

초등학교 과학영재학생과 일반학생의 지하수에 대한 개념 비교

이 형 재

박 상 태

공주신월초등학교

공주대학교

본 연구는 초등학교 과학영재학생과 일반학생의 지하수의 개념, 형성과정, 존재 형태와 이동으로 나누어 비교함으로써 초등학교 학생들의 올바른 개념 형성을 위한 기초 자료를 얻고자 하였다. 연구대상은 초등학교 5, 6학년 학생들 65명을 대상으로 공간능력검사를 실시하였으며, 이 중에서 과학영재학생 4명, 일반학생 8명을 선정하여 반구조화된 면담 자료와 학생들이 그린 지하수 그림을 이용하여 분석하였다. 연구 목적에 따른 결론을 정리하면 다음과 같다. 지하수가 무엇이나는 개념을 묻는 질문에서 공간능력이 높은 초등 과학영재학생들과 중간인 일반학생들은 큰 차이가 없었다. 공간능력이 낮은 수준의 일반학생들일수록 지하수를 상하수도의 개념으로 보는 경향이 있었다. 지하수의 형성과정에 대한 개념에서는 공간능력이 높은 초등학교 영재학생들은 빗물을 비롯해 강물과 호수, 폭포 등 다양한 지표수를 들어가며 설명을 하였고, 공간능력이 보통인 초등학교 일반학생들은 전부 비와 강물만을 언급하여 다양한 공간적인 요인을 설명하지 못하였다. 공간능력이 낮은 초등학교 일반학생들은 비와 강물을 언급하면서 인위적으로 지하수가 형성되었다고 인식하고 있었다. 지하수의 존재 형태에 관한 개념에서는 공간능력이 낮은 초등학교 일반학생일수록 땅속의 흩이나 토양 속에 작은 공극이 존재한다는 공간 지각에 대해서 생각을 하지 못하였다. 공간능력이 높은 초등학교 과학영재학생들은 공간 지각과 관련하여 공극 사이에 지하수가 존재한다는 것은 알고는 있으나 그것에 대해 구체적으로 언급하지는 못하였다. 지하수의 이동에 대한 개념에서는 공간능력이 낮은 초등학교 일반학생일수록 지하수의 이동이 없으며, 인위적인 시설을 해야 이동한다는 생각을 갖고 있었다. 그러나 학생들이 공간능력에 따라 공극에 대한 인식의 차이와 그에 따른 지하수의 이동여부에 대한 차이는 있으나 대부분 초등학교 학생들은 지하수에 대한 개념은 과학적 개념과는 다른 개념을 형성하고 있었다. 이는 자연현상 중의 하나인 지하수에 대한 오개념이 형성되었고, 대다수의 초등학교 학생들이 지하수의 개념에 대해 지표 아래 지하수와 그 주변을 이루는 물질사이의 관계를 연결짓지 못하는 것으로 해석된다.

주제어: 과학영재, 지하수, 공간능력

I. 서 론

학습이란 학생들에게 이미 형성된 개념과 새로 배우게 될 개념과의 상호 작용에 의해서 이루어진다. 학습에 임하기 전 학생들은 자연 현상에 대한 관찰 및 문화적 상호작용을 통해 자신의 개념을 형성하고, 새로운 현상 및 개념을 접할 때는 기존에 형성된 개념을 바탕으로 해석한다(Posner, strike, Hewson, & Gertzog, 1982). 또한 학생들은 다양한 환경 속에서 그들 나름대로의 경험을 형성하고 있어서 주변세계를 이해하고 설명할 때 그 경험들이 밑바탕이 된다. 그러므로 같은 자연 현상을 관찰하더라도 사고하는 방식이 다르게 나타난다(이용주, 심미숙, 2004). 교사는 효과적인 학습을 위해서 학습이 이루어지기 전에 가르칠 내용과 관련된 학생들의 선개념을 파악하는 것이 매우 중요하다. 학생들은 과학의 모든 분야에서 각각 다양한 수준의 선개념을 가지고 있지만, 특히 지구과학 분야는 학생들의 생활 환경과 직·간접적인 경험의 정도에 따라 선개념이 다르게 나타날 수 있다(정진우, 정재구, 문병찬, 문상연, 2004). 따라서 교사는 특정 과학개념에 대해서 수업 이전에 학생이 가지고 있는 개념을 파악하여야 할 필요가 있으며, 이러한 선개념의 원인을 정확히 분석함으로써 보다 효과적인 학습전략을 세울 수 있을 것이다.

지구과학의 본질은 지구의 구조, 구성 물질 및 변화 과정은 물론 변천의 역사에서 우주적인 문체에 이르기까지 종합적으로 탐구하는 특성을 갖는다. 그리고 이들의 시공간적 연속성과 상호 연관성, 그리고 이에 따른 평형의 변화 과정을 종합적으로 해석하는 것이 중요하다(정진우, 조선휘, 임정환, 1996). 이러한 시공간적 연속성 및 상호관련성을 해석하기 위해서는 무엇보다도 공간능력(spatial ability)이 중요하다고 볼 수 있다. 지구과학에서는 다양한 구조에 대한 공간적 형태(spatial configuration)를 인식하는 능력과 구조의 단면을 상상하는 능력이 필요하다. 공간능력(spatial ability)란 인간에 대한 심리 측정적 연구방법으로부터 나온 구인(construct)으로, 공간 속에 있는 내적 표상(internal representation)을 기호화하거나 기억하여 다른 사물 또는 공간 위치에 관련시키는 능력을 말한다. 즉 물체들의 움직임과 변화를 시각화하는 능력으로 대상물을 평행이동, 선대칭, 점대칭시키는 능력을 포함한다(권오남, 박경미, 임형, 허라금, 1996). 지구과학에서 지구와 달의 운동 개념, 지진과 화산 활동, 습곡의 수직단면을 나타내는 삼화와 정단층과 역단층을 묘사하는 그림의 이해, 부정합의 형성과정 이해, 지층과 지하수의 이해 등에 공간능력이 필요하다고 보았다(김봉섭, 정진우, 양일호, 정지숙, 1998; 김상달, 이용섭, 이상균, 2005; 이왕순, 김희수, 김 혁, 2004).

지하수는 지표수 및 대기과 같이 지구상에 존재하는 생물의 생존에 직결되는 요소이며, 인간을 비롯한 동·식물 서식지의 생태학적 성격을 결정짓는 중요한 요소이다. 그러나 지하수와 관련된 연구는 대부분 지하수계에 대해서만 다루고 있고, 초등학교 학생들이 지하수에 관하여 어떻게 인식하는지에 관한 연구는 드물다. 지하수는 땅속에 저류되어 있는 상태나 이동하는 모습 등 지하수의 저장과 이동에 대해 인식할 수 있는 범위가 초등학교 학생들의 일상적인 경험의 영역을 초월한다. 그러므로 공간능력에 따른 초등학교 학생들의 이해도 다르다고 볼 수 있다. 지하수는 지표수와는 달리 수량이 안정되어 있고, 수질이 양호하며 수온의 변화가 적고 해당 지점에서 취수가 가능한 장점 등이 있다. 물론 지하수는 지나친 개발로

고갈되거나 잘못된 관정으로 오염되는 경우에는 재생되기까지 오랜 시간과 막대한 비용이 필요한 자원이기도 하다. 지하수에 대한 중요성과 그 사용에 있어 올바른 인식을 갖는다면 물 부족 현상은 위협이 되는 문제가 되지 않을 수도 있을 것이다. 그러므로 학생들이 중요한 수자원인 지하수에 대해 어떻게 인식하고 있는지 알아보는 것이 필요하다. Ben-zvi-Assarf와 Orion(2005)의 연구에서 학생들은 지하수는 지표면 아래에 고정되어 있다는 선개념을 형성하고 있었고 지하수는 움직이지 않고 구멍이 많은 암석이 지하수를 가지고 있다고 생각하고 있었으며 그 밖의 다른 주위의 암석과는 아무런 관계가 없다고 생각하였다. 또한 지하수가 고정되어 있다고 생각하기 때문에 인간 활동과 지하수를 연관시키지 인식하지 못하고 있었다. Dickerson과 Dawkins(2004)은 지하수에 대한 개념에 대해 드로잉을 이용하여 8학년 학생들을 대상으로 연구하였다. 이 연구에서 학생들은 지하수에 대해 자기 나름대로의 용어와 과학적 용어를 혼용하여 사용하였고, 지하수를 'pool' 또는 'stream'이라 부르는 학생도 몇몇 있었으나 지하수를 물의 덩어리(a solid body of water)라고 생각하지는 않았다. 또한 공극률이나 투과성 등의 과학적 용어를 사용했다 하더라도 그에 대해 올바르게 인식하지 못하고 있다는 결과를 제시하였다.

본 연구는 초등학교 영재학생과 일반학생의 지하수의 개념, 형성과정, 존재 형태와 이동으로 나누어 비교함으로써 초등학교 학생들의 올바른 개념 형성을 위한 기초 자료를 얻고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

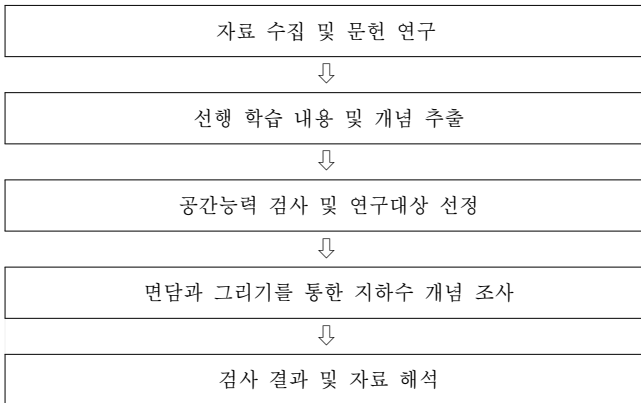
이 연구는 충남의 H초등학교 5, 6학년 학생들 65명을 대상으로 KTC(Korea testing center)에서 개발한 적성 종합검사지 중 공간능력 20문항을 사용하여 공간능력검사를 실시하였다. 공간능력에 따른 학생들 수준의 분류는 과학교육 전문가와 초등학교에서 과학교육을 전공하여 학교 현장에서 지도하고 있는 석·박사 대학원생들로 구성된 교사 6명을 통하여 공간능력 선정 결과를 상위, 보통, 하위로 분류하였다. 공간능력이 상위 수준은 18점 이상으로 정하였으며, 전체 65명 중 4명이 나왔는데 이 학생들은 지역교육지원청의 영재교육원 소속의 초등 과학영재학생들이었다. 공간능력이 보통 수준은 12~17점으로 일반학생 32명이 해당되었으며, 공간능력이 하위 수준은 11점 이하로 일반학생 29명을 각각 분류하였다. 이를 토대로 다시 공간능력 상위 수준인 초등 과학영재학생 4명, 보통 수준은 일반학생 4명, 하위 수준은 일반학생 4명으로 전체 12명의 초등학생들을 선정하여 반구조화된 면담자료와 학생들이 그린 그림 등을 토대로 각 수준에서 대표적인 특성을 나타낸다고 판단된 초등학교 학생들을 분류하였으며, 이에 대한 타당성을 구한 후, 연구결과에 제시하였다.

<표 1> 연구대상자

구분	상위 수준	보통 수준	하위 수준
초등학교 5, 6학년	초등 과학영재학생 4명	32명	29명
연구결과에 제시된 학생수	4명 (5학년 2명, 6학년 2명)	4명 (5학년 2명, 6학년 2명)	4명 (5학년 3명, 6학년 1명)

2. 연구 절차

이 연구는 다음과 같은 절차로 수행되었다[그림 1].



[그림 1] 연구 절차

1) 제1단계: 자료 수집 및 문헌 연구

국내외 학위논문, 과학 잡지, 학술지, 출판 서적을 중심으로 공간능력 관련 연구 및 개념 연구, 지하수에 관련된 정보를 수집 정리하였다.

2) 제2단계: 선행 학습 내용 및 개념 추출

학생들이 선행 학습을 통하여 학습하게 되는 지하수 및 그와 관련된 학습내용을 추출하였다.

3) 제3단계: 공간능력 검사 및 연구대상 선정

공간능력 검사를 초등학교 5, 6학년 학생들 65명을 대상으로 실시한 후, 공간능력 차이가 있는 학생들을 상, 중, 하로 각각 초등학교 과학영재학생 4명과 일반학생 각각 4명씩 총 12명을 선정하였다.

4) 제4단계: 인터뷰 및 지하수에 대한 개념 분석

지하수에 대한 개념 사고 유형을 측정하기 위하여 일반 학생을 대상으로 비구조화된 면담 기법, 문제 상황 질문 기법 등을 예비 연습한 후, 표집 선정된 학생을 대상으로 심층 면담을

실시하였다.

5) 제5단계: 검사 결과 및 자료 해석

공간 능력 차이에 따른 학생들의 응답 내용과 학생들이 그린 그림을 가지고 과학교육 전문가와 과학교육을 전공한 동료교사와 함께 면담자료 결과를 해석하였다.

3. 검사 도구

1) 공간능력검사지

공간능력을 측정하기 위하여 KTC(Korea testing center)에서 개발한 적성종합검사지 내에 있는 공간 지각 검사지를 사용하였다. 이 검사지는 입체적 공간 능력을 이해하는 능력을 측정하기 위한 것으로 입체도의 평면화 및 평면도의 구성화 능력 측정을 위해 전개도를 보고 접었을 때의 입체도형을 찾는 공간시각 측정과 크기와 모양이 같은 나무토막을 쌓아놓은 그림을 보고 나무토막 개수를 확인하여 전체적인 형태에서 부분적인 요소들을 파악하는 공간 방향 측정으로 총 20개의 문항으로 구성되어 있다.

2) 지하수 개념을 묻는 질문

이 연구에 사용된 질문지는 Dickerson와 Dawkins(2004)의 연구에 수록된 질문지를 사용하였다. 질문지는 지하수가 존재하는 형태를 묻는 다중 선택 질문 한 문항과 지하수의 저장이나 이동을 그림으로 나타내게 하는 문항으로 구성되었으며 다중 선택 질문안의 내용은 <표 2>와 같다.

<표 2> 다중 선택 질문(Dickerson와 Dawkins, 2004)

우물을 얻기 위해 땅을 파서 물을 얻었습니다. 이 물은 어디서 온 것일까요? (해당되는 답을 모두 선택하십시오)

- A. 강(river)
- B. 모래층(sand layer)
- C. 땅 속의 물 웅덩이(underground pool)
- D. 물기둥(water tower)
- E. 토양(soil)
- F. 물꼭지(spigot of faucet)
- G. 갈라진 단단한 바위(solid/fractured rock)
- H. 땅속의 물줄기 또는 개울(underground stream)
- I. 호수(lake)
- J. 도시 상수도(city water supply)

학생들이 먼저 질문지의 다중 선택 질문안 1문항과 지하수에 대한 그림을 그리게 한 다음 그 내용을 토대로 심층 면담을 실시하였다. 표집 학생들에게 기본적으로 질문할 내용은 과학교육 전문가와 초등 과학교사 6명에게 타당성을 구하여 완성하였다. 질문내용은 <표 3>과 같다.

<표 3> 지하수에 대한 질문안

영역	질문내용
지하수에 관한 경험	지하수에 관해 들어본 적이 있는가?
지하수의 개념	지하수가 무엇이라고 생각하는가? 왜 그렇게 생각했는가?
지하수의 형성과정	지하수는 어떻게 땅속에 있을까? 왜 그렇게 생각했는가?
지하수의 존재형태	지하수는 땅속에서 어떤 모습으로 있을까? 왜 그렇게 생각했는가?
지하수의 이동	지하수는 이동한다고 생각하는가? 왜 그렇게 생각했는가?

4. 자료 처리 및 분석

학생들의 개념을 파악하기 위해 다중 선택 질문안의 응답, 학생들이 그린 지하수 그림 자료, 그리고 심층면담을 이용하였다. 각 학생마다 고유기호를 부여한 다음 학생들의 다중 선택 질문안의 응답과 그림 자료를 분석하였다. 우물물을 공급하는 것이 강이나 호수라고 학생들이 질문에 응답하였다면 심층면담을 통해 그 호수가 땅위에 있는 호수인지 아니면 땅속에 있는 호수를 뜻하는지를 확인하였으며 면담 시 학생들이 그린 그림을 설명하도록 하였다. 다중 선택 질문지의 응답에는 물웅덩이, 상수도를 선택하고 그림에는 그 내용이 표현되지 않았다면 면담을 통하여 어떤 생각을 갖고 있는지를 확인하였으며 면담내용을 최종적인 학생의 지하수에 대한 개념으로 결론지었다. 면담내용을 전사하였으며 전사한 내용을 가지고 각 내용영역에 따라 지하수의 정의, 형성과정, 존재형태, 이동으로 나누어 학생들의 응답을 분류하였다. 지하수의 저장과 관련되어 토양의 틈 사이에 있는 지하수에 관해 학생이 언급하였다면 공극에 대해서는 학생들이 정확한 표현을 하지 못하더라도 공극과 공극 속의 지하수에 대해 알고 있다고 판단하였다. 공간능력에 따라 학생들의 면담 내용을 분류하여 결과를 정리하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 지하수 개념과 형성과정에 대한 개념 비교

초등학교 과학영재학생과 일반학생의 지하수의 개념과 형성에 대한 비교는 <표 4>와 같다. 지하수가 무엇이라는 개념에서는 초등학생들이 땅 속에서 형성되는 물, 땅 속에 흐르는 물, 지하에 있는 물, 땅 속의 물 등으로 표현하였으나 공간능력이 낮은 4명의 일반학생 중 1명은 우리에게 필요한 물을 이동시켜 주는 통로로 그 대답을 달리하였다. 지하수가 무엇이라는 개념에 관한 질문에서 공간능력이 높은 초등 과학영재학생들과 중간인 일반학생들의 개념 차이는 없었다. 지하수가 어떻게 만들어지는가에 대한 지하수 형성과정에 대한 개념에서는 빗물이 땅속으로 스며들었다는 대답 외에 지표의 호수나 강에서 스며들어온 물, 폭포

와 계곡의 물, 상수도에서 새어나온 물 등이 지하수를 형성한다는 개념을 형성하였다. 그러나 공간능력이 낮은 일반학생들 4명 중 2명은 지하 웅덩이의 물이 위로 올라와서, 사람들이 편리하게 하기 위해 인위적으로 형성되었다고 하였다. 지하수의 형성과정에 대한 개념에서도 공간능력이 높은 초등 과학영재학생들과 중간인 일반학생들 간에는 개념의 차이는 보이지 않았으나 공간능력이 낮은 일반학생들은 개념의 차이를 보였다.

<표 4> 지하수의 개념 및 형성에 대한 비교

공간능력	초등학생	지하수의 개념	지하수의 형성
상위	영재학생 A	땅속에서 형성되는 물	비
	영재학생 B	지하에 있는 물	비, 고인물이 스며들
	영재학생 C	땅 아래에 흐르는 물	비, 폭포, 계곡, 강
	영재학생 D	땅 속에 흐르는 물	도시상수도의 새는 물, 계곡, 강물
보통	일반학생 E	땅 속에 흐르는 물	비
	일반학생 F	땅속의 물	비, 강물
	일반학생 G	땅 속의 물	비
	일반학생 H	땅 속에 있는 물	비
하위	일반학생 I	지하에 있는 물	지하 웅덩이의 물이 위로 올라와서
	일반학생 J	우리에게 필요한 물을 이동시켜 주는 통로	사람들이 편리하게 사용하기 위해
	일반학생 K	땅 속에 있는 물	비
	일반학생 L	땅 속의 깨끗한 물	비, 강물

공간능력이 높은 초등 과학영재학생들에게 지하수가 무엇이나는 개념을 묻는 질문에 대해서 학생들은 땅속에서 형성되는 물, 지하에 있는 물, 땅 아래에 흐르는 물, 땅 속에 흐르는 물로 유사한 대답을 하였다. 지하수의 개념에 대해서는 초등 영재학생 4명 모두 거의 유사한 대답을 하였으며, 그 표현에 있어서 동적인 면을 포함하느냐 그렇지 않느냐로 구분할 수 있었다. 지하수의 형성에 관한 질문에서는 비, 고인물이 스며들, 폭포, 계곡, 강 등으로 대답을 하였다. 초등 과학영재학생들은 주로 비에 의해서 지하수로 형성된다고 생각하고 있었으며, 초등 과학영재학생 D의 경우에는 도시 상수도의 새는 물을 주 수원으로 언급하였다. 다음은 초등 과학영재학생 D와 나눈 지하수의 개념과 형성과정에 대한 면담 내용의 일부이다. 지하수의 개념을 묻는 질문에 대한 답변으로 땅속에서 흐르는 물이라고 대답하여 지하수가 땅속에서 흐르고 있다는 것을 알고 대답한 것으로 판단된다. 이렇게 생각하게 된 이유는 선행학습으로 과학서적을 통해 학습이 이루어졌기 때문으로 판단된다. 지하수의 형성에 관한 질문에 땅속에 묻어 둔 도시 상수도 등에서 물이 조금씩 새어 나와 땅속의 물줄기를 만들어 형성된 것이라고 답하였다. 이 초등 과학영재학생 D는 상수도에서 새어 나오는 물을 지하수의 주 수원이라고 생각하며 상수도의 물이 아파트에 물을 공급하는 시설이라는 것을 알고 지하수와 연결지어 대답한 것으로 판단된다. 또한 계곡이나 강의 물이 떨어지거나 흐르며 옆으로 퍼지면서 땅속으로 스며들어가는 것으로 생각하였다.

연구자: 그럼 지하수가 뭐라고 생각해?

영재학생 D: 땅속에 흐르는 물이요.

연구자: 왜 그렇게 생각했지?

영재학생 D : 지하는 땅속이고 수는 물 수 자니까 지하에 물이 있는 거라고 생각해요.

연구자: 그럼 지하수는 어떻게 형성되었다고 생각해?

영재학생 D: 땅속에 묻어 둔 도시 상수도에서 물이 조금씩 새어 나와 가지고서는 땅속의 물줄기를 만들어서 형성된 것 같아요.

영재학생 D: 뭐 강이나 그런 계곡 같은 데에서 물이 흘러와서 지하수를 형성할 것 같아요.

연구자: 강이나 계곡을 흐르는 물이 어떻게 해서 땅속으로 흐르게 될까?

영재학생 D: 음, 계곡에서 내려온 물이요 옆으로 퍼져 나가서 땅속으로 들어갔나?

연구자: 옆으로 퍼져 나가서 땅속으로 들어간다고?

영재학생 D: 조금씩 스며들어갈 것 같아요.

연구자: 네가 말한 것은 강이나 계곡으로 흐르다가 옆으로 퍼지기도 하고 땅속으로 스며들어서 지하수가 생겼을 것이다.

영재학생 D: 네.

공간능력이 중간인 초등학교 일반학생들의 지하수의 개념을 묻는 질문에 일반학생 E는 땅속에 흐르는 물로 정의하였고, 그 외의 일반학생들은 땅속의 물, 땅속에 있는 물 등으로 언급하였다. 지하수의 형성에 대한 질문에 주로 비에 의해서 지하수가 형성된다고 하였고, 일반학생 F는 비 외에 강물을 언급하였다. 다음은 일반학생 G와 나눈 지하수의 개념과 형성 과정에 대한 면담 내용의 일부이다. 지하수가 무엇이나는 개념을 묻는 질문에 땅속의 물이라고 하였다. 땅속의 물이란 무엇을 뜻하느냐의 질문에는 땅속에서 생기는 물로 대답을 하였다. 땅속에서의 물이 생기는 원인에 대해서는 물이 그냥 고여서 만들어지거나 비가 땅에 흡수되어 생성된다고 하였다. 물이 그냥 고여서 만들어진다는 표현은 지하수가 무엇인가에 대한 개념이 이루어지지 않았기 때문에 단순히 지하수라는 용어를 나름대로 땅속의 물이라는 생각을 가지고 만들어 낸 선개념으로 오개념이다. 지하수의 형성 과정에 대한 질문에 비가 와서 물이 고여 땅에 흡수된다는 대답하였다. 언급한 내용 중에 비가 오면 물이 고이고 물이 고이면 햇볕에 땅이 흡수해서 지하수가 생긴다는 언급이 있었다. 일반학생 G는 햇볕에 물이 증발되는 현상을 땅에 흡수되는 현상으로 잘못 인식하고 대답하였다. 또한 비가 와서 땅위에 물이 고일 때에는 땅에 흡수된다는 오개념을 갖고 있었다. 이는 개인의 경험에 따른 일상생활에서 현상을 유추하는 연구결과(Kikas, 1998)를 뒷받침해 준다.

연구자: 너는 지하수가 무엇이라고 생각을 하지?

일반학생 G: 땅속의 물

연구자: 땅속에 있는 물이란 뭘 뜻해?

일반학생 G: 땅속에서 생기는 물

연구자: 땅속에서 물이 어떻게 생길까?

일반학생 G: 음... 물이 그냥 고여서 만들어지거나 비나 비 같은 것이 내려와서 땅에 흡수되어

만들어지는 것을 말하는 거

연구자: 그럼 지하수는 어떻게 만들어진다고 생각을 하지?

일반학생 G: 음... 비가 오면 그 물이고 물이 고이면 햇볕에 땅이 흡수해가지고 그렇게 해서 지하수가 생기는 거

공간능력이 낮은 초등학교 일반학생들의 지하수의 개념에 대해 일반학생 I는 지하에 있는 물이라고 답한 반면 일반학생 J는 우리에게 필요한 물을 이동시켜 주는 통로라고 하였다. 일반학생 K는 땅속에 있는 물이라고 하였으며, 일반학생 L은 땅속에 있는 깨끗한 물로 대답을 하였다. 일반학생 J의 경우 지하수에 대해서 물이 아니라는 오개념을 갖고 있었다. 지하수의 형성에 대한 질문에 일반학생 I는 지하 웅덩이의 물이 위로 올라와서 생긴다는 개념을 갖고 있었다. 일반학생 J는 사람들이 편리하게 사용하기 위해 만들어서 생겼다는 개념을 갖고 있었다. 일반학생 K는 전적으로 비에 의해서 생긴다고 보았으며, 일반학생 L은 비와 강물에 의해서 생긴다고 하였다. 다음은 일반학생 L과 나눈 지하수의 정의와 형성과정에 대한 면담 내용 중 일부이다. 이 학생은 지하수에 대한 경험으로 땅속 깊은 데에서 뽑아서 사람들이 깨끗하게 해서 먹는 것을 기억하였다. 이와 관련하여 지하수가 무엇이나는 질문에는 사람들이 먹는 땅속의 깨끗한 물로 대답하였다. 그렇게 답한 이유는 깊은 땅속에는 오염이 되지 않아 깨끗한 물만 있다는 개념을 갖고 있어서였다. 땅속에는 땅을 튼튼하게 해주는 지렁이 등이 있어 땅이 깨끗해지고 이에 따라 지하수도 깨끗할 것이라는 선개념을 갖고 있었다. 지하수 형성에 관한 질문에 비가 오면 흙이 젖고 흙이 내려가면서 흙에 있는 돌이 걸러져 깨끗한 물이 되어 흙 깊은 곳에 있게 된다는 대답을 하였다. 여기에서 흙이 내려간다는 생각과 흙에 있는 돌이 걸러지면 깨끗한 물이 된다는 오개념을 갖고 있었다. 그리고 주된 수원이 빗물이나 강물이라고 하였다. 빗물이나 강물이 지하로 간다고 생각한 이유에 대해서는 그렇지 않으면 땅속에 수분이 없어지므로 안 되기 때문이라는 비과학적인 대답을 하였다. 물이 흙에 스며드는 원리에 대해서 인식하지 못하고 있었다.

연구자: 그럼, 너는 지하수가 무엇이라고 생각하니?

일반학생 L: 사람들이 먹는 것, 물처럼

연구자: 사람들이 먹는 물은 모두 지하수라고 생각하는 거야?

일반학생 L: 아니요, 깨끗한 물

연구자: 모두 깨끗한 물?

일반학생 L: 아니요 땅속에서 있는 깨끗한 물

연구자: 어, 왜 그렇게 생각을 했어?

일반학생 L: 깊은 땅속에는 오염되지 않으니까?

연구자: 땅속에는 오염되지 않으니까, 그럼 땅속에는 깨끗한 물만 있는 거라고 생각하는 거야?

일반학생 L: 아니요, 땅속에는 땅을 튼튼하게 해주는 지렁이라든가 그런 것도 있으니까 땅이 깨끗한 데에는 지하수도 깨끗할 것 같아요.

연구자: 그럼, 지하수가 어떻게 만들어졌다고 생각을 하지?

일반학생 L: 비가 올 때 흙이 젖잖아요 그래서 흙이 천천히 내려가면서 흙에 있는 돌이 걸러

지면서 물이 깨끗한 물이 되어서 흙 깊은 곳에 있을 것 같아요.

연구자: 땅 위에 있는 물들이 흙을 통해 걸러져 지하로 가면 깨끗해진다?

일반학생 L: 네

연구자: 땅위에 있는 물들 예를 들면 무엇을 들 수 있지?

일반학생 L: 빗물이나 강물이나 그런 거

연구자: 빗물이나 강물들이 지하로 간다? 왜 그렇게 생각을 했어?

일반학생 L: 그렇게 안 되면 땅속에 수분이 없어지니까 물도 만들어지지 않고, 땅이 딱딱해지니까 그러면 안 되니까 그렇게 생각했어요.

2. 지하수 존재형태와 이동에 대한 개념 비교

초등 과학영재학생과 일반학생의 지하수의 존재형태와 이동에 대한 개념 비교는 <표 5>와 같다. 지하수의 존재형태에 관한 개념을 살펴보면 먼저 질문지의 다중선택 질문안의 답을 분석한 결과 모래층, 토양, 갈라진 바위로만 지하수가 존재한다고 선택한 학생은 없었다. 다중선택 질문안과 지하수에 대한 그림을 토대로 면담을 한 결과 12명의 초등학생들 중 6명의 학생들이 모래층, 토양, 갈라진 바위 외에 물웅덩이, 호수, 도시 상수도, 물줄기 등의 답을 함께 선택했으며 6명의 초등학생은 지하수가 토양, 모래층, 갈라진 바위에 존재한다는 응답이 없이 물웅덩이, 물줄기, 호수, 개울, 물기둥 등의 형태로 지하에 존재한다는 대담을 하였다. 이 중 4명의 학생이 공간능력이 낮은 일반학생이다.

<표 5> 지하수의 존재형태 및 이동에 대한 개념 비교

공간능력	초등학생	지하수의 존재형태	지하수의 이동
상위	영재학생 A	물웅덩이, 땅 속의 물줄기 또는 개울, 토양(흙 입자 사이의 공극)	이동함(1시간에 3km) 물웅덩이 속의 물은 이동하지 않음
	영재학생 B	물웅덩이, 갈라진 바위 사이에 고인 물, 물줄기	이동함(10초에 5mm)
	영재학생 C	계속 흐르고 순환하는 물의 형태	이동함(평지의 지하에서는 달팽이의 이동 속도)
	영재학생 D	여러 갈래로 나뉘어진 물줄기	구불구불한 형태로 이동 사람이 걷는 속도
보통	일반학생 E	물웅덩이, 물줄기	이동함(1분에 15m) 물웅덩이 속의 물은 이동하지 않음
	일반학생 F	일정한 형태가 없이 흙에 존재함 물웅덩이, 물기둥, 물줄기와 개울 등의 형태	물줄기 형태에서만 이동함
	일반학생 G	물웅덩이, 물꼭지, 호수, 상수도의 형태	이동함(1시간에 10km)
	일반학생 H	물기둥, 토양, 물줄기나 개울	이동함(물줄기의 형태의 지하수만 이동함, 사람이 뛰는 빠르기)

하위	일반학생 I	물웅덩이, 물기둥	이동함(파이프관을 통하여 1시간에 10km 이동)
	일반학생 J	물웅덩이, 물줄기와 개울, 호수, 상수도	이동(1분에 5m)
	일반학생 K	물기둥과 물웅덩이	이동함(지표면의 물이 잔잔히 흐르듯이 이동)
	일반학생 L	호수, 물웅덩이	이동하지 않음

지하수의 존재 형태에 관한 면담 결과 웅덩이나 물줄기 등의 형태로 지하수가 존재한다는 응답에 관계없이 지하수가 토양이나 암석의 틈에 존재하고 있다고 생각한 초등학교생은 공간능력이 높은 4명의 과학영재학생들과 공간능력이 중간인 4명의 일반학생 중 2명이다. 즉, 공간능력이 높은 초등 과학영재학생들은 공극에 대한 공간 지각을 인식하고 있었다. 지하수의 이동에 관한 초등학교 학생들의 개념에 대해서는 공간능력이 높은 초등 과학영재학생과 중간인 일반학생은 지하수가 이동한다는 생각을 가지고 있었으며 공간능력이 낮은 일반학생 4명 중 1명의 일반학생이 이동하지 않는다고 답하였다. 지하수의 이동 속도를 묻는 질문에는 공간능력이 높은 초등 과학영재학생들이 공간능력이 중간인 일반학생들보다 상대적으로 지하수의 이동속도를 느리다고 대답하였고, 공간능력이 낮은 일반학생들일수록 인공적인 관을 만들어야 이동을 한다거나 이동하지 않거나 혹은 지표면의 물의 흐름을 토대로 하여 잔잔히 흐를 것이라고 대답하였다.

공간능력이 높은 초등 과학영재학생들의 지하수의 존재형태와 이동에 대한 인식에서 초등 과학영재학생 A는 지하수의 존재 형태를 묻는 질문에 물웅덩이, 땅 속의 물줄기 또는 개울, 흙 입자 사이에 존재한다고 하였으며, 지하수는 1시간에 3km의 속도로 이동하나 물웅덩이 속의 물은 이동하지 않는다고 인식하고 있었다. 초등 과학영재학생 B는 지하수가 땅 속에 물웅덩이나, 갈라진 바위 사이에 고여 있거나 혹은 물줄기 형태로 존재한다고 하였으며, 10초에 5mm 정도 이동한다고 하였다. 초등 과학영재학생 C는 지하수는 계속 흐르고 순환하는 물의 형태를 갖고 있으며, 지하수는 이동을 하는데 평지의 지하에서는 달팽이의 이동 속도로 이동한다는 인식을 갖고 있었다. 지상위의 지형의 형태를 유추하여 지하에서도 같은 형태로 지하수가 이동한다는 오개념을 갖고 있었다. 초등 과학영재학생 D는 지하수가 여러 갈래로 나뉘어진 물줄기의 형태로 존재하고, 이동은 구불구불한 형태로 이동하며, 그 속도는 사람이 걷는 속도 정도라고 하였다. 다음은 초등 과학영재학생 D와 나눈 지하수의 존재형태와 이동에 관한 면담 내용의 일부이다.

연구자: 그럼 지하수가 땅속에서 어떤 형태로 존재하고 있다고 생각해?
 영재학생 D: 그 나무뿌리 같은 것처럼 퍼지면서 물줄기로 있을 것 같아요.
 연구자: 여기저기 나무뿌리 모양으로 흠어지면서 있을 것이다.
 영재학생 D: 네.
 연구자: 땅속의 물줄기가 많이 존재한다고 생각해?

영재학생 D: 네.

연구자: 왜 그런 생각을 하게 되었지?

영재학생 D: 음, 그 물이 스며들어와서요 직선으로 갈 수 없고 중간에 서로 갈라지기도 하고 그러니까, 그러면서 생겼을 것 같아요.

연구자: 왜 갈라질까?

영재학생 D: 음, 뭐 땅속의 식물 뿌리나 그런 거에 의해서.

연구자: 식물의 뿌리에 부딪쳐서, 식물의 뿌리에 의해서 어떻게?

영재학생 D: 그냥 서로 갈라지기도 하고요 물이 가다가 중간에 돌멩이나 장애물이 있으면 서로 두 갈래로 갈라지고 그러는 것 같아요.

연구자: 음, 지하수는 어떻게 이동한다고 생각해?

영재학생 D: 구불구불하게요.

연구자: 처음부터 지하수가 이동하는 과정을 생각나는 대로 자세하게 말해 줄래?

영재학생 D: 계곡이나 그런 데에서 물이 스며들어가지고서는 맨 처음에는 한줄기로 물이 가다가 여러 가지 장애물을 만나서 여러 줄기로 갈라지고 그게 물줄기로 되어서 많이 생겨 난 것 같아요.

연구자: 그럼, 지하수는 어느 정도의 빠르기로 흐른다고 생각해?

영재학생 D: 그렇게 빠르지도 아니고, 그렇게 느리지도 아니고 그냥 보통 사람이 걷는 속도 같아요.

연구자: 왜 그렇게 생각하지?

영재학생 D: 계곡에서 조금씩 조금씩 스며드니까 그렇게 빠르지는 않을 것 같고, 또 너무 느리면 그럴 것 같아서 그냥 보통 걷는 걸로.

연구자: 느리면 왜 안 되는데?

영재학생 D: 느리면 중간에 길이 끊길 수도 있고 그러니까.

지하수의 존재형태에 대한 질문에 나무뿌리와 같이 여러 갈래로 나뉘어져 있는 물줄기로 대답을 하였다. 물이 땅에 스며들어서 직선으로 이동을 할 수 없기 때문에 식물뿌리나 돌멩이 등의 장애물에 의해서 구불구불하게 퍼져 있다는 것이다. 지하수의 이동에 관하여는 구불구불한 형태를 취하면서 보통 사람이 걷는 속도로 이동을 한다고 하였다. 지하수가 너무 느리게 이동을 하면 중간에 끊길 수도 있다는 생각도 갖고 있었다. 과학에 대한 학생 개념의 특징 중에서 학생은 단순한 인과적 사고를 하며, 학생들은 변화상황을 단순한 원인과 결과의 연속으로 설명하려고 한다는 연구결과(정구승, 2006)의 예로 볼 수 있을 것이다.

공간능력이 중간인 초등 일반학생들의 지하수의 존재형태와 이동에 대한 개념 비교에서 일반학생 E는 지하수의 존재 형태를 묻는 질문에 물웅덩이, 물줄기의 형태로 존재한다고 하였으며, 지하수는 이동에 관한 질문에는 1시간에 15m의 속도로 이동하나 물웅덩이 속의 물은 이동하지 않는다는 개념을 갖고 있었다. 일반학생 F는 지하수가 일정한 형태가 없이 흩어 존재하기도 하고, 물웅덩이, 물줄기, 개울 등의 형태로 존재한다고 하였으며, 물줄기 형태에서만 지하수가 이동한다고 하였다. 일반학생 G는 지하수가 물웅덩이, 물폭지, 호수, 상수도의 존재 형태를 갖고 있으며, 한 시간에 10km정도 이동한다고 하였다. 일반학생 H는 물기둥, 토양, 물줄

기나 개울로 존재하고, 이동은 물줄기의 형태에서만 이동하며, 사람이 뛰는 빠르기로 이동한다고 하였다. 다음은 일반학생 F와 나눈 지하수의 존재형태와 이동에 관한 면담 내용의 일부이다.

연구자: 그러면 지하수는 땅속에서 어떤 모습으로 존재한다고 생각해?

일반학생 F: 땅 속 사이사이에.

연구자: 형태가 없지?

일반학생 F: 형태는 생각을 해 본적은 없어요.

연구자: 너는 우물을 판다고 했는데 물은 여기 보면 물웅덩이, 토양 그리고 물기둥, 물줄기와 개울이라고 적었는데 왜 이렇게 적었어? 땅속에 물웅덩이는 왜 적었어?

일반학생 F: 땅속에서 물웅덩이가 땅속으로 스며들어서 물줄기 된다는 생각에 그냥 해 봤어요.

연구자: 웅덩이가 어느 정도 크기라고 생각을 해?

일반학생 F: 이 책상만큼.

연구자: 물이 조금만 있다는 얘기네?

일반학생 F: 별로 많이 있을 거 같진 않아요. 조금 있을 거 같아요.

연구자: 물기둥의 크기는 어느 정도라고 생각을 하지?

일반학생 F: 음... 한 15m정도.

연구자: 15m정도? 굉장히 큰 거네. 그럼 물기둥의 폭은?

일반학생 F: 음... 한 1m.

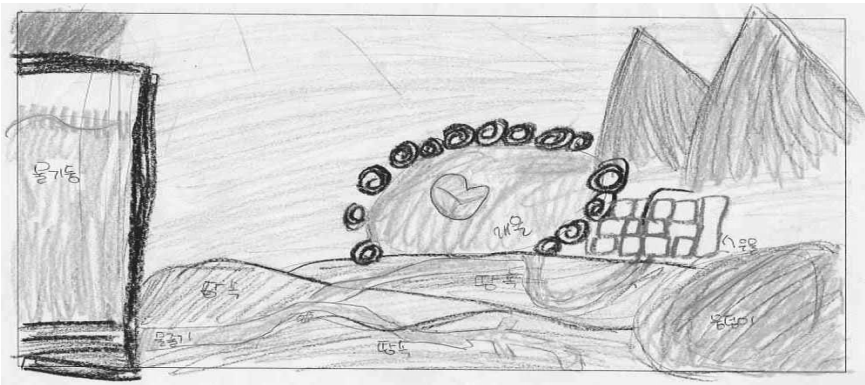
연구자: 그럼 물줄기가 이동하면 빠르기는 어느 정도라고 생각을 하지?

일반학생 F: 그냥 느릴 거 같은데.

연구자: 어느 정도로?

일반학생 F: 사람이 그냥 평상시 걷는 속도로.

지하수의 존재형태에 대한 질문에 일정한 형태가 없이 흙 사이에 있다고 함으로써 입자 사이의 공극 개념을 이해하고 있었다. [그림 2]와 같이 초등학교 일반학생이 그린 그림과 다중선택 질문 대답을 확인하면서 지하수의 존재 형태는 물웅덩이와 물기둥, 물줄기와 개울의 형태로 되어있음을 확인하였다.



[그림 2] 초등 일반학생 F가 그린 지하수의 모습

물웅덩이의 크기는 책상 정도의 작은 크기라고 하였다. 또한 일반학생 F는 지하수 물기둥의 크기는 15m 폭은 1m로 지하에 형성되어 있으며 이 기둥은 빗물을 받아 이동하지 않는다는 오개념을 형성하고 있었다. 지표수에 대한 경험들이 오개념 형성에 영향을 끼친 것으로 판단된다. 이는 학생들이 물의 순환 중에서 지하수에 대해 많은 부분에 대해 선입견을 갖고 있다는 Ben-zvi-Ass-sarf와 Orion(2005)의 연구를 뒷받침해 준다. 지하수의 이동에 관한 질문에서 이 학생은 지하수의 형태라고 언급한 것 중 물줄기만이 이동을 한다고 하였다. 지하수의 이동 속도는 사람이 평상시 걷는 속도로 이동을 한다고 하였다.

공간능력이 낮은 초등학교 일반학생들의 지하수의 존재형태와 이동에 대한 인식에서 일반학생 I는 지하수의 존재형태에 대해 물웅덩이와 물기둥의 형태로 존재한다고 하였으며, 지하수의 이동은 파이프관을 통하여 1시간에 10km 정도를 이동한다고 하였다. 지하수의 존재형태를 지표면의 환경과 연관지어 생각하고 있었고, 이동에 대해서도 지하수를 인위적인 측면에서 생각하고 있음을 알 수 있었다. 일반학생 J는 물웅덩이, 물줄기와 개울, 호수, 상수도의 형태로 존재한다고 대답하였으며, 1분에 5m정도 이동한다고 하였다. 이 학생은 지하수를 상수도와 구분하지 못하고 있었다. 일반학생 K는 지하수가 물기둥과 물웅덩이의 형태로 존재하고, 지표면의 물이 잔잔히 흐르듯이 이동한다고 하였다. 일반학생 L은 지하수가 호수와 물웅덩이로 존재하고, 이동하지는 않는다고 대답을 하였다.

지하수의 존재형태와 이동에 대한 개념에서 공간능력이 낮은 초등학교 일반학생들은 과학적인 개념을 갖고 있지 못하였으며, 지표면의 경험한 환경을 지하에 연장하여 오개념을 갖고 있었다. 또한 지하수의 상수도의 개념을 구분하지 못하고 있었다. 다음은 일반학생 I와 나눈 지하수의 존재형태와 이동에 관한 면담 내용의 일부이다.

연구자: 지하수는 땅속에서 어떤 형태로 존재한다고 생각을 해?

일반학생 I: 동그렇게, 아니면 치총처럼 썩으면 조금씩은 뚫려있는데 밥그릇을 겹쳐놓은 것처럼 또 하나 하나 하나씩 겹쳐져 있는 밥그릇처럼 되어있을 것 같아요.

연구자: 그래, 네가 지하수에 대해 그린 그림을 토대로 설명을 해 줄 수 있겠니?

일반학생 I: 이거요, 그러니까 여기 처음 맨 밑에서 물이 와 가지고 위로 여기서도 갖고 오고 여기서도 갖고 오고 이쪽으로 갖고 오고 이쪽에서 물이 다 채워지는데요. 이 물이 여기로 가면 물이 새기 때문에 빠질 수도 있으니까 여기는 덮어주면 되는 거고요 이쪽으로 가서 쪽 가서 물기둥에서 만나서

연구자: 그럼, 이건 뭐야, 연결된 것?

일반학생 I: 이거요, 파이프요.

연구자: 지하에 파이프가 연결되었어?

일반학생 I: 네.

연구자: 이 물웅덩이에서 물기둥으로 옮겨진 거야?

일반학생 I: 네, 그래서 여기에 수도꼭지가 있는 거구요 그렇게 생각하고 있었어요.

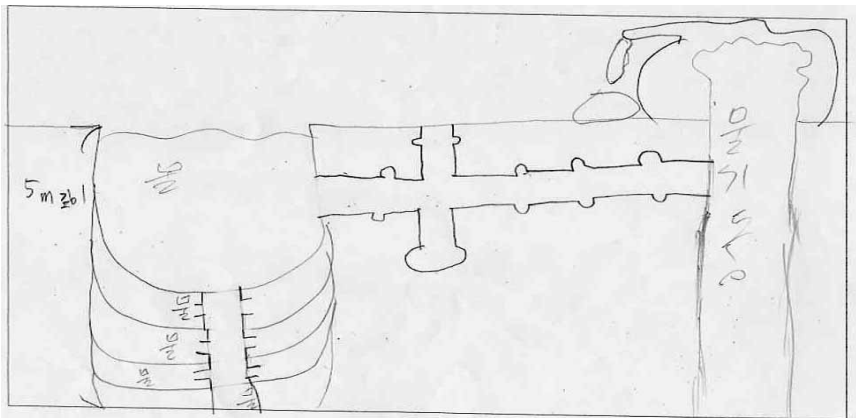
연구자: 어 그래, 이 깊이는?

일반학생 I: 깊이요? 한 5m 정도.

연구자: 그럼 이 물기둥은 뭐야?

일반학생 1: 물기둥요? 여기 물 웅덩이에서 사람들이 파이프를 만들어 가지고 옆으로 옮겨서 물기둥을 만들었을 것 같아요.

초등학교 일반학생 1은 지하수의 존재형태에 대해서 물웅덩이와 물기둥의 형태로 존재한다고 하였다. [그림 3]에서 물웅덩이와 물기둥은 파이프로 연결되어 있다고 하였다. 또한 모든 수도꼭지는 물기둥에 연결되어서 사용한다는 생각을 갖고 있었다. 이 학생은 지하수가 자연적으로 형성되기보다 인공적으로 인간이 물을 끌어다 사용하는 것으로 이해하고 있었다. 이 학생의 경우 공간능력이 낮았으며 또한 지하에 사람들이 파이프를 인위적으로 연결하여 사용한다는 상하수도의 개념으로 혼동하고 있었다. 상하수도를 지하수라고 생각하고 있는 것으로 판단된다.



[그림 3] 초등 일반학생 1가 그린 지하수의 모습

연구자: 지하수가 이동을 한다고 생각을 해?

일반학생 1: 아, 지하수 물만요. 지하수 물이 움직일 것 같아요.

연구자: 어떻게 움직일 것 같아?

일반학생 1: 이 물웅덩이가 있잖아요. 그래서 여기 파이프가 여길 이어가지고

연구자: 물이 있는 데로 이동을 한다는 거야?

일반학생 1: 네. 여기서 물이 자꾸 올라와가지고 물기둥을 통해서 물이 나올 것 같아요.

연구자: 그래, 파이프가 없는 데는 이동을 안 한다는 거네? 땅으로 조금씩 조금씩 샌다는 거야?

일반학생 1: 아 웅덩이니까 조금씩은 새겠조.

연구자: 그래, 이 파이프에서의 이동 빠르기는 어느 정도라고 생각을 하지?

일반학생 1: 조금씩

연구자: 조금씩이라면 어느 정도?

일반학생 1: 어... 시속으로요?

연구자 : 아니 비교해서 얘기를 해 보면?

일반학생 1: 자동차 시속처럼 한 10km 정도로 달려서

연구자: 시속 10km정도

일반학생 1: 아주 느린 속도죠.

연구자: 그래도 빠른 속도네, 사람이 걷는 것보다. 왜 그렇게 생각을 했어?

일반학생 1: 수도꼭지에서 세기를 정할 수 있잖아요 만약에 세계 바뀌면 물기둥에서 물이 딱하
고 올라와가지고 물이 많이 나오잖아요. 그것 때문예요.

지하수의 이동에 관한 질문에 지하수는 파이프 관을 통하여 이동한다고 대답을 하였다. 이동 속도는 10km/h라고 하였다. 그 이유에 대해서는 수도꼭지와 물기둥은 연결되어 있다는 개념을 갖고서 생활주변에서 수도물을 세계 틀 때의 경험을 떠올려 대답을 한 것으로 판단된다. 또한 어떤 정화작용도 거치지 않고 지하수를 파이프 관으로 설명하는 것으로 상수도가 만들어지는 과정에 대해서도 개념이 없는 것으로 보여진다.

IV. 결론 및 제언

초등학교에서의 과학 교육은 자연 현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 과학의 지식 체계를 이해하며, 탐구 방법을 습득하여 올바른 자연관을 가지게 하는 데 있다. 학생들에게 탐구를 통하여 과학 개념을 올바르게 이해하도록 돕는 행위는 과학교사의 중요한 과제이며, 이를 위해서는 학생들이 어떻게 자연 현상을 인식하고, 새로운 개념을 어떻게 형성해 가는지를 알아야 할 필요가 있다. 과학 교육에서는 학습을 인지 구조, 즉 개념 체계의 변화로 정의하면서 학생들이 갖고 있는 개념을 중요시하고 있다. Stead와 Osbourne(1980)은 학생들이 파지하고 있는 이전 개념이 새롭게 제시되는 과학적 개념과 다른 개념일 경우에 고유한 인지 구조 때문에 학습에 의해 쉽게 바뀌지 않을 뿐만 아니라 다음 학습에도 영향을 미친다고 제안하였다. 이런 관점에서 학생들의 이해 정도와 학습에 영향을 주는 개념을 확인하는 것은 중요하다고 볼 수 있다. 그러나 개념의 변화는 복잡한 인지과정을 거치고 많은 변인들에 의해 영향을 받기 때문에 개념 변화의 메카니즘을 규명하는 일을 쉽지 않다.

본 연구는 초등학교 5, 6학년 학생들 65명을 공간능력 검사를 실시하였으며, 이 중 초등 과학영재학생 4명과 일반학생 8명을 대상으로 반구조화된 면담과 그리기를 통하여 지하수에 대한 개념을 비교하여 시사점을 얻고자 하였다. 그러나 연구과정에서 면담과 그리기를 수행한 학생들의 사례수가 적은 측면이 있어 이를 모든 학생들에게 일반화하기에는 제한이 있을 것으로 보인다. 본 연구 결과에 따른 결론은 다음과 같다.

초등 과학영재학생 4명과 일반학생 8명의 지하수에 대한 개념을 비교하여 살펴보면 지하수가 무엇이라는 개념을 묻는 질문에서 공간능력이 높은 초등 과학영재학생들과 중간인 일반학생들은 큰 차이가 없었다. 공간능력이 낮은 수준의 일반학생들일수록 지하수를 상수도의 개념으로 보는 경향이 있음을 발견할 수 있었다.

지하수의 형성과정에 대한 개념에서는 공간능력이 높은 초등 과학영재학생들은 형성 요인으로 빗물을 비롯해 강물과 호수, 폭포 등 다양한 지표수를 들어가며 설명을 하였고, 공간능력이 보통인 초등학교 일반학생들은 전부 비와 강물만을 언급하여 다양한 공간적인 요인을 설명하지 못하였다. 공간능력이 낮은 초등학교 일반학생들은 비와 강물을 언급하면서 인위적으로 지하수가 형성되었다고 인식하고 있음을 알 수 있었다. 지하수의 존재 형태에 관한 개념에서는 공간능력이 낮은 초등학교 일반학생일수록 땅속의 흩이나 토양 속에 작은 공극이 존재한다는 공간 지각에 대해서 생각을 하지 못하였다. 공간지각과 관련하여 공극 속의 지하수를 생각하지 못하고 지하수를 하나의 움직이지 않는 물웅덩이나 물기둥으로 생각하거나 움직이는 물줄기로 생각하였다. 이는 공간능력이 낮은 초등 일반학생일수록 지하수의 존재형태에 대한 이해와 공간 지각이 부족함을 의미한다. 그러나 공간능력이 높은 초등 과학영재학생들은 공간 지각과 관련하여 공극 사이에 지하수가 존재한다는 것은 알고는 있으나 그것에 대해 구체적으로 언급하지는 못하였다.

지하수의 이동에 대한 개념에서는 지하수의 이동 과정에서 넷물과 같은 형태로 바뀌어 흐르거나 고여 있는 물웅덩이를 만들기도 한다고 생각하였다. 공간능력이 낮은 초등 일반학생들일수록 지하수의 이동이 없으며, 인위적인 시설을 해야 이동한다는 생각을 갖고 있었다. 그러나 초등학생들이 공간능력에 따라 공극에 대한 인식의 차이와 그에 따른 지하수의 이동 여부에 대한 차이는 있으나 대부분 학생들의 지하수에 대한 개념은 과학적 개념과는 다른 개념을 형성하고 있었다. 이는 자연현상 중의 하나인 지하수에 대한 오개념이 형성되었고, 대다수의 초등학교 학생들이 지하수의 개념에 대해 지표 아래 지하수와 그 주변을 이루는 물질사이의 관계를 연결짓지 못하는 것으로 해석된다. 이와 같은 연구결과에 대해 초등학교 학생들의 공간능력과 지하수에 대한 개념뿐만 아니라 학생들의 학습환경을 고찰해 볼 필요가 있다. 학생들은 주변 환경, 사회 문화적 환경, 다른 사람과의 상호작용에 의하여 학습에 관련된 용어나 자연환경에 대해서 자기 나름대로 개념을 형성하고 이를 사용한다(Pines & West, 1986). 지하수에 관한 개념과 관련하여 초등학생들이 탐구활동이 아닌 이론 위주의 학습으로 교실밖에서 직접 수행해 보는 흩놀이, 강가나 바닷가에서 모래와 물을 통한 탐구 및 다양한 과학 체험활동이 부족한 것이 현실인데, 이러한 학습환경과도 연관이 있다고 볼 수 있다.

따라서 본 연구를 통하여 초등학교 학생들에게 지하수에 대한 개념을 보다 효과적으로 지도하기 위한 방안을 제시하면 다음과 같다. 첫째, 지하수에 대한 개념은 공간능력의 발달을 고려하여 학습이 이루어져야 한다. 공간능력은 청소년기에 가서 발달이 완성되기 때문에 공간능력의 발달이 이루어지지 않은 초등학교 학생들에게 구체적 조작물이나 학습매체 등의 학습보조물을 충분히 활용하여 지도하여야 할 것이다. 둘째, 교수 제시 방법은 학생들의 학습양식을 고려하여 이루어져야 하며, 학생들이 직접 조작할 수 있는 탐구 활동을 많이 제시하는 것이 필요하다. 학생들의 다양한 인지적 발달의 고려도 중요하지만 같은 발달 내에서 학생들이 선호하는 학습양식의 차이로 인하여 개념에 변화를 주는 것도 중요하다고 본다. 본 연구와 관련하여 앞으로 초등 과학영재학생과 일반학생을 대상으로 한 공간능력에 대한

활발한 연구와 공간능력을 향상시킬 수 있는 교수전략이나 프로그램이 개발되어야 하고, 다양한 개념 변화와의 관련성을 파악하는 연구가 수행되었으면 한다.

참 고 문 헌

- 권오남, 박경미, 임형, 허라금 (1996). 공간능력에서의 성별 차이에 관한 연구. **한국수학교육학회지**, 35(2), 125-141.
- 김봉섭, 정진우, 양일호, 정지숙 (1998). 공간능력 시지각 회상능력, 학습양식에 따른 지구와 달의 운동개념. **초등과학교육**, 17(2), 103-111.
- 김상달, 이용섭, 이상균 (2005). 초등학교 학생들의 공간능력과 천체운동개념 및 과학탐구 능력과의 관계. **한국지구과학회지**, 26(6), 461-468.
- 이왕순, 김희수, 김 혁 (2004). 고등학생들의 지질학 관련 공간 능력 향상을 위한 학습 프로그램 개발 및 적용 효과. **한국지구과학회지**, 25(6), 391-401.
- 이용주, 심미숙 (2004). 초등학생들이 가진 생물학적 적응 개념에 관한 조사 연구. **초등과학교육**, 23(2), 101-109.
- 정구승 (2006). **존재론적 범주와 정신모델에 근거한 지각과 지구 내부에 대한 고등학교 학생들의 대안 개념**. 박사학위논문. 한국교원대학교.
- 정진우, 정재구, 문병찬, 문상연 (2004). 흥미와 학습양식에 따른 고등학교 1학년 학생들의 지구의 자전 관련 개념. **한국지구과학회지**, 25(7), 532-544.
- 정진우, 조선형, 임정환 (1996). 과학개념의 위계적 분석 및 그 적용을 통한 교수 효과와 과학교육과정 계열성의 타당화 평가 연구. **한국과학교육학회지**, 16(1), 1-12.
- Ben-zvi-Assarf, O., & Orion, N. (2005). A study of junior high students perceptions of the water cycle. *Journal of Geoscience Education*, 53(4), 366-373.
- Dickerson, D., & Dawkins, K. (2004). Eighth grade student understanding of groundwater. *Journal of Geoscience Education*, 52(2), 178-181.
- Kikas, E. (1998). Pupils' explanations of seasonal changes: Age differences and the influence of teaching. *British Journal of Educational Psychology*, 68(4), 505-516.
- Pines, A. L., & West, L. H. T. (1986). Conceptual understanding and science learning: An interpretation of research with a source of knowledge framework. *Science Education*, 70(5), 583-604.
- Posner, G. J., strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Stead, B., & Osborne, R. (1980). Exploring science students' concepts of light. *The Australian Science Teachers Journal*, 26(3), 84-90.

= Abstract =

Comparison of Science Gifted and Ordinary Elementary School Students with Regard to the Concept of Groundwater

Hyong-Jae Lee

Gongju Shinwol Elementary School

Sang-Tae Park

Kongju National University

This research aimed to obtain basic data for elementary school students to form proper concepts by comparing the science gifted students and the ordinary students of elementary school with regard to the groundwater concept, formation process, existence forms, and movement. The research subjects were 65 fifth and sixth graders of the elementary school students and the spatial ability test was conducted on the subjects, and 4 science gifted students and 8 ordinary students chosen from the subjects were analyzed using half-structured interview data and ground water drawing drawn by the students.

The conclusion derived in accordance with the research purpose is summarized as follows. It was found that there were no great differences in the answers to the question asking what groundwater is between the science gifted elementary school students with high spatial ability and the ordinary elementary school students with moderate spatial ability. The ordinary students with low spatial ability tended to regard groundwater as the concept of water and sewage. In the concept of the formation process of groundwater, the science gifted elementary school students with high spatial ability explained it by citing diverse surface water such as rainfall, river water, lake, and waterfall, and the ordinary elementary school students with moderate spatial ability all mentioned only rainfall and river water and could not explain diverse spatial factors. The ordinary elementary school students with low spatial ability mentioned rainfall and river water and perceived that groundwater was formed artificially. In the concept regarding the existence form of groundwater, the ordinary elementary school students with low spatial ability could not think of space perception that small pore space exists in earth or soil in the ground. The science gifted elementary school students with high spatial ability knew that groundwater exists in pore space with

regard to spatial perception but could not mention it concretely. In the concept regarding groundwater movement, the ordinary elementary school students with low spatial ability thought that there was no groundwater movement and that it could be moved only by artificial facilities. There were differences in the perception of pore space and in the perception of existence and non-existence of groundwater movement accordingly, but for most of the elementary school students, the concept of groundwater was formed differently from the scientific concept. It is considered that most of the elementary school students formed erroneous concept about groundwater and could not connect ground water under the surface of the earth with the substances forming its surroundings with regard to the concept of groundwater.

Key Words: Science gifted person, Groundwater, Spatial ability

1차 원고접수: 2012년 10월 20일
수정원고접수: 2012년 12월 21일
최종게재결정: 2012년 12월 21일