# 순환학습 수업 전략에 의한 고등학생들의 열개념 학습지도 효과

강 정 우* · 김 형 준**

## Ⅰ. 서 론

물질의 열적 성질은 전자기적 성질, 광학적 성질과 함께 대표적인 물성이며 열과 온도는 물성에 중요한 개념이다. 초·중등 과학 교육과정에서도 열과 온도는 학생들이 학습하여야 할 중요한 개념들 중의 하나로 제시되어 있다. 그런데, 학생의 열과 온도에 대한 선개념은 전통적인 물리 수업에 의해 과학적으로 의미 있는 개념으로 변화하지 못하고 그대로 유지된다고 한다.(M. A. Moreira & C. A. Santes; 1981, N. G. Tomasini & B. P. Balendi; 1987, 류재혁, 박승재; 1987, 김현재, 김한호; 1990, 김상명; 1993)

왜 학생의 물리개념은 쉽게 변하지 않는가? 이러한 질문에 대하여 교사가 학생의 개념적 상태를 백지로 본 관점에 대한 반성으로 오스벨(D. P. Ausubel)이 학생의 사전 개념을 강조한 이래 학생의 물리개념은 광범위한 분야에서 다양하게 연구되었고(R. Driver; 1983, A. Tiberghien; 1983, S. Carey; 1985, HPfundt & R. Duit; 1988), 학습에 대한 새로운 인식으로 구성주의적 학습과 그에 기초한 학습 모형들(G. J. Posner, K. A. Strike, P. W. Hewson & W. A. Gertzog; 1982, R. J. Osborne & P. Freberg; 1985, M. Z. Hashweh; 1986), 학습에 있어서 인지 방략(C. F. Weinstein & R. E. Mayer; 1986)과 메타인지 방략(O. K. Duell; 1986, J. R. Baird; 1986), 메타지식(metaknowledge)과 학습하는 방법의 학습(metalearning)(J. D. Novak & D. B. Gowin; 1984, J. D. Novak; 1984)에 대한 관심 등의 새로운 교수·학습 방법이 제안되었다.

학생들에게 의미 있는 열개념 학습을 위해서는 과학사에 나타나는 열 개념 변

* 제주대학교 사범대학 과학교육과 교수
** 한림공업고등학교 교사

천 과정을 역사적으로 전개하여 열현상에 대한 학생들의 오개념을 치료하고 적절한 개념을 형성하는데 도움을 주어야 한다(이선경, 김우회; 1995)는 수업 전략도 제시된 바 있지만, 스타비(R, Stavy)와 배르코비츠(B, Berkovitz.)는 온도와 관련된 연구를 통해 피아제의 인지갈등 훈련이 오개념을 바꾸는데 효과적이라고 하였다. 특히 두 인지구조의 전이단계에 있는 학생들에게 효과적이며, 단체 수업이 개별적 수업보다 효과적이라고 하였는데 그 이유로는 ① 동료와의 상호작용(토론)으로, 특히 갈등의 해소에 아주 좋으며, ② 이론적 수업보다는 실험법이 효과적이라고 하였다. 즉 구체적 경험의 병행으로 새 개념의 안정성 및 강화가 이루어진다고 하였다. 또한, ③ 물리 개념을 정량적(공식 중심, 수학적)으로 가르치는 것은 정성적, 직관적 지식과 연결되지 못하며 학생들이 잘 이해하지 못하여 오개념을 유도한다(R. Stavy & B. Berkovitz; 1980)고 하였다.

또한, 홍순경(1990)은 밀도 개념에 대하여 중학교 1학년을 대상으로 하여 순환학습 모형의 교수·학습을 실시한 결과 학생들의 탐구능력이 향상되고 과학적 태도에 바람직한 변화가 일어났으며, 밀도 개념 습득에 효과가 있었다고 하였고, 김명련(1994)은 중학생들의 열 개념 변화를 위한 인지갈등 수업모형의 수업을 실시한 결과 전통적인 수업 방식에 비하여 인지갈등을 유발하는 수업이 열 개념 학습에 더 효과적이다라고 하였다. 그렇지만, 고등학생을 대상으로 하였을 때 순환학습 모형에 의해 열 개념 학습지도 효과를 고찰한 연구는 미비하다.

그러므로 본 연구에서는 고등학생들에게 의미 있는 과학개념 학습이 가능한 물리 교수·학습 방법을 모색키 위하여, 학생들의 선개념을 파악하고 이에 기초하여 본 연구자가 구안한 순환학습 모형의 수업 전략을 실제 수업에 적용해보려고 한다. 그럼으로써 구안한 수업 전략이 고등학생들의 열 개념 학습에 미친 효과와 학생들의 탐구능력 및 과학 관련 태도 변화에 미치는 영향을 알아보려고 하는 것이 본 연구의 목적이다.

## Ⅱ. 연구 방법 및 절차

### 1. 연구 대상 및 시기

본 연구의 대상은 제주시내에 소재하고 있는 일반계 여자고등학교의 1학년 4개반을 무작위 표집하여 실험집단 2개반 95명과 통제집단 2개반 95명으로 구

분하였다. 수업처치를 하기 전 1998년 6월 3일에 사전검사를 실시하고, 수업처치 후인 1998년 7월 16일에 사후검사를 실시하였다. 사전검사 결과를 통계 처리하여 본 결과 두 집단은 동질 집단임을 알 수 있었다.

사전검사는 두 집단 모두 95명이었으나 사후검사는 결석과 사후검사지를 제출하지 않은 학생을 제외한 86명을 대상으로 하였다. 그러나 검사 결과를 통계처리하여 정답률과 개념 유형의 변화 등을 분석하였기 때문에 수업처치 전·후 검사 대상 인원수의 조그만 차이는 분석 결과에 영향을 미치지 않는다.

## 2. 연구 범위 및 절차

본 연구에서는 먼저 고등학교 공통과학 에너지 단원 중 중단원 열의 개념에 대한 문헌을 조사하여 학생들이 가지고 있는 선개념의 유형을 파악하고, 이러한 문헌 연구를 토대로 학생들의 개념을 조사하기 위한 문항지를 개발하였다 (부록 1. 참조).

사전검사에서 학생들의 개념 유형을 조사 분석한 후 이를 기초로 학생들이 보다 쉽게 과학자적인 개념을 형성할 수 있도록 도와주는 순환학습 수업 전략을 수립하여 학습지도안을 개발한 다음, 통제집단에서는 전통적 학습지도안을, 실험집단에서는 순환학습에 의한 학습 지도안을 적용하여 연구자가 수업처치를 하였다. 통제집단과 실험집단을 지도한 연구자는 교육경력 16년의 남자 교사이다. 전통적인 수업은 교사가 교과서에 제시된 내용과 방법대로 예년에 하던 방식대로의 수업을 말한다. 수업은 1998년 6월에서 7월까지 5차시를 실시하였다.

통제집단과 실험집단에서 적용한 수업 내용 및 시간은 같고, 다만 교수 방법 및 수업 전략에만 차이를 두었다. 수립한 수업 전략의 효과를 검증하기 위하여 개념검사 문항지를 수업 전후에, 통제집단과 실험집단에 각각 투여하여 개념 변화 정도를 비교 분석하였다. 사전검사지와 사후검사지는 재검사에 의한 신뢰도를 높이기 위해 동일한 문항으로 구성된 것을 사용하였으며, 사전 검사는 본 연구의 수업모형이 투입되기 1주일 전에, 사후검사지는 수업이 모두 끝난 1주일 후에 투입했다. 또한, 탐구능력 검사와 과학 관련 태도 검사를 수업처치 전·후에 실시하고 이에 관한 비교 분석을 통하여 순환학습 수업 전략이 탐구능력 향상과 과학 관련 태도 형성에 미치는 영향도 알아보았다.

### 3. 순환학습 모형의 수업 프로그램 개발 및 적용

순환학습은 상호 관련된 3단계, 즉 탐구 단계, 개념도입 단계, 개념응용 단계로 이루어진다. 탐구 단계는 제기된 새로운 문제 상황에서 학생 스스로의 행동과 반응을 통하여 문제에 내재된 규칙성을 발견하는 단계이므로 학생들이 가지고 있는 기존 개념이나 사고 양식으로는 해결할 수 없는 새로운 경험에 대하여 의문점을 가지도록 구성하였다. 학생들의 지적 비평형 상태가 유도되어 인지적 갈등을 느끼게 하고 교사는 학생들이 지니고 있던 선개념이 토의되도록 유도하여 학생들이 지니고 있는 선개념들이 잘못이었음을 깨달을 수 있도록 기회를 제공하였다.

개념도입 단계에서는 탐구단계에서 느꼈던 인지적 갈등이 새로운 개념과 원리에 의해 해소되게 구성하고, 탐구 단계 및 개념 도입 단계를 통하여 학습한 개념, 원리를 개념 응용 단계를 통하여 새로운 상황과 문제에 적용할 수 있게 구성하였다.

구체적인 수업 프로그램은 <표 1>과 같이 고등학교 공통과학의 '열' 단원에 대한 수업 전략을 수립하고, 수업 전략에 의한 학습지도안을 개발(부록 2 참조)하여 실험집단에 적용하였다.

<표 1> 순환학습 모형에 의한 수업 전략

| 학습 주제 | 차시 | 탐구 단계 | 개념도입 단계 | 개념응용 단계 |
|---|---|---|---|---|
| 온도란 무엇인가? | 1 | 손의 느낌으로 얼마나 정확하게 온도를 잴 수 있을까? | 차고 더운 정도를 나타내는 온도는 분자 운동에 의해서 정해지며 섭씨, 화씨, 절대온도를 사용한다. | 섭씨, 화씨, 절대온도 사이에는 어떤 관계가 있을까?<br>동전을 망치로 두드리면 왜 온도가 높아질까? |
| 온도와 열에너지 사이에는 어떤 관계가 있을까? | 2 | 온도계로 물 한 방울의 온도를 정확하게 잴 수 있을까? | 고온의 물체와 저온의 물체를 접촉하면 고온의 물체는 열을 잃고 저온의 물체는 열을 얻어 충분한 시간이 지나면 열평형 상태에 도달한다. | 열량 보존의 법칙 적용<br>열량계는 어떤 구조로 되어있을까? |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 비열과 열용량이란 무엇인가? | 3 | 냄비의 물을 끓일 때 왜 물보다 냄비 손잡이가 먼저 뜨거워질까? | 비열은 물질 1kg의 온도를 1k 높이는데 필요한 열의 양으로 정의되는 물질의 고유한 특성으로 비열이 클수록 온도변화가 작다. | 일반적으로 물질이 열을 받을 때 온도 변화량의 크기를 결정하는 요인은 무엇일까? |
| 고체와 액체의 비열과 열용량 측정 | 4 | 고체의 비열을 어떻게 측정할까? | 비열값을 알고 있는 물을 이용하여 다른 고체의 비열 측정 실험 | 액체의 비열을 어떻게 측정할까? |
| 열은 어떻게 이동하는가? | 5 | 오리털 옷은 왜 따뜻할까? 바람은 왜 불까? 햇빛은 어떻게 지구로 들어올까? | 분자 충돌에 의한 전도, 분자 밀도차에 의한 대류, 전자기파 복사 등의 방식으로 열에너지가 이동한다. | 스티로폼은 왜 열을 잘 차단하는가? 보온병의 구조와 원리는 무엇일까? |

## 4. 검사 도구

1) 열 개념 검사 도구

과학개념 검사 문항을 제작하기 위하여 각종 문헌연구와 김명련(1994)이 사용한 열 개념 검사 문항 및 고등학교 공통과학의 '열' 단원 내용을 분석하였다. 이를 바탕으로 하여 일상 생활에서 경험할 수 있는 내용을 중심으로 한 온도, 열량, 비열, 전도, 복사 등에 관한 7개의 열 개념 검사 문항을 연구자가 개발하였다. 문항은 학생들이 가지고 있는 개념을 면밀하게 파악하기 위해 객관식 선택 문항 및 주관식 이유 진술형으로 구성하였다.(부록 1 참조)

2) 탐구능력 검사 도구

탐구능력 측정을 위한 검사도구는 이종기가 중·고등학생용으로 개발한 과학탐구기능검사(test of science inquiry skills:TSIS)로 총 36문항으로 구성되어 있으며, 신뢰도(KR-20) .86, 측정의 표준오차 2.45, 평균변별도 .46, 평균 난이도 .56인 것을 사용하였다.(정완호 외 5인 a; 1997)

3) 과학적 태도 검사 도구

본 연구에서 사용한 과학에 관련된 태도 검사도구는 1986년에 한국교육개발원에서 개발하여 사용한 '과학에 대한 태도 검사'(총 46문항)와 과학적 태도검사(총 50문항) 및 한국교육개발원에서 개발한 '학습태도 검사지'(30문항), TOSRA(Test of science-Related Attitudes, Fraser, 1981) 태도검사 문항지(70문항)를 참고하여 1994년에 양숙영이 수정 보완한 문항을 사용하였다(정완호 외 5인 b; 1997). 검사문항은 '과학에 대한 태도', '과학의 사회적 의미', '과학교과에 대한 태도', '과학적 태도' 4가지 범주로 나누고 각 범주마다 9문항씩 총 36문항으로 하였으며 신뢰성의 척도 Cronbach's $\alpha$ 계수는 .89이다.

## Ⅲ. 결과 및 논의

구성주의 학습 이론에 근거하여 개발한, 순환학습 모형에 의한 수업 프로그램이 고등학생들의 열 개념 학습지도에 효과적인가를 알아보기 위해 수업처치 전·후에 실시한 열 개념 검사와 과학 탐구능력 검사 그리고 과학 관련 태도 검사에 관해 고찰해 보겠다.

### 1. 개념 변화 분석

개념 검사에 대한 학생들의 응답을 먼저 객관식 부분과 주관식 이유 진술 부분으로 나누어, 객관식 부분은 문항(부록 1. 참조) 별로 수업처치 전·후의 응답 유형과 정답률로 비교하고 주관식 부분은 각 문항에 따라 이유 진술 내용을 동일한 사고 유형별로 분류하여 수업처치에 다른 개념 변화의 정도를 비교·분석하였다.

1) 객관식 응답의 분석

수업 전·후 실험집단과 통제집단의 객관식 응답 유형과 정답률의 변화를 문항별로 나타내면 <표 2> 및 <표 3>과 같다.

<표 2> 문항별 객관식 응답 유형

단위: 빈도수는 명, 백분율은 %

| 구 분 | | | 수업 전 | 수업 후 | 유의도(p) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 빈도수(백분율) | 빈도수(백분율) | |
| 문항 1 | 실험 집단 | (1) 금속물체가 더 차갑다. | 68 (71.6) | 85 (98.8) | 0.219 |
| | | (2) 나무물체가 더 차갑다. | 16 (16.8) | 0 (0) | |
| | | (3) 똑같이 차갑게 느껴진다. | 3 (3.2) | 1 (1.2) | |
| | | 무응답 | 8 (8.4) | 0 (0) | |
| | 통제 집단 | (1) 금속물체가 더 차갑다. | 34 (35.8) | 80 (93.0) | 0.604 |
| | | (2) 나무물체가 더 차갑다. | 41 (43.2) | 3 (3.5) | |
| | | (3) 똑같이 차갑게 느껴진다. | 13 (13.7) | 1 (1.2) | |
| | | 무응답 | 7 (7.4) | 2 (2.3) | |
| 문항 2 | 실험 집단 | (1) 동파이프 | 33 (34.7) | 71 (82.6) | 0.030 |
| | | (2) PVC 파이프 | 33 (34.7) | 12 (14.0) | |
| | | (3) 자기 파이프 | 21 (22.1) | 2 (1.1) | |
| | | 무응답 | 8 (8.4) | 1 (1.2) | |
| | 통제 집단 | (1) 동파이프 | 68 (71.6) | 64 (74.4) | 0.958 |
| | | (2) PVC 파이프 | 16 (16.8) | 12 (14.0) | |
| | | (3) 모르겠다. | 3 (3.2) | 3 (3.5) | |
| | | 무응답 | 8 (8.4) | 7 (8.1) | |
| 문항 3 | 실험 집단 | (1) 북극의 빙하 | 34 (35.8) | 52 (60.5) | 0.008 |
| | | (2) 주전자의 물 | 41 (43.2) | 21 (24.4) | |
| | | (3) 모르겠다. | 13 (13.7) | 10 (5.5) | |
| | | 무응답 | 7 (7.4) | 3 (3.5) | |
| | 통제 집단 | (1) 북극의 빙하 | 33 (34.7) | 57 (66.3) | 0.000 |
| | | (2) 주전자의 물 | 33 (34.7) | 17 (19.8) | |
| | | (3) 모르겠다. | 21 (22.1) | 10 (11.6) | |
| | | 무응답 | 8 (8.4) | 2 (2.3) | |

| 구 분 | | | 수업 전 | 수업 후 | 유의도(p) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 빈도수(백분율) | 빈도수(백분율) | |
| 문항 4 | 실험집단 | (1) 육지가 높다 | 72 (75.8) | 78 (90.7) | 0.040 |
| | | (2) 바다가 높다 | 15 (15.8) | 5 (5.8) | |
| | | (3) 모르겠다. | 5 (5.3) | 3 (3.5) | |
| | | 무응답 | 3 (3.2) | 0 (0) | |
| | 통제집단 | (1) 육지가 높다 | 69 (72.6) | 69 (80.2) | 0.456 |
| | | (2) 바다가 높다 | 17 (17.9) | 11 (12.8) | |
| | | (3) 모르겠다. | 8 (8.4) | 6 (7.0) | |
| | | 무응답 | 1 (1.1) | 0 (0) | |
| 문항 5 | 실험집단 | (1) 스텐금속 접시 | 43 (45.3) | 46 (53.5) | 0.799 |
| | | (2) 플라스틱 접시 | 31 (32.6) | 25 (29.1) | |
| | | (3) 같다 | 8 (8.4) | 7 (8.1) | |
| | | (4) 모르겠다. | 9 (9.5) | 5 (5.8) | |
| | | 무응답 | 4 (4.2) | 3 (3.5) | |
| 문항 5 | 통제집단 | (1) 스텐금속 접시 | 40 (42.1) | 41 (47.1) | 0.746 |
| | | (2) 플라스틱 접시 | 29 (30.5) | 26 (30.2) | |
| | | (3) 같다 | 7 (7.4) | 5 (5.8) | |
| | | (4) 모르겠다. | 13 (13.7) | 7 (8.1) | |
| | | 무응답 | 6 (6.3) | 7 (8.1) | |
| 문항 6 | 실험집단 | (1) 계속 올라갈것이다. | 0 (0) | 0 (0) | 0.601 |
| | | (2) 어느 정도 올라가다 다시 내려갈 것이다. | 6 (6.3) | 5 (5.8) | |
| | | (3) 어느 정도 올라가다 멈출 것이다. | 87 (91.6) | 81 (94.2) | |
| | | (4) 모르겠다. | 1 (1.1) | 0 (0) | |
| | | 무응답 | 1 (1.1) | 0 (0) | |
| | 통제집단 | (1) 계속 올라갈것이다. | 2 (2.1) | 0 (0) | 0.352 |
| | | (2) 어느 정도 올라가다 내려갈 것이다. | 4 (4.2) | 4 (4.2) | |
| | | (3) 어느 정도 올라가다 멈출 것이다. | 84 (88.4) | 81 (94.2) | |
| | | (4) 모르겠다. | 1 (1.1) | 0 (0) | |
| | | 무응답 | 4 (4.2) | 1 (1.2) | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 문항 7 | 실험집단 | (1) 찬 기운이 얼음에서 손으로 전달되었다. | 10 (10.5) | 17 (19.9) | 0.003 |
| | | (2) 손의 따뜻한 열이 얼음으로 빠져나갔다. | 60 (63.2) | 63 (73.3) | |
| | | (3) 위의 (1), (2) 모두 맞다. | 22 (23.2) | 3 (3.5) | |
| | | (4) 잘 모르겠다. | 2 (2.1) | 2 (2.3) | |
| | | 무응답 | 1 (1.1) | 1 (1.2) | |
| | 통제집단 | (1) 찬 기운이 얼음에서 손으로 전달되었다. | 17 (17.9) | 7 (8.1) | 0.004 |
| | | (2) 손의 따뜻한 열이 얼음으로 빠져나갔다. | 51 (53.7) | 68 (79.1) | |
| | | (3) 위의 (1), (2) 모두 맞다. | 18 (18.9) | 5 (5.8) | |
| | | (4) 잘 모르겠다. | 2 (2.1) | 0 (0) | |
| | | 무응답 | 7 (7.4) | 6 (7.0) | |

<표 3> 문항별 객관식 정답률

단위: %

| 문항 번호 | 수업 전 | | 수업 후 | |
|---|---|---|---|---|
| | 통제집단 | 실험집단 | 통제집단 | 실험집단 |
| 1 | 91.6 | 84.7 | 93.8 | 98.8 |
| 2 | 71.6 | 65.2 | 74.4 | 82.6 |
| 3 | 34.7 | 35.8 | 66.3 | 61.5 |
| 4 | 72.6 | 75.8 | 80.2 | 90.7 |
| 5 | 42.1 | 45.3 | 47.1 | 53.5 |
| 6 | 88.4 | 91.6 | 94.2 | 94.2 |
| 7 | 53.7 | 63.2 | 79.1 | 73.3 |

<표 2>과 <표 3>을 보는 바와 같이 열전도의 개념을 묻는 문항 1과 문항 2 및 문항 5의 정답률을 비교하였을 때, 일상 생활에서 쉽게 경험할 수 있는 내용을 묻는 문항 1의 수업 전 사전검사 정답률은 90%이상으로 매우 높은 편이다. 그러나 물질의 열전도율과 관련되면서 일상 생활에서 가끔 경험할 수 있

는 내용을 묻는 문항 2와 문항 5에서는 수업 전 사전검사 정답률이 매우 낮은 편이어서 학생들의 열전도에 대한 개념이 뚜렷이 형성되어 있지 않음을 알 수 있다.

열량에 대한 개념을 묻는 문항 3의 정답률을 보면, 수업 전 사전검사에서 실험집단이나 통제집단의 정답률이 35%정도로 나타나 열량에 대한 개념이 뚜렷하게 형성되어 있지 않음을 알 수 있다. 그렇지만, 수업 후 사후검사의 정답률은 실험집단이 60.5%, 통제집단이 66.3%로 나타났다. 그리고 비열 개념을 묻는 문항 4에 대해서는 수업 전 사전 검사의 정답률이 실험집단과 통제집단 모두 70% 이상으로 나타났다. 또한, 복사에 대한 개념을 묻는 문항 6의 경우는 수업 전 사전검사 정답률이 실험집단과 통제집단이 모두 90% 정도로 높게 나타났고, 고온의 물체에서 저온의 물체로 열의 이동한다는 사실을 묻는 문항 7에 대한 수업 전 사전검사의 정답률은 실험집단이 63.2%, 통제집단이 53.7%로 나타났다.

이와 같이 객관식 문항에 대한 수업 전·후에 정답률 변화 관계를 통계 처리하여 유의도 p를 분석해 보면, <표 2>에서 보는 바와 같이 문항 1.의 경우는 '금속물체가 더 차갑다'고 응답한 경우가 실험집단은 사전검사에서 94.7%, 사후검사에서 98.8%로 증가하였고, 통제집단에서도 91.6%에서 93.0%로 두 집단에서 모두 증가하였으나, 실험집단은 $p(=.219)>.05$, 통제집단은 $p(=.604)>.05$로서 두 집단 모두에서 통계적으로 무의미한 증가임을 보여주고 있다.

문항 2.에 대해서는 동파이프가 보일러의 배관 재료로 적당하다고 응답한 학생이 실험집단은 사전검사에서 65.2%, 사후검사에서 82.6%로 증가하여 $p(=030)<.05$으로 유의미한 향상을 보이고 있다. 그러나 통제집단에서는 정답률이 수업 전 71.6%에서 수업 후 74.4%로 증가하였으나 유의도는 $p(=.958)>.05$로서 통계적으로 의미 없음을 보여주고 있다. 이로부터 순환학습 모형에 의해 개발한 수업 프로그램이 열전도 개념 학습에 효과적임을 알 수 있다.

문항 3.에서는 100℃의 주전자 안의 물 보다 북극 빙하에 포함된 열이 더 많다고 응답한 학생이 실험집단은 사전검사에서 35.8%, 사후검사에서 60.5%로 유의도 $p(=.008)<.05$임을 보였고, 통제집단은 사전검사에서 34.7%, 사후검사에서 66.3%로 $p(=.000)<.05$으로 실험집단과 통제집단에서 모두 수업처치 후에 유의미한 향상을 보여주고 있다. 그렇지만 실험집단보다 통제집단에서 더 수업처치 후의 효과가 큰 것으로 보아 열량 개념 학습은 순환학습 모형에 의한 것보

다 전통적인 수업 방식이 더 효과적이라고 할 수 있다.

문항 4.에서 바다보다 육지의 온도가 높다고 응답한 학생이 실험집단은 수업 전 사전검사 75.8%에서, 수업 후 사후검사 90.7%로 정답률이 증가하여 유의도가 $p(=.040)<.05$을 보이고 있다. 그리고 통제집단은 수업 전 사전검사 72.6%에서 수업 후 사후검사 80.2%로 정답률이 증가하여 $p(=.456)>.05$을 보이고 있다. 그러므로 실험집단은 수업처치 전·후에 통계적으로 유의미한으로 향상을 보였으나 통제집단은 통계적으로 의미 없다는 것을 알 수 있다. 따라서 개발한 순환학습 수업 전략이 비열 개념 학습에 효과적이라고 할 수 있다.

문항 5.에서 스텐금속 접시의 얼음이 플라스틱 접시의 얼음보다 빨리 녹는다고 응답한 학생이 실험집단에서는 수업 전 사전검사에서 45.3%, 사후검사에서 53.5%로 정답률이 8.2% 증가하였다. 그렇지만 유의도는 $p(=.799)>.05$으로서 통계적으로 의미있는 향상이 아님을 보여주고 있다. 또한 통제집단의 경우, 수업 전 사전검사에서 스텐금속 접시의 얼음이 빨리 녹는다고 응답한 학생이 사전검사에서 42.1%, 사후검사에서 47.1%로 정답률이 5% 증가하였으나 유의도는 $p(=.746)>.05$으로 역시 통계적으로 의미 없음을 보이고 있다.

문항 6.에서 백열전구 앞에 놓인 깡통의 온도가 어느 정도 올라가다가 멈출 것이라고 응답한 학생은 실험집단의 경우 사전검사에서 91.6%, 사후검사에서 94.2%으로 수업처치 후에 2.6%의 정답률 증가를 보여 유의도는 $p(=.601)>.05$으로서 의미 있는 향상이 아님을 보여주고 있다. 그리고 통제집단의 경우 사전검사에서 88.4%, 사후검사에 94.2%로 수업처치 후 정답률이 5.8% 증가하였다. 그렇지만 유의도는 $p(=.352)>.05$으로서 역시 의미 있는 향상이 아님을 보여주고 있다.

문항 7.에서 손의 열이 얼음으로 빠져나갔다고 응답한 학생은 실험집단의 경우 사전검사에서 63.2%, 사후검사에서 73.3%로 수업처치 후 정답률이 10.1% 증가하였다. 그리고 유의도는 $p(=.003)<.05$이다. 통제집단의 경우 사전검사에서 53.7%, 사후검사에서 79.1%로 25.4%의 정답률 증가를 보였고 유의도는 $p(=.004)<.05$으로 유의미하다. 이와 같이 문항 7에 대해서는 실험집단과 통제집단 모두에서 통계적으로 유의미한 향상을 보여주고 있다. 수업처치 전·후의 검사가 통계적으로 의미가 있다는 것으로 보아서 전통적 수업 방식이나 순환학습 수업 전략이 열의 이동에 관한 개념 학습에 모두 효과적이라고 할 수 있다. 그리고 정답률 증가율이 통제집단이 실험집단에 비해 2.5배나 높은 것으로부터

전통적 수업 방식이 더 효과적인 학습방법이라고도 할 수 있다.

2) 주관식 응답의 분석

열 개념 검사에서 각 문항에 대해 학생들이 응답 이유로 진술한 것을 분석하여 학생들의 문항별 개념 유형을 알아보고, 실험집단과 통제집단에 대하여 문항별로 수업처치 전·후의 개념 유형 변화를 분석해 보겠다.

(1) 열전도 문항의 분석(문항 1, 2, 5)

열전도와 관련하여 일상 생활에서 어느 정도 쉽게 경험할 수 있는 상황인가에 따라 서로 다른 3 문항을 제시하였다. 문항 1은 누구나 쉽게 경험할 수 있는 내용으로 추운 겨울에 금속으로 된 물체와 나무로 된 물체를 손으로 만지면 어느 것이 더 차갑게 느끼는지에 관한 학생들의 생각을 알아보기 위한 것이다.

<표 4>는 문항 1에 대해서 학생들이 이유 진술한 내용으로 문항 1의 열전도 개념 유형을 나타낸 것이다.

'금속 물체가 더 차갑게 느낀다' 라고 옳게 대답한 학생을 <표 2>와 <표 3>에서 수업처치 전·후로 비교해 보면, 통제집단은 91.6%에서 93.0%로, 실험집단은 94.7%에서 98.8%로 증가하는 변화를 보이고 있다. 그러나 <표 4>에서 보는 바와 같이 옳은 답은 선택한 학생 중에서 주관식 이유 설명까지 올바르게 한 학생은 실험집단에서는 14.7%에서 33.7%로 19.0% 증가하였고, 통제집단에서는 16.8%에서 30.2%로 13.4% 증가하여 통제집단 보다는 실험집단에서 바람직한 개념의 변화가 더 높게 일어났음을 알 수 있다.

또한 금속이 본래 차다는 비과학자적인 생각을 가진 학생들은 수업처치 후 실험집단은 13.7%에서 3.5%로, 통제집단은 9.5%에서 0%로 감소하였다. 그러나 수업처치 후에 금속의 비열이 작기 때문이라고 이유 진술한 학생은 실험집단은 6.3%에서 11.6%로, 통제집단은 3.2%에서 16.3%로 증가하여 수업처치 후에 열전도율과 비열 개념을 혼동하는 경향도 있어 오개념 치유가 완전히 안되었음을 알 수 있다.

문항 2는 난방 보일러에 연결하는 배관의 재료로 적당한 것을 묻는 문제이다. 문항 2에 대한 학생들의 응답 이유를 진술한 내용을 분석하여 학생들이 가지는 개념 유형의 변화를 <표 5>에 나타내었다.

<표 4> 문항 1에 대한 이유 진술 내용과 열전도 개념 유형

단위: 명

| 구분 | 개념 유형 | 이유 진술 내용 | 수업 전 | | 수업 후 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 실험 집단 | 통제 집단 | 실험 집단 | 통제 집단 |
| 금속 물체 | A | 금속의 열전도율이 크므로 | 14 (14.7) | 16 (16.8) | 29 (33.7) | 26 (30.2) |
| | B | 금속의 비열이 작으므로 | 6 ( 6.3) | 3 (3.2) | 10 (11.6) | 14 (16.3) |
| | C | 금속은 본래 차므로 | 13 (13.7) | 9 (9.5) | 3 (3.5) | 0 ( 0) |
| | D | 금속의 비열이 크므로 | 2 ( 2.1) | 8 (8.4) | 1 (1.2) | 0 ( 0) |
| | E | 차가운 열이 금속에 잘 전달되므로 | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 1 (1.2) | 0 ( 0) |
| | F | 나무는 열을 잘 흡수하므로 | 1 ( 1.1) | 0 ( 0) | 1 (1.2) | 0 ( 0) |
| | G | 금속이 열을 잘 받아들여서 | 5 ( 5.3) | 0 ( 0) | 2 (2.3) | 1 (1.2) |
| | H | 금속이 열을 쉽게 빼앗기므로 | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 3 (3.5) | 4 (4.7) |
| | I | 금속의 비열이 크므로 | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 1 (1.2) | 6 (7.0) |
| | J | 나무는 본래 따뜻하다 | 5 (5.3) | 3 (3.2) | 2 (2.3) | 1 (1.2) |
| | K | 금속은 도체이므로 | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 1 (1.2) | 0 ( 0) |
| | L | 금속이 온도를 잘 전달하므로 | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 1 (1.2) |
| | M | 금속이 열을 흡수하지 못하므로 | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 1 (1.2) |
| | N | 금속을 결정구조이므로 | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 1 (1.2) |
| | O | 경험상 금속이 차갑다. | 3 (3.2) | 8 ( 0) | 6 (7.0) | 7 (8.1) |
| | P | 나무는 생물이므로 | 1 (1.1) | 1 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | Q | 금속의 열전도율이 낮으므로 | 2 (2.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | R | 나무가 열을 잘 흡수하지 못하므로 | 1 (1.1) | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| 나무 물체 | S | 금속의 열전도율이 크므로 | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 1 (1.2) |
| 똑같다 | T | 주위 온도가 같으므로 | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 1 (1.2) | 0 ( 0) |
| 무응답 | | | 41(42.7) | 46(48.4) | 20(23.3) | 23(26.7) |

A: 과학자적 개념, B~T: 오개념, ( )는 백분율

<표 5> 문항 2에 대한 이유 진술 내용과 열전도 개념 유형

단위: 명

| 구분 | 개념 유형 | 이유 진술 내용 | 수업 전 | | 수업 후 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 실험집단 | 통제집단 | 실험집단 | 통제집단 |
| 동파이프 | A | 동은 열전도율이 높으므로 | 6 (6.3) | 22 (23.2) | 13 (15.1) | 19 (22.1) |
| | B | 동은 비열이 작으므로 | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 2 (2.3) | 1 (1.2) |
| | C | 동은 녹슬지 않으므로 | 5 (5.3) | 5 (5.3) | 3 (3.5) | 0 ( 0) |
| | D | 동은 열에 강하므로 | 11 (11.6) | 11 (11.6) | 2 (2.3) | 0 ( 0) |
| | E | 동은 열을 잘 보존하므로 | 1 (1.1) | 3 (3.2) | 1 (1.2) | 0 ( 0) |
| | F | 동의 열전도율이 작아서 | 0 ( 0) | 1 (1.1) | 1 (1.2) | 0 ( 0) |
| | G | TV 광고에 나오는 것을 보고 | 17 (14.7) | 6 (6.3) | 8 (9.3) | 6 (7.0) |
| | H | 동이 금속이어서 강하므로 | 0 ( 0) | 3 (3.2) | 0 ( 0) | 5 (5.8) |
| | I | 기타 | 2 (2.1) | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| PVC 파이프 | J | PVC가 열을 잘 전달하므로 | 1 (1.1) | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | K | PVC가 열에 강하므로 | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | L | PVC의 열손실이 적으므로 | 0 ( 0) | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | M | PVC가 녹슬지 않으므로 | 0 ( 0) | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | N | PVC가 비열이 크므로 | 0 ( 0) | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | O | TV 광고에 나오는 것을 보고 | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 1 (1.2) | 0 ( 0) |
| 자기 파이프 | P | 응답자 없음 | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| 무응답 | | | 50(52.6) | 39(41.1) | 55(64.0) | 55(64.0) |

A: 과학자적 개념, B~P: 오개념, ( )는 백분율

보일러에 연결하는 배관 재료로 동파이프가 적당하다는 옳은 답을 선택한 학생들을 수업처치 전·후로 비교해보면 <표 2>과 <표 3>에서 알 수 있듯이, 통제집단은 71.6%에서 74.4%로 2.8% 정답률이 증가하였고 실험집단은 65.2%에서 82.6%로 정답률이 17.4% 증가하였다. 그렇지만, 옳은 답을 선택 한 학생들 중에서 이유 진술한 내용을 보면 <표 5>에서와 같이 TV광고 영향으로 알게되었다고 응답한 학생이 사전검사에서 실험집단은 14.7%, 통제집단은 6.3%

로 나타났고, 동이 열에 강하기 때문이라고 응답한 학생이 실험집단과 통제집단에서 각각 11.6%로 나타났으며, 동이 녹슬지 않기 때문이라고 응답한 학생이 실험집단과 통제집단에서 각각 5.3%로 나타났다. 이것은 막연하게 알고 있거나, 동은 열전도율이 높은 물질이라는 것에 대해 개념 형성이 제대로 되지 않았음을 의미한다고 하겠다.

수업처치 후 사후검사에서 동이 열에 강하기 때문이라고 잘못 알고 있었던 학생들의 수가 실험집단에서는 11.6%에서 2.3%로 감소하였고, 통제집단에서는 11.6%에서 0%로 감소함을 보였으나 확실한 과학적자 개념으로의 변화는 일어나지 않았다.

지금까지 알아본 바와 같이 객관식 문항에 정답을 선택하고서 열전도율이 높기 때문이라고 주관식 이유 설명까지 한 학생들은 통제집단이 23.2%에서 22.1%로 거의 변화가 없었으나 실험집단은 수업 전 6.3%에서 수업 후 15.1%로 8.8% 증가하는 변화를 보여 순환학습 수업 전략이 오개념 교정 수업에 효과적임을 나타낸다고 하겠다.

문항 5는 열전도에 대한 개념을 알아보기 위한 것으로 '금속 접시와 플라스틱 접시 위에 놓인 얼음 중 어느 것이 먼저 녹을까?'라는 문제이다. 학생들의 주관식 이유 진술 내용을 근거로 한 개념 유형을 <표 6>에 나타내었다.

문항 5에 대해 올바른 답을 선택한 학생을 <표 2>과 <표 3>에서 보면, 통제집단은 사전검사에서 42.1%, 사후검사에서 47.1%로 5% 증가하는 변화를 보였다. 또한, 실험집단은 사점검사에서 45.3%, 사후검사에서 53.5%로 8.2% 증가하여 실험집단이 더 큰 증가의 변화를 보였다.

그러나 <표 6>에서 스텐금속 접시의 얼음이 빨리 녹는다고 바르게 응답한 학생 중에서 금속의 열전도율이 높기 때문이라고 바른 이유를 진술한 학생은 통제집단이 사전검사에서 7.4%, 사후검사에서 14.0%로 6.6% 증가한 반면 실험집단은 사전검사에서 12.6%, 사후검사에서 16.3%로 3.7% 증가함을 보이고 있어서 오히려 전통적인 수업을 실시한 통제집단에서 더 큰 증가율을 보이고 있다. 이것은 일상적으로 쉽게 경험하기 힘든 열전도에 관한 개념 학습에서 순환학습 수업 전략은 전통적인 수업에 비해 효과적이지 못함을 나타내고 있다고 하겠다.

<표 6> 문항 5에 대한 이유 진술 내용과 열전도 개념 유형

단위: 명

| 구분 | 개념 유형 | 이유 진술 내용 | 수업 전 | | 수업 후 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 실험집단 | 통제집단 | 실험집단 | 통제집단 |
| 스텐 금속 접시 | A | 금속의 열전도율이 크므로 | 12 (12.6) | 7 (7.4) | 14 (16.3) | 12 (14.0) |
| | B | 금속의 비열이 작아서 | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 1 (1.1) | 2 (2.3) |
| | C | 금속의 열이 금방 식으므로 | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | D | 금속의 열전도율이 낮아 열을 오래 보관하므로 | 3 (3.2) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | E | 플라스틱이 보온성이 있으므로 | 1 (1.1) | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | F | 금속이 빨리 차가워지므로 | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | G | 금속의 온도가 빨리 올라가므로 | 2 (2.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | H | 금속이 얼음의 냉열을 뺏으므로 | 1 (1.1) | 3 (3.2) | 2 (2.3) | 8 (9.3) |
| | I | 금속이 열를 잘 반사하므로 | 0 ( 0) | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 1 (1.2) |
| | J | 금속이 차가워 열을 잘 전달하므로. | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 1 (1.2) | 0 ( 0) |
| | K | 금속은 차갑고 매끄러우므로 | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 1 (1.2) | 1 (1.2) |
| | L | 금속이 온도를 잘 전하므로 | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 1 (1.2) | 0 ( 0) |
| 플라스틱 접시 | M | 플라스틱 열전도율이 크므로 | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | N | 플리스틱이 더 차가우므로 | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | O | 금속의 열전도율이 더 크므로 | 2 (2.1) | 0 ( 0) | 1 (1.2) | 0 ( 0) |
| | P | 금속이 더 차가우므로 | 1 (1.1) | 3 (3.2) | 1 (1.2) | 0 ( 0) |
| | Q | 플라스틱이 열을 많이 포함하므로 | 4 (4.2) | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | R | 금속이 빨리 차가워지므로 | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | S | 플라스틱이 열을 천천히 받으므로 | 0 ( 0) | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | T | 플라스틱이 열을 잘 흡수하므로 | 0 ( 0) | 3 (3.2) | 0 ( 0) | 2 (2.3) |
| | U | 플라스틱이 더 따뜻하므로 | 2 (2.1) | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | V | 금속이 냉열을 잘 빼앗으므로 | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 3 (3.5) | 0 ( 0) |
| | W | 플라스틱이 더 약하니까 | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 1 (1.2) | 0 ( 0) |
| | X | 플라스틱이 열을 방출하므로 | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 2 (2.3) | 0 ( 0) |
| 같다 | Y | 외부 온도가 같으므로 | 2 (2.1) | 2 (2.1) | 2 (2.3) | 2 (2.3) |
| | Z | 얼음이 공기와 접촉하는 면적이 같으므로 | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| 무응답 | | | 58(61.0) | 72(75.8) | 56(65.1) | 58(67.4) |

A: 과학자적 개념, B~Z: 오개념, ( )는 백분율

열전도 문제에 있어서 일부의 학생들은 '금속이 차갑다.', '금속이 얼음의 냉열을 빨리 빼앗아간다.', '금속이 열을 잘 흡수한다.', '플라스틱이 열을 많이 포함한다.' 등의 개념 유형을 가지고 있는데, 이는 일상생활에서 직접 혹은 간접적으로 경험하는 내용을 문제 해결에 사용하고 있기 때문인 것으로 보여진다. 또, 스텐접시가 얼음의 냉열을 흡수하기 때문에 얼음이 냉열을 잃게되어 녹는다거나 스텐접시가 외부의 냉열을 흡수하여 더 차가워지기 때문에 얼음이 잘 녹지 않는다는 개념 유형이 일부 학생에게서 나타나고 있다. 이는 뜨거운 물체에서는 뜨거운 열이, 차가운 물체에서는 차가운 냉열이 나온다고 생각하고 있는데, 이는 열을 고온의 물체에서 저온의 물체로 이동하는 에너지의 한 형태로 생각하지 않고 뜨거운 열과 냉열을 물체의 속성을 가진 물질의 형태로 취급하고 있기 때문이라고 하겠다.

(2) 열량 문항의 분석(문항 3)

문항 3은 주전자 안에 있는 100℃의 물과 북극의 빙하가 가지는 열량에 대한 학생들의 개념을 알아보기 위한 것이다. 표 6.과 표 7.에서 수업처치 전·후로 북극의 빙하에 열량이 더 많다고 옳게 응답한 학생을 비교해보면, 실험집단은 사전검사 35.8%에서 사후검사 60.5%로 24.7% 증가하였고 통제집단은 사전검사 34.7%에서 사후검사 66.3%로 31.6% 증가하여, 실험집단보다 오히려 통제집단이 더 크게 증가하는 변화를 보이고 있다.

이와 같은 경향을 문항별 개념 유형의 변화로 분석하기 위하여 문항 3에 대한 주관식 이유 진술 내용과 응답 유형을 학생들이 가지는 개념 유형별로 나타내면 <표 7>과 같다. <표 7>을 보면 객관식 문항에서 주전자의 물에 열량이 더 많다고 잘못 응답한 학생들의 주관식 이유 설명은 대부분 주전자의 물의 온도가 더 높기 때문이라고 대답하고 있다. 이것은 학생들이 열과 온도를 구별하지 못하고 열과 온도를 같은 개념으로 이해하고 있기 때문이며, 이런 결과는 김명련(1994)의 연구와도 일치한다.

<표 7> 열량 문항의 이유 진술 내용과 응답 유형

단위: 명

| 구분 | 개념 유형 | 이유 진술 내용 | 수업 전 | | 수업 후 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 실험집단 | 통제집단 | 실험집단 | 통제집단 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 북극의 빙하 | A | 빙하는 질량이 매우 크므로 | 3 (3.2) | 2 (2.1) | 15 (17.4) | 11 (12.8) |
| | B | 주전자의 물은 곧 열을 방출해서 | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | C | 빙하는 압력이 매우 크므로 | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | D | 빙하는 열 흡수하여 축적하므로 | 2 (2.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | E | 주전자의 물은 증발하므로 | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | F | 빙하는 냉열을 많이 가지므로 | 1 (1.1) | 3 (3.2) | 1 (1.2) | 1 (1.2) |
| | G | 빙하를 녹이는데 많은 열이 필요해서 | 1 (1.1) | 1 (1.1) | 1 (1.2) | 0 ( 0) |
| | H | 표면적이 넓어 열을 많이 흡수해서 | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 2 (2.3) | 0 ( 0) |
| | I | 얼음에 물을 부으면 열 발생해서 | 0 ( 0) | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | J | 주전자 물을 빙하에 부으면 물이 얼므로 | 0 ( 0) | 2 (2.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | K | 빙하가 물에 떠있으므로 | 0 ( 0) | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | L | 빙하의 부피가 크므로 | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 4 (4.7) | 5 (5.8) |
| | M | 빙하의 압력이 크므로 | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 2 (2.3) | 0 ( 0) |
| | N | 빙하에 과거 축적된 열이 많아서 | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 2 (2.3) |
| | O | 기타 | 3 (3.2) | 5 (5.3) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| 주전자의 물 | P | 주전자의 물이 온도가 높으므로 | 13 (13.7) | 13 (13.7) | 6 (7.0) | 8 (9.3) |
| | Q | 끓는 점이 100℃이므로 | 3 (3.2) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | R | 온도가 높아 입자운동이 활발해서 | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 1 (1.2) | 0 ( 0) |
| | S | 고위도는 태양에너지를 적게 받으므로 | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | T | 북극의 빙하는 열을 빼앗기므로 | 0 ( 0) | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | U | 빙하의 질량이 커서 | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 1 (1.2) | 0 ( 0) |
| 무응답 | | | 63(66.3) | 66(69.4) | 53(61.6) | 59(68.6) |

A: 과학자적 개념, B~U: 오개념, ( )는 백분율

객관식 문항에서 북극의 빙하에 열이 더 많다고 옳게 응답한 학생들 중에서 주관식 이유 진술을 빙하의 질량이 매우 크기 때문이라고 바르게 설명한 학생은 수업 전 사전검사에서 통제집단이 2.1% 실험집단이 3.2%로 열량에 대한 학생들의 개념이 제대로 형성되어 있지 않음을 알 수 있다. 그러나 수업처치 후 사후검사에서는 실험집단이 17.4%, 통제집단이 12.8% 이유 진술 하였는데, 통제집단보다 실험집단의 수업 후 증가폭이 3.5% 높다. 이것은 순환학습 수업

전략이 과학자적 개념 획득에 더 효과적이었음을 의미한다고 하겠다.

또한, 주관식 이유 진술에서 학생들은 '빙하는 냉열을 많이 가진다'거나 혹은 '얼음이 열을 흡수하면 녹는다'는 경험적 사실에 기인하여 빙하는 열을 흡수하는 성질이 있어서 열을 많이 가지고 있다 등의 학생들이 열량에 대한 오개념을 가지고 있다는 것을 알 수 있었다.

(3) 비열 문항의 분석(문항 4)

문항 4는 태양에너지를 똑같이 받을 때 육지와 바다 중에서 어느 쪽의 온도가 더 많이 상승할 것인가를 묻는 문항으로 학생들의 비열 개념을 알아보고자 한 것이다. <표 8>은 문항 4의 객관식 응답에 대한 주관식 이유 진술한 내용을 분석하여 학생들이 가지는 개념 유형의 변화를 수업처치 전·후로 나타낸 것이다.

먼저 <표 2>에서 문항 4에 대하여 육지의 온도가 더 높다고 옳게 응답한 학생을 수업 전·후로 비교해 보면, 통제집단은 사전검사 72.6%, 사후검사 80.2%로 7.6% 증가하는 변화를 보인 반면, 실험집단은 사전검사 75.8%, 사후검사 90.7%로 14.9% 증가하여 실험집단이 통제집단 보다 정답률 증가폭이 높게 나타났다. <표 8>에서 육지의 온도가 더 높다고 옳게 응답한 학생들 중에서 그 이유를 바르게 진술한 학생은 통제집단의 경우 사전검사에서 16.8%, 사후검사에서 23.3%로 증가한 반면, 실험집단은 사전검사에서 24.1%, 사후검사에서 30.2%로 나타나 실험집단과 통제집단이 공히 비슷한 정도의 증가를 보이고 있다. 이것은 비열에 대해서는 전통적 교수·학습 방법이나 순환학습 수업 전략이 과학자적 개념 획득에 효과적임을 의미한다고 하겠다.

객관식 문항에서 육지의 온도가 더 높다고 옳게 응답한 학생들 중, 주관식 이유 진술에서 '육지의 비열이 바다보다 높다.' 또는 '육지가 열을 더 빨리 흡수한다.'고 설명한 것은 학생들이 비열의 개념을 잘못 이해하여 오개념이 굳어졌다고 하겠다.

<표 8> 비열 문항의 이유 진술 내용과 응답 유형

단위: 명

| 구분 | 개념 유형 | 이유 진술 내용 | 수업 전 | | 수업 후 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 실험집단 | 통제집단 | 실험집단 | 통제집단 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 육지가 높다. | A | 육지의 비열이 작아서 | 23(24.,1) | 16 (16.8) | 26 (30.2) | 20 (23.3) |
| | B | 육지는 열을 빨리 흡수하므로 | 7 (7.4) | 2 ( 2.1) | 3 (3.5) | 6 (7.0) |
| | C | 육지의 비열이 크므로 | 9 (9.5) | 21 (22.1) | 6 (7.0) | 4 (4.7) |
| | D | 바닷물이 순환하므로 | 2 (2.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | E | 바닷물이 열을 빨리 잃으므로 | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | F | 육지가 열을 더 많이 흡수해서 | 1 (1.1) | 2 (2.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | G | 바다는 햇빛을 잘 반사하므로 | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | H | 바닷물이 증발하므로 | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | I | 육지의 열전도율이 크므로 | 0 ( 0) | 2 (2.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | J | 바다의 두께가 두꺼우므로 | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | K | 바다는 열을 대류시키므로 | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 1 (1.2) | 0 ( 0) |
| | L | 육지는 열을 흡수만하므로 | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 1 (1.2) | 0 ( 0) |
| | M | 육지가 햇빛을 더 많이 받아서 | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 1 (1.2) |
| | N | 기타 | 6 (6.3) | 3 (3.2) | 3 (3.5) | 1 (1.2) |
| 바다가 높다. | O | 바다의 비열이 크므로 | 1 (1.1) | 2 (2.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | P | 바닷물이 더 따뜻하므로 | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | Q | 바다는 열을 잘 저장하므로 | 0 ( 0) | 2 (2.1) | 1 (1.2) | 1 (1.2) |
| | R | 바다의 두께가 더 두꺼우므로 | 0 ( 0) | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | S | 육지는 천천히 더워지므로 | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 1 (1.2) | 0 ( 0) |
| | T | 해륙풍 때문에 | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 3 (3.5) | 0 ( 0) |
| | U | 바다는 얼지 않으므로 | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 1 (1.2) | 0 ( 0) |
| | V | 바닷물은 열을 흡수하기 때문 | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 1 (1.2) |
| | W | 육지가 열을 빨리 방출하므로 | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 1 (1.2) |
| | X | 기타 | 0 ( 0) | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| 무응답 | | | 41(43.2) | 43(45.3) | 40(46.5) | 51(59.3) |

A: 과학자적 개념, B~X: 오개념, ( )는 백분율

(4) 복사평형 문항의 분석(문항 6)

문항 6은 복사평형에 대한 개념을 알아보기 위한 것으로 백열전구 앞 20cm 되는 곳에 검게 칠한 알루미늄 통 윗면을 스티로폼으로 막고 온도계를 꽂아 두면 깡통 속의 공기 온도가 어떻게 변하는가를 묻는 문제이다.

학생들의 객관식 문항에 대한 주관식 이유 진술 내용을 분석하여 복사평형의 개념 유형을 나타내면 <표 9>과 같다.

<표 9> 복사평형 문항의 이유 진술 내용과 응답 유형

단위: 명

| 구분 | 개념 유형 | 이유 진술 내용 | 수업 전 | | 수업 후 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 실험집단 | 통제집단 | 실험집단 | 통제집단 |
| 어느정도 올라가다 멈출 것이다. | A | 복사평형상태에 도달하므로 | 32 (33.7) | 25 (26.3) | 42 (48.8) | 35 (40.7) |
| | B | 온도가 상승하는데 한계가 있으므로 | 3 (3.2) | 2 (2.1) | 5 (5.9) | 0 ( 0) |
| | C | 열을 받고 나중에 방출하므로 | 5 (5.3) | 8 (8.4) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | D | 깡통의 열흡수에 한계 있으므로 | 5 (5.3) | 3 (3.2) | 1 (1.2) | 1 (1.2) |
| | E | 깡통과 전구의 온도와 같기 때문 | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | F | 전구에서 나오는 열에 한계가 있으므로 | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 1 (1.2) |
| | G | 깡통이 밀폐되어 온도상승에 한계가 있어서 | 2 (2.1) | 0 ( 0) | 3 (3.5) | 0 ( 0) |
| | H | 깡통도 열을 방출하므로 | 0 ( 0) | 3 (3.2) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | I | 중학교 때 배운 기억이 있어서 | 4 (4.2) | 10 (10.5) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| 계속 올라갈 것이다. | J | 깡통이 열을 흡수하고 스티로폼이 열을 차단하므로 | 0 ( 0) | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| 어느 정도 올라가다 내려갈 것이다. | K | 흡수한 열을 다시 방출하므로 | 1 (1.1) | 0 (0) | 0 ( 0) | 1 (1.2) |
| | L | 온도상승에 한계가 있으므로 | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 1 (1.2) |
| 무응답 | | | 54(56.8) | 52(54.7) | 51(59.3) | 39(45.3) |

A: 과학자적 개념, B~L: 오개념, ( )는 백분율

객관식 문항에서 온도가 어느 정도 올라가다 멈출 것이라고 옳게 응답한 학생 중 복사평형에 도달하기 때문이라고 옳은 이유를 진술한 학생을 표 13.에서와 같이 수업 처지 전·후로 비교해 보면 통제집단은 26.3%에서 40.7%로 증가하였고 실험집단은 33.7%에서 48.8%에 증가하여 통제집단보다 실험집단의 증가폭이 1%정도는 높은 경향을 나타내고 있다. 이것은 순환학습 수업 전략이 과학자적 개념 획득에 효과적임을 의미한다고 하겠다.

주관식 이유 설명에서 일부의 학생들은 '온도 상승에는 한계가 있다.', '깡통이 밀폐되어 있으므로 열 흡수에 한계가 있다.', '깡통과 전구의 온도가 같아진

다.', '전구에서 나오는 열에는 한계가 있다.' 는 등의 오개념을 가지고 있어 문제 상황에 따라 주어진 현상을 가지고 단순하게 설명하려는 경향도 있음을 알 수 있었다.

(5) 열의 이동 문항의 분석(문항 7)

문항 7은 열의 이동에 관한 개념을 알아보기 위한 것으로, 손으로 얼음을 만질 때 차갑게 느껴지는 이유를 묻는 문제이다. 학생들의 주관식 이유 진술 내용을 분석하여 개념 유형을 나타내면 <표 10>과 같다.

객관식 문항에서 손의 따뜻한 열이 얼음으로 빠져나갔다고 바르게 응답한 학생들 중, 주관식 이유 진술에서 열이 고온에서 저온으로 흐르기 때문이라고 바르게 설명한 학생을 수업처치 전·후로 비교하여 보면, 통제집단은 수업 전 11.6%에서 수업 후 37.2%로, 실험집단은 수업 전 21.1%에서 수업 후 38.4%로, 실험집단보다 통제집단에서 더 큰 증가율을 보이고 있다. 이것은 전통적 학습법이 과학자적 개념 획득에 더 효과적임을 의미한다고 하겠다.

<표 10> 열의 이동 문항 이유 진술 내용과 응답 유형

단위: 명

| 구분 | 개념 유형 | 이유 진술 내용 | 수업 전 | | 수업 후 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 실험집단 | 통제집단 | 실험집단 | 통제집단 |
| (1) 손의 따뜻한 열이 얼음으로 빠져나갔다. | A | 열은 고온에서 저온으로 흐르기 때문에 | 20 (21.1) | 11 (11.6) | 33 (38.4) | 32 (37.2) |
| | B | 손의 따뜻함보다 얼음의 냉기가 강하므로 | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | C | 손이 시원해짐을 느끼므로 | 5 (5.3) | 2 (2.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | D | 열전도 현상이 일어나서 | 2 (2.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | E | 냉열과 더운열은 서로 섞이므로 | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | F | 차가운 물체가 열을 흡수하므로 | 0 ( 0) | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | G | 더운열이 냉열보다 더 잘 전달되기 때문에 | 0 ( 0) | 1 (1.1) | 2 (2.3) | 1 (1.2) |
| | H | 얼음보다 생명있는 사람이 강하므로 | 0 ( 0) | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | I | 얼음이 증발하면서 열을 흡수하므로 | 0 ( 0) | 0( 0) | 0 ( 0) | 1 (1.2) |
| | J | 기타 | 5 (5.3) | 2 (2.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| (2) 찬 기운이 얼음에서 손으로 전달되었다. | K | 열은 고온에서 저온으로 흐르기 때문에 | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 1 (1.2) | 0 ( 0) |
| | L | 냉열이 얼음에서 손으로 이동하므로 | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 1 (1.2) | 0 ( 0) |
| | M | 손에는 냉점이 있으므로 | 0 ( 0) | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | N | 손이 차가워지므로 | 0 ( 0) | 1 (1.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| 위의 (1), (2) 모두 맞다. | O | 얼음은 녹고 손은 차가우므로 | 1 (1.1) | 2 (2.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | P | 더운 것은 열을 빼앗기고 찬 것은 열을 얻으므로 | 1 (1.1) | 2 (2.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| | Q | 냉열이 손으로, 온열이 얼음으로 이동하므로 | 0 ( 0) | 0 ( 0) | 1 (1.2) | 0 ( 0) |
| | R | 기타 | 4 (4.2) | 2 (2.1) | 0 ( 0) | 0 ( 0) |
| 무응답 | | | 40(42.1) | 26(27.3) | 38(44.2) | 34(39.5) |

A: 과학자적 개념, B~R: 오개념, ( )는 백분율

많은 학생들이 열은 고온의 물체에서 저온의 물체로 이동한다는 개념을 이해하고 있는 것으로 보여지나 일부의 학생들은 '냉열이 손으로 이동하므로 손이 차갑게 느껴진다.', '손의 따뜻함보다 얼음의 냉열이 강하다', '냉열과 더운 열은 서로 섞인다.', ' 더운 열은 냉열보다 더 잘 전달된다.', '냉열은 손으로 전달되고 온열은 얼음으로 전달된다.'는 등으로 열의 이동을 냉열의 이동으로 설명하려는 경향을 보이고 있다.

이상에서 고찰해본 바와 같이, 학생들이 가지는 열 개념을 알아보기 위한 7개의 열 개념 검사 문항에 대한 응답 유형을 분석해 본 결과, 통제집단은 열량 개념을 묻는 문항 3과 열의 이동을 묻는 문항 7에서 $p<.05$를 보인 반면, 실험집단은 열전도 개념을 묻는 문항 2와 열량 개념을 묻는 문항 3, 비열 개념을 묻는 문항 4, 열의 이동 개념을 묻는 문항 7에서 유의도 $p<.05$를 보여 실험집단이 통제집단보다 수업처치 전·후에 통계적으로 의미 있는 변화를 보였다. 그리고 학생들이 가지는 개념 유형을 분석해본 결과 다양한 유형의 열에 대한 오개념이 있음을 알 수 있었고, 수업처치 후에는 실험집단과 통제집단에서 오개념이 비슷한 정도로 치유되었다. 그럼에도 불구하고, 개념 유형 변화 분석에 의하면 열전도와 열량 그리고 복사 평형 개념에 대해서는 순환학습 수업 전략이 과학자적 개념 획득에 더 효과적이라고 할 수 있다.

## 2. 탐구능력 검사 결과 분석

순환학습 모형에 의한 수업 전략을 적용한 교수·학습이 전통적인 교수·학습과 비교였을 때, 학생들의 탐구능력 향상에 어떠한 영향을 주는지 알아보기 위하여 이종기가 중·고등학생용으로 개발한 과학탐구기능검사(test of science inquiry skills:TSIS) 문항(정완호 외 5인; 1997a)을 사용하였다. 본 검사 문항은 총 36문항으로 구성되어 있으며 수업처치 전·후에 실험집단과 통제집단에 대하여 검사한 것을 문항당 1점씩으로 하여 채점하고, 그 결과를 spss 통계 프로그램으로 분석하여 <표 11>과 <표 12>에 나타내었다.

<표 11>에서 알 수 있듯이 수업 전 사전검사 결과 통제집단은 평균 24.57점, 실험집단은 23.57점으로 점수 차이가 1점에 불과해 동일한 집단이라고 할 수 있다. 그리고 유의도 p(=.306)>.05로 나타나 수업처치 전에 실험집단과 통제집단의 탐구능력에 차이가 없음을 보여주고 있다. 또한, 수업 후 사후검사 결과에서도 통제집단은 평균 25.83점, 실험집단은 25.93점으로 점수 차이가 거의 없다. 그리고 유의도 p(=.992)>.05으로 수업처치 후 실험집단과 통제집단의 탐구능력이 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다.

<표 11> 탐구능력 검사 결과의 집단간 비교

| | 사전 검사 | | | | 사후검사 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | Mean | SD | p | N | Mean | SD | p |
| 통제집단 | 93 | 24.57 | 6.14 | 0.306 | 84 | 25..83 | 6.83 | 0.922 |
| 실험집단 | 93 | 23.57 | 7.63 | | 87 | 25.93 | 6.24 | |

<표 12> 탐구능력 검사 결과의 수업처치 전·후 비교

| | 실험집단 | | | | 통제집단 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | Mean | SD | p | N | Mean | SD | p |
| 사전검사 | 93 | 23.57 | 7.63 | 0.022 | 93 | 24.57 | 6.14 | 0.196 |
| 사후검사 | 87 | 25.93 | 6.24 | | 84 | 25.83 | 6.83 | |

그러나 <표 12>에서 수업처치 전·후로 비교해 볼 때, 통제집단은 평균값이 유의도 p(=.196)>.05로 수업처치 후 탐구능력이 수업처치 전과 비교하여 통계적으로 차이가 없음을 보인다. 그렇지만, 실험집단의 경우는 평균값이 p(=.022)<.05로 수업처치 후의 탐구능력은 수업처치 전보다 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타나 교수·학습 방법의 차이에 따라 탐구능력에 미치는 영향이 다르다는 것을 알 수 있다. 이는 수업 전략이 가지는 특성에 기인한 것으로, 전통적인 수업방식보다 순환학습 모형을 적용한 교수·학습이 탐구단계에서 학생들에게 인지갈등을 유발시키고 학생들로 하여금 그 갈등을 해소해나가는 과정을 거치게 함으로써 탐구능력을 향상시키는 효과를 가져오는 것이라고 할 수 있다.

## 3. 과학 관련 태도 검사 결과 분석

순환학습 수업 전략을 적용한 교수·학습을 전통적인 교수·학습과 비교하였을 때, 학생들의 과학 관련 태도 변화에 어떠한 영향을 주는지 알아보기 위하여 사용한 과학 관련 태도 검사 문항(정완호 외 5인; 1997b)은 '과학에 대한 태도', '과학의 사회적 의미', '과학 교과에 대한 태도', '과학적 태도' 4가지 범주로 나누어 각 범주마다 9문항씩 총 36문항으로 구성되었다.

과학 관련 태도 검사의 각 문항을 채점한 후 SPSS 통계 프로그램에 의해 4개 범주별로 과학적 태도에 차이가 있는지 비교 분석한 결과는 <표 13> 및 <표 14>와 같다.

<표 13> 과학 관련 태도 검사 결과의 집단간 비교

| 주 범 | 집단구분 | 사전검사 | | | | 사후검사 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | N | Mean | SD | p | N | Mean | SD | p |
| 과학에 대한 태도 | 통제집단 | 93 | 28.35 | 2.88 | 0.455 | 87 | 28.17 | 2.79 | 0.104 |
| | 실험집단 | 88 | 28.05 | 2.66 | | 86 | 28.86 | 2.74 | |
| 과학이 사회에 미치는 영향 | 통제집단 | 93 | 28.14 | 1.92 | 0.225 | 87 | 28.26 | 2.55 | 0.721 |
| | 실험집단 | 88 | 28.51 | 2.19 | | 86 | 28.40 | 2.26 | |
| 과학교과에 대한 태도 | 통제집단 | 93 | 27.13 | 3.17 | 0.363 | 87 | 27.82 | 4.21 | 0.948 |
| | 실험집단 | 88 | 26.70 | 3.26 | | 86 | 27.78 | 3.25 | |
| 과학적 태도 | 통제집단 | 93 | 23.80 | 3.02 | 0.619 | 87 | 24.31 | 3.93 | 0.691 |
| | 실험집단 | 88 | 23.56 | 3.43 | | 86 | 24.08 | 3.63 | |
| 전체 | 통제집단 | 93 | 107.42 | 7.06 | 0.560 | 87 | 108.56 | 9.03 | 0.669 |
| | 실험집단 | 88 | 106.81 | 7.03 | | 86 | 109.12 | 7.89 | |

<표 13>을 보는 바와 같이 수업 전 사전검사에서 통제집단의 평균점수는 107.42점, 실험집단의 평균점수는 106.81점으로 비슷하고, 유의도는 p(=.56)>.05로 나타났으며, 범주별로 분석한 결과에서도 모든 범주에서 유의도가 p>.05로 나타나 수업처치 전 실험집단과 통제집단이 과학 관련 태도에 거의 차이가 없음을 알 수 있다.

그리고 수업처치 후 통제집단의 평균점수는 108.56점, 실험집단의 평균점수는 109.12점으로 차이가 없고, 유의도는 p(=.669)>.05로 나타났으며, 범주별로 분석한 결과에서도 모든 범주에서 유의도가 p>.05으로 나타나 수업처치 후에도 실험집단과 통제집단이 과학 관련 태도에서 거의 차이가 없는 것으로 나타났다.

그러나 <표 14>에서 통제집단과 실험집단을 수업처치 전과 후로 비교해 보면,통제집단은 사전검사에 평균 107.42점, 사후검사에 평균 108.56점으로 거의 비슷하고 유의도 p(=.344)>.05로서 통계적으로 차이가 없다. 그렇지만, 실험집단은 사전검사에 평균 106.81점, 사후검사에 평균 109.12점으로 2.31점 증가하고 유의도 p(=.043)<.05로 나타나 전통적인 학습방법보다 순환학습 모형을 적용한 수업 전략이 학생들의 과학 관련 태도에 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다.

<표 14> 과학 관련 태도 검사 결과의 수업처치 전·후 비교

| 범주 | 시기 | 실험집단 | | | | 통제집단 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | N | Mean | SD | p | N | Mean | SD | p |
| 과학에 대한 태도 | 사전검사 | 88 | 28.05 | 2.66 | 0.048 | 93 | 28.35 | 2.88 | 0.667 |
| | 사후검사 | 86 | 28.86 | 2.74 | | 87 | 28.17 | 2.79 | |
| 과학이 사회에 미치는 영향 | 사전검사 | 88 | 28.51 | 2.19 | 0.731 | 93 | 28.14 | 1.92 | 0.710 |
| | 사후검사 | 86 | 28.40 | 2.26 | | 87 | 28.26 | 2.55 | |
| 과학교과에 대한 태도 | 사전검사 | 88 | 26.69 | 3.26 | 0.029 | 93 | 27.13 | 3.17 | 0.216 |
| | 사후검사 | 86 | 27.78 | 3.25 | | 87 | 27.82 | 4.20 | |
| 과학적 태도 | 사전검사 | 88 | 23.56 | 3.43 | 0.329 | 93 | 23.80 | 3.02 | 0.324 |
| | 사후검사 | 86 | 24.08 | 3.63 | | 87 | 24.31 | 3.93 | |
| 전 체 | 사전검사 | 88 | 106.81 | 7.03 | 0.043 | 93 | 107.42 | 7.06 | 0.344 |
| | 사후검사 | 86 | 109.12 | 7.89 | | 87 | 108.56 | 9.03 | |

<표 14>에서 과학 관련 태도의 4개 범주 각각에 대해서 분석해 보면, 통제 집단의 경우 4개 범주 모두에서 유의도 p>.05를 보여 수업처치 전과 비교하여 수업처치 후에도 과학 관련 태도에 바람직한 변화가 없는 것으로 나타났다. 그리고 실험집단은 4개 범주 중에서 '과학이 사회에 미치는 영향'과 '과학적 태도'의 2개 범주는 수업처치 전·후에 통계적으로 유의미한 차이가 없었으나(p>.05), '과학에 대한 태도'와 '과학교과에 대한 태도'에서는 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다(p<.05).

이것은 수업 방식의 차이에서 오는 것으로 순환학습 모형을 적용한 수업 전략의 경우 학생들의 선개념을 파악하고 이를 토대로 인지갈등을 일으킴으로써 학생들의 과학교과에 대한 흥미가 유발되고 있다고 할 수 있으며, 이로 인해 과학에 대한 태도 변화에 긍정적인 영향을 미친다고 하겠다.

## Ⅳ. 결 론

고등학교 공통과학의 열 단원을 중심으로 학생들의 열에 관한 선개념을 조사하고 순환학습 모형을 적용한 교수·학습 방법을 개발하여 수업에 적용함으로써, 순환학습 수업 전략이 고등학교 1학년 학생들의 열 개념 습득과 탐구능력 향상 및 과학 관련 태도 변화에 어떠한 영향을 주는지에 대하여 고찰한 연구 결과를 요약하면,

첫째, 사전검사 결과 학생들의 열 개념에는 과학자적 개념보다는 다양한 종류의 오개념이 형성되어 있었다. 특히, ① 금속은 차갑기 때문에 나무 물체보다 금속물체가 더 차갑게 느껴진다고 생각하여 일상생활에서의 경험 내용을 문제 해결에 적용하려는 경향을 보이거나, ② 뜨거운 물체에서는 뜨거운 열이, 차가운 물체에서는 차가운 냉열이 나온다고 생각하여 열을 고온의 물체에서 저온의 물체로 이동하는 에너지의 한 형태로 생각하지 않고 온열과 냉열을 물체의 속성을 가진 물질의 형태로 생각하는 경향이 있고, ③ 주전자의 끓는 물이 북극의 빙하보다 온도가 높기 때문에 열량이 더 많다고 생각하여 열과 온도를 같은 개념으로 이해하는 경향이 있었으며, ④ 복사평형 문제에 있어서 일부의 학생들은 문제 상황에 따라 주어진 현상을 가지고 단순하게 설명하려는 경향을 보였다.

둘째, 열 개념 검사 문항에 대한 응답을 분석한 결과 복사 평형 개념 학습에서 통제집단은 열량, 열의 이동 개념 학습에서 통계적으로 유의미한 변화를 보인 반면, 복사평형 개념 학습에서는 두 집단 공히 통계적으로 의미가 없었으며, 실험집단은 열전도, 열량, 비열, 열의 이동 개념 학습에 통계적으로 유의미한 변화가 있는 것으로 나타나 순환학습 모형을 적용한 교수·학습 방법이 열 개념 학습에 더 효과적인 수업 전략이라고 하겠다. 그러나 학생들이 가지는 개념 유형을 분석해 본 결과 다양한 형태로 열에 대한 오개념을 가지고 있음을 알 수 있었고, 수업처치 후에는 실험집단과 통제집단에서 오개념이 비슷한 정도로 치유됨을 보였다. 그렇지만, 열전도나 열량 그리고 복사평형에 대해서는 순환학습 수업 전략이 과학자적 개념 획득에 더 효과적이라고 할 수 있다.

셋째, 전통적인 교수·학습 방법을 적용한 통제집단의 경우 수업처치 후 탐구능력이 수업처치 전과 비교하여 통계적으로 유의미한 차이가 없었지만, 순환학습 모형을 적용하여 교수·학습을 한 실험집단의 경우는 수업처치 후의 탐구능력이 수업처치 전보다 통계적으로 유의미한 차이가 있었다. 이것은 교수·학습 방법이 다르면 탐구능력에 미치는 영향도 다르다는 것을 의미하는 것으로 수업 전략의 특성에 기인된 것이라 하겠다. 전통적인 수업방식보다 순환학습 수업 전략이 탐구단계에서 학생들에게 인지갈등을 유발시키고 학생들로 하여금 그 갈등을 해소해나가는 과정을 거치게 함으로써 탐구능력을 향상시키는 효과를 가져왔다고 할 수 있다.

넷째, 전통적인 교수·학습 방법을 적용한 통제집단의 경우 과학 관련 태도의 4개 범주 모두 수업처치 전과 비교하여 수업처치 후에도 바람직한 변화는 없는 것으로 나타났다. 그렇지만, 순환학습 수업 전략을 적용한 교수·학습 방법을 적용한 실험집단의 경우는 '과학이 사회에 미치는 영향'과 '과학적 태도'의 범주에서는 수업처치 전·후에 통계적으로 유의미한 차이가 없었으나, '과학에 대한 태도'와 '과학교과에 대한 태도'의 범주에서는 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 수업 방식의 차이에서 오는 것으로 순환학습 수업 전략의 경우 학생들의 선개념을 파악하고 이를 토대로 인지갈등을 일으킴으로써 과학교과에 대한 학생들의 흥미를 유발시키고 과학에 대한 태도 변화에 긍정적으로 영향을 미친다고 하겠다.

# 참 고 문 헌

김명련; 인지갈등수업 전략이 중학생의 과학개념 변화와 과학적 태도에 미치는 영향(석사학위논문), 한국교원대학교 대학원 (1994).

김상명: 열과 온도에 대한 중학교 학생들의 오개념 조사 및 수업처치 효과(석사학위논문). 이화여자대학교 대학원 (1993).

김현재, 김한호. 국민학교 아동의 온도개념 형성에 관한 조사, 한국과학교육학회지, 제10권, 제1호, pp.95-117 (1990).

류재혁, 박승재; 열평형에 대한 중등학생들이 지닌 개념 조사. 물리교육 제7권, 제1호, pp.169-179 (1987).

이선경, 김우회; 열의 오개념 교정을 위한 과학사의 도입에 관한 연구, 한국과학교육학회지, 제15권 3호, pp 275-283 (1995)

정완호 외 5인; 과학과 수업 모형, 교육과학사, pp.419-429 (1997).

정완호 외 5인; 과학과 수업 모형, 교육과학사, pp.435-436 (1997).

홍순경; 밀도의 개념변화에 미치는 순환학습의 효과(석사학위논문), 한국교원대학교 대학원 (1990).

A. Tiberghien; Critical review on the research aimed at elucidating the sense that the notions of temperature and heat have for students aged 10 to 16 years. In International summer workshop: research on physics education, June 26-July 13, Lalonde les Maures-France (1983).

C. F. Weinstein, & R. E. Mayer; The teaching of learning strategies. In M. C. Wittrock(Eds.), Handbook of research on teaching, 3rd ed., pp.315-327. New York : Macmillan (1986).

G. J. Posner, K. A. Strike, P. W. Hewson, & W. A. Gertzog; Accommodations of a scientific conception:towards a theory of conceptual change. Science Education, 66(2), pp.211-227 (1982).

H. Pfundt. & R. Duit. Bibliography; students' alternative framework and science education. Kiel, GRG, Institutes for Science Education(IPN), University of Kiel (1988).

J. D. Novak, & D. B. Gowin; Learning how to learn. Cambridge University Press (1984).

J. D. Novak; Metalearning and metaknowledge strategies to help students learn how to learn. In L. H. T. West & A. L. Pines(Eds.), cognitive structure and conceptual change, pp.189-210, academic Press, Inc (1984).

J. R. Baird; Improving learning through enhanced metacognition: a classroom study. European Journal of Science Education, vol. 8, No. 3, pp.263-282 (1986).

M. A. Moreira, & C. A. Santos,; the influence of content organization on student's cognitive structure in thermodynamics. Journal of Research in Science Teaching, Vol. 18, No. 6, pp.525-531 (1981).

N. G. Tomasini, & B. P. Balendi; Teaching strategies and children's science: an experiment on teaching about "hot and cold". In Proceedings of the second international seminar "misconceptions and educational strategies in science and mathematics, Vol. II, pp.158-171, July 26-29, 1987, Cornell University, Ithaca, New York, USA (1987).

M. Z. Hashweh; Toward an explantion of conceptual change. European Journal of Scioence Education, Vol. 8, No. 3, pp.229-249 (1986).

O. K. Duell; Metacognitive skills. In G. D. phye & T. Andre(Eds.), cognitive classroom learning: understanding, thinking, and problem solving, pp.205-242, Academic Press, Inc (1986).

R. Driver; The pupils as scientist. Open University Press (1983).

R. J. Osborne, & P. Freberg; Learning in science: the implications of children's science. Heinemann, London (1985).

R. Stavy. & B. Berkovitz; Cognitive conflict as a basis in for teaching quantitative aspects of the concept of temperature. Science Education. 64(5), pp.670-692 (1980).

S. Carey; Conceptual change in childhood. Cambridge: The MIT Press (1985).