

Piaget의 구성주의 이론을 기초로 한 유아의 공기개념 발달에 관한 연구*

Young Children's Concept Development of the Air-Based on Piaget's Constructivism*

채희준(Heejoon Chai)¹⁾

이종희(Jonghee Lee)²⁾

ABSTRACT

The purposes of the present study were to identify the stages of early concept development of the air in young Korean children and to compare the stages with those reported by Piaget. The subjects were 87 four, five, and six-year-old children from one kindergarten, two day care centers, and an elementary school, all located in Seoul. To collect the children's ideas of the air, individual interviews were conducted based on Piaget's Clinical Interview method. According to the results, the children formulated very unique concepts of the air, showing artificialism, anthropocentric finalism, animism, and dualism. Their concepts of the air showed a consistent developmental process which is very similar to the stages proposed by Piaget. This implies that young children's misconcepts and idiosyncratic ideas are very natural and can not be eliminate easily by artificial instruction. This also means that children's internal ideas themselves should be the starting point of education.

Key Words : 공기개념(concept of the air), 구성주의(constructivism), 유아과학교육 (early childhood science education).

I. 서론

과학의 주된 탐구 대상인 자연 현상 가운데는 인간의 감각으로 감지 가능한 것이 있는 반면,

감지 불가능한 것도 있다. 물의 흐름, 밤낮의 변화, 식물의 성장 등은 인간이 쉽게 지각할 수 있는 자연 현상이지만, 별의 생성과 소멸, 미생물의 번식, 기체의 움직임 등은 일상적인 관찰이

* 본 연구는 교육부 두뇌한국 21 사업의 지원으로 수행되었음.

¹⁾ 푸르니 어린이집 교사

²⁾ 동덕여자대학교 아동학전공 부교수

Corresponding Author : Jonghee Lee, Department of Child Development & Education, Dongduk Women's University, 23-1 Wolgok-dong Sungbuk-gu, Seoul 136-714, Korea
E-mail : jhlee@dongduk.ac.kr

어렵다. 감각적인 능력의 한계는 인간이 경험할 수 있는 과학의 대상과 범위를 한정시키고, 인간이 자연을 이해하는 데 있어서 제약적인 요소로 작용한다.

감각기관의 한계 이외에도 고정관념이나, 선개념(preconcepts), 사전경험 등도 인간이 자연 현상을 이해하는 데 있어서 제약 또는 장애로 작용할 수 있다(권재술, 2000; 김선양, 2000). 그러므로 감각 경험에만 의존하거나 고정 관념에 집착한다면 인간은 자연 현상을 올바르게 이해하기 어렵다. 자연 현상에 대한 올바른 이해를 위해서는 객관적인 관찰뿐만 아니라 상당 수준의 논리와 추론이 필요하다. 다행히 인간은 고정 관념이나 감각 경험의 한계를 극복할 수 있는 이성을 가지고 있으므로 감각적인 경험에 논리적 추론과 이성을 더함으로써 개인의 비과학적 지식이나 일반 상식을 과학적 지식으로 변화시킬 수 있으며, 감지 불가능한 현상까지도 이해할 수 있게 된다(곽영직, 1996). 그러므로 인간은 이성을 도구로 하여 직접적으로 경험하는 물리적 현상뿐만 아니라 관찰이 불가능한 현상에 이르기까지 무수한 자연 현상을 과학의 대상으로 다룰 수 있다.

그렇다면 유아의 과학은 어떠한가? 최근의 유아과학교육은 유아교육의 일반 원리와 마찬가지로 유아의 흥미에 기초한 생활중심 과학교육을 강조하고 있으며, 따라서 유아의 생활에 밀접하고, 연령과 발달에 적합하며, 직접적인 조작과 관찰이 가능한 현상들을 과학교육의 주제로 삼는다(교육부, 1998; 권영례·조명옥, 1996; 신은수 외, 1994).

그러나 유아가 자연 현상에 대해 가질 수 있는 의문들은 항상 생활과 직결되거나 감각으로 관찰 가능한 현상에만 한정되어있는 것은 아니다. 유아들은 일상생활에서 경험하기 어려운

과학적 개념, 그리고 관찰이 어려운 자연 현상 등 다양한 현상에 대해서도 호기심을 표현하거나 의문을 제기하기도 한다. 뿐만 아니라, 유아과학교육에 보편적으로 포함되는 주제인 날씨, 계절 등과 관련된 현상이라도 눈으로 확인하기 쉬운 것이 있는가 하면, 너무 멀리 있거나, 지나치게 작거나, 형체나 색깔이 뚜렷하지 않거나, 변화 과정이 너무 느린 등의 원인으로 감각적인 관찰이 어려운 경우도 있다.

유아가 일상생활에서 항상 접하고는 있지만 감각을 통한 관찰이 어려운 자연 환경으로는 '공기'가 있다. 공기는 자연 세계를 구성하는 기본 물질로서 일정한 질량을 갖고 있으며, 공간을 차지한다. 공기는 우리 주변에 항상 존재하고 있을 뿐 아니라 인간의 생존과 직결될 만큼 중요하나 고체나 액체와 달리 무색·무취의 기체이므로 눈에 보이지 않고 만질 수도 없다.

유아교육 영역에서는 이러한 '공기'와 관련된 과학활동이나 놀이가 다양한 방법으로 실시된다. 본 연구자들이 유아교육 현장에서 적용되고 있는 공기에 관한 활동들을 알아보기 위하여 본 연구의 참고문헌 목록에 함께 기재한 36권의 국내외 관련 서적을 살펴본 바에 따르면, 유아들은 바람에 관련된 활동이나, 풍선놀이, 비누방울놀이, 연날리기 등 다양한 경우를 통해서 공기를 경험한다. 그러나 유아교육현장에서 활용되고 있는 공기에 관한 활동들은 유아들을 대상으로 감각적인 관찰이나 감지가 어려운 자연 현상을 다루기에 적합한 방법인가?

유아는 주로 감각을 통한 관찰에 의존하여 사고하는 특성이 있으므로 교사 주도적인 실험이나 언어 의존적인 교육방법을 적용한다면 올바른 개념형성이 어려울 수 있으며, 오히려 지적 자율성(Kamii & DeVries, 1992)을 해치는 부정적인 결과가 초래될 수도 있다. 그러므로 감

각으로 이해하기 어려운 자연 현상에 대해서는 유아의 수준에 적절한 방법이 강구될 필요가 있겠는데, 전통적인 과학교육의 대안으로 인정되고 있는 구성주의 관점에서는 과학적 현상과 개념에 대한 학생들의 이해를 돕기 위한 효과적인 방법으로 그들의 선개념을 분석하여 교수 계획의 기초로 이용하는 것을 강조하고 있다(박승재·조희형, 1994; 양승훈 외, 1996). 선개념이란 과학교육을 받기 이전에 아동이 일상적인 경험을 기반으로 이미 형성한 개념이다. 선개념은 과학적 개념과 비과학적 개념을 모두 포함하는데, 특정 선개념이 과학 이론에서 설명되는 정개념과 다른 경우에 이를 일컬어 오개념(misconceptions)이라 한다(Howe, 1993).

구성주의에 따르면 유아는 능동적으로 주변 환경과 상호작용을 하면서 스스로 지식을 구성하는 존재이기 때문에 각 유아는 특정한 현상에 대해서 서로 다른 의미를 구성할 수 있다(Chaillé & Britain, 1997; Kamii & DeVries, 1987). 그러나 일상적인 경험을 통해 유아가 스스로 획득한 선개념은 유아 자신의 개별적인 경험과 논리 속에서 그대로 머무르려는 경향이 있기 때문에 오개념이 생성·강화되고, 이러한 오개념은 개인 특유의 개념 체계로 발전되어 매우 견고하게 자리 잡아 이후의 학습에 부정적인 영향을 미칠 수 있다(권성기, 1988; 한인수, 2001).

한편, 유아들이 갖고 있는 선개념은 의미 있는 경험이 부가되면서 확장·수정될 뿐 아니라, 이후의 어느 시점에 과학적인 정개념으로 변화되기도 한다(김현영, 2001; 오세일, 1994; 이성호, 1998). 따라서 교육에서는 이러한 발전이 일어날 수 있도록 유아의 선개념을 알아보고 그것에 근거해서 교육과정을 계획하는 것이 논리적·실제적으로 합당하다. 특히 과학의 기초 개념은 어려서부터 발달되며 유아기 동안의 경험이 이후의

지적 성장을 위한 근원이 되기 때문에(Piaget, 1930) 과학적 현상에 대한 유아의 선개념을 알아보는 것은 교육 실체에 있어서 중요한 출발점이 되며, 이를 과학적 개념과 조화를 이룰 수 있도록 도와주는 것이 중요한 교육적 과제가 될 수 있다.

이러한 측면에서 볼 때 아동이 자연 현상에 대해 어떻게 이해하고 있는지를 심층적으로 살펴본 Piaget의 연구는 주목할 만하다. Piaget는 임상적 면접 방법을 통하여 과학적 현상에 대한 아동의 개념을 규명하고자 하였는데, 특히 유아들이 갖고 있는 비과학적인 개념을 조명하기 위하여 특별한 질문들로 접근하였다. *The Child's Conception of the World*(1929), *The Child's Conception of Physical Casuality*(1930) 등과 같은 Piaget의 저서에는 유아가 자연 현상에 대해 가지고 있는 사전 개념과, 유아 및 아동기 동안의 보편적인 과학 개념 발달 과정이 구체적으로 보고되어 있다. 특히 *The Child's Conception of Physical Casuality*에서 Piaget는 유아가 공기나 바람과 같이 눈에 보이지 않는 자연물이나 현상에 대해서도 자연스러운 호기심을 가지고 있다는 것을 밝히고 있으며, 공기나 공기와 관련된 현상에 대하여 유아들이 갖고 있는 독특한 생각들을 보고하고 있다.

공기에 대한 아동의 개념을 알아보기 위하여 Piaget가 실시한 실험들 가운데는 공기에 관한 개념과, 공기와 관련된 현상에 대한 개념, 즉 물체 안의 공기, 바람, 호흡 등에 대한 유아의 사고를 알아보는 실험들이 포함되어 있다. 이러한 실험들을 통하여 Piaget는 공기에 관한 아동의 개념이 '실내에는 공기가 없으며, 공기는 바깥에서 생겨서 안으로 들어오는 것이다'라고 생각하는 첫 번째 단계에서, '공기는 자연물이나 사람에 의해서 어디에서나 만들어질 수 있다'고 생각하는 두 번째 단계로, 그리고는 마지막으로 '공기

는 주변 어디에나 존재한다'는 것을 발견하는 단계로 변화한다는 것을 알 수 있었다.

Piaget는 이러한 연구를 통하여 유아들이 개인적인 차이는 있지만 전조작기의 사고특성인 인공론(artificialism), 물활론(animism), 실재론(realism), 목적론(finalism) 등의 사고 특성을 공기에 대한 개념에 있어서도 여전히 나타낸다는 것을 보여주었다. 또한 전조작기의 유아는 눈에 보이지 않는 사물에 대하여 처음에는 '보이지 않으므로 없다'는 식의 개념을 강하게 형성하며, 그러한 개념은 생활 속에서 인지적인 갈등에 당면하면서 사고 작용을 통해서 점차적인 변화과정을 거친다는 것을 시사해주었다.

그러나 유아의 과학 개념에 대한 Piaget의 연구를 살펴보면 몇 가지 의문이 생긴다. 우선 개인적 경험이 다른 유아들이 특정한 과학적 주제나 현상에 대하여 유사한 개념을 형성하는가 하는 점을 들 수 있다. 구성주의의 입장에서는 유아들이 개인의 주관적인 경험을 통해 개념을 형성하기 때문에 개별 유아의 개념은 다르게 형성된다고 본다. 그러나 Piaget의 연구에서 찾아볼 수 있듯이 실험에 참여한 유아들의 답변은 유사하게 나타나고 있다. 그런가하면 Piaget의 연구는 수십 년 전, 스위스의 유아들을 대상으로 한 것이어서 과연 Piaget의 연구 결과가 사회문화적 배경도 다르고 시점도 다른 현재의 우리나라 유아들에게서도 그대로 나타날 것인지, 그리고 우리나라 유아들은 공기에 대한 그들의 생각을 어떤 언어로 표현할 것인가와 같은 문제가 제기된다. 비록 Piaget의 연구가 우리나라에서도 오래 전부터 알려져 있기는 하지만, 사실상 공기에 관한 Piaget의 연구방법을 심도 있게 파악하여 우리나라 유아를 대상으로 이와 같은 연구를 실시한 예는 찾아볼 수 없다.

따라서 본 연구는 두 가지의 가정, 첫째, 과학

적 현상에 대한 유아의 선개념을 알아보는 것은 유아의 오개념을 밝히고 유아의 사고에 접근할 수 있는 교육 프로그램을 개발하기 위한 기초가 될 수 있을 것이라는 가정과, 둘째, '공기'에 대한 유아의 개념을 알아보는 것은 감각으로 관찰하기 어려운 과학적 대상을 유아교육에서 다룰 때 어떤 방법을 취하는 것이 적절할지에 대한 시사점을 제시할 수 있을 것이라는 가정 하에, Piaget의 연구(1930)에 근거하여 우리나라 4, 5, 6세 유아의 공기에 대한 선개념 유형과 연령에 따른 차이를 알아보려고 한다.

이와 같은 연구의 필요성과 목적에 따라 제기된 연구 문제는 다음과 같다.

<연구문제 1> 우리나라 유아의 공기에 대한 개념 발달단계는 연령에 따라 어떻게 나타나는가?

<연구문제 2> 우리나라 유아의 공기에 대한 개념은 Piaget 연구에서 나타난 개념 발달 과정과 일치하는가?

2-1. 유아의 공기 관련 개념은 어떤 측면에서 Piaget의 단계와 일치하는가?

2-2. 유아의 공기 관련 개념은 어떤 측면에서 Piaget의 단계와 불일치하는가?

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상은 서울에 위치한 어린이집 두 곳과 유치원 한 곳에 재원 중인 4세, 5세 유아 각 28명 및 29명과, 초등학교에 재학 중인 1학년 아동 30명 등 총 87명으로, Piaget의 발달 단계 중 전조작기에 해당되는 유아들이었다. 87명 유아의 연령 및 성별의 분포는 <표 1>과 같다.

〈표 1〉 연구대상 단위 : 명(%)

연령	인원(남:여)	평균연령(표준편차)
4세	28 (16 : 12)	4년 10개월 (3.70)
5세	29 (12 : 17)	5년 9개월 (2.78)
6세	30 (15 : 15)	6년 9개월 (3.70)
전체	87 (43 : 44)	6년 (10.08)

2. 연구 도구 : Piaget의 연구에 기초한 4 종류의 면담식 실험

본 연구에서는 공기에 관한 개념을 알아보기 위한 Piaget(1930)의 실험을 기초로 임상적 면담을 실시하였다. Piaget는 총 6가지의 면담식 실험을 통하여 공기에 대한 아동의 개념을 조사하였다. 본 연구자는 공기에 관련된 Piaget의 6개 실험 중 원심력 및 낙하운동을 포함하는 실험 두 가지를 제외하고, 공기, 물체 안의 공기, 바람, 호흡 등 나머지 4가지 실험 방법을 심도 있게 파악하여 다음의 <표 2>와 같은 방법으로 연구자가 직접 임상적 면담을 실시하였다. Piaget의 연구에서 원심력과 낙하운동에 관한 실험은 원래 공기에 대한 개념을 직접적으로 알아보기 위한 것이기보다는, 물체의 운동과 운동에 있어서의 공기의 역할에 관한 주제여서 공기는 부수적으로 다루어지는 부분이었다. 또한 이 두 가지는 유아에게 질문을 실시하여 활발한 반응을 이끌어내기에 적절한 주제가 아니라고 판단되었으므로 본 연구에 포함시키지 않았다.

3. 연구 절차

본 연구에서는 3, 4, 5, 6세 유아 각 3명씩을 대상으로 위의 <표 2>와 같은 면담 계획이 적절한지를 알아보기 위한 예비 조사를 거쳐, 본 조사를 실시하였다. 예비 조사에서는 3세의 경

우 집중력이 떨어지고 언어의 한계를 여실히 보여 본 연구 대상에서 제외하기로 하였다. 또한 연구자가 먼저 ‘공기’라는 단어를 언급했을 때, 유아들은 공기의 개념을 이해하지 못하고 있을 경우에도 ‘공기’라는 말을 사용하면서 반응을 하는 것으로 보였다. 따라서 연구자는 처음부터 공기라는 단어를 사용하지 않고 ‘바람’ 또는 공기와 관련된 다른 적절한 단어로 수정하여 면담을 시작한 후, 유아의 반응을 살펴가면서 공기라는 단어를 사용하는 방법을 취하였다.

예비 조사를 통하여 수정된 면담 문항으로 2003년 5월 1일부터 5월 25일까지 본 조사를 실시하였다. 4, 5세 유아 면담은 어린이집과 유치원 등 세 기관에서 주중에 오후 자유선택놀이시간을 이용하여 해당 연령 유아 전체를 대상으로 2주간 실시하였고, 6세 유아는 초등학교 한 학급 전체 아동을 대상으로 토요일을 이용하여 3주에 걸쳐 실시하였다. 면담은 외부 소음에 영향을 받지 않는 기관 내의 독립된 공간에서 진행되었으며, 유아들의 언어적 반응은 모두 녹음되었다. 면담에는 각 유아 당 평균 25분 정도 소요되었다.

4. 자료 분석

본 연구에서는 연구문제에 따라 다음과 같은 방법으로 자료를 분석하였다.

첫째, 유아들이 갖고 있는 공기 개념의 내용과 공기개념 발달과정을 알아보기 위하여 Piaget(1930)가 공기의 개념과 성질을 이해하는 수준에 따라 유아의 반응 내용을 유형별로 구분하고 단계화 한 것과 같이 4, 5, 6세 유아들의 반응을 유형별로 구분한 후, 연령에 따라 유형별 반응 빈도와 백분율을 산출하였다. 또한 반응 유형별 평균 연령을 4 종류의 실험마다 각각 분석하였

〈표 2〉 공기 및 공기 관련 개념에 관한 4 가지 면담식 실험

실험	실험 방법	질 문
공기 개념	<ul style="list-style-type: none"> - 실험실 내부에 공기가 있는지에 대해 알아보고 만약 있다면 이 공기가 어디서부터 왔는지 생각해보게 한다. - 창문이 닫혀져있는 실내에도 공기가 있는지, 만약 있다면 어디에서 공기가 왔는가를 질문한다. - 공기가 없다면 어떻게 될지에 대해서도 유아의 반응을 살펴본다. 	<p>공기라는 말을 들어본 적이 있니? 공기란 무엇일까? 공기가 있다는 것을 어떻게 느낄 수가 있을까? 공기는 어디서부터 왔을까? 공기를 느낄 수 있는 곳이 있을까? 공기와 바람은 똑같은 것일까? 우리가 있는 방 안에는 공기가 있을까? <부가 1> 있다면 왜 그렇게 생각하지? <부가 1-1> 있다면 이 공기는 어디서부터 온 것일까? <부가 2> 없다면 왜 그렇게 생각하지? <부가 1> 지금 방 안에는 창문이 닫혀져 있는데, 어떻게 공기가 들어올 수 있었을까? <부가 2> (창문이 닫혀져 있어서 들어올 수 없다면) 창문이 열려 있으면 공기가 들어올 수 있을까? (실내에는 공기가 없다면) 공기는 어디에서 느낄 수 있을까? 공기가 없는 곳이 있을까? 만약 공기가 없다면 어떻게 될까? 공기가 꼭 필요하다고 생각하니? 왜 그렇게 생각하니?</p>
물체 안의 공기	<ul style="list-style-type: none"> - 공기가 들어있는 고무공을 제시하고 충분히 탐색하게 한 후 공 안에 무엇이 들어있을지에 대해 물어본다. - 송곳으로 구멍을 뚫어 바람이 빠져나가는 것을 확인한 후 공안의 공기가 어디서 왔는지에 대해 질문한다. - 공기를 넣고 빼는 것을 반복하면서 다시 원상태로 돌아오는 과정에 대해 질문한다. - 투명한 고무 용기와 종이봉투 등을 이용하여 이전과 동일한 방법으로 물체 안에 공기가 있는지의 여부와 어디서부터 공기가 들어왔는지를 생각해보게 한다. 	<p>(고무공을 충분히 탐색한 후) 공을 만져보면 느낌이 어떠니? 이 공간에 무엇이 들어있는 것처럼 보이니? <부가 1> 공기가 들어있다면 어떻게 공 안에 공기가 들어갔을까? <부가 2> 다른 무언가가 들어 있다면 왜 그렇게 생각하지? 공에 송곳으로 구멍을 뚫으면 어떻게 될까? (구멍을 뚫고 공을 누르면서) 공 안에서 무엇이 나오고 있지? <부가 1> 바람이 나온다면 이 바람은 어떻게 공 안으로 들어갔을까? <부가 2> 공기가 나온다면 이 공기는 어떻게 공 안으로 들어갔을까? <부가 1> 바람은 어디서부터 온 것일까? <부가 2> 공기는 어디서부터 온 것일까? 공 안에 바람(공기)을 누가 왜 넣었을까? (투명한 고무 용기를 보여주며) 병을 만져보면 느낌이 어떠니? 이 병 안에는 무엇이 들어있는 것 같니? <부가 1> 바람(공기)이 들어있다면 왜 그렇게 생각하지? <부가 2> 아무 것도 없을 것 같다면 왜 그렇게 생각하지? (뚜껑을 열고 누르면서) 지금 병 안에서 나오는 것이 무엇일까? 이 바람(공기)는 어디서부터 왔을까? 어떻게 해서 이 병 안에 바람(공기)이 들어갈 수 있었을까? 우리가 있는 방 안에는 바람(공기)가 있을까? (다시 원 상태로 돌아오면) 병을 그냥 두었더니 다시 원래대로 되었는데 왜 그럴까? 이 병 안에 바람(공기)이 다시 들어간 것이니? 이 바람(공기)은 어디서부터 왔을까? *종이봉투를 이용하여 위와 동일한 방법으로 실험 실시</p>

〈표 2〉 계속

실 험	실 험 방 법	질 문
바람 개념	<ul style="list-style-type: none"> - 우선 바람이 부는 것을 느껴본 적이 있는가에 대해 이야기를 나눈다. - 어떤 경우에 바람이 부는가를 알아보고 바람은 어디서부터 시작되었는지를 질문한다. - 바람이 왜 부는지, 만약 바람이 없다면 어떻게 될지, 바람을 느낄 수 있는 곳이 있는지를 물어보고 실험실 내에서도 바람을 느껴볼 수 있을지를 묻는다. 	<p>바람이 무엇이라고 생각하니? 바람이 분다는 것을 어떻게 알 수가 있지? 바람은 어디에서부터 시작되었을까? 바람이 왜 분다고 생각하니? 만약 바람이 없으면 어떻게 될까? 우리가 있는 이 방안에는 바람이 있을까? (창문이 닫혀져 있음)</p> <p><부가1> 만약 있다면 이 바람은 어디서부터 왔을까? <부가 1-1> 밖에서 부는 바람이 어떻게 들어왔을까? <부가2> 만약 없다면 왜 그렇게 생각하지?</p>
호흡 개념	<ul style="list-style-type: none"> - 입으로 손바닥 위에 바람을 불어보게 하고 입에서 나오는 것이 무엇일지에 대해 물어본다. - 공기가 어디서부터 시작되었는지를 질문한 후 유아의 반응에 따라 호흡의 개념을 이해하고 있는지를 알아본다. - 만약 호흡의 개념을 이해하고 있다고 판단되면 호흡이 필요한 이유와 공기가 없는 공간에서는 어떻게 될지에 대해 생각해보게 한다. 그리고 실험실 내에 공기가 존재하는지의 여부에 따라 공기가 있는 곳과 없는 곳에서 호흡이 가능한지도 함께 질문한다. 	<p>입으로 손바닥 위에 바람을 불어보자. 무엇이 느껴지지? <부가1> 그 바람은 어디에서부터 온 것일까? <부가2> 공기는 어디서부터 온 것일까? <부가1> 밖에서 부는 바람이라면 어떻게 들어왔을까? <부가2> 몸 안 어디에서 바람이 나왔을까?</p> <p><부가1> 실험실 내에는 바람이 있을까? <부가 1-1> 있다면 어디에서 왔을까? <부가 1-2> 없다면 왜 그렇게 생각하지? <부가2> 몸 안에 바람은 왜 있는 것일까?</p> <p>만약 바람(공기)이 없다면 어떻게 될까? 바람(공기)이 없는 곳에서도 우리는 숨을 쉴 수 있을까? <부가1> 숨을 쉴 수 있다면 어떻게 할 수 있지? <부가2> 숨을 쉴 수 없다면 왜 그렇다고 생각하지?</p>

다. 단, Piaget의 연구에서 제시된 유형 이외의 반응들은 우선 내용에 따라 범주화 하였고, 이 범주들의 수준 또는 단계를 구분하기 위하여 공기개념을 다루고 있는 과학교육 관련 서적들과 이러한 이외의 반응을 보인 유아들의 연령대에 기초하여 Piaget가 제시한 단계의 전, 중, 또는 후로 이들 이외의 반응 범주들을 배열하였다.

둘째, Piaget의 실험 결과와 비교하여 우리나라 4, 5, 6세 유아의 공기에 대한 개념 발달과정이 어떠한 측면에서 유사하거나, 상이한지를 비교하였다. 이는 기존의 Piaget의 실험 결과와 본 연구의 공통점을 밝히고, 우리나라 유아의 사고

에 있어서 특이성을 알아보기 위한 것이었다.

III. 연구 결과

1. 우리나라 유아의 공기 개념 발달 과정

Piaget의 공기 개념에 대한 실험을 우리나라 4, 5, 6세 유아에게 적용하여 실시한 결과, ‘공기’, ‘물체 안의 공기’, ‘바람’, ‘호흡’ 등 4가지 실험에서 나타난 공기 관련 개념들을 연령과 관련하여 일관성 있는 발달단계로 구분할 수 있었다.

〈표 3〉 공기의 정체에 대한 응답 유형별 빈도

단위 : 명(%)

응답유형	4세	5세	6세	계	
들어본 적이 없음	5(18%)	3(11%)	2(6.7%)	10(11.4%)	
감각으로 느낄 수 있음	연기와 같음	5(18%)	1(3%)	0	6(7%)
	공기는 바람과 같음	9(32%)	12(41%)	10(33.3%)	6(35.6%)
감각으로 느끼기 어려움	공기는 산소와 같음	9(32%)	13(45%)	18(60%)	40(46%)
계	28(100%)	29(100%)	30(100%)	87(100%)	

이들 4개 실험 중 ‘공기’에 관한 실험에서 공기의 정체를 묻는 질문에 대한 응답 유형별 빈도를 연령에 따라 분석한 결과는 <표 3>과 같다. <표 3>에 나타나 있는 공기의 정체에 관한 응

답 이외에, 공기의 기원, 공기의 존재위치, 공기의 필요성 등 ‘공기 개념’을 알아보기 위한 첫 번째 실험에서의 응답 결과를 종합하면, 공기개념 발달과정에 있어서 <표 4>와 같은 4개 단계를

〈표 4〉 우리나라 유아의 ‘공기’에 대한 개념 발달과정

단계	평균연령	사고 특성
1	4세 8개월	공기에 대한 이해가 없는 단계 공기라는 말을 들어본 적이 없거나 개념이 전혀 없다.
2-1	5세 6개월	공기를 연기와 동일시하는 단계 공기를 연기와 같이 눈에 보이는 것으로 생각하고 있다. 따라서 집의 지붕이나 공장의 굴뚝, 배나 자동차의 매연, 공사장, 불이 난 곳 등과 같이 연기를 볼 수 있는 곳에만 공기가 존재한다. 그러므로 공기는 불이 나지 않는 실내에는 존재할 수 없으며 공기가 없으면 불이 나지 않은 상태이므로 사람들이 사는데 문제가 없다.
2-2	5세 11개월	공기를 바람과 동일시하는 단계 공기는 시원한 바람과 같은 것이다. 바람은 바깥에서 불기 때문에 실내에는 공기가 있을 수 없다. 공기는 사람이 살 수 있도록 하기 위한 목적으로 신에 의해 창조되었다. 사람이 더울 때 시원하게 해주기 위해서, 땀을 닦아주기 위해서 등과 같이 인간의 편의를 목적으로 공기가 만들어졌다. 공기가 없으면 바람이 없는 것이고, 이럴 때 날씨가 더우면 사람이 살기 힘들다. 실내에는 공기가 없기 때문에 항상 바깥에서 바람이 들어올 수 있는 통로를 열어두어야만 한다. 창문이 닫혀있거나 없는 실내 공간에는 공기가 들어올 수가 없다.
3	6세 2개월	공기는 인간의 생명유지를 위해 필요하나 실내에는 존재하지 않는다고 생각하는 단계 공기는 인간의 호흡과 연관되어 있는 것으로 사람이 살기 위해서는 공기가 꼭 필요하다. 공기는 하늘이나 구름, 나무가 많은 산과 같은 실외에서 시작되었으며 실내에도 공기가 존재할 수 있다. 실내의 공기는 창문이나 문을 통해 들어오지만, 문이 닫혀있어도 창문 틈새나 구멍 등을 통해 들어온다. 그래서 실내에는 항상 공기가 존재하며 이를 위해서는 가끔 문을 열어두어야만 한다.
4	6세 8개월	공기는 어디에나 항상 존재한다는 개념이 형성되어가는 단계 공기는 어디에나 존재한다. 공기는 인간은 물론 동식물의 호흡에 필요하며 대기 중의 산소를 들이마시고 내뿜는 과정을 통해 살 수 있다. 실외는 물론 실내에도 공기가 있으며 창문이 닫혀 있어도 사람이 숨을 쉴 수 있는 곳이라면 어디에나 공기가 존재한다.

<표 5> 물체 안의 공기에 대한 응답 유형별 빈도

단위 : 명(%)

유형	4세	5세	6세	계	
물체 안에 공기 없음	2(7.2%)	0	0		
물체 안에 공기 있음	실외의 바람	7(24%)	7(24%)	0	14(16%)
	입으로 불어	6(21.4%)	4(13.8%)	2(6.7%)	14(13.7%)
	펌프 이용	13(46.4%)	18(62%)	28(93.3%)	14(68%)
계	28(100%)	29(100%)	30(100%)	87(100%)	

확인할 수 있었다. 내용을 보면, 평균 연령 4세 8개월 무렵에 유아들은 공기에 대한 개념이 전혀 없다. 그 다음 5세 동안에는 공기를 연기나 바람과 동일시하는 경향이 나타나는데, 이는 눈에 보이지 않는 것을 존재하는 것으로 인정하기가 좀처럼 어려운 이들의 사고 경향을 반영하는 것으로 보인다. 공기를 연기와 동일시하는 경향은 결국 불과 공기를 직결시키는 것으로, 그리고 불(즉 연기이자 공기)이 없어야 사람이 살 수 있다는 생각으로까지 이어진다(부록의 예시 1 참조). 6세 초기에 해당되는 세 번째 단계에서는 사람에게 공기가 꼭 필요하다는 것을 알게 되지만, 이러한 인식은 실내에는 공기가 있을 수 없다고 생각하는 이전의 사고 경향과 맞물려서 공

기가 바깥에 있는 사물로부터 생겨나서 실내로 들어온다고 하는 나름대로의 조정된 생각을 만들어 낸다. 이후 6세 8개월 무렵에는 사람의 호흡에 공기가 필수적이며, 그렇다면 공기는 어디에나 있을 수밖에 없다는 생각에 이르게 된다.

두 번째 실험인 ‘물체 안의 공기’에 대한 실험의 분석 결과, 연령에 따른 반응 유형별 빈도는 <표 5>와 같았다.

<표 5>의 반응 유형별로 다시 평균 연령을 산출하고 응답 내용을 분석한 결과, <표 6>과 같이 물체 안의 공기에 대하여 3 개의 발달단계를 구분할 수 있었다. 가장 초기 단계에서 유아들은 공 안에는 아무 것도 없다고 생각한다. 아무 것도 나오는 것을 볼 수 없기 때문에 무엇인가

<표 6> 우리나라 유아의 ‘물체 안의 공기’에 대한 개념 발달과정

단계	평균 연령	사고 특성
1	4세 9개월	물체 안에는 공기가 존재하지 않는다고 생각하는 단계 공과 같은 물체 안에는 공기가 존재하지 않는다. 송곳으로 구멍을 뚫는다고 하더라도 공 안에서는 아무것도 나오지 않는다.
2	5세 8개월	물체 안의 공기는 실외의 공기가 들어간 것이라고 생각하는 단계 공 안의 공기는 외부의 공기로 창밖의 실외에서 안으로 들어온 것이다. 공 뒤의 구멍을 통해서 실외의 공기가 안으로 들어간 것으로 실내에는 공기가 전혀 존재하지 않는다. 공 안의 공기는 실외에서 창문을 통해 들어오기 때문에 창문을 항상 열어두어야 하며 창문이 닫혀 있다면 공 안에 공기가 들어갈 수 없다.
3	6세	물체 안의 공기는 도구나 인위적인 힘을 이용하여 넣은 것으로 바깥의 공기와는 다르다고 생각하는 단계 공 안의 공기는 공기를 넣는 펌프나 사람의 입으로 불어서 넣은 것이다. 공 안의 공기는 공장에서 공을 만드는 사람들이 넣었는데, 공이 없으면 사람들이 지루해하기 때문에 공에 공기를 넣어 가지고 놀 수 있도록 하기 위하여 만들었다.

들어있다는 가정을 할 수 없는 것이다. 그러나 다음 단계에서는 공 안에서 나오는 바람을 느낀 것에 주목하여 공 안에 공기가 있었다고 반응하지만, 실내에는 공기가 없다는 생각에 여전히 고착되어 있으므로 공 안의 공기는 실외의 사물로부터 만들어진 것이 안으로 들어온 것이라고 생각한다(부록의 예시 2 참조). 그 후 세 번째 단계에서는 공 안의 공기가 외부의 공기와는 별개이며, 사람의 의도에 의해서 넣어진 것이라고 생각하게 된다.

‘바람에 대한 개념’을 알아보는 세 번째 실험에서는 연령별·응답 유형별로 <표 7>과 같은 빈도가 산출되었다.

<표 7> 바람에 대한 응답 유형별 빈도 단위 : 명(%)

응답 유형	4세	5세	6세	계
물체나 대상을 흔들리게 하는 것	4(14%)	4(14%)	0	8(9%)
바깥에서 부는 시원한 것	22(79%)	23(79%)	29(97%)	74(85%)
차가운 공기	2(7%)	2(7%)	1(3%)	5(6%)
계	28(100%)	29(100%)	30(100%)	87(100%)

<표 7>에서 나타난 응답 유형별로 반응한 유아들의 평균 연령을 산출하고 응답 내용을 분석한 결과, 우리나라 유아들의 바람에 대한 개념 발달과정은 <표 8>과 같이 3단계로 구분 지을 수 있었다.

<표 8>에 따르면, 평균 연령이 5세 6개월인 첫 번째 단계에서는 바람이란 사물을 흔들리게 하는 것인데, 나무나 구름 같은 사물로부터 생겨나서 사물을 흔들지만, 정작 그 나무와 구름을 흔들리게 한 바람도 나무와 구름 자체가 흔들려서 생긴 것이라는 반응을 한다. 이러한 생각에는 분명 순환적인 모순이 있음에도 유아들은 전혀 개의치 않는다(부록의 예시 3 참조). 그 다음 평균 연령 5세 10개월인 두 번째 단계에서는 바람이 여전히 자연물에 의해서, 실외에서, 인간을 위해서 만들어진다고 생각하지만, 그렇게 만들어지는 때와 시간이 따로 있다고 생각하는 새로운 경향을 보인다. 이후 평균 6세 경에 유아들은 바람이 특정 사물에서 갑자기 생겨난다고 생각하는 것에서 벗어나서, 먼 곳, 특히 더운 사막이나 추운 북극 지방에서부터 불어온다고 생각하

<표 8> 우리나라 유아의 ‘바람’에 대한 개념 발달과정

단계	평균 연령	사고 특성
1	5세 6개월	바람은 물체나 대상을 흔들리게 하는 것 바람은 어떤 물체나 대상을 흔들리게 하는 것이다. 사람의 옷을 휘날리게 하기도 하고 모자를 벗겨지게 하기도 한다. 이런 바람은 구름이 움직이거나 나무가 흔들려서 생긴다. 바람은 또한 하늘과 같은 신에 의해 만들어지는데, 사람을 시원하게 해주기 위해 만드는 것이다.
2	5세 10개월	바람은 실외에서만 부는 차가운 것 바람은 바깥에서 부는 차가운 것이다. 하늘의 구름이 움직이거나 나무가 흔들리면서 바람이 만들어진다. 또한 비가 내리거나 무지개가 뜰 때에도 바람이 생성된다. 바람은 사람을 시원하게 해주기 위해서나 꽃씨를 날려 사람들에게 아름다운 꽃을 보여주기 위해서 등 인간을 위한 목적으로 만들어졌다.
3	6세 9개월	바람은 먼 곳에서부터 불어오는 것 바람은 아프리카와 같이 사막이 많은 더운 곳이나 얼음이 많은 북극에서 시작된다. 먼 지역으로부터 우리가 살고 있는 곳까지 움직여서 시원한 바람이 생기는 것이다.

<표 9> 호흡에 대한 응답 유형별 빈도

단위 : 명(%)

응답 유형	4세	5세	6세	계	
인간의 생존을 위해 호흡 필요	입 안에서 공기 생성	13(46%)	12(41%)	10(33%)	35(40%)
	신체 기관에 공기를 저장	7(25%)	6(21%)	11(37%)	24(28%)
	외부 공기에 의한 호흡	8(29%)	11(38%)	9(30%)	28(32%)
계	28(100%)	29(100%)	30(100%)	87(100%)	

여 바람과 날씨를 관련짓는다. 그러나 아직까지 바람이 공기과 관련이 있다거나, 바람이 불게 되는 기체에 대해서는 이해하지 못한다.

마지막으로, ‘호흡에 관한 개념’은 응답 유형별로 연령에 따라 <표 9>에서와 같은 빈도를 나타냈다.

<표 9>의 응답 유형별로 평균 연령을 산출하고 응답 내용을 분석한 결과, 호흡에 대한 개념 발달 과정은 <표 10>에서와 같이 3단계로 구분될 수 있었다. 5세 동안 유아들은 공기가 외부와 상관없이 입 안에서 바로 만들어지거나 저장되어 있으므로 해서 사람이 호흡을 할 수 있다고 생각하여, 공기의 순환을 전혀 가정하고 있지 못하다(부록의 예시 4 참조). 이는 마치 바

람이 나무나 구름에서 직접 만들어진다고 생각하는 것과 유사하다. 그 후 6세경에는 공기가 입 안에서 만들어지기보다는 사람의 신체에 가득 차 있어서 호흡을 할 수 있는 것이라고 말한다. 그러나 6세 8개월 무렵이 되면, 공기는 사람 내부에서 만들어지는 것이 아니라 주변에 항상 존재하면서 순환한다는 것을 이해를 하기 시작한다.

2. Piaget의 실험 결과와의 비교

1) Piaget의 실험 결과와의 유사점

우리나라 4, 5, 6세 유아의 공기 및 공기 관련 개념과, Piaget의 실험에서 나타난 결과 간

<표 10> 우리나라 유아의 호흡에 관한 개념 발전과정

단계	평균 연령	사고 특성
1	5세 6개월	인간은 입 안에서 생성, 저장된 공기로 호흡한다. 입이나 입 안의 침에서 공기를 만들어내고 이를 이용하여 호흡을 한다. 입 안에 항상 공기가 존재하기 때문에 공기가 없는 곳에서도 입 안에 저장된 공기를 이용하여 호흡을 할 수 있다.
2	6세	인간은 신체 내부에 저장된 공기로 호흡한다. 사람의 신체 내부는 공기로 가득 차 있다. 심장과 같이 생명과 관련 있는 기관뿐만 아니라 모든 신체 기관의 곳곳에 공기를 저장할 수 있어 공기가 없는 곳에서도 저장된 공기로 호흡할 수 있다.
3	6세 8개월	인간은 주변의 공기를 이용하여 호흡한다. 주변에 항상 공기가 존재하여 그 공기를 들이마시고 내뿜는 과정을 통하여 사람이 호흡을 한다. 정확한 호흡 과정을 이해하지는 못하나, 코로 들이마신 공기가 입으로 나오면서 호흡을 할 수 있다. 주변에 공기가 없다면 사람이 호흡할 수가 없으며 인간에게 필요한 공기는 나무가 만들어내는 산소이다.

<표 11> 공기의 개념에 대한 Piaget 연구 결과와의 유사점

실험 단계	Piaget의 연구	본 연구
1. 공기 개념	1 실내에는 공기가 존재하지 않으며 실외의 창문을 통해서 안으로 들어온다. 이 공기는 신의 의해 창조된 것으로 신의 호흡이나 입으로 부는 바람에 의해 만들어진다. 공기가 없으면 사람이 더워서 살기 불편하거나 공기가 들어가는 물건을 사용하지 못하기 때문에 꼭 필요하다.	공기는 실외에만 있으며 실내에는 존재하지 않는다. 공기는 인간의 생명을 유지하기 위해서 하느님이 창조한 것이며 공기가 들어가는 물건에 공기를 넣을 수 없어 사람들이 불편하거나 지루해 할 수 있기 때문에 꼭 필요하다.
	2 실내에는 공기가 존재하지 않으나 손을 흔들거나 신체를 움직이는 등의 인위적인 행동을 통해서 생성될 수 있다. 그러나 여전히 실외에서 창문과 같은 출입구를 통하여 들어올 수 있다. 그 외에도 자연물이나 물체의 움직임, 공기 펌프 등에 의해 공기가 만들어질 수 있으며, 인간의 생명을 유지하기 위해서 공기가 꼭 필요하다.	실내에는 공기가 존재하지 않으나 창문과 같은 통로를 통해서 실외의 공기가 실내로 들어올 수 있다. 그러나 창문이 닫혀 있으면 실내로 공기가 들어올 수 없다. 인간이 호흡을 하는데 공기가 꼭 필요하며, 공기는 대기 중에 자연적으로 생긴 것으로 산소를 포함하고 있다. 공기 중의 산소는 인간은 물론 동식물의 생명 유지에 중요한 역할을 한다.
	3 어느 곳이나 공기가 존재하기 때문에 실내에도 공기는 있다. 공기는 하늘을 덮고 있는 것으로 자연발생적인 요인으로 만들어졌다. 인간은 물론 동식물의 생명 유지에 필요하다.	사람이 호흡할 수 있는 곳에는 어디에나 공기가 존재하기 때문에 실내에도 공기가 존재한다. 공기는 대기 중에 자연적으로 생긴 것으로 산소를 포함하며 인간은 물론 동식물의 생명 유지에 공기가 꼭 필요하다.
2. 물체 안의 공기 개념	1 물체 안에 존재하는 공기는 실외에서 부는 바람이 들어간 것이다.	바깥의 바람이 불어와 물체의 구멍 안으로 들어간 것이다.
	2 사람이 공 안에 바람을 불어 넣은 것이다.	물체 안의 공기는 사람이 인위적인 힘을 가하여 바람을 불어 넣은 것이다.
	3 공기 펌프를 이용하여 물체 안에 공기를 넣었다.	공기 펌프를 이용하여 물체 안에 공기를 넣었다.
3. 바람 개념	1 바람은 사람을 시원하게 해주기 위해서 신이 만든 것이다.	바람은 하느님과 같은 신에 의해서만 들어진 것으로 인간의 편의와 생존을 위해 창조되었다.
	2 바람은 바람에 의해 움직일 것이라 생각되는 자연물이나 물체(구름, 나무, 먼지 등)의 움직임에 의해서 만들어진 것이다.	바람은 자연 현상이나 물체의 움직임 등에 의해 발생한 것이나, 인간의 편의와 생존을 위해 만들어졌다.
	3 바람은 공기의 움직임에 의해 발생하는 것이다.	바람은 날씨와 관련되어 먼 곳에서 발생하여 불어오는 것이다.

의 유사점을 살펴보면 <표 11>과 같다.

우리나라 4, 5, 6세 유아들의 발달 단계는 Piaget의 연구 결과와 여러 측면에서 유사성을 보였다. 두 연구 모두에서 실내에는 공기가 전혀 존재하지 않는다는 첫 번째 단계와, 창문이 있는 곳이라면 실외에서 공기가 들어올 수 있으나 창문이 닫혀 있다면 실내로 공기가 들어올

수 없다는 두 번째 단계, 그리고 사람이 호흡할 수 있는 공간에는 항상 공기가 존재하기 때문에 실내에도 공기가 있다고 생각하기 시작하는 세 번째 단계가 나타났다. 공기의 기원과 필요성에 있어서 본 연구 결과는 인간의 편의를 위해 하느님이 공기를 창조하였다는 첫 번째 단계와, 공기는 인간의 생명 유지를 위해 자연물의 움직

임이나 인공적인 기계에 의해 만들어졌다는 두 번째 단계, 그리고 마지막으로 인간은 물론 동식물의 생명 유지를 위해 공기가 자연 발생적으로 만들어졌다는 단계를 확인할 수 있었다. 이 또한 Piaget의 연구 결과와 일치하는 것으로, 이러한 변화 과정에서 인공론, 물활론, 인간 위주의 목적론을 볼 수 있었다.

한편 물체 내에도 공기가 존재한다는 개념을 알아보는 두 번째 실험에서도, Piaget의 결과와 유사점을 찾아볼 수 있었다. 공 안에는 공기가 들어있기는 하나, 그 기원을 실외에서 찾은 첫 번째 단계와, 공 안의 공기는 사람의 입으로 불어 넣은 것이라는 두 번째 단계, 그리고 공기를 넣는 펌프를 이용하여 공에 넣었다는 세 번째 단계 모두 Piaget의 결과와 동일하게 나타났다. 공에 구멍을 뚫어 공기가 빠져나가는 것을 보고는, 첫 번째 단계의 유아들은 바깥에서 부는 바람이 공 안으로 들어간 것이라는 반응을 하였으나, 실험실의 닫혀진 창문으로는 실내에 바람이 들어올 수 없었을 것이기 때문에 이전에 창문이 열려 있을 때나, 창문 틈새로 공기가 들어왔을 것이라고 대답하였다. 이는 앞의 공기에 대한 실험 결과와도 유사한데, 실내에는 공기가 존재하지 않는다고 생각하면서도, 또한 공 안에는 공기가 있고 그 공기가 구멍으로 빠져나갔다가 다시 들어올 수 있다는 두 가지 생각이 동시에 존재하여 상충되는 이중적 사고가 작용하는 경향(dualism)을 보였다. 즉 실내에는 공기가 없다고 하면서도, 공 안에 들어간 공기를 실내에서 찾으려고 하였는데, 이러한 실험 결과는 Piaget의 실험에서도 동일하게 나타났다.

두 번째 단계에 이르면 공기가 창문을 통해 들어온다는 생각은 사라지게 되고, 공 안의 공기는 성인이 의도적으로 넣은 것으로 자유롭게 공기를 넣거나 뺄 수 있다는 생각이 가능해진

다. Piaget의 실험 결과에서도 유아들은 공기를 물체 내에 저장할 수 있다는 생각을 하고 있는 것으로 보고하고 있어 두 번째, 세 번째 단계의 유아들의 생각과 일치하는 것으로 나타났다. 또한 공에 대한 실험에서 유아들은 공 안의 공기는 사람들이 가지고 놀기 위해서 공장에서 성인이 의도적으로 넣은 것이라는 인공론적인 설명과 공 안의 공기가 들어갔다 나올 수 있는 것은 공기가 살아 움직이는 것이라는 물활론적인 설명을 함께 나타냈다.

세 번째 바람의 기원에 대한 실험 결과도 이전의 결과와 마찬가지로 3단계로 나눌 수 있다. 첫 번째 단계에서 바람은 하느님과 같은 신이 입으로 불어주기 때문에 생겨난 것이며 이는 인간이 덤지 않고 시원하게 해주기 위해서, 숨을 쉴 수 있도록 하기 위해서 만들어낸 것이라고 생각한다. 이 단계에서 유아들은 바람이 하늘에서 불어서 땅으로 내려오는데, 이는 인간의 생존을 위해서 신이 호흡하기 때문이라는 인공론적인 사고를 보였다.

자연 현상이나 물체의 움직임에 의해 바람이 생성된다는 두 번째 단계에서도 첫 번째와 마찬가지로 인공론적인 사고를 찾아볼 수 있었다. 대부분의 유아들은 바람에 의해 움직일 수 있는 자연물이나 물체들을 바람의 기원이라고 생각하면서, 이러한 움직임에 의해 바람이 생성되고 인간의 편의와 생존을 위해 바람이 분다고 하는 인간 중심의 목적론을 보여주었다. 또한 자동차나 배가 움직일 때, 아침이나 늦은 밤, 기온이 낮은 시간일 때 바람이 분다는 대답을 한 유아의 경우도 있어, 마찬가지로 바람을 어떠한 물체의 움직임이나 자연 현상에 의해 발생하는 차가운 것으로 이해하고 있었으며, 단순하게 차갑다는 사실에만 주의를 기울이면서 차가우면 바람이 생성된다고 보았다. 이는 Piaget의 실험 결

과에서도 동일하게 나타난 것으로 유아들은 생활 속에서 경험하는 초보적인 관찰에 근거하여 인과관계를 형성한다는 점과 함께 물활론, 인공론, 목적론적인 사고를 보여주고 있다.

바람을 공기의 움직임으로 생각한 세 번째 단계는 성인과 유사한 응답 양상을 보이고 있다. 그러나 아직까지 이전의 사고 특성이 남아 있어, 바람이 추운 지역에서 불어오지만 사람을 덥지 않게 하기 위해서나 사람이 숨을 쉴 수 있도록 하기 위해서 부는 것으로 생각하기도 한다. 즉 여전히 바람은 사람의 편의와 생존을 위해 부는 것이며, 스스로 살아 움직인다고도 생각한다.

종합하면, 유아의 공기 개념을 알아보기 위하여 실시된 4가지 실험에서 Piaget가 구분하였던 발달단계와 매우 유사한 단계 양상이 나타났다. 또한 각 발달단계에서 보이는 사고 특성과 다양한 응답 유형들도 Piaget가 발견하였던 것과 상

당 부분 일치하였다. 유아기에 나타나는 물활론, 인공론, 목적론적인 설명을 모든 연령에서 찾아 볼 수 있었지만, 발달단계가 높아질수록 이러한 사고특성은 점차 감소하였다. 마지막 단계에 이르게 되면 비교적 성인에 가까운 과학적인 개념을 형성하기도 하는 경우도 볼 수 있었는데, 이 또한 Piaget의 연구 결과와 유사하였다.

2) Piaget의 실험 결과와의 차이점

우리나라 유아들의 공기에 대한 개념과 Piaget의 실험 결과를 비교 분석한 결과, 첫 번째 실험인 공기 개념과, 네 번째 실험인 호흡 개념에서 차이점을 발견할 수 있었다.

먼저, 공기의 개념을 알아보는 질문에서 우리나라 유아들은 Piaget가 제시한 3단계보다 좀 더 세분화된 개념 유형과 단계를 보여주었다(<표 12 참조>).

〈표 12〉 공기의 개념에 대한 Piaget 연구 결과와의 차이점

단계	Piaget의 연구	단계	본 연구
		1	공기에 대해 들어본 적이 없거나 개념이 형성되지 않아 이해가 어렵다.
1	실내에는 공기가 존재하지 않으며 창문을 통하여 실외에서 들어온다. 창문이 닫혀져 있다 하더라도 창문 틈새로 들어올 수 있다.	2-1	공기를 연기와 동일시하여 자동차나 배와 같은 운송수단에서 나오는 매연이나 불이 났을 때의 연기, 굴뚝에서의 연기를 공기로 이해한다. 따라서 실내에는 공기가 존재할 수 없다.
		2-2	공기를 바람과 동일시하여 실외에서만 공기를 느낄 수 있다. 창문을 열어두어야만 실내로 공기가 들어올 수 있기 때문에 창문이 닫혀져 있는 실내에는 공기가 존재하지 않는다.
2	실내에는 공기가 존재하지 않으나, 인위적인 행동을 통하여 공기가 생성될 수 있다. 따라서 공기가 없는 곳에서도 사람이 움직이거나 기계를 이용하여 공기를 만들어낼 수 있다.	3	인간이 호흡을 하기 위해서는 공기가 필요한데, 공기는 실외에만 존재하기 때문에 공기가 들어올 수 있는 통로, 즉 창문이나 문이 항상 열려져 있어야 한다.
3	실내에는 항상 공기가 존재한다. 이는 사람이 호흡을 할 수 있는 곳에는 항상 공기가 존재하기 때문이며, 공기가 없는 곳에서는 공기를 만들어낼 수 없다.	4	인간이 호흡할 수 있는 어느 곳이나 공기는 항상 존재한다. 공기는 대기 중의 물질로 산소를 포함하며, 산소를 이용하여 인간은 호흡하며 생명을 유지할 수 있다.

본 연구 결과의 첫 번째 단계는, 공기에 대해 전혀 들어보지 않아 공기에 대한 개념 형성이 이루어지지 않은 경우로 전개념적인 사고 양상을 보이는 단계였다. 이후 두 번째 단계에 이르면 공기를 감각으로 경험할 수 있는 것으로 생각하는 경향이 나타나는데, 반응의 유형은 공기를 공장이나 집의 굴뚝, 자동차, 불 등에서 나오는 연기와 혼동하거나, 실외에서 부는 바람으로 생각하는 두 가지로 나타났다. 다음으로는 공기를 인간의 호흡과 관련지어 인간에게 꼭 필요한 것이면서 바람과 동일하다고 생각하는 세 번째 단계와, 공기를 대기 중의 한 물질로 생각하는 네 번째 단계가 나타났다. 이는 Piaget의 실험 결과와 차이를 보이는 부분인데, Piaget의 실험에서는 유아들에게서 공기에 대한 개념이 없거나 연기와 같이 눈에 보이는 기체로 혼동하는 발달단계는 찾아볼 수 없었다. 그러나 우리나라 유아들을 대상으로 한 실험에서는 앞서 언급된 바와 같이 연령이 어린 4세 유아들에게서 공기를 연기와 바람으로 동일시 한 응답 유형이 가장 많이 나타났다. 유아들은 공기가 연기와 같은 것이라 생각했기 때문에, 공기는 자동차나 배가 다니는 실외에만 존재하는 것이고, 굴뚝이 많은 공장에 특히 많으며, 집 안에서는 불이 나

지 않기 때문에 연기가 없어 공기가 존재하지 않는다는 생각도 있었다. 또한 Piaget의 실험 결과 중 두 번째 단계에서 찾아볼 수 있는 인위적인 행동에 의한 공기의 움직임에 관한 것은 우리나라 유아들의 응답에서는 나타나지 않았다. Piaget의 실험에서는 박수를 치거나 손을 움직이면 일어나는 바람을 공기라고 생각하는 경향이 있었으나, 우리나라 유아들은 기계나 도구를 이용하지 않고 사람의 움직임에 의해서 공기를 느낄 수 있다는 생각을 찾아볼 수 없었다.

호흡에 대한 개념을 알아보는 네 번째 실험에서도 우리나라 유아들을 대상으로 한 연구 결과는 Piaget의 결과와 차이를 보였다(<표 13 참조>).

우리나라 유아들을 대상으로 한 연구 결과는 입 안에서 공기가 생성되어 호흡을 할 수 있다는 첫 번째 단계, 신체 내부에 저장된 공기로 호흡한다는 두 번째 단계, 외부의 공기를 끌어들이 호흡을 한다는 세 번째 단계로 구분할 수 있었다. 그러나 이는 Piaget의 실험 결과와는 차이를 보인다.

우선 첫 번째 단계에서 우리나라 유아들은 입 안에서 공기가 만들어진다고거나 입 안에 있는 침의 작용에 의해 공기가 생성된다고 생각했던 반

<표 13> 호흡 개념에 대한 Piaget 연구 결과와의 차이점

단계	Piaget의 연구	본 연구
1	신체 내부에서 공기를 만들기도 하고 외부 공기를 몸속으로 끌어들이 호흡한다.	입이나 입 안의 침을 이용하여 호흡을 한다. 입 안에서 공기를 생성하기도 하고 또한 저장이 가능하기 때문에 공기가 없는 곳에서도 호흡이 가능하다.
2	주변의 공기가 항상 존재하고 있어, 공기를 이용하여 호흡을 한다. 그러나 공기가 없는 곳이라면 자신이 호흡을 하는데 필요한 공기를 만들어낼 수도 있다.	신체 내부에 공기를 저장할 수 있는 기관이 있기 때문에 공기가 없는 곳에서도 호흡할 수 있다.
3	주변에는 공기가 항상 존재하며, 호흡을 관장하는 기관에 공기를 저장한다. 공기가 없다면 호흡을 할 수 없다.	외부의 공기를 들이마시고 내뿜는 과정을 통하여 호흡한다. 공기가 없으면 인간은 호흡을 할 수 없으며 생명을 유지하지 못한다.

면, Piaget의 실험에서 첫 번째 단계의 유아들은 신체 내부에서 공기가 생성된다고 하였다. 우리나라 유아들은 입으로 바람을 불었을 때, 입 안에서 바람이 나오기 때문에 입 안이나 입 안에 있는 침이 공기 생성의 기원이라고 생각하였던 반면, Piaget의 실험에서는 입, 목, 손 등 신체의 여러 기관에서 공기가 만들어진다고 생각하였다. 또한 Piaget의 실험 결과에서는 이 단계의 유아들이 외부의 공기에 대한 언급도 하고 있는 것으로 나타났는데, 인간의 호흡에 필요한 공기를 외부에서부터 몸속으로 끌어들이 수 있다는 생각도 찾아볼 수 있었다. 이는 우리나라 유아들을 대상으로 한 연구에서는 나타나지 않은 것으로, 외부의 공기를 끌어들이는 생각은 두 번째 단계에 이르러서야 가능한 것 이었다. 따라서 우리나라 유아를 대상으로 한 연구에서는 Piaget의 실험 결과와 다르게 공기가 입 안에서 나타난다는 개념이 첫 번째 단계에서 나타났고, 주위에 공기가 없더라도 입 안에 저장된 공기로 호흡을 할 수 있다는 생각 역시 주위의 공기를 끌어들이어 호흡을 한다는 Piaget의 실험 결과와 차이를 보인다.

호흡 개념과 관련된 유아의 개념발달단계 중 두 번째 단계는 Piaget의 첫 번째 단계와 유사하다. 인간 신체 내부에는 공기로 가득 차 있기 때문에 내부에 저장된 공기로 호흡을 한다고 생각하였다. 심장과 같이 인간의 생명과 관련된 기관에서 공기를 저장하거나, 신체 내부 곳곳이 공기로 가득 차 있어 입으로 숨을 쉬기 위해서는 신체의 공기를 바깥으로 빠져나가게 하여 호흡을 한다. 이는 Piaget의 첫 번째 발달 단계에서 나타났던 것과 같이 신체 내부의 공기를 이용하여 호흡을 한다는 점은 유사하였으나, 아직까지는 실외의 공기를 끌어들이어 호흡을 한다는 생각이 나타나지 않았다.

V. 논 의

본 연구에서는 공기에 대한 유아의 개념을 알아보기 위하여 서울에 위치한 어린이집과 유치원, 초등학교에 재학 중인 만 4, 5, 6세 유아 28명, 29명, 30명, 총 87명을 대상으로 Piaget(1930)가 실시하였던 공기에 관련된 실험들을 기초로 임상적 면접을 실시하였다. 녹음된 면접 내용을 바탕으로 공기에 대한 유아의 선개념과 연령에 따른 개념 발달 과정을 알아보았고, 이러한 결과가 Piaget가 실시하였던 실험 결과와 유사한지를 살펴보았다. 본 연구의 결과를 연구문제의 순서대로 요약하고 논의하면 다음과 같다.

첫째, 공기에 대한 유아의 개념을 공기의 개념, 물체 안의 공기, 바람, 호흡 등 4가지 주제로 나누어 살펴보았는데, 실험에 따라 다소 차이가 있으나 대부분 3~4 단계의 발달과정을 보였다. 네 개 실험 모두에서 단계의 상승에 따라 해당 평균 연령도 증가하는 것으로 나타나, 본 연구에서 구분된 단계들이 발달적으로도 타당성이 있음을 시사하였다. 또한 네 종류의 실험을 총괄하여 각 단계별 특성을 살펴보다도, 전반적인 일관성을 볼 수 있었다. 예를 들어, 공기의 개념을 알아보는 첫 번째 실험에서 나타난 1단계의 특징은 물체 안의 공기, 바람, 호흡에 관한 실험에서 밝혀진 1단계의 특징과 유사하였다. 개념 발달과정은 연령의 증가에 따라 공기 개념이 과학적인 정개념으로 접근하는 경향을 나타냈다. 그러나 연령이 어린 유아들에게서도 과학적 개념을 찾아볼 수 있었으므로 연령 자체가 사고의 단계를 결정하는 주된 요인이기 보다는 발달의 순서가 개념의 유형을 결정하는 중요한 요인임을 알 수 있었다.

본 연구의 결과가 Piaget(1930)가 제시하였던 연구 결과와 어떤 면에서 유사한지를 살펴보는

두 번째 연구 문제에서는 상당한 유사점을 찾아 볼 수 있었다. 본 연구에서는 공기, 물체 안의 공기, 바람, 호흡에 관한 실험에서 일정한 패턴의 사고 유형이 나타나았으며, 그러한 패턴에 기초하여 Piaget의 연구 결과와 유사한 3단계 또는 4단계의 발달단계를 구분 지을 수 있었다. 또한 전조작기의 유아들에게서 찾아볼 수 있는 인간 위주의 목적론, 인공론, 물활론 등이 모든 연구 대상 유아들에게서 나타났으며, 유아들은 이러한 사고에 기초하여 전논리적 인과관계를 형성한다는 것을 알 수 있었다. 뿐만 아니라 유아들은 한 가지 사상에만 주의를 기울이고 다른 가능성에 대해서는 통합적으로 생각하지 못하며, 두 가지 이상의 모순된 사고를 특별한 인지적 갈등 없이 동시 가동시키는 이중적 사고 경향(dualism)도 가지고 있는 것으로 나타났다.

한편, Piaget의 실험 결과와 본 연구의 차이점은 공기의 정체와 호흡에 관련된 개념 유형에서 발견되었다. 공기 개념의 경우, 우리나라 유아들은 공기를 연기와 같이 눈에 보이는 물질로 생각하거나 감각으로 느껴지는 바람으로 생각하는 경우가 많았다. 이는 Piaget의 실험에서는 나타나지 않았던 경우로, 공기 개념 발달에 있어서 새로운 단계로 또는 해당 단계 내의 새로운 응답 유형으로 구분될 수 있겠다. 또한 호흡에 관한 실험을 보면, Piaget의 연구에서는 신체 내부에서 공기가 생성될 것이라는 응답이 한 단계를 이루었지만, 우리나라의 유아들은 신체 내부보다는 특별히 입이나 입안의 침 등 보다 세분화된 신체 기관에서 공기를 저장하거나 만들어내어 호흡이 가능해지는 것으로 응답하였다.

이와 같은 연구 결과가 나타내는 가장 중요한 교육적 시사점으로 본 연구자는 유아들이 자연 현상에 대하여 매우 독특한 개념을 형성하고 있으며, 그러한 개념은 유아 과학교육의

실제에 있어서 중요한 자원이나 출발점으로 고려되어야 한다는 점을 강조하고자 한다. 본 연구와 Piaget의 연구에서 공통적으로 나타난 공기에 대한 유아 특유의 사고는 ‘공기는 실외에만 존재한다’거나, ‘바깥에서 만들어져서 안으로 들어온다’고 생각하는 것이었다. 이러한 생각은 유아가 ‘공기는 어디에나 있다’는 지극히 기초적인 정개념을 형성하는데도 상당한 어려움을 겪는다는 것을 나타낸다. 그런데 사실상 ‘공기는 어디에나 있다’와 같은 개념이 유아의 관점에서는 결코 쉬운 기초개념이 아닐 수 있는데, 유아는 지각에 의해서 사고가 상당부분 좌우되므로 눈에 보이지 않는 것을 ‘있는 것’으로 가정하거나 ‘존재하는 것’으로 받아들이기가 매우 어려울 수밖에 없기 때문이다. 따라서 유아는 주변으로부터 자주 듣거나 가르침을 받는, 그러나 눈에 보이지 않는 ‘공기’라는 것에 대하여 나름대로의 합리화 과정을 거치는 것으로 보이는데, 그 결과로 본 연구에서 나타난 바와 같이 공기를 ‘잘 보이지는 않지만 감각으로 느낄 수 있는 바람’으로 생각하거나, ‘최소한 눈에 보이기에는 하는 연기’라고도 생각하게 되는 것이다. 이러한 생각은 계속 연장되어, ‘공기는 바람이고 바람은 바깥에서 불기 때문에 공기는 실내에는 없고 바깥에서부터 실내로 들어오는 것’이라고 생각하거나, ‘공기는 연기이고 연기는 불과 관계되는 것이며, 불이 나면 사람이 살 수 없으므로 결국 공기가 없어야 사람이 살 수 있다’는 과학적 사실과는 정반대되는 결론에까지 이르기도 한다.

공기에 대한 유아의 사고가 이러한 특성을 내포하고 있다면, 유아교육 현장에서 다루어지는 많은 공기관련 활동들의 적절성이나, 그러한 활동들이 다루어지는 방법에 대해서 의문을 제기해야 마땅할 것이다. 무엇보다도 공기를 ‘있는

것'으로, 더욱이 '어디에나 있는 것'으로 교사와 유아가 상호 이해한 것처럼 하고, '컵 속의 공기' '풍선 안의 공기' '낙하산 놀이'와 같은 활동에 임하는 측면부터 재고해야 할 필요가 있다. 또한 교사는 '공기는 어디에나 있다', '공기는 공간을 차지한다', '공기는 물체를 움직이게 한다', '공기는 물질을 연소시키는데 필요하다' 와 같은 공기에 대한 정개념을 교육적으로 다루는 활동이라도 정작 유아가 갖고 있는 원초적인 혼동과 의아함, 그리고 인지적 갈등에 접근하지 못한다면 그러한 활동의 교육적 의미는 크게 축소될 수 있다는 점을 숙고해야 한다. 손에 잡히지도 눈에 보이지도 않는 과학적 현상일수록 유아가 겪고 있는 인지적인 갈등과 사고 특성에 먼저 초점을 두는 접근법이 효과적인 방법일 것이다.

본 연구에서 나타난 또 하나의 특이한 개념으로 유아들은 사람이 호흡을 할 때 공기를 입에서 또는 침에서 직접 만들어서 숨을 쉰다는 반응을 하였다든 것을 앞서 언급하였다. 이러한 반응은 Piaget의 연구에서 보고된 예는 아니어서 후속 연구가 필요하지만, 실제로 많은 유아들이 갖고 있는 생각일 수 있어서 주목할만하다. 그 이유는 본 연구에서나 Piaget의 연구에서나 공통적으로 바람의 기원에 대하여 유아들이 이야기할 때 바람은 나무가 흔들려서 나무로부터 직접 일어난다고 반응한 경우와 사고방식이 유사하기 때문이다. 호흡에 대한 이외의 생각으로 유아들은 사람이 몸이나 내부의 장기에서 직접 공기를 만들거나 몸에 저장된 공기로 호흡을 한다고도 하였는데, 이러한 생각은 Piaget의 연구에서도 보고된 것이다. 호흡에 대한 이러한 생각이 반영해주는 바는 유아들에게 물질의 순환에 대한 기초개념이 없다는 것이다. 즉 유아는 무엇이든 어디에 선가 갑자기 생겨날 수 있다고 생각하며, 그러한

모순에 대해서 전혀 문제점을 인식하지 못한다는 것이다. 그러나 호흡에 관한 교육활동에서는 이와 같은 유아의 사고와는 상관없이 공기를 사람의 외부에서 내부로, 그리고 다시 외부로 '순환하는 것'으로 쉽게 이해할 수 있는 것처럼 다룬다. 이 경우에도 앞서 공기에 관한 기초개념에서 논의된 바와 마찬가지로 유아들이 호흡에 대한 과학적인 정개념을 이해하는데 역으로 작용할 수 있는 선개념이 무엇인지에 대한 고려가 먼저 이루어져야 할 필요가 있다.

결론적으로, 교사는 유아기의 사고 특성을 감안하여 유아가 비과학적인 개념을 갖는 것은 자연스러운 현상이라는 점을 인정하고 교육에 임하여야 한다. Piaget가 수십 년 전, 스위스의 산골 아이들을 대상으로 실시한 연구 결과가 시대가 변하고 문명이 발달한 현재에 우리나라의 유아에게서도 상당부분 유사하게 나타났다는 것은 시대와 지역을 막론하고 유아기를 지배하는 일정한 사고 패턴과 발달단계가 있다는 점을 입증한다. 본 연구는 유아의 개념이 비과학적이라고 하여 사실적인 지식을 주입하거나 전달하는 방법으로 개념을 변화시키려고 하기 보다는 유아로 하여금 자신의 생각이 무엇인지를 발견하도록 돕고, 그러한 유아의 생각을 교사가 유아와 함께 공유하며, 그러한 공유 경험을 차후의 개념 발달을 위한 기초로 삼음으로써 진정한 유아 중심의 과학교육을 성취하는 것이 효과적인 유아과학교수법이라는 것을 시사한다고 하겠다.

참 고 문 헌

- 곽영직(1996). *물리학이 즐겁다*. 서울 : 사이언스북스.
 교육부(1998). *유치원 교육과정 해설*. 대한 교과서 주식회사.

- 권영례·조명옥(1996). *유아를 위한 수학과과학 통합활동 : 실제 활동을 통한 창의성 개발 프로그램*. 서울 : 창지사.
- 권재술(2000). *우리가 보는 세상은 진실한가*. 서울 : 교육과학사.
- 김미경(1997). *발견중심 유아과학교육*. 서울 : 교육아카데미.
- 김선양(2000). 지구 모양에 대한 4, 5, 6 세 아동의 표상에 관한 연구 - 인지 발달론적 접근. 동덕여자대학교 대학원 석사학위논문.
- 김옥경(1996). *유아과학교육*. 서울 : 동문사.
- 김중문·강인애·권성기(1998). *구성주의 교육학*. 서울 : 교육과학사.
- 김현영(2001). 초등학교 5학년 학생들의 기압에 대한 선개념과 개념 변화에 대한 연구. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 닐 아틀리(1992). *마이 사이언스 북 - 공기*. 서울 : 한길사.
- 박명순(1991). *천재 과학자들의 공기 탐험*. 서울 : 도서출판 아침.
- 박승재·조희형(1994). *교수 학습 이론과 과학교육*. 서울 : 교육과학사.
- 신은수·안경숙·유윤영·김은정(1994). *생활과 환경 중심의 유아 과학 교육*. 서울 : 양서원.
- 양승훈·송진웅·김인환·조정일(1996). *과학사와 과학교육 : 과학교육을 위한 과학사적 학습지도*. 서울 : 민음사.
- 오세일(1994). 아동의 빛개념 변화에 영향을 미치는 오개념 교정수업의 효과. *한국초등과학교육학회지*, 13(1), 51-79.
- 윤애희·김은기·이혜경(2002). *사고과정을 중심으로 한 유아 수·과학교육*. 서울 : 창지사.
- 이경우(1988). *유아를 위한 과학교육*. 서울 : 창지사.
- 이경우·조부경·김정준(1999). *구성주의 이론에 기초한 유아과학교육*. 서울 : 양서원.
- 이성호(1998). 공기의 성질에 관한 초등학생들의 개념 유형 및 변화. 대구교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 이원영·김덕건(1991). *활동 중심의 유아과학교육*. 서울 : 양서원.
- 전명원(1999). *창의성을 중심으로 한 유아과학교육*. 서울 : 학문사.
- 전명남·이혜주·정정희 역(2002). *창의성을 길러주기 위한 유아과학교육의 이론과 실제*. 서울 : 창지사.
- 조명아(2001). *신선한 대기를 느끼다!*. 서울 : 도서출판 성우.
- 조은희·하승민·최인숙(1995). *유아를 위한 물리 과학 놀이*. 서울 : 창지사.
- 허창희·임효숙(2001). *지구의 마법사 공기*. 서울 : 풀빛.
- Benbow, A., & Mably, C.(2002). *Science education for elementary teachers*. Toronto, Canada : Thomson Learning.
- Branley, F. M.(1986). *Air is all around you*. New York : Harper Collins Children's Books.
- Chaille, C., & Britain, L.(1997). *The young child as scientist*. 이종희·김선영 역(2000). *유아과학교육의 구성주의적 접근*. 서울 : 교육과학사.
- Dann, S.(2000). *The science of air*. New York : Gareth Stevens.
- Edom, H., & Butterfield, M.(1991). *Science with air*. London : Usborne Publishing.
- Gardner, R.(1997). *Science project ideas about air*. Berkeley Height, NJ : Enslow.
- Howe, A. C.(1993). Science in early childhood education. In B. Spodek(Ed.), *Handbook of research on the education of young children*(pp. 225-235). New York : MacMillan.
- Kamii, C., & DeVries, R.(1978). *Physical knowledge in preschool education : Implications of Piaget's theory*. 이경우·문미옥 역 (1990). *물리적 지식 활동 : 피아제 이론이 암시하는 과학교육*. 서울 : 창지사.
- Nicholson, J.(2001). *The state of the planet*. 정상률 역. *우리가 숨쉬고 있는 공기 이야기*. 서울 : 도서출판 창조문화.
- Perrot, A. S.(1998). *Air*. 최정선 역. *공기*. 서울 : 도서출판 보림.

- Piaget, J.(1929). *The child's conception of the world.* Totowa, NJ : Littlefield, Adams.
- Piaget, J.(1930). *The child's conception of physical casuality.* Orlando, FL : Harcourt Brace & Company.
- Shevick(1998). *Air Science : Active science with air.* New York : Teaching & Learning Company.
- Simon, S., & Fauteux, N.(2001). *Let's try it out in the air : hands-on early-learning science activities.* New York : Simon & Schuster Children's Publishing.
- Stephans, J.(1996). *Targeting students science misconceptions : Physical science concepts using the conceptual change model.* Orlando, FL : Idea Factory.
- VanCleave, J.(1996). *VanCleave's play and find out about science.* 최인영 역(2002). *반 클리브의 신나는 과학 놀이 1 : 놀다보면 과학을 발견해요* 서울 : 미래 M&B.
- White, L.(1995). *Air : Simple experiments for young scientists.* Brookfield, CT : Millbrook Press.
- Winnett, D. A., Rockwell, R. E., Sherwood, E. A., & Williams, R. A.(1996). *Discovery science : Explorations for the early years.* New York : Addison-Wesley.

2004년 4월 30일 투고 : 2004년 6월 14일 채택

부 록

〈예시 1〉 공기를 연기와 동일시한 반응 예

연 령	성 별	이 름	면 담 내 용	요 약
59개월	여	최○○	T : 공기가 무엇일까? C : 연기요. T : 연기가 공기라고 생각하니? C : 무엇이 탈 때 나오는 것이 공기에요. T : 왜 그렇게 생각하니? C : 길에서 무언가 탈 때 연기가 나와요. T : 공기가 있다는 것을 어떻게 알 수가 있지? C : 하늘로 올라가는 것을 보면 알 수 있어요. T : 공기가 없으면 어떻게 될까? C : 사람이 살 수 있어요. T ; 왜 그렇게 생각하지? C ; 불이 나지 않았으니까요. T : 우리가 있는 방 안에는 공기가 있을까? C : 아니요. 지금은 불이 나지 않았어요.	* 공기는 연기이다. * 연기는 무엇이 탈 때 나온다. * 무엇이 타지 않으면 공기가 없고, 그러면 불이 나지 않은 것이므로 공기(연기)가 없어야 사람이 살 수 있다.

〈예시 2〉 물체 안에 공기가 '있을 것'이라고 응답한 예

연 령	성 별	이 름	면 담 내 용	요 약
59개월	여	진○○	T : 공 안에 무엇이 들어있을까? C : 바람이 들어있을 것 같아요. T : 어떻게 바람이 들어갔을까? C : 바람이 구멍으로 솔솔 불어서 들어갔어요. T : 어떤 바람이 들어간 것이지? C : 밖에서 부는 바람이요.	* 공 안에는 공기가 들어 있다. * 공 안의 공기는 바깥에서 부는 바람이 공 안으로 들어간 것이다.

〈예시 3〉 바람을 '물체나 대상을 흔들리게 하는 것'으로 응답한 예

연 령	성 별	이 름	면 담 내 용	요 약
67개월	여	송○○	T : 바람은 무엇일까? C : 흔들리게 만드는 거요. T : 무엇을 흔들리게 만들지? C : 바람이 불어서 나무를 흔들어요. T : 왜 그렇게 생각하지? C : 바람은 나무를 흔들어서 시원하게 해주니까요.	* 바람은 물체를 흔들리게 만드는 것이다. * 바람은 나무를 흔들어서 사람을 시원하게 해준다.

〈예시 4〉 호흡에 필요한 공기를 '입 안에서 생성된 것'으로 응답한 예

연 령	성 별	이 름	면 담 내 용	요 약
59개월	남	박○○	T : 손바닥을 펴서 입으로 후~ 하고 불어보자. 무엇이 느껴지니? C : 따뜻한 바람이요. T : 이 바람은 어디서부터 시작되었을까? C : 입에서요. T : 입 안에 바람이 있니? C : 입안에 침이 있으니깐요. T : 왜 그렇게 생각하지? C : 사람들을 숨을 쉴 수 있게 하기 위해서 침이 바람을 만들어요.	* 공기는 입 안에서 나온다. * 입 안은 항상 공기로 가득 차 있어서 사람들이 호흡을 할 수 있다.