

# 국민학교 아동의 온도개념 형성에 관한 조사

김 현재

(인천교육대학)

김 한 호

(의정부배영 국민학교)

## I. 서론

### A. 연구의 필요성과 목적

과학의 급격한 발달은 지식의 양, 질적인 면에서 증대 복잡하고 다양하게 변화시켰다. 이와같은 사태를 학생의 지적인 수준에 적합하게 재조직, 재구성하고 단순화 시킴으로써 학습을 쉽고, 효율적으로 하고자 하는 것이 개념 학습이다(pella 1966)

그런데 학생의 개념구조는 일상생활, 학습에 의한 경험에 의하여 형성이 되나 아동의 인지 구조의 독특함, 지식 수준에 의하여 다양하게 형성될 수도 있으며 이 형성된 개념구조는 후속 학습에 영향을 끼치며, 쉽게 변하지 않는다는 것이 일반적인 경향임이 근자의 많은 연구 결과로 나타나며 이런 이유에서 학생들의 개념체계 분석 연구 노력이 증가하는 경향을 보이고 있다.

학습의 효과는 교사가 과학자들의 개념체계와 학생들의 개념체계에 대한 이해, 인식이 병행될 때 얻을 수 있다고 생각이 되며 이러한 필요성에 의해 본 연구는 온도에 대하여 아동이 갖고 있는 개념체계를 분석하여 그 수준과 경향성을 파악하여 교수

학습의 효과를 기하기 위한 기초자료도 제공하고자 함이다.

### B. 연구문제

위에서 제시한 연구의 목적을 구체적으로 구현하기 위한 세부적 문제는 다음과 같다.

1. 국민학교 아동들의 온도에 대한 개념의 수준은 어느정도 인가?
2. 아동들이 갖고 있는 사고의 경향성은 어떤것일까?

### C. 연구의 제한점

1. 본 연구는 의정부시 배영 국민학교 1~6학년 306명에 한 하였고 추적조사가 아니므로 사고의 경향성을 일반화하기가 어렵고, 학년이 증가하면서 사고가 그렇게 발달되리라고 단정 짓기 어렵다.

2. 연구의 내용은 온도 개념중에서 다음의 내용으로 한하였다.

- a) 열과 온도의 관계
- b) 양과 온도의 관계

- c) 물의 상태변화 온도
- d) 열적 평형 상태하에서 물질의 온도

3. 1.2학년은 온도에 대한 학습이전이어서 온도에 대한 간단한 설명을 실시하였고, 1~3학년은 예상의 방법에 대하여 익숙하지 못하여 예를 들어서 예상의 방법을 제시하였다. 그러므로 이 사전 설명이 1.2.3학년의 아동이 갖고 있던 사고에 영향을 주지 않았다고 단정을 지을 수 없고, 1.2학년은 온도에 대한 기초적인 학습 이전이라고만 보기는 어렵다.

## II. 관련이론 및 선행연구 고찰

### A. 이론적 배경

#### 1. 온도·열의 정의 (생략)

### B. 선행연구 분석

국내의 연구로는 「아동의 에너지 보존 개념 형성 발달에 관한 연구」에서 김 종권(1976)은 열에너지와 온도 양의 비례 관계 성향을 조사·분석했으며 결과

로는 열에너지 보존 개념은 5학년에서 형성 반응이 나타나며 6학년에서 급격히 증가하여 보존 개념이 형성 된다고 분석하여 3.4학년의 유사 단원인 물질의 녹는 양, 온도, 열과 물체의 변화 내용은 6학년 수준에서 연결 지도함이 바람직하다고 제시하고 있으며 「중등학생의 에너지에 대한 개념 형성 조사」에서 조봉채(1986)는 에너지에 대한 (열에너지)개념은 형성 수준이 미약하며 학생의 선입견 오인은 후속 학습에 영향을 끼쳐 사고의 변화는 학습에 의하여 잘 이루어지지 않는다고 제시하고 있다.

국외의 연구로는 국내와의 대조적으로 연구가 활발하게 이뤄지고 있다.

Erickson (1979)의 아동의 열, 온도개념 조사, Tiberghier 의 온도에 대한 조사(정량, 정성적 과제 비교), Stary 의 「온도 개념의 정략적 측면에서 지도상의 인지적 갈등」, Driver & Russe 의 「열, 온도, 상태 변화에 대한 8세-14세 아동의 사고 경향성 조사」등으로 온도에 관련된 개념을 중심으로 연구한 결과는 아동의 온도에 대한 사고는 다양하며 학습 이전에도 직관적인 사고에 의하여 온도에 대한 개념을 갖고 있고 이는 학습에 의하여 큰 변화를 보이지

<표 1> 교육과정중 온도 관련 단원 분석표

단원구분	단 원 명	중심개념	관련 지도 내용
1-2-8	겨울		얼음의 찬 느낌 알기
2-1-2	빛과 그림자	양달, 음달의 차이점을 알아보고 빛을 이용하여 청사진 만들기	양달, 음달의 온도 감각차 알기
2-2-4	생활을 편리하게 하는 것들		온도계의 모양, 이름, 쓰임 알기
3-1-4	날씨	날씨는 바람 기온 등으로 나타나며 시간 장소에 의해 변한다.	○온도계 사용-온도 읽기. 측정방법알기 ○1일(여러날)의 기온 측정하기 ○날씨-생활과의 관계 파악하기 ○열에 의한 가루 물질의 변화 관찰
3-2-2	여러가지 물질	여러가지 가루(액체)는 각각 다른 성질을 갖는다.	
4-2-3	열과 물체의 변화	열은 고온에서 저온으로 이동하며 물질의 부피, 상태를 변화시킨다.	○물의 온도 변화 측정 ○열의 이동모습, 전도술 ○대류현상 ○물질의 상태변화 관찰 ○열에 의한 물질의 부피, 길이의 변화관찰
5-1-2	용해	물질에는 물에 녹는 것, 녹지 않는 것이 있으며 녹는 양은 온도에 따라서 달라진다.	○용액중에서 물의 증발 ○온도에 따른 용해도 조사
5-1-3	날씨의 변화	태양 에너지에 의해 물, 대기는 순환되며, 이 과정에서 날씨와 변화가 일어난다.	○지면, 수면의 온도 변화 조사 ○공기의 움직임 ○증발조건 조사
6-2-3	연소	연소하는 때는 탈 수 있는 물질, 열, 산소가 필요하며 연소 후에는 이산화탄소가 생긴다.	○연소의 조건(발화온도) ○발화점은 물질에 따라서 다르다.

않고 있다는 등의 결과를 제시하고 있다.

### C. 국민학교 교육과정상의 온도 관련 단원 내용 분석

1-3학년의 개정된 교과서와 개정이전인 4-6학년의 교과서에서 온도와 관련된 내용을 추출 분석하면 다음 <표 1>과 같다(문교부, 1983, 1989)

## II. 연구 방법 및 절차

### A. 연구 대상

의정부시 배영 국민학교 1-6학년 중에서 학년당 1개반씩 무작위로 추출한 후에 비 적령아, 부진아를 제외하고 실시하였으며 그 학년 별 인원, 총 조사대상 인원은 다음과 같다.

<표 2> 연구대상 아동수

학년	1	2	3	4	5	6	계
인원수	52	53	50	50	50	51	306

### B. 연구 및 조사 기간

연구 기간은 1989.4~1990.2(11개월)이었고 조사 기간은 6학년을 선두로 하여 5.4.3.2.1학년으로 조사였다. 4~6학년은 5~7월에 실시하여 4학년은 「열과 물체의 변화」 단원을 학습 이전이었고 1~3학년은 11~12월에 실시하여 3학년은 「날씨」 단원을 통한 온도에 대한 기초적인 학습 후가 된다.

### C. 연구 방법

#### 1. 임상지(설문지) 작성

Children's ideas in Science 중 4장 「Heat and temperature」(G. Erickson and A. Tiberghien)에서 온도와 관련된 연구 내용 결과를 추출하여 이를 바탕으로 임상지를 작성하였고 6, 4, 2학년에서 각 10명씩 추출하여 Pre Test 를 실시하여 내용, 용어를 학년 수준에 맞게 수정하였다.

#### 2. 조사 방법

실험물을 설치(설치 불가능한 것은 그림으로 제시)한 후에 실험에 관한 설명 후 예상되는 결과와 그 결과 선택의 근거(이유)를 1:1 임상법을 통하여 조사 기록하였다.

### 3. 조사 내용 및 분석 방법

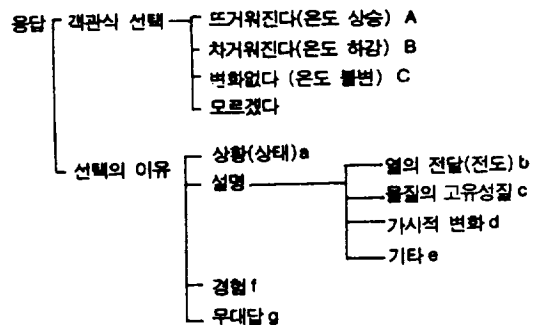
조사내용	분석방법
a. 열과 온도의 관계 (물, 모래, 설탕)	① 계통도에 의한 분석 · 사고 유형별 빈도수작성 (도표)
b. 양과 온도의 관계 (얼음, 물-정량, 정성적 과제)	· 그래프화(색관식 선택 비율, 주요사고유형 비율, 단 주요사고 유형에서 추측에 의한 요인은 제외시킴)
c. 물의 상태변화 온도	② 문항분석
d. 열적 평형상태하에서 물질의 온도	

## IV. 결과 분석

열과 온도의 관계 물질의 양과 온도의 관계 물의 상태 변화 온도, 열적 평형 상태 하의 물질의 온도에 대하여 아동들이 갖고 있는 개념 수준과 경향성을 알아본 결과는 다음과 같다.

### A. 열과 온도의 관계

같은 양의 물·모래·설탕을 가열할 경우 물질의 온도 변화를 예상하게 하고 그 예상의 근거를 조사하여 응답을 <그림 2>의 계통도에 의해 각 물질별, 사고 유형별 빈도수를 도표화하였다. <표 2.3.4>



1. 물

물에 대한 아동의 사고 유형별 빈도수는 <표 3>와 같으며 이를 근거로 작성한 객관식 선택 비율의 그래프는 <그림 3>, 주요 사고 유형별 빈도수 그래프는 <그림 4>와 같다.

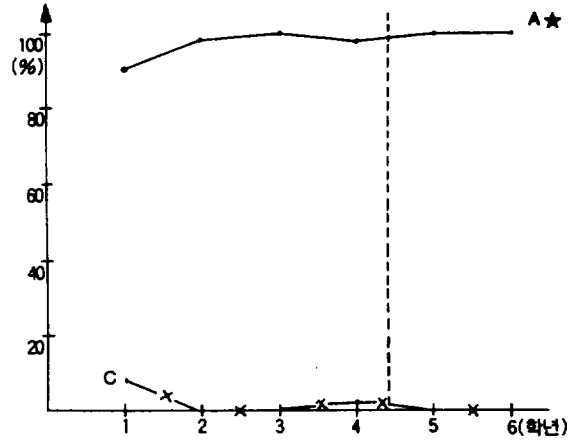
<표 3> 물에서의 사고 유형별 빈도수 (N: 306)

코드 NO	사고유형	학 년						계
		1	2	3	4	5	6	
1	Aa	18	20	17	16	30	26	127
2	Ab	.	.	.	3	15	6	24
3	Ac	.	3	.	1	.	.	4
4	Ad	10	13	9	8	2	5	47
5	Af	17	14	14	17	3	11	76
6	Ag	2	2	10	4	.	3	21
★	A계(%)	(90) 47	(98) 52	(100) 50	(98) 49	(100) 50	(100) 51	(97) 299
7	Cf	.	1	.	.	.	.	1
8	Cg	1	.	.	.	.	.	1
	C계(%)	(2) 1	(2) 1	.	.	.	.	(1) 2
9	D	4	.	.	1	.	.	5
	D계(%)	(8) 4	.	.	(2) 1	.	.	(2) 5
	총계	52	53	50	50	50	51	306

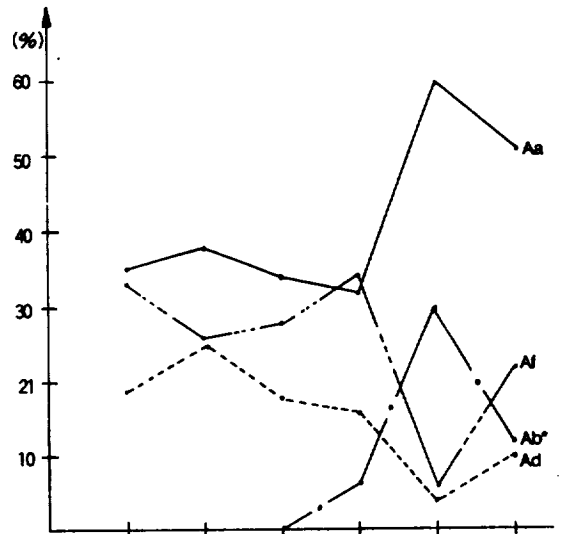
★는 객관식 선택의 정답, \*는 바람직한 사고유형을 나타냄.  
● 그래프에서 점선의 왼쪽은 학습이전, 오른쪽은 이후를 나타냄.

<그림 3>에서 보면 열에 의해 물의 온도가 올라간다는 생각은 학습전, 후와 관계없이 높은 비율을 (97%) 보여 주고 있고 학년간의 차이도 적게 나타나고 있다. (90%, 98%, 100%, 98%, 100%, 100%) 이는 문항이 생활과 밀접하여 쉽게 경험할 수 있는 것이어서 학습 이전에도 높은 비율을 보인 것이라고 생각이 된다.

요인: 가열한 사실), Af(경험적 요인: 생활에서 관찰), Ad(가시적 변화 요인: 끓음, 색의 변화, 탄다)으로 나타나고 있으며 주요 사고 유형별 빈도수는 Aa(42%) > Af(25%) > Ad(15%)의 순이며 학년별 빈도수는 Aa(35%, 38%, 34%, 32%, 60%, 51%)이며 Af(33%, 26%, 28%, 34%, 6%, 22%), Ad(19%, 25%, 18%, 16%, 4%, 10%)로 나타나고



(그림 3) 물의 객관식 선택 비율



(그림 4) 물에 대한 주요 사고 유형별 비율 (\*는 바람직한 사고유형)

있다. ( ) 안의 백분율은 국1~국6의 순서로 응답한 백분율임)

바람직한 유형인 Ab(열의 전도)는 4학년부터 나타나며 빈도수는 (6%, 30%, 12%)로 낮은 비율이다.

상황적 요인에 의한 설명은 학년이 높아지면서 증가하는 추세이나 5학년에서 급격한 증가가 보이며, 가시적 변화 요인에 의한 설명은 전반적으로 감소하는 경향이나 5학년에서 급격한 감소현상이 나타나며 경험적 요인에 의한 설명도 같은 경향을 나타내고 있다. 대조적으로 열의 전도에 의한 설명은 5학년

서 높게 나타나고 있는데 이는 4학년의 「열과 물체의 변화」 단원을 학습한 결과로 보여지며 이로 인하여 경험적 요인, 가시적 변화 요인에 의한 설명의 빈도수가 감소했다고 생각이 된다.

이상의 분석을 토대로 대부분의 아동은 열에 의한 물의 온도 상승을 알고 있으며 그 판단의 근거로 저학년은 상황적, 경험적, 가시적 변화를, 고학년에서는 상황적, 경험적, 열의 전도 요인을 들고 있다. 결국 아동은 상황적, 경험적 판단에 의하여 물의 온도가 상승한다고 생각하며 가시적 변화를 온도상승과 관련지워 생각을 하고 있으며 열의 전도에 의한 판단은 학습 후에 증가하나 그 빈도수가 낮은 것으로 보아 학습의 결과는 아동의 바람직한 사고의 형성에 낮은 효과를 주었다고 판단이 된다.

## 2 모래

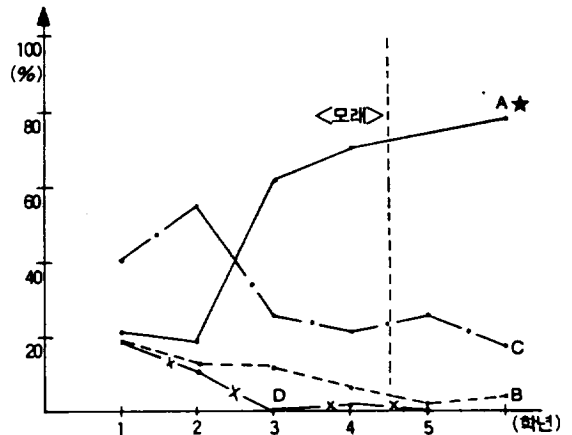
모래에 대한 아동의 사고 유형별 빈도수는 <표 4>와 같으며 이를 근거로 작성한 객관식 선택 비율의 그래프는 <그림 5>, 주요 사고 유형별 비율의 그래프는 <그림 6>과 같다.

<그림 5>에서 보면 열에 의한 모래의 온도 상승 54%(21%, 19%, 62%, 70%, 74%, 78%), 온도 변화 없다 31%(40%, 57%, 26%, 22%, 24%, 18%)로 정답 비율은 고학년으로가면서 점차 증가한다.

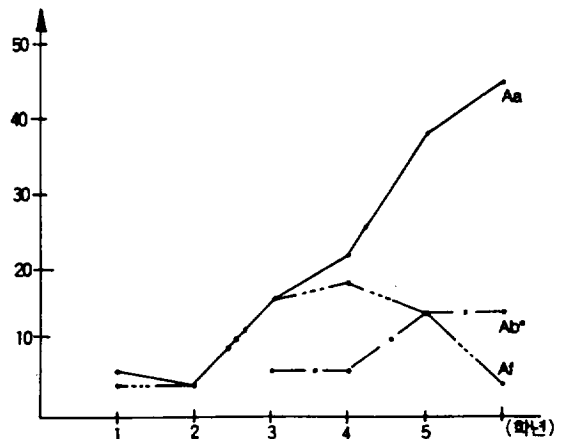
1,2학년에서는 '온도 변화가 없다'가 온도 상승보다 높은 비율이나 3학년부터는 반대의 현상이 나타난다. 이는 3학년의 「물질의 성질」 단원에서 학습한 결과를 온도 상승과 관련시켜서 생각시켰기 때문이라고 생각이 된다.

<표 4> 모래에서의 사고 유형별 빈도수(N : 306)

코드 No	사고유형	학 년						계
		1	2	3	4	5	6	
1	Aa	3	2	8	11	19	23	66
2	Ab	.	.	3	3	7	7	20
3	Ac	.	2	.	1	.	.	3
4	Ad	.	.	1	3	.	.	4
5	Af	2	2	8	9	7	2	30
6	Ag	6	4	11	8	4	8	41
★	A계(%)	(21) 11	(19) 10	(62) 31	(70) 35	(74) 37	(78) 40	(54) 164
7	Bc	.	.	1	.	1	.	2
8	Bd	.	.	.	1	.	.	1
9	Be	.	.	1	.	.	.	1
10	Bf	.	.	.	.	.	1	1
11	Bg	10	7	4	2	.	1	24
	B계(%)	(19) 10	(13) 7	(12) 6	(6) 3	(2) 1	(4) 2	(9) 29
12	Cc	2	8	.	.	4	3	17
13	Cd	.	2	2	.	.	.	4
14	Ce	.	3	2	2	.	.	7
15	Cf	4	5	3	.	.	.	12
16	Cg	15	12	6	9	8	6	56
	C계(%)	(40) 21	(57) 30	(26) 13	(22) 11	(24) 12	(18) 9	(31) 96



(그림 5) 모래에 대한 객관식 선택비율



(그림 6) 모래에 대한 주요 사고 유형별 비율

<그림 6>에서는 주요 사고 유형이 Aa(상황적 요인) Af(경험적 요인)이며 유형별 비율은 Aa(22%) Af(10%)의 순이다. 학년별로 보면 Aa(6%, 4%, 16%, 22%, 38%, 45%) Af(4%, 4%, 16%, 18%, 14%, 4%)로 상황적 요인에 의한 설명은 학년이 가면서 증가한다. 경험적 요인 설명은 증가하나 5학년 이후부터 감소하는 경향으로 나타나며 바람직한 사고 유형인 Ab(열의 전도)을 통한 설명은 5,6학년에 와서 증가하나 낮은 비율로 보이고 있다(14%, 14%). 이와 같이 사고 유형의 변화는 3학년 「물질의 성질」에서 가루물질에 가열하여 변화를 관찰한 학습경험에 의하여 3,4학년의 경험적 요인에 의한 비율이 증가하다가 4학년의 「열과 물체의 변화」 단원에서 열의 전도를 공부한 이후인 학년(5,6학년)에서는 경험적 설명보다는 역의 전도 요인에 의한 설명이 증가하는 것은 학습의 결과가 사고 유형을 변화시켰다고 생각이 되나 학습의 효과는 적다고 판단이 된다.

이상에 분석에서 보면 아동은 열에 의한 모래의 온도 상승에 대하여 상황적, 경험적 요인으로 설명하고 있으며 열의 전달에 의한 설명은 학습 후에도 낮은 비율이며 이는 학습이 아동의 사고 변화에 큰 영향을 끼치지 못한다고 생각이 된다.

1,2학년 아동은 모래는 열에 의하여 온도가 변하지 않는다고 생각하는 경향이 크며, 4~6학년에서는 반대로 온도가 상승한다고 보는 경향이나 이 경향은 학습 이후에도 큰 변화를 보이지 못하고 있다.

### 3. 설탕

설탕에 대한 사고 유형별 빈도수는 <표 5>와 같으며 이를 근거로 작성한 객관식 선택 비율의 그래프는 <그림 7>, 주요 사고 유형별 비율의 그래프는 <그림 8>과 같다.

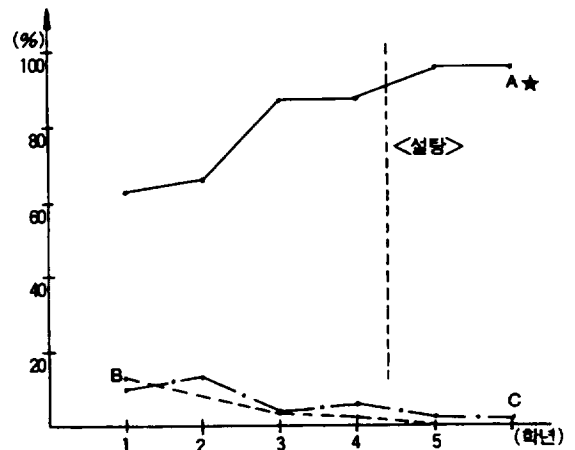
<표 5, 그림 7>에서 보면 열의 의한 설탕의 온도가 상승한다는 생각은 83%(64%, 66%, 88%, 88%, 96%, 96%)로 높은 비율을 보이며 학년이 올라가면서 증가하는 추세이다.

<그림 8>에서 보면 주요 사고 유형은 Ad(가시적 변화 요인), Aa(상황적 요인) Af(경험적 요인)으로 나타나는데 전체적인 비율은 Ad(25%) Aa(22%) Af(17%)의 순이며 학년별로는 Ad(29%, 30%, 36%, 26%, 12%, 18%), Aa(8%, 11%,

표 5. 설탕에서의 사고유형별 빈도수

(N=306)

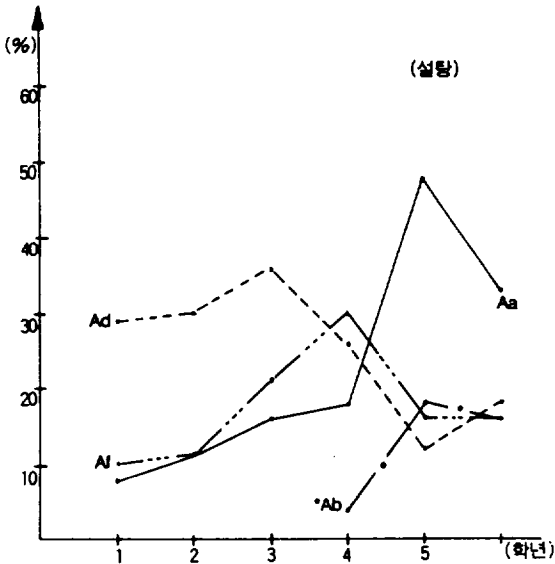
코드 NO	사고 유형	학 년						계
		1	2	3	4	5	6	
1	Aa	4	6	8	9	24	17	68
2	Ab				2	9	8	19
3	Ad	15	16	18	13	6	9	77
4	Af	5	6	11	15	8	8	53
5	Ag	9	7	7	5	1	7	36
	A계 (%)	(64) 33	(66) 35	(88) 44	(88) 44	(96) 48	(96) 49	(83) 253
6	Bg	7	5	2	1			15
	B계 (%)	(13) 7	(9) 5	(4) 2	(2) 1			(5) 15
7	Cg	5	7	2	3	1	1	19
	C계 (%)	(10) 5	(13) 7	(4) 2	(6) 3	(2) 1	(2) 1	(6) 19
8	D	7	6	2	2	1	1	19
	D계 (%)	(13) 7	(12) 6	(4) 2	(4) 2	(2) 1	(2) 1	(6) 19
	총계	52	53	50	50	51		306



(그림 7) 설탕에 대한 객관식 선택 비율

16%, 18%, 48%, 33%), Af(10%, 11%, 22%, 30%, 16%, 16%)로 나타나고 있다. 바람직한 사고 유형인 Ab(열의 전도)의 비율은 4학년부턴 나타나며(4%, 18%, 16%) 그 비율은 낮다.

1~3학년은 가시적 변화 요인에 의한 설명이 경험적 상황적 설명보다 높은 비율이나 4학년에서는 경험적 요인이 가시적, 상황적 설명보다 높은 비율이며 5,6학년은 상황적 설명의 비율이 급격히 증가하



(그림 8) 설탕에 대한 주요 사고 유형별 비율

고, 열 전도에 의한 설명이 나타나며 그 비율은 경험적·가시적 요인에 의한 설명의 비율보다 높게 나타난다.

이상의 분석을 토대로 아동은 열에 의한 설탕의 온도가 상승한다고 생각하는 경향이 높고 그 비율은 학년이 가면서 높아지고 있으며 온도 상승의 근거로는 1,2,3학년은 가시적 변화(끓음, 색의 변화, 탄다 등)를 근거로 4학년은 경험적 요인을, 5,6학년은 상황적 설명, 열전도를 설명의 요인으로 제시하고 있다.

3학년에서 설탕의 온도가 높다는 반응이 증가하는 이유는 「물질의 성질」 단원 학습의 영향으로 생각되며 4학년의 사고 유형의 변화는 4학년 「혼합물의 분리」 단원에서 직접 실험한 학습경험, 5,6학년의 사고 유형의 변화에서 바람직한 사고(열전도요인)의 증가 원인은 4학년 「열과 물체의 변화」 단원을 공부한 영향으로 판단이 되나 증가비율이 낮아 학습이 사고 유형의 변화에 큰 영향을 끼치지 못했다고 생각된다.

#### 4. 논의

객관식 선택의 경우 열에 의한 물질의 온도 상승은 물(97%), 설탕(83%), 모래(54%)의 순서로 나타났고, 모래의 경우 온도가 변하지 않는다(31%)로 나타난 것으로 볼 때 아동들은 열에 의한 물질의 온

도 상승은 물질에 따라 선택적으로 발생한다고 보고 있다. 또한 물의 경우 정답의 비율은 학습전, 후 차이가 없는 것은 실생활에서 쉽게 경험할 수 있는 과제였기 때문이라고 판단이 되며, 모래, 설탕에서 3,4학년에서 정답의 비율이 급격히 증가하는 것은 3학년 「물질의 성질」, 4학년 「혼합물의 분리」에서 열에 의한 물질의 상태 변화를 학습한 것에서 비롯되었다고 생각을 할 때 한 학습은 유사한 후속 학습에 영향을 끼친다고 판단이 되며 이는 오히려 상태 변화(가시적)가 있을 때만 물질의 온도가 상승한다는 선입견을 형성시켜 줄 수도 있다고 생각이 된다.

사고 유형의 분석에서는 물질의 온도 상승을 경험적, 상황적, 가시적 변화 요인으로 설명하려고 하며 열 전도에 의한 바람직한 설명은 4학년부터 나타나며 5,6학년에 와서 그 비율이 약간 증가하나 여전히 낮은 수준을 보이고 있다.

저학년일수록 경험적, 가시적·요인의 비율이 높으며 가시적 변화(끓음, 색의 변화, 탄다 등)와 가열에 의한 온도 상승과 관련지워 생각하며, 고학년으로 갈수록 상황적 요인에 의한 설명은 증가하나 경험적, 가시적 변화에 의한 설명은 감소하며 대신 바람직한 사고유형인 열 전도에 의한 설명의 시도가 나타난다. 그러나 그 비율은 저조한 것으로 나타나 학습에 의하여 아동의 사고는 쉽게 변화되지 않음을 보여주고 있다. 이상의 논의는 A. Tiberghien (1988) 이 프랑스의 10~13세 아동을 대상으로 같은 질문을 한 경우에서 가열에 의하여 물질의 온도 상승은 선택적이며 상당수의 아동의 모래는 원래 가열되지 않는 성질을 갖고 있어 가열에 의하여 온도 상승이 일어나지 않으며 가열과 물질의 가시적 변화를 관련시켜 생각하며 가열에 의하여 물, 모래, 설탕은 모두 온도가 상승한다는 빈도는 조사인원의 1/3로 나타났다는 연구 결과와 많은 유사점을 갖고 있다고 생각이 된다.

#### B. 물질의 양과 온도의 관계

크기가 다른 얼음을 제시하고 온도를 비교, 정답을 선택케 하고, 그 선택의 근거를 제시하도록 했으며

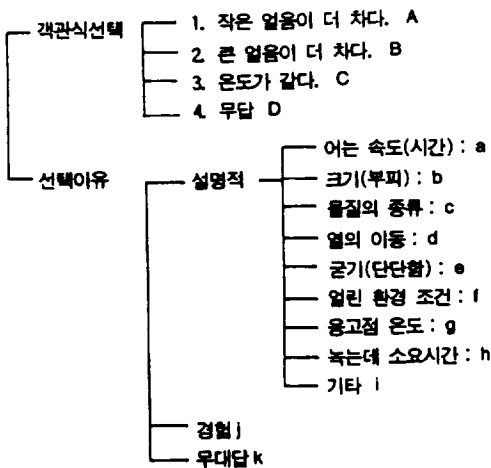
물을 섞었을 때의 온도 변화는 정성적 과제와 정량적 과제로 구분하여 정성적 과제는 물의 양, 물의

온도 조건에 변화를 주고 예상되는 정답을 선택, 그 이유를 설명케 했고, 정량적 과제에서는 물의 양, 온도, 조건에 변화를 주고 예상되는 온도를 제시, 산출의 방법을 설명하게 하였다.

이상의 질문은 계통도를 작성하여 사고 유형별 빈도수를 도표화하였다.

1. 얼음

크기가 다른 얼음을 제시하고 온도를 비교, 답을 선택케 했으며 그 선택의 근거를 물어서 〈그림 9〉의 계통도에 의해 사고 유형별 빈도수를 도표화하였다.〈표 6〉



〈그림 9〉 얼음의 온도 비교에 대한 계통도

〈표 6〉를 토대로 객관식 선택의 빈도수를 그래프로 그리면 〈그림 10〉 주요 사고 유형의 빈도수를 그래프화 하면 〈그림 11〉과 같다.

〈그림 10〉에서 보면 큰 얼음이 더 차다(B)가 가장 높은 비율(55%)이며 온도가 같다(C)의 비율은(28%), 작은 것이 더 차다(A)의 비율은(16%)임을 보여 B>C>A의 비율 순을 보이고 있다. 학년별로 보면 큰 것이 더 차다는 생각은(73%, 69%, 64%, 38%, 48%, 39%)이며 온도가 같다는 생각은(19%, 25%, 20%, 30%, 38%, 45%)로 나타나 큰 것이 더 차다는 생각은 고학년으로 가면서 전반적으로 감소하는 경향이나 온도가 같다는 생각은 증가함을 보이고 있다.

5학년에서 큰 것이 더 차다는 생각이 증가함은 4학년 「열과 물체의 변화」단원에서 얼음을 녹이기, 물을

표 6. 얼음의 사고유형별 빈도수

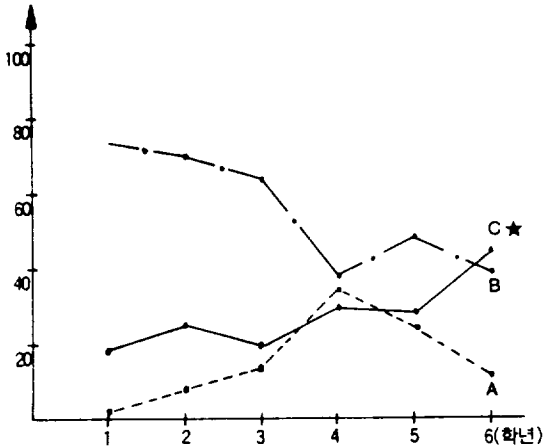
(N=306)

코드 NO	사고 유형	학 년						계
		1	2	3	4	5	6	
1	Aa			3	8	4	4	19
2	Ab						1	1
3	Ad				2	2		4
4	Ae			1	1	1		3
5	Ah			2			1	3
6	Ai					2		2
7	Ak	1	4	1	5	3	2	16
	A계 (%)	(2) 1	(7) 4	(14) 7	(32) 16	(24) 12	(16) 8	(16) 48
8	Ba		2	1	2	1	3	9
9	Bb	26	23	16	11	9	10	95
10	Bd				1	1	1	3
11	Be					1	1	2
12	Bh			6		3	4	13
13	Bi				2	1		3
14	Bj					2		2
15	Bk	12	11	9	3	6	1	42
	B계 (%)	(73) 38	(69) 36	(64) 32	(38) 19	(48) 24	(39) 20	(55) 169
16	Cc	7	6	4	3	2	2	24
*17	Cf	1	3	2	8	7	14	35
18	Cg					2	1	3
19	Ci				1			1
20	Cj			1	1		1	3
21	Ck	2	4	3	2	3	5	19
★	C계 (%)	(19) 10	(24) 13	(20) 10	(30) 15	(28) 14	(45) 23	(28) 85
22	D	3		1				4
	D계 (%)	(6) 3		(2) 1				(1) 4
	총계	52	53	50	50	50	51	306

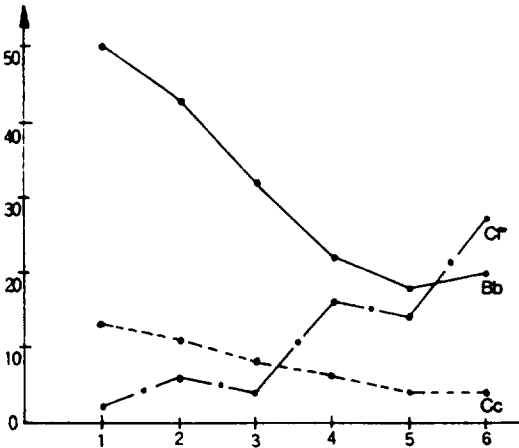
얼려보기 학습을 하는 중에 감각적 경험에 의한 것으로 추측이 되며 정답, 온도가 같다고 생각이 고학년으로 가면서 증가함은 성장에 따른 사고의 발달에서 비롯되었다고 생각이 된다.

〈그림 11〉에서는 주요사고 유형이 Cf(얼음이 형성된 조건의 동일하다는 요인) Bb(얼음의 크기 요인) Cc(같은 종류의 물질로 구성)으로 나타나고 있다. 전체적인 비율을 보면 Bb(31%)> Cf(11%)> Cc(8%)의 순으로 나타나며 학년별로는 Bb(50%, 43%, 32%, 22%, 18%, 20%), Cf(2%, 6%, 4%,





(그림 10) 얼음에 대한 객관식 선택의 비율



(그림 11) 얼음에 대한 주요 사고 유형별 비율

16%, 14%, 27%), Cc(13%, 11%, 8%, 6%, 4%, 4%)로 나타난다.

아동은 외적인 요인(부피(크기), 물질의 종류)에 의하여 판단하는 경향은 저학년에서 고학년으로 가면서 비율이 감소하는 추세이나 반대로 바람직한 사고유형인 비가시적 요인(얼린 곳, 얼린 곳의 온도)에 의하여 사고하는 경향성은 고학년으로 가면서 증가하나 그 비율은 낮다.

이상의 분석을 토대로 얼음의 크기(양, 부피)가 큰 것이 더 차다는 사고를 하며 저학년 일 수록 그 비율이 더 크게 나타난다. 여기에서 볼 때 저학년 아동은 물질의 온도는 물질의 양적인 면과 관련지우는 잘못된 생각을 갖고 있으며 이러한 경향성은 학년이 높아지면서 감소하나 고학년에서도 여전히 높은 비율

의 수준으로 남아있어 잘못 형성된 사고는 쉽게 변화하지 않는다고 생각이 된다.

외국의 연구 결과와 비교해 보면 G.Erickson(1980)은 12세 아동의 50%가 큰 얼음이 더 차며 선택의 근거로는 녹는데의 소요시간에 관점을 두고 있다고 제시하나 우리의 12세 아동은 큰 것이 더 차다가 39%이며 선택의 근거로 얼음의 크기(20%, 녹는데는 소요시간에 의한 판단은 8%로 나타난 객관식 선택에서 11%의 차, 선택의 근거에서는 서로 다른 경향성을 띠고 있으며,

R. Driver(1981)은 8~9세의 아동 50%는 얼음의 크기에 관점을 두고 있다고 제시하나 한국의 8~9세 아동은 38%의 아동의 얼음의 크기에 관점을 두어 비율의 차이는 12%이나, 비슷한 사고 유형을 갖고 있다고 할 수 있다.

## 2. 물

### a) 정성적 과제

같은 양, 온도의 물을 섞었을 경우와 다른 양, 온도의 물을 섞었을 경우로 나누어 객관식 선택을 하게하고 그 선택의 근거를 설명케 하였다. 응답은 <그림 12>의 계통도에 의해서 과제별(온도, 물의 양이 같은 경우, 다른 경우)로 사고 유형별로 빈도수를 도표화하였다. <표 7>

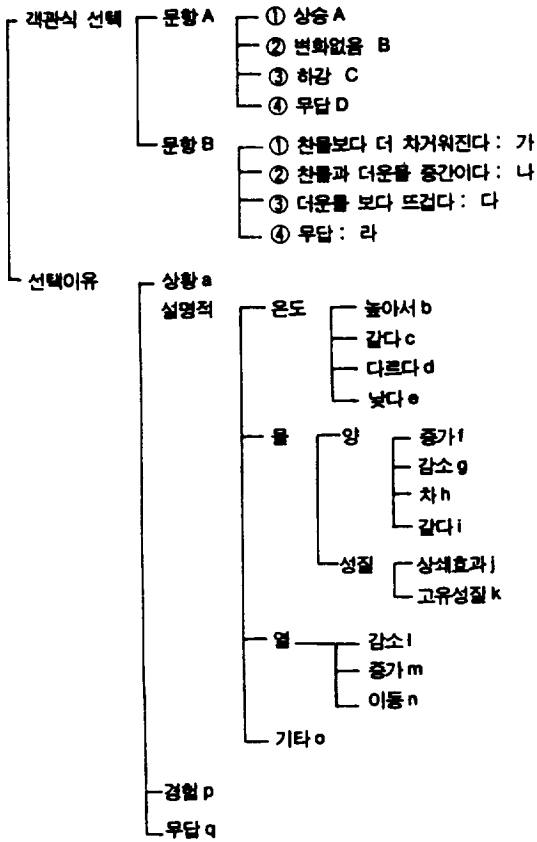
#### 1) 물의 양, 온도가 같은 경우

<표 7-1>을 근거로 객관식 선택 빈도수를 그래프화하면 다음의 같으며 <그림 13> 주요 사고 유형을 그래프로 그리면 <그림 14>와 같다.

<표 7-1>에서 보면 객관식 선택의 비율은 A(물의 온도 상승: 55%), B(온도 변화 없음: 33%), C(온도 하강: 9%), D(무답: 3%)로 나타나 비율의 큰 순서는 A>B>C>D이다.

학년별로 보면 「온도 상승」은 (64%, 64%, 62%, 62%, 44%, 41%)로 나타나며 <그림 13> 정답, 「온도 변화 없다」는 (13%, 21%, 30%, 30%, 50%, 53%), 「온도가 내려간다」는 (15%, 9%, 12%, 6%, 6%, 6%)로 나타나 아동은 전반적으로 「물의 온도 상승 변화 없다」는 생각을 주로하며, 고학년으로 가면서 「물의 온도 상승」한다는 생각은 감소 추세이고, 「물의 온도 변화 없다」는 생각은 증가하는 추세를 보인다.

1, 2, 3, 4학년에서는 「물의 온도가 상승한다」는 생각



(그림 12) 물에 대한 정성적 과제의 거론도

이 「온도 변화 없다」보다 높은 비율이나 5.6학년에서와서는 경향이 반대로 나타나는데 그러나 여전히 「온도가 상승한다」는 생각의 비율은 크게 줄어들지 않는다. 형은 Af(물의 양 증가에 따른 온도 상승), Aa(물을 섞었다는 상황적 설명에 의한 온도 상승), Bc(섞은 물의 온도가 같아서 온도 변화가 없다)는 것으로 나타난다.

<그림 14>에서 보면 상황적 요인(Aa) 설명은 학년이 높아지면서 감소 추세이며(31%, 23%, 12%, 8%, 2%, 0%). 물의 양 증가에 요인(Af)을 두는 생각은 4학년을 제외하고는 고른 경향이며(14%, 15%, 16%, 28%, 12%, 20%) 물의 온도 조건의 같음을 요인(Bc)을 두는 생각은 점차 증가한다(20%, 6%, 10%, 12%, 22%, 28%).

1.2.3학년에서는 상황적, 양의 증가 요인에 의하여 설명하고 4.5.6학년에서는 양의 증가, 온도의 동일성에 요인을 두어 설명하고 있다. 그러나 바람직한 사

고 유형인 Bn(열의 이동)에 의한 설명은 전학년에 걸쳐서 전혀 나타나지 않고 있다.

2) 물의 양, 온도가 다른 경우

<표 7-2>를 근거로 객관식 선택 빈도수 주요 사고유형을 그래프로 그리면 다음과 같다. <그림 15, 그림 16>

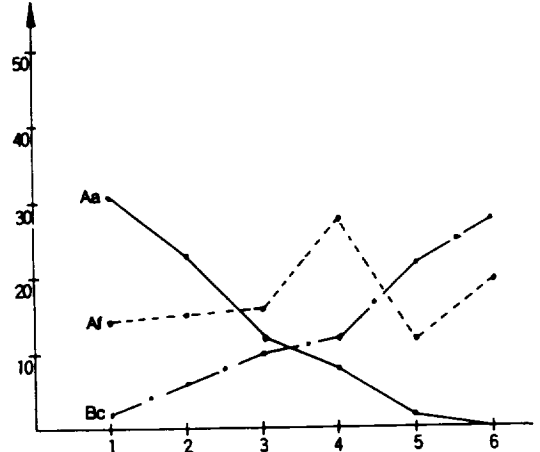
<표 7-2>에서 보면 객관식 선택의 비율은 「나」(찬물과 더운물 중간 온도)가 83%, 「다」(더운물보다

표 7. 물에 대한 정성적 과제의 사고유형별 빈도수  
<표 7-1> 물의 양, 온도가 모두 같을 경우 빈도수

코드 NO	사고 유형	학 년						계
		1	2	3	4	5	6	
1	Aa	16	12	6	4	1		39
2	Ab	3	2			1	1	7
3	Ac	2	4		3		1	10
4	Af	7	8	8	14	6	10	53
5	Ai		1	4	2			7
6	Am				1	2		3
7	Ao		1					1
8	Ap				3	2	3	8
9	Aq	5	6	8	4	10	6	39
	A계	(64)	(64)	(52)	(62)	(44)	(41)	(55)
	(%)	33	34	26	31	22	21	167
10	Ba	2	1		1			4
11	Bb		1	1	1			3
12	Bc	1	3	5	6	11	14	40
13	Bci	1	1				2	4
14	Bi					1	1	2
15	Bo				1	2		3
16	Bp				2	2	4	8
17	Bq	3	5	9	5	8	6	36
	B계	(13)	(21)	(30)	(30)	(50)	(53)	(33)
	(%)	7	11	15	15	25	27	100
18	Ca	4	2					6
19	Cc			2				2
20	Co					1		1
21	Cp				1		1	2
22	Cq	4	3	4	2	2	2	17
	C계	(15)	(9)	(12)	(6)	(6)	(6)	(9)
	(%)	8	5	6	3	3	3	28
23	D	4	3	3	1			11
	D계	(8)	(6)	(6)	(2)			(3)
	(%)	4	3	3	1			11
	총계	52	53	50	50	50	51	306

<표 7-2> 물의 양, 온도가 모두 다를 경우 빈도수

코드 NO	사고 유형	학 년						계
		1	2	3	4	5	6	
1	가a		2					2
2	가c	3	1					4
3	가h		1					1
4	가q	3	4		2			9
	가계 (%)	(12)	(15)		(4)			(5)
		6	8		2			16
5	나a	13	14	13	1			41
6	나c		1					1
7	나d	1	1	6	2	1	1	12
8	나h	2	2	4	3	2	2	15
9	나j					1	1	2
10	나k			1	2	4	3	10
11	나l			1				1
12	나o				1	1		2
13	나p	1	1	16	35	30	32	115
14	나q	11	12	5	4	11	11	14
	나계 (%)	(53)	(58)	(92)	(96)	(100)	(98)	(83)
		28	31	46	48	100	50	213
15	다b	1	1			50		2
16	다f		1					1
17	다h	3	1					4
18	다q	8	7				1	16
	다계 (%)	(23)	(19)				(2)	(8)
		12	10				1	23
19	라	6	4	4				14
	라계 (%)	(12)	(8)	(8)				(4)
		6	4	4				14
	총계	52	53	50	50	50	51	306

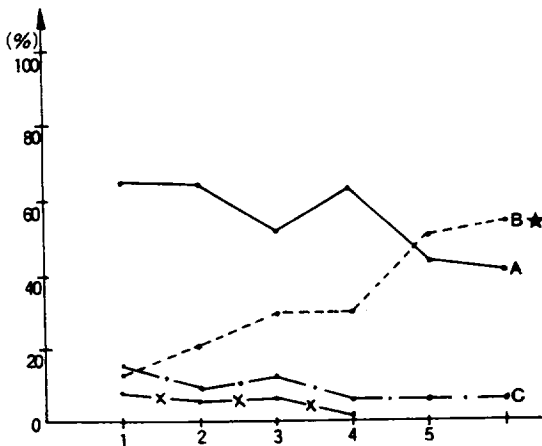


(그림 14) 물의 양, 온도가 같은 경우 주요 사고 유형 비율

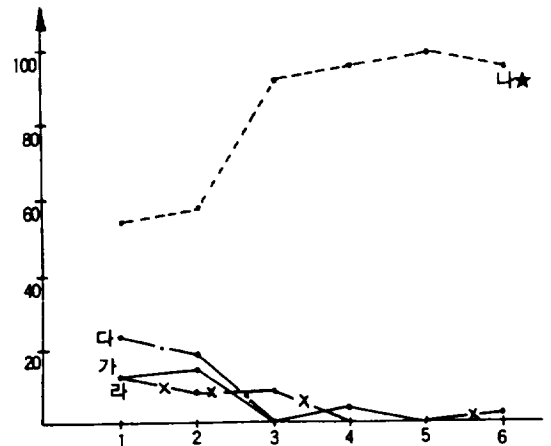
더 뜨겁다)는 8%, 「가」(찬물보다 더 차가워 진다)는 5%, 「라」(무답)은 4%의 순으로 나타나 정답 「나」는 높은 비율을 보이고 있다. 학년별로 보면 「나」는 53%, 58%, 92%, 96%, 100%, 98%, 「다」는 23%, 19%, 0%, 0%, 0%, 2%, 「가」는 12%, 15%, 0%, 4%, 0%, 8%로 나타난다.

3~6학년에서는 「나」의 비율이 높은 수준을 보이고 있으며 3학년에서 급격한 비율의 증가가 나타난다. <그림 15>

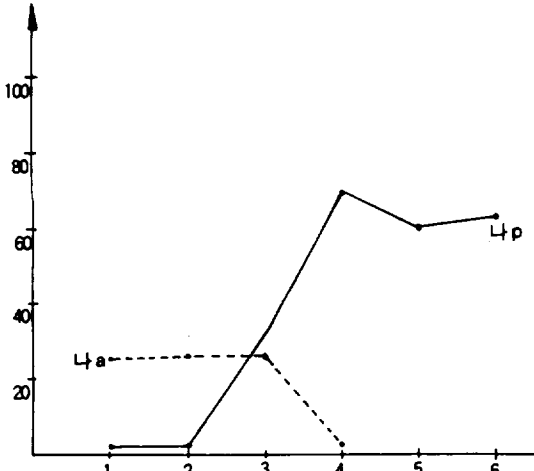
객관식 선택에 대한 설명으로 주요사고 유형은 나 p(경험적 요인), 나 a(상황적 요인)으로 나타난다. 경험적 요인에 의한 사고는 3학년에서 급격한 비



(그림 13) 물의 양, 온도가 같을 경우 객관식 선택 응답 비율



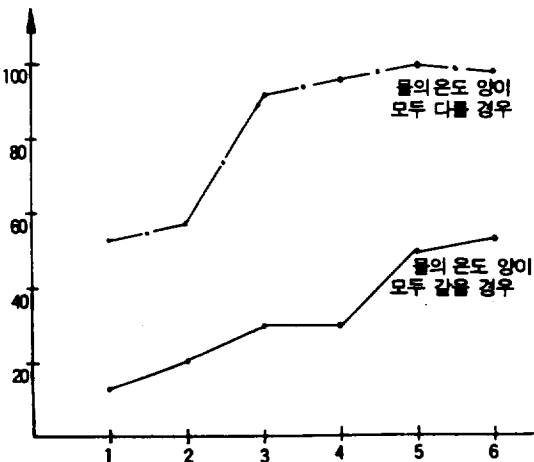
(그림 15) 물의 양, 다를 경우 객관식 선택 응답 비율



(그림 16) 물의 양, 온도가 다를 경우 주요 사고 유형 비율

올로 신장되며 전반적인 증가 추세를 보이고 있다 (2%, 2%, 32%, 70%, 60%, 63%). 그러나 상황적 요인에 의한 사고는 3학년까지 동일한 비율로 나타나며 4학년이후는 낮은 비율로 보이고 있어 (25%, 26%, 26%, 2%, 0%, 0%). 저학년은 상황적 요인에 의한 사고의 경향이 높으며 고학년으로 갈수록 경험적 요인에 의한 사고가 증가하며 높은 비율을 보이고 있다. 그러나 바람직한 사고유형 나n(열의 이동)은 전혀 보이지 않는다. <그림 16>

이상의 두 가지 과제(온도, 물의 양이 같을 경우와 다를 경우)에서 보면 물의 양과 온도가 같을 경우의 정답의 비율은 전체 33% 학년별 13%, 21%, 30%,



(그림 17) 물의 양, 온도가 같을 경우, 다를 경우에서의 정답 비율

30%, 50%, 53%이고 물의 양, 온도가 다른 경우의 정답의 비율은 전체 83%, 학년별 53%, 58%, 92%, 96%, 100%, 98%로 나타나 후자의 경우가 높은 정답율을 보이고 있다. <그림 17>

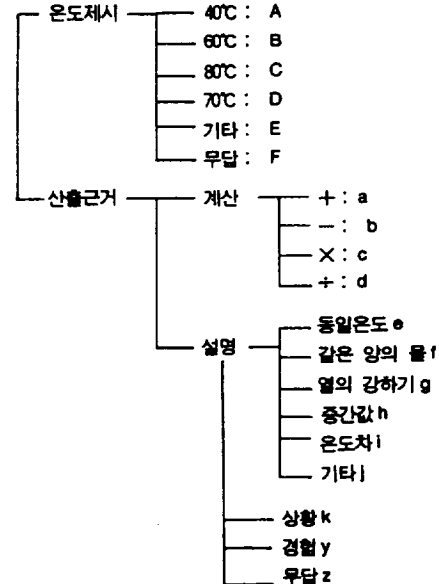
주요 사고 유형을 보면 물의 양, 온도가 같을 경우는 상황적 요인, 물의 양적인 증가 요인에 의한 사고가 저학년에서 주로 나타나며 고학년으로 가면서 물의 양적인 증가 요인, 동일 온도 조건 요인에 의한 사고가 증가한다. 이는 아동의 사고 발달에 의하여 나타난 현상이라고 추측이 된다.

물의 양, 온도가 다른 경우의 주요 사고는 경험적 요인(새수, 목욕, 머리감기 등)에 의한 설명이 지배적인 경향으로 나타나는 경향이나 저학년에에서는 상황적 요인의 비율이 경험적 요인보다 높은 비율을 보이고 있어 저학년일 수록 생활속의 경험을 과학적인 사태와 관련시켜 생각하지 못하고 있다.

이상에서 보면 실제 상황에서 쉽게 경험할 수 있는 과제일수록 객관식 선택에서 더 높은 정답의 비율을 보여주나 바람직한 사고 유형의 비율은 없음은 경험은 직관적 사고의 수준을 높여주나 과학적인 사고 수준의 향상에는 기여하지 못하고 있다고 판단이 된다.

b) 정성적 과제

40℃와 40℃, 10℃와 70℃의 물을 같은 양을 준비



(그림 18) 물에 대한 정성적 과제의 계통도

하여 쉬었을 때 이 두 경우의 온도를 제시케하고 온도 산출의 방법을 제시케 하였다. 응답은 <그림 18>의 계통도에 의하여 온도가 같은 경우와 다른 경우로 구분하여 사고 유형별 빈도수를 도표화하였다.

<표 8>

1) 물의 양, 온도(40℃)가 같은 경우

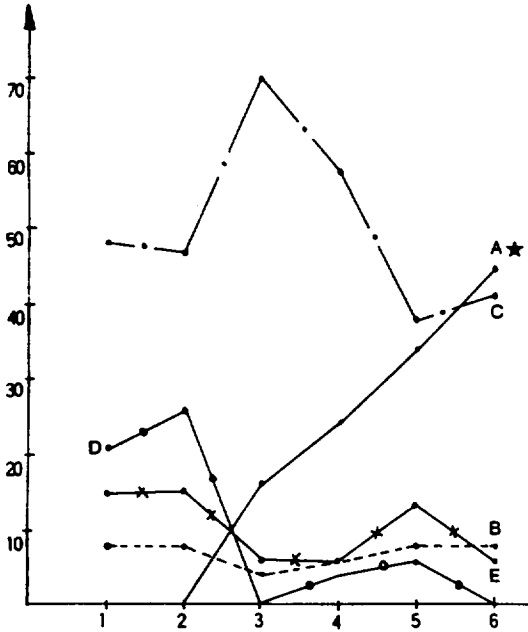
표 8. 물에 대한 정량적 과제의 사고 유형별 빈도수  
<표 8-1> 물의 양 같고, 온도가 각각 40℃경우 빈도수

코드 NO	사고 유형	학 년						계
		1	2	3	4	5	6	
1*	Aad				1			1
2	Ae			5	5	7	13	30
3	Aef				2		1	3
4	Ak					1		1
5	Ay			1	1	1	2	5
6	Az			2	3	8	7	20
	A계 (%)			(16) 8	(24) 12	(34) 17	(45) 23	(20) 60
7	Ba					1		1
8	Bab				1		1	2
9	Bk	1	2					3
10	Bz	3	2	2	2	3	3	15
	B계 (%)	(8) 4	(8) 4	(4) 2	(6) 3	(8) 4	(8) 4	(7) 21
11	Ca	19	22	35	29	19	21	145
12	Cj	2	1					3
13	Cz	4	2					6
14	C계 (%)	(48) 25	(47) 25	(70) 35	(58) 29	(38) 19	(41) 21	(50) 154
	D	3	4					7
15	Dk		4					4
16	Dz	8	6		2	3		19
17	D계 (%)	(21) 11	(26) 14		(4) 2	(6) 3		(10) 30
17	Ea				1			1
18	Ej	5	3					8
18	Ey					1		1
20	Ez	3	5	3	2	6	3	22
	E계 (%)	(15) 8	(15) 8	(6) 3	(6) 3	(14) 7	(6) 3	(10) 32
21	F	4	2	2	1			9
	F계 (%)	(8) 4	(4) 2	(4) 2	(2) 1			(3) 9
	총계	52	53	50	50	50	51	306

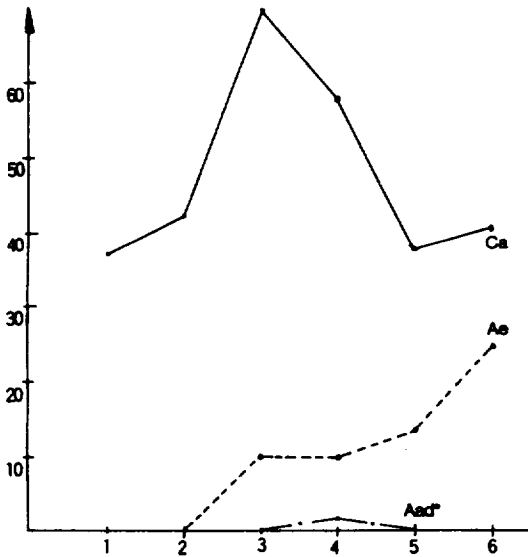
<표 8-2> 물의 양 같고 온도가 10℃, 70℃일경우 빈도수

코드 NO	사고 유형	학 년						계
		1	2	3	4	5	6	
1*	Aad				1		1	2
2*	Ah						1	1
3	Az			1			1	2
	A계 (%)			(2) 1	(2) 1		(6) 3	(2) 5
4	Bb	2	1	9	7	12	19	50
5	Bk		1					1
6	By					1		1
7	Bz	5	4	3		1	3	16
	B계 (%)	(13) 7	(11) 6	(24) 12	(14) 7	(28) 14	(43) 22	(22) 68
8	Ca	24	23	24	29	16	17	133
9	Cz	3	3	2	2	2		12
	C계 (%)	(52) 27	(49) 26	(52) 26	(62) 31	(36) 18	(33) 17	(47) 145
10	Dab					1		1
11	De				1			1
12	Dg			1	2	3		6
13	Dj	4	4					8
14	Dk	2	1					3
15	Dy				1	2		3
16	Dz	4	5	1	1	6	2	19
	D계 (%)	(19) 10	(19) 10	(4) 2	(10) 5	(24) 12	(4) 2	(13) 41
17	Ea				1			1
18	Eb				1	1	1	3
19	Ed					1		1
20	Eg					1		1
21	Ei			1				1
22	Ej		1					1
23	Ey					1		1
24	Ez	3	7	5	3	2	6	26
	E계 (%)	(6) 3	(15) 8	(12) 6	(10) 5	(12) 6	(14) 7	(11) 35
25	F	5	3	3	1			12
	F계 (%)	(10) 5	(6) 3	(6) 3	(2) 1			(5) 12
	총계	52	53	50	50	50	51	306

40℃, 40℃의 물을 같은 양으로 쉬었을 때의 예상 온도 빈도수와 주요 산출 근거 빈도수를 <표 8-1>을 토대로 그래프화하면 다음과 같다 <그림 19, 20>.



(그림 19) 40°C, 40°C의 같은 양의 물을 섞었을 경우에서의 예상온도 제시 비율



(그림 20) 40°C, 40°C의 같은 양의 물을 섞었을 경우 예상온도 산출의 주요 근거 비율에 대한 예상온도 제시 비율

〈표 8-1〉에서 보면 예상 온도는 C(80°C) 50%, A(40°C) 20%, DE(70°C, 기타) 10%, B(60°C) 7%, F(무답) 3%의 비율의 순으로 나타나며 〈그림 19〉에서 보면 학년별 비율은 80°C 응답은

48%, 47%, 70%, 58%, 38%, 41%, 40°C 응답은 0%, 0%, 16%, 24%, 34%, 45%, 70°C 응답은 21%, 26%, 0%, 4%, 6%, 0%이며 기타는 15%, 15%, 6%, 6%, 14%, 6%, 무답은 8%, 4%, 4%, 2%, 0%, 0%로 나타난다.

정답 A(10°C)의 경우는 학년이 높아지면서 비율이 증가하는 추세이며 C(80°C) 응답의 경우는 3학년에서 급격한 비율 상승 후 감소하는 추세를 보인다.

6학년에 와서 정답 A(40°C)가 C(80°C)보다 약간 높은 비율을 보이나 기타 학년에서는 예상 온도 80°C가 예상 온도 40°C보다 높은 비율이며, 비율의 차는 저학년으로 갈수록 높은 것으로 나타난다.

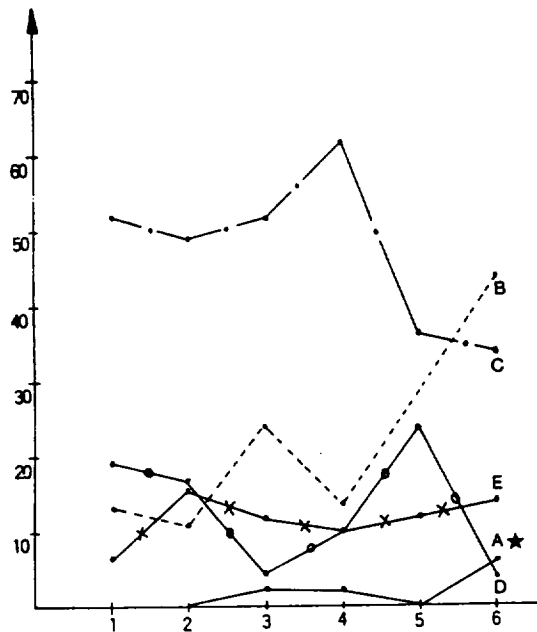
〈그림 19〉

예상 온도 산출의 근거에서 주요한 사고 유형은 Ca(덧셈의 방식(40°C+40°C)에 의한 80°C)와 Ae(동일 온도 조건 요인에 의한 40°C)로 나타난다. 〈그림 20〉에서 보면 전반적으로 Ca가 Ae보다 높은 비율로 나타나며 Ca는 50%(37%, 42%, 70%, 58%, 38%, 41%)로 3학년에서 급격히 증가한 후에 감소하는 추세이나 Ae는 10%(0%, 0%, 10%, 10%, 14%, 25%)로 고학년으로 가면서 증가하는 추세이다. 그러나 바람직한 계산 유형인 Aac(평균값)은 4학년에서 2%, Ah(중간 값)은 빈도수가 전혀 나타나지 않는다.

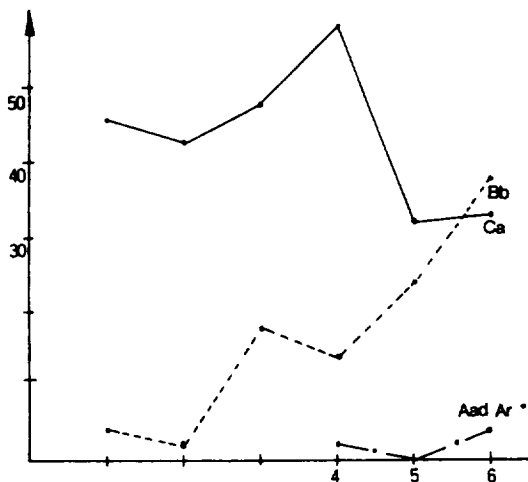
이상의 분석에서 보면 40°C 40°C의 같은 양의 물을 섞었을 경우에 40°C+40°C에 의한 80°C으로 계산 즉 온도가 같고, 물의 양이 같아도 온도가 상승한다고 생각하며 그 비율은 3학년에서 증가한 후에 감소하는 경향이나 여전히 높은 비율을 보여주고 있으며 동일한 온도 요인에 의한 예상 온도 40°C는 학년이 올라가면서 증가하는 추세를 보인다.

2) 물의 양은 같고 온도(10°C, 70°C)만 다른 경우 10°C와 70°C의 물을 같은 양으로 섞었을 때의 예상 온도 빈도수와 주요 산출 근거 빈도수를 〈표 8-2〉를 토대로 그래프화하면 다음과 같다. 〈그림 21, 22〉

〈표 8-2〉에서 보면 제시한 예상 온도는 C(80°C) 47%, B(60°C) 22%, D(70°C) 13%, E(기타) 11%, F(무답) 5%, A(40°C) 2%의 비율의 순으로 나타나며 〈그림 21〉에서 학년별 비율은 80°C 응답은 52%, 49%, 52%, 62%, 36%, 33%, 60°C 응답은 13%, 11%, 24%, 14%, 28%, 43%, 70°C 응



(그림 21) 10°C, 70°C의 같은 양의 물을 섞었을 경우  
에 물에 대한 예상온도 제시비율



(그림 22) 10°C, 70°C의 같은 양의 물을 섞었을 때  
예상온도 산출의 주요 근거 비율

답은 19%, 19%, 4%, 10%, 24%, 4% 기타는 6%, 15%, 12%, 10%, 12%, 14%이며 무답은 10%, 6%, 6%, 20%, 0%, 0%, 정답인 40°C 응답은 0%, 0%, 2%, 2%, 2%, 0%, 6%로 나타났다.

아동들의 주요 예상 온도는 80°C, 60°C (47%, 22%)로 나타나며 정답의 40°C의 경우는 2%로 지극히 낮은 비율로 고학년에서 나타난다. 80°C 응답은 4

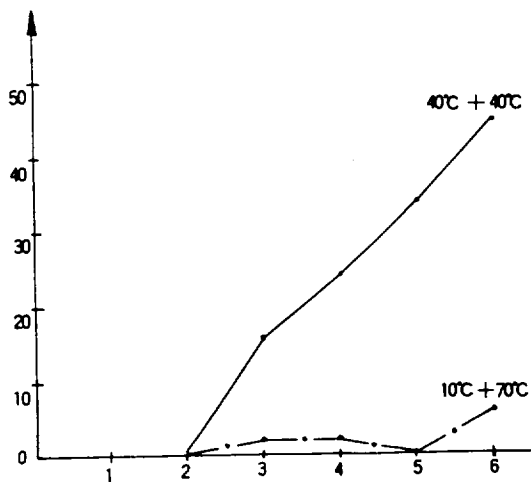
학년에서 약간의 비율 상승을 나타낸 후에 감소하는 추세를 보이며 60°C의 응답은 학년이 되면서 점차로 증가하는 추세를 보인다.

예상 온도 산출의 근거에서 주요한 사고 유형은 Ca(덧셈의 방식에 의한  $10^{\circ}\text{C}+70^{\circ}\text{C}=80^{\circ}\text{C}$ )와 Bb(뺄셈의 방식에 의한  $70^{\circ}\text{C}-10^{\circ}\text{C}=60^{\circ}\text{C}$ )로 나타난다. <그림 22>에서 보면 전반적으로 Ca가 Bb보다 높은 비율로 나타나며 (43%, 16%) 학년별로 보면 Ca는 46%, 43%, 48%, 58%, 32%, 33%이며 Bb는 4%, 2%, 18%, 14%, 24%, 37%로 나타나 Ca는 4학년까지 소폭으로 비율의 증가를 보인 후 5, 6학년에 와서 감소하는 추세이며 Bb는 고학년으로 가면서 점차 증가하는 추세를 보인다.

그러나 바람직한 계산 방식인 Aad(평균값), Ah(중간값)은 2%로 나타나 낮은 비율을 보이고 있다.

이상의 분석에서 보면 10°C와 70°C의 같은 양의 물을 섞었을 경우에 아동은 단순히 온도의 덧셈( $10^{\circ}\text{C}+70^{\circ}\text{C}$ )에 의하여 80°C로 계산하는 경향성을 띠고 있으며 이러한 경향성은 저학년일수록 큰 비율로 보이고 있다. 그러나 온도가 다른 경우에 온도가 내려간다는 생각하에 뺄셈의 방식( $70^{\circ}\text{C}-10^{\circ}\text{C}$ )에 의한 60°C로 계산하는 경향은 학년이 높아지면서 증가하는 비율을 보이며 6학년에서는 그 비율이 덧셈에 의한 비율보다 조금 높은 수준에 머무르고 있다.

이상의 두 경우(물의 양을 같게 하여 40°C와 40를



(그림 23) 같은 양의 물 40°C, 40°C와 10°C, 70°C를 섞었을  
경우 정답의 비율

섞은 경우, 70°C와 10를 섞은 경우에서 보면 물의 온도가 같은 조건하에 정답의 비율은 20%이며 학년별로 보면 0%, 0%, 16%, 24%, 34%, 45%의 비율이고, 온도가 다른 조건하에서 정답의 비율은 20%이며 학년별로 보면 0%, 0%, 2%, 2%, 0%, 6%로 나타난다. <표 8-1, 8-2> 이를 그래프화 하면 다음과 같다. <그림 23> 아동은 정량적 과제중 온도 조건이 같은 경우의 정답 비율이 온도가 다른 경우보다 높은 비율로 나타나 온도가 다른 경우가 아동에게는 해결에 어려움을 더 주고 있다고 판단이 되며 온도가 같은 경우는 학년이 가면서 증가하나 증가의 폭이 크게 나타나지 않는다.

예상 온도 산출의 주요 근거로는 온도가 같은 물을 섞을 경우 아동은 단순한 온도의 덧셈, 방식, 동일 온도 조건에 관점을 두고 산출했으며 온도가 다른 물을 섞었을 경우는 단순히 온도의 덧셈 방식, 뺄셈 방식에 의하여 온도를 계산하고 있다. 여기에서 아동은 물을 섞었을 경우 온도가 상승하여 그 산출의 방식은 온도간의 덧셈에 의존하며 그 경향성은 3.4학년까지 증가한 후 감소하는 경향이나 고학년에서도 높은 비율을 보이고 있다. 3.4학년에서 비율의 상승이 높게 나타나는 것은 3.4학년의 온도와 관련된 단원을 학습한 내용과 관련, 유추 적용한 것에서 생

겼다고 추측이 된다.

또한 다른 유형의 산출 근거로는 온도가 같은 경우의 물을 섞으며 온도가 같은 것에 관점을 두고 있으며, 온도가 다른 경우의 물을 온도간의 뺄셈에 의한 온도 산출 경향성을 보인다. 이러한 경향성은 학년이 올라가면서 증가하는 추세를 공통적으로 보여 주고 있다. <그림 24>

이상의 예상 온도 비율, 산출 주요 근거 비율 그래프에서 보면 전반적으로 아동은 물을 섞었을 경우 일반적으로 온도 조건에 관계없이 물의 온도가 상승한다고 보는 경향이 많으며 경향의 비율은 3.4학년에서 섞는 물의 온도 조건에 따라서 온도의 상승은 선택적으로 나타나는데 같은 온도의 물을 섞은 경우는 온도 변화가 없으며 다른 온도의 물을 섞을 경우는 온도가 내려간다는 생각의 비율이 증가하고 있다.

### 3. 논의

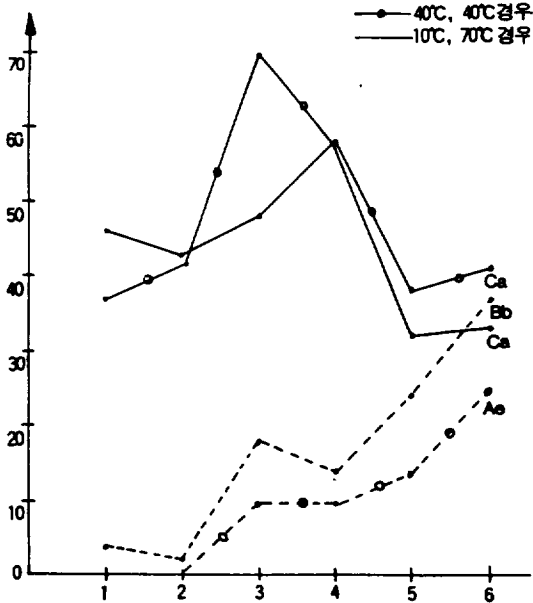
얼음, 물(정성, 정량적 과제에서의 선택중 주요한 응답, 주요 사고 유형의 비율은 <표 9>와 같이 나타난다.

위 표를 토대로 종합 분석하면 다음과 같다.

첫째 가-A(55%), 나-C(55%), 라-G(50%), 마-J(47%)로 나타나 양(부피)이 클(증가)경우에 온도가 상승(더 차다)한다고 생각함이 지배적으로 나타난 아동은 부피의 증가에 따라서 온도가 상승(물), 더 차다(얼음)고 생각하는, 부피와 온도를 관련 짓는 잘못된 생각을 갖고 있다.(사고 유형 a, d, h, j).

둘째 다-E-g에서는 경험적 요인에 의하여 정답의 비율이 높게 나타난다.(83%), 이는 생활 속의 경험이 아동의 사고에 큰 영향을 주며 경험의 종류가 밀접한 경험(세수, 목욕, 머리감기 등)일수록 영향의 정도는 증가하며, 다-E-g의 학년 비율에서 보면 고학년으로 갈수록 생활 경험을 토대로 과학적인 과제와 관련시켜 생각하는 능력이 커진다고 판단이 된다. 셋째, 물에서의 정량, 정성적 과제에 따른 해결의 어려움은 다음과 같다.

정성적 과제의 정답 비율은 나-D(33%), 다-E(83%), 정량적 과제는 라-F(20%), 마-H(20%)로 나타나 정량적 과제는 정성적 과제보다 아동에게 해결의 어려움을 증가시키며 학년별로 비율을 보면 저학년일수록 그 어려움은 더 커진다.



(그림 24) 같은 양의 물 40°C, 40°C와 70°C, 10°C를 섞었을 경우 예상온도 산출의 주요 근거 비율



〈표 9〉 얼음·물에서의 주요 선택, 사고유형 비율

물질명	조사내용	선택(객·주관식)								주요사고 유형								
		응답	비율 %	학년별 비율(%)						사고유형	비율 %	학년별 비율(%)						
				1	2	3	4	5	6			1	2	3	4	5	6	
얼음	크기가 다른 얼음의 온도 비교(가)	큰것이 더 차다(A)	55	73	69	64	38	48	39	a.얼음의 크기 관점으로 큰 것이 더 차다	31	50	43	32	22	18	20	
		온도가 같다(B) ★	28	19	25	20	30	38	45	b.얼린환경이 같아 온도 동일	11	2	6	4	16	14	27	
물	정성적 과제	같은양의 물을 섞을 경우 온도 변화(나)	온도상승(C)	55	64	64	52	62	44	41	c.상황적 요인에 의한 온도상승	13	31	23	12	8	2	0
			온도무변(D) ★	33	13	21	30	30	50	53	d.물의양 증가에 의한 온도상승	17	14	15	16	28	12	20
		e.물의온도가 동일 한것에 의한 온도 변화없음	1	2	6	10	12	22	28									
	다른양 온도의 물을 섞을 경우 온도 변화(다)	중간온도 ★ (미지근하다)(E)	83	53	58	92	96	100	98	f.상환적용인에 의한 온도증가	13	25	26	26	2	0	0	
		g.경험적요인에 의한 중간온도	38	2	2	32	70	60	63									
	정량적 과제	40℃-40℃의 물을 같은양으로 섞을 경우 온도(라)	40℃* (F) ★	20	0	0	16	24	34	45	h.덧셈에의한80℃	47	37	42	70	58	38	1
			80℃ (G)	50	48	47	70	58	38	41	i.물의온도가 동일 한것에 의한40℃	0	0	10	10	14	25	
		10℃-70℃의 물을 같은양으로 섞을 경우 온도(마)	40℃* (H) ★	2	0	0	2	2	0	6	j.덧셈에의한 80℃	43	46	43	48	58	32	33
			60℃ (I)	22	13	11	24	14	28	43	k.뺄셈에의한60℃	16	4	2	18	14	24	37
			80℃ (J)	47	52	49	52	62	36	33								

C. 물의 상태 변화 온도

을 분석하였다.

상태 변화가 활발하게 일어나고 있는 (끓는)물의 온도는 불의 온도차, 가열 시간에 따라서 어떻게 나타나는지 온도를 제시, 비교, 원인 설명케 하고 문항

1. 상태 변화 온도 (불의 온도차이에 따른) 알콜 램프, 가스불에서 상태 변화가 일어날때의 온도를 비교케 하고, 예상 온도를 제시케 하여 분류

〈표 10〉 불의 온도차에 따른 상태변화 온도 비교 빈도수

( )는 % <N : 306>

응답예 \ 학년	1	2	3	4	5	6	계
(A) 온도가 같다 ★	3(6)	5(9)			6(12)	7(14)	21(7)
(B) 알콜램프쪽 물의 온도가 더 높다.	13(25)	17(30)		2(4)	1(2)	4(8)	37(12)
(C) 가스불쪽 물의 온도가 더 높다.	20(38)	27(51)	47(94)	48(96)	41(82)	39(76)	222(73)
(D) 모르겠다.	16(31)	4(8)	3(6)		2(4)	1(2)	26(8)
계(N)	52	53	50	50	50	51	306

<표 11> 상태변화 온도 제시 빈도수

( )는 %, (N : 306)

학년	온도		100℃		100℃이상		무답	
	알콜램프	가스불	알콜램프	가스불	알콜램프	가스불	알콜램프	가스불
1	31(60)	28(54)			5(10)	8(15)	16(31)	16(31)
2	46(87)	33(62)			3(6)	16(30)	4(8)	4(8)
3	46(92)	34(68)	1(2)	3(6)		10(20)	3(6)	3(6)
4	31(62)	21(42)	5(10)	2(4)	14(28)	27(54)		
5	20(40)	13(26)	14(28)	14(28)	14(28)	21(52)	2(4)	2(4)
6	35(67)	21(41)	10(20)	6(12)	5(10)	23(46)	1(2)	1(2)
계	209(68)	150(49)	30(10)	25(8)	41(13)	105(34)	26(9)	26(9)

한 결과는 다음과 같다. <표 10, 11>

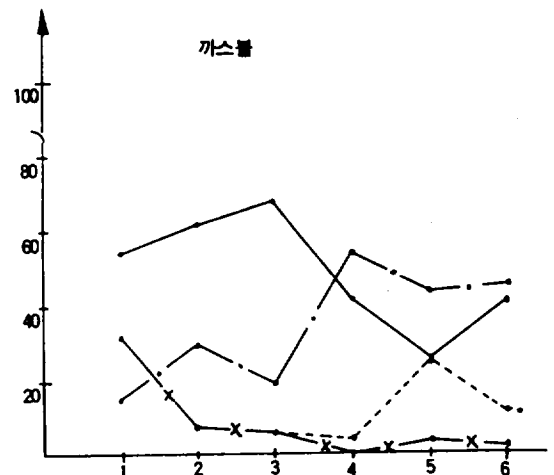
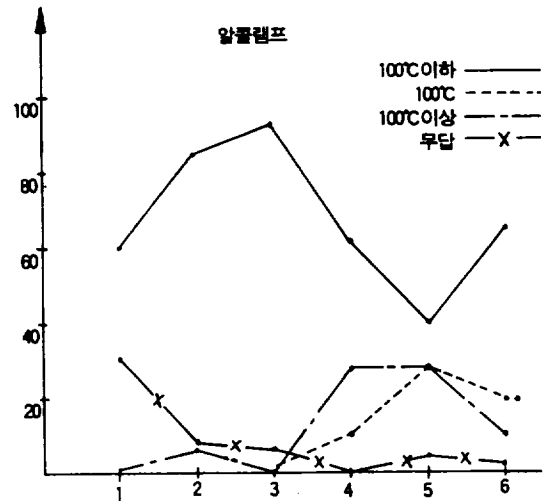
<표 10>은 가스불의 온도가 알콜램프불의 온도보다 더 높다는 조건하에서 물의 상태변화 온도를 비교한 빈도표로 C(가스불 쪽의 물의 온도가 높다 : 73%), B(알콜램프 쪽의 물의 온도가 높다 : 12%), D(무답 : 8%), A(같다 : 7%)의 비율의 순을 보이며 학년별로 보면 C의 경우 38%, 51%, 94%, 96%, 82%, 76%, B의 경우는 25%, 32%, 0%, 4%, 2%, 8%, A의 경우는 6%, 9%, 0%, 0%, 12%, 14%의 경향으로 나타난다.

이상에서 보면 불의 온도가 높은 쪽에서 상태변화가 일어나는 물의 온도는 더 높게 나타난다고 생각하며 그러한 경향성은 3학년에서 급격히 늘어나고 고학년에서도 높은 비율을 보인다.

<표 11>은 알콜램프, 가스불에서 끓고 있는 물의 온도를 예상하여 제시케 했으며 실제 실험을 고려(상태 변화) 97~99℃의 온도는 100℃ 응답으로 처리하였다.

정답인 100℃는 가스불(8%), 알콜램프(10%)로 낮은 비율을 보이며, 100℃ 이하의 알콜램프 68%, 가스불 49%이고 100℃ 이상의 경우는 알콜램프 13%, 가스불 34%로 나타났다. 학년별로 보면 알콜램프에서 고학년으로 갈수록 정답인 100℃ 응답이 증가 추세를 보이며 100℃ 이상 응답도 같은 경향을 보인다. 또한 가스불의 경우에는 알콜램프에서와 비슷한 경향이나 100℃ 이상 응답이 알콜램프의 경우보다 높은 비율로 증가 함을 보여주고 있다. 100℃ 이하의 응답은 저학년, 알콜램프 가열시 더 높은 비율을 보이고 있다. (그림 : 25)

위의 결과를 토대로 아동의 사고를 분석하면 아동은 물의 상태 변화 온도에 대하여 알지 못하며



(그림 25) 알콜램프 가스불에서 끓는 물의 예상 온도 비율

이 낮아 상태 변화 온도에 대하여 알고 있지 못하여 고학년으로 가면서 정답의 비율은 증가한 여전히 낮

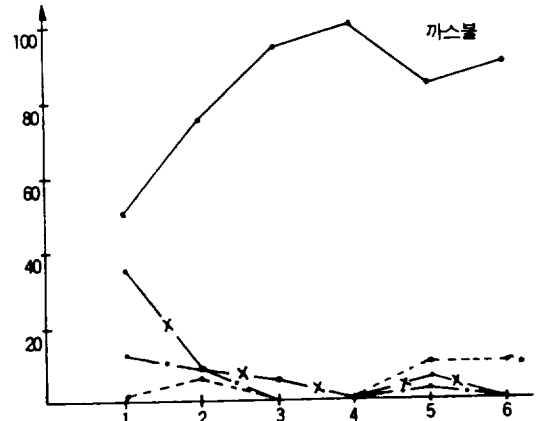
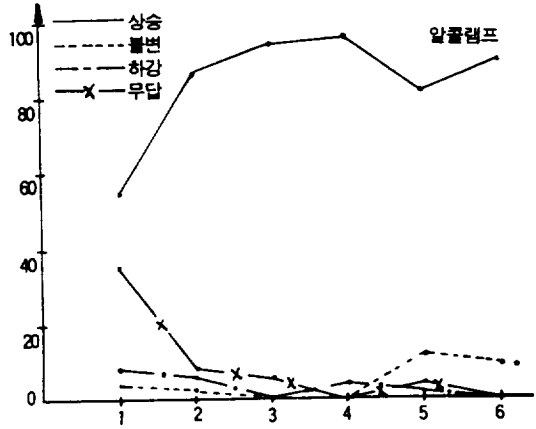
은 비율을 보인다. 특히 5학년에서 정답 비율이 급격히 신장한 후에 6학년에서 감소함은 4학년 「열과 물체의 변화」 단원에서 물을 가열 온도를 측정된 결과에서 비롯되었다고 생각이 되나, 그후 시간의 경과에 따른 망각에서 기인되었다고 추측이 된다.

또한 아동은 상태 변화의 온도는 가열한 불의 온도에 따라서 다르게 나타난다고 생각하며 불의 온도가 높은 곳의 경우 더 높게 나타나 상태 변화의 온도는 가열한 불의 온도에 따라 선택적으로 나타난다는 잘못된 생각을 가지고 있다.

2 가열 시간의 변화에 따른 상태 변화 온도

상태변화가 활발하게 일어나는 물을 알콜 램프, 가스 불로 5분 정도 계속가열시 온도의 변화를 예상케 하고 그 중 정답의 경우 그 이유를 설명토록한 결과는 다음과 같다. <표 12, 13>

<표 12>에서 보면 상태 변화가 활발히 일어나고 있는 물을 계속 가열할 경우 온도는 계속 「올라간다」는 생각이 알콜램프(84%), 가스불(82%)로 지배적 경향이고 정답인 「변화없음」은 각각 5%로 나타나며 무답은 8%, 9%, 내려간다는 3.4%의 비율을 보인다. 학년별로 보면 <온도 상승>은 54%, 87%, 94%, 96%, 82%, 90%, (알콜 램프), 50%, 77%,



(그림 25) 끓는 물을 계속 가열시 온도 변화 빈도 비율

<표 13> 상태변화 안전성(정답)에 대한 설명 빈도수

(N: 14)

설명	1		2		3		4		5		6	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
*기화열									1	1	1	1
경험									4	3	1	1
무설명	2	1	1	3					1	1	3	3

(A: 알콜램프, B: 가스불)

<표 12> 끓는 물을 계속 가열시 온도변화 선택 빈도수

( )는 % (N: 306)

학년	온도변화 가열기수	상승		변화없음		내려감		무답	
		알콜램프	가스불	알콜램프	가스불	알콜램프	가스불	알콜램프	가스불
1		28(54)	26(50)	2(4)	1(2)	4	6(12)	18(35)	19(35)
2		46(87)	41(77)	1(2)	3(6)	2	5(9)	4(8)	4(8)
3		47(94)	47(94)					3(6)	3(6)
4		48(96)	50(100)			2(4)			
5		41(82)	42(84)	6(12)	5(10)	1(2)	1(2)	2(4)	2(4)
6		46(90)	46(90)	5(10)	5(10)				
계		256(84)	252(82)	14(5)	14(5)	9(3)	12(4)	27(8)	28(9)

94%, 100%, 84%, 90% (까스불)이며 정답인 「온도 변화 없음은」 4%, 2%, 0%, 0%, 12%, 10%, (알콜 램프) 2%, 6%, 0%, 0%, 10%, 10% (까스불)로 나타났다.

이상에서 나타난 결과도 아동은 끓는 물을 계속가 열시 불의 세기에 관계없이 모두 온도가 상승한다고 생각하며 그 경향성은 전학년에서 높게 나타나며 정답인 「온도 변화 없음」은 고학년에서 약간 나타나나 그 비율은 낮으며 기화열에 의한 설명은 5,6학년에 1명씩으로 책, 교사를 통한 단순한 학습 경험, 추측에 의한 것이었다. <표 13, 그림 26>

여기에서 아동들은 물의 상태 변화 온도의 안정성에 대한 생각을 갖고 있지 않다고 판단이 된다.

### 3. 논의

아동들은 상태 변화가 활발하게 일어나는 (끓는) 물의 온도에 대하여 다음과 같은 생각을 갖고 있다.

첫째 끓는 물의 온도는 불의 온도가 높을 경우에 더 높게 나타난다고 생각을 하며 예상 온도는 100℃ 이하로 제시한 비율이 가장 높으며 저학년 경우는 그 경향성이 높다. 그러나 정답인 100℃는 고학년으

로 가면서 증가 추세를 보이거나 그 비율이 낮은 수준으로 나타난다. 이에 아동은 상태 변화 온도에 대하여 알지 못하며 온도는 불의 온도에 따라서 다르다고 사고하고 있다.

둘째 계속 가열에 의하여 물의 온도가 상승한다는 생각은 지배적으로 전 학년에 나타나 아동은 가열에 의하여 물의 상태변화 온도는 계속적으로 상승한다는 생각을 갖고 있는 것으로 판단이 되며 상태 변화 온도에 대한 정답 「온도 변화 없음」의 경우 예상 온도 제시에 대한 설명은 단순히 추측, 경험적이며 정확한 이유를 갖고 있지 않다. 여기에서 아동은 상태 변화 온도의 안정성에 대한 개념을 전혀 갖고 있지 않다고 판단이 된다.

이상에서 보면 물의 상태 변화 온도는 불의 온도, 가열 시간에 의하여 달라지며 그 안정성에 대한 생각을 갖지 못하고 있다.

### D. 열적 평형상태에서의 물질의 온도

온도가 항상 일정함을 유지하는 상태 속에 물, 못, 밀가루를 수 시간 동안 놓았을 경우 물질의 온도를

<표 14> 물질에 따른 예상온도 비교 빈도수

( )는 %, (N : 306)

선택유형 \ 학년	1	2	3	4	5	6	계
★ 모두 같다.			1	3	2		6(2)
모두 다르다.	36	44	34	32	39	39	224(73)
같거나 다르다	12	6	14	15	9	12	68(22)
모른다	4	3	1				8(3)
계	52	53	50	50	50	51	

<표 15> 물질에 따른 예상온도 빈도수

(N : 298)

학년 \ 물질 예상온도	물			못			밀가루		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
1학년	2	2	44	11	2	35	19	7	22
2학년	1	1	48	7	3	40	15	5	30
3학년	7	12	30	25	8	16	13	20	16
4학년	5	9	36	10	10	30	13	10	27
5학년	3	9	38	6	5	39	20	5	25
6학년	12	5	34	14	13	34	30	7	14
계	30 (10%)	38 (130%)	230 (77%)	73 (24%)	31 (10%)	194 (66%)	110 (37%)	54 (18%)	134 (45%)

a(60℃ 이하), b(60℃), c(60℃ 이상)

〈표 16〉 온도가 모두 같다고 응답한 경우의 온도별 빈도수

응답구분	학년						계
	1	2	3	4	5	6	
★ 물, 못, 밀가루 모두 60℃인 경우				1	1		2
물, 못, 밀가루 모두 60℃ 아닌 경우			1	2	1		4

비교, 예상케하여 아동의 사고 경향성을 분석하였다.

### 1. 물질의 온도

물, 못, 밀가루를 항상 60℃가 유지되는 철판(오븐)위에 놓고 수 시간 경과한 후의 온도를 비교한 결과 예상온도는 다음과 같다. 〈표 14, 15〉

〈표 14〉에서 보면 동일한 온도 조건하에서 물, 못, 밀가루의 온도는 서로 다르다는 선택은 73%, 2가지는 같고 하나는 다르다 22%, 모두 같다는 2%로 나타났다. 온도가 같은 경우의 온도를 살펴보면 〈표 14, 16〉과 같다. 물, 못, 밀가루의 온도 모두 60℃를 나타내는 정답은 4,5학년에서 각각 1명으로 나타나 열적 평형에 대한 개념은 전혀 없다고 분석이 되며, 〈표 14〉에서 무답을 제외한 나머지 아동이 제시한 온도를 정답인 60℃를 기준으로 구분한 것은 〈표 15〉와 같다.

표에서 보면 물은 예상 온도 60℃ 이상은 77%, 60℃는 13%, 60℃이하는 10%의 비율 순이며 못의 예상 온도는 60℃ 이상이 66%, 60℃ 이하는 24%, 60℃는 10%이다. 밀가루의 경우는 60℃ 이상이 45%, 60℃ 이하는 37%, 60℃는 18%의 순으로 나타난다.

결국 아동들은 대체적으로 물, 못, 밀가루는 주변 온도 60℃보다 더 높은 온도를 나타낸다고 생각하며 물의 경우는 그 경향성이 크나 못과 밀가루의 경우는 60℃ 이하라는 생각의 경향이 물에 비하여 비교적 높은 비율을 보여준다.

A. Tiberghiean 이 프랑스의 10~14세 아동을 대상으로 조사한 결과 대부분의 아동들이 물은 60℃, 못은 60℃이상, 밀가루는 60℃ 이하로 생각하고 있다고 제시하고 있다. 이 결과와 비교해 보면 물, 밀가루에서는 우리의 아동들과 다른 경향성을 보이고 있다고 할 수 있다.

### 2. 논의

동일한 온도에 물질을 장시간 놓아둘 경우에 아동들은 물질에 따라서 온도가 서로 다르게 나타난다고 생각하며 물은 60℃ 이상의 온도로 예상하고 못과 밀가루는 60℃이상의 온도 비율이 가장 높으나 60℃ 이하라는 생각은 물에 비교하면 상대적으로 높게 나타나며, 가열시간이 길수록 온도가 더 높게 나타난다고 생각을 하고 있다.

결국 아동은 열적 평형 상태에 대한 개념을 갖고 있지 못하고 있고 이로 인하여 열적 평형 상태하에서 물질의 온도는 다르다고 생각하고 있다.

## V. 요약 및 결론

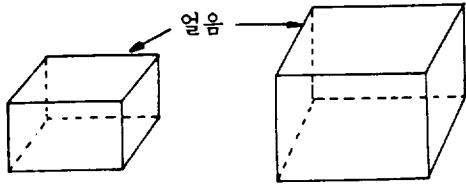
### A. 요약

국민학교 1~6학년 306명을 대상으로 온도에 대한 개념을 열과 온도의 관계, 물질의 양과 온도의 관계, 물의 상태변화 온도, 열적 평형상태에서의 물질의 온도에 대한 생각으로 나누어 임상지를 작성하였다.

1:1 면접에 의하여 아동이 정답을 선택, 선택의 근거 이유를 설명케하여 그 응답을 계통도와 문항 분석의 방법에 의하여 병행 분석하였는데 그 결과는 다음과 같다.

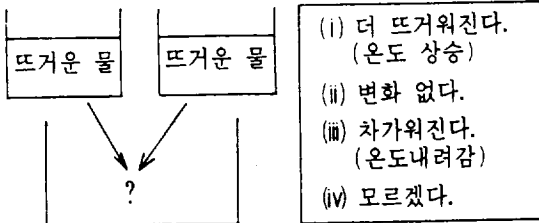
1. 열에 의하여 물질의 온도는 상승한다고 전반적으로 생각하나, 물질에 따라서 선택적으로 나타나며 저학년 일수록 선택적인 경향성은 더 높다.
2. 물질의 양의 증가를 온도 상승과 관련을 지워 생각을 하여(얼음의 경우는 큰 것이 더 차다. 온도의 결정물 양(부피)과 관련짓는 잘못된 생각을 하고 있었다.
3. 정성적 과제는 정량적 과제보다 해결에 더 큰 어려움을 느끼며 저학년 일수록 그 경향성은 크게 나타났다.
4. 물의 상태변화 온도를 알지 못하고 있으며 상태변화의 온도는 가열한 불의 세기에 따라 다르게 나타나고, 계속 가열시 온도는 상승한다고 생각하여 상태변화의 온도를 가열한 불의 온도, 가열시간과 관련지어 생각을 하고 있다.
5. 열적 평형상태 하에서 물질의 온도는 모두 다르게 나타나고 있으며 열적 평형 조건 온도보다 높은 온도를 나타낸다고 생각함이 지배적이었고 그 비율



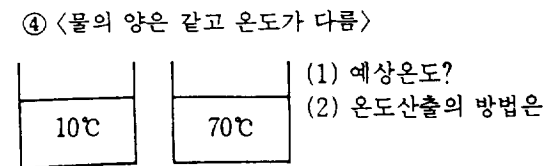
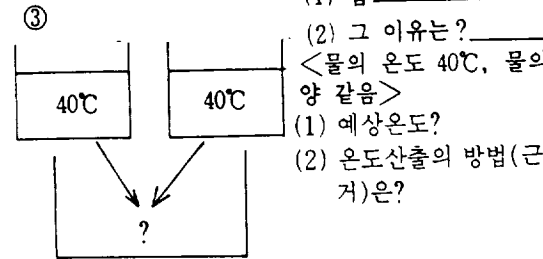
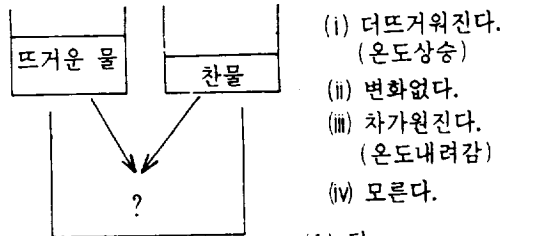


- ① 작은 얼음이 더 차다 ② 큰 얼음이 더 차다  
③ 온도가 같다 ④ 모르겠다

(1) 답 \_\_\_\_\_  
 (2) 그 이유는 \_\_\_\_\_  
 <B>두 비이커에 있는 물을 섞었을 때의 온도를  
 말해보자. (섞기전, 섞는동안 섞은 후에 물의 온도는  
 저절로 식는 일이 없다고 한다).  
 <물의 양, 온도가 같은 경우>



- (1) 답 \_\_\_\_\_  
 (2) 그이유는? \_\_\_\_\_  
 ② 물의 양 온도가 모두 다른 경우



(문항 3)알콜램프, 가스불 위에서 물을 펄펄 끓고  
 (상태 변화가 활발하게 일어남)있다. (단 알콜램프  
 불의 온도<가스불의 온도)  
 ① 두곳에서 끓는 물의 온도를 비교해 보자

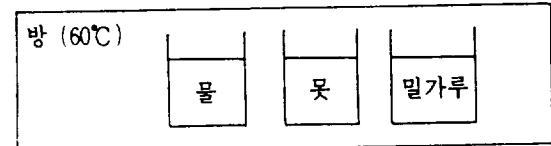
- (i) 알콜램프쪽 물의 온도=가스불쪽 물의 온도  
 (ii) 알콜램프쪽 물의 온도>가스불쪽 물의 온도  
 (iii) 알콜램프쪽 물의 온도<가스불쪽 물의 온도  
 (iv) 모르겠다.

② 두곳에서 끓는 물의 예상 온도는?  
 (i) 알콜램프쪽 물의 온도 ℃ \_\_\_\_\_  
 (ii) 가스불쪽 물의 온도 ℃ \_\_\_\_\_  
 ③ 끓는 물을 5분 정도 더 가열할 경우 온도는?

- (i) 온도 상승  
 (ii) 온도 변화 없다.  
 (iii) 온도가 내려간다.  
 (iv) 모르겠다.

(답) 알콜램프쪽 물의 온도 \_\_\_\_\_  
 가스불쪽 물의 온도 \_\_\_\_\_

(문항 4) 같은 양의 물, 못, 밀가루를 항상 60°C가  
 유지되는 방(오븐, 철판)에 놓고 1일이 지난 후 온  
 도를 측정한다면?



- ① 모두 같다. ② 모두 다르다. ③ 2가지만  
 같다. ④ 모른다.

(1) 답 \_\_\_\_\_  
 (2) 물, 못, 밀가루의 예상 온도는?  
 물의 온도 \_\_\_\_\_ ℃  
 못의 온도 \_\_\_\_\_ ℃  
 밀가루의 온도 \_\_\_\_\_ ℃

## ABSTRACT

# “A survey of Elementary School Children,s Concept of Temperature”

Kim, Hyun Jae

(Inchon Teacher College)

Kim, Han Ho

(Bae Young primary school)

This students ideas in science are diverse and unique

It is realized that children's preconceptions and misconceptions established before lessoning hve a crucial in fluence on the following education. so it is meaningful to analyse the children's concept of temperature for the better teaching strategy in this study. This survey of the Elementary school children's concept is designed for the subtopics of temperature as the relation between heat and temperature, He relation between volume(size) and temperature, the temperature of change of state on water, the temperature of substances in the condition of thermal equilibrium. Using Clinical method, this research was executed to 306 children at elementary school. The network method or the analyse of questionnaires were used to analyse the children's response. Findings of this survey are as follow.

• Students are already familiar with such concept as this increase of temperature by geating, but they think every substance is not the case.

Many students appears to believe that the temperature of an object(substance) is related to its size(vloume)

- Qualitative tasks are difficult than qualitative ones. This trend appear highly in the low grade students.
- Don't know the temperature of change of state on water and it's stability
- They think that the temperature is determined by the heating time(period) and the temperature of heating source.
- Students think, in general that temperature of substance in the condition of thermal equilibrium is different.