# 물의 순환에 대한 초등 예비 교사들의 지구 시스템적 인식

정진우 · 김윤지
(한국교원대학교)

# The Earth Systems Perceptions about Water Cycle of the Elementary Pre-service Teachers

**Jeong, Jin-Woo · Kim, Yun-Ji**
(Korea National University of Education)

**ABSTRACT**

The goal of this study is to examine the perceptions of pre-service teachers that directly affect the concepts and ways of the consideration of Earth systems by students studying the water cycle. A concept sketch method was applied to a survey involving 131 pre-service teachers. The survey was designed to analyze the perception of subordinate concepts of Earth systems from the applied components of the water cycle process and to code the applied concepts with components of the water cycle to the subordinate concepts of Earth systems that were the Hydrosphere, the Atmosphere, the Geosphere, and the Biosphere. The survey was designed to examine the perception of the water cycle from the perspective of Earth systems. The recognition by pre-service students was largely confined to components of the atmosphere and the hydrosphere. With regard to the water cycle process, all subjects surveyed recognized precipitation, and most of those expressed recognition of evaporation and condensation. Many of them recognized the surface flow, while they scarcely expressed knowledge of the underground flow.

**Key words :** water cycle, earth systems, elementary, concept sketch

## I. 서 론

지구를 한 덩어리의 전체로 보는 관점에 반하여 수많은 독립적인 부분들이 상호작용하는 하나의 시스템으로 간주하는 지구 시스템 과학(Earth Systems Science)이 대두되면서(Earth System Science Committee, 1988) 상위계인 지구는 물질과 에너지를 소통할 수 있는 하위계인 지권, 수권, 기권과 인간을 포함한 생물권 및 외권으로 구성되어 유기적으로 연결되고 상호작용하며 피드백의 영향이 작용되는 지구 시스템으로 인지하게 되었다. 지구 시스템 과학에 초점을 맞춘 과학교육의 방향으로서 1990년대 초반에 미국을 중심으로 지구계 교육(Earth Systems Education)이 표면화되어 실천적 방법으로 논의되고(정진우 등, 1999), 지구 시스템적 접근을 통해 과학교육의 주된 목표인 환경적 소양의 발달이 이루어질 수 있을 것이라는 주장이 제기되었다(Mayer, 1995, 1997).

지구 시스템의 체계와 상호작용에 대한 논의가 증가하면서 지구 시스템을 소재로 직접 다루는 지구과학 교과에서는 Kali 등(2003)이 암석의 순환 개념을 이해하기 위해서는 반드시 지구 시스템적 접근으로 교수가 이루어져야 할 것임을 주장하고, Kali(2003)는 암석 순환을 소재로 소프트웨어를 개

본 연구는 2008학년도 한국교원대학교 기성회계 학술연구비에서 지원 받아 수행하였습니다.
2008.7.6(접수), 2008.8.14(1심통과), 2008.9.7(2심통과), 2008.10.23(최종통과)
E-mail: vegalike@hanmail.net(김윤지)

발하여 지각에서의 순환에 대한 시스템 사고의 발달을 연구하였다. Ben-Zvi Assaraf와 Orion(2005a, 2005b)은 인간이 지구 환경에 적응하여 공존하기 위해서는 지구 시스템적 이해가 절대적으로 필요하다고 피력하면서 물의 순환을 소재로 학습을 통한 시스템적 사고 기술의 발달을 조사하였다. 또한, Englebrecht 등(2005)이 암석의 순환에 대한 대학원생들의 이해를 개념도와 면담을 통해 조사하였고, Townsend 등(2007)이 질소의 순환을 소재로 글쓰기 과제를 통해 인간과의 상호작용을 조사하였으며, Sibley 등(2007)은 칸 채우기(box diagram) 방법으로 암석·물·탄소 순환에 대한 대학생들의 시스템 사고를 연구한 바 있다.

국내 과학 교과에서는 김만희와 김범기(2002)가 과학교육에서 시스템 사고 패러다임을 고찰하여 도입을 제안한 이래, 문병찬 등(2004)이 예비 지구과학 교사들의 탄소 순환에 대한 인식과 시스템 사고를 분석하고, 문병찬과 김해경(2007)이 예비 초등 교사들을 대상으로 시스템 사고 능력에 대해 연구하였다. 신희연과 차희영(2007)은 생태계 내에서 물질의 순환 개념에 대해 유아·초등·중·고등학생들을 대상으로 생물 교과의 관점에서 횡적 연구를 수행하였고, 이동은 등(2008)은 Ben-Zvi Assaraf와 Orion(2005a)의 연구로부터 검사 도구를 번안하여 우리나라 고등학생들의 물 순환 과정과 구성 요소에 대한 이해를 외국의 연구 사례와 비교 분석하였다. 정진우 등(2007)이 개념 그리기 방법을 적용하여 예비 지구과학 교사들의 물 순환 과정과 구성 요소에 대한 인식을 조사한 바 있으며, 지구 시스템의 관점에서 학습 프로그램을 개발하고 교육 현장에 적용한 연구들이 이루어지고 있다(임은경 등, 2000; 조규성과 강현아, 2002; 조규성 등, 2006).

현행 7차 교육과정에서는 5학년 물의 여행 단원에서 물의 순환 과정에서 나타나는 여러 가지 자연 현상들에 대해 다루고 있으나, 차기 개정 교육과정에서는 6학년 날씨의 변화 단원에서 이슬, 안개, 구름, 강수 등의 형성 과정과 관련하여 부분적인 학습이 이루어질 뿐 전 지구적 시스템의 관점으로 단원이 구성되어 있지는 않다. 또한, 현행 교육과정의 4학년 지층을 찾아서 단원에서 퇴적암을, 5학년 화산과 암석 단원에서 화성암을, 6학년 흔들리는 땅 단원에서 변성암을 학습하며 암석의 순환에 대해 다루었으나, 차기 개정 교육과정에서는 4학년 지층과 화석 단원에서 퇴적암을, 화산과 지진 단원에서 화성암을 학습할 뿐 변성암의 생성과 암석들의 순환 과정에 대한 내용은 중학교 교육과정으로 구성되었다. 반면 중등에서는 7차 교육과정에서 고등학교의 선택 교과인 지구과학 I에서 지구 시스템 내의 물질과 에너지 순환을 다루었던데 반해, 개정 교육과정에서는 공통 필수 교과인 10학년 과학에 지구계 단원이 포함되어 하위계의 구성과 상호작용을 통한 에너지 평형 등을 학습하게 된다.

양일호 등(2007)은 물의 순환을 주제로 한 교과서의 삽화에 대해 두께와 색깔이 다른 화살표로 물의 양과 순환을 설명하여 다의적으로 표현하고 순환 과정은 언어 요소로 설명하고 있으나, 그 의미를 통합하여 순환을 연상하기 어렵다고 밝힌 바 있다. 초등학교 현장에서 단순화된 교과서의 삽화(그림 1)와 설명만으로는 복잡성으로 특징되는 지구 시스템 과학 소재인 물질의 순환을 교수하기에 어려움이 있으며, 특히 물의 순환의 경우는 바다에서 바다로 그 내부에서 일어나는 순환을 포함하여 동적인 지구 시스템 순환 체계의 본질에 대한 이해가 어려울 것으로 생각된다. 지구에서 존재하는 물의 다양한 형태와 순환에 대해 학생들이 갖게 되는 인식은 교사로부터 직접적인 영향을 받게 되므로(Mosothwane, 2002) 학생들의 개념과 사고에 직접적인 영향을 미치게 될 예비 초등 교사들의 물 순환에 대한 인식을 고찰해 보아야 할 필요가 절실하다.

본 연구에서는 물 순환의 구성 요소에 대한 예비 교사들의 개념을 지구 시스템의 하위계인 수권, 기권, 암권, 생물권의 범주로 구분하고, 물의 순환 과정에 대해 응답한 요소들로부터 지구 시스템 하위계 사이의 상호작용을 지구 시스템의 관점에서 밝히고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

충청남도에 소재한 A 교육대학교 1학년 교육과정에 개설된 필수 과목인 '자연과학의 이해' 중 지구과학 영역의 수업을 수강하는 160여명의 학생들 중 131명을 대상으로 하였다. 대상에서 제외된 학생들은 지구계에서 물의 순환을 고체·액체·기체의 상태 변화만으로 설명하거나 추상적으로

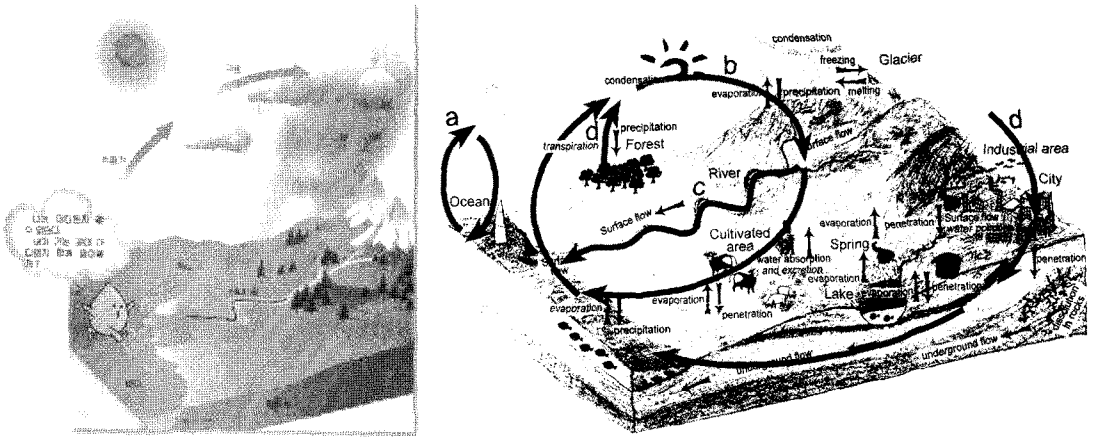


**그림 1.** 교과서 삽화 및 Ben-Zvi Assaraf와 Orion(2005b)이 제시한 물의 순환 삽화 비교

식물 또는 인체에서의 순환으로 표현한 29명의 사례였다. 대상 학생들의 심화 전공은 국어, 사회, 수학, 교육으로 다양하였고, 검사 시기는 과정이 끝난 학기말로 7차 교육과정의 5학년 '물의 여행' 단원에서 다루는 증발과 응결, 구름과 강수, 물의 순환에 대한 수업이 이루어진 상태였다.

## 2. 검사 도구

문헌 연구를 통해 물의 순환에 대한 개념들을 추출하고 선행 연구들을 기초로 검사 방법에 대해 논의하여 검사 문항을 설계하였다. 예비 교사 2명을 대상으로 예비 검사가 이루어진 후 반응에 대한 면담을 통해 검사 문항을 수정 보완하였고, 지구과학교육을 전공하는 박사 과정 1인과 석사 과정 1인이 검사를 진행하였으며, 과학교육 전문가의 검증을 거쳤다.

물의 순환 과정과 요소에 대한 예비 교사들의 인식을 조사하기 위해 개념과 구조적 특징 및 과정 등에 대한 사고를 그림으로 표현하고 그림 속에 설명을 덧붙이는 개념 그리기(Concept Sketches) 방법을 적용하였다. Johnson과 Reynolds(2005)는 수업 과정에서 학생들이 활동적으로 지식을 구성할 수 있는 방법으로 개념 그리기를 소개하였는데, 학생들은 자신만의 개념 그림을 작성하면서 더 많은 개념을 확인하고 이해를 향상시키며 내면화하는데 도움을 받게 되며, 과제와 평가 등의 과정에서 유용한 방법이라 하였다.

본 연구에서는 개념 그리기 방법에 대해 안내하면서 판의 발산형 경계로 중앙해령을 표현한 참고 자료를 예로 제시하였고(그림 2), 물의 순환을 그림으로 표현하여 순환 구성 요소들의 명칭과 순환 과정에 대해 자세하게 설명할 것을 지시하는 개방형 검사 문항을 투입하여 약 30분 동안 검사가 이루어졌다.

## 3. 분석 방법

예비 검사 단계에서 결과 분석을 위해 물의 순환을 주제로 연구한 Ben-Zvi Assaraf와 Orion(2005b)의 선행 연구에서 개발한 분석틀을 번안하였으나, 개념 수준의 응답 사례에서 본 연구 결과와 차이가 있어 그대로 적용하기에 무리가 있다고 판단하여 분석틀의 수정이 이루어졌다. 본 검사에서는 선행 연구의 분석 방법을 참조하여 예비 교사들이 표현한 물의 순환 구성 요소들을 개념 수준으로 지구 시스템의 하위계인 수권, 기권, 지권, 생물권으로 범주화하였고, 수권에 해당하는 구성 요소로 바다 · 강 · 지하수 · 호수 · 빙하, 기권에 해당하는 구

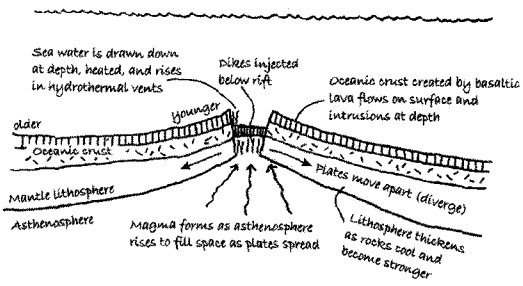


**그림 2.** 중앙 해령의 개념 그림 예시(Johnson과 Reynolds, 2005)

성 요소로 비 · 눈 · 구름 · 수증기 · 태양(외권에 해당하지만 본 연구에서는 주로 태양 복사에너지의 작용에 한정하므로 기권에서 논의), 지권에 해당하는 구성 요소로 땅 · 산 · 암석, 생물권에 해당하는 구성 요소로 식물 · 동물 · 인간을 포함하였다. 각 구성 요소를 표현한 예비 교사의 명 수와 전체 사례인 131명에 대한 비율을 %로 나타내고, 계에서는 해당 하위계에 속한 구성 요소를 응답한 예비 교사의 수를 사례수로 보고 전체 사례에서 해당 하위계의 사례 비율을 %로 환산하여 나타내었다(표 1). 물의 순환 과정은 증발 · 응결 · 강수 · 침투 · 결빙 · 융해 · 지표 흐름 · 지하 흐름 · 식물 흡수 · 증산 작용 · 동물 이용 · 배설 작용 · 인간 이용 · 인간 오염으로 유형화하고, 각 순환 과정을 표현한 예비 교사의 명 수와 전체 사례인 131명에 대한 비율을 %로 나타내었다(표 2). 또한, 물의 순환 과정에서 지구 시스템의 하위계인 수권, 기권, 지권, 생물권 사이에서의 상호작용을 표현한 예비 교사의 명 수와 전체 사례인 131명에 대한 비율을 %로 나타내고, 131명 중 해당 하위계에서의 작용을 인식한 명 수 및 131명에 대한 비율을 계로 정리하였으며, 사례수 항목에서는 예비 교사의 개념 그림에서 표현된 하위계 사이의 작용을 복수 응답으로 분석하고 전체 사례에 대한 비율을 %로 나타내었으며, 각 하위계에서 사례수를 다시 계로 정리하였다(표 3). 지구과학교육을 전공하는 박사 과정의 연구자가 석사 과정 연구자의 협조를 받아 분석을 실시하였는데, 각자 연구 대상의 모든 사례를 분석한 후 과학교육 전문가의 검토 아래 분석 결과를 상호비교하면서 상이한 분석 결과에 대해 합의에 도달할 때까지 논의를 계속하는 방법으로 연구가 진행되었으며, 각 단계에서 과학교육 전문가의 검증이 이루어졌다.

예비 교사 B가 작성한 물의 순환에 대한 개념 그림 사례를 살펴보면, B는 지구계에서 물 순환의 시작을 바다로 인식하고 바다에서 대기를 통해 육지로 이동했다가 다시 바다로 돌아오는 큰 규모의 순환 고리를 표현했다. 물의 순환 구성 요소로 수권에 해당하는 바다(해양)와 강(하천)을, 기권에 해당하는 비, 눈, 구름, 수증기, 태양을, 지권에 해당하는 육지(대륙)를 인식하였으나, 생물권에 대한 응답이 나타나지 않았다. 물의 순환 과정은 증발과 응결(구름 형성), 강수 및 지표의 흐름을 수권과 기권에서의 작용으로 인식하고 있으며, 물의 순환에 대한 지권에서의 작용과 생물권의 영향에 대한 인식의 표현이 매우 부족하였다(그림 3).

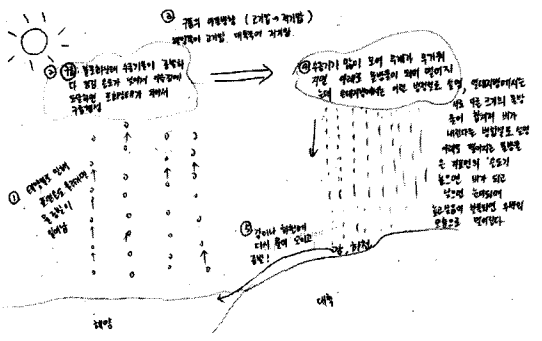

**그림 3.** 예비 교사 B의 물의 순환 개념 그림 사례

# III. 연구 결과

## 1. 물 순환의 구성 요소에 대한 인식

예비 교사들이 물의 순환 구성 요소로 인식하여 표출한 개념들을 지구계의 하위계별로 구분하여 분석한 결과(표 1), 기권에 포함되는 비 · 눈 · 구름 · 수증기 · 태양을 표현한 복수 응답을 전체 사례에 대한 비율로 나타내었을 때 45.9%, 수권에 포함되는 바다 · 강 · 지하수 · 호수 · 빙하를 표현한 사례의 비율이 32.4%, 지권에 포함되는 땅 · 산 · 암석을 표현한 사례의 비율이 15.2%, 생물권에 포함되는 식물 · 동물 · 인간을 표현한 전체 사례의 비율이 6.4%로 예비 교사들은 기권과 수권을 물의 순환 구성 요소로 표현한 사례가 많았다.

### 1) 수권에서 물 순환의 구성 요소

지구계에서 물의 순환을 구성하는 요소로서 바다(해양, 해수 등으로 표현)를 표현한 예비 교사는 연구 대상 131명 중 97%에 달하는 127명이었는데, 대부분 지표를 크게 바다와 육지로 구분한 후 바다에서 물의 순환 과정인 증발을 인식하였다. 지표수 중에서 육수로 114명(87%)이 강(하천, 냇가, 개울, 계곡, 유수 등)을 표현하였으나, 호수는 17명(13%)에 그쳤으며, 빙하를 인식하여 표현한 사례는 2명(2%)으로 나타났다. 지하수를 물의 순환 구성 요소로 응답한 예비 교사는 55명(42%)으로 지표수에 비해 매우 낮은 인식을 보였으며, 그림으

**표 1.** 물 순환의 구성 요소

| 지구계 | 구성 요소 | 응답 | |
|---|---|---|---|
| | | 명 (%) | 계(%) |
| 수권 | 바다 | 127( 97) | 315(32.4) |
| | 강 | 114( 87) | |
| | 지하수 | 55( 42) | |
| | 호수 | 17( 13) | |
| | 빙하 | 2( 2) | |
| 기권 | 비 | 131(100) | 446(45.9) |
| | 눈 | 65( 50) | |
| | 구름 | 125( 95) | |
| | 수증기 | 75( 57) | |
| | 태양 | 50( 38) | |
| 지권 | 땅 | 101( 77) | 148(15.2) |
| | 산 | 45( 34) | |
| | 암석 | 2( 2) | |
| 생물권 | 식물 | 27( 21) | 62( 6.4) |
| | 동물 | 11( 8) | |
| | 인간 | 24( 18) | |

로 표현된 지하수는 지하에 큰 구멍이 있고 그 속에 호수처럼 물이 저장되어 있는 모습이나, 지하에서 물이 강처럼 줄기를 이루며 흐르고 있는 형태로 지하수의 저장과 이동에 대한 주관적 개념을 표출하였다(그림 4).

### 2) 기권에서 물 순환의 구성 요소

지구계의 기권에서 비는 연구 대상 131명의 예비 교사 전원이 강수 과정과 함께 물의 순환 구성 요소로서 인식하여 표현하고 있으며, 약 50%인 65명이 비와 함께 눈을 강수 현상에 포함하여 응답하였다. 물의 순환 구성 요소로서 구름에 대해 125명(95%)으로 지표면에서 증발한 물이 구름을 형성한다는 응답은 많았으나, 물이 수증기 형태로 대기 중에서 응결하여 구름이 형성되는 과정을 과학적으로 설명한 경우는 그보다 적어 75명(57%)이 수증기를 순환의 구성 요소로 답하였다. 물의 순환을 개념 그림으로 표현하는 과정에서 연구 대상의 38%에 달하는 50명의 예비 교사들이 태양 복사 에너지로 인해 물이 증발한다고 설명하였는데, 이는 증발에 영향을 미치는 요인으로서 태양을 인식하기보다는 태양이 비추어야만 증발이 일어난다는 필수적 요인으로 인식하고 있음을 알 수 있다.

### 3) 지권에서 물 순환의 구성 요소

지구계의 지권에서는 연구 대상 131명 중 101명(77%)의 예비 교사가 물의 순환을 구성하는 요소로서 땅(육지, 대륙 등으로 표현)을 답하였는데, 대부분 강수가 일어나는 장소로서의 의미를 지니고 있을 뿐 구체적으로 암석층에서 물의 침투를 설명한 사례는 2명(2%)에 불과했다. 물 순환의 구성 요소로 산을 답한 경우는 45명(34%)으로 나타났는데, 구름이 형성되어 강수가 일어나는 장소로 땅보다 고도가 높은 산을 인식하여 표현하고 있다.

### 4) 생물권에서 물 순환의 구성 요소

인간을 포함하는 지구계의 하위계인 생물권에서 물의 순환을 구성하는 요소로서 예비 교사들이 인간을 표현한 사례는 24명(18%)에 불과하였다. 생물

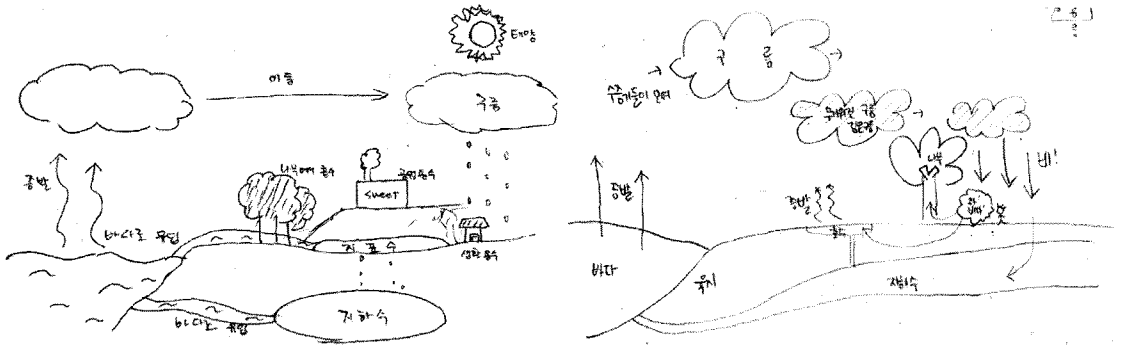


**그림 4.** 예비 교사들이 개념 그림을 통해 표현한 지하수의 저장 및 이동 형태

권의 세부 항목인 식물을 답한 경우가 27명(21%), 동물을 답한 경우가 11명(8%)으로 물의 순환에 지구상의 생물이 미치는 작용에 대한 표현이 매우 부족함을 알 수 있다. 특히 지구 시스템의 일부로서 인간이 물을 적극적으로 이용하고 배출하는 과정에서 오염과 정화 등의 활동을 통해 물의 순환에 영향을 미치고 있다는 인식은 물의 순환을 설명하는 과정에서 표출되지 않았다.

## 2. 물 순환의 과정에 대한 인식

예비 교사들이 물의 순환 과정으로 인식하여 표출한 개념들을 증발과 응결, 강수와 침투, 결빙과 융해, 지표의 흐름과 지하의 흐름, 식물의 흡수와 배출, 동물의 이용과 배설, 인간의 이용과 그로 인한 오염이라는 14가지 항목으로 분석하였다. 또한, 물의 순환 과정에서 지구 시스템의 하위계에서 일어나는 상호작용을 수권, 기권, 지권, 생물권으로 구분하였으며, 각 하위계 내에서 발생하는 물의 이동에 대해서도 구성 요소를 달리하는 경우에는 순환 과정의 횟수로 포함하였다.

### 1) 물의 순환 과정

예비 교사들이 개념 그림으로 표현한 물의 순환 과정을 분석한 결과(표 2), 대상 131명 중 1명을 제외한 130명(99.2%)이 증발 현상을 인식하여 표현하였는데, 주로 바다의 표면에서 일어나는 현상으로 증발을 표현하고, 일부는 강이나 호수에서도 증발이 일어난다고 답하였으나, 땅이나 암석층에서 증발을 표현한 사례는 매우 적었다. 또한, 일부 예비 교사들이 증발이라는 과학적 용어 대신 상승한다(8명), 하늘로 이동한다(1명), 기체로 변한다(1명)는 표현을 사용하고 있었다. 지표면에서 수증기의 형태로 증발한 물이 응결하여 구름으로 순환하는 과정에서 응결 현상을 인식하여 표현한 123명(93.9%)의 경우는 과반수의 사례가 응결이라는 과학적 용어로 답하지 못하였는데, 구름을 형성한다(54명), 물방울이 뭉친다-모인다(9명), 포화된다(3명)로 표현하였다.

예비 교사 전원이 물의 순환 과정으로 답한 강수는 주로 지권에서 일어나는 현상으로 인식하고 있으나 땅의 표면으로 비나 눈이 내리는 현상을 설명할 뿐, 땅으로 스며든다 또는 흡수된다 등의 표현을 통해 암석층으로 물의 침투를 설명한 사례는 51명(38.9%)에 불과하였다. 빙하를 물의 다른 형태로 인식하여 표현한 사례는 1명으로 물의 순환 과정에서 빙하가 된다는 응답을 통해 결빙을 표현하였으나 융해 과정은 나타내지 못하였다. 또한, 개념 그림을 통해 지표면에서 물의 흐름으로 순환 과정에서의 이동을 표현한 예비 교사는 96명으로 73.3%에 달하지만, 지하에서 물의 이동을 표현한 사례는 29명(22.1%)으로 인식의 차이가 매우 크다는 점을 확인할 수 있다.

물의 순환 과정에서 식물이 물을 흡수하는 과정을 표현한 예비 교사는 23명(17.6%)이고, 동물이 물을 이용하는 과정을 표현한 경우는 13명(9.9%)으로 나타나 물의 순환 과정에서 동식물의 작용에 대한 인식의 표현이 매우 부족한 것으로 보이며, 식물의 증산 작용과 동물의 배설 작용을 통해 물을 배출하는 과정을 인식하여 표현한 사례는 각각 5명(3.8%)과 3명(2.3%)으로 대부분의 예비 교사들이 동식물을 통한 물의 순환 과정을 개념 그림으로 나타내지 못하고 있다. 인간의 작용에 대한 인식 역시 순환 과정 속에 인간의 이용을 포함한 경우는 23명(17.6%)으로 응답 사례가 많지 않았고, 인간의 물 사용으로 인한 오염이나 정화 활동을 물

**표 2.** 물의 순환 과정

| 순환 과정 | 응답 |
|---|---|
| | 명 (%) |
| 증발 | 130( 99.2) |
| 응결 | 123( 93.9) |
| 강수 | 131(100.0) |
| 침투 | 51( 38.9) |
| 결빙 | 1( 0.8) |
| 융해 | 0( 0) |
| 지표 흐름 | 96( 73.3) |
| 지하 흐름 | 29( 22.1) |
| 식물 흡수 | 23( 17.6) |
| 증산 작용 | 5( 3.8) |
| 동물 이용 | 13( 9.9) |
| 배설 작용 | 3( 2.3) |
| 인간 이용 | 23( 17.6) |
| 인간 오염 | 0( 0) |

의 순환 과정의 일부로 인식하여 표현한 사례는 단 한 사례도 없었다.

2) 지구계에서의 상호작용

물의 순환 과정을 지구 시스템 하위계 사이의 작용으로 분석한 결과(표 3), 연구 대상 131명 중에서 127명(97%)의 예비 교사들이 수권에서 기권으로 증발 현상을 통한 물의 이동을 표현하였고, 강수 현상이 일어나는 장소에 따라 기권에서 수권으로 물의 이동을 답한 경우가 98명(75%)이며, 기권에서 지권으로 답한 경우가 89명(68%)으로 나타났다. 연구 대상 전체(131명, 100%)가 기권에서 다른 하위계로 물의 순환을 표현하였고, 수권에서 다른 하위계로의 순환 과정을 표현하고 있는 예비 교사들이 127명(96.9%)으로 대부분이 해당되지만, 지권에서 다른 하위계로 이동의 경우는 78명(59.5%)으로 나타났으며 생물권으로부터의 이동을 답한 사례는 7명(5.3%)에 지나지 않았다.

예비 교사들의 개념 그림을 통해 표현된 지구 시스템 하위계에서 물의 순환 과정을 각 횟수로 분석한 결과, 수권에서 기권으로의 작용으로 표현한 사례가 193회(27%)이고, 기권에서 수권으로 표현한 사례가 145회(20%)로 나타났다. 수권으로부터의 순환이 348회로 전체 사례의 약 48.1%에 달하였고, 기권으로부터의 순환이 254회(35.1%)로 분석되어 대다수의 예비 교사들은 물 순환 과정을 수권과 기권에서의 주된 작용으로 인식하고 있음을 알 수 있다.

지권에서 이루어지는 물의 순환 과정에 대해 일부 예비 교사들이 땅에서 지하수로 물의 이동을 설명하였고(72회, 10%), 일부는 땅으로부터의 증발 현상에 대한 개념을 표출하였으나(35회, 5%), 대다수는 물의 순환 과정에서 암석층과 토양층의 작용을 표현하고 있지 않았다. 또한, 수권에서 생물권으로 37회(5%), 기권에서 생물권으로 19회(3%), 지권에서 생물권으로 4회(1%), 생물권에서 다른 하위계로의 순환 과정이 11회(1.5%)로 분석되어 생물권에서 물 순환 작용에 대한 인식의 표출이 매우 낮은 것으로 나타났다.

**표 3.** 지구계의 상호작용

| 상호작용 | | 응답 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 명(%) | 계(%) | 사례수(%) | 계(%) |
| 수권 | 수권 | 83(63) | 127 (96.9) | 109(15) | 348 (48.1) |
| | 기권 | 127(97) | | 193(27) | |
| | 지권 | 9( 7) | | 9( 1) | |
| | 생물권 | 18(14) | | 37( 5) | |
| 기권 | 수권 | 98(75) | 131 (100.0) | 145(20) | 254 (35.1) |
| | 기권 | 0( 0) | | 0( 0) | |
| | 지권 | 89(68) | | 90(12) | |
| | 생물권 | 16(12) | | 19( 3) | |
| 지권 | 수권 | 59(45) | 78 (59.5) | 72(10) | 111 (15.3) |
| | 기권 | 35(27) | | 35( 5) | |
| | 지권 | 0( 0) | | 0( 0) | |
| | 생물권 | 3( 2) | | 4( 1) | |
| 생물권 | 수권 | 2( 2) | 7 (5.3) | 4( 1) | 11 (1.5) |
| | 기권 | 4( 3) | | 6( 1) | |
| | 지권 | 1( 1) | | 1( 0) | |
| | 생물권 | 0( 0) | | 0( 0) | |

## IV. 결 론

미래의 시민인 학생들에게 지구에 대한 과학적 개념과 인식을 심어주게 될 초등 예비 교사들이 다양한 구성 요소들로 이루어진 지구계의 시스템적 특징을 이해하고 요소들 간의 상호작용과 피드백의 영향을 인지하는 것은 중요한 의미를 지닌다. 또한, 지구의 여러 하위계에서 일어나는 작용과 관계에 대한 인식은 전지구적 규모의 자연 현상을 이해하는 일에서부터 우리 지역의 날씨 변화를 소소한 일상에 적용하는 일에 이르기까지 지구에서 살아가는 우리들에게는 필수적인 과학적 소양이라 할 수 있다.

초등 예비 교사들이 5학년 '물의 여행' 단원과 관련하여 물의 순환에 대해 내면화하고 있는 인식을 조사한 본 연구에서 예비 교사들은 물의 순환 구성 요소들을 기권(45.9%)>수권(32.4%)>지권(15.2%)>생물권(6.4%)의 순으로 응답하였다. 이는 예비 지구과학 교사들을 대상으로 물의 순환 요소에 대한 인식을 분석했던 정진우 등(2007)의 선행 연구에서 수권>기권>지권>생물권의 순으로 나타났던 결과와는 차이가 있으나, 다수의 예비 교사들이 물의 순환을 기권과 수권에서의 주된 작용으로 인식

하고, 지권에서의 과정 요소들과 생물학적 요소들을 인식하지 못하고 있다는 점에서 공통된 결과로 판단할 수 있다.

물의 순환 과정으로 예비 교사들은 수권에서의 증발(99.2%)과 기권에서의 강수(100%) 및 응결(93.9%)을 주로 답하고 있는데, 과학적 용어로 정확하게 표현하지는 못하였으나, 이스라엘의 고등학생들을 대상으로 물의 순환에 대한 이해를 선행 연구했던 Ben-Zvi Assaraf와 Orion(2005a)의 분석 결과로부터 학생들이 물의 순환을 주로 기권에서의 증발, 응결, 강수 작용으로 인식하고 있다는 결과와 유사하게 나타났다. 물이 지권으로 침투(38.9%)하는 과정과 지하에서 물의 흐름(22.1%)에 대한 인식이 지표에서 물의 흐름(73.3%)을 표현한 응답에 비해 현저하게 낮았는데, 이는 약 70%의 학생들이 지하수를 인식하지 못한다는 Ben-Zvi Assaraf와 Orion(2005a)의 연구 결과와 우리나라의 고등학생들을 대상으로 물의 순환에 대해 연구한 이동은 등(2008)의 결과와도 일치하였다.

정진우 등(2007)의 선행 연구에서 예비 지구과학 교사들이 물의 순환에서 생물권의 작용에 대한 인식이 매우 낮으며 지구 시스템 속에 우리 자신을 포함시키고 있지 못하다는 논의와 같이 예비 초등 교사들 역시 동식물의 흡수 및 배출 작용과 인간의 이용 및 오염 과정에 대한 인식의 표현이 매우 부족함을 알 수 있었다. 예비 초등 교사들이 지구 시스템 하위계 사이의 상호작용으로 표출한 물의 순환 과정에 대한 인식은 대부분 기권에서의 작용(100%)과 수권에서의 작용(96.9%)으로 표현하여 수권(48.1%)과 기권(35.1%)을 주체로 인식하고 있는 것으로 결론 내릴 수 있다.

초등 예비 교사들이 기권과 수권에 치우쳐 내면화 하고 있는 물의 순환에 대한 인식의 표현은 지나치게 단순화되어 제시되는 교과서 및 관련 교재의 삽화에 영향을 받았을 것으로 생각된다. 지권에서 물의 순환 과정과 요소에 대한 표현이 부족한 결과는 암석 및 토양층에서 물의 존재 형태와 이동에 대한 이해의 부족에 원인을 둘 수 있으며, 생물권에 속하는 우리들의 일상생활 속에서 물의 순환을 인지하고 있지 않아 교과 지식과 일상적 지식의 연계가 이루어지지 않고 있다는 점도 고려해야 할 것으로 사료된다.

우리나라의 과학교육에서는 지구계를 거시적 관점에서 통합하여 이해하는 한편 지구계를 구성하고 있는 하위계들 사이의 상호작용에 대해 고찰하고자 하는 지구 시스템 과학의 관점에서 이루어진 연구가 미흡하다. 지구계 교육 내용의 제재로서 초등학교 교육과정에서 다루어지는 물의 순환과 암석의 순환 등의 교수에 있어 지구계 하위계 사이의 순환적 특성에 대한 이해를 돕기 위해 지구 시스템의 관점에서 고찰하고자 하는 노력 역시 부족한 실정이다. 초등학교에서 중학교, 고등학교로 연계 학습되는 물의 순환 개념은 일상적 소재인 동시에 살아 움직이는 지구의 핵심적인 활동을 보여주는 지구계 교육의 소재로서 수권, 기권, 지권, 생물권의 작용과 영향에 대해 지구 시스템의 관점에서 혁신적인 교육이 이루어져야 할 것이다.

## V. 국문 요약

본 연구의 목적은 물의 순환에 대해 학습하는 학생들의 개념과 지구 시스템 사고에 직접적인 영향을 미치게 될 초등 예비 교사들의 인식을 밝히는 것이다. 초등 예비 교사 131명을 대상으로 개념 그리기 방법을 적용하여 물 순환의 구성 요소로 응답한 개념들을 지구 시스템의 하위계인 수권, 기권, 지권, 생물권의 범주로 코딩하고, 물의 순환 과정으로 응답한 요소들로부터 지구 시스템 하위계의 상호작용에 대한 인식을 지구 시스템의 관점에서 분석하였다. 예비 교사들은 물 순환의 구성 요소를 주로 기권과 수권에서 인식하고 지권의 작용과 생물권의 영향에 대한 인식이 부족하였다. 물의 순환 과정에서 모든 예비 교사들이 강수를 인식하였고 대부분 증발과 응결에 대한 인식을 표출하였으며, 지표에서의 흐름을 다수의 예비 교사들이 응답한데 반하여 지하에서의 흐름에 대한 표출이 적었다.

## 참고문헌

김만희, 김범기(2002). 현대 과학교육의 동향과 시스템사고 패러다임의 비교 연구. 한국과학교육학회지, 22(1), 64-75.

문병찬, 김해경(2007). 예비 초등 교사들의 시스템 사고 능력 및 특성에 대한 연구. 한국 시스템다이내믹스 연구, 8(2), 235-252.

문병찬, 정진우, 경재복, 고영구, 윤석태, 김해경, 오강호 (2004). 예비 교사들의 탄소 순환에 대한 지구시스템의 관련개념과 시스템 사고의 적용. 한국지구과학학회지, 25(8), 684-696.

신희연, 차희영(2007). 생태계 내의 물질 순환 개념의 횡단적인 분석과 과학 교육과정 영향 분석. 한국생물교육학회지, 34(5), 575-587.

양일호, 이정은, 임성만(2007). 초등학생들은 과학 교과서에 나오는 삽화를 어떻게 이해하고 있을까?. 초등과학교육, 26(5), 475-488.

이동은, 정진우, 김윤지(2008). 고등학생들의 물 순환 과정과 구성 요소에 대한 이해. 한국과학교육학회지, 28(1), 24-31.

임은경, 홍상욱, 정진우(2000). 지구계 교육의 현장 적용에 관한 연구. 한국지구과학학회지, 21(2), 93-102.

조규성, 강현아(2002). 지구계교육 프로그램의 적용에 따른 학습자의 반응 -지구 기후 게임을 중심으로. 한국지구과학회지, 23(4), 299-308.

조규성, 이광호, 장지영, 강현아(2006). 10학년 '과학' 수업에서 지구계 교육 프로그램 적용 방안 및 학생 반응 - '화산 폭발과 기후의 변화'를 중심으로. 한국지구과학회지, 27(3), 251-259.

정진우, 우종옥, 김찬종, 임청환, 이연우, 소원주, 정남식, 이경훈, 이항로, 홍성일, 윤선진, 정철, 박진홍 (1999). 지구과학교육론. 교육과학사, 서울, 419p.

정진우, 김윤지, 정구송(2007). 물의 순환에 대한 예비 지구과학 교사들의 인식. 한국지구과학회지, 28(6), 699-706.

Ben-Zvi Assaraf, O. & Orion, N. (2005a). A study of junior high students' perception of the water cycle. *Journal of Geoscience Education, 53(4)*, 366-373.

Ben-Zvi Assaraf, O. & Orion, N. (2005b). Development of system thinking skills in the context of earth system education. *Journal of Research in Science Teaching, 42(5)*, 518-560.

Earth System Science Committee(1988). *Earth system science: A closer view*. Washington, DC: National Aeronautics and Space Administraion.

Englebrecht, A. C., Mintzes, J. J., Brown, L. M. & Kelso, P. R. (2005). Probing understanding in physical geology using concept maps and clinical interviews. *Journal of Geoscience Education, 53(3)*, 263-270.

Johnson, J. K. & Reynolds, S. J. (2005). Concept sketches - using student - and instructor - generated, annotated sketches for learning, teaching, and assessment in geology courses. *Journal of Geoscience Education, 53(1)*, 85-95.

Mayer, V. J. (1995). Using the earth system for integrating the science curriculum. *Science Education, 79(4)*, 375-391.

Mayer, V. J. (1997). Global science literacy. An earth system view. *Journal of Research in Science Teaching, 34 (2)*, 101-105.

Mosothwane, M. (2002). Pre-service teachers' conceptions of environmental education. *Research in Education, 68*, 26-40.

Sibley, D. F., Anderson, C. W., Heidemann, M., Merrill, J. E., Parker, J. M. & Szymanski, D. W. (2007). Box diagrams to assess students' systems thinking about the rock, water and carbon cycles. *Journal of Geoscience Education, 55(2)*, 138-146.

Townsend, M., Rule, A. C., Meyer, M. A. & Dockstader, C. J. (2007). Teaching the nitrogen cycle and human health interactions. *Journal of Geoscience Education, 55(2)*, 158-168.

Kali, Y. (2003). A virtual journey within the rock-cycle: A software kit for the development of systems-thinking in the context of the earth's crust. *Journal of Geoscience Education, 51(2)*, 165-170.

Kali, Y., Orion, N. & Eylon, S. B. (2003). Effect of knowledge integration activities on students' perception of the earth's crust as a cyclic system. *Journal of Research in Science Teaching, 40(6)*, 545-565.