

초등학생의 전기회로 개념과 전류 개념간의 관계

김진숙 · 권성기*

대구 범일초등학교, 대구교육대학교 과학교육과*

Relationships of Elementary Students' Conceptions about Basic Circuits and Electric Currents

Kim Jin Suk and Kwon Sung Gi*

*Taegu Bumil Elementary School, Taegu National University of Education**

ABSTRACT

The purposes of this study were to survey the elementary students' conceptions of electric circuits and of electric currents, and to explore the relationships between them. The questionnaire were developed into matched forms which corresponds to each conceptions of electric circuits and electric currents. The elementary students were selected from 4th and 5th grade in a elementary school in a large local city, which of the total numbers of students were 163.

The student who have well-developed conception in electric circuits are superior in conceptions of electric currents to other student who have not in each items of questionnaire required to draw a simple basic electric circuits for lightening the bulb, to select the basic elements of circuits, to identify the arrangement of batteries and bulbs.

So we concluded that the scientific conceptions of electric circuits could contribute to the scientific conceptions of electric currents, as expected in elementary science textbooks.

key-words : circuits, electric currents, students' conceptions

1. 연구의 필요성과 목적

학생들의 생각에 대한 연구는 과학의 전 영역에 걸쳐 다양한 방법으로 연구되어 오고 있다. 전기와 전류 개념에 대해서도 학생들의 개념유형을 조사하는 연구가 활발하게 이루어지고 있

다. 가령 Osborne & Gilbert(1979), Riley, Bee & Mokwa (1981), Shipstone(1985)은 오스트레일리아, 프랑스, 네덜란드의 8-13세 아동과 독일의 13-15세 중등학생이 가지고 있는 전류 개념을 홀극 생각(unipolar idea)-'전류가 전지의 한 극을 출발하여 전구로 간다', 충돌 전류 생각(clashing current idea)-'전류가 전지의 양쪽 극으로부터

나와 전구에서 충돌하여 불이 켜진다', 전류 저장 생각(current storage idea)-'건전지가 전류 또는 전기를 담고 있다', 전류 소모 생각(current consumption idea)-'전류 또는 전기는 회로에서 소모된다'- 등으로 정리하였다. 이런 생각은 과학적인 개념과는 차이가 있으며 여러 나라의 다양한 학생들에게서 공통적으로 나타난다는 것이 알려져 있다. 또 Shipstone (1985)은 전류에 관한 개념의 유형으로 전류 분배 모형(sharing model)-전지에서 나오는 전류가 여러 개의 전구에 골고루 분배되면서 흐른다는 생각을 들고 있다. Maichle(1981)도 독일의 13-15세 학생 400명을 대상으로 전류 개념을 조사하여 그 중 80%가 '새 건전지는 일정한 양의 전류를 저장하고 있다', '건전지에 담겨 있는 전류는 시간이 지남에 따라 여러 전기 기구에서 소모될 것이다' 라는 진술문에 동의했다고 보고하였다. 그는 또 36명의 대학생 중에서도 40%가 이 진술문에 동의했다고 보고하였다. 이러한 결과는 상당수의 중등학생들이 '전지가 전류를 저장하고 있고, 그 전류를 전구 등에 공급한다'는 생각과 '전류가 회로의 저항에서 소모된다'는 생각을 가지고 있음을 의미한다.

한편 나이에 따라서 전류에 대한 개념은 나이에 따라 분포 양상이 달라지기도 한다. Shipstone(1985)은 전류가 충돌한다는 모형은 나이가 많아짐에 따라서 감소하였고 반면에 과학적인 개념을 가진 학생의 비율도 계속 증가함을 보고하였다. Dupin & Johsua(1987)은 전지에 일정한 전류가 저장되었다는 생각이 16세까지 45% 정도로 일정하게 유지하다가 그 이후에 30%를 나타낸다고 하였다. 그럼에도 Shipstone(1985)의 연구에서 전류가 소모된다는 생각을 가진 경우가 12세 학생의 48%, 14세 학생의 61%이었지만 15세 학생에서는 52%, 17세 학생에서는 37%로 나타나서 나이에 상관없이 계속 많은 학생이 전류가 소모된다는 생각을 가지고 있음을 보고하였다. Dupin & Johsua(1987)도 직렬 회로에서 일정 전류 모형은 수업이나 나이에 관계없이

50-60%를 보이면서 비교적 일정하게 나타나고 있다. 병렬 회로에서 일정 전류 모형을 보이는 경우는 수업이나 나이에 관계없이 58%에서 70%를 차지하고 있음을 보고하였다.

또한 전기와 전류 개념에 대한 오인 해소를 위한 교수 전략 및 수업 모형을 제시하여 학생들의 개념을 과학적인 개념으로 변화시키려는 연구도 어느 정도 진척을 보이고 있다. 가령 Dupin & Johsua(1987)는 프랑스의 12-22세까지의 학생 920명을 대상으로 수업 전후로 전기에 관한 학생의 개념을 조사하였다. 전류가 소모된다는 모형을 가진 12-14세 학생은 수업 전후에 계속 57%를 차지했고, 16세의 학생은 수업 전에 45%에서 수업 후에 32%로 줄었다. 또한 전류 소모 모형을 가진 19세 학생은 수업 전에 30%에서 점점 줄었다. Danusso & Dupre(1987)는 이탈리아에서 전기 단원 수업 전과 후의 고등학생과 물리과, 생물과를 다니는 대학생을 대상으로 전류 개념을 조사한 결과 각 대상별로 일정 전류 모형은 15%-36%, 순차적 흐름 모형은 15-24%가 나타났다고 밝혔다.

이런 연구는 나이와 과학 수업에 따른 전기 개념의 변화를 다루고 있는데, 이와 달리 전기 현상을 관찰하게 한 후의 전기 개념의 변화 양상에 초점을 맞춘 연구로서 중·고·대학생들이 지니고 있는 오인의 유형을 파악하고 모순된 현상을 관찰한 후에 어떻게 변화되는가를 예상-관찰-설명(POE) 방법으로 조사한 연구도 있다(안수영 1989). 그 연구의 결과는 전기에 대한 오인을 지녔던 학생들이 모순된 사실을 관찰한 후 과학적 모형으로 생각을 바꾸기 보다는 또 다른 오인 유형으로 생각을 하는 학생이 더 많았음을 보고하였다. 또한 전류에 대한 오인이 장시간이 지난 후 어떤 특성을 보이는가를 알아본 연구(문충식 1990)에서도 관찰에 의해 과학자 모형으로 바뀌었어도 시간이 지난 후 다시 원래 오인으로 되돌아가는 경향이 있었고 이는 현상에 관련된 오인과 과학자 모형 사이의 갈등이 해소되지 않았기 때문이라고 설명하였다. 일반계 고등학생을

대상으로 전류 문제에 대하여 인지적 갈등 제시 방법에 따라 학생들이 자신의 생각에 반하는 상황에 직면했을 때 인지적 갈등 유발 정도를 알아본 연구도 있다(박용운 1996). 김영민(1991)도 중학생을 대상으로 전기 현상을 학생이 관찰하도록 한 후 설명을 조사하였는데 일부 학생들은 자신의 생각에 의존하여 현상을 관찰함을 지적하였다.

이와 같이 전기에 대한 개념 연구는 학생들이 가진 전기 개념은 현상을 관찰하는 일에 의해서 쉽게 변화되지도 않으며 오히려 관찰하는 일에 영향을 끼치고 있기 때문에 전류 개념을 이해하기 어려운 이유를 밝혀내려고 한다. 그런 이유 중 하나로 Ganiel & Eylon(1987)은 간단한 직류 회로에서 전류, 전압, 저항의 기능적 관계를 이해하는데 있어서 전기에 대한 미시적 현상과 거시적 현상과의 개념적인 연결이 이루어지지 않는 데 있다고 하였다. Solomon(1985)과 Solomon, et al. (1987)은 학생의 전기에 관한 개념이 형성될 때 학교의 과학 수업도 많은 영향을 주지만, 상당히 많은 부분은 비형식적인 요인인 일상 생활에서 얻은 지식에 의해 의미가 구성된다고 하였다.

또한 과학 교사들조차도 학생들과 마찬가지로 전류에 대하여 오인을 갖고 있다는 점이다. 가령 전류가 분배된다는 생각은 물리 교사를 지망하는 대학생에게도 대상 학생의 40%가 지니고 있기도 하다(Shipstone 1985). Heller(1987)는 미국의 중학교 교사 5명과 초등학교 교사 11명을 대상으로 간단한 직류 회로에서 나타날 수 있는 전류 개념을 조사하여 교사들에게도 학생들이 지니고 있는 오인의 유형이 그대로 나타나고 있었으며, 일관성없이 문제 상황에 따라 과지하고 있는 다양한 오인 중에서 해당 상황을 설명할 수 있는 것을 선택하여 문제를 해결하는 양상을 보인다고 밝혔다. 더욱이 전류에 관한 사실의 관찰 전에 오개념을 지녔던 초등학교 교사들은 모순된 사실을 관찰한 후에도 과학자적 모형으로 생각을 바꾸기보다는 또 다른 오개념으로 바뀌

는 경향을 보인다고 밝혔다(김찬호 1993).

한편 초등학생을 대상으로 한 국내 연구는 전류 개념을 POE 방법으로 조사하여 학년·성별로 어떠한 특성을 가지고 있는지를 밝힌 전철용(1992), 정구엽(1992) 및 박상우(1991)의 연구가 있었다. 전철용(1992)의 연구는 응답자의 변인에 따라 큰 차이는 드러나지 않고 전구·전지가 병렬로 한 개 더 있을 때 관련된 내용을 학습한 것과 관계없이 전구와 전지가 두 개라는 점에 이끌려 반응하는 경향을 보인다는 것을 밝혀냈다. 정구엽(1992)은 초등학생들을 대상으로 '전기' 단원과 관련있는 전류 개념에 대하여 조사하고, 그와 관련된 현상을 어떻게 지각하며, 그 현상이 자신의 생각과 다를 때 어떻게 설명하는지를 조사하였다. 그 결과 초등학생들도 전류에 관해서 다양한 오인 유형을 소유하고 있음이 확인되었고, 전류에 관한 상황을 일부의 학생은 교사가 기대하는 대로 지각하지 않으며, 관련 현상을 보고 그것이 자신의 예상과 다를 때 자신의 생각을 바꾸는 경우가 있으나 다른 유형의 오개념으로 바꾸어 설명하는 경우가 있음을 보고하였다. 박상우(1991)는 초등학교 3, 4, 5학년 학생을 대상으로 전류에 대한 기초 개념을 조사하고 학생들의 생각이 여러 상황에서 일관성을 유지하는지를 조사하였다. 더 나아가 교육대학생들도 전기 회로와 전기를 이해하는데 오개념을 많이 갖고 있다는 연구도 있다(김은숙, 한안진, 1996).

결국 이런 연구들에 따르면 학생들의 전류에 대한 개념은 매우 다양한 연령에서 나타나며 학교 과학 수업과 과학 교사에 의한 영향으로 전류에 대한 생각 중에서 어떤 모형은 변화하기도 하지만 많은 학교 경험에도 불구하고 별로 변화되지 않는 경우가 많음을 알 수 있다. 또한 이와 같이 전류 개념이 어떤 이유로 생겨나며 과학 수업에 의하여 변화되기 어려운 이유로는 학교 과학 수업이외에 일상 생활에서의 경험과 언어 등과 같은 비형식적인 요인이 있음을 고려할 필요가 있고 이런 면을 고려하여 학생들이 가진 전류에 대한 생각을 변화시키기 위하여 어떤 과

학 수업 지도를 고안할 것인가가 매우 중요하다고 하겠다. 가령 Licht(1988)는 중등학생을 대상으로 전류의 소모, 전지가 일정한 전류를 공급한다는 개념을 해소할 수 있는 수업 모형을 제시하였다. 또한 박윤희(1990)도 전류에 대한 중학생들의 개념이 과학적인 전류 개념으로 변화하는데는 교사 중심 과학 수업 보다는 토의 및 실험 중심 과학 수업에 의해 더 효과적임을 밝히고 있다. 김은숙 등(1999)은 초등학교 6학년 학생의 전기 회로에 대한 이해를 조사하기 위하여 전구에 불켜기, 전지의 연결, 전구의 연결, 여러 가지 전기 회로, 저항이라는 5개의 하위 범주로 구분하여 20개의 선택후 설명형 문항을 개발하여 분석하였다. 이 연구는 주로 전기 회로에 대하여 대부분 올바르게 못한 개념을 가지고 있음을 보고하였다.

한편 현행 6차 초등학교 과학과 교육과정과 교과서(김은숙 등, 1999, 김은숙, 한안진, 1996)에 의하면, 3학년에서는 단지 '전구에 불이 켜진다'라는 개념에 초점을 맞추고 있으며, 4학년에서 비로소 '전기가 흐른다' '전기 회로'라는 표현이 나타나게 되며, 6학년에서는 곧 바로 '전류', '전류가 흐른다'라는 용어가 나타난다. 이것은 초등학교 과학과 교육과정에서 전기 회로와 전류 개념 사이에는 강한 연계성을 갖도록 구성되어 있음을 알 수 있다 따라서 이런 연계성에 따르면 초등학생들이 전기 회로에 대한 개념이 전류 개념을 이해하는데 도움을 줄 것을 가정하고 있는 것이다.

그러나 초등학교 교육과정을 구성하는데 전기 회로와 전류 개념 사이에는 강한 연계성이 있음에도 불구하고, 이들 두 개념들 간의 관련성에 대하여 조사된 연구는 거의 없다. 이에 본 연구는 초등학교 학생을 대상으로 하여 전기회로에 대해서 어떤 개념을 갖고 있는가에 따라서 전류에 대해서 어떤 개념을 갖고 있는가를 조사하여, 이들 개념간에 어떤 관계가 있는지를 알아보고자 한다.

2. 연구 문제

초등학교 학생들의 전기 회로와 전류 개념을 조사하고 이들 개념간에 어떤 관계가 있는지를 알아보기 위하여 다음과 같은 연구 문제를 설정하였다.

- (1) 초등학교 학생들은 전기회로에 대하여 어떤 개념을 가지고 있는가?
- (2) 초등학교 학생들은 전류에 대하여 어떤 개념을 가지고 있는가?
- (3) 초등학교 학생들의 전기회로 개념과 전류 개념 사이에는 어떤 관계가 있는가?

3. 연구의 제한점

본 연구는 표집 대상으로 지방의 한 도시의 초등학교 학생들을 대상으로 실시하였으므로 이 결과를 일반화하는 데에는 어려움이 있다. 다만 초등학교 학생들의 전기회로 개념이 전류 개념을 이해하는데 어떤 관련이 있는가를 탐색하는데 그 주요 목적이 있었다.

4. 연구 방법 및 절차

1) 연구 대상

연구 대상은 대구광역시의 한 초등학교의 4, 5학년 학생 163명으로 이 중에서 4학년(82명)은 전지와 전구 단원의 수업을 받은 상태이었고 5학년(81명)은 1년 전에 전지와 전구 단원을 학습한 후에 5학년의 전기회로 단원에 대한 수업도 받은 상태이었다.

2) 연구 방법

전기 회로와 전류 개념 검사 도구를 짚이 되도록 개발하기 위해서 전기 관련 국내외 선행 연구들과 현행 초등학교 교과서를 분석하여 전기회로에 관련된 예비 문항과 전류에 관련된 예

<표 1> 전기 회로 개념 검사 문항의 평가 요소에 따른 평가 목표

종류	번호	평가 요소	평가 목표
전기 회로	1	전지에 전구를 이으면 불이 켜진다.	전지 한 개와 전구 한 개를 제시하여 불이 켜지는 회로를 그릴 수 있는지를 확인한다.
	2	전기 회로는 여러 가지 요소로 이루어진다.	여러 가지 회로 성분 중에서 전기 회로가 되기 위해 꼭 필요한 것을 고를 수 있는지를 확인한다.
	3	전지를 연결하는 방법에 따라 직렬 연결과 병렬 연결을 구별할 수 있다.	전지의 직렬, 병렬 연결 회로를 보고 전지의 연결 방법에 대하여 어떤 개념을 가지고 있는지 확인한다.
	4	전구를 연결하는 방법에 따라 직렬 연결과 병렬 연결을 구별할 수 있다.	전구의 직렬, 병렬 연결 회로를 보고 전구의 연결 방법에 대하여 어떤 개념을 가지고 있는지 확인한다.
전류	1	전류는 닫힌 회로에서 흐른다.	전지 한 개로 구성된 여러 가지의 회로를 제시하여 열린 회로와 닫힌 회로를 구분하고, 열린 회로와 닫힌 회로에 대해 어떤 생각을 가지고 있는지를 확인한다.
	2	여러 가지 회로 요소가 하는 일은 각각 다르다.	여러 가지 회로 요소들이 하는 일에 대해 어떤 개념을 가지고 있는지 확인한다.
	3	전류의 세기는 전지의 연결 방법에 따라 달라진다.	같은 전지 두 개를 직렬 연결한 회로와 병렬 연결한 회로에서, 전구의 밝기에 대하여 어떤 개념을 가지고 있는지를 확인한다.
	4	전류의 세기는 전구의 연결 방법에 따라 달라진다.	같은 전구 두 개를 직렬 연결한 회로와 병렬 연결한 회로에서, 두 전구의 밝기에 대하여 어떤 개념을 가지고 있는지를 확인한다.

비 문항을 16문항으로 개발하였다. 대학원생들과 과학교육 전문가의 도움으로 수정하여 전기회로 개념에 관한 문항을 4문항으로 확정하고 그와 짝이 되도록 전류 개념 문항을 4문항으로 최종 완성하였다. <표 1>에 각 문항에서 목표로 하는

전기 회로 개념과 전류 개념을 제시했다. 이런 문항들 중의 한가지 사례로서 <그림 1>에 전기 회로 개념의 한 문항과 그 짝이 되는 전류 개념 문항 1개를 실었다.

<표 2> 불이 켜지는 회로 그리기에 대한 응답 유형과 이유

선 택	이유 (부호)	%(학생수)
과학적 모형	기타 (1g)	9(15)
	전지 두 극연결(1d)	16(27)
	전구의 꼭지와 꼭지쇠 연결(1c)	5(8)
꼭지만 연결	전구의 꼭지 연결 (2a)	2(3)
	전구의 꼭지쇠 연결 (2b)	2(3)
	전구의 꼭지와 꼭지쇠 연결(2c)	1(1)
	전지의 두 극 연결 (2d)	47(76)
	기타 (2g)	4(7)
꼭지쇠만 연결	전지와 전구 연결 (2f)	3(5)
	전구의 꼭지쇠 연결 (3b)	1(1)
	전지의 두 극 연결 (3d)	4(6)
단일극 연결	기타 (3g)	1(2)
	전구의 꼭지 연결 (4a)	1(2)
	전지의 +극과 전구 연결 (4e)	2(3)
기타	전지와 전구 연결 (4f)	1(2)
	전지의 +극과 전구 연결 (5e)	1(2)

5. 연구 결과

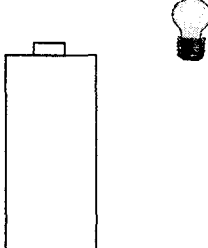
초등학생들이 전기 회로 개념과 전류 개념에 대한 응답 결과를 분석하여 그들 사이에 어떤 관계가 있는가를 분석하고 논의하였다.

1) 전기 회로 그리기와 전류가 흐르는가

초등학생들에게 전지와 전구를 각 1개씩을 제

시하여 전구에 불이 켜지는 회로를 그리도록 한 질문에 대하여 <표 2>의 마지막 열의 응답 유형을 보였다. 즉 옳은 응답을 한 학생은 전체 31%이었던 반면에 전선을 전구의 꼭지에만 연결하면 전구에 불이 켜진다고 대답한 학생이 50%를 넘었다. 또한 불이 켜지는 회로를 선택한 이유를 계통도로 분석하여 그 유형별 비율을 <표 2>에 함께 실어 놓았다. 과학적 모형으로 그린 아동의 절반 정도가 전지의 두 극을 전선으로 연결해

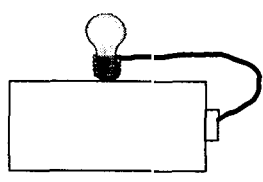
전기 회로 문항의 예 : 1. 아래 그림과 같이 전지와 전구가 있다. 전구에 불이 켜지도록 전선으로 연결하여라.



☞그렇게 생각한 이유 :

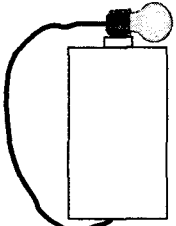
전류 개념 문항의 예 : 1. 아래 그림에서 실제로 회로를 만들었을 때, 전선에 전류가 흐르는 것에는 ○표를, 전류가 흐르지 않는 것에는 ×표를 하고 그 이유를 적어라.

①



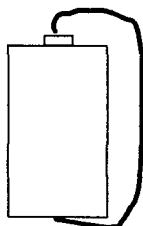
()

②



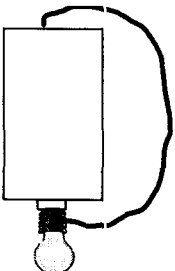
()

③



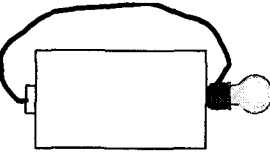
()

④



()

⑤



()

<그림 1> 서로 짝이 되는 전기 회로 문항과 전류 개념 문항

전구에 불이 켜진다고 생각하고 있으며, 전지의 두 극을 이어야 전류가 흐른다고 생각하고 있으나 전구의 꼭지와 꼭지쇠를 연결해야 한다는 생각보다는 전구를 단순히 잇기만 하면 전구에 불이 켜진다고 생각하는 경우가 많음을 알 수 있었다.

이와 짝이 되는 문항으로 '전선에 전류가 흐르는가' 라는 문항 (<그림 1>)에 대하여 학생들 <표 4>와 같은 응답을 했다. 닫힌 회로의 기본 유형인 선택지 ②, ④번의 경우에는 전체적으로 정답률이 높았고 이것은 기본적인 닫힌 회로 개념을 이해하고 있다고 말할 수 있다. 그러나 전구가 없는 회로인 선택지인 ③번은 정답률이 전체의 46%에 지나지 않는다. 이 경우 4학년 2학기에 나오는 '전기 회로' 단원의 수업을 받은 5학년이(58%) 4학년(34%)보다 높게 나타났다. 그리고 전구에는 불이 켜지지 않으나 전선에는 전류가 흐르는 경우의 문항⑤번에서도 비교적 정답률이 낮았다. 이런 결과는 전반적으로 기본 전기 회로에 대하여 이해하는 반면에 약간 변형된 전기 회로에 대하여 잘 이해하지 못함을 보여준다.

아동들의 선택에 대한 이유를 분석하면 열린 회로일 때 전류가 흐르지 않는다고 옳은 응답을 한 대부분의 아동(83%)이 전지의 (+)극만 연결하였기 때문이라는 이유를 들었다. 전류가 흐른다고 생각한 아동 중 5명은 전구의 꼭지와 꼭지쇠를 전지의 어느 곳이든지 연결하면 전류가 흐른다고 생각하였다. 닫힌 회로일 때 전류가 흐른다고 옳은 응답을 한 아동들 중에서 63%(102명)가 전구가 전지의 (+)극과 (-)극이 바르게 연결되었기 때문이라는 과학적인 이유를 들었다. 이와 다르게 전선에 전류가 흐르지 않는다고 응답한 아동들의 근거 이유를 살펴보면, 전구가 넓혀져 꼭지쇠 부분이 전지의 (+)극과 연결되어 있기 때문이라고 반응한 경우가 16%로 가장 많았다. 따라서 상당수의 아동들은 전구의 꼭지는 전지의 (+)극과 연결되고, 전구의 꼭지쇠는 전지의 (-)극과 연결되어야 한다는 생각을 하고 있었다.

<표 4> 간단한 회로에서 전류의 흐름에 대한 유형

유형	회로 종류				
	①	②	③	④	⑤
	닫힌 회로	닫힌 회로	전선 회로	닫힌 회로	전선 회로
흐른다	10% (17)	77%* (125)	46%* (75)	81%* (132)	61%* (99)
흐르지 않는다	90%* (146)	23% (38)	54% (88)	19% (31)	39% (64)
합	N=163				

* 과학적 개념

다른 전기 회로와 매우 다르게 전구가 없는 전기 회로(③번 회로)에 대하여 전류가 흐른다고 옳게 응답한 아동들의 생각을 <표 5>에서 살펴보면, 전선이 전지의 (+)극과 (-)극을 연결하였기 때문이라는 과학적인 반응을 보인 경우가 4학년에서는 29%, 5학년에서는 57%로 나타났다. 반면에 전류가 흐르지 않는다고 응답한 경우에는 전구가 없기 때문(52%)이라는 생각이 지배적인 생각으로 나타났다. 4학년(64%)이 5학년(41%)보다 높은 비율을 보이고 있다.

<표 5> 전구가 없는 닫힌 회로일 때 전류에 대한 생각 유형 %(빈도)

유형	학년	4학년 (N=82)	5학년 (N=81)	전체 (N=163)
전류가 흐른다 (전선의 두 극 연결)		29(24)	57(46)	43(70)
전류가 흐른다 (경험,기타,무응답)		5(4)	1(1)	3(5)
전류가 흐르지 않음 (전구 없음)		64(52)	41(33)	52(85)
전류가 흐르지 않음 (두 극 연결)		2(2)	1(1)	2(3)

마지막으로 전기회로에 대한 개념과 전류 개념 사이의 관계를 알아보기 위하여 전기회로 개념과 전류 개념간 아동들의 개념 유형을 χ^2 검증을 통해 알아보았다. 회로 그리기와 전선에 전류가 흐르는 회로를 구분하는 두 문항간의 개념

유형과 빈도 비율은 <표 6>과 같다.

불이 켜지는 회로 그리기를 과학적 모형으로 응답한 아동들은 전류가 흐르는 회로 구분하기에 대한 정답률이, 회로에서 꼭지만 연결한 아동들의 정답률보다 비교적 높게 나타났다(단 전류 문항1-⑤에서는 꼭지만 연결한 아동들의 정답률이 더 높게 나타났다).

χ^2 검증 결과 전기회로 개념 문항 1번의 과학적 모형과 전류 개념 문항 1-①, 1-②, 1-④는 유의수준 .05에서 통계적 유의미한 관계를 보이며, 꼭지만 연결한 경우는 1-①, 1-②, 1-④, 1-⑤에서 통계적으로 유의미하였다.

2) 전기 회로 구성 요소와 각 요소의 역할

전기 회로를 구성하는 데 필요한 회로 요소를 건전지, 전구, 소켓, 전선, 스위치 중에서 선택하는 문항에 대한 학생들의 응답 유형은 <표 7>과 같다. 대략 90% 이상의 학생이 전기 회로를 구성하는데 꼭 필요한 회로 요소로서 전지, 전구, 전선을 선택하였다. 그 중에서도 전지가 필요하다고 하는 경우가 제일 많았고 그 다음이 전선, 전구의 순서였다. 특히 <표 7>처럼 전지가 전기

회로로 필요한 이유를 분석하면 전지가 에너지나 전기를 공급하거나 전기를 흐르게 한다는 설명보다는 전구에 불을 켜준다는 이유가 44% 이상을 차지하여 건전지의 역할을 불을 켜는데 초점을 맞추어 설명하고 있음을 알 수 있었다. 이런 점은 전구가 필요한 이유로 전구가 불을 켜는데 필요하기 때문이라고 설명한 학생이 65% 이상이라는 결과와 같은 맥락에 있다. 이런 특성은 전기 회로에서 전구에 불이 켜진다는 것을 관찰하기 때문에 눈으로 볼 수 있는 지각에 우위를 둔 사고(Driver, Guesne and Tiberghiene, 1985)와 같은 경향이였다. 이런 결과로부터 초등학생은 기본적인 전기 회로의 구성 요소로 전지와 전구 및 전선이 서로 연결되어야 불이 켜진다고 이해하면서 불이 켜져야 전류가 흐른다는 지각에 바탕을 둔 전류 개념을 가지고 있다고 하겠다. 한편 <표 7>에서 전구 소켓과 스위치도 전기 회로의 요소라고 하는 학생도 15%와 21% 정도로 약 1/4 정도의 학생이 소켓과 스위치를 전기 회로의 구성 요소라고 생각하고 있었다. 구체적으로 소켓은 전구 연결을 쉽게 하도록 하고, 스위치는 필요할 때 켜고 끄거나 켜기 위하여 필요하거나 스위치를 켜야 전기가 흐른다는 이

<표 6> 전기 회로 그리기와 전류의 흐름에 대한 개념의 관계 % (빈도)

전기회로		과학적 모형 (N=50)	꼭지만 연결 (N=95)	꼭지외만 연결 (N=9)	단일극 모형 (N=7)	기타 (N=2)
1-①	흐른다	8.0(4)	8.4(8)	11.1(1)	42.9(3)	50.0(1)
	흐르지 않는다#	92.0(46)	91.6(87)	88.9(8)	57.1(4)	50.0(1)
	χ^2	35.280*	65.695*	5.444	0.143	0.000
1-②	흐른다#	82.0(41)	74.7(71)	100(9)	42.9(3)	50.0(1)
	흐르지 않는다	18.0(9)	25.3(24)	0	57.1(4)	50.0(1)
	χ^2	20.480*	23.235*	9.000*	0.143	0.000
1-③	흐른다#	54.0(27)	42.1(40)	66.7(6)	28.6(2)	0
	흐르지 않는다	46.0(23)	57.9(55)	33.3(3)	71.4(5)	100(2)
	χ^2	0.320	2.368	1.000	1.286	2.000
1-④	흐른다#	94.0(47)	74.7(71)	100(9)	57.1(4)	50.0(1)
	흐르지 않는다	6.0(3)	25.3(24)	0	42.9(3)	50.0(1)
	χ^2	38.720*	23.253*	9.000*	0.143	0.000
1-⑤	흐른다#	52.0(26)	65.3(62)	77.8(7)	57.1(4)	0
	흐르지 않는다	48.0(24)	34.7(33)	22.2(2)	42.9(3)	100(2)
	χ^2	0.080	8.853*	2.778	0.143	2.000

정답

*p<.05

<표 7> 전기 회로 구성에 필요한 요소 선택 비율과 이유

	회로 요소	비율% (수)	회로 요소	비율% (수)	회로 요소	비율% (수)	회로 요소	비율% (수)	회로 요소	비율% (수)
회로 요소	건전지	96 (156)	전구	89 (145)	전선	90 (146)	전구 소켓	15 (25)	스위치	21 (35)
회로 요소로서 필요한 이유	에너지 공급	10 (16)	불을 켜기 위해	65 (106)	전지와 전구연결	45 (74)	전구와 전선을 쉽게 연결	13 (22)	켜고, 끄기 위해	9 (15)
	전기 공급	22 (36)	빛이 나게 함	5 (8)	전기의 이동	40 (66)	소켓을 통하여 불이 켜짐	2 (3)	눌러야 불이 켜짐	9 (14)
	물체를 작동시킴	4 (7)	전기의 흐름을 확인	3 (4)					기타	3 (6)
	전기를 흐르게 함	5 (8)	불 확인	10(17)						
	전구에 불 켜줌	48 (77)	단순 응답	3 (5)						
	단순 응답	3(5)								
	기타	4(7)	기타	3(5)	기타	4(6)				
회로에 불필요		4 (7)		11 (18)		11 (17)		85 (138)		79 (128)

유를 들고 있는 경우가 대부분이었다.

이런 전기 회로 구성 요소를 선택하고 그 이유에 대한 개념은 각 전기 회로 요소가 하는 역할에 대한 개념과 연관되어 나타날 것이며, 각 회로 요소가 하는 일에 대한 응답을 유형별로 나누고 비율을 정리하면 <표 8>과 같다. 우선 회로 요소로서 건전지가 하는 일에 대한 아동들의 생각은 에너지를 공급한다(18%), 전류를 공급한다(37%), 전구에 불을 켜 준다(20%), 전류를 흐르게 한다(11%)의 순서로 나타났다. 또한 전구는 불을 켜는 역할을 한다고 82%의 학생이 판단하고 있으며 전선은 전류를 흐르게 하는 길(58%)로서 전지와 전구를 연결(14%)하여 회로를 연결(13%)하여 전구에 불이 켜지게 한다(10%)는 역할을 생각하는 경우가 전체 학생의 95% 이상을 차지하고 있다. 이런 결과는 앞서 말한 지각 우위의 사고를 가지고 전기 회로에서 각 요소가 하는 역할 중에 불이 켜지는 것에 초점을 맞춘 특성을 보이는 것이라고 말할 수 있다.

3) 전지의 연결 및 전구의 밝기

두 개의 전기 회로에서 전지의 연결 방법을 묻는 문항에서는 <표 9>에서 보듯이 85%이상의 학생들이 전지의 연결 방법에 대하여 바르게 응답했다. 전지의 연결 방법을 잘못 이해한 경우를 보면, 대부분 직렬과 병렬 연결을 거꾸로 생각한 경우가 11명이었으며, 4학년 중에는 전지의 연결 방법에 대해 엉뚱한 답을 하거나 직렬, 병렬이란 용어를 전혀 사용하지도 않은 경우도 있었다.

전지를 직렬 연결한 것과 병렬 연결한 두 개의 회로에서 전구의 밝기에 대한 응답별 비율도 <표 9>에 있는데, 전지의 연결에서 직렬 연결이 병렬 연결보다 전구의 밝기가 더 밝다고 응답한 아동은 전체의 68%를 보이고 있다. 그러나 병렬 연결이 직렬 연결보다 더 밝다고 응답한 경우도 22%나 되었다.

마지막으로 전지의 연결방법에 관한 문항과 그에 따른 전구의 밝기에 관한 문항 사이의 개념 관계를 보면 전지의 연결방법에 대해 바르게 응답한 아동 중에서 전지를 병렬 연결한 경우보다 직렬 연결한 경우에 전구의 밝기가 더 밝다고 바르게 응답한 아동의 응답 비율은 69.0%이

<표 8> 전기 회로 요소의 역할

전 지	비율% (수)	전구	비율% (수)	전구 소켓	비율% (수)	전선	비율% (수)	스위치	비율% (수)
에너지 공급	18(29)	불을 켜주는 일	82(134)	전구와 전선을 연결	19(31)	전류를 흐르게 하는 길	58(94)	물체를 작동시킴	7(11)
전류(전기) 공급	37(60)	빛이 나게 함	8(13)	전구에 전기 연결	4(7)	회로를 연결	13(21)	전류를 이었다 끊었다 함	20(33)
전기를 만들	7(12)	전류의 흐름을 확인	3(5)	전선 연결을 편리하게	46(75)	전구와 전지 연결	14(25)	전선을 이어줌	4(6)
전류를 흐르게 함	11(18)	불이 켜지는 지 확인	5(8)	불을 밝게함	4(6)	전구에 불이 들어오게 함	10(16)	불을 켜고 끄는 일	57(95)
전기 저장	2(3)	단순 응답	1(1)	전구 고정	18(29)	전기를 일으킴	1(1)	회로를 열었다 닫았다 함	5(8)
불을 켜주는 일	20(34)			전기를 받아들임	1(2)	단순 응답	1(1)	회로를 편리하게 연결함	1(1)
단순 응답	4(6)			단순 응답	1(1)			단순 응답	1(2)
기타, 무응답	1(1)	기타, 무응답	1(2)	기타, 무응답	7(12)	기타, 무응답	3(5)	기타, 무응답	4(7)
	100		100		100		100		99

며, 이는 χ^2 검증 결과 유의미한 것으로 나타났다. 이런 결과는 전지의 연결 방법을 올바르게 이해하는 학생이 전구의 밝기에 대한 개념도 올바르게 바르다는 것을 의미한다고 하겠다.

<표 9> 전지의 연결 방법과 전구의 밝기에 대한 개념 유형 관계

전지의 연결 전구의 밝기	전지의 연결		합계	χ^2
	옳은 응답	틀린 응답		
직렬연결이 더 밝다#	69.0% (100)	44.4% (8)	66.3% (108)	4.306*
틀린 응답	31.0% (45)	55.6% (10)	33.7% (55)	
합	89% (145)	11% (18)	100% (163)	

* p<.05

4) 전구의 연결 방법과 전구의 밝기

전구의 연결 방법에 대한 정답률은 <표 10>에서 보면 89%로 나타났고 오답이 11%인데 그 중에는 직렬과 병렬 연결에 대하여 거꾸로 생각하는 경향이 있었다. 또한 전구를 병렬로 연결한 경우가 더 밝다고 옳게 응답한 학생이 45%이었지만 반대로 직렬로 연결한 전구가 더 밝다고 응답한 학생도 전체의 55%로 나타났다. 전구의 연결 방법에 관한 개념과 그에 따른 전구의 밝기에 대한 개념 사이의 관계를 χ^2 분석을 한 결과 유의한 차이가 있었다는 것은 전구의 연결을 옳게 이해한 학생이 직렬이나 병렬로 연결된 전구의 밝기를 옳게 예측할 수 있다고 말할 수 있다.

<표 10> 전구의 연결 방법과 전구의 밝기에 대한 개념 유형 관계 % (빈도)

전구의 밝기	전지의 연결		합계	χ^2
	옳은 응답	틀린 응답		
병렬연결이 더 밝다#	47% (59)	37% (14)	45% (73)	1.264*
틀린 응답	53% (66)	63% (24)	55% (90)	
합	89% (125)	11% (38)	100% (163)	

* p<.05

6. 결론

1) 논의 및 결론

초등학생들에게 전기 회로 개념을 조사하고 동시에 전류 개념을 조사하여 두 개념의 관계를 분석한 결과, 전체적으로 전기 회로에 대해서 과학적인 생각을 가진 아동들은 그렇지 못한 아동들보다 전류 개념에 대해서도 과학적인 생각을 가지는 경향이 높은 것으로 나타났다.

전기회로 개념에서 닫힌 회로를 바르게 그리는 아동이 그렇지 못한 경우보다 전류 개념의 열린/닫힌 회로에 대한 정답률이 대체로 높게 나타났다. 그러나 전구에는 불이 켜지지 않지만 전선에는 전류가 흐르는 회로에서는 그렇지 못하였다. 이런 경우 오답 아동의 이유를 분석해 본 결과, 전구에 불이 켜지지 않는다는 것에도 초점을 두지만, 전구가 전지의 (-)극에 연결되었기 때문에 전류가 흐르지 않는다고 생각하는 아동이 더 많았다. 이것으로 볼 때 아이들은 상황에 따라 반응이 다르다는 것을 알 수 있었다. 전기회로 요소에서 아동들이 꼭 필요하다고 생각하는 것 중에서 건전지, 전구, 전선에 대해서 각각 하는 일에 대한 응답을 살펴보면, 건전지와 전선에 대해서는 필요하다고 생각하는 아동이 필요하지 않다고 생각하는 아동들의 응답과 유사하지만, 좀 더 과학적인 생각을 하고 있다고

볼 수 있다. 또한 전지의 연결 방법을 바르게 알고 있는 아동이 그에 따른 전구의 밝기에 대해서도 정답률이 높게 나타났다. 이는 통계적으로 유의미하게 나타났다. 반면에 전구의 연결 방법에 대하여 정답률이 높은 아동일수록 그에 따른 전구의 밝기에 대해서도 정답률이 높게 나타났지만, 통계적으로 의미없는 것으로 나타났다.

이런 연구 결과들은 전기 회로 개념과 전류 개념 사이에는 서로 의미있는 관계가 있다고 결론지을 수 있으며, 전기회로 개념을 과학적으로 형성한다는 것이 전류 개념을 과학적으로 형성하는데 중요한 요인이 됨을 알 수 있다.

2) 계속 연구 과제

(1) 전기 회로와 전류에 대하여 질문지법으로만 아동의 생각을 파악하는데는 한계가 있으므로 면담을 병행하여 아동들의 생각을 조사하고 분석함이 필요하다.

(2) 전기 회로와 전류에 대한 개념에 대한 검사지의 타당도와 신뢰도를 높이고, 대상의 수와 대상 범위를 확대하여 실시하면 일반화하는데 의미가 있을 것이다.

(3) 전기회로와 전류 개념 사이에 상관관계가 있다면, 어떤 변인이 어떤 하나의 다른 것에 영향을 끼칠 것인가를 연구하는 것도 필요할 것이다.

국문 초록

과학 개념 연구로서 전류 개념에 대한 아동들의 개념 유형이 다양하다는 것이 많은 연구에 의해서 밝혀지고 있으며 과학적인 전류 개념으로 변화시키려는 수업 지도 방안에 대한 연구도 진행되고 있다. 본 연구의 목적은 초등학교 학생을 대상으로 하여 전기 회로와 전류에 대한 개념을 조사하고, 이들 개념간에 어떤 관계가 있는지를 알아보려고 한다. 초등학생에게 실시할 수 있는 전기 회로 개념 검사 문항과 전류 개념 검

사 문항을 선택후 설명식으로 개발하여 초등학교 4-5학년 학생 중 총 163명에게 실시하여 선택 결과와 선택 이유를 계통도로 분석하였다. 계통도에 따라 각 개념별 응답 유형의 비율을 구하였고 χ^2 검증으로 두 개념간의 관계를 찾아보았다.

불이 켜지는 회로 그리기에서는 과학적 모형 보다는 전구의 꼭지에만 연결하는 아동의 수가 훨씬 많았다. 회로의 필수적인 요소로 대부분의 아동들이 건전지와 전구, 전선을 선택하였는데, 선택 이유로는 많은 아동이 전구에 불을 켜는 것에 초점을 두었다. 전선의 연결방법과 전구의 연결방법에 대해서는 정답률이 89%로 높게 나타났으며, 전구의 연결방법에 대한 정답률은 77%로 나타났다.

전류의 흐름 유무에 대해서는 대체로 옳은 선택을 하였으나, 회로의 상황에 따라 응답에 차이를 보이며, 주로 건전지는 전류를 공급하고, 전구는 불을 켜는 일, 전선은 전류를 흐르게 하는 길로 생각하고 있었다. 전지와 전구의 연결 방법에 따른 전구의 밝기에 대한 생각은 정답률이 각각 68%, 45%로 높은 편이 아니었다.

전체적으로 볼 때, 전기회로에 대해서 과학적인 생각을 가진 아동들은 그렇지 못한 아동들보다 전류 개념에 대해서도 과학적인 생각을 가지는 경향이 높은 것으로 나타났다. 따라서 전기회로 개념과 전류 개념 사이에는 서로 의미있는 관계가 있다고 결론지을 수 있으며, 전기 회로 개념을 과학적으로 형성한다는 것이 전류 개념을 과학적으로 형성하는데 중요한 요인이 됨을 알 수 있다.

주요어: 전기 회로, 전류 개념, 초등학생의 개념

참고문헌

1. 교육부(1996). 초등학교 교사용 지도서 자연 3-2, 4-2. 국정교과서주식회사.
2. 교육부(1997). 초등학교 교사용 지도서 자연 6-1. 국정교과서주식회사.
3. 교육부(1997). 초등학교 교육과정 해설(II). 대한교과서주식회사.
4. 김영민(1991). 중학생의 전류 개념 변화에 미치는 체계적 비유 수업의 영향. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
5. 김은숙, 심재규, 정용재, 장병기, (1999) 초등학생의 전기 회로 이해에 따른 자연 교과서 전기 단원에 대한 분석과 제안, 한국과학교육학회지 제 19권 4호, 570-584.
6. 김은숙, 한안진 (1996). 초등학교에서 다루어지는 간단한 전기 회로를 중심으로 한 교육대학교 학생의 전기 및 자기의 이해도 검사, 한국초등과학교육학회지, 제 15권 1호, 29-44.
7. 김찬호(1993). 국민학교 교사들의 전류 개념. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
8. 문충식(1990). 전류에 관한 학생들의 오인 유형 변화의 종단적 연구. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
9. 박상우(1991). 초등학생의 전류에 대한 기초 개념 조사. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
10. 박용운(1996). 전기회로에서 갈등상황의 유형이 학생들의 인지적 갈등 유발에 미치는 영향. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
11. 박윤희(1990). 중학생들의 수업 전후 전류에 대한 개념 변화. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
12. 안수영(1989). 전류 현상 관찰 전후에 있어서 학생들의 오인 유형 및 그 변화. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
13. 전철용(1992). 전류에 관한 국민학교 학생의 개념. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
14. 정구엽(1992). 국민학생의 전류에 대한 개념과 관련현상 관찰 후의 설명. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
15. Danusso, L & Dupre, F. (1987). Student representations of simple electric circuits, In Novak, K. (ed.). Proceedings of 2nd international seminar on misconceptions

- and educational strategies in science and mathematics, vol. 3, 111-115, Cornell University.
16. Driver, R., Guesne, E. & Tiberghine, A. (1985). *Children's Ideas in Science*, Open University Press.
 17. Dupin, J. J. & Johsua, S. (1987). Concepts and elementary student's misconception. *Science Education*, University of Missouri Columbia.
 18. Ganiel, U. & Eylon, B. S., (1987). Electrostatics and electrodynamics - the missing link in student's conceptions. In Novak, J. (ed.) *The Proceedings of 2nd international seminar on misconceptions and educational strategies in science and mathematics*, vol. 3, 168-179, Cornell University.
 19. Heller, P. (1987). Use of core propositions in solving current electricity problems, In Novak, J. (ed.). *The Proceedings of 2nd international seminar on misconceptions and educational strategies in science and mathematics*, vol. 3, 225-235, Cornell University.
 20. Licht, P. (1988). Conceptual and reasoning problems in introductory electricity education, *Tijdschrift voor Didaktiek van de wetenschappen* 4.
 21. Maichle, U. (1981). Representations of knowledge in basic electricity and its use for problems solving. in *Proceedings of the international workshop on problems concerning students' representation of physics and chemistry knowledge*, Ludwigsburg,(Sept.). 174-193.
 22. Osborne, R. J & Gilbert, J. K. (1979). An approach to student understanding of basic concepts in electricity. University of Surrey.
 23. Riley, M. S. Bee, N. V. and Mokwa, J. J. (1981). Representations in early learning: The acquisition of problem solving strategies in basic electricity/electronics. In *Proceedings of the international workshop on problems concerning students' representation of physics and chemistry knowledge*, Ludwigsburg, (Sept.) 107-173.
 24. Shipstone, D. M. (1985). Electricity in simple circuit. In Driver, R., *et al.*, (eds.) *Children's ideas in science*, Open University Press.
 25. Solomon, J., Block, P. & Stuart, H. (1987). The pupils' view of electricity revisited: social development or cognitive growth, *International Journal of Science Education*. 9(1), 13-22.
 26. Solomon, et al. (1985). The pupils view of electricity, *European Journal of Science Education*. 7(3), 281-294.