

## 물의 순환에 대한 예비 지구과학 교사들의 인식

정진우<sup>1</sup> · 김윤지<sup>1</sup> · 정구송<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>한국교원대학교 지구과학교육과, 363-791 충북 청원군 강내면 다락리 산7

<sup>2</sup>양재고등학교, 137-072 서울시 서초구 서초2동 1376-4

### Pre-service Earth Science Teachers' Perceptions about Water Cycle

Jin-Woo Jeong<sup>1</sup>, Yun-Ji Kim<sup>1</sup>, and Ku-Song Jeong<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Earth Science Education, Korea National University of Education,  
Chungbuk 363-791, Korea

<sup>2</sup>Yang Jae High School, Seoul 137-072, Korea

**Abstract:** The purpose of this study is to examine the perceptions of pre-service teachers, which directly affect the concepts and ways of thinking of students who are studying Earth science. This work further seeks to identify pre-service Earth science teachers' Earth science-centered ways of thinking regarding the components and the process of water cycle. The concept sketch method was used to survey 50 pre-service teachers who majored in Earth science education at a National Teachers' University. The survey analyzed the preservice teachers' perceptions of a subordinate concept of Earth systems from the applied components of water cycle, and to code the applied concepts with the components of the water cycle based on a subordinate concept of Earth systems including Hydrosphere, Atmosphere, Geosphere, and Biosphere. The preservice teachers only perceived the components of the water cycle as ones in Hydrosphere and Atmosphere. In Biosphere, many participants lack the knowledge about how the actions of plants and animals, and human beings impact the water cycle. About the process of water cycle, the majority of the participants only perceived evaporation and precipitation as the process of cycling: their understanding about the underground flow of water was more lacking than the surface flow.

**Keywords:** water cycle, Earth systems, pre-service teacher, concept sketch

**요약:** 본 연구의 목적은 지구 시스템 과학을 학습하는 학생의 개념과 사고에 직접적인 영향을 미치게 될 지구과학 예비 교사들의 물 순환의 구성 요소와 순환 과정에 대한 인식을 밝히는 것이다. 국립사범대 지구과학교육학과에 재학 중인 지구과학 예비 교사 50명을 대상으로 개념 그리기 방법을 적용하여 물 순환의 구성요소로 응답한 개념들을 지구 시스템의 하위계인 수권, 기권, 암권, 생물권의 범주로 코딩하고, 물의 순환 과정으로 응답한 요소들로부터 지구 시스템 하위계의 상호작용에 대한 인식을 분석하였다. 예비 지구과학 교사들은 물 순환의 구성요소를 주로 수권과 기권에 한정하여 인식하고 있으며, 생물권에서 식물과 동물의 작용에 대한 인식이 매우 부족하고 특히 인간이 물의 순환에 미치는 영향에 대한 인식은 극히 드물었다. 물의 순환 과정에 대해서는 대부분의 예비 교사들이 증발과 강수만을 순환 과정으로 인식하고 있으며, 지표면의 이동에 비해 지하에서의 이동에 대한 인식이 부족하였다.

**주요어:** 물의 순환, 지구 시스템, 예비 교사, 개념 그리기

## 서론

Bruner는 교육이 시대를 반영하며 또한 그 시대의 요구를 반영해야 한다고 하였다. 1980년대 이후 과학

교육에서는 국민의 과학적 소양을 증시하여 STS 학습 이론과 전략이 활발하게 전개되었으며, 학제 간 사고에 초점을 맞춘 다양한 통합 교육과정들이 개발되고 학습자 중심의 능동적 학습을 위한 비형식적 과학교육 방안을 확대함으로써 대중의 과학에 대한 이해를 증진하려는 노력을 병행하고 있다. 한 시대를 주도하는 과학교육의 패러다임은 과학을 가르치는 사

\*Corresponding author: ggusong@chollian.net

Tel: 82-43-230-3794

Fax: 82-43-232-7176

회 문화적 배경에 의해 필연적으로 형성되는데, 이러한 현대 과학교육의 동향은 시스템 사고(system thinking) 패러다임의 등장을 촉진하여 전체적 관점에서 부분과 부분 그리고 부분과 전체 간의 상호작용 및 연관성에 관심을 기울이게 되었다.

자연 현상은 수많은 요소들의 상호 작용과 피드백 효과로부터 단일 현상으로 표현되는 복잡한 시스템 구조와 특성을 표상한다. 지구는 수많은 독립적인 부분들로 이루어져 있지만, 전체 지구를 서로 상호 작용하는 수많은 부분들로 이루어진 하나의 시스템으로 간주하고 각 구성 요소와 구성 요소들 사이의 변화를 연구하는 학문으로서 지구 시스템 과학(Earth System Science)이 대두되었다(Earth System Science Committee, 1988; 이호녕, 2006). 1990년대 초 미국을 중심으로 지구 시스템 과학에 초점을 맞춘 새로운 과학교육 방향으로서 지구계 교육이 주창되고 있는데(Mayer, 1995; 정진우 외, 1999), 지구과학적 소양의 배양과 지구 시스템에 대한 이해의 증진 및 지구환경에 대한 책임의식과 가치 등을 강조하는 심미적인 내용이 포함되어 있으며, 거시적인 관점에서 물리, 화학, 생물, 지구과학 영역의 과학 교과를 종합적이고 전체적인 관점으로 직시하는 통합과학의 성격을 갖는다. 지구 시스템의 관점에서 물질의 순환을 주제로 한 현장 연구로서 Kali et al.(2003)이 중학생들의 암석 순환 구성 요소들의 인과 관계와 순환적인 특성에 대한 이해를 분석하면서 지구 시스템 과학의 개념 이해를 위해서는 반드시 지구 시스템적 접근으로 교수가 이루어져야 함을 피력하였고, Orion은 인간이 환경과 평화롭게 공존하기 위해서는 지구 시스템적 이해가 절대적으로 필요함을 주장하고, 물의 순환에 대한 고등학생들의 인식과 시스템적 사고 기술의 발달에 대한 연구(Ben-Zvi-Assaraf and Orion, 2005a, 2005b)를 수행하였다.

우리나라의 현행 7차 교육과정에서는 지구과학 I 선택 교과에서 지구 시스템 내의 물질과 에너지 순환에 대한 내용을 다루고 있으며, 차기 교육과정에서는 10학년 과학에 지구계 단원이 포함될 예정이다. 또한 현장 연구로서 지구 시스템 과학의 주제로서 탄소 순환에 대한 예비 지구과학 교사들의 개념(문병찬 외, 2004)과 물 순환에 대한 고등학생들의 개념(이동은, 2007) 및 지구 시스템 교육의 적용에 대한 연구들이 이루어지고 있다(임은경 외, 2000; 조규성

강현아, 2002; 조규성 외, 2006). 학교 현장에서 단순화된 교과서의 그림과 설명을 통해 복잡성으로 특징화 되는 지구 시스템 과학 개념인 물 순환, 암석 순환, 탄소 순환 등의 교수에 시스템 사고를 적용하기에는 어려움이 있으며, 특히 지구 시스템 과학의 주제로서 물의 순환은 지나치게 단순화되어 동적이고 순환적인 체계의 본질에 대한 이해가 부족한 것으로 사료된다. 지구계 교육의 소재로서 물의 순환에 대해 학생들이 경험할 수 있는 교육 경험의 일차적인 촉진자는 교사이며(Gambro, 1995), 교사의 인식은 학생들의 인식에 영향을 미치는(Mosothwane, 2002) 직접적인 효과를 나타내므로 지구계 단원에서 물의 순환에 대해 학습하는 학생의 개념과 사고에 직접적인 영향을 미치게 될 지구과학 예비 교사들의 물 순환에 대한 인식을 지구 시스템의 관점에서 고찰해야 할 당위성이 충분하다고 사료된다. 본 연구에서는 물 순환의 구성 요소와 순환 과정에 대한 예비 교사들의 개념을 구성요소들은 지구 시스템의 하위계인 수권, 기권, 암권, 생물권의 범주로 구분하고, 순환 과정으로 응답한 요소들로부터 지구 시스템 하위계의 상호작용에 대한 인식을 밝히고자 한다.

## 연구 방법

### 연구 대상

충청북도에 소재한 국립 사범대학교의 지구과학교육학과에 재학 중인 약 80명의 학생들 중에서 본 연구에 대한 안내를 받고 자발적 참여 의사를 밝힌 1학년 18명(1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 1G, 1H, 1I, 1J, 1K, 1L, 1M, 1N, 1O, 1P, 1Q, 1R로 부호화), 2학년 8명(2A, 2B, 2C, 2D, 2E, 2F, 2G, 2H로 부호화), 3학년 11명(3A, 3B, 3C, 3D, 3E, 3F, 3G, 3H, 3I, 3J, 3K로 부호화), 4학년 13명(4A, 4B, 4C, 4D, 4E, 4F, 4G, 4H, 4I, 4J, 4K, 4L, 4M로 부호화)의 예비 교사 50명을 공개적으로 선정하였다.

본 연구 대상이 속한 학과의 교육과정에서는 1학년 1학기에 지구과학의 전반적인 내용 영역에 대해 이론적으로 다루는 개론 수준의 지구과학 I(3-3-0) 교과목을 통해서 지구계에 대해 1차시(3시간)를 학습하고 물의 순환과 암석의 순환, 탄소의 순환 등 지구계에서 하위계의 상호작용에 대해 학습하게 되는데, 연구 대상 전원이 학습을 마친 상태였다.

**연구 절차**

기초 연구 단계에서 문헌 연구를 통하여 물의 순환 과정과 구성요소에 대한 주요 개념을 추출하고 검사 방법에 대해 충분한 논의가 이루어진 후, 물의 순환을 주제로 수행한 선행 연구들을 기초로 하여 검사 문항 및 분석틀을 준비하였다. 예비 연구 단계로 2007년 5월 연구 대상에서 제외된 예비 지구과학 교사 2명을 대상으로 예비 검사를 실시한 후 면담을 통해 검사에 대한 반응을 점검하여 검사 문항과 분석틀을 수정·보완하였으며, 본 연구 단계로 2007년 6월 연구 대상에 투입하여 검사를 실시하였다. 각 연구 단계에서 지구과학교육전문가 2인의 지도로 지구과학교육을 전공하는 박사과정 2명과 석사과정 2명이 참여하여 연구 과정에 대한 검증과 논의가 이루어졌으며, 토론을 거쳐 합의점을 찾아가는 방식으로 자료 분석 과정을 진행하였다.

**검사 및 분석 방법**

물의 순환 과정과 구성 요소에 대한 예비 지구과학 교사들의 지구 시스템적 사고를 분석하기 위해서 Johnson and Reynolds(2005)의 연구를 통해 소개된 개념 그리기(concept sketch) 방법을 적용하였다. 개념 그리기는 개념과 구조적 특징 및 과정 등에 대한 연구 대상자의 사고를 그림으로 표현하고 설명을 덧붙이는 방법으로, 말이나 글로 전달하는데 한계가 있는 지구과학 교과의 내용 영역에서 과학적 원리와 과정에 대한 학습자의 이해를 증진시켜 학습과 교수 및 평가에 유용하게 활용될 수 있을 것이다. 본 연구에서는 물의 순환을 그림으로 표현하고 순환 구성요소들의 명칭과 순환 과정에 대해 설명해줄 것을 요구하였으며, 개념 그리기 방법에 대한 안내와 함께 발산형 경계-중앙해령을 표현한 Johnson and Reynolds(2005)의 참고 자료를 예로 제시하였다(Fig. 1).

예비 지구과학 교사들이 개념 그리기 방법으로 표현한 물의 순환에 대한 자료를 물 순환의 구성요소에 대한 개념과 물 순환의 과정에 대한 사고로 구분하여 분석하였으며, 물의 순환을 주제로 시스템 사고 기술의 발달에 대해 연구한 Ben-Zvi-Assaraf and Orion(2005a, 2005b)의 자료 분석 방법을 참조하였다. 연구 대상자들이 물 순환의 구성요소로 응답한 개념들을 지구 시스템의 하위계인 수권, 기권, 암권, 생물권의 범주로 코딩하고(Table 1), 물의 순환 과정으로

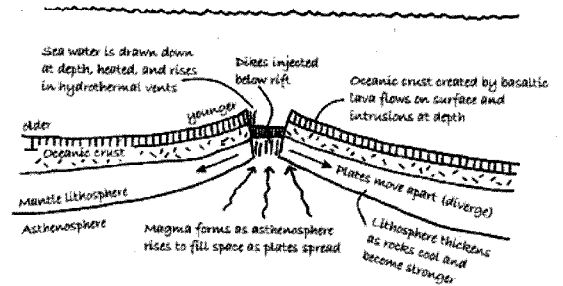


Fig. 1. Concept sketch illustrating a Mid-oceanic ridge.

Table 1. Concepts of category in the concept sketch

| Categories  | Concepts   |
|-------------|--|
| Hydrosphere | Ocean, River, Underground water, Lake, Glacier     |
| Atmosphere  | Cloud, Precipitation(rain, snow), Water vapor, Sun |
| Geosphere   | Land, Mountain, Rock, Crack                        |
| Biosphere   | Plant, Animal, Organism, Human                     |

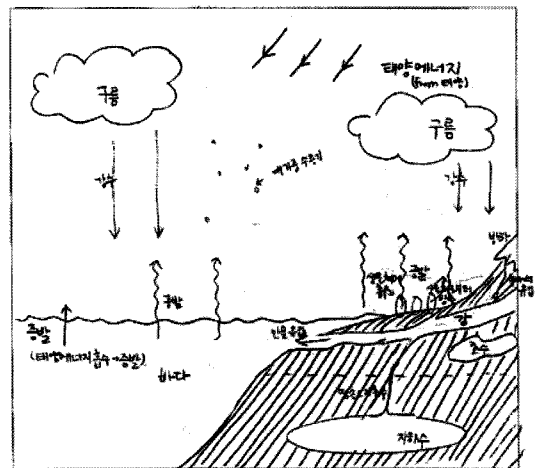


Fig. 2. H's concept sketch of water cycle.

응답한 요소들로부터 지구 시스템 하위계의 상호작용에 대한 인식을 분석하였다. 지구과학 예비 교사 1H의 분석 사례를 제시한다(Fig. 2, Table 2, 3, 4, 5).

**결과 및 논의**

지구과학 예비 교사들이 물 순환의 구성요소로 인식하는 개념들에 대해 지구 시스템적 관점에서 범주화한 결과를 학년별로 도표화하였다(Table 6). 지구 시스템의 수권에 해당하는 개념을 바다, 강, 지하수, 호수, 빙하(만년설 포함)로 구분하고, 기권에 해당하는 개념을 구름, 강수(비, 눈), 수증기, 태양으로 구분하고, 암권에

**Table 2.** H's perception of components

| Categories        | Concepts                 | Response |
|-------------------|--------------------------|----------|
| Hydrosphere       | Ocean                    | ○        |
|                   | River                    | ○        |
|                   | Underground water        | ○        |
|                   | Lake                     | ○        |
|                   | Glacier                  | ○        |
| Atmosphere        | Cloud                    | ○        |
|                   | Precipitation(rain/snow) | ○        |
|                   | Water vapor              | ○        |
|                   | Sun                      | ○        |
| Geosphere         | Land                     | ○        |
|                   | Mountain                 |          |
|                   | Rock                     |          |
|                   | Crack                    | ○        |
| Biosphere         | Plant                    |          |
|                   | Animal                   |          |
|                   | Organism                 | ○        |
|                   | Human                    |          |
| Human Environment | Water consumption        |          |
|                   | Sewage                   |          |
|                   | Water pollution          |          |

**Table 3.** H's perception of process

| Concepts         | Response |
|------------------|----------|
| Evaporation      | ○        |
| Condensation     |          |
| Precipitation    | ○        |
| Penetration      | ○        |
| Capillarity      |          |
| Transpiration    |          |
| Absorption       |          |
| Elimination      |          |
| Freezing         |          |
| Melting          | ○        |
| Surface flow     | ○        |
| Underground flow | ○        |

해당하는 개념을 육지(땅), 산, 암석(운석 포함), 틈으로 구분하고, 생물권에 해당하는 개념을 식물, 동물, 생물, 인간으로 구분하여 범주화하였다.

**수권으로 범주화된 물 순환의 구성요소**

예비 지구과학 교사 50명 중 1명을 제외한 98%가 물 순환의 구성요소로 바다를 인식하였는데, 주로 바다에서 증발 현상이 일어난다고 응답하였으며 빙하를 바다의 일부분으로 인식한 사례도 있었다. 지표수는 대부분 강을 인식하며 유수나 계곡으로 표현한 사례도 분석 과정에서 포함하였고, 호수와 빙하 및

**Table 4.** H's perception of systemic interaction

|               | Earth Systems | Response |
|---------------|---------------|----------|
| Hydrosphere ⇒ | Hydrosphere   | 2        |
|               | Atmosphere    | 1        |
|               | Geosphere     | 1        |
|               | Biosphere     | 0        |
| Atmosphere ⇒  | Hydrosphere   | 1        |
|               | Atmosphere    | 0        |
|               | Geosphere     | 1        |
|               | Biosphere     | 1        |
| Geosphere ⇒   | Hydrosphere   | 0        |
|               | Atmosphere    | 1        |
|               | Geosphere     | 0        |
|               | Biosphere     | 0        |
| Biosphere ⇒   | Hydrosphere   | 0        |
|               | Atmosphere    | 1        |
|               | Geosphere     | 0        |
|               | Biosphere     | 0        |

**Table 5.** Comments of Pre-service teacher H

| Comment               |
|-----------------------|
| √에너지 영향 고려            |
| √지하수 존재 형태-호수처럼       |
| √구름에서 응결 인식 부족        |
| √생물체의 물 흡수방출 과정 이해 부족 |

빙산을 표현하기도 했다. 다수의 예비 교사들이 지표수와 함께 지하수를 물 순환의 구성요소로 인식하였으나, 지하수를 지표면 아래에서 호수처럼 고려하거나 강처럼 굽은 줄기를 이루며 흐르는 물로 인식하여 지하수의 저장 형태에 대한 예비 교사들의 대안 개념을 확인할 수 있었다.

**기권으로 범주화된 물 순환의 구성요소**

대부분의 예비 지구과학 교사들이 구름과 함께 비와 눈을 포함한 강수 과정을 물 순환의 구성요소로 인식하였으나, 주로 바다에서 증발 현상으로부터 만들어진 구름이 육지로 이동하여 암권에서 강수 현상이 발생하는 것으로 인식하며 바다나 강 또는 호수 등의 수권에서 강수가 일어나 재순환되는 과정에 대한 이해는 부족하였다. 예비 교사들 중 해당 학기에 물의 순환을 학습한 1학년 일부가 대기 중의 수증기를 물 순환 구성요소로 구분하여 응답하기도 하였으며, 태양을 물 순환 요소로 포함하여 증발을 일으키는 원인으로 인식한 사례가 드물게 있었으나 물 순환 과정에서 에너지의 작용으로 연관하여 인식한 응답자는 1명에 불과하였다.

**Table 6.** Pre-service teachers' perceptions of components within the water cycle

| Categories  | Concepts                  | Responses  |           |            |            |    | Total /50 | (%) |
|-------------|---------------------------|------------|-----------|------------|------------|----|-----------|-----|
|             |                           | 1grade /18 | 2grade /8 | 3grade /11 | 4grade /13 |    |           |     |
| Hydrosphere | Ocean                     | 18         | 7         | 11         | 13         | 49 | 98        |     |
|             | River                     | 13         | 6         | 10         | 11         | 40 | 80        |     |
|             | Underground water         | 13         | 6         | 9          | 10         | 38 | 76        |     |
|             | Lake                      | 5          | 2         | 0          | 3          | 10 | 20        |     |
|             | Glacier                   | 5          | 2         | 0          | 3          | 10 | 20        |     |
| Atmosphere  | Cloud                     | 17         | 8         | 10         | 13         | 48 | 96        |     |
|             | Precipitation (rain/snow) | 17         | 8         | 11         | 13         | 49 | 98        |     |
|             | Water vapor               | 6          | 0         | 0          | 0          | 6  | 12        |     |
|             | Sun                       | 7          | 2         | 1          | 1          | 11 | 22        |     |
| Geosphere   | Land                      | 17         | 7         | 9          | 12         | 45 | 90        |     |
|             | Mountain                  | 9          | 6         | 6          | 5          | 26 | 52        |     |
|             | Rock                      | 0          | 1         | 0          | 1          | 2  | 4         |     |
|             | Crack                     | 2          | 0         | 1          | 0          | 3  | 6         |     |
| Biosphere   | Plant                     | 4          | 2         | 4          | 4          | 14 | 28        |     |
|             | Animal                    | 1          | 0         | 1          | 1          | 3  | 6         |     |
|             | Organism                  | 1          | 0         | 0          | 0          | 1  | 2         |     |
|             | Human                     | 1          | 0         | 2          | 1          | 4  | 8         |     |

**암권으로 범주화된 물 순환의 구성요소**

예비 지구과학 교사들 중 90%의 응답자가 물 순환의 구성요소로 육지(땅)를 응답하였는데 주로 강수 현상으로 인하여 물이 기권에서 암권인 육지로 이동한다고 인식하고 있으며, 연구 대상의 52%는 산을 물 순환의 구성요소로 인식하고 강수 현상이 산에서 일어나 강이나 계곡으로 이동함을 표현하였다. 그러나 거의 대부분의 예비 교사들은 물이 수권과 기권으로 순환하면서 이동하는 과정으로 암권의 구성요소들을 인식할 뿐, 지표수가 암권을 침투하여 지하수로 이동하고 토양에 흡수되어 생물권인 식물로 이동하는 등 암권에서 물의 순환 작용에 대한 이해가 부족함을 알 수 있었다.

**생물권으로 범주화된 물 순환의 구성요소**

예비 지구과학 교사들 중 물 순환의 구성요소로 식물과 동물 및 인간을 포함한 생물을 응답한 경우가 30%도 되지 않아 지구 시스템에서 물의 순환 작용에 생물권이 미치는 영향에 대한 인식이 매우 부족함이 드러났으며, 특히 물 순환의 구성요소로서 인간을 포함한 응답자는 3명에 불과했다. 특히 인간이 물의 순환에 미치는 영향에 대한 예비 지구과학 교사들의 인식을 밝히는데 강조점을 두었으나, 단 1명의 예비 교사만이 물의 순환 구성요소로서 하수를

응답하여 지구 시스템에서 인간의 작용에 대한 인식이 매우 부족함을 확인할 수 있었다.

**물의 순환 과정에 대한 인식**

지구과학 예비 교사들이 물의 순환 과정으로 인식하는 현상들을 증발과 응결, 강수와 침투, 식물의 흡수와 증산작용, 동물의 흡수와 배설, 결빙과 용해, 지표 흐름과 지하 흐름으로 코딩 분석하고 학년별로 구분하여 정리하였다(Table 7).

예비 교사들의 86%가 물의 순환 과정으로 증발을 인식하고 있는데, 주로 바다에서의 증발 현상으로 응답하였으며 육지의 강이나 호수에서 일어나는 증발 현상에 대한 인식은 매우 부족하였다. 대부분의 예비 교사들은 바닷물이 증발하여 생성된 수증기가 대기 중으로 상승하여 구름을 형성한다고 이해하고 있으나, 구름이 형성되는 과정에서 응결 현상이 발생한다는 응답은 많지 않았다. 물의 순환 과정 중 구름에서 비와 눈이 지표로 이동하는 강수 현상에 대한 인식은 92%로 높았으나, 대부분 바다에서 생성된 구름이 육지 특히 산으로 이동하여 강수 현상이 일어난다는 응답이 많았으며 바다와 강 및 호수에서의 강수 현상에 대한 인식은 매우 낮았다. 예비 교사들은 육지에서 강수 현상(92%)과 지하수의 존재(76%)를 인식하고 있지만, 지표면에 도달한 물이 지표의 틈이나

**Table 7.** Pre-service teachers' perceptions of process within the water cycle

| Concepts         | Responses  |           |            |            |           |     |
|------------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|-----|
|                  | 1grade /18 | 2grade /8 | 3grade /11 | 4grade /13 | Total /50 | (%) |
| Evaporation      | 14         | 6         | 11         | 12         | 43        | 86  |
| Condensation     | 1          | 1         | 1          | 5          | 8         | 16  |
| Precipitation    | 15         | 7         | 11         | 13         | 46        | 92  |
| Penetration      | 5          | 2         | 5          | 0          | 12        | 24  |
| Capillarity      | 0          | 1         | 1          | 3          | 5         | 10  |
| Transpiration    | 1          | 2         | 2          | 3          | 8         | 16  |
| Absorption       | 0          | 0         | 1          | 0          | 1         | 2   |
| Elimination      | 0          | 0         | 1          | 0          | 1         | 2   |
| Freezing         | 1          | 1         | 0          | 0          | 2         | 4   |
| Melting          | 2          | 1         | 0          | 2          | 5         | 10  |
| Surface flow     | 15         | 7         | 10         | 11         | 43        | 86  |
| Underground flow | 13         | 7         | 7          | 9          | 36        | 72  |

토양으로 침투한다는 측면의 응답률은 24%에 불과했다. 물 순환의 구성요소로 예비 교사들이 인식하고 있는 생물권의 식물(28%)과 동물(6%), 생물(2%) 및 인간(6%)에 대한 인식이 낮을 뿐만 아니라, 구성요소로 인식하고 있다 하더라도 식물의 뿌리로 물이 흡수된다는 응답이 10%, 식물 앞에서의 증산작용이 16%, 동물의 물 섭취와 배설을 인식한 예비 교사가 1명으로 나타나 지구 시스템의 생물권에서 물의 순환 과정에 미치는 영향과 작용에 대한 인식이 매우 부족함을 확인하였다. 물 순환의 구성요소로 수권의 빙하를 인식한 응답자가 20%에 지나지 않았던 결과와 더불어 빙하의 용융과 승화를 인식한 응답률은 10%,

결빙을 인식한 응답률은 4%에 불과했다. 예비 교사들은 물 순환의 구성요소로서 강(80%), 호수(20%) 및 지하수(76%)를 인식하였는데, 개념 그리기 방법으로 지표에서 물의 흐름을 표현한 응답자는 86%, 지하에서 물의 흐름을 표현한 응답자는 72%로 나타나 물의 순환 과정에서 지표면의 이동에 비해 지하에서의 이동에 대한 인식이 부족함을 확인할 수 있었다.

**지구 시스템 하위계의 상호작용**

지구과학 예비 교사들이 물의 순환 과정에서 지구 시스템의 하위계인 수권, 기권, 암권, 생물권의 상호작용에 대해 인식하는 내용을 분석하여 학년별로 정

**Table 8.** Pre-service teachers' perceptions of systemic interaction within the water cycle

| Earth Systems |               | Responses  |           |            |            |       |      |
|---------------|---------------|------------|-----------|------------|------------|-------|------|
|               |               | 1grade /18 | 2grade /8 | 3grade /11 | 4grade /13 | Total | (%)  |
| Hydrosphere   | ⇒ Hydrosphere | 19         | 15        | 11         | 20         | 65    | 25.5 |
|               | Atmosphere    | 22         | 10        | 13         | 17         | 62    | 24.3 |
|               | Geosphere     | 1          | 2         | 1          | 0          | 4     | 1.6  |
|               | Biosphere     | 0          | 0         | 2          | 0          | 2     | 0.8  |
| Atmosphere    | ⇒ Hydrosphere | 14         | 5         | 5          | 8          | 32    | 12.5 |
|               | Atmosphere    | 0          | 0         | 0          | 0          | 0     | 0    |
|               | Geosphere     | 16         | 8         | 9          | 10         | 43    | 16.9 |
|               | Biosphere     | 1          | 0         | 0          | 0          | 1     | 0.4  |
| Geosphere     | ⇒ Hydrosphere | 10         | 2         | 1          | 0          | 13    | 5.1  |
|               | Atmosphere    | 13         | 2         | 2          | 1          | 18    | 7.1  |
|               | Geosphere     | 0          | 0         | 0          | 0          | 0     | 0    |
|               | Biosphere     | 0          | 1         | 1          | 3          | 5     | 2.0  |
| Biosphere     | ⇒ Hydrosphere | 0          | 0         | 1          | 0          | 1     | 0.4  |
|               | Atmosphere    | 2          | 2         | 2          | 3          | 9     | 3.5  |
|               | Geosphere     | 0          | 0         | 0          | 0          | 0     | 0    |
|               | Biosphere     | 0          | 0         | 0          | 0          | 0     | 0    |

## 결론 및 제언

리하였다(Table 8). 예비 교사들이 물의 순환으로 인식한 모든 과정을 사례수로 하여 전체 응답에 대한 비율을 계산하였으며, 각 하위계 내부에서 발생하는 물의 이동에 대해서도 물 순환의 구성요소를 달리 인식하는 경우는 순환 작용의 횟수로 포함하였다.

예비 지구과학 교사들이 지구 시스템의 하위계에서 물의 순환 작용으로 가장 많이 인식하는 과정은 수권에서 수권으로의 이동(25.5%)인데, 이는 지표수인 강물이 바다로 이동하는 과정과 지하수가 바다로 이동하는 과정의 사례수를 각각 포함하였기 때문으로 판단된다. 이에 근사한 응답 비율로 수권에서 기권으로 물의 이동(24.3%)에 대한 인식이 높았는데, 대부분의 예비 교사들은 바다에서 증발 현상이 일어나 바닷물이 수증기로 바뀌어 기권으로 이동함을 표현하였으며 일부 응답자가 강이나 호수에서의 증발 현상에 대해 인식하고 있었다. 응답률이 매우 낮은 수권에서 암권으로의 이동(1.6%)은 빗물이 땅으로 침투한다는 응답에 해당되며, 생물권으로의 이동(0.8%)은 생물이 물을 직접 흡수한다는 측면으로 예비 교사들의 대부분이 인식하지 못하는 것으로 나타났다.

물의 순환 과정 중 응답률이 높은 기권에서 암권으로의 이동(16.9%)은 바다에서 만들어진 구름이 육지로 이동하여 강수 현상이 일어나서 산이나 땅으로 물이 이동한다는 응답에 해당하며, 기권에서 수권으로의 이동(12.5%)은 바다와 강 그리고 호수에서 증발 현상뿐만 아니라 강수 현상도 일어남을 인식한 응답으로 증발 현상을 인식한 정도에 비해 매우 낮은 응답률을 보인다.

수권과 기권에 비해 예비 교사들의 인식이 적은 암권에서 물의 이동은 암권에서 기권으로 물의 증발 현상을 표현한 응답이 (7.1%), 암권을 통해 수권인 지하수로 물이 이동함을 응답한 비율이 (5.1%)로 나타났다으며, 생물권의 식물이 암권인 땅을 통해 물을 흡수한다는 응답이 (2.0%)에 해당하였다.

생물권에서 물의 이동은 주로 식물의 증산작용으로 인해 기권으로 이동(3.5%)한다는 응답과 1명의 예비 교사가 동물의 배설로 물이 수권으로 이동(0.4%)한다고 응답하여 예비 지구과학 교사들이 지구 시스템에서 인간을 포함한 생물권이 물의 순환에 미치는 작용에 대한 인식이 매우 부족함을 확인할 수 있다.

과학 교과에서 다루는 자연 현상은 다양한 구성요소들과 그에 영향을 미치는 요인들의 상호작용 및 피드백 효과를 반영하는 복잡한 시스템의 특성을 가지며, 지구는 물질과 에너지를 소통할 수 있는 하위계인 암권, 수권, 기권과 인간을 포함한 생물권으로 구성되어 유기적으로 연결되고 상호작용하며 피드백의 영향이 미치는 지구 시스템으로 인지되어야 한다. 본 연구는 지구계 단원에서 물의 순환에 대해 학습하는 학생의 개념과 사고에 직접적인 영향을 미치게 될 지구과학 예비 교사들의 물 순환에 대한 인식을 지구 시스템의 관점에서 고찰하고자 하였다.

지구과학 예비 교사들은 바다에서 증발한 물이 구름으로 바뀌고 육지로 이동하여 강수 현상으로 지표면으로 이동하여 강과 지하수를 통해 다시 바다로 순환된다는 대규모의 순환 고리만을 물의 순환 과정으로 인식하고 있을 뿐, 각각의 순환 과정에서 소규모의 순환 고리가 형성되고 지구 시스템 하위계에서의 상호작용을 통하여 전 지구 시스템 규모의 물 순환이 이루어짐을 설명하지는 못하였다. 예비 교사들은 주로 수권과 기권에 한정하여 순환의 주체로 인식하고, 물의 이동과 관련된 지구 시스템 하위계의 상호작용 역시 주로 수권과 기권에서 일어나는 과정으로 이해하고 있는데, 이는 Ben-Zvi-Assaraf and Orion(2005a)의 선행 연구에서 고등학생들이 물의 순환을 주로 대기권에서의 증발, 응결, 강수 작용으로 인식한다는 결과와는 차이가 있는 것으로 예비 교사들은 수권에서의 작용에 보다 집중하고 있었다. 물이 암석과 토양으로 침투하여 암권에서 작용하고 생물권에서 식물과 동물의 생활에 필수적인 요소로 작용하는 과정에 대한 예비 교사들의 개념 표출이 부족했는데, 이는 Ben-Zvi-Assaraf and Orion(2005a) 선행 연구의 대상인 고등학생들 중 약 70%의 학생들이 지하수를 인식하지 못한다는 연구 결과와 유사한 결과로 해석할 수 있다. 또한 인간이 물의 순환에 미치는 영향과 작용에 대해서는 응답률이 매우 낮다는 점에서도 선행 연구에서 약 10% 내외의 고등학생들이 물의 순환에서 생물권과 인간 활동의 영향을 인식하고 있다는 측면과 차이를 보이지 않아서 예비 교사들이 지구 환경

시스템 속에 우리 자신을 포함시키고 있지 않다는 결정적인 단면을 본 연구를 통해 알 수 있었다.

Mayer(1995, 1997)는 과학교육의 주된 목표를 환경적 소양의 발달로 보았으며 지구 시스템적 접근을 통해 과학교육의 목표에 도달할 수 있을 것이라 주장하면서, 지구 환경 시스템 체계를 하나의 과학 교육과정으로 통합하여 물리, 화학, 생물 과정을 지구 시스템으로 포용한 교육의 필요성에 대해 피력하였다. 지구계의 하위계들 사이에서 이루어지는 물질의 순환 중 초등학교 5학년 교육과정의 ‘물의 여행’ 단원에서부터 학년을 거듭하며 심화 학습이 이루어진 물의 순환에 대한 예비 교사들의 인식 연구를 통해 ‘지구 시스템 관점에서의 접근’이라는 사범대학의 교육을 통해 먼저 해결해나가야 할 논제를 풀어놓고자 한다.

## 사 사

본 연구는 2007학년도 한국교원대학교 기성회계 학술연구비에서 지원 받아 수행하였습니다. 이에 감사사를 드립니다.

## 참고문헌

- 문병찬, 정진우, 경재복, 고영구, 윤석태, 김해경, 오강호, 2004, 예비교사들의 탄소 순환에 대한 지구시스템의 관련개념과 시스템 사고의 적용. 한국지구과학회지, 25(8), 684-696.
- 이동은, 2007, 고등학교 2학년 학생들의 물 순환 과정과 구성요소에 대한 이해. 한국교원대학교 석사학위논문, 51 p.
- 이효녕, 2006, 지구환경시대의 지구과학교육의 중요성과 최근 동향: 미국 사례를 중심으로. 한국지구과학회 2006년도 추계학술발표회 논문집, 11-22.
- 임은경, 홍상욱, 정진우, 2000, 지구계 교육의 현장 적용에 관한 연구. 한국지구과학회지, 21(2), 93-102.
- 조규성, 강현아, 2002, 지구계교육 프로그램의 적용에 따른 학습자의 반응-지구 기후 개념을 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, 우종욱, 김찬중, 임청환, 이연우, 소원주, 정남식, 이경훈, 이항로, 홍성일, 윤선진, 정철, 박진홍, 1999, 지구과학교육론. 교육과학사, 서울, 419 p.
- Ben-Zvi-Assaraf, O. and 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. and 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. National Aeronautics and Space Administration. Washington, DC, USA.
- Gambro, J.S., 1995, The environmental worldview of pre-service teachers. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association.
- Johnson, J.K. and 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.
- Kali, Y., Orion, N., and 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.
- 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.

2007년 7월 11일 접수  
2007년 9월 10일 수정원고 접수  
2007년 9월 26일 채택