



## 열 현상에 대한 초등학생들의 개념 분석

강은주 · 박종호\* · 백남권\* · 박강은\* · 조태호†

부산대학교(학생) · \*진주교육대학교(교수)

### Analysis of Elementary School Students' Conception of Heat Phenomenon

Eun-Ju KANG · Jong-Ho PARK\* · Nam-Gwon BACK\* · Kang-Eun PARK\* · Tae-Ho JO†

Pusan National University(student) · \*Chinju National University of Education(professor)

#### Abstract

The subjects of the study were 67 students in the fourth grade who did not learn the conception of heat through the regular curriculum. The conception of heat insulation, heat transfer, and thermal equilibrium were investigated through a questionnaire.

The conceptual types of elementary students were influenced by everyday experience and various types existed. While the conception of heat transfer in liquid - solid is high in conception understanding level, the conception understanding level of thermal equilibrium is lowest. Correlation between the conceptions showed that heat transfer in the solid was significantly correlated with the adiabatic and thermal equilibrium concept.

It is expected that students will be able to extend the conception of heat in everyday life to a scientific concept if the understanding of heat transfer in various situations is preceded by formal education.

**Key words :** Heat conception, Correlation between the conceptions, Elementary students

### I. 서론

학생들은 기존에 가지고 있는 지식을 통해 새로운 구조와 지식을 형성하게 된다(Harris and Graham, 1994). 그러나 일상생활의 경험을 통해 형성된 학생들의 개념은 후속학습에 많은 영향을 미치며 쉽게 변하지 않는다(Gilbert, 1982).

특히, 열 현상에 대한 개념은 추상적이며 반직관적이어서 이에 대한 학생들의 대안 개념은 상당히 많은 편이다(Liu, 2011). 열은 인간의 생활에 밀접한 영향을 미치고 있기에 학생들은 정규교육과정에서 과학적 개념을 학습하기 전 이미 일상생활의 경험을 통해 나름의 열 개념을 습득하고

있다(Baser, 2006; Georgiou and Sharma, 2012). 이와 관련하여 우리나라 초등학생들이 가지고 있는 열 개념에 대한 연구가 많은 연구자들에 의해 진행되었다(Kwon and Kim, 2003; Choi, et al., 2011). 초등학생들의 열 개념 연구에서 가장 큰 특징으로 초등학생들이 열을 특정 물질로 생각하거나 과학적 개념 없이 단순히 연산가능한 수로 생각하고 있으며 상황에 의존적임을 제시하였다.

Na(2014)는 초등학생들이 정규교육과정에서 과학적 개념을 학습할 경우에도 일상적 경험에 의존한 기존의 개념을 상당히 많이 신뢰하고 있다고 주장하였다. Lee and Kim(1995), Kim and Kim(1990)은 학생의 열과 관련된 다양한 개념을

† Corresponding author: 055-740-1246, thjo@cue.ac.kr

\* 이 논문은 2017년도 진주교육대학교 교내연구비 지원을 받음.

수정하기 위한 방안을 제안하기도 하였다. 그러나 열에 대한 학생들의 개념이 상황 의존적이며 (Paik et al., 2007), 학생들이 수업 후에도 열 현상에 대한 올바른 개념을 가지기 어렵다(Yoo and Yun, 2000)는 점에서 학습할 내용과 관련하여 학생들이 기존에 가지고 있는 경험과 지식을 파악하는 것이 가장 중요하고 볼 수 있다(Suh, 2007).

열 현상과 관련된 개념은 초등학교 5-6학년에서 ‘열평형’이라는 핵심 개념의 하위학습 요소로 열의 이동, 단열, 전도 등을 학습하게 된다 (Ministry of Education, 2015). 하나의 개념은 그 자체의 정의적 속성에 근거한 분류에서 나아가 다른 개념의 이해나 추론을 위한 인지적 도구가 될 수 있다(Wang, 2008). 따라서 기존에 초등학생들이 가지고 있는 열 현상에 대한 개념을 조사하는 데에서 나아가 열 현상에 대한 부분적인 각 개념들의 수준과 개념 사이의 관련성을 알아보는 것은 교수학습방법을 설계함에 있어 중요한 요소가 될 수 있다.

본 연구에서는 초등학교 학생들을 대상으로 열 현상과 관련된 개념인 단열, 열의 이동, 열평형 개념을 조사하여 각각의 개념 유형과 수준을 알아보고, 개념들 간의 상관관계를 분석함으로써 초등학생들이 열 현상에 대해 가지고 있는 개념

의 경향성을 탐색해보고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 방법

#### 가. 조사 대상

연구대상은 경남에 위치한 B초등학교 4학년 67명이다. 본 연구는 학생들이 일상생활을 통해 형성한 열 현상에 대한 개념을 조사하고 이를 분석하고자 하였으므로 학교 교육과정을 통해 열 개념을 학습하지 않은 4학년 학생들을 대상으로 하였다.

#### 나. 자료 조사 방법

정규 과학수업을 받기 전, 일상생활에서 형성한 학생들의 열 현상에 대한 개념을 조사하기 위해 Na(2014)의 설문지 중 ‘열 현상에 대한 초등학생의 생각 조사’ 문항을 부분적으로 사용하였다. 문항은 <Table 1>과 같이 크게 단열, 고체-액체에서의 열전달, 고체에서의 열전달, 열평형의 4개의 개념을 알아보기 위한 선다형 문항으로 구성되어 있다. 각각의 문항에는 응답의 이유를 묻는 문항이 추가적으로 구성되어 있다.

<Table 1> Understanding the Heat Phenomenon Question

Investigation contents	Item Contents
Insulation	· Two ice cubes are in the warm room. What happens to two ice cubes over time when one ice is left as it is, another is covered with cotton and then observed? - Why did you think so? / How did you find out?
Heat transfer in Solid-liquid	· After putting an iron rod in a beaker containing water, it was placed on an alcohol lamp and heated. What is the temperature of the iron rod in the beaker? - Why did you think so? / How did you find out?
Heat transfer in solids	· What happens to the candle when you heat the middle of the silver plate with the alcohol lamp after dropping several wafers on the silver plate? - Why did you think so? / How did you find out?
Thermal equilibrium	· In the thermos bottle, I attached two kinds of the same kind of iron oxide film (100°C and 50°C) with different temperature. What will happen to the temperature of the steel slab after a while? - Why did you think so? / How did you find out?

각 문항에 대한 선택형 응답을 선택한 후 응답 이유에 대해 표현하게 함으로써 선택형 응답과 서술 응답의 일치여부를 확인하고, 학생들의 생각을 더 구체적으로 알아보고자 하였다.

### Ⅲ. 연구 결과

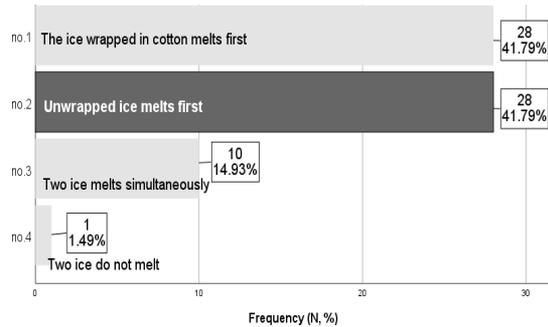
#### 1. 열 현상에 대한 개념 유형

##### 가. 문항별 응답 빈도

열 현상에 대한 학생들의 개념 유형을 살펴보기 위해 열 현상에 대한 각 문항의 응답 비율을 빈도분석을 통해 알아보았다.

##### (1) 단열에 대한 개념 유형

솜으로 감싼 얼음과 솜으로 감싸지 않은 얼음의 변화를 묻는 문항에 대한 학생들의 응답을 [Fig. 1]에 나타내었다.



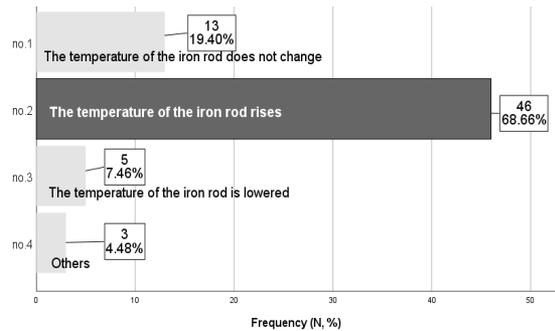
[Fig. 1] Frequency of responses to insulation questions.

‘솜으로 감싸지 않은 얼음이 먼저 녹는다.’는 학생이 41.79%, ‘솜으로 감싼 얼음이 먼저 녹는다.’는 학생이 41.79%로 가장 많았으며 ‘두 개의 얼음이 똑같이 녹는다.’는 응답을 한 경우도 14.93%로 나타났다. 정규 교육과정을 통해 열 개념을 학습하지 않는 초등학생의 경우, 대부분이 얼음이 녹을 것이라고 생각함으로써 변화가 있을 것이라는 것은 인지하고 있으나 현상에 대한 정확한 과학적 개념을 가지고 있지 않는 것으로 생각된다. 오답

을 표현한 학생들은 그 이유를 ‘솜은 따뜻하기 때문에 얼음이 빨리 녹는다.’, ‘얼음이 녹으면서 솜이 차가워진다.’, ‘솜이 물을 흡수하여 솜으로 감싼 얼음이 먼저 녹는다.’, ‘둘 다 똑같은 얼음이기 때문에 동시에 녹는다.’ 라고 설명하였다.

##### (2) 액체에서 고체로의 열의 이동에 대한 개념 유형

물이 담긴 비커에 쇠막대를 넣은 후 온도를 가열했을 때, 쇠막대의 온도 변화를 묻는 문항에서는 [Fig. 2]와 같이 68.66%의 많은 학생들이 정답으로 응답하였다. 19.40%의 학생들이 ‘쇠막대의 온도가 거의 변화 없다.’로 응답하였는데, 이에 대한 이유로 쇠막대의 특성(단단함, 두꺼움, 차가움 등)을 예로 들어 설명하였다.

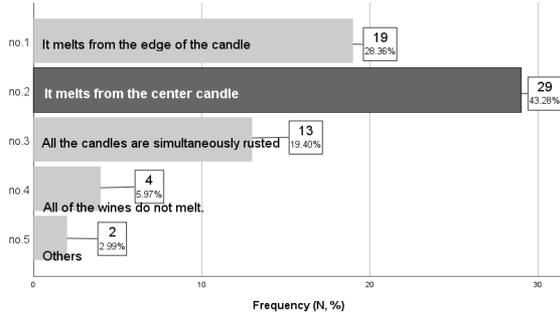


[Fig. 2] Frequency of response to moving heat (liquid-solid) questions.

##### (3) 고체에서의 열의 이동에 대한 개념 유형

은박접시에 촛농을 여러 군데 떨어뜨린 후 알코올램프로 은박접시의 가운데 부분을 가열했을 때, 촛농의 변화를 묻는 문항에서는 [Fig. 3]과 같이 43.28%의 학생들이 ‘가운데 촛농부터 가장자리 쪽으로 녹는다.’로 응답하였다. ‘가장자리부터 녹는다.’라고 응답한 학생은 28.36%. ‘모든 촛농이 동시에 녹는다.’고 응답한 학생은 19.40%로 나타났으며 이에 대한 이유로 ‘가장자리가 끝에 있어 제일 먼저 녹는다.’, ‘촛농은 모두 양초라는 똑같은 성질을 가지고 있기 때문에 동시에 녹는다.’고 설명하였다.

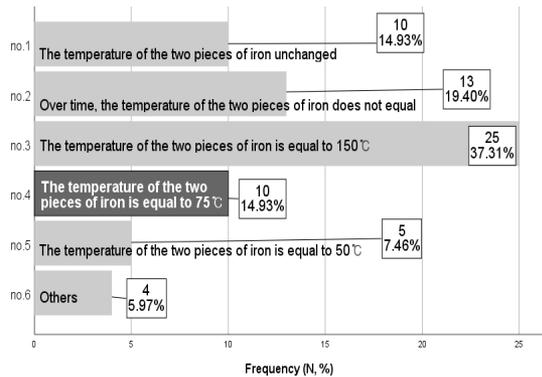
열 현상에 대한 초등학생들의 개념 분석



[Fig. 3] Frequency of response to moving heat (solid) questions.

(4) 열평형에 대한 개념 유형

보온병 안에 온도만 다른 두 개의 동일한 크기의 쇠토막(100℃, 50℃)을 붙여 두었을 때, 두 쇠토막의 온도변화를 묻는 문항에서는 [Fig. 4]와 같이 37.31%의 학생들이 두 쇠토막의 온도가 150℃로 같아진다고 응답하였으며 이에 대한 이유를 단순히 두 온도를 더하여 설명하였다. 학생들은 온도가 같아질 것이라고 생각하고 있지만 어느 정도의 온도로 같아지는 지에 대한 정확한 개념은 가지고 있지 않는 것으로 나타났다. 반면 두 쇠토막의 온도가 변하지 않거나 여전히 다르다고 생각하는 학생들도 상당수 많이 나타났다.



[Fig. 4] Frequency of responses to thermal equilibrium questions.

나. 문항별 응답 교차 분석 결과  
본 연구의 연구 대상은 정규교육과정에서 열

개념을 학습하지 않는 학생들의 개념을 조사한 것이므로 학생들이 어떠한 개념을 많이 가지고 있는지 경향성을 파악하고자 하였다. 따라서 문항별 응답 빈도 분석결과 많은 학생들이 과학적 개념으로 응답한 열의 이동에 대한 문항 2와 문항 3을 기준으로 응답 유형을 교차분석 하였다.

(1) 각 문항들의 교차분석 결과

액체와 고체에서의 열의 이동에 대한 문항 2를 기준으로 단열, 고체에서의 열의 이동, 열평형에 대한 각각의 응답을 교차 분석한 결과는 <Table 2>와 같다. 문항 2에서 정답을 선택한 학생은 문항 1, 3에서도 정답을 선택한 비중이 높았다. 그러나 문항 2에서 정답인 2번 보기 ‘쇠막대의 온도가 올라간다.’를 선택한 학생 중 문항 1의 단열 문항에 대해서 오답인 1번 보기 ‘숨으로 감싼 얼음이 먼저 녹는다.’를 선택한 학생도 19명으로 상당히 많이 나타났다. 열의 이동에 대한 개념이 어느 정도 있다하더라도 단열에 대한 정확한 개념을 이해하기에는 무리인 것으로 판단된다.

문항 2에 1번 보기 ‘쇠막대의 온도가 거의 변화 없다.’를 선택한 학생들이 문항 1에서 1번 보기 ‘숨으로 감싼 얼음이 먼저 녹는다.’를 7명이 선택하였으며, 문항 3에서 3번 보기 ‘쇠막대의 온도가 내려간다.’를 5명이 선택하였다. 이는 학생들의 응답 이유 분석 결과, 열이 아닌 숨과 쇠라는 특성에만 의존하여 ‘숨이 따뜻하고 쇠는 단단하고 두꺼우며, 차갑다.’라고 생각하기 때문으로 나타났다. 또한 문항 2에서 정답을 응답한 많은 학생들이 문항 4의 열평형에서 3번 보기 ‘150℃로 온도가 같아진다.’를 19명이 선택하였으며 열의 이동으로 온도가 같아짐을 대략 이해하고 있으나 그에 대한 이유에 대해 자신의 생각을 명확히 표현하지 못하고 단순히 온도를 더하는 것으로 설명하고 있었다. 이 연구 결과는 선행연구의 결과(Kwon and Kim, 2003; Choi, et al., 2001) 와 같이 열의 이동 개념보다는 단순히 열을 더하거나 뺄 수 있는 물질적 존재로 생각하고 있음을 보여준다.

<Table 2> Question 2 × Question 1, 3, 4 Cross analysis

	Question 1 (Insulation) Response					Question 3 (Movement of heat) Response					Question 4 (thermal equilibrium) response								
	1	2	3	4	Total	1	2	3	4	5	Total	1	2	3	4	5	6	Total	
Question 2 (Movement of heat) Response	1	7	3	3	0	13	4	2	5	1	1	13	1	4	2	4	1	1	13
	2	19	20*	7	0	46	12	25*	6	3	0	46	9	6	19	6*	3	3	46
	3	1	3	0	1	5	2	1	2	0	0	5	0	2	3	0	0	0	5
	4	1	2	0	0	3	1	1	0	0	1	3	0	1	1	0	1	0	3
The whole total	28	28	10	1	67	19	29	13	4	2	67	10	13	25	10	5	4	67	

(\* Scientific concept)

(2) 문항 3×문항 1, 4 교차분석 결과

고체에서의 열의 이동에 대한 문항 3을 기준으로 단열, 열평형에 대한 각각의 응답을 교차 분석한 결과는 <Table 3>과 같다.

문항 3에서 1번 보기 ‘접시의 가장자리 촛농부터 녹는다.’라고 응답한 학생은 문항 1의 단열개념에서 1번 보기 ‘숨으로 감싼 얼음이 빨리 녹는다.’라고 8명이 응답했으며, 2번 보기 ‘숨으로 감싸지 않은 얼음이 빨리 녹는다.’라고 10명이 선택하였다. 또한 문항 3의 2번 보기 ‘접시의 중앙에 위치한 촛농부터 녹는다.’라고 응답한 학생 또한

문항 1의 단열 개념에서 1번 보기 ‘숨으로 감싼 얼음이 빨리 녹는다.’라고 11명이 선택, 2번 보기 ‘숨으로 감싸지 않은 얼음이 빨리 녹는다.’라고 15명이 선택하였다. 문항 3에서 보기 3번 ‘접시의 모든 촛농이 동시에 녹는다.’라고 응답한 학생이 모두 문항 1의 단열 개념에서 보기 3번 ‘두개의 얼음이 똑같이 녹는다.’라고 응답 하였다. 학생들은 응답의 이유를 단순히 동일한 물질이라는 내용으로 설명하고 있었다. 학생들은 단열에 대해 열이 이동이 아닌 물질의 특성에 기반한 제한적 사고를 가지고 있는 것으로 생각된다.

<Table 3> Question 3 × Question 1, 4 Cross analysis

	Question 1 (Insulation) Response					Question 4 (thermal equilibrium) response							
	1	2	3	4	Total	1	2	3	4	5	6	Total	
Question 3 (Movement of heat) Response	1	8	10	1	0	19	4	5	7	2	1	0	19
	2	11	15*	3	0	29	5	3	9	6*	4	2	29
	3	5	1	6	1	13	1	3	5	2	0	2	13
	4	3	1	0	0	4	0	2	2	0	0	0	4
	5	1	1	0	0	2	0	0	2	0	0	0	2
The whole total	28	28	10	1	67	10	13	25	10	5	4	67	

(\* Scientific concept)

## 2. 열 현상 관련 개념 수준

초등학생들의 이해 수준을 구체적으로 살펴보기 위해 응답의 이유를 함께 고려하여 학생들의 개념 이해 수준을 분석한 결과를 <Table 4>에 나타내었다.

단열에 대한 개념은 평균 1.46점으로 낮은 편이며 0수준 무이해(40.30%), 1수준 대안 개념(34.30%)에 포함되는 학생이 가장 많이 나타났다([Fig. 5]). 1수준 대안 개념을 가진 학생들은 ‘숨으로 감싼 얼음이 빨리 녹는다.’는 것을 자신의 경험(예: 숨으로 감싸면 따뜻하다 등)으로 설명하고 있었으며, ‘숨으로 감싼 얼음이 잘 녹지 않는다.’고 표현했으나 그 근거를 숨이 냉기를 막기 때문이라고 설명하였다. 학생들은 열과 반대되는 냉기라는 물질이 있다고 생각하며 단순히 숨의 특성을 일반화하여 단열 개념에 적용하고 있다. 이는 Yeo and Zadnik(2001)과 Driver et al.(1993), Erickson and Tiberghien(1993)의 연구 결과와 일치하며 열 개념을 학습하기 전에도 학생들은 일상 경험을 통해 특정한 대안개념을 가지고 있음을 확인할 수 있었다. 이러한 대안개념은 수업 후에도 쉽게 바뀌지 않으므로 물질을 가열하여 열의 이동을 살펴보는 사례뿐만 아니라 얼음이 녹는 것과 같은 다양한 상황에서의 열의 이동을 학생들에게 제시할 필요가 있다고 생각된다. 열에 이동과 관련하여 가열 현상만 제시할 경우, 열을 단순히 뜨거운 물질로 생각하여 냉기라는 반대 개념을 받아들이는 가능성이 있다(Beak and Park, 2002).

고체-액체간의 열전달 개념은 평균 2.75로 가장 높았으며 5수준 완전한 이해(40.30%)에 포함되는 학생이 가장 많이 나타났다([Fig. 6]). 이 학생들은 응답의 근거로 물의 열이 쇠막대로 전달되기 때문이라고 정확히 설명했으며 일상생활에서의 경험(예: 라면을 끓일 때 쇠 젓가락을 넣은 경험, 초콜릿을 녹여서 만든 경험 등)을 예로 들고 있었다. 이는 Na(2014)의 연구와 일치하며 학

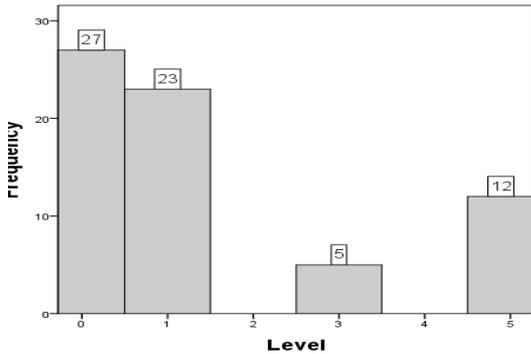
생들은 정규교육과정을 통해 열 개념을 학습하기 전에도 액체-고체 열 이동에 대한 개념을 일상경험을 통해 과학적 개념으로 잘 형성하고 있었다.

고체에서의 열전달 개념의 평균은 2.00점이었으며 0수준 무이해(46.30%)로 가장 많았고, 5수준 완전한 이해(34.30%)가 두 번째로 많이 나타났다([Fig. 7]). 고체에서의 열전달 개념은 학생 수준 차이가 크게 나타났으며(SD=2.283) 초농이 열에 의해 녹는다는 것을 이해하지 못하거나 얼음이 가장자리부터 녹는 현상과 동일하다고 생각하는 오류를 보이고 있었다.

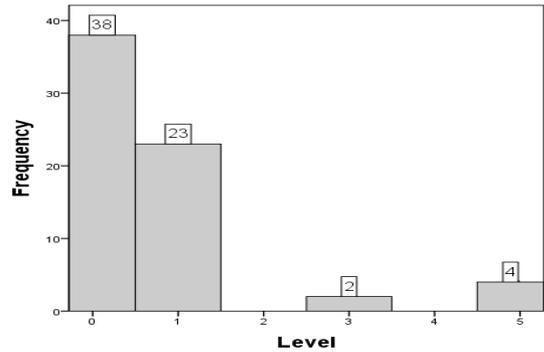
열평형에 대한 개념은 평균 0.73으로 가장 낮게 나타났으며 0수준, 무이해(56.70%), 1수준, 대안 개념(34.30%)에 포함되는 학생이 가장 많이 나타났다([Fig. 8]). 대부분의 학생들이 열평형에 대한 자신의 생각을 표현하지 못하고 있으며 이해도가 매우 낮았다.

<Table 4> Conceptual level analysis of heat phenomena N(%)

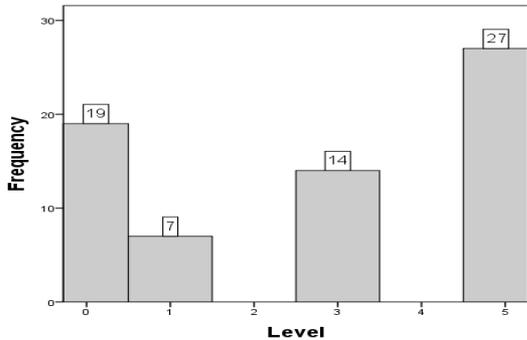
Level of understanding	Insulation	Heat transfer		Thermal equilibrium
		in Solid-liquid	in Solids	
5 sound under-standing	12(17.90)	27(40.30)	23(34.30)	4(6.00)
3 partical under-standing	5(7.50)	14(20.90)	3(4.50)	2(3.00)
1 alternative conception	23(34.30)	7(10.40)	10(14.90)	23(34.30)
0 no under-standing or no response	27(40.30)	19(28.40)	31(46.30)	38(56.70)
Total	67(100)	67(100)	67(100)	67(100)
Mean	1.46	2.75	2.00	0.73
Standard Deviation	1.845	2.142	2.283	1.262



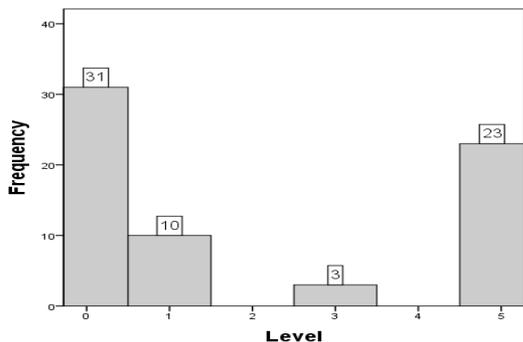
[Fig. 5] Insulation Concept Level Student Frequency.



[Fig. 8] Thermal equilibrium Concept Level Student Frequency.



[Fig. 6] Heat transfer in Solid-liquid Concept Level Student Frequency.



[Fig. 7] Heat transfer in Solids Concept Level Student Frequency.

### 3. 열 현상 관련 개념 간의 상관관계

열 현상에 대한 학생들의 이해 수준을 바탕으로 초등학생들이 가지고 있는 열 현상에 대한 개념인 단열, 고체-액체에서의 열전달, 고체에서의 열전달, 열평형의 개념 간 관계를 알아보기 위해 개념들 간의 상관관계를 분석하였다(<Table 5>).

고체에서의 열전달과 고체-액체에서의 열전달 개념간의 상관관계수는  $r=.344(p<.005)$ 로 유의한 상관관계를 보였다. 열의 이동에 있어 고체, 고체-액체에서의 열의 이동에 대한 학생들의 이해 경향에 밀접한 관련이 있는 것으로 나타났다. 단열 개념은 고체에서의 열전달에서만 유의한 상관관계( $r=.281, p<.05$ )를 보였다. 열평형에 대한 개념은 고체에서의 열전달에서만 유의한 상관관계( $r=.331, p<.005$ )를 보였다. Yoo & Yun(2000)의 연구에서는 4학년 학생을 대상으로 열에 대한 개념 변화 분석 결과, 열의 이동 현상은 인지하고 있으나 수업 후에도 그 이동 방법에 대한 올바른 개념을 가지기 어렵다고 하였다. 이러한 점에서 단순히 열이 이동한다는 개념에서 나아가 열평형이 이루어진다는 과학적 개념이 형성되기 위해서는 상관관계가 있는 개념과 연계하여 열이 이동하게 되는 구체적인 상황을 제시할 필요가 있다.

&lt;Table 5&gt; Analysis of correlation between concepts related to heat phenomena

	Insulation	Heat transfer in Solid-liquid	Heat transfer in solids
Insulation	1		
Heat transfer in Solid-liquid	.218	1	
Heat transfer in solids	.281*	.344**	1
Thermal equilibrium	.106	.103	.331**

\*\*p&lt;.005, \*p&lt;.05

#### IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 초등학생들이 일상생활을 통해 형성한 열 현상에 대한 개념을 조사하고 그 수준과 경향성을 파악하고자하였다. 정규교육과정을 통해 열 개념을 학습하지 않는 4학년 학생들을 대상으로 단열, 고체-액체에서의 열의 전달, 고체에서의 열의 전달, 열평형 개념을 확인하기 위한 설문지를 투입하여 학생들이 가지고 있는 개념을 조사하였다. 이를 통해 학생들의 개념 유형과 수준을 확인하였으며 각 개념들 간의 관계를 살펴 보았다. 본 연구 결과를 토대로 얻은 결론과 시사점은 다음과 같다.

첫째, 액체-고체에서의 열의 이동 개념과 고체에서의 열의 이동 개념 간의 상관관계는 높았지만 학생들이 가지고 있는 개념의 경향성은 상이하였다. 액체-고체에서의 열의 이동 개념을 과학적으로 잘 설명하는 학생들이 많았다. 이는 Na(2014)의 연구와 같이 열의 이동에 있어 액체-고체에서의 열의 이동에 대한 일상적 경험을 학생들이 많이 가지고 있으며 이를 통해 과학적 개념으로 잘 정착된 것으로 판단된다. 그러나 고체에서의 열의 이동에 대한 개념 수준은 낮은 것으로 나타났으며 개념 수준에서도 편차가 크게 나타났다. 고체에서의 열의 이동에 대한 문항에서 과학적 개념으로 응답한 학생은 다소 많은 편이었으나, 응답 근거를 반영하여 분류한 개념 수준

으로 살펴보면 현상에 대한 근거 없는 추측과 상당히 낮은 이해를 가지고 있는 것으로 보인다. 동일한 열전달 개념이지만 고체-액체에서의 열전달 개념은 학생들에게 익숙한 반면, 고체에서의 열전달 현상은 학생들에게 다소 익숙하지 않은 것으로 판단된다. 따라서 일상생활에서 쉽게 접할 수 있는 사례를 통해 액체-고체에서의 열전달에서 확장하여 고체에서의 열전달에 대한 현상에 대하여 심도 있게 다룬다면 열의 이동과 관련된 과학적 개념 형성에 도움이 될 것이다.

둘째, 단열에 대한 학생들의 개념은 응답 비율로만 보았을 때, 단순히 얼음이 녹을 것이라는 생각은 많은 학생들이 가지고 있으나 얼음을 감싼 솜의 유무에 따른 과학적 개념 이해 정도에는 많은 차이가 있었다. 개념 수준을 살펴보았을 때 솜이 열을 잘 전달하지 못한다는 점에 초점을 두어, 과학적 개념으로 설명하고 있는 학생이 다소 적은 것으로 나타났다. 단열 개념과 상관관계가 있는 개념이 고체에서의 열의 이동인 것으로 보아 고체에서의 열의 이동에 대한 학습이 충분히 이루어진다면 이와 연계하여 단열에 대한 개념 이해도 용이할 것이라 생각된다.

셋째, 열평형에 대한 학생들의 개념은 응답 비율과 개념 수준 모두 매우 낮게 나타났으며, 다른 개념과의 상관관계를 살펴보았을 때 고체에서의 열전달에서만 유의미한 상관관계를 보였다. 즉, 고체에서의 열의 이동과 열평형 개념 이해에 밀접한 관련이 있는 것으로 보이며 열평형을 이해하기 위해서는 고체에서의 열의 이동에 대한 개념이 먼저 정착되어야 하는 것으로 판단된다.

기본적 사고가 바탕이 될 때 심화된 개념을 잘 받아들일 수 있다(Driver et al., 1985)는 점에서 열의 이동에 대한 개념이 가장 먼저 학생들에게 제시될 필요가 있다. Jones et al.(2000)과 Linn & Songer(1991)는 열의 이동 측면에서 학생들에게 열 개념을 학습시켰을 때 열 개념을 과학적 개념으로 형성되는 경우가 많다고 하였다. 또한 본 연구 결과, 열의 이동에 대한 개념은 다른 개념

과 유의미한 상관관계를 보이므로 액체에서의 열의 이동을 포함한 다양한 상황에서의 열의 이동 현상과 관련하여 후속 연구가 필요하다.

## References

- Baser M(2006). Effect of conceptual change oriented instruction on students' understanding of heat and temperature concepts. *Journal of Maltese Education Research*, 4(1), 64~79.
- Beak SH and Park YJ(2002). Analysis of concepts Related to Heat and Temperature in Elementary and Secondary School Science Textbooks. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 22(3), 478~489.
- Choi HS, Kim EG, Beak SH, Lee GJ and Jeong WH(2001). Investigating Elementary Students' Alternative Conceptions of Heat and Temperature. *Journal of Korean elementary science education*, 20(1), 123~138.
- Driver R, Guesne E and Tiberghien A(1985). *Children's Ideas in Science*. Milton Keynes, England: Open University Press.
- Driver R, Guesne E and Tiberghien, A(1993). Some features of children's ideas and their implications for teaching. In R. Driver, E. Guesne, and A. Tiberghien (Eds.), *Children's ideas in science* (pp. 193-201). Buckingham; Philadelphia: Open University Press.
- Erickson G and Tiberghien A(1993). Heat and temperature. In R. Driver, E. Guesne, and A. Tiberghien (Eds.), *Children's ideas in science* (pp. 52~84). Buckingham; Bristol: Open University Press.
- Georgiou H, and Sharma MD(2012). University students' understanding of thermal physics in everyday contexts. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10(5), 1119~1142. <https://doi.org/10.1007/s10763-011-9320-1>
- Gilbert JK, Osborne RJ and Fensham PJ(1982). Children's science and its consequences for teaching. *Science education*, 66(4), 623~633.
- Harris RK and Graham S(1994). Constructivism: Principles, paradigm, and integration, *The Journal of Special Education*, 28(3), 233~247.
- Jones MG, Carter G and Rua MJ(2000). Exploring the development of conceptual ecologies: Communities of concepts related to convection and heat. *Journal of research in science teaching*, 37(2), 139~159. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1098-2736\(200002\)37:2<139::aid-tea4>3.3.co;2-t](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-2736(200002)37:2<139::aid-tea4>3.3.co;2-t)
- Kwon SG and Kim IJ(2003). Characteristics of Elementary Students' Conception of Temperature with their Heat Conception. *Journal of Korean elementary science education*, 15~28.
- Kim HJ and Kim HH(1990). A Survey of Elementary School Children's Concept of Temperature. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 10(1). 34~41.
- Lee SK and Kim UH(1995). A Study Introducing the Science of History to Correct Misconception. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 21(3), 148~161.
- Lim CH and Kwon MJ(1998). A Study on Elementary School Children's Conceptions about Heat and Temperature. *Research of Science and mathematics education*, 21, 43~79.
- Linn MC and Songer MB(1991). Teaching thermodynamics to middle school students: What are appropriate cognitive demands? *Journal of research in science teaching*. 28(10), 885~918.
- Liu SC(2011). What is the thing we call heat? A study on diverse representations of the basic thermal concepts in and for school science. In M. M. H. Cheng and W. W. M. So (Eds.), *Science Education in International Contexts* (pp. 17~28). Springer.
- Lumpe A T(1995). Peer collaboration and concept development: learning about photosynthesis. *Journal of research in science teaching*, 32(1), 71~98. <https://doi.org/10.1002/tea.3660320108>
- Ministry of Education(2015). *Science curriculum, Separate volume 9 (Notice 2015-74)*.
- Na J(2014). *The Roles and Features of Everyday Experience in Elementary School Students' Understanding of Thermal Phenomena*. Seoul National University PhD thesis.
- Paik SH, Cho BK and Go YM(2007). Korean 4 to 11 year old student conceptions of heat and temperature. *Journal of Research in Science*

- Teaching, 44(2), 284~302.
- Renner JW and Abraham MR(1990). Understanding and misunderstandings of eighth graders of four physics concepts found textbooks. Journal of research in science teaching, 27(1), 35~54. <https://doi.org/10.1002/tea.3660270105>
- Suh YW(2007). A Study of Investigating the Nature of Science and Characteristics of Science Education from Constructivists' Perspective. Education Science Research, 38(2), 267~289.
- Wang K(2008). An Alternative View of Concept Learning and its Educational Implications. The Journal of Curriculum and Evaluation, 11(1), 97~118. <https://doi.org/10.29221/jce.2008.11.1.97>
- Yeo S and Zadnik M(2001). Introductory thermal concept evaluation: assessing students' understanding. The Physics Teacher, 39, 496. <https://doi.org/10.1119/1.1424603>
- Yoo BG and Yun HJ(2000). An elementary student's conceptual change of heat. Science Education Research, 25, 233~250.
- 
- Received : 07 October, 2019
  - Revised : 24 October, 2019
  - Accepted : 04 November, 2019