



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

초등교사들의 조석현상 이해에 대한
사례연구

A Case Study on Understanding the Tide of
Elementary School Teachers

제주대학교 교육대학원

초등과학교육전공

이 광 민

2016년 12월



석사학위논문

초등교사들의 조석현상 이해에 대한
사례연구

A Case Study on Understanding the Tide of
Elementary School Teachers

제주대학교 교육대학원

초등과학교육전공

이 광 민

2016년 12월



초등교사들의 조석현상 이해에 대한
사례연구

A Case Study on Understanding the Tide of
Elementary School Teachers

지도교수 현 동 결

이 논문을 교육학 석사학위 논문으로 제출함

제주대학교 교육대학원

초등과학교육전공

이 광 민

2016년 10월



이 광 민의

교육학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장

신애경



심사위원

강동석



심사위원

한동길



제주대학교 교육대학원

2016년 12월



목 차

국문 초록	i
I. 서론	1
1. 연구의 필요성 및 목적	1
2. 연구의 제한점	4
II. 이론적 배경	5
1. 과학교육에서의 질적 연구의 필요성과 가치	5
2. 조석운동에 관련된 개념의 정의	7
3. 관련 선행 연구 고찰	13
III. 연구 방법	16
1. 연구 절차	16
2. 검사 도구	21
IV. 연구 결과	22
1. 교사들의 조석현상 관련 용어의 개념 이해	22
2. 교사들의 조석현상의 횟수에 대한 이해	25
3. 교사들의 조석현상이 발생하는 원인에 대한 이해	32
4. 교사들의 조석주기에 대한 이해	47
5. 연구 결과 정리 및 해석	49
V. 결론 및 제언	54
참고문헌	56
ABSTRACT	58
부 록	60



표 목 차

<표 III-1> 조석 현상과 관련된 교과 내용 분석	17
<표 III-2> 면담 대상자의 배경	19
<표 III-3> 질문지의 문항 내용과 구성	21
<표 IV-1> 문항1에서 문항4까지의 응답 내용	22
<표 IV-2> 문항5, 문항6에 대한 응답 내용	25
<표 IV-3> 문항7, 문항8에 대한 응답 내용	32
<표 IV-4> 문항11, 문항12에 대한 응답 내용	47
<표 V-1> 면담 내용을 토대로 한 교사들의 유형 분류	52



그림 목 차

[그림 II-1] 중력차이 이론	8
[그림 II-2] 기초력의 발생원인	9
[그림 II-3] 달과 지구상의 A, B점 사이의 관계	10
[그림 III-1] 연구의 절차	16
[그림 IV-1] 교사A가 그린 조석현상시 해수면의 그림	33
[그림 IV-2] 교사B가 그린 조석현상시 해수면의 그림	35
[그림 IV-3] 교사C가 그린 조석현상시 해수면의 그림	37
[그림 IV-4] 교사D가 그린 조석현상시 해수면의 그림	39
[그림 IV-5] 교사E, 교사F가 그린 조석현상시 해수면의 그림	41
[그림 IV-6] 교사G가 그린 조석현상시 해수면의 그림	43
[그림 IV-7] 교사H가 그린 조석현상시 해수면의 그림	45



국 문 초 록

초등교사들의 조석현상 이해에 대한 사례연구

이 광 민

제주대학교 교육대학원 초등과학교육전공
지도교수 현 동 결

본 연구는 초등 교사들이 생각하는 ‘조석현상이 생기는 이유’에 대한 사례 연구를 통하여 초등 교사들이 가지고 있는 오개념을 알아보고자 하는데 목적이 있다. 이를 위해 2009 개정 교육과정 중 조석 현상과 관련된 교과 내용 분석을 바탕으로 초등 교사들이 가지고 있는 오개념을 확인할 수 있는 질문지를 개발하였다. 제주도내 초등 교사 8명으로 면담 대상자로 선정하였으며 면담 대상자는 조석현상이 생기는 이유에 대한 질문지를 작성하고, 작성 내용에 대한 이유를 연구자에게 설명하는 방식으로 진행하였다. 연구자는 면담 대상자의 답변 내용 및 설명내용을 바탕으로 추가 질문을 하여 면담 대상자가 가지고 있는 생각을 파악하였다.

공통된 오개념을 살펴보면

첫째, 조석현상이 생기는 원인에 대하여 달의 인력만일 것이라는 오개념을 가지고 있었다.

둘째, 조석현상에서 태양이 어떤 영향을 주는지 이해하지 못하고 있었다.

셋째, 조석현상의 주기에 대하여 이해하지 못하고 있었다.

2009 개정 교육과정에서는 지구의 자전과 공전, 달의 공전을 통해 일어나는 현상에 대하여 학습이 이루어지고 있다. 그러나 대부분의 교사는 달의 공전으로 생기는 현상에 대하여 제대로 이해하지 못하고 있었으며 이는 학습자에게 오개념을 심어주고 있었다.

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

2009 개정 교육과정에 따르면 3-4학년군의 '(1)지구와 달'에서 배운 지구와 달의 모양과 5-6학년군 '(7)태양계와 별'에서 배운 천체에 대한 기초적인 지식을 바탕으로 하여 5-6학년군 '(9)지구와 달의 운동'에서 지구의 자전과 공전, 달의 공전에 대한 개념을 이해하도록 구성하고 있다. 하지만 대부분의 초등교사들은 달의 공전으로 인하여 일어나는 현상에 대하여 이해하기보다는 알고 있는 수준에 그치고 있었으면 달의 공전으로 인하여 일어나는 다양한 현상을 학생들에게 가르치는 것을 매우 어려워하였다(김기숙, 2006).

오개념에 대한 연구는 학생이 가진 오개념을 조사·확인하는 연구에서 오개념의 형성 원인에 대한 연구로 확대되었다. 지금까지의 연구에 의하면 학생들이 학교 교육을 통해서 갖게 되는 오개념의 출처는 '과학학습에 사용된 교재', '교사가 파지한 과학 개념에 대한 개인적 관념', 그리고 '과학 수업을 통한 언어의 연합'으로 더 세분화 할 수 있다(박승재와 조희영, 1999).

지구와 달의 운동에 대한 선행 연구를 살펴보면, Sadler(1987)는 미국의 9학년 학생들을 대상으로 한 연구에서 밤과 낮이 생기는 이유에 대해 면담을 통해 다양한 오개념이 존재함을 밝혔으며, Schoon(1989)은 미국의 초·중·고 및 성인을 대상으로 한 연구에서 태양, 지구, 달에 관한 21가지의 오개념이 존재함을 밝혔다. 국내 연구로, 민준규(1991)의 지구와 달의 운동에 관한 연구, 김영문(1994)의 지구 및 행성의 운동에 관한 연구, 장태환(1994)의 지구와 달의 운동에 대한 초등학생의 개념, 김순걸(1995)의 지구와 달의 운동에 대한 오개념 연구 등을 통하여 지구와 달의 공전과 자전 운동의 학생들의 공간 지각 능력과 상상력을 필요로 하는 3차원의 공간에서 이루어진 회전 운동 현상으로 학생들에게 비교적 이해하고 접근하기 어려운 부분으로 인식되어 온 것이 사실이다(NRC, 1996; 조희영, 1994). 많은 학생들은 천체의 운동에

대한 개념 접근을 꺼리며 개념 습득 정도를 확인하기 위한 평가에서도 단순 암기에 의한 응답을 제시하거나 피상적 직관만으로 응답을 하고 있다. 또한 어려서 접한 비과학적이고 유년적인 개념에서 벗어나지 못한 채, 천체의 운동을 과학적으로 사고하지 못하고 이해하지 못하는 부분으로 남겨 놓는 것 또한 현실이다(AAAS, 1993).

김기숙(2006)은 중등학교 과학교사를 대상으로 한 연구를 통하여 교사들이 기초력의 원인에 대해 달의 인력, 달의 인력과 중력의 합, 달의 인력과 지구 자전에 의한 원심력의 합 등 다양한 대체개념을 가지고 있으며, 힘에 대한 벡터적 이해가 부족하여 힘의 크기와 방향을 제대로 표현하지 못하고 있다는 것을 밝혀냈다. 권선희(2009)는 지구과학 예비교사를 대상으로 한 연구를 통하여 조석 관련 개념을 반드시 가르쳐야 할 내용으로 받아들이고 있으나, 천체의 운동이나 힘의 벡터에 대한 이해부족으로 인해 예비교사들도 어려워하고 있으며 학생들이 가지고 있는 대체개념을 가지고 있거나 교과서에 제시된 내용수준에 머무르고 있다는 것을 밝혔다.

학교에서 이루어지는 과학교육이 학생, 과학 교사, 과학 내용이라는 세 가지 요소 간의 의미 있는 상호작용이라 볼 때, 과학 교사의 정확한 개념 수업이 수행되기 위해서는 교사 자신이 올바른 과학적 개념을 가지고 있어야 할 뿐 아니라 교사 자신이 잘 알고 있는 개념이라 할지라도 학생들에게 적합하게 표현하지 못하면 효과적인 수업이 이루어지기 어려우므로, 학습자들의 특성을 제대로 파악하여 학생들에게 효율적으로 학습시킬 수 있는 능력이 있어야 한다(권재술, 1992). 과학교사가 가진 과학개념이 과학적이지 못할 때 이들 교사에 의해 수행된 학습 지도의 결과는 학생들의 선입개념을 더욱 왜곡하거나 강화할 뿐만 아니라 새로운 개념에 대한 또 다른 오개념을 유발하는 근원을 제공할 것이다(국동식, 2004).

‘알고 있다; 지식’과 ‘이해하고 있다; 이해’는 분명히 다른 것이다. 두 가지 개념 모두 우리가 알고 있는 어떤 것, 그리고 알게 된 과정에 대한 인식의 과정과 결과를 가리킨다. ‘지식(knowledge)’은 경험과 교육을 통해서 얻게 된 사물과 현상에 대한 정보, 지각된 내용, 객관적 사실 등을 가리킬 때 사용하는 단어이다. ‘이해(understanding)’는 지각하는 주체와 지각되는 대상 사이의

관계, 상호작용이 포함되어 다른 현상에 적용하고 응용할 수 있을 때 사용하는 단어이다.

2009 개정 교육과정에서는 지구, 달, 태양에 의하여 일어나는 현상을 이용하여 개념을 추론하도록 구성하여 학생들이 귀납적으로 개념을 이해하도록 구성하고 있다. 즉 어려운 개념이나 혼동하기 쉬운 개념일수록 먼저 숙지한 뒤에 그로인하여 일어나는 현상, 즉 학생들이 일상생활에서 경험하는 현상을 연결시켜 학생들의 개념 형성이나 이해에 도움을 주도록 하고 있다. 하지만 조석 현상과 관련된 개념은 우리가 늘 접하는 현상임에도 불구하고 그 원리가 천체의 운동과 역학적 개념에 대한 이해를 바탕으로 하기 때문에 학생들이 매우 어려워하고 있음이 조사되었다(국동식, 1991). 또한 교사를 대상으로 조석 현상에 대한 개념을 조사한 연구에서 교사 스스로 조석 현상에 대한 정확한 이해 없이 교과서만 읽고 넘어가거나 단순히 내용을 암기하는 경우도 있다고 하였다(김기순, 2006). 교사에게 있어서 내용 지식을 전문성의 가장 기본적인 조건임에도 불구하고 많은 교사들이 조석과 관련된 여러 가지 문제들에 대해 잘못 알고 있는 경우가 많으며 그 결과 학생들도 잘못된 개념을 가지게 되고 실제 조석 현상을 이해하는데 많은 어려움을 겪고 있다고 하였다(김기숙, 2006).

본 연구는 지구, 태양, 달의 운동에 관련된 과학개념학습에 영향을 줄 수 있는 과학적인 개념을 올바르게 이해하고 있는가를 조사하기 위한 것이다. 초등학교 교사들이 지닌 조석 현상에 대한 면담을 통하여 조석 현상에 대한 교사들의 오개념의 유형과 그 특성을 밝히는 것을 목적으로 하였다.

현재 과학교육 연구 방법의 패러다임은 양적 연구에서 질적 연구로 변하고 있음에 주목할 필요가 있다. 양적 연구는 일반적인 경향성을 취하는 입장이어서 예외적인 특성을 배제하는 입장이다. 또한 복잡한 심리작용에 의해 일어나는 제반 현상에 대해서는 측정하기 어렵다는 제한점을 지닌다(Merriam, 1988). 따라서 이 연구에서는 조석 현상에 대한 교사들의 오개념을 설문과 통계에 의한 분석이 아닌 심층적인 면담에 의하여 분석하고 종합하는 사례 연구를 통하여 교사들의 오개념에 대한 유형을 찾고 분석하여 오개념 교정의 방법연구에 기초를 마련하고자 하였다.

2. 연구의 제한점

- 가. 본 연구는 제주도의 초등교사 8명을 대상으로 조석 현상에 대해 초등교사들이 가지고 있는 오개념을 개인별, 유형별로 추적하여 사례를 연구한 것이므로 모든 교사들에게 제한 없이 일반화하려는데 초점을 둔 것이 아니다.
- 나. 본 연구는 교사들이 가진 개념을 조사할 때 연구자는 면담과 관찰, 보고서 등을 토대로 해석하였으므로 교사들의 반응은 연구자의 기준틀 내에서 부분적 혹은 전적으로 다르게 해석될 수 있다.

II. 이론적 배경

1. 과학교육에서의 질적 연구의 필요성과 가치

과학교육에서 질적 연구를 도입하였을 경우의 그 유용성은 다음과 같다(채종현, 1996).

첫째, 과학 수업에서 일어날 수 있는 다양하고 복잡한 사회적 관계나 상징적 상호작용을 탐구하고자 할 때 유용하다. 예를 들면 ‘과학교육에서 협동학습이 학생들에게 미치는 효과’를 연구하려고 할 때, 질적 연구는 ①협동학습이 학생들에게 끼치는 영향과 학생들이 변화하는 모습을 심층적이면서도 자세하게 보여 줄 수 있다. ②연구자의 연구 방향이 의도하는 대로 진행되고 있는지, 어떤 문제점이 도출되고 있는지, 개선해야 할 점은 무엇인지 알 수 있다. ③교사와 학생 간에 일어나는 상호작용, 즉 질문, 대답, 반응, 분위기 등을 알 수 있다.

둘째, 특정한 사례-소집단 혹은 소규모 사회-에 대한 총체적 연구를 하고자 할 때 질적 연구는 유용하다. 예를 들면 ①초등 과학 부진아 발생의 문화기술적 연구 ②대안 학교 과학 수업에 대한 연구 ③대안 학교 학생들의 과학적 태도에 관한 연구 등을 하려고 할 때, 질적 연구는 양적 연구에 비하여 심층적인 연구 결과를 가져다준다.

셋째, 과학 수업에 영향을 끼칠 수 있는 가치, 신념, 행위, 전략 등을 연구하고자 할 때 질적 연구는 효과를 발휘한다. 예를 들면 초등 과학 컴퓨터 보조 학습 프로그램이 과학수업에 미치는 효과를 연구하고자 할 때, ①학생의 학업 성적에 끼친 전통 수업과 컴퓨터 수업간의 효과 차이 ②컴퓨터 수업에서의 언어적 상호작용의 특징 ③교사의 공간 사용과 역할의 변화 ④관리와 통제 방식 등을 통하여 달성되는 과정의 연구에 효과적인 결과를 가져다 줄 수 있다.

넷째, 시간의 흐름에 따른 변화를 인식하고 알고자 할 때 질적 연구의 도입은 유용하다. 예를 들면 교사의 경력에 따른 과학에 대한 인식의 차이를 연구하거나 교사경력에 따른 과학과 수업모형의 차이, 저학년에서 고학년으

로 진학할수록 과학에 대한 적응도 차이 등을 연구하고자 할 때 질적 연구는 좋은 결과를 얻게 해 준다.

다섯째, 과학교육에 있어 질적 연구는 새로운 이론, 관점, 설명체계의 개발에 유용하다. 연구의 문제나 목적이 기존의 연구 이론에서 출발하여 가설-연역적인 방식으로 연구 현장과 자료를 해석하는 양적 연구와는 달리 질적 연구는 연구의 현장에서 도출되는 자료에 근거하여 귀납적인 방식으로 자료를 분석함으로써, 현장을 보다 잘 설명해 줄 수 있는 새로운 개념이나 근접이론을 발전시켜 나가는 것을 연구 목적으로 삼는다.

여섯째, 연구하고자 하는 효과, 현상, 대상, 지역에 대한 선행 연구나 사전 지식이 전혀 또는 거의 없을 때 질적 연구는 유용하다. 예를 들면 ‘컴퓨터 보조 학습 프로그램이 과학과 수업에 미치는 효과’에 관한 연구를 할 때, 사전에 컴퓨터 보조 학습 프로그램에 관한 자세한 정보를 질적 연구를 통해 알 수 있다.

선행연구들을 살펴보면 오개념을 조사하는 방법으로 대부분 선택형 설문지를 사용하였다. 선택형 설문지를 이용하는 방법은 동시에 많은 사람들을 대상으로 할 수 있기 때문에 통계처리 하여 경향성을 알아보기에는 매우 편리한 방법이다. 그러나 개념연구에서 선택형 설문지를 이용하게 되면 감독자가 없는 상황에서 응답하게 되므로 시간의 제약을 받지 않으며 질문의 의도를 잘못 이해할 수 있다. 서술형 설문지의 경우에는 연구대상이 가지고 있는 오개념의 유형을 보다 정확하게 알 수 있지만 서술에 대한 연구대상의 부담감 때문에 회수율이 매우 낮다는 단점이 있다. 이에 본 연구자는 이러한 한계를 극복하기 위하여 정량적 분석에 치우쳤던 이전의 연구들과는 달리 정성적 분석에 가까우며 보다 자세하고 정확한 연구결과를 얻기 위하여 면담을 통한 사례연구를 실시하였다.

2. 조석현상에 관련된 개념의 정의

이 연구에서 사용한 조석현상과 관련된 주요 개념들을 다음과 같이 정의하였다.

1) 조석(tide)

Newton은 바다의 조석은 지구의 서로 반대되는 면들에서 달과 지구사이의 중력차에 의해 생긴다는 것을 증명하였다. 달과 지구의 인력은 달에 가까운 쪽의 지구면에서 더 강하고 달에서 먼 지구의 반대 면에서는 약하다는 것이다. 지구는 지구와 달로 이루어진 계의 질량중심 주위(지구 중심으로부터 표면까지 거리의 3/4 지점)를 돌고 있기 때문에 구심가속도가 생기면 그로 인해 지구와 달이 모두 한 쪽으로 약간씩 늘어나게 된다. 지구에서는 주로 바다가 부풀어져서 양쪽면 모두가 볼록하게 된다.

바다가 부풀을 때는 평균 해수면보다 평균적으로 거의 1m 정도 상승한다. 지구는 하루에 한 번 자전하므로 지구상의 고정된 점은 하루에 두 번씩 부푼 곳을 통과한다. 부푼 곳을 통과하는 지구상의 어떤 부분에서도 밀물을 이루게 된다. 지구가 6시간 후 1/4 회전을 하였을 때 동일 장소의 수위는 평균 해수면보다 거의 1m 낮게 되는데 이것을 썰물이라고 한다. 그곳에 있지 않은 물은 밀물을 이루는 부풀은 부분에 있다. 두 번째 밀물은 지구가 또다시 1/4 회전을 할 때 나타난다. 그러므로 하루에 두 번씩의 밀물과 썰물이 생긴다. 지구가 자전하는 동안 달은 궤도에서 운동하며 매 24시간 50분마다 같은 장소에 나타난다. 따라서 두 번의 밀물이 일어나는 주기는 정확히 24시간 50분의 시간 간격을 갖는다. 그러므로 조석현상은 매일 같은 시각에 일어나지 않게 되는 것이다.

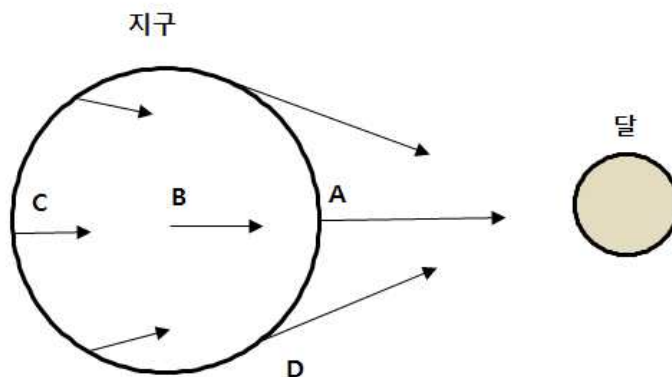
태양이 지구를 끄는 인력은 달이 끄는 힘보다 180배나 크지만 달이 조석에 미치는 영향의 절반도 되지 않는다. 태양에서 지구까지의 거리가 매우 크기 때문에 지구의 반대편 양면에 작용하는 만유인력의 차는 아주 작다. 지구의 양면에 작용하는 태양 힘의 백분율의 차이는 약 0.017인데 비하여 달에 의한 비율은 6.7이다. 단지 태양의 인력이 달보다 180배 크기

때문에 태양에 의한 조석도 거의 1/2 높이($0.017 \times 180\% = 3\%$, 6,7의 약 1/2) 정도가 된다.

태양, 지구 및 달이 일직선상에 놓일 때 태양과 달에 의한 조석이 일치한다. 이 경우에 평균 높이보다 높은 밀물과 평균 높이보다 낮은 썰물이 발생한다. 이와 같은 현상을 ‘사리’라고 한다. 지구, 태양 및 달이 보름달이나 초승달의 형태로 일직선 위에 있는 경우이다. 달이 초승달과 보름달 사이의 중간 상태에서 지구의 어느 한 쪽에 있을 때 태양과 달에 의한 조석의 일부가 서로 상쇄된다. 따라서 밀물은 평균 수위보다 낮고 썰물은 평균 수위보다 높게 되는 이 현상을 ‘조금’ 이라고 한다. (이연우 외, 2003)

2) 중력차이 이론

그림 [II-1]에서 A, B, C, D는 지구의 각 지점에서 받는 달의 중력 크기를 표현한 것이다. A지점은 C지점과 비교해서 달과의 거리차이의 제곱만큼 더 큰 중력을 받을 것이다. 또한 중력의 방향은 달의 중심으로 집중될 것이므로 그림에서 화살표로 표시하였다. 위 그림에서 지구가 질량이 극히 작은 돌덩이라고 가정하고 달이 F_{gA} 만큼의 중력(인력)으로 끌어 당긴다면, A지점은



[그림 II-1] 중력차이 이론

당연히 F_{gA} 크기 만큼 오른쪽으로 이동하여야 하나 A지점은 지구의 일부이며 지구자체의 질량이 뒤에서 받치고 있어 실제로는 F_{gA} 크기 만큼 멀리 이동하지는 않는다. 이를 물리적으로 표현한다면 A지점은 '지구중심과 달 사이의 중력'으로 인해 뒤로 당겨지는 것과 같은 효과를 보인다고 할 수 있다. 이를 수식으로 정리하면 다음 식 (1)과 같다.

$$F_{tA} = F_{gA} - F_{gB} \quad (1)$$

이를 이용하여 A, B, C, D 지점에 작용하는 달의 기조력을 정리하면 아래와 같다.

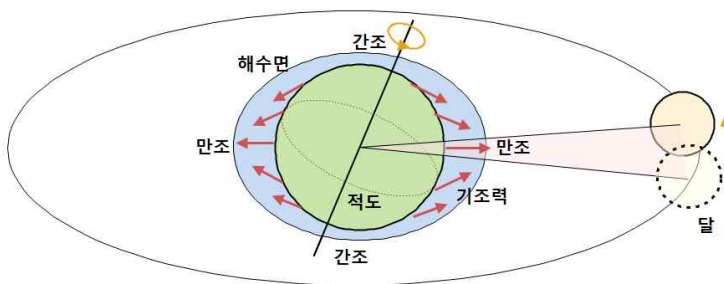
A지점 기조력 F_{tA} 는 $F_{tA} = F_{gA} - F_{gB}$ 이고 방향은 달 방향이 된다.

B지점 기조력 F_{tB} 는 $F_{tB} = F_{gB} - F_{gB}$ 이고 움직임은 없다.

C지점 기조력 F_{tC} 는 $F_{tC} = F_{gC} - F_{gB}$ 이고 방향은 달 반대방향이다.

D지점 기조력 F_{tD} 는 $F_{tD} = F_{gD} - F_{gB}$ 이고 방향은 그림에서의 D의 방향이다.

4) 기조력(tide force)

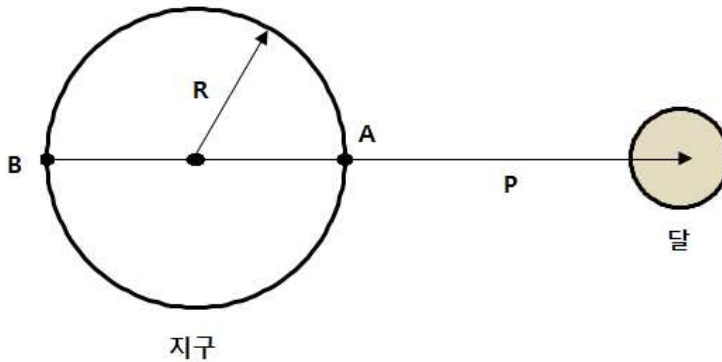


[그림 II-2] 기조력의 발생원인

지구가 달보다 크기 때문에 지구와 달의 공통 질량 중심은 지구 내부에 있게 된다. 이 지점을 중심으로 지구와 달이 회전 운동을 하면서 원심력이 생

기게 되는데, 이 힘과 달의 인력 차이가 기조력이다. 기조력의 크기는 천체의 크기에 비례하고 천체까지의 거리의 세제곱에 반비례한다. 따라서 달은 작지만 가깝기 때문에 달에 의한 기조력은 태양의 약 2배가 된다. 이 기조력에 의해 달을 향한 쪽과 그 반대쪽에서 해수면의 높이가 가장 높은 만조가 된다 (홍준의 외, 2001).

지구와 달을 잇는 축 상에 위치한 지구표면의 두 지점 a, b에 미치는 달의 영향을 생각해 보자[그림 II-3]. 지구와 달 사이의 인력과 공통 질량중심에 대한 두 물체의 원심력 사이에 균형이 이루어진다. 이 균형은 지구와 달 사이에 이루어지는 것이고, 지구의 자전축에 대한 지구의 자전과는 관련이 없다.



[그림 II-3] 달과 지구상의 A, B점 사이의 관계

공통회전의 원심력은 지구상의 모든 점들에 대해 같지만, 지구-달 간의 인력에 있어서는 차이가 있다. 예를 들어 질량이 M인 달이 A지점에 있는 질량 m인 입자에 미치는 인력 F_{aA} 은 다음 식 (2)와 같다.

$$F_{aA} = G \frac{mM}{(P-R)^2} \quad (2)$$

여기서 G 는 중력 상수, P 는 달에서 지구 중심까지의 거리, R 은 지구의 반경이다. A지점의 원심력 F_{cA} 은 다음 식 (3)과 같다.

$$F_{cA} = G \frac{mM}{P^2} \quad (3)$$

A지점의 불균형은 다음 식 (4)와 같다.

$$F_{aA} - F_{cA} = G \frac{mM}{(P-R)^2} - G \frac{mM}{P^2} \quad (4)$$

식(4)에서 공통인수를 묶으면 다음 식 (5)와 같이 정리된다.

$$F_{aA} - F_{cA} = (GmM) \frac{2PR - R^2}{P^4 - 2P^3R + P^2R^2} \quad (5)$$

여기에서 $P \cong 60R$ 이기 때문에 식 (5)는 다음 식 (6)과 같이 근사시킬 수 있다.

$$F_{aA} - F_{Ac} \cong (GmM) \frac{2R}{P^3} \quad (6)$$

B지점에 대해서도 같은 방법을 쓰면, 다음 식 (7)과 같이 얻을 수 있다.

$$F_{aB} - F_{cB} \cong -(GmM) \frac{2R}{P^3} \quad (7)$$

따라서 A와 B 지점에서 크기가 같고 방향이 반대인 힘을 갖게 되고, 이 힘은 달의 질량에 비례하고, 거리의 3승에 반비례한다(Knauss, 1978).

기조력에 대한 관계식은 일반적으로 뉴턴의 만유인력 법칙을 거리 R 에 대하여 미분하면, 다음 식 (8)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{dF}{dR} = \frac{-2GMm}{R^3} \quad (8)$$

식 (8)에서 dR 을 식의 우변으로 이항하여 정리하면 다음 식 (9)와 같이 정리된다(Zeilik et al., 1979).

$$dF = \frac{-2GMm}{R^3} dR \quad (9)$$

여기서 dF 는 R 방향에 따라 작용되는 차등 중력이며, dR 은 한 물체의 지름이 되거나 기조력이 작용되고 있는 인접한 두 물체간의 거리가 된다.

두 경우 모두, 기조력은 MR/d^3 에 비례하고 있음을 나타낸 것이다. 여기서 R 은 조석의 영향을 받는 천체의 반지름이며, M 은 기조력을 일으키는 천체의 질량, d 는 두 천체 사이의 거리이다.

달과 태양이 지구에 미치는 기조력 크기의 비는 차등 중력이 MR/d^3 에 비례하므로 다음 식 (10)과 같다.

$$\begin{aligned} & (1.99 \times 10^{30} kg) / (7.36 \times 10^{22} kg) \\ & \times (3.84 \times 10^5 km)^3 / (1.50 \times 10^8 km)^3 \\ & \approx 5/11 \end{aligned} \quad (10)$$

달과 태양의 총 기조력은 벡터의 합으로 결합되므로, 그 결과는 달의 이각과 관련된다. 즉, 달과 태양의 두 기조력이 합쳐지면 조차가 높은 사리를 일으키고 달과 태양의 두 기조력이 상쇄되면 조차가 적은 조금을 일으키게 된다.

3. 관련 선행 연구 고찰

1) 학생들의 조석에 관련된 오개념

국동식(1991)은 대기압, 조석, 계절변화에 대한 학생의 개념과 학년 간 이해의 차이에 대한 조사를 하였다. 조석 개념 중에서 해수면 높이와 지구, 달 사이의 거리, 조석의 원인, 달 모양과 기조력, 지구 달 태양의 위치와 기조력, 지구 자전 주기와 조석 주기 등과 관련된 13개의 대체개념을 파악하였다.

중·고등학교 학생들을 대상으로 수행된 조석에 관련된 개념 연구에서는 상당수의 중학생들이 달의 모양이 작을 때 기조력도 작고 태양, 지구, 달이 일직선상에 있을 때 기조력이 작으며, 지구가 자전을 하지 않으면 조석이 일어나지 않는다고 이해하고 있는 것으로 나타났다. 또한 다수의 고등학생들은 태양, 지구, 달이 직각으로 위치할 때 조차가 가장 작다고 했지만 조차를 기조력과 별개로 생각하고 있으며, 조석의 원인을 달의 인력으로만 이해하는 것으로 나타났다. 이들 대체개념 중 역학적이거나 원인적 사고를 요하는 학생들의 대체개념은 학년이 높아짐에 따라 강화되거나 더 복잡하게 변하는 경향을 가진 것으로 밝혀졌다. 조석현상과 관련된 개념을 우리가 늘 접하는 현상임에도 불구하고 그 원리가 천체의 운동과 역학적 개념에 대한 이해를 바탕으로 하기 때문에 학생들이 매우 어려워하고 많은 대체개념을 가지고 있음을 확인하였다(국동식, 1995).

김유미와 국동식(1998)은 조석 개념에 대한 수업 전·후의 학생들의 이해를 조사 분석해 본 결과, 수업 전에는 조석 현상의 원인, 달 모양과 기조력, 지구, 달, 태양의 위치에 따른 기조력, 달의 인력 등과 관련된 21개의 다양한 오개념들이 발견되었다. 수업 후에는 이들 중 일부는 감소하거나 사라지고, 일부는 그대로 유지되거나 강화된다는 것을 알아내었다. 그리고 해수면의 변화와 바람과의 관계, 달의 인력 등과 관련된 4개의 오개념이 새롭게 형성됨을 알아내었다.

변재성 등(2004)은 인지 수준에 따른 고등학생들의 지구와 달의 운동에 대한 생각을 조사하였다. 연구에 따르면 학생의 인지 수준이 높을수록 지구와 달의 공전과 자전에 대한 개념이 비교적 논리적이고 과학적으로 정립되

어 있었다. 인지 수준이 중간인 학생의 경우 보편적으로 수업 시간에 학습한 내용을 비판 없이 수용하고 암기하려는 수동적인 학습 태도를 가지고 있었으며, 파지된 개념이 확장되지 못하고 쉽게 망각됨이 조사되었다. 또한 지구와 달의 운동을 설명하는 과정에서 유년적 개념 및 직관과 오인이 나타났으며 논리적 오류를 범하는 경우도 있었고, 특히 달의 위상 및 계절 변화의 원인에 대한 설명에서 학생들이 오개념이 심한 것으로 나타남이 조사되었다. 인지수준이 낮은 학생들은 대체로 과학을 비롯한 학업 성취도가 낮음을 이유로 의욕적인 논리적 사고를 하려고 하지 않았으며, 개념을 인지하고자 하는 태도에서도 소극적이었고, 수동적인 학습된 무기력이 나타났음이 밝혀졌다.

2) 교사들의 조석에 관련된 오개념

김기숙(2006)은 중등학교 과학교사 10명을 대상으로 조석현상에 대한 개념과 이해 수준을 구조화된 질문지로 이용한 일대일 면담을 실시하였다. 조석현상과 관련하여 교사들은 만조 시간이 매일 늦어지는 현상을 잘 알고 있었지만, 그 이유에 대해서는 정확히 설명하지 못하는 경우가 많았다. 조차의 크기와 달의 위상 관계에서는 삭과 망일 때 조차의 크기가 조차의 크기가 같지 않다는 대체개념을 가지고 있었다. 기조력의 원인에 대해 달의 인력, 달의 인력과 중력의 합, 달의 인력과 지구자전에 의한 원심력의 합 등 다양한 대체개념을 교사들도 가지고 있었으며, 각종 힘들에 대한 벡터적 이해가 부족하여 크기와 방향을 제대로 표현하지 못하였다. 대부분의 교사가 우리나라에서 일조부동 현상이 일어나는 것을 모르고 있었으며, 위도에 관계없이 모든 지역에서 만조가 하루에 두 번씩 일어난다는 대체개념을 가지고 있었다. 일부 교사는 지구가 자전하지 않는다면 달 쪽을 향한 면도 만조가 된다는 대체개념을 가지고 있었다. 교사들도 학생들이 가지고 있는 대체개념을 가지고 있었으며 실제 현상에 대한 이해 없이 교과서에 제시된 내용 수준에 머무르고 있다는 것을 밝혀내었다.

명전옥(2001)은 달과 행성의 운동에 대한 예비교사들의 지구과학 문제 해결 실패 요인을 연구한 결과 이들의 문제 해결 정도는 낮음을 알아내었

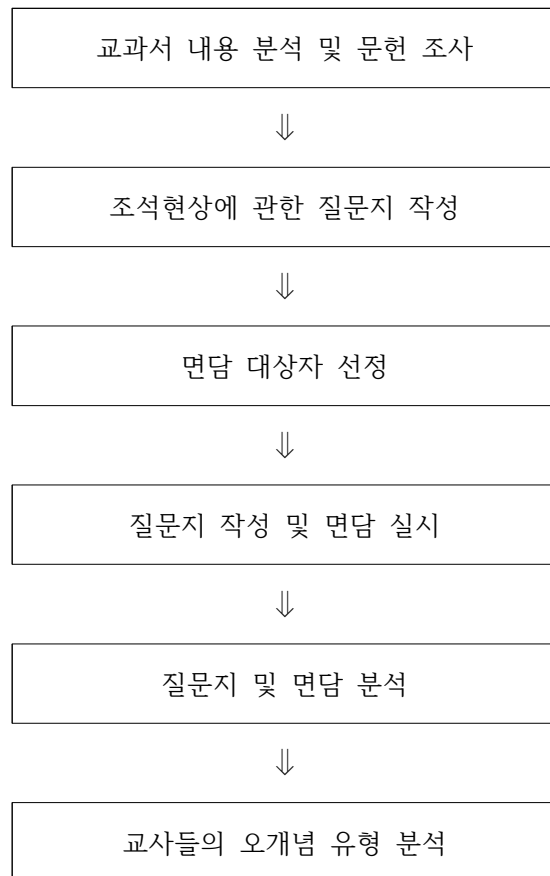
다. 특히 초등 예비교사들의 문제 해결 정도는 중등 과학 예비교사에 비해 더 낮았으며, 문제 해결 실패 요인으로는 선행 지식의 부족, 해결 원리에 의한 문제 표상 실패, 배운 지식의 다른 상황에서의 일반화의 실패, 일상과 문제 해결 상황의 관점에 대한 변별 부족, 인과적 이해 대신 사실적 지식 암기 학습 때문이라고 하였다.

Ⅲ. 연구 방법

조석 현상에 대한 초등 교사들의 이해 수준을 파악하고 가지고 있는 오개념이 무엇인지 알아보기 위한 연구 절차와 방법은 다음과 같다.

1. 연구 절차

이 연구에서 초등교사의 조석 관련 개념들을 알아보기 위한 구체적인 절차는 [그림 Ⅲ-1]과 같다.



[그림 Ⅲ-1] 연구의 절차

1) 1단계: 교과서 내용 분석 및 문헌 조사

1단계에서는 조석 개념과 관련된 교과서 내용을 수집 정리하였으며, 교육 과정에 따라 초등학생들이 학습하게 되는 조석과 관련된 내용을 분석하고 선행 학습 내용을 확인하였다. 조석이 생기는 원인에 대하여는 중학교 1학년에서 학습이 이루어지고 있으므로 학생이 조석 현상에 관하여 가지게 되는 오개념에 영향을 미칠 수 있는 내용을 중심으로 확인하였으며, 관련 단원과 내용은 <표 III-1>과 같다.

<표 III-1> 조석 현상과 관련된 교과 내용 분석

교과	학년	단원	학습내용	개념
초 등 학 교 과 학	3학년 1학기	1.우리 생 활과 물질	고체에 대하여 알아보기	고체, 액체, 기체 의 개념과 차이 점
			액체에 대하여 알아보기	
			기체에 대하여 알아보기	
	4학년 2학기	4. 지구와 달	지구와 달의 모양을 알아보기	지구와 달의 모 양, 크기
			지구와 달을 비교하기	
			지구와 달의 모형을 만들기	
	5학년 1학기	2. 태양계 와 별	태양계 행성의 크기 비교하기	지구와 달의 크 기 비교 및 태양 까지의 거리 비 교
			태양에서 행성까지의 거리 비교하기	
	5학년 2학기	3. 물체의 빠르기	일정한 거리를 이동한 물체의 빠르기 비교하기	속력의 개념
			일정한 시간에 이동한 물체의 빠르기 비교하기	
			물체의 속력 구하기	
	6학년 1학기	1. 지구와 달의 운동	지구의 자전 알아보기	지구의 자전과 공전, 달의 공전
			낮과 밤이 생기는 이유	
			지구의 공전 알아보기	

			여러 날 동안 달의 모양 관찰하기		
			달의 모양이 변하는 이유		
			지구와 달의 운동 모형 만들기		
	6학년 2학기	3. 계절의 변화	계절에 따른 낮의 길이 관찰하기		지구 자전축과 공전에 따른 변 화
			계절에 따른 기온의 변화 관찰하기		
			계절이 변하는 이유		
사 회	5학년 1학기	1.살기 좋은 우리 국토	우리 국토의 모습을 알고 우리나라의 위치 찾아보기	서해안과 동해안 비교하기	
			우리나라의 영토, 영해, 영공의 범위를 이해하고 지도에 표시하기		
			우리나라 지형의 특징 알아보기		
중 학 교	과 학	1학년	XI.해수의 성분과 운동 2.바닷물 의 운동 (2)밀물과 썰물	조석, 조류, 만조, 간조, 조차 용어 정의	조석현상의 개념 및 원인
				조석과 조류의 개념	
				조석 주기의 개념	
				조석 현상의 원인	
				사리와 조금의 원인과 지구-달 위치 관계	
고 등 학 교	과 학	지구 과 학 II	III.해류와 해수의 순 환 9.해파와 조석	조석, 조류, 만조, 간조, 조차 용어 정의	조석현상의 개념 및 원인 조석주기, 기조 력, 일조부등 심 화
				조석 현상의 원인	
				조석 주기의 개념	
				기조력의 개념과 원인	
				일조부등의 개념과 원인	
				자전축의 기울기에 따른 조석 현상	
사리와 조금의 원인과 지구-달 위치 관계					

2) 2단계: 조석현상에 관한 질문지 작성

조석현상의 개념에 대한 이해 수준을 1차적으로 확인한 후, 교사들이 생각하는 조석현상이 생기는 원인에 대하여 알아보고, 사리와 조급에 대한 이해 정도, 조석현상이 일어나는 주기에 대한 이해를 묻는 순서로 구성하였다. 질문지의 답변을 바탕으로 조석현상과 관련된 개념을 묻는 추가 질문을 통하여 교사들의 생각을 파악하도록 하였다.

3) 3단계: 면담 대상자 선정

이 단계에서는 교사들이 조석 관련 현상에 대해 어느 정도 이해하고 있으며, 어떤 오개념을 가지고 있는지 파악하기 위해 면담을 실시하였다. 면담 대상자로는 초등교사 8명(여교사 6명, 남교사 2명)으로 구성하였다. 면담 대상자의 특징으로는 <표 III-2>와 같다.

<표 III-2> 면담 대상자의 배경

교사	성별	나이	교직경력	과학교육 진공여부		학습 여부
				대학	대학원	
A	여	25세 이상 30세 미만	1년 이상 5년 미만	x	x	o
B	여	25세 이상 30세 미만	1년 이상 5년 미만	x	x	o
C	여	25세 이상 30세 미만	1년 이상 5년 미만	x	x	x
D	여	30세 이상 35세 미만	5년 이상 10년 미만	x	x	o
E	여	30세 이상 35세 미만	5년 이상 10년 미만	x	x	o
F	여	30세 이상 35세 미만	5년 이상 10년 미만	o	x	o
G	남	35세 이상 40세 미만	10년 이상 15년 미만	x	x	o
H	남	35세 이상 40세 미만	10년 이상 15년 미만	o	o	o

4) 4단계: 질문지 작성 및 면담 실시

면담 과정은 먼저 교사들에게 조석현상 관련 질문지를 작성하게 하여 미리 문제에 대해 잠시 사고를 정리할 시간을 주었다. 그 후 면담은 일대일로 이루어졌으며, 한 사람당 평균 30분 정도가 소요되었다. 조석현상 관련 질문지 문항을 기본으로 하여 답변 내용을 확인하고 이유를 설명하는 방식으로 진행하였으며 필요에 따라 연구자가 질문을 하면서 그림을 그려 설명하게 하는 방식으로 진행하였다. 면담 장면은 디지털 비디오 카메라를 고정 설치하여 촬영하였으며 녹음기, 면담기록장 등을 추가적으로 준비하여 녹화한 자료를 바탕으로 분석하였다.

5) 5단계: 질문지 및 면담 분석

촬영한 면담 내용을 바탕으로 질문지와 면담지를 함께 분석을 하고 응답 내용을 통하여 조석 관련 개념의 이해 수준과 대체 개념을 분석하였다.

6) 6단계: 교사들의 오개념 유형 분석

마지막 6단계에서는 교사들이 가지고 있는 조석 현상에 대한 면담 분석 결과 자료에 대한 조언을 전문가로부터 받은 후 조석 현상에 대한 오개념을 유형별로 정리하였다.

2. 검사 도구

질문지는 교수 1명과 6학년 초등교사 7명에게 내용타당도를 검증받았다. 조석 관련 내용에 관한 면담 문항은 12문항이고 주요 내용과 구성은 <표 III-3>과 같다.

<표 III-3> 질문지의 문항 내용과 구성

문항 내용	문항 번호
조석현상 관련 용어의 정의 이해	1, 2, 3, 4
조석현상의 횡수에 대한 이해	5, 6
조석현상이 발생하는 원인에 대한 이해	7, 8, 9, 10
조석주기에 대한 이해	11, 12

조석 관련 개념에 대한 이해 수준을 1차적으로 확인한 후, 조석 관련 개념 이해 수준과 대체개념을 조사하기 위하여 심층 면담을 실시하였다. 조석 현상과 관련된 개념을 묻는 질문지 외의 추가적인 질문을 실시하였다.

IV. 연구 결과

이 연구에서는 초등교사들이 조석 현상에 대해 어느 정도 이해하고 있는지 알아보기 위하여 문항별로 답변한 내용을 분석하였으며, 반구조화된 질문지를 이용하여 심층 면담을 하고 이것을 바탕으로 분석하였다.

1. 교사들의 조석현상 관련 용어의 정의 이해

문항1, 문항2, 문항3, 문항4는 조석현상과 관련된 가장 중요한 개념인 밀물, 썰물, 만조, 간조의 개념을 알고 있는지 조사하는 문항으로 구성하였다. 문항1에서 문항4까지에 대한 교사들의 응답 내용은 <표 IV-1>과 같다.

6명의 교사는 밀물, 썰물, 만조, 간조의 정의에 대하여 모두 정답을 말하였다. 정답을 선택한 이유에 대하여는 학습한 경험이 있다고 하였으며 학습한 시기에 대하여는 <표 IV-1>과 같다고 하였다.

교사A는 밀물과 썰물의 개념을 반대로 답하였으며, 교사B는 밀물과 만조의 개념, 썰물과 간조의 개념 모두를 반대로 답하였다.

<표 IV-1> 문항1에서 문항4까지의 응답 내용

	문항1	문항2	문항3	문항4
A	2	1	3	4
B	3	4	1	2
C	1	2	3	4
D	1	2	3	4
E	1	2	3	4
F	1	2	3	4
G	1	2	3	4
H	1	2	3	4

다음은 교사 A와의 면담 내용 일부이다.

[연구자] 밀물이 무엇이라고 생각하시나요?

[교사A] (자신 없이) 2번 바닷물이 바다 쪽으로 이동하여 해수면이 낮아지는 현상이요.

[연구자] 그럼 밀물은 저희가 방파제와 같은 해안가에 있을 때 바닷물이 점점 나가는 현상이라고 할 수 있겠네요?

[교사A] 그렇죠…….

[연구자] 썰물이 무엇이라고 생각하시나요?

[교사A] (자신 없이) 1번 바닷물이 육지 쪽으로 이동하여 해수면이 높아지는 현상이요.

[연구자] 그럼 썰물은 저희가 방파제와 같은 해안가에 있을 때 바닷물이 점점 들어오는 현상이라고 할 수 있겠네요?

[교사A] 아닌가? 1번과 2번이 바뀐 것 같기도 하네요.

[연구자] 바닷물이 들어오거나 나가는 현상을 경험하거나 관찰해 본 적이 있나요?

[교사A] 예, 있어요. 친구들과 해수욕장에서 놀고 있는데 파도가 치더니 물의 깊이가 점점 깊어지던 적이 있어요. 다른 때에는 물의 깊이가 점점 얕아지더니 수영을 거의 하지 못할 정도로 낮아진 적도 있어요.

[연구자] 밀물, 썰물, 만조, 간조라는 용어에 대해서 학습해 본 적이 있다고 했는데 언제였는지 기억이 나시나요?

[교사A] 정확히 기억은 나지 않지만 고등학교 지구과학 시간에 들어 본 적이 있는 것 같아요. 대학교 초등 과학교육 시간에도 들어 본 적이 있는 것 같기는 한데 네 개의 용어의 정확한 뜻은 잘 기억이 나지 않네요.

교사A는 조석현상과 관련된 용어를 학습한 적이 있다고는 하였지만 밀물과 썰물의 정의를 반대로 이해하고 있었으며 만조와 간조의 정의에서도 혼동하는 모습을 보였다. 고등학교 지구과학 시간과 대학 초등 과학교육 시간에

용어를 접한 적이 있지만 용어의 정의를 정확히 이해하지 못하고 있었다.

다음은 교사B와의 면담 내용 일부이다.

[연구자] 밀물이 무엇이라고 생각하나요?

[교사B] 바닷물이 육지 쪽으로 이동하여 하루 중 해수면이 가장 높아진 때요.

[연구자] 썰물이 무엇이라고 생각하나요?

[교사B] 바닷물이 바다 쪽으로 이동하여 하루 중 해수면이 가장 낮아진 때요.

[연구자] 그럼 하루 중 해수면이 가장 높아진 때를 밀물, 가장 낮아진 때를 썰물이라고 하면 되겠네요?

[교사B] 네, 그렇죠.

[연구자] 만조는 무엇이라고 생각하나요?

[교사B] 바닷물이 육지 쪽으로 이동하여 해수면이 높아지는 현상이요.

[연구자] 간조는 무엇이라고 생각하나요?

[교사B] 바닷물이 바다 쪽으로 이동하여 해수면이 낮아지는 현상이요.

[연구자] 그럼 바닷물이 육지 쪽으로 이동하는 현상을 만조, 바다 쪽으로 이동하는 현상을 간조라고 하면 되겠네요?

[교사B] 네, 그렇죠.

[연구자] 밀물, 썰물, 만조, 간조라는 용어에 대해서 학습해 본 적이 있다고 했는데 언제였는지 기억이 나시나요?

[교사B] 초등학교에서 배워본 것 같아요. 그런데 과학 시간이 아니라 사회 시간에 배웠던 기억이 나요. 우리나라 지형의 특징에 대해서 공부할 때요.

[연구자] 지리와 관련하여 배웠을 때를 말하는 건가요?

[교사B] 네, 동해안과 서해안의 차이에 대해 배울 때 ‘동해안은 밀물과 썰물의 차가 작고 서해안은 밀물과 썰물의 차가 크다.’ 이렇게 배웠던 것 같아요.

[연구자] 그럼 만조와 간조라는 용어는 배웠던 적이 없나요?

[교사B] 들어본 것 같기는 한데……. 잘 모르겠어요.

교사B는 조석현상과 관련된 용어를 학습한 적이 있다고 하였지만 밀물과 만조의 정의, 썰물과 간조의 정의 모두를 반대로 이해하고 있었다. 초등학교 사회 시간에 학습했던 내용을 바탕으로 밀물과 썰물의 용어에 대한 잘못된 정의를 가지고 있었으며 그로 인하여 만조와 간조에 대하여도 잘못된 정의를 가지고 있었다.

2. 교사들의 조석현상의 횟수에 대한 이해

문항5 ‘바닷물이 육지 쪽으로 이동하여 해수면이 높아지는 현상은 하루에 몇 번 일어날까요?’ 와 문항6 ‘바닷물이 바다 쪽으로 이동하여 해수면이 낮아지는 현상은 하루에 몇 번 일어날까요?’ 는 조석주기에 대한 이해를 알아보는 문항이다. 문항5와 문항6에 대한 응답 내용은 <표 IV-2>와 같다.

<표 IV-2> 문항5, 문항6에 대한 응답 내용

교사	하루 중 밀물의 횟수	하루 중 썰물의 횟수
A	1번	1번
B	1번	1번
C	1번	1번
D	1번	1번
E	2번	2번
F	2번	2번
G	2번	2번
H	2번	2번

다음은 교사A와의 면담 내용 일부이다.

[연구자] 바닷물이 육지 쪽으로 이동하여 해수면이 높아지는 현상과 바닷물이 바다 쪽으로 이동하여 해수면이 낮아지는 현상 모두 하루에 1번

씩 일어난다고 답하였는데 왜 그렇게 생각하시나요?

[교사A] 달의 인력 때문이에요.

[연구자] 달의 인력의 어떤 부분 때문에 하루에 1번이라고 생각하시는지 설명해 주신다면?

[교사A] 달이 가까워지거나 달이 멀어지는 현상 때문이에요. 지구가 하루에 한 바퀴를 도니까 하루에 한 번은 달과 가까워지고 한 번은 달과 멀어지기 때문이라고 생각해요.

교사A는 밀물과 썰물 현상 모두 하루에 한 번 일어난다고 생각하였다. 그렇게 생각하는 이유로는 달의 인력 때문이라고 답하였으며 지구와 달이 가까워지면 달의 인력이 강해지므로 바닷물이 달 쪽으로 이동하고 지구와 달이 멀어지면 달의 인력이 약해지므로 바닷물이 달 쪽으로 이동하지 않는다고 생각하고 있었다.

다음은 교사B와의 면담 내용 일부이다.

[연구자] 바닷물이 육지 쪽으로 이동하여 해수면이 높아지는 현상과 바닷물이 바다 쪽으로 이동하여 해수면이 낮아지는 현상 모두 하루에 1번씩 일어난다고 답하였는데 왜 그렇게 생각하시나요?

[교사B] 달 때문이요.

[연구자] 좀 더 정확히 이유를 설명해 주신다면요?

[교사B] 달이 뜨고 지는 것과 관련이 있다고 생각해요. 달 때문에 생기는 현상 같은데 달이 하루에 한 번 뜨니까 이 현상도 하루에 1번 일어난다고 생각해요.

[연구자] 그럼 달이 떴을 때와 달이 뜨지 않았을 때로 나누어서 생각할 수 있겠네요?

[교사B] 네, 그렇죠.

[연구자] 그럼 달이 떴을 때가 5번과 6번 중 어느 현상이라고 생각하시나요?

[교사B] 달이 떴으니까 바닷물이 육지 쪽으로 이동하여 해수면이 높아지는

현상이요. 달이 지면 바닷물이 바다 쪽으로 이동하여 해수면이 낮아지는 현상이요.

[연구자] 그럼 선생님이 생각하시기에는 낮에는 항상 바닷물이 육지 쪽으로 이동하여 해수면이 낮아지는 현상이 생기고 밤에는 항상 바닷물이 육지 쪽으로 이동하여 해수면이 낮아지는 현상이 생긴다고 해야겠네요?

[교사B] 어, 아닌데……. 꼭 그렇지는 않은 것 같아요.

교사B는 밀물과 썰물 현상 모두 하루에 한 번 일어난다고 생각하였는데 그 이유로 달이 뜨고 지는 현상을 지목하였다. 밤이 되어 달이 뜨게 되면 달의 인력이 강하게 되어 바닷물이 육지 쪽으로 이동하여 해수면이 높아지고 낮이 되어 달이 지게 되면 달의 인력이 약하게 되어 바닷물이 바다 쪽으로 이동하여 해수면이 낮아지는 현상이 일어난다고 생각하고 있었다. 하지만 연구자와의 질문을 통하여 이러한 현상이 낮과 밤으로 고정이 되어 있지 않았었다는 것을 생각하고 이상한 부분이 있다고 하였다.

다음은 교사C와의 면담 내용 일부이다.

[연구자] 바닷물이 육지 쪽으로 이동하여 해수면이 높아지는 현상과 바닷물이 바다 쪽으로 이동하여 해수면이 낮아지는 현상 모두 하루에 1번씩 일어난다고 답하였는데 왜 그렇게 생각하시나요?

[교사C] 2번, 3번 일어난다고는 생각하지 않아요.

[연구자] 이유를 구체적으로 설명해 주실 수 있나요?

[교사C] 그냥 바닷물이 육지 쪽으로 이동하여 해수면이 높아지는 과정이 1번 일어나고 다시 바다 쪽으로 이동하여 해수면이 낮아지는 과정이 1번 일어나는 것 같아요.

교사C는 밀물과 썰물 현상 모두 하루에 한 번 일어난다고 생각하였는데

그 이유를 구체적으로 설명하지 못하였다. 과학적인 설명 없이 자신이 생각하기에 밀물과 썰물, 만조와 간조 모두 하루에 1번 일어날 것 같다고 하였다.

다음은 교사D와의 면담 내용 일부이다.

[연구자] 바닷물이 육지 쪽으로 이동하여 해수면이 높아지는 현상과 바닷물이 바다 쪽으로 이동하여 해수면이 낮아지는 현상 모두 하루에 1번씩 일어난다고 답하였는데 왜 그렇게 생각하시나요?

[교사D] 과학적인 근거는 잘 모르겠는데 굳이 근거를 들라면 달이 지구를 하루에 한 바퀴 돌기 때문이라고 생각해요.

[연구자] 달의 위치가 바닷물이 이동에 어떤 영향을 주는지 자세히 설명해주시겠어요?

[교사D] 달의 인력이 바닷물이 당기기 때문에 달이 있는 위치 쪽으로 바닷물이 따라서 이동할 것 같아요. 그러면 달이 지구 주위를 하루에 한 바퀴 돌기 때문에 밀물과 썰물, 만조와 간조 현상 모두 한 번씩 일어나게 될 것 같아요.

교사D는 밀물과 썰물 현상 모두 하루에 한 번 일어난다고 생각하였는데 그 이유로 달의 인력을 제시하였다. 달의 인력이 바닷물을 당기고 있기 때문에 달의 이동하는 방향에 따라서 바닷물이 같이 이동할 것이라고 하였다.

다음은 교사E와의 면담 내용 일부이다.

[연구자] 바닷물이 육지 쪽으로 이동하여 해수면이 높아지는 현상과 바닷물이 바다 쪽으로 이동하여 해수면이 낮아지는 현상 모두 2번이라고 답하였는데 왜 그렇게 생각하나요?

[교사E] 낮에 한 번, 밤에 한 번 일어난다고 생각해요.

[연구자] 그럼 총 2번 밖에 일어나지 않는 것 아닌가요?

[교사E] 낮에 밀물과 썰물이 각 한 번씩, 밤에 밀물과 썰물이 각 한 번씩 일어난다고 생각해요.

[연구자] 그럼 낮에 밀물이 2번 일어나거나 밤에 밀물이 2번 일어나거나 하지는 않을까요?

[교사E] 그렇지 않다고 생각해요. 12시간을 주기로 하니까 낮에 밀물이 일어난다면 그 다음 밀물은 밤에 일어나게 되겠죠. 썰물도 12시간을 주기로 하니까 마찬가지로요.

[연구자] 그렇게 생각하는 이유를 알 수 있을까요?

[교사E] 배운 것은 아니고 밀물이 2번 일어나는 것을 봤던 것 같아요.

[연구자] 좀 더 자세히 설명해 주시겠어요.

[교사E] 바닷가에 놀러간 적이 있는데 아침에 물이 들어오는 현상을 봤는데 그 날 저녁에도 물이 들어오는 현상을 본 적이 있어요.

[연구자] 그럼 밀물과 썰물이 2번 일어나는 이유에 대하여는 경험으로 인한 것이고 혹시 다른 이유는 없으신가요?

[교사E] 없어요.

교사E는 밀물과 썰물 현상 모두 하루에 두 번 일어난다고 생각하였다. 그 이유로 밀물과 썰물 현상이 일어나는 것을 하루에 두 번씩 관찰하게 된 자신의 경험을 제시하였다. 경험을 바탕으로 하루 24시간을 두 영역으로 나누어 12시간을 주기로 밀물과 썰물이 일어난다는 대체개념을 가지고 있었다. 경험을 제외한 다른 과학적인 근거는 제시하지 못하였다.

다음은 교사F와의 면담 내용 일부이다.

[연구자] 바닷물이 육지 쪽으로 이동하여 해수면이 높아지는 현상과 바닷물이 바다 쪽으로 이동하여 해수면이 낮아지는 현상 모두 하루에 1번씩 일어난다고 답하였는데 왜 그렇게 생각하시나요?

[교사F] 달이 지구를 끌어당기는 힘 때문이에요.

[연구자] 달의 인력을 말씀하시는 것 같네요. 그럼 달의 인력과 밀물과 썰물

현상을 연관 지어서 설명해 주시겠어요?

[교사F] 지구가 하루에 한 번 자전을 하니까 내가 서 있는 지점이 달과 가장 가까워지는 시각이 한 번 생기고 반대로 내가 서 있는 지점이 달과 가장 멀어지는 시각이 한 번 생기게 되잖아요. 달과 가장 가까워지면 달의 인력이 강해지니 바닷물을 끌어당겨서 밀물이 생기고 반대로 달과 가장 멀어지면 달의 인력이 약해지니 바닷물을 끌어당기지 못해서 썰물이 생긴다고 생각해요.

[연구자] 그럼 달과 가까운 쪽에서만 밀물이 일어난다고 생각하시는 거네요?

[교사F] 네, 그렇죠.

교사F는 밀물과 썰물 현상 모두 하루에 한 번 일어난다고 생각하였는데 그 이유로 달의 인력을 제시하였다. 달의 인력이 바닷물을 당기고 있기 때문에 달의 이동하는 방향에 따라서 바닷물이 같이 이동할 것이라고 하였다.

다음은 교사G와의 면담 내용 일부이다.

[연구자] 바닷물이 육지 쪽으로 이동하여 해수면이 높아지는 현상과 바닷물이 바다 쪽으로 이동하여 해수면이 낮아지는 현상 모두 2번이라고 답하였는데 왜 그렇게 생각하시나요?

[교사G] 아침과 저녁 모두 물이 들어오는 현상이 일어나요.

[연구자] 왜 그렇게 생각하시나요?

[교사G] 어렸을 적 그런 현상을 관찰한 적이 있는 것 같아요.

[연구자] 물이 들어오는 현상을 2번 관찰하셨다고 하였는데 혹시 시간차이는 얼마정도 이었나요?

[교사G] 12시간 아닐까요? 하루가 24시간이니까 밀물이 2번, 썰물이 2번 일어나야 하나까요.

[연구자] 그럼 밀물과 썰물이 2번 일어나는 이유로 경험을 제외한 다른 근거는 없으신가요?

[교사G] 잘 모르겠네요.

교사G는 밀물과 썰물 현상 모두 하루에 두 번 일어난다고 생각하였는데 그 이유로 자신의 관찰에 의한 경험을 제시하였다. 물이 들어오는 현상, 즉 밀물을 하루에 2번 관찰하였고 밀물이 일어나면 다음으로 썰물이 일어날 것이기 때문에 하루에 밀물이 2번, 썰물이 2번 일어난다고 생각하였다.

다음은 교사H와의 면담 내용 일부이다.

[연구자] 바닷물이 육지 쪽으로 이동하여 해수면이 높아지는 현상과 바닷물이 바다 쪽으로 이동하여 해수면이 낮아지는 현상 모두 2번이라고 답하였는데 왜 그렇게 생각하나요?

[교사H] 제가 정확히 설명하지는 못하겠는데 물이 들어오고 나가는 현상이 하루에 2번씩 일어나는 것 같아요.

[연구자] 교사용 지도서나 아님 다른 교재 연구를 통해서 학습한 적이 있으시다는 건가요?

[교사H] 그것은 아니고 주변 사람들에게 들은 적이 있어요.

[연구자] 혹시 어떤 상황에서 듣게 되었는지 알 수 있을까요?

[교사H] 아버지가 낚시를 좋아하시는데 물때와 관련지어 말씀을 하시면서 밀물과 썰물이 하루에 2번씩 일어난다고 하였던 것 같아요.

[연구자] 그럼 어렸을 적 아버지에게 들으신 것 말고 다른 근거는 없으신가요?

[교사H] 네, 없어요.

교사H는 밀물과 썰물 현상 모두 하루에 두 번 일어난다고 생각하였는데 그 이유로 어렸을 적 아버지의 낚시와 관련하여 ‘물때’를 언급하면서 들었던 경험을 제시하였다. 그 이외의 다른 과학적 근거는 제시하지 못하였다.

3. 교사들의 조석현상이 발생하는 원인에 대한 이해

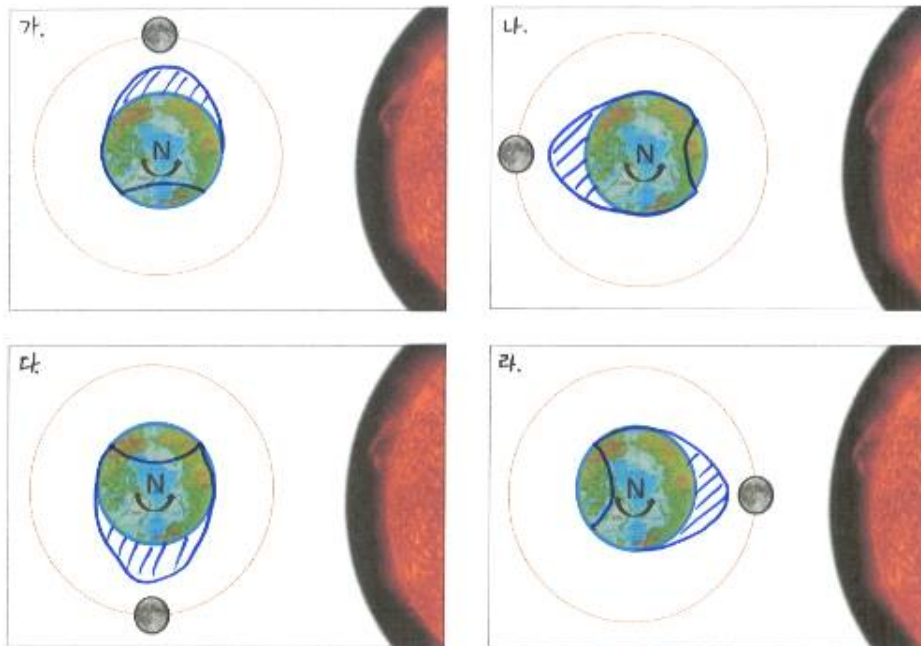
문항7 ‘바닷물이 육지 쪽으로 이동하여 해수면이 높아지는 현상이 발생하는 원인을 모두 고르세요.’ 와 문항8 ‘바닷물이 바다 쪽으로 이동하여 해수면이 낮아지는 현상이 발생하는 원인을 모두 고르세요.’ 는 조석현상이 발생하는 원인에 대한 이해를 알아보는 문항이다. 문항7은 밀물, 문항8은 썰물에 대한 것이며 밀물과 썰물이 발생하는 원인에 대한 응답 내용은 <표IV-3>과 같다.

<표IV-3> 문항7, 문항8에 대한 응답 내용

교사	밀물의 원인	썰물의 원인
A	3번, 5번	3번, 5번
B	3번, 4번, 5번	3번, 4번, 5번
C	3번, 5번	3번, 5번
D	7번	5번
E	3번, 5번	3번, 5번
F	3번, 5번	3번, 5번
G	3번, 5번	3번, 5번
H	3번, 4번, 5번	3번, 4번, 5번

문항7과 문항8에서 응답한 내용을 바탕으로 문항9 ‘태양, 지구, 달의 위치가 다음과 같을 때 지구 해수면의 모습을 그림으로 그려보세요.’를 통하여 응답자가 생각하는 밀물과 썰물의 원인과 그로 인한 해수면의 모습을 확인하였다.

다음은 교사A의 그림과 면담 내용 일부이다.



[그림 IV-1] 교사A가 그린 조석현상시 해수면의 그림

[면담자] 문항7과 문항8에서 응답하신 내용을 바탕으로 문항9에 그린 해수면의 그림을 설명해주시겠어요.

[교사A] 저는 달이 지구를 끌어당기는 힘, 즉 달의 인력이 해수면의 이동에 영향을 준다고 생각해요. 그래서 달이 있는 쪽으로 지구의 바닷물이 끌려가기 때문에 달이 있는 쪽에서 밀물이 생기고 만조도 생긴다고 생각해요.

[면담자] 그림을 보면 달이 있는 반대편에는 해수면이 지구 안쪽으로 타원형을 그리고 있는데 어떤 내용인지 설명해 주시겠어요.

[교사A] 달이 있는 쪽으로 지구의 바닷물이 끌려가야 하니까 달이 없는 곳에서는 달 쪽으로 끌려가야 하는 바닷물이 지표면 아래로 내려간다고 생각해요.

[면담자] 아, 그럼 선생님께서는 달과 가깝지 않은 곳에서도 달의 인력이 강하게 작용한다고 생각하시는 건가요?

[교사A] 그렇죠, 달과 가까운 곳에서는 바닷물이 달쪽으로 모이게 되니까 해수면이 높아지는 밀물현상과 만조현상이 생기고 그 이외의 지역에서는 바닷물이 빠져 나가니까 해수면이 낮아지는 썰물현상과 간조현상이 생기는 거죠.

[면담자] 그럼 밀물과 썰물 현상이 하루에 1번 일어난다고 한 것도 설명해 주실 수 있으신가요?

[교사A] 그림 가를 보면 제가 달 쪽에서 있을 때 밀물이 생기고 밀물에 의해 만조가 생기고, 지구가 하루에 한 바퀴를 도니까 달 쪽에 있지 않을 때에는 썰물이 생기고 달과 정반에 있을 때 간조가 생기겠네요.

[면담자] 이외에도 선생님이 생각하시는 밀물과 썰물 현상에 영향을 주는 것에는 무엇이 있을까요?

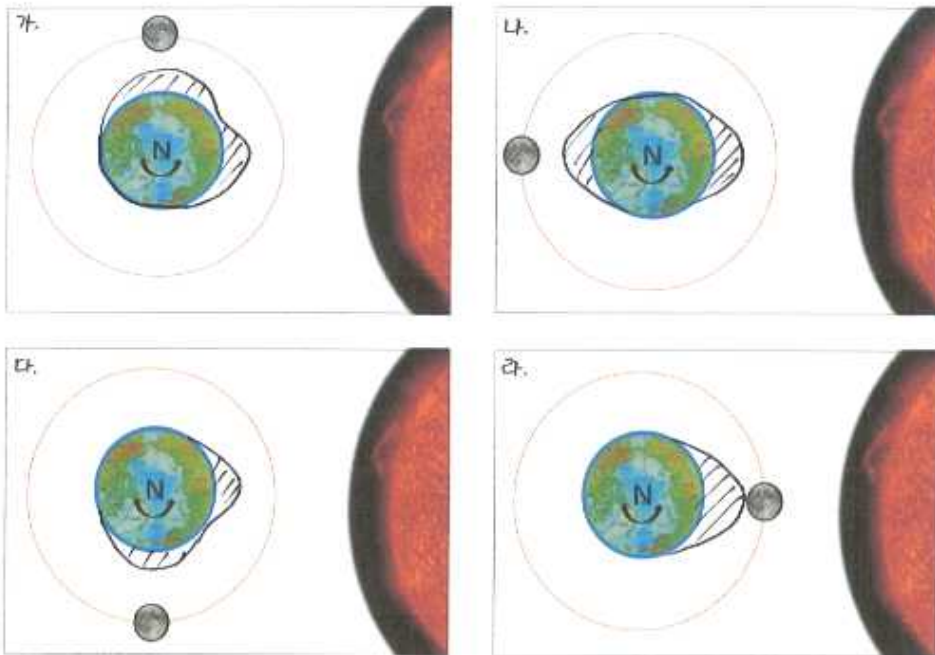
[교사A] 무엇인가 있을 것 같기는 한데……. 잘 모르겠어요.

[면담자] 혹시 태양은 영향을 주지 않을까요?

[교사A] 태양도 영향을 줄 수는 있는데 너무 멀리 떨어져 있어서 영향이 작을 것 같아요. 아무래도 달이 가까이에 있으니까 달의 인력이 강해서요. 태양은 밀물과 썰물 현상에는 거의 영향을 주지 않을 것 같아요.

교사A는 달의 인력이 조석현상에 관련되어 있다고 생각하고 있었다. 지구가 하루에 1바퀴를 회전하므로 달과 가까운 지점에서는 밀물이 생기고 그 이외의 지점에서는 썰물이 생긴다고 하였다. 특히 달과 반대편의 지점에서는 달의 인력으로 인하여 썰물이 생기는데 바닷물이 지표면 아래로 내려가 버린다는 오개념을 가지고 있었다. 태양은 지구와의 거리가 너무 멀어서 영향을 주지 못할 것이라고 하였다.

다음은 교사B의 그림과 면담 내용 일부이다.



[그림IV-2] 교사B가 그린 조석현상시 해수면의 그림

[면담자] 문항7과 문항8에서 응답하신 내용을 바탕으로 문항9에 그린 해수면의 그림을 설명해주시겠어요.

[교사B] 저는 달이 지구를 끌어당기는 힘과 태양이 지구를 끌어당기는 힘 때문에 밀물과 썰물이 생긴다고 생각해요. 그래서 달이 있는 쪽과 태양이 있는 쪽으로 바닷물이 이동하게 되니까 해수면이 높아진다고 생각을 해요.

[면담자] 그러면 그림 가에서 그림 라까지를 달, 태양과 연관 지어서 설명해주세요.

[교사B] 그림 가와 그림 다에서는 달과 태양이 거의 직각으로 위치하니까 달 쪽으로 해수면이 높아지고 태양 쪽으로도 높아지는 거예요. 나머지 부분에서는 해수면이 낮아지고요. 대신 밀물과 썰물의 주기가 좀 다를 것 같아요. 달과 태양이 있는 쪽에서는 밀물과 썰물이 빠르게 일어나고 달과 태양이 없는 쪽에서는 밀물과 썰물이 천천히 일어나겠

죠.

[면담자] 밀물과 썰물이 하루에 2번씩 일어나기는 하는데 주기가 달라진다는 것이죠?

[교사B] 네, 달이 지구 주위를 30일 주기로 공전하니까 이런 현상이 생기는 거예요.

[면담자] 그림 나와 그림 라도 설명해 주시겠어요.

[교사B] 그림 나에서는 달쪽으로 해수면이 높아지고 태양 쪽으로도 해수면이 높아지는 거예요. 나머지 지점에서는 해수면이 낮아지고요. 이때는 밀물과 썰물이 일어나는 시간이 거의 비슷할거예요. 하루가 24시간이니까 대략 12시간 주기라고 하면 되겠네요. 그림 라에서는 달과 태양이 같은 쪽에 위치하니까 달의 인력과 태양의 인력이 같이 작용할거예요. 그래서 제가 해수면의 높이를 다른 것에 비해서 높게 그린 거예요.

[면담자] 어느 정도 해수면의 높이가 차이 난다고 생각하시나요?

[교사B] 달과 태양의 인력이 합쳐지게 되니까 다른 그림에 비교했을 때 거의 2배라고 생각해요.

[면담자] 그림 라를 이용해서서 밀물과 썰물이 일어나는 횟수도 설명해 주시겠어요.

[교사B] 이때는 밀물과 썰물이 하루에 1번 일어나겠네요.

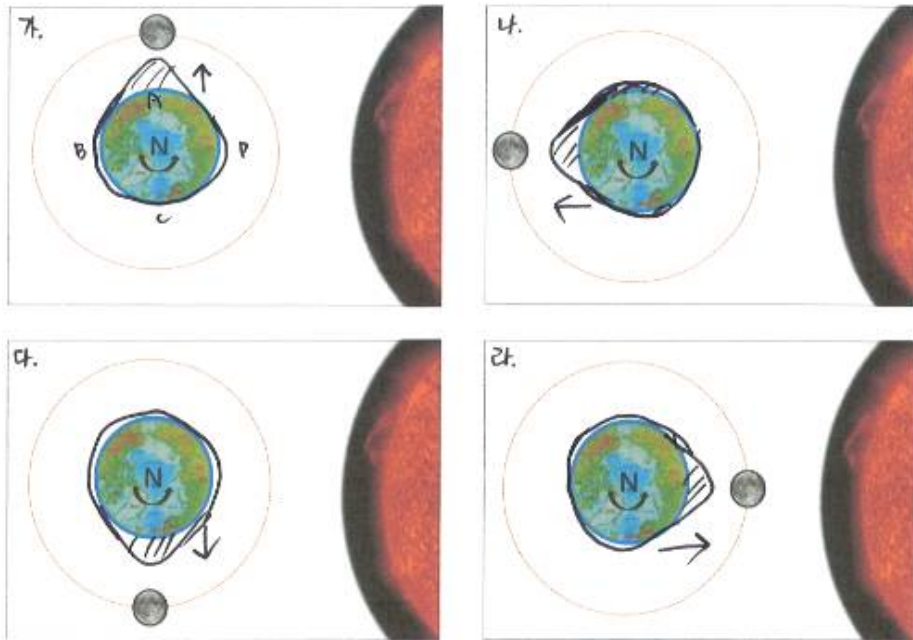
[면담자] 선생님이 문항5, 문항6에서 밀물과 썰물은 하루에 1번 일어난다고 답하셨는데 그림 가, 그림 나, 그림 다를 보면 하루에 2번 일어나네요.

[교사B] 아, 그러네요. 이상하네요. 그림 라에서는 설명이 되는데…….

교사B는 달의 인력과 태양의 인력 2가지가 조석현상에 관련이 있다고 생각하고 있었다. 달의 인력과 태양의 인력의 크기는 거의 비슷하므로 달과 태양 쪽에 있는 바닷물은 끌려가게 되어 해수면의 높이가 높아지는 현상이 일어나게 된다고 하였다. 달과 태양이 같은 쪽에 있을 때에는 달과 태양의 인력이 합쳐지게 되어 해수면의 높이가 다른 때에 비하여 거의 2배 이상 높아지는

현상이 나타날 것이라고 하였다. 하지만 밀물과 썰물이 일어나는 횡수와 관련지어 설명하는 부분에서 그림 가, 그림 나, 그림 다에서 설명이 되지 않았고 그림 라에서만 설명이 되면서 혼동하고 있었다.

다음은 교사C의 그림과 면담 내용 일부이다.



[그림 IV-3] 교사C가 그린 조석현상시 해수면의 그림

[면담자] 문항7과 문항8에서 응답하신 내용을 바탕으로 문항9에 그린 해수면의 그림을 설명해주시겠어요.

[교사C] 달이 지구를 끌어당기는 힘과 달의 공전이 영향을 준다고 생각을 해요. 달이 지구를 1바퀴 정도 도니까 달이 이동하는 위치에 따라서 해수면이 이동한다고 생각해요.

[면담자] 그럼 달이 있는 곳을 향하여 해수면이 가장 높아진다는 것인가요?

[교사C] 그렇죠, 그림 가를 보면 달이 있는 쪽에서는 가장 해수면이 높아지게 될 것이고 그 반대편에서는 가장 해수면이 낮아지겠죠. 나머지 두 부분(그림에 A, B, C, D를 표시하면서)에서는 해수면의 높이가 중간 정도 되겠죠.

[면답자] 문항 5, 문항 6에서 밀물과 썰물이 일어나는 횟수가 하루에 1회씩이라고 하셨는데 그림을 이용하여서 설명해 주시겠어요.

[교사C] 지구가 하루에 1회 자전을 하니까 우리가 A 지점에 있을 때에는 해수면이 가장 높은 만조가 되겠죠. B 지점은 만조에서 간조가 되기 위해 썰물이 일어나니까 해수면이 중간 높이 정도 될 것이죠. C 지점은 해수면이 가장 낮은 간조가 될 것이고 D 지점은 간조에서 만조가 되기 위해 밀물이 일어나니까 B 지점과 비슷한 중간 높이 정도 되겠네요.

[면답자] 밀물과 썰물이 일어나는 데 영향을 주는 것에는 달의 인력과 달의 공전뿐일까요?

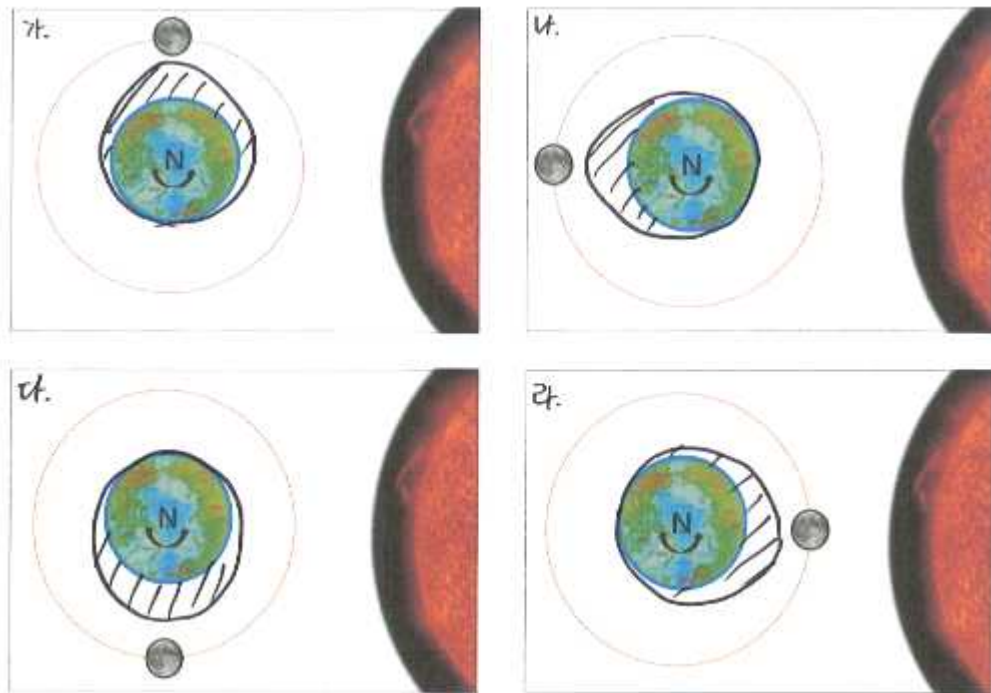
[교사C] 아니요, 다른 것도 있을 것 같아요.

[면답자] 어떤 것이 영향을 준다고 생각하세요?

[교사C] 지구와 가장 가까운 행성이요. 예를 들어서 금성이나 화성은 지구와 가장 가까운 행성이니까 금성과 화성이 지구를 잡아당기는 힘도 영향을 줄 것 같아요.

교사C는 달의 인력이 조석현상에 관련되어 있다고 생각하고 있었다. 지구가 하루에 1바퀴를 회전하므로 달과 가까운 지점에서는 밀물이 생기고 그 이외의 지점에서는 썰물이 생긴다고 하였다. 조석현상에 영향을 주는 다른 요인으로 금성, 화성과 같은 지구에 가까운 행성을 말하였으나 과학적인 근거를 제시하지는 못하였다.

다음은 교사D의 그림과 면담 내용 일부이다.



[그림 IV-4] 교사D가 그린 조석현상시 해수면의 그림

[면담자] 문항 7번을 보면 바닷물이 육지 쪽으로 이동하여 해수면이 높아지는 현상의 원인으로 달이 지구를 밀어내는 힘 때문이라고 하셨는데 왜 그렇게 생각하나요?

[교사D] 달이 지구를 밀어내는 힘 때문에 고르게 분포하고 있던 바닷물이 육지 쪽으로 밀려난다고 생각해요.

[면담자] 문항 8번을 보면 바닷물이 바다 쪽으로 이동하여 해수면이 낮아지는 현상의 원인으로 달이 지구를 끌어당기는 힘 때문이라고 하셨는데 왜 그렇게 생각하나요?

[교사D] 달이 지구를 끌어당기는 힘 때문에 앞에 오는 반대로 육지 가까이 있던 바닷물들이 육지 먼 쪽으로 이동한다고 생각해요.

[면담자] 그럼 선생님께서는 달이 가지고 있는 인력과 척력 때문에 밀물과 썰물이 일어난다고 생각하시는 것인가요?

[교사D] 네.

[면담자] 선생님 말씀대로라면 달의 인력과 척력이 번갈아 가면서 지구에 영향을 준다는 뜻인가요?

[교사D] 아, 좀 이상하네요. 달이 자석처럼 N극과 S극을 가지고 있는 것 같지는 않은데……. 다른 원인이 있을 것 같아요.

[면담자] 선생님이 9번에 그린 그림을 설명해주시겠어요.

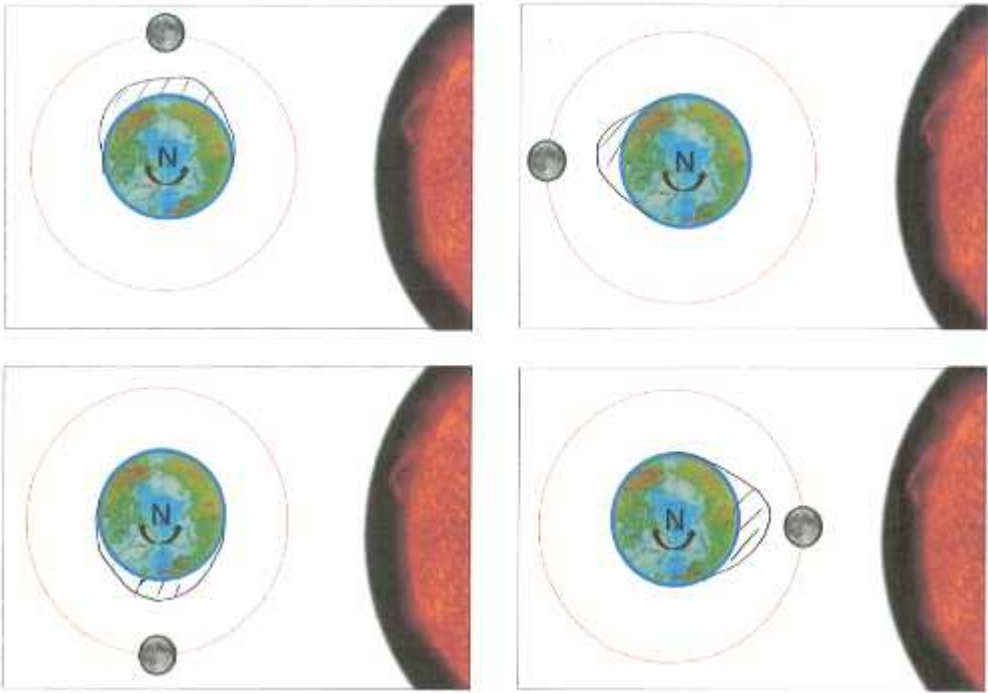
[교사D] 달이 지구 주변을 이렇게 움직이니깐 달이 있는 쪽으로 해수면이 부풀어 오르게 되니까……. 아, 제가 여기서는 달의 인력만 작용하는 것으로 그렸네요.

[면담자] 달이 지구를 밀어내는 힘은 작용하지 않는 건가요?

[교사D] 지구가 달을 잡아당기는 힘 때문인가……. 잘 모르겠어요.

교사D는 달의 인력과 척력을 가지고 있고 달의 인력에 의하여 지구에서는 썰물이 일어나고 달의 척력에 의해서 지구에서는 밀물이 일어난다고 생각하고 있었다. 하지만 그림으로 설명하는 과정에서는 달의 척력을 전혀 나타내지 않고 달의 인력으로 인한 것만 나타내었다. 달의 인력에 의하여 지구에서는 썰물이 일어난다고 생각하였지만 그림으로 그렸을 경우에는 달의 인력으로 지구에서 밀물이 일어나는 것으로 나타내었다. 문항7, 문항8에서 답변한 내용을 그림으로 나타내는 과정에서의 불일치로 인하여 혼동하게 되었고 논리적인 설명을 하지 못하였다.

다음은 교사E와 교사F의 그림과 면담 내용 일부이다.



[그림 IV-5] 교사E, 교사F가 그린 조석현상시 해수면의 그림

[면담자] 문항7과 문항8에서 응답하신 내용을 바탕으로 문항9에 그린 해수면의 그림을 설명해주시겠어요.

[교사E, F] 달이 있는 쪽으로 해수면이 가장 높아지는 현상이 생긴다고 생각해요.

[면담자] 문항5, 문항6에서 밀물과 썰물 현상이 하루에 2번씩 일어난다고 하셨는데 선생님이 그린 그림을 이용하여 설명해 주시겠어요.

[교사E, F] 지구가 달 쪽에 있을 때에는 달이 지구를 끌어당기는 힘이 있어서 바닷물이 달 쪽으로 가니까 밀물이 일어나고 나머지 부분에서는 썰물이 일어나겠죠.

[면담자] 그럼 밀물과 썰물이 일어나는 부분을 설명해 주시겠어요.

[교사E, F] 여기서서는 물이 빠지니까 썰물, 여기서서는 다시 물이 들어오니까 밀물…….

[면답자] 밀물과 썰물이 하루에 1회씩 일어나네요?

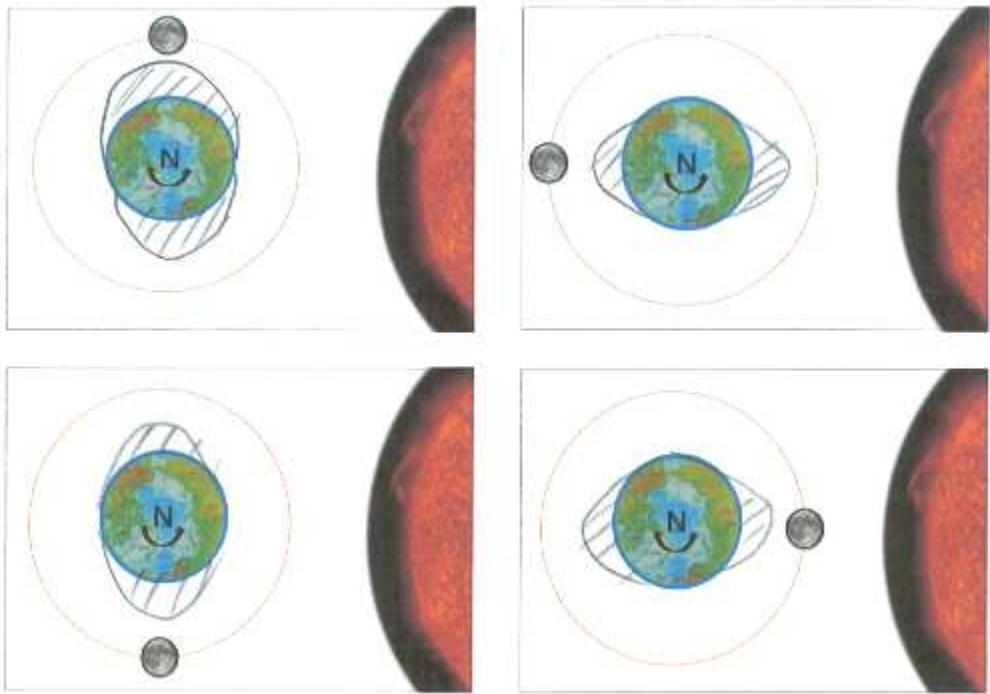
[교사E, F] 그러네요. 제가 알기로는 밀물과 썰물이 하루에 2회씩 일어난다고 알고 있는데 무엇인가 이상하네요.

[면답자] 그럼 이 현상을 설명하기 위하여 밀물과 썰물이 일어나는 데 영향을 주는 것에는 또 다른 무엇이 있을까요?

[교사E, F] 무엇인가 있을 것 같은데 잘 모르겠네요.

교사E와 교사F는 문항5와 문항6에서 밀물과 썰물이 일어나는 횟수를 각 2회씩이라고 답변하였지만 문항9의 그림을 이용하여 설명하는 과정에서 똑같은 오류를 범하였다. 달의 공전과 달의 인력이 밀물과 썰물에 영향을 준다고 생각하여 하루 동안 생기는 밀물과 썰물의 횟수를 설명하는 과정에서 하루에 1회씩 일어나는 것으로 설명하게 되었고 이외의 다른 요인이 있을 것이라고 추측하였지만 잘 모른다고 답변하였다.

다음은 교사G의 그림과 면담 내용 일부이다.



[그림 IV-6] 교사G가 그린 조석현상시 해수면의 그림

[면담자] 문항7과 문항8에서 응답하신 내용을 바탕으로 문항9에 그린 해수면의 그림을 설명해주시겠어요.

[교사G] 달이 지구를 끌어당기는 힘을 가지고 있고 달이 지구를 공전하고 있으니 달이 있는 쪽으로 해수면이 올라갈 것이라고 생각해요.

[면담자] 선생님이 그린 그림을 보시면 달이 있는 반대편에도 해수면이 올라간 것으로 그리셨는데 그 이유는 무엇인가요?

[교사G] 제 경험으로는 밀물과 썰물이 하루에 2번씩 일어나는 것이 확실하니 그에 맞추어서 그림을 그려야 하는데 달의 인력만으로는 설명할 수 없었어요. 생각을 해보니 12시간 주기로 해서 밀물과 썰물이 반복되는 것 같아서 달의 인력으로 밀물이 생기는 반대편에도 밀물이 생겨야 맞는 것 같아서 그렇게 그렸어요.

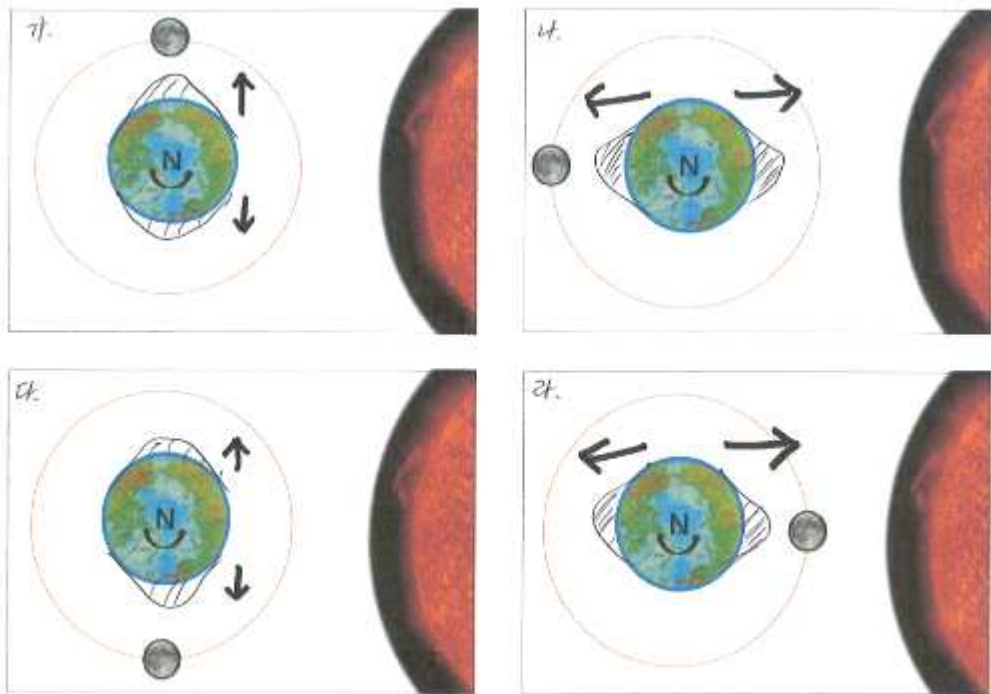
[면담자] 정확한 이유는 모르시고 선생님이 경험으로 알고 있는 사실에 맞추

기 위하여 이렇게 그리셨다는 뜻인가요?

[교사G] 네, 그렇죠. 무엇인가 다른 원인이 있을 것 같은데 잘 모르겠네요.

교사G는 문항5와 문항6에서 밀물과 썰물이 일어나는 횟수를 각 2회씩 이라고 답변하였다. 문항9의 그림을 이용하여 설명하는 과정에서도 달의 위치에 따른 해수면의 모양을 적절하게 제시하였다. 하지만 이러한 현상이 생기는 원인에 대하여 과학적인 근거를 제시하지 못하였고 단순히 경험에 의한 밀물과 썰물의 횟수를 2회로 하기 위하여 달의 인력으로 밀물이 생기는 부분의 반대편에 밀물이 생기게 하였다고 하였다.

다음은 교사H의 그림과 면담 내용 일부이다.



[그림 IV-7] 교사H가 그린 조석현상시 해수면의 그림

[면담자] 문항7과 문항8에서 응답하신 내용을 바탕으로 문항9에 그린 해수면의 그림을 설명해주시겠어요.

[교사H] 이전에 태양, 지구, 달의 위치에 따른 해수면의 모습을 배웠던 기억이 나요. 그 때 태양, 지구, 달이 일직선상에 위치할 때 밀물과 썰물의 차이가 크고 일직선상에 위치하지 않을 때 밀물과 썰물의 차이가 크지 않다고 배웠던 것 같아요.

[면담자] 그림 이 중에서 밀물과 썰물의 차이가 큰 것과 작은 것으로 분류해주시겠어요.

[교사H] 그림 가와 그림 다가 태양, 지구, 달이 일직선상이 아니니까 밀물과 썰물의 차이가 적고 그림 나와 그림 라가 태양, 지구, 달이 일직선상에 있으니까 밀물과 썰물의 차이가 클 것 같네요.

[면담자] 문항7과 문항8에 답변하신 내용을 보면 밀물과 썰물에 미치는 영향

으로 달의 인력과 달의 공전 그리고 태양의 인력을 체크하셨는데 이 3가지를 이용하여서 그림을 설명해 주시겠어요.

[교사H] 달의 인력으로 인하여 달이 있는 쪽의 해수면은 올라가게 될 것이에요. 그리고 그 반대편의 해수면도 올라갈 것 같아요.

[면담자] 달이 있는 반대편은 어떤 이유로 해수면이 올라가는 것인가요?

[교사H] 잘 모르겠어요. 그런데 이전에 이런 그림으로 배웠던 기억이 나요.

[면담자] 태양의 인력이 미치는 영향을 설명하시면요?

[교사H] 그림 라에서 보면 달과 태양이 같은 쪽에 있으니까 달의 인력과 태양의 인력이 합쳐질 거 같아요. 그럼 다른 때보다 해수면이 더 많이 올라 가게 되겠죠.

[면담자] 그럼 그림 나는 어떻게 설명할 수 있나요?

[교사H] 이상하네요……. 달과 태양이 인력이 작용하는 방향이 반대인데…….

교사H는 유일하게 태양이 지구를 당기는 힘이 밀물과 썰물에 영향을 준다고 답변하였다. 이전에 학습한 경험을 바탕으로 태양, 지구, 달이 일직선상에 있을 때 밀물과 썰물의 차가 가장 커진다는 사리의 개념과 태양, 지구, 달이 직각을 이루고 있을 때 밀물과 썰물의 차가 가장 작아진다는 조금의 개념을 인지하고 있었다. 하지만 태양과 달의 인력을 이용하여 밀물과 썰물을 설명하다 보니 달의 반대편에서 밀물이 일어나는 현상에 대하여 원인을 설명할 수 없었다.

4. 교사들의 조석주기에 대한 이해

문항11 ‘2016년 9월 15일 오전 7시에 해수면이 하루 중 가장 높은 것이 관측되었습니다. 9월 16일 오전 7시에 해수면의 높이는 어떻게 될까요?’는 지구의 자전주기와 달의 공전주기의 차이로 인한 조석주기에 대한 이해를 알아보는 문항이다. 문항11과 문항12에 대한 응답 내용은 <표 IV-4>과 같다.

8명의 교사 모두 조석주기가 12시간이 아니라고 답변하였다. 조석주기가 12시간이 아닌 이유에 대하여는 ‘달이 이동하므로’, ‘지구에서 보이는 달의 모양이 달라지므로’, ‘달의 위치가 달라지므로’, ‘달이 공전하므로’를 제시하였다. 달의 공전과 지구의 자전이 조석주기에 영향을 준다는 것은 이해하고 있었으나 달의 공전주기와 지구의 자전주기의 차이로 인하여 조석주기가 12시간이 아닌 약 12시간 25분이 된다는 것을 설명하지는 못하였다.

<표 IV-4> 문항11, 문항12에 대한 응답 내용

교사	문항11	문항12
A	같지 않을 것이다.	달이 이동하므로
B	같지 않을 것이다.	지구에서 보이는 달의 모양이 달라지므로
C	같지 않을 것이다.	달의 위치가 달라지므로
D	같지 않을 것이다.	달의 위치가 달라지므로
E	같지 않을 것이다.	지구는 자전하고 달은 공전하므로
F	같지 않을 것이다.	달이 공전하므로
G	같지 않을 것이다.	달의 공전주기는 30일이므로
H	같지 않을 것이다.	달이 이동하므로

다음은 교사B와의 면담 내용 일부이다.

[연구자] 9월 15일과 9월 16일의 해수면의 높이가 같지 않을 것이라고 하였는데 왜 그렇게 생각하였나요?

[교사B] 예를 들어서 9월 15일이 보름달이라고 하면 다음날인 9월 16일은 보름달이 되지 않으니까요.

[연구자] 지구에서 보이는 달의 모양이 해수면의 높이와 관련 있다는 뜻인가요?

[교사B] 그렇지 않을까요. 지구에서 보이는 달의 모양이 변한다는 것은 무엇인가 달이 지구에 미치는 영향에도 변화가 있다는 것 같아요.

교사B는 조석주기가 12시간이 아닌 이유에 대하여 지구에서 보이는 달의 모양이 영향을 준다고 생각하고 있었다.

다음은 교사E와의 면담 내용 일부이다.

[연구자] 9월 15일과 9월 16일의 해수면의 높이가 같지 않을 것이라고 하였는데 왜 그렇게 생각하였나요?

[교사E] 달의 공전주기가 30일이니까 9월 16일에는 달이 하루만큼 더 옆으로 이동했을 것 같아요. 그러면 이동한 만큼 해수면이 높아지는 시간이 달라지겠죠.

[연구자] 그럼 9월 16일에는 어느 시각에 만조가 되는지 알 수 있을까요?

[교사E] 지구의 자전은 1일이고, 달의 공전은 30일이니까……. 잘 모르겠어요. 어쨌든 차이가 날 것 같아요.

교사E는 조석주기가 12시간이 아닌 이유에 대하여 가장 근접한 이유를 찾고 있었다. 지구의 자전주기가 1일이고 달의 공전주기가 30일이므로 다음날 같은 시각에서 달의 위치가 변한 다는 것을 이해하고 있었으나 공전주기를 정확히 구해내는 것은 어려워하였다.

5. 연구 결과 정리 및 해석

이상의 면담 내용을 종합하여 초등 교사들이 조석현상과 관련하여 어떤 오개념을 가지고 있는지 면담 내용을 분석하여 연구 결과를 정리하였다.

가. 문항별 이해 분석

1) 조석현상 관련 용어의 이해 분석

-밀물과 썰물, 만조와 간조의 개념을 모두 이해하고 있음. (교사 C, D, E, F, G, H)

-밀물과 썰물의 개념을 반대로 이해하고 있음. (교사 A)

-밀물과 만조의 개념, 썰물과 간조의 개념을 반대로 이해하고 있음. (교사 B)

- 8명의 교사 중 6명의 교사는 밀물과 썰물, 만조와 간조의 개념을 정확히 이해하고 있었다. 하지만 1명의 교사는 밀물과 썰물의 개념을 반대로 이해하고 있었으며 다른 1명의 교사는 밀물과 만조의 개념, 썰물과 간조의 개념을 반대로 이해하고 있었다.

2) 조석현상의 횟수에 대한 이해 분석

-하루 중 일어나는 밀물과 썰물의 횟수는 각 1회씩이다. (교사 A, B, C, D, F)

-하루 중 일어나는 밀물과 썰물의 횟수는 각 2회씩이다. (교사 E, G, H)

- 8명의 교사 중 5명의 교사는 하루 중 일어나는 밀물과 썰물의 횟수를 각 1회로 알고 있었다. 교사 A, B, D, F는 달이 인력을 가지고 있기 때문에 지구와 달이 가까운 쪽에서는 지구의 해수면이 달 쪽으로 부풀어 오를 것이고 반대편에서는 지구의 해수면이 부풀어 오르지 않을 것이라고 하였다.

교사 C는 과학적인 근거 없이 자신이 생각하기에 각 1회가 일어날 것이라고 하였다.

- 8명의 교사 중 3명의 교사는 하루 중 일어나는 밀물과 썰물의 횟수를 각 2회로 알고 있었다. 교사 E는 밀물과 썰물은 관찰하게 된 자신의 경험을 근거로 들었으며 경험을 바탕으로 하루 24시간을 두 영역으로 나누어 12시간을 주기로 밀물과 썰물이 일어난다고 하였다. 교사 G는 자신이 하루에 밀물을 2번 관찰하였다는 경험을 근거로 썰물 역시 2번 일어날 것이라고 하였다. 교사 H는 ‘물 때’와 관련하여 낚시와 관련된 경험을 근거로 제시하였다.

3) 조석현상이 발생하는 원인에 대한 이해 분석

- 달의 인력만이 조석현상에 영향을 줄 것이다. (교사 A, C, D, E, F)
- 달의 인력과 태양의 인력이 같은 크기의 영향을 줄 것이다. (교사 B)
- 달의 인력과 그 이외의 힘이 영향을 줄 것이다. (교사 G)
- 달의 인력과 태양의 인력이 영향을 줄 것이다. (교사 H)

- 8명의 교사 중 5명의 교사는 달의 인력만이 조석현상에 영향을 줄 것이라고 하였다. 교사 A는 달과 지구가 가까운 지점과 그 반대편에서도 달의 인력이 작용하여 바닷물이 지표면 아래로 내려가 버릴 것이라고 하였다. 교사 C, D, E, F는 모두 달의 인력만이 지구의 조석현상에 영향을 줄 것이고 다른 요인은 없을 것이라고 하였다. 이는 지구가 자전이라는 회전운동을 하면서 원심력이 생기게 되고 이 힘으로 인하여 밀물이 생긴다는 것을 인지하지 못하는 것으로 보인다.
- 교사 B는 달의 인력과 태양의 인력이 같은 크기로 조석현상에 영향을 줄 것이라고 하였다. 이는 태양은 달에 비하여 훨씬 크지만 너무 멀리 떨어져 있어 지구에 미치는 달의 인력에 비해 그 영향력이 45%에 불과하다는 것을 인지하지 못하는 것으로 보인다.

- 교사 G는 달의 인력과 그 이외의 힘이 조석현상에 영향을 줄 것이라고 하였다. 교사G는 자신의 경험을 바탕으로 밀물과 썰물의 횡수를 2회로 하기 위하여 그림을 그리는 과정에서 달의 인력으로 인하여 밀물이 생기는 과정을 이해하고 있었으나 그 반대편을 밀물로 그리는 과정에서는 과학적인 근거를 제시하지 못하였다. 이는 지구가 자전이라는 회전 운동을 하면서 원심력이 생기게 되고 이 힘으로 인하여 밀물이 생긴다는 것을 인지하지 못하는 것으로 보인다.
- 교사 H는 달의 인력과 태양의 인력이 조석현상에 영향을 줄 것이라고 하였다. 태양, 지구, 달이 일직선상에 있을 때와 태양, 지구, 달이 직각을 이루고 있을 때를 구분하여 조석현상에 미치는 영향을 이해하고 있었다. 하지만 교사 H도 달의 인력으로 인하여 밀물이 생기는 과정을 이해하고 있었으나 그 반대편을 밀물로 그리는 과정에서는 과학적인 근거를 제시하지 못하였다. 이는 지구가 자전이라는 회전 운동을 하면서 원심력이 생기게 되고 이 힘으로 인하여 밀물이 생긴다는 것을 인지하는 못하는 것으로 보인다.

4) 조석주기에 대한 이해 분석

-조석주기는 12시간이 아닐 것이다. (교사 A, B, C, D, E, F, G, H)

- 8명의 교사 모두 조석주기는 12시간이 아닐 것이라고 하였다. 교사 B는 지구에서 보이는 달의 모양이 조석주기에 영향을 줄 것이라고 하였다. 교사 E는 조석주기가 12시간이 아닌 이유에 대하여 지구의 자전주기와 달의 공전주기를 이용하여 설명하려 하였으나 이해가 부족하였다. 이는 지구상의 한 지점에서 자전을 하여 원래의 위치로 돌아왔을 경우 달은 하루 전의 그 위치에 있지 않고 반시계 방향으로 약 12° ($360^\circ / 30\text{일}$)만큼 회전한 곳에 위치하게 되므로 달이 남중하기 위해서는 지구가 12° 만큼 더 자전해야 하므로 시간으로 환산시 약 50분이 더 걸린다는 것을 이해하지 못하는 것으로 보인다.

나. 교사들의 오개념 유형 분류

이상의 면담 내용을 토대로 <표 V-1> 과 같이 교사들의 유형을 4개로 분류하였다.

<표 V-1> 면담 내용을 토대로 한 교사들의 유형 분류

그룹	교사	조석현상 횟수	조석현상 원인	조석주기 이해
1	A	x	x	o
	C	x	x	o
	D	x	x	o
	F	x	x	o
2	E	o	x	o
	B	x	o	o
3	G	o	o	o
4	H	o	o	o

1) 달의 인력만이 조석현상의 원인이라고 생각한 교사

이 유형에 해당하는 교사들은 조석현상이 발생하는 원인으로 달의 인력만을 제시하였다. 달의 인력으로 인하여 지구 표면에 있는 유체인 물이 달 쪽으로 이동할 것이라고 생각하였고 그로 인해 조석현상이 하루 중 일어나는 횟수도 각 1회일 것이라고 생각하였다. 태양의 인력에 대하여는 태양과 지구 사이의 거리가 멀기 때문에 지구에 미치는 영향이 거의 없을 것이라고 하였다. 그로 인해 교사들은 태양의 인력을 무시한 채 달이 있는 방향으로만 해수면이 부풀어 오르며 그리는 공통점을 보였다. 이러한 잘못된 과학적 개념은 때로는 달 방향의 바닷물은 달 쪽으로 부풀어 오를 것이고 달 반대 방향의 바닷물은 지표면 아래로 내려간다는 오개념을 갖도록 영향을 주었다.

2) 달과 태양의 인력만이 조석현상의 원인이라고 생각한 교사

이 유형에 해당하는 교사들은 조석현상이 발생하는 원인으로 달과 태양의 인력을 제시하였다. 태양의 질량, 달의 질량, 태양과 지구 사이의 거리, 달과 지구사이의 거리 차에 의한 태양과 달이 지구 해수면에 미치는 인력의 크기에 대하여 과학적인 개념이 부족하였다. 그로 인해 지구의 해수면에 미치는 달의 인력과 태양의 인력의 크기는 비슷할 것이라고 생각하였고 그렇기 때문에 달과 태양 쪽의 바닷물이 부풀어 오르게 될 것이라고 하였다.

3) 달의 인력과 다른 원인이 조석현상의 원인이라고 생각한 교사

이 유형의 교사는 조석현상이 발생하는 원인으로 달의 인력과 그 외의 원인이 있을 것이라고 하였다. 그 외의 원인에 대한 과학적인 개념을 제시하지는 못하였지만 자신의 경험을 바탕으로 조석현상에 대하여 설명하려고 하였다. 경험을 바탕으로 하였기 때문에 하루 중 일어나는 조석현상의 횟수에 대하여는 알고 있었다. 하지만 과학적 개념 이해가 없이 단순히 경험을 바탕으로 한 현상에 대한 이해만 있었기 때문에 조석현상의 다양한 부분에 대하여 설명할 수 없었다.

4) 달과 태양의 인력의 차이가 조석현상의 원인이라고 생각한 교사

이 유형의 교사는 조석현상이 발생하는 원인으로 달의 인력과 태양의 인력을 제시하였다. 태양의 질량, 달의 질량, 태양과 지구 사이의 거리, 달과 지구 사이의 거리 차에 의한 태양과 달이 지구 해수면에 미치는 인력의 크기에 대하여 비교적 과학적인 개념을 가지고 있었다. 그로 인해 삭과 망, 상현과 하현에서의 위치에 따른 달과 태양의 인력의 합성과 분해가 생긴다는 것을 이해하고 그로 인하여 생기는 조금과 사리의 개념을 설명할 수 있었다. 하지만 지구 각 지점에서 발생하는 기조력의 원인에 대한 정확한 이해가 없기 때문에 달의 반대편에서 밀물이 일어나는 현상에 대하여 설명할 수 없었다.

V. 결론 및 제언

초등교사 8명을 대상으로 조석현상과 관련된 개념, 조석현상이 발생하는 원인, 조석주기에 대한 이해 등을 알아보기 위하여 심층 면담을 실시하였다. 연구 결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 조석현상이 생기는 원인에 대하여 달의 인력만일 것이라는 오개념을 가지고 있었다. 지구와 달의 공통 질량 중심을 기준으로 지구와 달이 회전 운동을 하면서 지구의 각 지점에서는 차등 중력이 생기게 된다. 이 힘은 달과의 거리차이의 제공만큼 차이가 나게 된다. 따라서 조석현상이 생기는 원인은 달의 인력뿐만 아니라 차등 중력에 의한 지구 각 지점에서의 힘의 차이가 영향을 미친다고 할 수 있다. 하지만 8명의 교사 모두 차등 중력으로 인하여 생기는 힘이 조석현상에 영향을 끼친다는 것을 알지 못하였다.

둘째, 조석현상에서 태양이 어떤 영향을 주는지 이해하지 못하고 있었다. 기조력의 크기는 천체의 크기에 비례하고 천체까지의 거리의 세제곱에 반비례한다. 따라서 달은 작지만 가깝기 때문에 달에 의한 기조력은 태양의 약 2배가 된다. 달과 태양의 기조력은 벡터의 합으로 결합되므로 지구와 태양, 달이 이루는 이각에 따라 기조력의 크기가 결정된다. 두 기조력이 합쳐지면 조차가 높은 사리를 일으키고 두 기조력이 상쇄되면 조차가 적은 조금을 일으키게 된다는 것을 교사들은 이해하지 못하고 있었다.

셋째, 조석주기에 대하여 제대로 이해하지 못하고 있었다. 8명의 교사 모두 만조에서 다음 만조까지의 시간으로 12시간이 아닐 것이라고 하였다. 하지만 이런 조석주기에 대하여 지구의 자전과 달의 공전을 이용한 정확한 설명을 하지 못하고 있었다.

조석현상은 우리가 일상생활에서 쉽게 접할 수 있는 현상이면서도 불구하고 이에 대한 교사들의 이해가 부족하였다. 교사들이 가지고 있는 이런 오개념은 학생들에게 더욱 왜곡되거나 심화되어 또 다른 오개념을 유발할 가능성이 있다.

이에 본 연구 결과를 바탕으로 후속 연구를 위해 다음과 같이 제언하고자 한다.

첫째, 교사가 가진 개념이 과학적이지 못할 때, 학생들의 개념 및 오개념은 더욱 왜곡되거나 심화될 수 있으므로 지구 과학의 다른 영역에서도 초등 교사들의 개념 분석을 통한 오개념에 대한 연구가 필요할 것이다.

둘째, 조석현상을 비롯한 지구과학에서의 많은 개념은 원리가 천체의 운동과 역학적 개념에 대한 이해를 바탕으로 하기 때문에 교사들도 정확한 이해를 하기 어렵다. 교사들이 정확한 이해를 바탕으로 학생들을 지도할 수 있도록 하는 다양한 프로그램에 대한 연구가 필요할 것이다.

참 고 문 헌

- 강효진, 김대철, 이동섭, 이상룡, 이재철, 정익교, 허성희(2001). **해양학, 시그 마프레스.**
- 고대권(2009). **초등학생들의 낙하운동 개념에 대한 질적 연구.** 제주대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 국동식(1991). **대기압, 조석, 계절 변화에 대한 학생의 개념과 학년간 이해의 차이.** 서울대학교 박사학위 논문.
- 국동식(1995). **조석개념에 대한 학생들의 이해.** 한국과학교육학회지 15(4), 429-436.
- 국동식(2004). **대기와 해양의 몇 개념들에 대한 중·고등학교 과학교사의 개념.** 한국지구과학회지25(6), 402-408.
- 권선희(2009). **지구과학 예비교사들의 조석에 관한 대체개념.** 경북대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 권재술(1992). **과학 개념 학습을 위한 수업 절차와 전략.** 한국과학교육학회지, 12(2), 19-29.
- 김기숙(2006). **중등학교 과학교사들의 조석관련 개념에 대한 면담연구.** 서울대학교 석사학위논문.
- 김순걸(1995). **지구와 달의 운동에 대한 오개념 연구.** 강원대학교 석사학위 논문.
- 김영문(1994). **고등학생의 지구 및 행성의 운동에 관한 개념.** 한국교원대학교 석사학위논문.
- 김유미, 국동식(1998). **중학생의 수업 전·후의 조석 개념 변화.** 과학교육연구논총 14, 87-98
- 김병하 역(2002). **질적연구의 이해와 실천.** 한국학술정보.
- 류태호(1991). **중학교 체육수업에 대한 문화기술적 분석.** 서울대학교 석사논문.
- 명전옥(2001). **예비교사들의 지구과학 문제 해결 실패 요인: 달과 행성의 운동을 중심으로.** 한국지구과학회지 22(5), 339-349.

- 민준규(1991). **중등학생 및 과학교사의 지구와 달의 운동에 관한 개념**. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 박승재, 조희영(1999). **교수-학습 이론과 과학 교육**. 교육과학사.
- 변재성, 정재구, 문병찬, 정진우(2004). **지구와 달의 운동에 대한 고등학생들의 생각**. 한국지구과학회지 25(7), 519-531.
- 이용남 역(1992). **질적연구의 신뢰도와 타당도**. 교육과학사.
- 이연우, 우명찬(2003). **수학없는 물리**. 흥릉과학출판사.
- 장태환(1994). **지구와 달의 운동에 대한 아동들의 개념 조사 연구**. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 조주환(2001). **해양학**. 조선대학교 출판부.
- 조희형(1994). **잘못 알기 쉬운 과학 개념**. 전파과학사.
- 채종현(1996). **학생들의 달 위상변화의 원인에 대한 개념 조사**. 한국초등과학교육학회지, 15(1), 45-55.
- American Association for the Advancement of Science(1993). 변승재 역(2004).
- Merriam, S. B. (1988). Case study research in education: A qualitative approach. 허미화 역(1994).
- Knauss, J. A. (1978). Introduction to physical oceanography. 안희수, 오수삼 공역(1998).

ABSTRACT

A Case Study on Understanding the Tide of Elementary School Teachers

Lee, Kwang Min

Major in Elementary Science Education,
Graduate School of Education,
Jeju National University

Supervised by Professor Hyeon, Dong geol

The purpose of this study is to investigate the misconceptions and alternative concepts of elementary school teachers through qualitative research on the reason why elementary school teachers think about tidal phenomena. For this purpose, I developed a questionnaire to identify the misconceptions and alternative concepts of elementary school teachers through analyzing the contents related to the tide phenomenon in the 2009 revision curriculum. A questionnaire was prepared for 8 elementary school teachers in Jeju Island to explain the reasons for tidal phenomena and explanations were made on the contents of the contents. The researchers were asked to understand the thoughts of the interviewees through additional questions.

Looking at the common types of preconceptions

First, there was a misconception that the cause of the tidal phenomenon would be the workforce of the moon.

Second, there did not understand how the sun affected the tidal phenomena.

Third, there did not understand the phenomenon tidal cycle.

In the 2009 revised curriculum, learning is taking place about the phenomena that occur through the rotation and revolutions of the Earth and the orbit of the Moon. However, most of the teachers did not understand the phenomenon caused by the lunar orbit, which gave learners misconceptions or alternatives.

부 록

〈부록 1〉 조석현상에 대한 설문지

〈부록 1〉 조석현상에 대한 설문지

조석현상에 대한 설문지

다음 설문지는 밀물과 썰물 현상과 관련된 개념에 대한 이해 정도를 조사하고자 하는 것입니다. 이 조사 자료는 연구 이외의 목적으로는 사용되지 않음을 약속드립니다. 답변 내용은 밀물과 썰물 개념 연구를 위한 소중한 자료가 될 것이므로 성실히 답변해 주시면 감사하겠습니다.

1. 성별은?

- ① 남자 ② 여자

2. 나이는?

- ① 25세 이상 30세 미만 ② 30세 이상 35세 미만
③ 35세 이상 40세 미만 ④ 40세 이상 45세 미만
⑤ 45세 이상 50세 미만

3. 현재까지 교직 경력은?

- ① 1년 이상 5년 미만 ② 5년 이상 10년 미만
③ 10년 이상 15년 미만 ④ 15년 이상 20년 미만
⑤ 20년 이상

4. 학부 및 석사과정에서 과학교육을 전공하였나요?

- ① 학부에서 과학교육을 전공함
② 석사과정에서 과학교육을 전공함
③ 학부, 석사과정 모두 과학교육을 전공함
④ 학부, 석사과정 모두 과학교육을 전공하지 않음

5. 밀물과 썰물 현상에 대하여 학습한 적이 있나요?

- ① 학습한 적이 있음 ② 학습한 적이 없음

6. 밀물과 썰물 현상에 대하여 학습한 적이 있다면 언제였나요?

- ① 초등학교 ② 중학교 ③ 고등학교
④ 대학 ⑤ 그 외()

1. 다음 중 밀물에 대한 설명으로 가장 알맞은 것은?

- ① 바닷물이 육지 쪽으로 이동하여 해수면이 높아지는 현상
- ② 바닷물이 바다 쪽으로 이동하여 해수면이 낮아지는 현상
- ③ 바닷물이 육지 쪽으로 이동하여 하루 중 해수면이 가장 높아진 때
- ④ 바닷물이 바다 쪽으로 이동하여 하루 중 해수면이 가장 낮아진 때

2. 다음 중 썰물에 대한 설명으로 가장 알맞은 것은?

- ① 바닷물이 육지 쪽으로 이동하여 해수면이 높아지는 현상
- ② 바닷물이 바다 쪽으로 이동하여 해수면이 낮아지는 현상
- ③ 바닷물이 육지 쪽으로 이동하여 하루 중 해수면이 가장 높아진 때
- ④ 바닷물이 바다 쪽으로 이동하여 하루 중 해수면이 가장 낮아진 때

3. 다음 중 만조에 대한 설명으로 가장 알맞은 것은?

- ① 바닷물이 육지 쪽으로 이동하여 해수면이 높아지는 현상
- ② 바닷물이 바다 쪽으로 이동하여 해수면이 낮아지는 현상
- ③ 바닷물이 육지 쪽으로 이동하여 하루 중 해수면이 가장 높아진 때
- ④ 바닷물이 바다 쪽으로 이동하여 하루 중 해수면이 가장 낮아진 때

4. 다음 중 간조에 대한 설명으로 가장 알맞은 것은?

- ① 바닷물이 육지 쪽으로 이동하여 해수면이 높아지는 현상
- ② 바닷물이 바다 쪽으로 이동하여 해수면이 낮아지는 현상
- ③ 바닷물이 육지 쪽으로 이동하여 하루 중 해수면이 가장 높아진 때
- ④ 바닷물이 바다 쪽으로 이동하여 하루 중 해수면이 가장 낮아진 때

5. 바닷물이 육지 쪽으로 이동하여 해수면이 높아지는 현상은 하루에 몇 번 일어날까요?

- ① 1번 ② 2번 ③ 3번 ④ 4번

6. 바닷물이 바다 쪽으로 이동하여 해수면이 낮아지는 현상은 하루에 몇 번 일어날까요?

- ① 1번 ② 2번 ③ 3번 ④ 4번

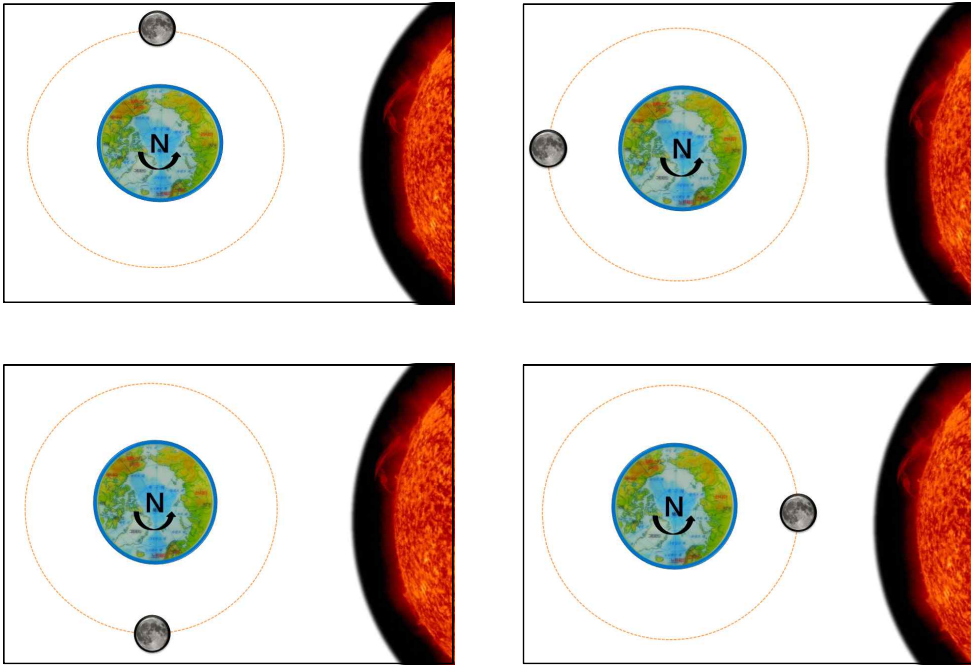
7. 바닷물이 육지 쪽으로 이동하여 해수면이 높아지는 현상이 발생하는 원인을 모두 고르세요.

- ① 지구가 23.5° 기울어진 상태로 자전하기 때문에
- ② 지구가 태양의 주위를 공전하기 때문에
- ③ 달이 지구 주위를 공전하기 때문에
- ④ 태양이 지구를 끌어당기는 힘 때문에
- ⑤ 달이 지구를 끌어당기는 힘 때문에
- ⑥ 태양이 지구를 밀어내는 힘 때문에
- ⑦ 달이 지구를 밀어내는 힘 때문에

8. 바닷물이 바다 쪽으로 이동하여 해수면이 낮아지는 현상이 발생하는 원인을 모두 고르세요.

- ① 지구가 23.5° 기울어진 상태로 자전하기 때문에
- ② 지구가 태양의 주위를 공전하기 때문에
- ③ 달이 지구 주위를 공전하기 때문에
- ④ 태양이 지구를 끌어당기는 힘 때문에
- ⑤ 달이 지구를 끌어당기는 힘 때문에
- ⑥ 태양이 지구를 밀어내는 힘 때문에
- ⑦ 달이 지구를 밀어내는 힘 때문에

9. 태양, 지구, 달의 위치가 다음과 같을 때 지구 해수면의 모습을 그림으로 그려 보세요.



10. 밀물과 썰물이 일어나는 데 영향을 주는 것에는 또 무엇이 있을까요?

11. 2016년 9월 15일 오전 7시에 해수면이 하루 중 가장 높은 것이 관측되었습니다. 9월 16일 오전 7시에 해수면의 높이는 어떻게 될까요?

- ① 9월 15일 오전 7시와 해수면의 높이가 같을 것이다.
- ② 9월 15일 오전 7시와 해수면의 높이가 같지 않을 것이다.

12. (11번답과 관련하여) 왜 그렇게 생각하시는지 적어주세요.