

중학생의 일기변화 관련 개념 지식상태와 교수-학습 효과

윤 마 병*
전주대학교

Analysis of the Knowledge State of Concepts Associated with Weather Changes of Middle School Students and Teaching-Learning Effects

Ma-Byong Yoon*
Jeonju University

Abstract: This study developed examination test tools for concepts of weather changes of middle school students, analyzed the hierarchy of concepts associated with weather changes by means of knowledge state analysis method, and examined the knowledge state and lesson effects of each individual learner. The hierarchy of the knowledge state of concepts of middle school students associated with weather changes followed the steps of 'humidity → air mass → cloud → precipitation → front → weather'. Cases were identified where the knowledge state of students that was thought to be similar to each other among the group of students who have scored almost the same points and thus were thought to have almost the same learning ability, have turned out different in the knowledge state from each other. Namely, the level of knowledge state structuralized differed, suggesting that differing prescriptions should be made according to the knowledge state of each student concerned. Analysis of the knowledge state of learners helps prepare learning prescriptions for each student and appraise prior learning. To examine effects of teaching-learning that has taken into consideration the hierarchy of knowledge state and concepts, lessons were conducted in comparison with the order in which syllabuses are presented in the textbooks, with the result that when knowledge state of learners have been taken into consideration, students made scores significantly higher ($p < .05$) than otherwise. This indicates that in introducing the unit of weather changes better teaching and learning can be achieved by reordering the contents of subject matters of the textbook by grasping the knowledge state of learners.

Key words: weather change, knowledge state, hierarchy

I. 서 론

과학 교사들이 고민하는 문제 중 하나가 “무엇을 어떻게 가르칠 것인가?” 이다. “무엇을 가르칠 것인가?” 하는 문제는 교육 내용의 적정성에 관련된 것으로서 학생 개인과 사회, 과학의 학문적 차원에서 가르칠 만하고, 가르칠 가치가 있는 개념을 선정하여 국가 수준의 교육과정으로 제시되고 있다. 그래서 과학 교사들은 “어떻게 하면 더 효과적으로 가르칠 것인가” 라는 문제에 더욱 집중하게 된다. 학교 수업의 대부분은 교과서에 의존하여 이루어지므로 교과서 내용의 선정과 조직은 교수-학습 효과에 매우 중요한 역할을 한다. 가르칠 과학 내용의 조직으로서 개념의 위계 구조는

학습자가 직면한 학습과제에서 좀 더 높은 수준에 있는 상위 개념 학습을 성공적으로 수행하기 위한 필수적인 요소이다(임청환, 1992; 윤마병, 2010; 정진우, 조선형, 임청환, 1996; Bergan, 1980). 또한 개념의 위계 구조는 최종적인 학습목표에 도달하기 위해서 어떤 학습 요소나 기능을 먼저 학습해야 하는지를 명확히 알 수 있게 함으로 매우 중요하다. Wilson (1985)은 학습의 발달 과정에서 개념의 위계를 학생에 의해서 학습되어지는 순서인 ‘심리적 계열 (psychological sequence)’ 과 교사의 교수-학습 순서인 ‘교수 계열(instructional sequence)’, 학습 과제의 배열 순서인 ‘논리적 계열(logical sequence)’ 로 분류하였다. 보통 과학 교과서는 논리적 계열에 따

*교신저자: 윤마병(mabyong@hanmail.net)

**2011년 10월 28일 접수, 2011년 12월 10일 수정원고 접수, 2011년 12월 12일 채택

라 개발되지만(임청환, 1992), 학생들에게 학습되어지는 심리적 계열은 논리적 계열과는 매우 다르다는 연구 결과들이 많다(송하영, 김영신, 2010; 정진우, 박진홍, 1997; 김영신, 정완호, 1994; Bergan(1989); Siedal and McKeen, 1974). 경험적 논리에 근거를 둔 교수 제시 순서가 성취도에 미치는 효과를 조사한 김경호와 김영수(1996)의 연구 결과에서는 경험적 논리에 의한 교수 제시 순서가 교과서에서 제시된 순서보다 더 효과적이라는 결과를 얻었다. 서열화 이론으로 분석한 개념 위계에 따른 교수-학습의 효과 연구로서 정진우와 박진홍(1997)은 지구과학 개념에 대하여 중학교 학생들이 지니고 있는 심리적 개념 위계 구조를 밝히고, 교과서에서 제시한 교수 순서와 학생들의 심리적 위계에 따른 교수 순서의 수업 효과를 비교함으로써 심리적 위계 순서로 수업한 경우가 교과서의 수업 순서 보다 개념의 성취도가 더 높았음을 밝혔다. 지금까지 과학 개념에 대한 위계 분석은 주로 서열화 이론에 의해 분석되어 왔으나(임청환, 1992; Bart, 1976; Bart and Krus, 1973), 최근에는 개념의 위계 구조뿐만 아니라, 학습자의 지식상태까지도 알 수 있게 하는 지식공간론을 활용한 지식상태 분석법이 많이 이용되고 있다(김석천 등, 2007; 박상태 등, 2005; 변두원 등, 2004; 송하영, 김영신, 2010; 윤마병, 김희수, 2010; Albert and Lukas, 1999; Albert *et al.*, 1995; Doignon and Falmagne, 1998; Falmagne *et al.*, 2006).

이양락, 광영순, 김동영(2007)은 지구과학 내용의 적정성 분석 연구에서 우리나라가 다른 나라에 비하여 학생들에게 요구하는 학습량이 훨씬 더 많으며 나선형 교육과정 구성 방식과 단원의 세분화로 매 학년에서 다루는 개념의 수가 미국, 영국, 일본에 비해 많음을 지적하였다. 특히 중학교 9학년에서 다루어지는 일기변화는 초등학교 5, 6학년에서 다루었던 유사한 내용과 개념이 반복되고 있으며, 오히려 일기 보다 더 수준이 높은 개념을 포함한 계절의 변화가 6학년에서 제시되고 있다고 하였다. 교사가 교과 내용의 개념 위계가 모호한 단원을 가르치는 경우 효과적인 수업은 이루어지지 않는데(Airasian and Bart, 1975; Childs and McNicholl, 2007), 9학년 과학의 일기변화 단원에서 다루어지는 개념(습도, 구름, 강수, 기단, 전선, 저기압)을 어떤 순서로 가르칠 것인지에 관한 위계가 모호한 실정이다.

본 연구에서는 지식상태 분석법을 활용하여 중학생들의 일기변화 관련 개념의 위계를 밝히고, 그 교수-학습 효과를 알아보고자 한다. 이를 위해 일기변화 개념 검사지를 개발하고, 그 평가 결과로부터 지식공간론을 이용하여 개념의 위계 구조를 밝히고자 한다. 일기변화 관련 개념들 사이에 존재하는 절대적인 위계를 규명하기 보다는 지식공간론을 활용하여 문항 사이 또는 학습과제 속에서 내재되어 있는 개별 학습자의 지식상태를 찾아내고, 다음과 같은 연구 문제를 해결하고자 한다.

첫째, 일기변화 관련 개념의 위계 구조와 개별 학습자가 갖고 있는 지식상태는 어떠한가?

둘째, 학습자의 심리적 위계와 교육과정상의 논리적 위계는 어떤 차이가 있는가?

셋째, 일기변화 관련 개념에 대한 학습자의 지식상태에 따른 위계와 논리적 위계에 따른 교수-학습의 효과는 어떠한가?

II. 연구 방법

1. 연구 대상 및 설계

중학생의 일기변화 관련 개념의 위계 분석과 학습자의 지식상태를 알아보기 위하여 대전 소재의 중학교 3학년 10학급과 개념 검사지 개발을 위해 고등학교 2학년 5학급 학생들을 대상으로 하였다. 학생들이 갖고 있는 심리적 위계에 따른 교수-학습 후의 개념 성취도 차이를 알아보기 위하여 중학생을 대상으로 심리적 위계에 따른 수업집단(5개 반)과 교과서에서 제시한 순서에 따라 수업한 집단(5개 반)을 설정하였다.

중학교 3학년의 일기변화 관련 개념에 대한 위계에 따른 교수-학습의 효과를 알아보기 위해 같은 학교 2명의 과학교사가 각 5개 반에 대하여 같은 내용으로 수업을 하되, 교수 순서를 통제하였다. 실험반은 지식상태 분석에 따른 학습자의 심리적 위계(습도 → 기단 구름 → 강수 → 전선 → 저기압)에 따라 수업을 실시하였고, 통제반은 교과서에서 제시하는 순서대로 수업하였다. 실험에 참여한 학생들은 2011년 5월~6월 동안 18차시에 걸쳐 연구 단원을 이수하였고, 교수-학습 후 개념의 성취도 변화 효과를 비교하였다.

2. 검사 도구

일기변화 관련 개념 검사지는 18 문항의 선다형 지필고사 형태로 개발하였다. 개념 추출을 위한 학습과제 분석은 지적 영역과 관련된 과제를 분석하는데 주로 사용되는 주제 분석 유형과 학습 위계별 분석 접근 방법을 사용하였다. 먼저 2007개정교육과정에서 제시하고 있는 과학 개념을 모두 확인하고, 교과서를 분

석하여 일기변화 관련 개념들을 분석하였다. <표 1>은 학년별 과학 내용 중 ‘일기변화’ 관련 주요 내용과 개념 요소이다(교육인적자원부, 2007).

6학년의 날씨 변화는 우리 생활과 관련된 날씨에 관한 기초적 개념을 제시하고 있다. 이를 토대로 9학년에서 다루어지는 일기변화는 날씨와 일기에 관련된 다양한 개념이 새롭게 도입되고, 더욱 구체화되었으며 고등학교 지구과학에서 배우는 일기변화의 대부분

표 1 과학 교과서의 지구과학 내용 중 일기변화 관련 주요 내용과 개념 요소(2007개정교육과정)

영역 학년	내용 체계 (지구과학)	주요 내용	일기변화 관련 주요 개념	비고
3	· 날씨와 우리생활*	· 온도계 사용법 · 비의 양 측정 원리 · 풍향과 풍속 · 구름의 모양, 색깔 · 날씨의 우리생활 영향	온도계 강수량, 강수량 풍향, 풍속 구름 날씨	
4	· 지층과 화석 · 화산과 지진 · 지표의 변화			
5	· 지구와 달 · 태양계와 별			
6	· 날씨 변화*	· 습도의 영향 · 이슬, 안개 발생 원인 · 구름과 강수과정 · 바람의 원인과 해륙풍 · 일기예보 과정과 날씨 활용 · 계절별 날씨의 특징	습도 이슬, 안개 구름, 강수과정 바람, 해륙풍 일기, 일기예보 기단, 날씨, 계절	
7	· 지각 물질과 변화 · 지각변동과 판구조론			
8	· 태양계 · 별과 우주			
9	· 대기 성질과 일기변화*	· 지구의 열수지와 복사 평형 · 대기층별 특징 및 대기 조성 · 이슬점과 상대습도 관계 · 구름의 생성과 강수 과정 · 기압과 바람 · 대기대순환 · 기단, 전선, 고기압, 저기압 · 일기예보	이슬점, 습도 구름, 병합설, 빙정설 기압, 바람 기단, 전선 고기압, 저기압 일기예보	
10	· 우주와 생명 · 과학과 문명			
11	· 생동하는 지구*	· 기상 정보와 생활 · 대기순환과 기상현상 · 태풍, 황사, 해일, 악기상 · 기상재해의 피해와 대응책	기상, 일기예보 대기순환, 기상현상 태풍, 황사, 악기상 기상재해	
12	· 대기와 해양 상호작용*	· 단열변화와 대기 안정도 · 안개와 구름 · 전선과 저기압 발생, 이동 · 열대 저기압, 태풍	안개, 구름 전선, 저기압 태풍	

*과학 내용체계 중 일기변화 관련 단원

개념들이 처음 도입되고 있어서 중학생들의 일기변화 개념 형성에서 중요한 단원이라고 볼 수 있다. <표 1>에서 추출한 개념들을 기초로 중학교 3학년 과학의 성취 및 평가기준(교육과학기술부, 2009)을 참고하여 일기변화 단원에 대한 평가목표를 추출하였다. 선정된 평가목표를 기준으로 Frayer, Fredrick and Klausmeier (1969)에 의해 개발된 개념 획득을 측정하기 위한 개념 검사 준거틀을 작성하였다(표 2).

개발한 일기변화 관련 개념 검사지는 표 2를 기초하여 주요 6개 개념에 관련한 평가 목표와 내용을 각 요소별로 5개씩 정하여 총 30문항을 1차로 개발하였다. 문항의 난이도가 위계 관계에 직접적으로 영향을 미치기 때문에 각 문항의 난이도는 같은 수준으로 개발하였다. 개발된 문항을 기상학 내용 전문가 2명과 지구과학 교육학자 2명, 지구과학교사 3명에게 연구자가 제시한 일기변화 관련 개념과 평가목표를 안내하면서 검사 문항들의 내용타당도, 정답의 객관도, 문항의 명료성과 난이도를 검토하도록 1차 의뢰하였다. 검토된 의견을 반영하여 24문항으로 수정, 보완하였고, 이 문항들을 다른 5명의 지구과학 교사에게 2차 검토를 의뢰하였다. 2차에 걸친 전문가 의견과 검토를 통하여 최종적으로 18문항을 개발하였다. 1차 검토에서

검사지의 내용타당도(CVI) 86.2% 를 얻었고, 정답의 객관도는 96.4% 이었다. 문항의 명료성에 관한 의견을 반영하여 6개 문항을 삭제하고, 전문가들의 지적대로 평가 문항을 수정·보완하였다. 2차 검토에서 CVI 96.8%를 얻었으며 정답 객관도는 98.7%였다. 문항의 명료성 점검과 전문가 의견을 반영하여 6개 문항을 제거하고, 최종적으로 18개 문항을 일기변화 개념 검사지로 완성하였다(표 3).

이 검사지의 내용타당도는 지구과학 교육 전문가 3명과 지구과학 교사 2명이 검토하였고, 검사지의 신뢰도와 현장 검증을 위해 중학교 일기변화 단원을 모두 이수한 인문계 고등학교 2학년 학생과 일기변화 단원을 막 이수한 중학교 3학년 학생을 대상으로 분석한 결과(n=437), 신뢰도(Cronbach α)는 0.65, 정답률은 72.2점(100점 만점)이다(표 4).

3. 자료 처리 및 분석

본 연구의 자료처리 및 분석은 SPSS V15.0 프로그램을 활용하였고, 학생들의 지식상태 분석을 위해서 지식공간론을 이용한 Visual basic excel programming(윤마병, 김희수, 2010)을 활용하였다.

표 2 중학교 3학년 일기변화 단원의 개념 검사 준거틀

분석요소	1	2	3	4	5	6
개념	습도	구름	강수	기단	전선	저기압
정의	공기 중에 포함되어 있는 수증기의 양 또는 비율. 보통 상대습도를 말함	공기가 상승하여 수증기가 응결, 공중에 떠있는 현상	비와 눈과 같이 구름에서 내려오는 작은 입자	기온과 습도가 비슷한 넓은 지역의 공기 덩어리	성질이 다른 두 기단이 만나 이룬 경계면(지표면)	주위보다 기압이 낮고, 일기도에서 폐쇄등압선의 중심 부근
상위연계 개념	응결, 구름	강수	날씨	전선	저기압	일기변화
동등연계 개념	상대습도 절대습도 이슬점	안개 이슬	비, 눈, 우박 진눈깨비	고기압 열대기단 온대기단	장마	온난저기압 한랭저기압
하위연계 개념	포화수증기량	습도	구름, 증발	기온, 습도	기단	전선, 강수
결정적 속성	공기의 습한 정도	수증기 응결	구름입자가 모여 강수입자로 되는 과정	기온과 습도가 비슷	성질이 다른 두 기단이 만남	주변보다 상대적으로 기압 낮음. 상승기류
가변적 속성	온도에 따라 변함	높이, 두께 응결핵	기온 구름양	지표면 상태	전선면 이동속도	기압 차이
개념 사례	포화 불포화 과포화	층운, 권운 적운, 적란운	가랑비 소나기 폭설	시베리아기단, 북태평양기단	온난전선 한랭전선 정체전선	태풍 온대저기압

표 3 일기변화 관련 개념 검사도구의 개념과 평가 요소

문항	개념 요소	평가 요소	정답	비고
1	습도	습도의 측정	4	
2	습도	하루 중 습도의 변화	2	
3	습도	대기 중 수증기량의 특성	4	
4	구름	구름 생성 원리	1	
5	구름	구름이 생성되는 조건	4	
6	구름	구름의 종류와 특성	1	
7	강수	강수 현상	2	
8	강수	강수과정의 원리	4	
9	강수	온대지방의 강수과정	4	
10	기단	기단의 특성	1	
11	기단	우리나라에 영향을 주는 기단	2	
12	기단	우리나라 주변의 기단	3	
13	전선	전선의 생성	4	
14	전선	저기압의 구조와 특성	4	
15	전선	전선의 이동과 일기	1	
16	저기압	저기압의 특성	3	
17	저기압	저기압의 생성과 발달	3	
18	저기압	저기압에서의 일기	3	

표 4 일기변화 관련 개념 검사지의 개념 요소와 신뢰도, 정답률

개념 요소	관련 문항	신뢰도 (Cronbach α)	정답률 (%)
습도	1, 2, 3	0.65	72.16
구름	4, 5, 6		
강수	7, 8, 9		
기단	10, 11, 12		
전선	13, 14, 15		
일기	16, 17, 18		

본 연구에서 취급하는 평가문항은 모두 ‘맞음’ 과 ‘틀림’ 으로 판명할 수 있는 이분문항이며 어떤 학생이 맞힌 문항의 집합을 지식상태(knowledge state)라고 한다(Doignon and Falmagne, 1985). 이 집합은 그 학생에 대한 지식정보를 갖고 있으며, 충분히 많은 학생이 같은 평가문항으로 평가를 받았다면 다른 학생의 지식상태와 비교하여 그 학생의 지식수준을 알 수 있다(변두원 등, 2002). 일기변화 관련 개념의 위계 분석 과정은 평가문항의 구체적 내용과 직접적인 관련이 없으며, 단지 이들 내용이 학생들을 통해서 나타나는 간접적 반응을 분석한다는 것에 관심을 가져야 한다.

본 연구에서 사용한 검사도구는 각 개념 당 3개 문

항으로 이루어져 있어서 2개 이상 맞춘 경우를 개념이 형성된 것으로 보고 ‘1’ 로, 1개 이하 맞힌 경우를 개념이 형성되지 않은 것으로 보고 ‘0’ 으로 입력하여 지식상태도를 작성하였다. 모든 문항의 순서 관계에서 추이적 관계를 제외하여 단순화시킨 핫세 정보를 얻고, 이를 평면에 도식화(hasse diagram)하여 문항 간 또는 개념 간의 위계도를 작성하였다(변두원 등, 2002; 윤마병, 김희수, 2010).

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 수업 전 일기변화 개념의 위계와 학습자의 지식상태

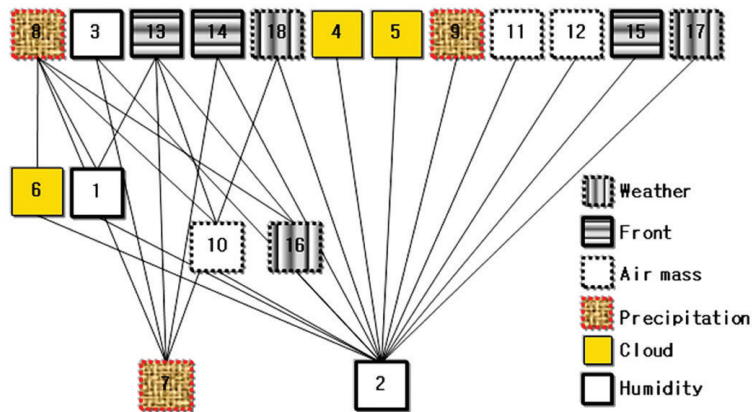


그림 1 수업 전 학습자의 지식상태도

일기변화 관련 개념에 대한 학습이 이루어지기 전에 중학교 3학년 학생들의 심리적인 위계 구조를 분석하기 위해 지식상태도를 분석하였다(그림 1). 학습자의 지식상태도 작성은 지식공간론을 활용한 지식상태분석법을 이용하였다(윤마병, 김희수, 2010).

수업하기 전 중학생들이 갖고 있는 일기변화 개념의 지식상태도에서는 구체적인 위계 관계가 나타나지 않는다. 습도(1, 2, 3)와 구름(4, 5, 6), 강수(7, 8, 9)와 전선(13, 14, 15), 일기(16, 17, 18) 개념 간에도 상호간의 위계 관계가 잘 분석되지 않는다. 이는 초등학교 6학년에서 이미 날씨 변화 단원을 배웠음에도 3년이 지났고, 중학교에서 도입되는 개념들이 대부분 새롭기 때문에 수업 전에 학습자가 갖고 있는 일기변화 개념들의 지식상태가 형성되거나 구조화되지 않았음을 의미한다.

이와 같은 학습 전의 지식상태도에 가치를 부여하기 위해서는 예상위계도가 필요한데, 교과서에서 제시하는 논리적 위계와 일기변화 관련 개념을 이미 형성하고 있는 학생들의 위계구조를 분석하여 비교할 수 있다. 현행 중학교 과학 교과서의 일기변화 관련 개념 순서(표 1)는 대기 중의 수증기(습도)를 먼저 소개하고, 구름과 강수 과정, 기단, 전선, 저기압(일기) 순이다(그림 2). 일기변화 단원을 이미 학습하여 관련 개념이 잘 형성된 것으로 생각되는 고등학교 2학년 학생들의 지식상태도가 <그림 3>이다. 습도와 기단은 서로 위계 관계가 잘 나타나지 않았으며 그 상위 개념은 구름이다. 구름은 강수와 일기, 또는 전선과 일기를 상위 개념으로 갖고 있다. 정진우와 박진홍(1997)은 중학교 2학년 학생들을 대상으로 '일기변화' 단원

에서 서열화 이론을 이용하여 개념들 간의 불확증적 응답률(허용오차 15%)로 학생들의 심리적 위계를 분석하여 습도 → 구름 → 기단 → 강수 → 전선의 순서를 찾았다. 이는 교과서에서 제시하는 순서와 다르게 기단이 강수 보다 하위 개념임을 보여 주었다.



그림 2 교과서의 일기변화 관련 개념 위계

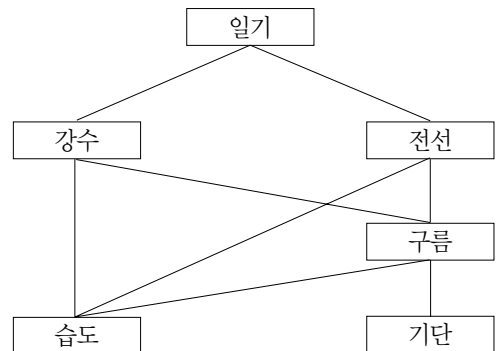


그림 3 일기변화 개념이 형성된 학생들의 지식상태도

2. 수업 후 일기변화 개념의 위계와 학습자의 지식상태

중학교 '일기변화' 단원의 학습을 마치고, 일기변화 관련 개념을 잘 형성되었다고 생각되는 9학년 학생들의 심리적 위계 관계를 분석하였다. <그림 4>는 일기변화 단원을 학습한 후, 문항별 학생들의 지식상태도이다. 수업 전(그림 1) 보다 지식상태의 구조화가 잘 형성되었다. 습도(1, 2, 3번)와 기단(10, 11, 12번)은 가장 하위의 위계를 이루고 있으며 서로 간에는 위계 관계가 성립되지 않는다. 습도 개념은 '습도 → 강수 → 일기' 또는 '습도 → 구름 → 전선'의 위계가 나타나며, 기단 개념은 '기단 → 전선' 또는 '기단 → 일기'의 위계가 나타난다. 교육과정을 토대로 학습자의

지식상태를 고려하여 일기변화 단원을 수업한다면 습도와 기단을 먼저 학습하고, 구름 → 전선, 강수 → 일기를 수업할 때, 더 효과적인 교수-학습이 일어날 것으로 판단된다.

<그림 5와 6>은 일기변화 개념 검사에서 12점(정답률 66.7%)으로서 일기변화 학습능력이 비슷할 것으로 생각되는 두 학생에 대한 지식상태도이다. 일기변화 개념의 구조화가 잘되어 있는 학생(그림 5)과 그렇지 못한 학생의 지식상태 사례(그림 6)를 알 수 있다. 76번 학생은 최하위 개념인 습도(1, 2, 3)와 기단(10, 11, 12) 문항과 중간 개념인 구름(4, 5)과 강수(7, 8)를 잘 맞추고, 최상위 개념인 전선(14, 15)과 기단(17, 18)을 틀린 경우로서 개념의 구조화가 안정적으로 이루어져 있다고 볼 수 있다(그림 5). 76번과 같은 일기

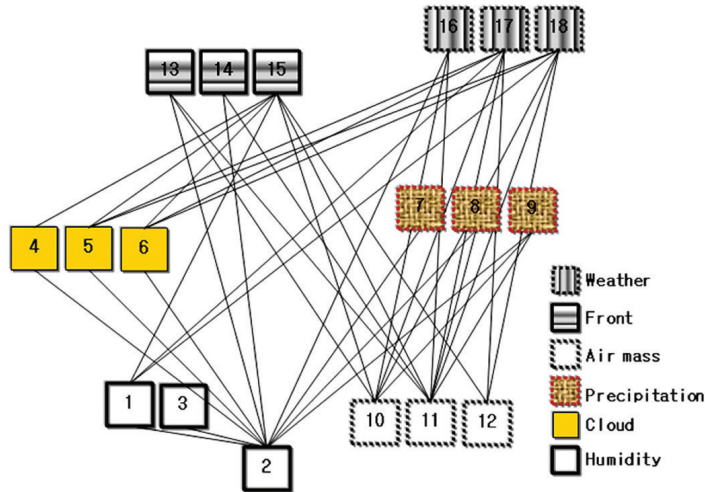


그림 4 수업 후 학생들의 지식상태도

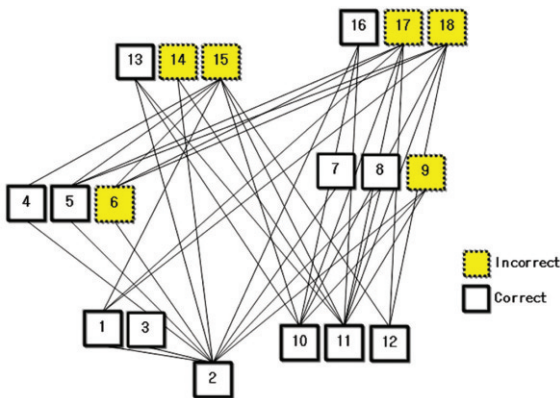


그림 5 지식상태 구조화가 잘된 사례(76번)

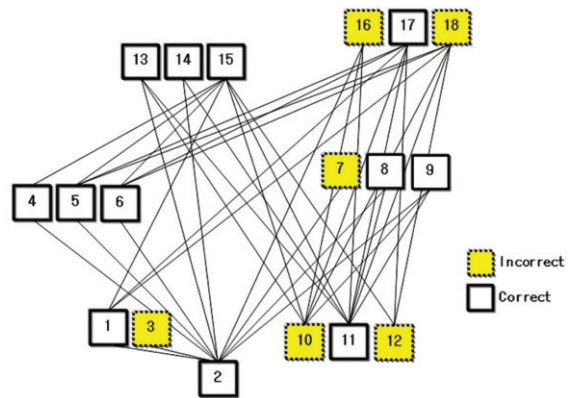


그림 6 지식상태 구조화가 잘 안된 사례(90번)

변화 평가 점수를 받았던 90명 학생의 지식상태는 하위 개념인 기단(10, 12)은 틀리고, 최상위 위계를 이루는 전선(13, 14, 15) 개념은 모두 맞춘 경우로서 일기변화 개념의 구조화가 잘 형성되지 않은 학생으로 판단된다(그림 6).

이와 같이 일기변화 개념 검사에서 동일한 점수를 얻은 학생일지라도 지식상태가 다를 수 있는데, 교사는 이를 파악하여 각 개인에 맞는 적절한 학습 처방이 가능하다. 학습 전 후에 나타나는 학생들의 지식상태를 비교하여 학생들이 학습한 과학개념의 구조를 파악할 수 있고, 학습자 개개인에 대한 학습전후 진단도 가능하다. 또한 개개인의 지식상태도는 그 학생의 지식상태뿐 만 아니라, 학습 지도 자료로도 활용할 수 있다. 과학지식은 학습자 스스로 구성해가는 것이라는 구성주의 관점(Noddings, 2006; Wood, 1998)에서 학습자 개별의 지식상태 분석은 교육과정 내에서 다양한 개별화 수업 처방을 위해 많은 시사점을 준다고 할 수 있다.

3. 위계 학습 효과

사전검사에 대한 실험반과 비교반의 평균 차이를 t-검정한 결과, 두 검사에서 집단 간에는 유의미한 차이가 없었다(표 5). 이는 통계적으로 실험반과 비교반이 동일한 집단이라고 규정할 수 있다. 실험반과 비교반의 일기변화 관련 개념의 위계 학습 효과를 알아보기 위한 사후 검사는 사전 검사에서 사용한 동일 검사지를 투입하였다. 실험집단의 일기변화 개념 정답률은 75.33%로서 비교집단(69.11%) 보다 평균 6.22% 더 높은 점수로서 통계적(유의도 .05)으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉, 일기변화 단원에서 학습자의 지식상태에 의한 심리적 위계(습도 → 기단 → 구름 → 강수 → 전선 → 일기)에 따라 수업한 경우가 교과서의 논리적 위계에 따라 수업한

경우보다 교수-학습의 효과가 더 컸다. 이것은 국가 수준의 교육과정에서 제시하는 논리적 위계를 근거로 하여 학습자 개별의 지식상태(심리적 위계)를 고려하여 교수-학습할 때 더 효과적임을 보여주는 것이다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서 얻은 결론은 다음과 같다.

첫째, 지식상태 분석 방법에 의한 중학생들의 일기변화 관련 개념의 위계는 ‘습도 → 기단 → 구름 → 강수 → 전선 → 일기’ 순으로서 교과서에서 제시하는 논리적 위계와 차이가 있었다. 그러므로 중학교 일기변화 단원의 수업에서 교육과정을 토대로 습도와 기단에 대한 내용을 먼저 제시하고, 그 다음으로 구름과 강수, 전선, 일기에 대하여 교수-학습하는 것이 더 효과적일 것으로 판단된다.

둘째, 일기변화 개념 검사에서 받은 점수가 같다고 하더라도 지식상태가 다른 두 학생의 일기변화에 관한 학습 능력이 비슷한 수준이라고 말할 수 없다. 개념의 구조화가 잘 이루어진 학생의 경우에는 하위 위계를 이루는 습도와 기단에 관한 문항을 잘 맞추고, 상위 위계에 있는 강수, 전선, 일기 관련 문항에서는 정답률이 낮았다. 그러나 개념의 구조화가 덜 이루어진 것으로 추정되는 학생의 지식상태는 하위 위계를 이루는 습도, 기단 관련 문항은 많이 틀렸고, 오히려 최상위 위계(전선, 일기)를 이루는 문항은 잘 맞추었다. 이는 학습 내용이 학습자의 인지구조 속에서 반드시 위계적으로 내면화되지 않을 수 있음을 시사한다. 따라서 교수-학습 전에 이루어지는 학습자 개별의 지식상태 분석은 학생의 출발점 상태 확인과 진단평가 역할을 함으로서 개별화 학습의 기초 자료로 활용될 수 있고, 학습 후에 얻어지는 지식상태도는 형성평가와 향후 교수-학습의 시사점을 얻을 수 있을 것이다.

셋째, 중학교 3학년 일기변화 단원에서 학습자가 갖

표 5 사전과 사후 검사의 t 검정

검사 유형	대상	평균	표준편차	t 값	p값*
사전 검사	비교군(n=112)	38.72	12.50	.565	.573
	실험군(n=116)	39.67	12.22		
사후 검사	비교군(n=112)	69.11	16.33	2.944	.004
	실험군(n=116)	75.33	15.67		

* : p < .05

고 있는 지식상태의 개념 구조(습도 → 기단 → 구름 → 강수 → 전선 → 일기)에 따라 학습 내용을 제시한 경우와 교과서의 논리적 위계에 따라 수업한 결과, 일기변화 개념의 형성률은 학습자의 심리적 위계에 따라 수업한 경우가 유의미($p < .05$)하게 더 높았다. 이러한 결과는 교사들이 과학 개념을 지도할 때, 학습자의 지식상태를 파악하여 교육과정을 기반으로 교과서의 학습 내용을 재순서화 함으로써 보다 더 나은 교수-학습 효과를 얻을 수 있음을 보여준다.

본 연구에서 다른 일기변화와 같이 관련 개념의 위계가 뚜렷하지 못한 학습과제(천체관측, 암석 등)에서도 학습자의 지식상태 분석과 개념의 위계 연구가 더 많이 이루어져야 하며, 비슷한 학습능력을 지니고 있지만, 지식상태가 다른 학생들의 교수-학습 과정에 대한 자세하고 심층적인 비교 연구가 필요함을 제언한다.

참고 문헌

- 김경호, 김영수 (1996). 고등학교 유전 학습에 효과적 인 교수 순서와 교수 방법. 한국생물교육학회지, 24(1), 107-124.
- 김석천, 박상태, 이희복, 정기주 (2007). 지식상태분석법을 이용한 학습 진단평가도구로의 활용성 분석. 한국과학교육학회지, 27(4), 346-353.
- 김영신, 정완호 (1994). 생명의 연속성 개념에서 학습 위계에 따른 수업효과에 관한 연구. 한국과학교육학회지 15(2), 233-240.
- 교육인적자원부 (2007). 2007개정 과학과교육과정 고시.
- 교육과학기술부 (2009). 2007개정교육과정에 따른 중학교 과학 성취기준 평가기준.
- 박상태, 변두원, 이희복, 김준태, 육근철 (2005). 지식 상태 분석법을 통한 예비교사들의 학년별 물리개념 위계도 분석. 한국과학교육학회지, 25(7), 746-753.
- 변두원, 박달원, 이덕호 (2002). 지식공간론에 기초한 학습경로 탐색 알고리즘 연구. 공주대학교 과학교육연구, 33, 175-188.
- 변두원, 정인철, 박달원, 노영순, 김승동 (2004). 수학 교육에서 평가결과에 기초한 개별화 학습과정의 위계도. 한국수학교육학회지, 43(1), 75-85.
- 송하영, 김영신 (2010). 지식상태분석법을 이용한 고등학생의 유전관련 개념의 위계 분석. 과학교육연구지, 34(2), 237-245.
- 이양락, 광영순, 김동영 (2007). 제7차 지구과학 I, II 교육과정 개선 방안 연구. 한국지구과학학회지, 27(4), 328-336.
- 임청환 (1992). 서열화 이론을 이용한 논리적 사고력의 위계분석. 한국지구과학학회지, 13(2), 290-303.
- 윤마병 (2010). 지식공간론을 활용한 천문학 개념의 위계 분석. 공주대학교 대학원 박사학위논문.
- 윤마병, 김희수 (2010). 지식공간론에 기초한 천문학적 공간개념의 위계 분석. 한국지구과학학회지, 31(3), 259-266.
- 정진우, 박진홍 (1997). 지구과학 개념에 대한 중학교 학생들의 심리적 위계에 따른 교수 효과. 한국지구과학학회지, 18(2), 138-145.
- 정진우, 조선형, 임청환 (1996). 과학개념의 위계적 분석 및 그 적용을 통한 교수 효과와 교육과정 계열성의 타당화 연구. 한국과학교육학회지, 16(1), 1-12.
- Airasian, P. W. and Bart, W. M. (1975). Validating a priori instructional hierarchies. Journal of Educational Measurement, 12(3), 163-173.
- Albert, D., Falmagne, J. C., and Doignon, J. P. (1995). Knowledge Structures. Lawrence Erlbaum, NY.
- Albert, D. and Lukas, J. (1999). Knowledge Spaces: Theories, Empirical Research, and Applications. Lawrence Erlbaum, NY.
- Bart, W. M. (1976). Some results of ordering theory for Guttman scaling. Educational and Psychological Measurement, 36, 41-148.
- Bart, W. M. and Krus, D. (1973). An ordering-theoretic method to determine hierarchies among items. Educational and Psychological Measurement, 33, 281-300.
- Bergan, J. R. (1980). The Structural analysis of behavior: an alternative to the learning-hierarchies model. Review of Educational

Research, 50(4), 625-646.

Childs, A. and McNicholl, J. (2007). Investigating the relationship between subject content knowledge and pedagogical practice through the analysis of classroom discourse. *International Journal of Science Education*, 29, 1629-1653.

Doignon, J. P. and Falmagne, J. C. (1985). Spaces for the assessment of knowledge. *International Journal of Man-Machine Studies*, 23, 175-196.

_____ (1998). *Knowledge Spaces*. USA, Springer-verlag.

Falmagne, J. C., Cosyn, E., Doignon, J. P. and Thiery, N. (2006). The Assessment of Knowledge, in *Theory and in Practice*. *Computer and Information Science*, 3874, 61-79.

Fraye, D. A., Fredrick, W. C., and Klausmeier, H. J. (1969). A schema for testing the level of concept mastery(working paper No. 16). Madison: Wisconsin Research and Development center for cognitive learning.

Noddings N. (2006). *Philosophy of education*. Oxford, Westview Press (Second Edition).

Siedal, N. W. and McKeen, R. L. (1974). More on the use of student generated learning hierarchies. *Improving Human Performance*, 3(2), 71-80.

Wilson, M. (1985). Measuring stages of growth: A psychometric model of hierarchical

development. Australian Council Educational Research (ACER).

Wood, W. J. (1998). *Epistemology: Becoming Intellectually Virtuous*. Inter Varsity Press.

국문 요약

이 연구는 중학교 일기변화 단원의 개념 검사지를 개발하여 지식상태 분석법으로 일기변화 관련 개념의 위계를 분석하였고, 개별 학습자의 지식상태와 위계에 따른 수업효과를 알아보았다. 일기변화 관련 개념에 대하여 중학생들이 갖고 있는 지식상태의 위계구조는 '습도 → 기단 → 구름 → 강수 → 전선 → 일기' 순이었다. 일기변화 개념 검사에서 같은 점수를 획득하여 학습능력이 비슷할 것으로 추정되는 개별 학습자의 지식상태가 서로 다르게 나타나는 사례가 있었다. 즉, 지식상태의 구조화 정도가 달랐는데, 이는 학습자의 지식상태 구조에 따라 서로 다른 교수-학습 처방이 이루어져야 함을 시사한다. 학습자의 지식상태 분석은 개별 학습자마다의 학습 처방과 선수학습 평가의 역할을 할 수 있다. 학습자의 지식상태에 따른 개념의 위계를 고려한 교수-학습 효과를 알아보기 위해 교과서의 내용 제시 순서와 비교하여 수업한 결과, 학습자의 지식상태를 고려하여 수업한 경우에 개념의 성취도가 유의미($p < .05$)하게 더 높았다. 이는 교사들이 일기변화 단원을 지도할 때, 학습자의 지식상태를 파악하여 교육과정을 토대로 교과서의 학습 내용을 재순서화 함으로써 더 효과적인 교수-학습이 이루어질 수 있음을 보여 준다.

주요어 : 일기변화, 지식상태, 위계