감성 기반 교수-학습 프로그램 개발을 위한 연구가 더욱 활발히 진행되어야 하겠다.

국문 요약

본 연구의 목적은 첫째, 학생들이 과학적 관찰 및 규칙 발견 활동을 수행할 때 나타나는 과학적 감성 단어의 유형과 빈도, 강도를 분석하고, 둘째, 과학 지식 생성력과 과학적 감성지수(ISE)와의 상관관계를 밝히는 것이다. 이

를 위해 연구에서는 먼저 선행 연구를 고찰하여 과학적 감성을 정의하고, 효과적인 지식 생성 활동을 위해 겨울 눈과 화석 관찰, 씨앗과 암석 분류의 4개의 과제를 개발하였다. 연구대상은 교원양성대학교 4학년 학생 161명으로 하였다. 피험자들은 각 과제를 수행하면서 인지적 사고과정과 느낀 과학적 감성을 기록하고 형용사 이모티콘 척도 용지에 자신의 감성 강도를 나타내었다.

연구 결과, 관찰 활동에서는 '흥미-수용-사랑-거부'의 순으로 감성유형이 나타났고, 규칙성 발견 활동에서는 '흥미-거부-수용-기대'의 순으로 감성유형이 나타났다. 각각의 감성 단어 빈도는 감성 강도와 통계적으로 상관관계가 있었다. 과학적 감성 빈도(FSE)와 과학적 감성 강도(SSE)를 곱한 과학적 감성지수(ISE)는 과학적 감성능력을 나타내는 하나의 지표로서 과학 지식 생성력과 높은 정적인 상관관계를 가진다. 개별적인 과학적 감성 지수에서는 '수용-사랑-슬픔-흥미' 순으로 과학 지식 생성력과 정적인 상관관계를 나타낸다.

참고 문헌

- 권용주, 최상주, 박윤복, 정진수(2003). 대학생들의 귀납적 탐구에서 나타난 과학적 사고의 유형과 과정. 한국과학교육학회지, 23(3), 286-298.
- 권용주, 정진수, 고경태, 박윤복(2004). 과학지식 생성력 측정 도구의 개발. 한국생물교육학회지, 32(1), 67-78.
- 원종철(1999). 감성의 본질과 학습, 그리고 교육적 적용. 교육학 연구, 37(3), 173-199.
- Artz, J. M. (2000). The role of emotion in reason and Its implication for computer ethics. *Computers and Society*, March 2000.
- Ashby, F. G., Valentin, V. V., & Turken, A. U. (2002). The effects of positive affect and arousal on working memory and executive attention. In S. C. Moore, & M. Oaksford(Eds.), *Emotional cognition: from brain to behaviour*. John Benjamins Publishing Company, 245~287.
- Cornelius, R. R. (1996). *The science of emotion: Research and tradition in the psychology of emotion*. Prentice-Hall.
- Damasio, A. R. (1994). *Descartes' error: Emotion, reason, and the human brain*. (김린 역, 1999), William Morris Agency, Inc., New York.
- Damasio, A. R. (2000). A Second Chance for Emotion. In R. D. Lane, & L. Nadel (Eds.), *Cognitive Neuroscience of Emotion*. Oxford University Press, 12~23.
- Damasio, A. R. (2003). *Looking for spinoza: joy, sorrow and the feeling brain*. Harcourt, Inc..
- Gardner, P. L., & Tamir, P. (1989). Interest in biology, part 1: a multidimensional construct. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(5), 409-423.
- Han, H., Shin, D., Lee, H., & Kwon, Y. (2004). The Development of an analysis tool on emotion words for Measuring of Scientific Emotion. A paper presented at the ASERA 2004 35th Annual Conference, Armidale, New South Wales, 7th-10th, July.
- Hidi, S. (1990). Interest and its contribution as a mental resource for learning. *Review of Educational Research*, 60, 549-571.
- Hyman, S. E. (1998). Neurobiology: A new image for fear and emotion. *Nature*, 393, 417-418.
- Isen, A. M., Rosenzweig, A. S., & Young, M. J. (1991). The influence of positive effect on clinical problem solving. *Medical Decision Making*, 11, 221-227.
- Izard, C. (1972). *Patterns of Emotion*. New York: Academic Press.
- Jensen, E. (1998). *Teaching with the brain in mind*. Association for Supervision and Curriculum Development.
- Laukenmann, M., Bleicher, M., Fub, S., Glaser-Zikuda, M., Mayring, P., & von Rhoneck, C. (2003). An investigation of the influence of emotional factors on learning in physics instruction. *International Journal Science Education*, 25(4), 489-507.
- Lazarus, R. S. (1999). The cognition-emotion debate: a bit of history. In T. Dalgleish & M. J. Power (Ed.), *Handbook of Cognition and Emotion*. John Wiley & Sons, 3-19.

- Ledoux, J. E. (1996). *The emotional brain: the mysterious underpinning of emotional life*. NY: Touchstone.
- Lyons, W. (1999). The Philosophy of cognition and emotion. In T. Dalgleish & M. J. Power (Ed.), *Handbook of Cognition and Emotion*. John Wiley & Sons, 21~44.
- MacLeod, A. K, Byrne, A., & Valentine, J. D. (1996). Affect, emotional disorder, and future-distracted thinking. *Cognition and Emotion*, 10, 69-86.
- Martinez, M. (1992). Interest enhancements to science experiments. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(2), 167-177.
- Nasby, W., & Yando, R. (1982). Selective encoding and retrieval of affectively information. *Journal of personality and Social psychology*, 43, 1244-1255.
- Parrot, W.G., & Hertel, P. (1999). Research method of cognition and emotion. In T. Dalgleish & M. J. Power (Ed.), *Handbook of Cognition and Emotion*. John Wiley & Sons, 61~81.
- Plutchik, R. (1980). *Emotion : A Psychoevolutionary Synthesis*. N. Y.: Harper and Row.
- Plutchik, R. (2003). *Emotions and Life: Perspectives From Psychology, Biology, and Evolution*. American Psychological Association, Washington, DC.
- Reeve, J. (2001). *Understanding motivation and emotion*. John Wiley & Sons.
- Thagard, P. (2002). The passionate scientist: Emotion in scientific cognition. In P. Carruthers, S. Stich, & M. Siegal (Eds.), *The Cognitive basis of science*. Cambridge University Press, 235-250.
- van Someren, M. W., Barnad, Y. F., & Sandberg, J. A. C. (1994). *The think aloud method: a practical guide to modelling cognitive processes*. London, UK: Academic Press INC.
- Zhu, J. & Thagard, P. (2002). Emotion and action. *Philosophical Psychology*, 15(1), 19-36.