



저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 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](#)

채 정 현 교수지도
석사학위청구논문

제 7차 교육과정에 따른 초·중등학교
화학 교과서 연계성 분석

- ‘물질의 상태와 용액’ 영역을 중심으로 -

2009

성신여자대학교 교육대학원
교육학과 화학교육 전공
우 하 숙

제 7차 교육과정에 따른 초·중등학교
화학 교과서 연계성 분석

- ‘물질의 상태와 용액’ 영역을 중심으로-

채 정 현 교수지도

이 논문을 석사학위논문으로 제출함

2008년 11월

성신여자대학교 교육대학원
교육학과 화학교육 전공
우 하 숙

인 준 서

우하숙의 석사학위 논문으로 인준함.

심사위원 _____인

심사위원 _____인

심사위원 _____인

성신여자대학교 교육대학원

논문 초록

과학 지식과 정보가 질적·양적으로 팽창하는 사회에서 과학교육을 얼마나 효율적이고 체계적으로 하는가에 대한 문제는 깊이 생각해 보아야 할 문제이며, 효과적인 수업을 수행하기 위해서는 교육 내용의 선정 및 조직이 적절한 연계성을 갖도록 해야 한다. 이에 과학 교과 중 화학 영역에 대해 학년 간, 학급 간 적절한 연계성을 가지고 있는지 분석하여 과학 교육의 장에서의 효율적인 과학 수업 방안 제시에 도움이 되고자 한다.

따라서 본 연구에서는 제 7차 교육과정에 따른 초·중등학교 화학 교과서의 ‘물질의 상태와 용액’ 영역을 중심으로 수평적 연계성과 수직적 연계성을 분석하였다. 연계성의 분석을 위해 초등학교 3학년~6학년의 1, 2학기 과학교과서 1종과 중·고등학교의 과학 및 화학 I·II 교과서 각 8종을 이용하였으며, 수평적 연계성의 경우 1종밖에 없는 초등학교 과학 교과서와 ‘물질의 상태와 용액’ 영역의 내용이 없는 9, 10학년을 제외한 7, 8, 11, 12학년에서 연계성을 조사하였다.

수평적 연계성은 각 학년별로 8종의 교과서 중 ‘물질의 상태와 용액’ 영역 단원 중 개념의 설명 유무에 따라 O, △, X를 표시하였으며, 그 결과 대부분의 내용이 연계성을 가지고 있었다.

수직적 연계성은 송순희(1991)의 준거 모형을 이용하여 조사한 결과, ‘물질의 상태’에서는 반복 28.6%, 발전 52.4%, 격차 19.0%로 발전의 비율이 높았으며, ‘용액’에서 역시 반복 35.7%, 발전 48.2%, 격차 16.1%로 발전의 비율이 반복, 격차에 비해 높았으므로 학년 간 연계가 비교적 잘 되었다고 볼 수 있다. 또한, 여러 학년에 걸쳐 내용의 수준이 점차 깊고

넓어짐을 보여줌으로써 학년 간의 내용이 Bruner의 나선형 교육과정에 부합한다는 것을 알 수 있었다.

초·중등학교 화학 교과서의 '물질의 상태와 용액' 영역의 내용 연계성을 높이기 위하여 제언을 하면 첫째, 한 개념의 학습 시기에 있어 학년 간 격차를 줄여야 하며, 둘째, 학생의 흥미를 떨어뜨릴 수 있는 반복되는 예나 실험의 제시를 지양해야 하고, 셋째, 교과서 간의 내용 선택의 폭을 좁혀 학생들이 어떤 교과서를 선택하든 이해를 쉽게 할 수 있도록 하여야 한다.

목 차

국문요약

I. 서론	1
1. 연구의 필요성 및 목적	1
2. 선행 연구	3
II. 이론적 배경	5
1. 연계성의 개념	5
2. 교육과정의 선정과 조직 원리	7
3. 연계성 연구의 준거 모형 설정	9
4. 과학과 교육과정	11
(1) 제 7차 교육과정(1997-현재)	11
1) 개정배경	11
(2) 과학과 교육 과정	12
1) 과학과 과목의 구성	12
2) 과학과 교육과정의 특징	13
3) 제 7차 개정 과학과 교육과정	15
III. 연구방법	19
1. 연구방법	19
(1) 연구자료	19
(2) 연구방법	22
2. 제한점	23
IV. 연구결과 및 분석	24
1. 제 7차 교육과정의 화학과 내용 분석	24

2. 학급별 교과서 내용의 연계성	29
(1) 7학년 교과 단원의 학급별 연계성	29
(2) 8학년 교과 단원의 학급별 연계성	33
(3) 11학년 교과 단원의 학급별 연계성	38
(4) 12학년 교과 단원의 학급별 연계성	42
1) 물질의 상태	43
2) 용액	47
3. 학년 간 교과서 내용의 연계성	50
(1) 물질의 상태	51
(2) 용액	56
V. 결론 및 제언	62
1. 결론	62
2. 제언	64
참고문헌	66
ABSTRACT	68

표 목 차

<표 1> 지식의 구조의 세 가지 표현 방식	8
<표 2> 내용의 분류 요소	9
<표 3> 분류 요소의 조합과 연계성	10
<표 4> 우리나라 교육과정기(7차 이전)	11
<표 5> 제 7차 교육과정의 과학과 학교 급별 교과목	13
<표 6> 과학과 국민 공통 기본 교육과정 단계	14
<표 7> 현행 교육과정과 개정 교육과정 비교	17
<표 8> 연계성 연구 자료	19
<표 9> 과학과 교육과정 중 화학과의 내용	24
<표 10> 7학년 화학과 단원 구성	29
<표 11> 7학년 교과서 별 내용 연계성	30
<표 12> 8학년 화학과 단원 구성	33
<표 13> 8학년 교과서 별 내용 연계성	34
<표 14> 11학년 화학과 단원 구성	38
<표 15> 11학년 교과서 별 내용 연계성	39
<표 16> 12학년 화학과 단원 구성	42
<표 17> 12학년 교과서 별 ‘물질의 상태’ 내용 연계성	43
<표 18> 12학년 교과서 별 ‘용액’ 내용 연계성	47
<표 19> 학년 간 ‘물질의 상태’ 내용 연계성	51
<표 20> 학년 간 ‘용액’ 내용 연계성	56

I. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

현대 사회의 과학 기술은 하루가 다르게 발전하고 있으며, 인류는 과거보다 더 풍족하고 편리한 생활을 할 수 있는 많은 혜택을 누리고 있다. 그러나 과학기술은 나날이 발전하는 모습을 보여주는데 그 혜택을 누려야 할 사람이 오늘의 과학기술에 만족하고 거기에 안주한다면 내일의 과학 기술에 적응하기 힘들 것이다. 따라서 과학 기술의 발전과 그로 인해 부차적으로 생기는 여러 사회적 기능과 문제들을 능동적으로 대처하기 위해서는 과학적 지식을 갖추는 것이 필요하다(김경희, 2003).

과학지식이나 정보가 질적·양적으로 급격히 팽창하는 상태에서의 과학교육은 매우 중요하며 학생들에게 어떻게 과학을 효율적이고 체계적으로 가르칠 것인가에 대한 문제는 깊이 생각해보아야 할 현실적이고 지속적인 과제이다(김경희, 2003).

과학 교육 내용의 선정은 교육과정의 가장 기본적이고 핵심적인 부분이며, 선정된 내용의 조직은 수업을 효과적으로 수행하기 위해 매우 중요하다. 따라서 성공적인 수업을 위해서는 교육내용의 선정·조직에 있어 적절한 연계성을 가져야 함은 말할 필요도 없다. 교육내용이 연계성을 지니지 못했을 경우 내용의 반복이나 격차로 인해 시간을 낭비하게 되거나 내용을 제대로 이해하지 못한 채 상위 개념을 배워야 하는 일이 생기게 된다(박기현, 2003).

제 7차 교육과정은 국민 공통 기본 교육 과정과 고등학교 선택 중심

교육과정으로 구성되어 있으며, 1학년부터 10학년까지의 10년간을 국민 공통 기본 교육 과정으로 편성해 학교급간 교육과정의 일관성을 갖게 한다. 초등학교에서는 재량활동을 통해 학생의 자기 주도적 학습 능력의 축진을 꾀하며, 중등학교에서는 교과 재량 활동을 통해 선택 과목의 학습과 국민 공통 기본 교과의 심화·보충 학습을 하고, 창의적 재량 활동을 통해 학교의 독특한 교육적 필요, 학생의 요구 등에 따른 범교과 학습과 자기 주도적 학습을 할 수 있게 한다.

11학년과 12학년에 해당하는 선택 중심 교육 과정은 일반 선택 과목과 심화 선택 과목으로 구분된다. 일반 선택 과목은 교양의 증진과 실생활에 연관된 과목이며, 심화 선택 과목은 학생의 진로와 적성 그리고 소질을 계발하는 데 도움이 되는 과목이다(교육부, 1997). 제 7차 교육과정은 1학년부터 10학년까지의 국민 공통 기본 교육 기간을 통해 학년에 따른 일관성 있는 교육을 실시하고, 11, 12학년의 선택중심과정을 통해 개인 간 다양성을 함양시킬 수 있도록 하였다.

이에 본 연구에서는 학년 간, 학급 간으로 과학 교과 중 화학 영역에 대해 연계성을 가지고 효율적으로 조직되어 있는지 분석하여 과학 교육의 장에서의 효율적인 과학 수업 방안 제시에 도움이 되고자 한다.

2. 선행연구

교육과정이 발전해옴에 따라 교과서의 연계성에 관한 연구들 역시 많이 진행되어 왔다. 제 7차 교육과정에 따른 초·중등학교 화학 교과서 중 ‘물질의 상태와 용액’ 영역의 연계성을 연구하기 위해 다음과 같은 논문을 참고하였다.

김경희(2003)는 ‘중등학교 과학교과서 물질 단원의 연계성 연구’에서 ‘물질의 상태와 용액’ 영역을 중심으로 중학교 1, 2학년의 과학교과서 각 5종과 고등학교의 화학Ⅱ 교과서 5종을 선택하여 학년 내 교과서 간의 수평적 연계성과 중학교 → 중학교, 중학교 → 고등학교간의 연계성을 목표별, 내용별, 실험별로 분석했으며 연계가 비교적 잘 되어있다고 하였다.

박윤미(2007)는 중·고등학교 과학교과서의 물질 영역을 중심으로 한 연계성 연구에서 중학교 1, 2, 3학년 과학교과서 5종과 고등학교 과학 교과서 5종을 선택하여 각 교과서의 단원 구성과 내용별로 연계성을 연구하였으며, 발전된 내용이 반복과 격차를 보인 내용에 비해 비율이 가장 높으므로 비교적 연계가 잘 이루어졌다고 보았다.

류재현(2008)은 초·중등학교 화학내용에서 산·염기 반응의 연계성 분석에서 초·중등학교의 과학 및 화학Ⅰ·Ⅱ 교과서를 각 1종씩 선택하여 학년 간 연계성을 조사하였다. 이 연구에서는 학교급 간의 연계성을 연구한 이전 선행연구자들과는 달리 학년별로 연계성을 조사해 더 구체

적인 결과를 얻을 수 있었다.

본 연구는 김경희(2003)의 연구와 그 주제가 같으나 7, 8학년과 12학년에 해당하는 교과서 뿐 아니라 3학년부터 12학년의 교과서를 조사하며, 학년별로 연계성을 조사해 보다 구체화된 연구를 수행하였다.

II. 이론적 배경

1. 연계성의 개념

김규희(2006)에 따르면 ‘교육학 용어에 의한 연계성이란 교육제도를 통한 학생들의 효율적인 지도·개발을 위하여 교육 과정을 비롯한 교육 제도 내의 여러 요소들을 수평적 및 수직적으로 관련시키는 과정에 초점을 두어 동일한 기본 개념 및 주제들이 내용의 중복됨이 없이 학습자의 지적 발달 단계에 맞추어 단계적으로 확대 심화되어 가는 것을 의미한다’고 하였다.

즉, 전시 학습에서 다룬 내용이 후속 학습에서 내용이 발전되어 심화된 것을 연계성이 있다고 보되, 학습 내용이 반복되어 중복이 되거나 전시학습의 내용과 관련 없이 학습자의 지적 발달 수준을 넘어선 것은 연계성이 없다고 본다(한유화 등, 1999; 류재현, 2008).

이런 연계성은 수직적 연계성과 수평적 연계성으로 나눌 수 있다. 수직적 연계성은 학년이 증가함에 따라 동일한 교육의 내용이 일관성 있게 연관되어 있는 것을 말하며, 수평적 연계성은 같은 수준 간의 문제로 한 학년에서 여러 교과 사이의 횡적인 연관성과 한 과목의 여러 교과서들 간의 동일한 수준의 연계를 들 수 있다(김규희, 2006).

김호선(2006)은 수학에서는 6-가 6단원 ‘비와 비율’에서 백분율의 개념을 학습하고 이와 관련된 실생활의 문제를 해결하는 것을 학습하게 되나 과학에서는 5학년 1학기에 이미 8단원 ‘건습구 습도계로 습도 제어 보기’에서 백분율이 활용되고 있어 이에 대한 고려가 필요하다고 하였다.

수학적 개념을 먼저 학습하지 못하고 과학에서 그 개념을 학습하게 되는 것은 학생들이 그 개념을 제대로 이해하지 못하고 어려움을 느끼게 되는 등의 비효율적인 교육 운영을 하게 된다. 또한, 학생이 다른 학교로 전학을 가는 경우 학교에 따라 다른 교과서를 사용하기도 하기 때문에 교과서들 간의 내용과 수준이 격차가 생기지 않도록 해야 한다. 교과서 간의 수평적 연계성 역시 학년 간에 이루어지는 수직적 연계성과 함께 매우 중요하다고 할 수 있다.

2. 교육과정의 선정과 조직 원리

교육 내용의 선정은 교육 과정 업무의 가장 본질적인 임무이며, 모든 교육의 내용은 교육 목표를 달성할 수 있는 것이어야 한다. 수많은 문화 내용 중 교육 목표를 달성하기 위해서 학습해야 할 것은 많지만 학교라는 한정된 시간과 공간에서 다룰 수 있는 양과 질은 제한적이므로 어떤 내용을 교육할 것인지 신중히 선정해야 한다. 교육 내용의 선정은 여러 관점에 따라 차이는 있지만 유의미성, 타당성, 학습자 요구 존중성, 사회적 효용성, 학습가능성, 실행 가능성 등의 주요한 몇 가지 선정 기준에 따라 선정해야 한다. 이에 이범홍(1997 : 96; 홍후조, 2002 : 314)은 내용을 선정하고 조직할 때 이 준거들 중 어느 한 가지 준거에 치중하지 말고 모든 측면에서 고려되어야 하되, 그 준거가 모든 사람이 동의할 수 있는 것이어야 한다고 하였다.

이런 준거들에 따라 선정된 내용을 조직하는 원리는 범위, 계속성, 계열성, 통합성이 있다.

범위는 폭이나 너비를 지칭하며 학생들이 한 학기동안 배우는 교과목의 수도 범위라고 볼 수 있다.

계속성과 계열성은 수직적 조직의 문제이다. 계속성은 교과 내용 중 특정 원리나 개념을 학생들이 그것에 익숙해지도록 일정한 간격을 두고 반복적으로 조직하는 것을 말한다. 계속성이 단순한 반복이라면 계열성은 원리나 개념이 반복되면서도 선행 학습을 발판으로 심화된 개념을 배울 수 있도록 조직하는 것이다.

통합성은 수평적 조직을 구성하는 원리이며 여러 개념, 기능, 가치 등이 서로 밀접한 관계를 갖고 학습하는 데 통일성과 일관성을 갖도록 해

주는 것이다(홍후조, 2002 : 307-316).

과학은 그 지식 체계가 논리적으로 잘 조직되어 있으며 지극히 추상적인 언어체계로 구성되어 있다. 이런 지식 체계 그 자체만을 이해하려면 상당한 지적 능력 수준이 요구된다. 따라서 과학 교과에서는 학생의 지적 발달 수준에 따라 내용을 조직하는 것이 매우 중요하다고 할 수 있다(한중하, 1978 : 100-115 ; 홍후조, 2002 : 343-353).

Bruner(1966)는 하나의 개념이나 원리를 그 지적 성격을 동일하게 유지하면서 학생의 지적 발달 단계가 높아짐에 따라 점점 폭넓고 세련되게 조직해나가는 것이라고 했는데, 이것이 ‘나선형 교육과정’이다. 여기서 가장 우선할 점은 한 교과의 개념이나 원리가 학생들의 지적 발달 수준에 맞추어 교육 내용 수준을 정하고 조직하는 것이다. 그는 한 교과의 기본 개념이나 원리를 발달 단계에 맞게 번역하는 원리로 ‘지식의 구조의 세 가지 표현 방식’을 제안하였다(권재술 외, 1998 : 237).

<표 1> 지식의 구조의 세 가지 표현 방식

작동적 표현(5-6세)	일련의 동작으로 표현
영상적 표현(9-10세)	영상이나 도해로 표현
상징적 표현(12-13세)	상징적 · 논리적 명제로 표현

과학의 경우 그 지식의 구조가 체계적이기 때문에 Bruner가 제시한 방법대로 같은 개념이더라도 지적 발달 수준에 따라 표현 방식을 다르게 해 학생들이 개념을 쉽게 이해할 수 있을 것이다.

3. 연계성 연구의 준거 모형 설정

연계성 연구를 위한 준거 모형 설정은 연계성 연구를 위해 많이 사용되고 있는 선행연구자의 준거 모형(송순희, 1991)을 참고로 하였다.

송순희(1991)는 선행학습과 후속학습 간의 연계성을 반복, 발전, 격차로 분류 했는데 ‘반복’은 선행학습에 비해 후속학습이 심화·확대되지 않고 같은 수준에서 단순히 반복되었을 때를 말하며, ‘발전’은 선행학습과 후속학습이 적절히 연계가 되어 내용의 심화·확대가 단계적으로 이루어진 경우를 말한다. 그리고 ‘격차’는 선행학습에 비해 후속학습의 내용이 심화·확대는 되었으나 단계적으로 이루어지지 못하고 수준이 건너 뛴 경우를 말한다.

<표 2> 내용의 분류 요소(송순희 등, 1991)

요 소	정 도
내용의 표현방법	<ul style="list-style-type: none"> ㄱ. 단순한 반복 ㄴ. 제시방향이나 관점의 변화(단순한 다른 방법) ㄷ. ㄴ에서 발전에서 일반화된 개념형성 가능 (적절하게 확대, 전문적으로 확대)
내용의 수준	<ul style="list-style-type: none"> a. 전 단계와 같은 수준 b. 전 단계의 도움을 받아 곧바로 발전될 수 있는 수준 c. 전 단계의 도움을 받아 충분한 설명이 있다면 이해가 가능한 수준 d. 전 단계의 도움을 받고, 다른 선수개념 없이는 이해가 불가능한 수준

따라서 본 연구에서는 교육과정의 표현방법과 수준을 분류하여 수직적 연계성을 살펴보고자 한다.

선행 연구자 송순희(1991)는 위의 분류 요소를 조합하여 ㄱa, ㄱb,...

ㄷd와 같이 모두 12가지 경우로 <표 7>과 같이 다시 분류하였다.

‘반복’은 단순한 반복으로 계열정보보다는 계속성이 강조되는 경우로 $\neg a$, $\neg a$ 가 해당하며, ‘격차’는 학습 위계상 하위학습에서 누락되거나 충분한 설명이 있지 않은 경우로 $\neg d$, $\neg d$, $\neg d$ 로 분류하였다. ‘발전’은 ‘반복’과 ‘격차’를 제외한 나머지 경우로 하위학습과 상위학습이 적절히 연계되어 표현방법이 내용수준에 비교적 적절하다고 판단되는 경우이다.

<표 3> 분류 요소의 조합과 연계성(송순희 등, 1991)

연계성	내용분류 요소의 조합	조합의 의미
반복	$\neg a$	내용표현방법이 단순한 반복이고, 내용의 수준도 전 단계와 동일하다.
	$\neg a$	내용표현방법이 단순한 방법으로 제시방향이나 관점의 변화가 있으나, 내용의 수준은 전 단계와 동일하다(단순한 열거)
발전	$\neg b$	내용표현방법이 단순한 반복이나, 내용수준이 전단계의 도움을 받아 곧바로 발전될 수 있는 수준이다.
	$\neg b$	내용표현방법이 단순한 방법으로 관점의 변화가 있으나, 내용수준이 전 단계의 도움을 받아 곧바로 발전될 수 있는 수준이다.
	$\neg a$	내용표현방법이 적절하게 확대되어 일반화된 개념형성이 가능하고, 내용수준은 전 단계와 같은 수준이다.
	$\neg b$	내용표현방법이 적절하게 확대되어 일반화된 개념형성이 가능하고, 내용수준은 전 단계의 도움을 받아 곧바로 발전될 수 있는 수준이다.
	$\neg c$	내용표현방법이 단순한 반복이나, 내용수준이 전 단계의 도움을 받아 충분한 설명이 있다면 이해 가능한 수준이다.
	$\neg c$	내용표현방법이 단순한 방법으로 방향이나 관점의 변화가 있고, 내용수준이 전 단계의 도움을 받아 충분한 설명이 있다면 이해가 가능한 수준이다.
	$\neg c$	내용표현방법이 적절하게 확대되어 일반화된 개념형성이 가능하고, 내용수준이 전 단계의 도움을 받아 충분한 설명이 있다면 이해가 가능한 수준이다.
격차	$\neg d$	내용표현방법이 단순한 반복이나, 내용수준이 전 단계의 도움을 받아도 다른 선수개념 없이는 이해가 불가능한 수준이다.
	$\neg d$	내용표현방법이 단순한 방법으로 방향이나 관점의 변화가 있고, 내용수준이 전 단계의 도움을 받아도 다른 선수개념 없이는 이해가 불가능한 수준이다.
	$\neg d$	내용표현방법이 적절하게 확대되어 일반화된 개념형성이 가능하고, 내용수준이 전 단계의 도움을 받아도 다른 선수개념 없이는 이해가 불가능한 수준이다.

4. 과학과 교육과정

우리나라 과학 교육의 시작은 현대식 학교가 설립되고 과학을 가르치기 시작한 1894년 갑오경장 이후부터라고 할 수 있지만 현대적인 교육은 1945년 해방 이후부터 이루어졌으며, 지금의 제 7차 교육과정에 이르기까지의 교육과정을 살펴보면 다음과 같다(권재술 외, 1998 : 134-145).

<표 4> 우리나라 교육과정기(7차 이전)

교수요목기(1945-1955)	교과 중심 교육과정
제 1차 교육 과정기(1955-1963)	
제 2차 교육 과정기(1963-1973)	경험 중심 교육과정
제 3차 교육 과정기(1973-1981)	학문 중심 교육과정
제 4차 교육 과정기(1981-1987)	인간 중심 교육과정
제 5차 교육 과정기(1987-1992)	
제 6차 교육 과정기(1992-1997)	

(1) 제 7차 교육과정(1997-현재)

1) 개정배경

21세기의 과학 기술의 급격한 발전은 세계화, 정보화, 다양화를 지향하게 되었다. 이에 따른 학문의 발전과 사회 변동과 경제·산업·취업

구조의 변혁, 교육 여건 및 환경의 변화 등은 교육 수요자의 요구와 필요를 변화시켰다.

따라서 21세기의 정보화·세계화를 주도적으로 이끌 자율적이고, 창의적인 한국인을 기르기 위해서는 지금까지의 학교 교육 내용 전반에 대한 종합적이고 근본적인 검토와 개혁의 실행과 교육 여건과 환경의 제약 등 현실적인 문제의 고려도 함께 추진되어야 하기 때문에 이에 대한 효율적인 대안이 절실히 필요하게 되었다(교육부, 2000).

(2) 과학과 교육 과정

제 7차 교육 과정의 과학과는 3학년부터 10학년까지의 학생을 대상으로 하는 국민 공통 기본 교육 과정을 통해 국민의 기본적인 과학적 소양을 기르게 하고 11, 12학년의 선택 중심 교육 과정을 통해 학생의 능력과 요구에 따라 다양하게 교과목을 선택하고 학생의 자기 주도적 학습능력을 향상시키며 과학적인 소질을 발현할 수 있는 기회를 제공한다(교육부, 2000).

1) 과학과 과목의 구성

제 7차 교육과정의 과학과 교과목은 국민 공통 기본 교과인 ‘과학’과 일반 선택 과목으로 ‘생활과 과학’, 심화 선택 과목으로 ‘물리 I,II’, ‘화학 I,II’, ‘생물 I,II’, ‘지구과학 I,II’으로 구성되어 있다. 과학과 학교 급별

교과목은 다음과 같다(교육부, 2000).

<표 5> 제 7차 교육과정의 과학과 학교 급별 교과목(교육부, 2000)

학교급	초등학교	중학교	고등학교	
학 년	3~6	7~9	10	11~12
교과목	국민공통기본교육과정 '과 학'		일반 선택	생활과 과학
			심화 선택	물리 I·II, 화학 I·II, 생물 I·II, 지구 과학 I·II

2) 과학과 교육과정의 특징

제 7차 교육과정의 가장 큰 특징은 3학년부터 10학년까지의 국민 공통 기본 교육 과정과 11, 12학년의 선택 중심 교육과정으로 나누었다는 것이다.

국민 공통 기본 교육과정은 초등학교, 중학교, 고등학교로 나뉘어 학교급 간 교육과정 수준 차이로 인한 학습의 어려움을 해결하기 위해 초등학교 6학년에서 중학교 1학년의 학습 주제 수를 동일하게 하여 초등학교에서 중학교로 넘어가는 과정에서 많은 격차를 생기지 않게 하였으며, 중학교 과학의 학습 내용은 고등학교 1학년 과학의 가장 기본적인 개념에 초점을 맞추어 교육과정을 개발하였다. 이는 학교급 간의 연계성 있는 교육을 가능하게 하였다.

교육의 내용면에서는 화학, 물리, 생물, 지구 과학의 기본적인 개념으로 ‘물질’, ‘에너지’, ‘생명’, ‘지구’로 영역을 정하고 학교급 간 이동에의 비약을 완화시키고 연계성 있는 변화를 주는 데 중점을 두었다.

국민 공통 기본 교육 과정에서는 학생의 인지 발달 수준에 따라 저학년에서는 현상 및 활동을 중심으로 단원을 구성하고 단원 수를 많게 했으며, 고학년이 될 수록 개념 중심으로 하고 단원 수를 줄였다.

저학년에서는 자연 현상에 대한 관찰과 체험을 통해 자연에 친숙함을 느끼게 하여 흥미를 유발하고, 학년이 올라갈수록 점차 과학의 개념 학습에 치중하게 하였다. 초·중·고의 구분을 없애는 대신 다음과 같이 3단계로 나누어 학생들의 인지 발달 수준에 따라 연계성 있는 수업을 가능하게 하였다(교육부, 1999).

<표 6> 과학과 국민 공통 기본 교육과정 단계(교육부, 1999)

	3 - 5 학년	6 - 7 학년	8 - 10 학년
단원의 성격	현상 중심	현상 및 개념 중심	개념 중심
단원의 크기	6차시/단원	8차시/단원	17차시/단원
단원의 수	16	12	8(6)
주당 수업 시수	3시간	3시간	4시간(3시간)

※ ()는 10학년에 해당함.

국민 공통 교육 과정을 마친 11학년부터는 학생의 자율적 선택이 가능하게 되어 일반 선택 과목과 심화 선택과목의 이수가 가능하다. 일반 선택 과목인 ‘생활과 과학’을 통해 실생활과 밀접하게 연관되어 있는 소

재를 통해 과학에 대한 흥미를 높이고 과학적 소양을 갖추도록 하였다. 이 과목은 고등학교에서 과학을 학습 한 후 더 이상 과학 공부를 하지 않게 될 학생들을 염두로 개발하였기 때문에 과학과 기술 그리고 사회의 관계를 중요시 하였다.

심화 선택 과목은 ‘물리 I · II’, ‘화학 I · II’, ‘생물 I · II’, ‘지구과학 I · II’이 있다. 학생의 선택에 따라 자유롭게 과목을 선택하여 이수 할 수 있으며, 이 중 어느 과목도 이수하지 않아도 상관없다. 따라서 물리, 화학, 생물, 지구과학의 I 과목만을 이수하는 학생을 위해, I 과목은 기초적이면서 과목의 전체적인 내용을 학습하도록 구성하여야 하며, 물리, 화학, 생물, 지구과학의 II 과목은 I 과목을 이수한 학생들의 선택에 따라 이수하게 되는 과목이므로 학생들의 흥미를 충족시키기 위하여 I 과목에서 학습하지 않은 내용을 중심으로 체계적으로 구성하였다(교육부, 2000).

그러나 교육과학기술부(1997)에 따르면 ‘심화 선택 과목 중 과목 명에 II가 있는 과목을 선택하기 위해서는 I 를 먼저 이수해야 하나, 학교의 실정, 학생의 요구, 교과목의 성격에 따라 이수를 면제하거나 대체할 수 있다’라고 했으므로 융통성 있는 교육의 운영이 필요하다.

3) 제 7차 개정 과학과 교육과정

1997년 개정 고시되어 2000년부터 적용되었던 제 7차 교육과정은 정보화·세계화에 따라 요구되는 과학적 소양을 가진 인간을 기르기 위해 도입되었다. 현행 교육과정의 기본 철학 및 기본 체제인 ‘학습자 중심, 단위학교에서 만들어가는 교육과정의 철학과 국민 공통 기본 교육과정

및 선택 중심 교육과정 등 기본체제 유지'(교육부, 2007)를 기본으로 교육과정이 고시된 후 10여 년간의 사회·문화적 변화 등을 반영하여 2007년에 7차 교육과정의 수시 개정 작업의 일환으로 추진되었다.

개정 교육과정의 기본 방향과 중점은 다음과 같다(교육부,2007).

첫째, 과학적 기초 소양 교육의 강화를 위해 STS 관련 내용을 강화하였으며, '자유탐구'의 도입으로 과학 탐구에 흥미를 느끼게 하고, 실생활과 관련된 내용을 접함으로써 과학에 대해 흥미를 유발할 수 있도록 정의적 영역을 강화하였다.

둘째, 창의성 신장을 위해 과학 교육을 강화하였다. '자유탐구'를 통해 실생활에서 창의력과 문제 해결력의 신장 기회를 제공하며, 개정의 '성격'에 창의력, '목표'에 해결력, '평가'에 창의성 관련 평가 등을 명시함으로써 창의력 신장을 강조하였다.

셋째, 과학 탐구 활동을 강조하여 국민 공통 기본 교육과정에 '자유탐구'를 신설하여 학생의 흥미와 창의력의 신장 및 과학 탐구 기회를 확대하였으며, 각 학년과 단원별로 이수해야 하는 탐구 활동을 제시하였다.

넷째, 나선형 교육과정을 적용하여 7~10학년의 내용 간, 선택중심교과의 내용 간의 중복을 최소화하였다.

다섯째, 단위학교와 교사에게 교육과정의 개발과 운영 권한을 위임함으로써 단위 학교의 교육과정 운영의 자율성을 확대하였다.

개정 교육과정에 따른 화학과의 교육과정 변화를 보면 다음과 같다.

<표 7> 현행 교육과정과 개정 교육과정 비교(교육부, 2007)

과목	현행	개정	비고	
구성	<ul style="list-style-type: none"> 과학 교과 편제를 ‘과학’, ‘생활과 과학’, ‘물리 I·II’, ‘화학 I·II’, ‘생물 I·II’, ‘지구 과학 I·II’으로 구성 3 - 7학년 : 주당 3시간, 8 - 9학년 : 주당 4시간, 10학년 : 주당 3시간, 선택과목 I : 4단위, 선택과목 II : 6단위 	<ul style="list-style-type: none"> ‘생활과 과학’ 과목 없애고, ‘생물’을 ‘생명 과학’으로 과목 명 바꿈 10학년 : 주당 4시간, 선택과목 I : 6단위로 조정 	<ul style="list-style-type: none"> 과학 교육을 강화하기 위해 고등학교 1학년의 시간을 주당 4시간으로 확대 생물분야의 발전을 반영하여 ‘생물’의 과목 명을 ‘생명과학’으로 변경 	
과학 Ⅷ 국 민 공 통 Ⅴ	성격	<ul style="list-style-type: none"> 과학의 목표, 내용, 방법, 평가를 포괄적으로 기술 	<ul style="list-style-type: none"> 과학의 대상과 목적, 슬기로운 생활 및 과학 관련 선택 과목과의 연계, 탐구 대상과 기능, 학습 방법, 학습 상황 등으로 나누어 진술 	
	목표	<ul style="list-style-type: none"> 과학과 목표를 총괄목표와 4개의 하위 항으로 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 제7차의 기초를 유지하면서, 과학적 소양과 창의성을 강조 	
	내용	<ul style="list-style-type: none"> 학년별로 에너지, 물질, 생명, 지구의 영역별로 지식과 탐구 과정 및 탐구활동 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 학년별로 운동과 에너지, 물질, 생명, 지구와 우주 영역별로 지식을 성취 기준 형식으로 진술하고 수행되어야 할 탐구 활동을 제시 	
	교수 학습 방법	<ul style="list-style-type: none"> ‘교수·학습 계획’, ‘보충·심화 학습 계획’, ‘교수·학습 방법’으로 구분하여 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 영역 간·영역 내 내용 요소의 통합 방안을 제시하고 독서 및 논술, 자유탐구 관련 항목을 제시 	
	평가	<ul style="list-style-type: none"> 평가의 주안점, 방법, 도구 개발 및 활용, 평가 범위 등 5개항 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 평가의 절차와 각 절차별 주요 내용 소개 	<ul style="list-style-type: none"> 창의성 요소의 평가 강조

<표 7> 현행 교육과정과 개정 교육과정 비교(교육부, 2007)(계속)

과목	현행	개정	비고
화학 I	<ul style="list-style-type: none"> 내용: '물', '공기', '금속과 그 이용', '생활 속의 화합물'로 구성 	<ul style="list-style-type: none"> 내용: '공기', '물', '용액', '화학과 우리 생활'로 구성 실생활 중심의 소재를 선택하여 학생의 흥미를 제고함 화학Ⅱ의 '용액'을 수준을 낮추어 화학 I 으로 이동 	<ul style="list-style-type: none"> 주제 중심으로 구성하여 학생들이 과학에 대한 흥미를 제고할 수 있도록 구성
화학 II	<ul style="list-style-type: none"> 내용: '물질의 상태와 용액', '원자 구조와 주기율', '화학 결합', '화학 반응과 에너지', '반응 속도와 화학 평형', '산과 여기의 반응', '산화·환원 반응'으로 구성 	<ul style="list-style-type: none"> 내용: '원자 구조와 주기율', '화학 결합', '화학 반응과 에너지', '반응 속도와 화학 평형', '산과 여기의 반응', '산화·환원 반응'으로 구성 	<ul style="list-style-type: none"> '물질의 상태와 용액'은 수준을 조정하여 화학 I 로 이동

개정 교육과정은 교육인적자원부 고시 제2007-79호에 따르면 2009년에 초등학교 1, 2학년을 시작으로 2013년 고등학교 3학년까지 단계적으로 시행하도록 하였다.

III. 연구 방법

1. 연구방법

(1) 연구자료

초·중등학교의 과학 교과서의 화학 영역 중 ‘물질의 상태와 용액’ 영역의 연계성을 연구하기 위하여 초등학교, 중학교, 고등학교 교과서와 교사용 지도서, 그리고 초·중·고등학교 교육과정 해설을 참고하였다.

초등학교 과학 교과서는 국정교과서로 1종이 있으며, 학기별로 나뉘어 있다. 중학교 과학 교과서는 총 9종, 고등학교 과학 교과서는 총 12종, 그리고 화학 I·II 각각 총 8종이 있으며 그 중 주로 사용되고 있는 교과서를 각각 8종씩을 택하였으며, 연구 대상 교과서는 다음과 같다.

<표 8> 연계성 연구 자료

학년	출판사	저 자	발행년도
3	금성출판사	교육과학기술부	2008
4	금성출판사	교육과학기술부	2008
5	금성출판사	교육과학기술부	2008
6	금성출판사	교육과학기술부	2008
중 학 교	(주)교학사 (가)	강만식 · 정창희 · 이원식 · 한인섭 · 박은호 · 이창진 · 김일회 · 장병기 · 정병훈 · 윤 용 · 이태욱 · 한천욱	2008
	(주)교학사 (나)	정완호 · 권재술 · 김범기 · 김성하 · 백성혜 · 우종욱 · 이봉호 · 이석형 · 정진우 · 최병순	2008
	(주)금성출판사 (다)	이성목 · 채광표 · 김기대 · 노태희 · 정지오 · 서인호 · 김영수 · 김윤택 · 이세영 · 이문원 · 권석민 · 손영운	2008
	(주)동화사 (라)	박봉상 · 김운우 · 홍달식 · 박문수 · 정대영 · 심국석 · 심중섭 · 최진복 · 장정찬 · 최병수 · 진만식	2008

<표 8> 연계성 연구 자료(계속)

학년	출판사	저 자	발행년도
중 학 교	(주)두산 (마)	소현수 · 안태인 · 최승언 · 박건식 · 이영만 · 목창수 · 김종권 · 김득호 · 구수길 · 박완규 · 김완섭 · 김영산	2008
	(주)디딤돌 (바)	김찬중 · 김희백 · 박시진 · 오차환 · 양재철 · 장홍식 · 정진문 · 조현수 · 최후남 · 한송희 · 현종오 · 홍경희	2008
	(주)블랙박스 (사)	김정률 · 고현덕 · 김재현 · 김남일 · 임용우 · 동효관 · 김선주 · 남철주 · 김영순 · 이준용	2008
	(주)지학사 (아)	이광만 · 허 동 · 이경운 · 정문호 · 방태철 · 이기성 · 안태근 · 정상윤 · 복완근 · 정익현 · 박병훈 · 박정일 · 정수도 · 김경수	2008
10	(주)교학사	강만식 · 정창희 · 이원식 · 한인섭 · 권숙일 · 이민호 · 박수인 · 윤 용 · 이강석 · 이태욱 · 정규호 · 양영주	2008
	(주)교학사	정완호 · 권재술 · 김대수 · 김범기 · 신영준 · 이길재 · 정진우 · 최병순 · 황원기	2008
	(주)금성출판사	이문원 · 전성용 · 최병수 · 권석민 · 노태희 · 허성일 · 김출배 · 강석진 · 박희송 · 김경호 · 김규상 · 채광표 · 김진만 · 정대영	2008
	대한교과서(주)	이규석 · 조희형 · 박봉상 · 박문수 · 심국석 · 심중섭 · 최진복 · 장정찬 · 이창진 · 이용준	2008
	(주)디딤돌	김찬중 · 서만석 · 김희백 · 심재호 · 현종오 · 한인옥 · 권성기 · 박성식	2008
	(주)중앙교육 진흥연구소(D)	우규환 · 이춘우 · 오두환 · 김영유 · 경재복 · 이경훈 · 박태운 · 이영직 · 백수관 · 김병인 · 김봉래 · 이기영	2008
	(주)지학사	이면우 · 장병기 · 고재덕 · 윤상학 · 이진승 · 여상인 · 김홍석 · 임채성 · 배진호 · 백승용 · 이성진 · 최변각	2008
	(주)천재교육	차동우 · 김희수 · 이명석 · 이현주 · 최종한 · 이복영 · 옥준석 · 윤세진 · 이원경 · 정남식 · 신동원	2008

<표 8> 연계성 연구 자료(계속)

학년	출판사	저 자	발행년도
11	(주)교학사 (A)	윤 용 · 정지오 · 박종석 · 김영호	2008
	(주)금성출판사 (B)	서정쌍 · 허성일 · 김출배 · 박종욱 · 하윤경 · 임영중 · 배병일	2008
	대한교과서(주) (C)	이덕환 · 김대수 · 심국석 · 전석천 · 이정희 · 심중섭 · 서인호 · 노기중	2008
	(주)중앙교육진흥연구소(D)	우규환 · 최석남 · 오두환 · 한은택 · 김봉래 · 강봉주	2008
	(주)지학사 (E)	여상인 · 이진승 · 김홍석	2008
	(주)천재교육 (F)	김희준 · 윤경병 · 황성용 · 이복영 · 전화영	2008
	청문각 (G)	여수동 · 여환진 · 장영근 · 이규옥 · 조춘현 · 박현영 · 양도권 · 이충길	2008
	형설 (H)	송호봉 · 이재호 · 이진현 · 강금덕 · 양기열 · 구인선 · 정관영	2008
12	(주)교학사 (A)	윤 용 · 정지오 · 박종석 · 김영호	2008
	(주)금성출판사 (B)	서정쌍 · 허성일 · 김출배 · 박종욱 · 하윤경 · 임영중 · 배병일	2008
	대한교과서(주) (C)	이덕환 · 김대수 · 심국석 · 전석천 · 이정희 · 심중섭 · 서인호 · 노기중	2008
	(주)중앙교육진흥연구소(D)	우규환 · 최석남 · 오두환 · 한은택 · 김봉래 · 강봉주	2008
	(주)지학사 (E)	여상인 · 이진승 · 김홍석	2008
	(주)천재교육 (F)	김희준 · 윤경병 · 황성용 · 이복영 · 전화영	2008
	청문각 (G)	여수동 · 여환진 · 장영근 · 이규옥 · 조춘현 · 박현영 · 양도권 · 이충길	2008
	형설 (H)	송호봉 · 이재호 · 이진현 · 강금덕 · 양기열 · 구인선 · 정관영	2008

(2) 연구방법

본 연구에서는 초등학교, 중학교, 고등학교의 화학 영역 중 물질의 상태와 용액 영역의 연계성을 연구하였다.

1. 단원 구성은 초등학교 과학 교육과정 해설(교육부, 1998), 중학교 교육과정 해설(교육부, 1999), 고등학교 과학교육 해설(교육부, 2000)과 교사용 지도서를 참고하였다.
2. ‘물질의 상태와 용액’ 영역의 내용과 관련 있는 내용의 학년 간 연계성을 알아보기 위하여 초등학교 3학년부터 고등학교 3학년까지의 각 교과서의 내용을 조사하였고, 선행연구자들의 연계성 준거 모형(송순희, 1991)을 사용하였다.
3. 학년 내 연계성을 알아보기 위해 교과서를 각 8종을 선택해 내용을 조사하였다. 초등학교는 국정교과서로 학기별로 1종을 조사하였다.

2. 제한점

본 연구의 제한점은 다음과 같다.

- 1) 교과서의 내용면에서 분석을 했으나 실험 및 탐구 면에서 분석을 하지 않았다.
- 2) 초·중등학교 교과서 중 화학 과목에 대해서만 연구가 이루어졌기 때문에 과학의 다른 과목과 연계가 되었는지 알 수 없다.
- 3) 본 연구는 연구자의 판단에 의존하므로 다소 주관적일 수 있으나 선행 연구자들의 연구와 비교를 통해 객관성을 유지하도록 하였다.

IV. 연구결과 및 분석

1. 제 7차 교육과정의 화학과 내용 분석

제 7차 과학과 교육과정 중 화학과의 내용은 다음과 같다.

<표 9> 과학과 교육과정 중 화학과의 내용

과목	내 용	단 원(내용 요소)	
3	· 주변의 물질 알아보기	1학기	1. 우리 주위의 물질 3. 소중한 공기
	· 여러 가지 고체의 성질 찾아보기	1학기	1. 우리 주위의 물질
	· 물에 가루물질 녹이기	2학기	4. 여러 가지 가루 녹이기
	· 고체 혼합물 분리하기	2학기	7. 섞여 있는 알갱이의 분리
4	· 여러 가지 액체의 성질 알아보기	1학기	2. 우리 생활과 액체
	· 혼합물 분리하기	1학기	5. 혼합물 분리하기
	· 열에 의한 물체의 온도와 부피 변화	2학기	8. 열의 이동과 우리 생활
	· 모습을 바꾸는 물	2학기	7. 모습을 바꾸는 물
5	· 용액 만들기	1학기	2. 용해와 용액
	· 결정 만들기	1학기	6. 용액의 진하기
	· 용액의 성질 알아보기	2학기	2. 용액의 성질
	· 용액의 변화	2학기	5. 용액의 반응
6	· 기체의 성질	1학기	1. 기체의 성질
	· 여러 가지기체	1학기	6. 여러 가지 기체
	· 촛불 관찰	2학기	5. 연소와 소화

<표 9> 과학과 교육과정 중 화학과의 내용(계속)

과목	내 용	단 원(내용 요소)
7	· 물질의 세 가지 상태	4. 물질의 세 가지 상태 · 물질의 상태 변화 · 물질의 상태와 분자 모형
	· 분자의 운동	5. 분자의 운동 · 움직이는 분자 · 기체의 압력과 부피 · 기체의 온도와 부피
	· 상태 변화와 에너지	7. 상태 변화와 에너지 · 상태 변화와 열에너지 · 상태 변화와 분자 운동
8 과학	· 물질의 특성	2. 물질의 특성 · 끓는점과 녹는점 · 용해도 · 밀도
	· 혼합물의 분리	8. 혼합물의 분리 · 순물질과 혼합물 · 혼합물의 분리 방법
9	· 물질의 구성	3. 물질의 구성 · 물질을 이루는 입자 · 원소와 화합물 · 원자 모형과 화합물
	· 물질 변화에서의 규칙성	5. 물질 변화에서의 규칙성 · 물질의 변화 · 화학 변화와 질량의 관계 · 일정 성분비의 법칙
10	· 물질	· 전해질과 이온 · 산과 염기의 반응 · 반응속도

<표 9> 과학과 교육과정 중 화학과의 내용(계속)

과목	내 용	단 원(내용 요소)
11	· 주변의 물질	<ul style="list-style-type: none"> · 물의 특성 · 수용액에서의 반응 · 물과 우리 생활 · 공기를 이루는 물질 · 기체의 성질 · 공기의 오염과 그 대책
	· 화학과 인간	<ul style="list-style-type: none"> · 금속의 성질 · 금속의 반응성과 이용 · 탄소 화합물의 성질 · 탄소 화합물과 우리 생활 · 세제 · 의약품 · 화학이 해결해야 할 과제
12	· 물질의 상태와 용액	<ul style="list-style-type: none"> · 기체 · 액체와 고체 · 용해와 용해도 · 용액의 농도 · 묽은 용액의 성질
	· 물질의 구조	<ul style="list-style-type: none"> · 원자의 구조 · 원자 모형과 전자 배치 · 주기율 · 화학 결합의 종류 · 공유 결합과 분자
	· 화학 반응	<ul style="list-style-type: none"> · 물질의 변화와 엔탈피 · 결합 에너지 · 반응 속도 · 화학 평형의 법칙 · 화학 평형의 이동 · 산과 염기 · 중화 적정 · 체내에서의 산·염기 조절 · 산화와 환원 · 화학 전지와 전기 분해

화학과의 내용 중 ‘물질의 상태와 용액’ 영역에 해당하는 내용은 다음과 같다.

3학년에서는 여러 물질들의 성질을 알아보고, 그 성질에 따라 기체, 액체, 기체로 분류하는 활동을 하며 주로 고체의 성질에 대해서 알아보는 활동을 한다.

4학년에서는 열에 의한 물체의 온도와 부피의 변화를 알아보고, 물을 가열하거나 냉각시키는 실험을 통해 물질의 상태 변화를 확인한다.

5학년은 ‘용액’ 관련 내용으로 단원이 구성되어 있으며, 용액을 만들어 보는 실험을 통해 용해의 원리를 학습하고, 여러 가지 결정 만들기와 용액의 진한 정도를 간단한 방법으로 구분하는 활동을 한다.

6학년은 기체 관련 내용으로 단원이 구성되어 있으며, 여러 가지 실험을 통해 기체의 성질을 알아보고, 간단한 실험을 통해 여러 기체를 발생시켜 그 성질을 확인한다.

7학년에서는 초등학교에서 거시적으로 알아보았던 물질의 세 가지 상태를 입자 모형과 분자의 개념을 도입하여 미시적으로 학습하게 된다.

8학년에서는 다른 물질과 구별할 수 있는 준거가 되는 끓는점, 녹는점, 밀도, 용해도 등의 물질의 특성을 실험을 통해서 물질마다 각자 고유의 값을 가진다는 것을 알고, 그 것을 이용해 혼합물을 분리하는 간단한 실험을 하게 된다.

9학년과 10학년에서는 ‘물질의 상태와 용액’ 영역에 해당하는 단원이 없었으며, ‘물질의 구조’와 ‘화학반응’에 해당하는 내용을 학습한다.

11학년에서는 ‘물’ 단원을 통해 물의 특성을 알아보고, 이런 특성이 나타나는 이유를 물 분자의 구조와 결합의 개념을 이용하여 설명한다. ‘공기’ 단원에서는 공기를 구성하는 여러 기체에 대해 알아보고, 기체 분자 운동론을 도입하여 증발과 확산 등의 현상을 알아본다.

12학년의 ‘물질의 상태’ 단원은 그동안 배워왔던 선수 학습 개념을 토대로 물질의 세 가지 상태에 대한 학습을 종합적으로 완성하며, 주로 기체를 중점으로 다룬다. ‘용액’ 단원에서는 그동안 현상적으로 경험한 용액의 성질을 보다 정량적으로 접근한다.

2. 학급별 교과서 내용의 연계성

초등학교 교과서는 국정교과서로 1종이므로 중·고등학교의 교과서 각 8종을 대상으로 ‘물질의 상태와 용액’ 영역의 연계성 조사를 하였다.

9학년과 10학년은 ‘물질의 상태와 용액’ 영역 관련 단원이 없으므로 나머지 학년에 대한 관련 단원 연계성 조사를 하였다.

(1) 7학년 교과 단원의 학급별 연계성

7학년의 화학과 단원 구성은 다음과 같다.

<표 10> 7학년 화학과 단원 구성

과목	내 용	단 원(내용요소)
과학	· 물질의 세 가지 상태	4. 물질의 세 가지 상태 · 물질의 상태 변화 · 물질의 상태와 분자 모형
	· 분자의 운동	5. 분자의 운동 · 움직이는 분자 · 기체의 압력과 부피 · 기체의 온도와 부피
	· 상태 변화와 에너지	7. 상태 변화와 에너지 · 상태 변화와 열에너지 · 상태 변화와 분자 운동

이 단원들 중 물질의 상태를 다루는 ‘물질의 세 가지 상태’와 ‘분자의 운동’ 단원을 출판사별로 비교 분석하였다.

단원의 내용 중 개념의 설명이 되어 있는 것은 O로 표시하였고, 내용이 다소 빠져있거나 개념의 설명 없이 관련 내용만 있을 경우에 △로 표시하였으며, 개념이 언급되어 있지 않으면 X로 표시하였다.

7학년 과학 교과서 별 ‘물질의 상태와 용액’ 영역의 연계성은 다음과 같다.

<표 11> 7학년 교과서 별 내용 연계성

단 원	내 용	(가)	(나)	(다)	(라)	(마)	(바)	(사)	(아)
4. 물질의 세 가지 상태	고체, 액체, 기체의 성질	o	o	x	o	o	△	o	o
	물질의 상태 변화	o	o	o	o	o	o	o	o
	분자의 정의	o	o	o	o	o	o	o	o
	물질의 상태 변화에 따른 분자 배열	o	o	o	o	o	o	o	o
	물질의 상태 변화에 따른 부피와 질량의 변화	△	o	o	△	o	o	o	o
	5. 분자의 운동	확산	o	o	o	o	o	△	o
증발		o	o	o	o	o	△	o	o
물질의 상태와 분자운동		o	o	o	x	o	x	o	o
압력의 정의		o	o	o	x	o	o	o	o
기체의 압력과 부피		o	o	o	o	o	o	o	o
기체의 온도와 부피		o	o	o	o	o	o	o	o
기체의 압력에 따른 분자 운동 모형		o	o	o	o	o	o	o	o
기체의 온도에 따른 분자 운동 모형		o	o	o	o	o	o	o	o

7학년 과학 교과서 중 ‘물질의 상태와 용액’ 영역에 해당하는 ‘4. 물질의 세 가지 상태’와 ‘5. 분자의 운동’ 단원의 내용 연계성을 조사한 결과

8종 교과서의 내용 요소들이 대부분 연계성을 가지고 있었다.

4단원 ‘물질의 세 가지 상태와 용액’에서 고체, 액체, 기체의 성질에 대한 내용은 (다) 교과서에는 언급되지 않았으며, (바) 교과서에는 개념이 명확히 제시되지 않았다. (다) 교과서는 물체를 고체, 액체, 기체로 분류하는 것에 그쳤으며, (바) 교과서는 단원의 도입에 자동차의 부품을 고체, 액체, 기체로 분류하고 그것을 통해 고체, 액체, 기체의 성질을 발표하도록 하였다. 이는 초등학교 3학년의 ‘우리 주위의 물질’과 4학년의 ‘우리 생활과 액체’, 그리고 6학년의 ‘기체의 성질’ 단원을 통해 물체를 기체, 액체, 고체로 분류하고, 세 가지 상태의 기본적인 성질을 학습했기 때문인 것으로 보인다.

물질의 상태 변화는 응고, 액화, 기화, 승화 등의 내용을 다루고 있으며, 분자의 개념을 사용하여 물질의 상태 변화에 따른 분자 배열을 통해 물질의 상태 변화에 따른 부피와 질량의 변화를 설명하고 있다. 8종의 교과서에서는 분자를 ‘물질의 성질을 지니는 가장 작은 알갱이’라고 정의하였으며, 분자 모형으로 물질의 세 가지 상태의 분자 배열을 알기 쉽게 그림으로 나타내었다. 물질의 상태 변화에 따른 부피와 질량의 변화는 (가), (라) 교과서에서 상태 변화에 따라 분자들 사이의 간격 변화에 대해서만 언급했다.

5단원 ‘분자의 운동’은 자연에서 관찰할 수 있는 현상을 통해 분자가 어떻게 운동하는지 알아보고, 압력과 온도에 따른 기체의 부피 변화를 알아본다.

자연 환경에서 관찰 가능한 확산 현상과 증발 현상은 모든 교과서에서 다루고 있었으나, (바) 교과서에서는 분자의 운동을 설명하기 위한 도입부로 예를 통해서만 제시하였으며, 증발 역시 에탄올의 증발 실험만 제시되어 있을 뿐 확산과 증발의 명확한 개념을 제시하지 않았다. 이는

이미 초등학교 4학년의 ‘우리 생활과 액체’에서 액체 증발 실험을 통해 증발의 개념을 다루고 있기 때문에 언급하지 않은 것으로 보인다.

물질의 상태와 분자 운동은 온도에 따른 확산과 증발 현상의 분자 운동을 다루고 있으며 (라), (바) 교과서에서는 언급하지 않았다.

압력은 기체의 압력에 따른 부피 변화를 설명하기에 앞서 압력의 개념을 명확히 하기 위하여 정의를 하고, 내용을 간단히 제시하였다. (라) 교과서에서는 압력의 개념 설명 없이 바로 기체의 압력과 부피에 대해 설명을 하였다.

기체의 압력과 온도에 따른 부피 변화와 분자 운동 모형은 8종의 교과서에서 모두 비중 있게 다루었다. 대부분의 교과서에서 기체의 압력과 부피의 관계를 ‘보일의 법칙’으로 설명하고 있으나 (라), (마) 교과서에서는 기체의 압력과 부피의 관계만을 설명하고 있을 뿐, 그것이 ‘보일의 법칙’이라고 제시하지 않았다. 기체의 온도와 부피의 관계 역시 대부분의 교과서에서 ‘샤를의 법칙’으로 설명하고 있으나 (라), (마), (아) 교과서에서는 기체의 온도와 부피의 관계만을 설명하고 있었다.

(2) 8학년 교과 단원의 학급별 연계성

8학년의 화학과 단원 구성은 다음과 같다.

<표 12> 8학년 화학과 단원 구성

과목	내 용	단 원(내용요소)
과학	· 물질의 특성	2. 물질의 특성 · 끓는점과 녹는점 · 용해도 · 밀도
	· 혼합물의 분리	8. 혼합물의 분리 · 순물질과 혼합물 · 혼합물의 분리 방법

‘물질의 특성’과 ‘혼합물의 분리’ 단원을 7학년의 교과서 별 내용 연계성 연구와 같은 방법으로 연구하였다.

8학년 과학 교과서 별 ‘물질의 상태와 용액’ 영역의 연계성은 다음과 같다.

<표 13> 8학년 교과서 별 내용 연계성

단 원	내 용	(가)	(나)	(다)	(라)	(마)	(바)	(사)	(아)
2. 물질의 특성	녹는점(어는점)	○	○	○	○	○	○	○	○
	끓는점	○	○	○	○	○	○	○	○
	외부압력과 끓는점의 관계	X	○	○	○	X	△	○	○
	용질, 용매, 용액, 용해	○	○	○	○	○	○	△ 용해 빠짐	○
	용해의 원리	○	○	○	△	○	X	X	○
	용액의 농도	○	X	○	X	○	○	X	○
	퍼센트 농도	○	X	○	X	○	○	X	○
	포화 용액	○	○	○	○	○	○	○	○
	불포화 용액	○	○	X	○	○	X	○	○
	과포화 용액	X	○	X	X	X	X	X	X
	용해도	○	○	○	○	○	○	○	○
	온도에 따른 용해도 변화	○	○	○	○	○	○	○	○
	압력에 따른 용해도 변화	○	X	○	△	○	○	○	○
	밀도	○	○	○	○	○	○	○	○
	물질의 부피 측정 방법 (메스실린더)	○	X	○	○	○	○	○	○
물질의 질량 측정 방법 (윗집시 저울)	△	X	△	X	○	○	△	○	
8. 혼합물의 분리	혼합물과 순물질의 성질(차이)	○	○	○	○	○	○	○	○
	끓는점을 이용한 혼합물 분리	○	○	○	○	○	○	○	○
	밀도를 이용한 혼합물 분리	○	○	○	○	○	○	○	○
	용해도를 이용한 혼합물 분리	○	○	○	○	○	○	○	○
	증류	○	○	○	○	○	○	○	○
	분별증류	○	○	△	○	○	○	○	○
	재결정	○	○	○	X	X	○	X	X
	분별결정	X	○	○	○	△	△	○	○
	크로마토그래피	○	○	○	○	△	○	○	○

8학년 과학 교과서 중 ‘물질의 상태와 용액’의 영역에 해당하는 ‘2. 물질의 특성’과 ‘8. 혼합물의 분리’ 단원의 내용 연계성을 조사한 결과 대부분의 내용 요소들이 연계성을 가지고 있었다.

2단원 ‘물질의 특성’은 물질의 고유한 성질로서 녹는점(어는점), 끓는점, 용해도, 밀도 등을 알아보고, 이를 통해 물질의 특성과 여러 조건에 따른 특성의 변화를 알아본다.

물질의 특성인 끓는점, 용해도, 밀도는 8종의 교과서에서 모두 다루고 있었다.

외부압력과 끓는점의 관계는 (가), (마) 교과서에서는 언급하지 않았으며, (바) 교과서에서는 압력 밥솥에서 밥이 왜 잘 익는지에 대해서 예를 들므로 설명을 대신하였다.

용질, 용매, 용액, 용해의 정의는 8종의 교과서에 간단하게 나와 있으며, 용해의 경우 (사) 교과서에는 언급하지 않았다. 용질과 용매에 대한 설명은 대부분의 교과서에서는 녹이는 물질을 ‘용매’라 하고, 녹는 물질을 ‘용질’로 하였다. 그러나 (나) 교과서에서는 두 물질이 섞일 때 양이 더 많은 물질을 ‘용매’로 하고, 적은 쪽을 ‘용질’로 정의하는 차이를 보였다.

용해의 원리는 (바), (사) 교과서에는 언급이 되지 않았으며, (라) 교과서는 ‘녹일 수 없는 물질과 녹는 물질 실험’이 있었지만 명확한 개념을 제시하지 않았다.

용액의 농도와 퍼센트 농도는 (나), (라), (사)에서 언급하지 않았다. 이는 4학년의 ‘용액의 진하기’를 배우는 과정에서 농도의 개념에 대해서 배웠으리라 가정했기 때문인 것으로 보인다.

용해도는 물질의 성질 중 하나로 8종의 모든 교과서에서 비중 있게 다루었다. 포화용액은 ‘용매에 용질이 최대한 녹아 있는 용액’으로 ‘일정

한 온도에서 용매 100g에 최대한 녹을 수 있는 용질의 g수'라고 정의한 용해도를 설명하기 위해 필요한 개념이기 때문에 8종의 교과서에서 모두 개념을 제시하고 있었다. 불포화 용액의 경우 포화 용액과 함께 설명하고 있었는데, (다) 교과서에서는 불포화 용액을 언급하지 않았다. 과포화 용액은 (나) 교과서에서만 언급을 하고 나머지 7종의 교과서에서는 언급을 하지 않았다.

온도에 따른 용해도 변화는 8종의 교과서에서 모두 다루고 있었으며, 주로 용해도 곡선을 이용해 온도가 높아질수록 용해도가 낮아진다는 것을 쉽게 이해할 수 있도록 하였다.

압력에 따른 용해도 변화는 대부분의 교과서에서 설명하고 있으나 (나) 교과서는 언급을 하지 않았으며, (라) 교과서에서는 <관찰>을 통해 사이다병 뚜껑을 열었을 때의 그림을 제시하고 압력에 따라 기체의 용해도가 어떻게 달라지는지 질문을 해 내용의 설명을 대신하였다.

밀도는 교과서에서 '질량/부피'로 정의하였으며, 질량과 부피를 통해 밀도를 구하는 실험을 통해 밀도의 개념을 이해하도록 하였다. 따라서 (나) 교과서를 제외한 7종의 교과서에서는 메스실린더를 이용해 물질의 부피를 측정하는 방법을 제시하였다. 윗접시 저울을 이용해 물질의 질량을 측정하는 방법은 (마), (바), (아) 교과서 3종에서 그 과정을 설명하고 있었다. (가), (다), (바) 교과서에서는 윗접시 저울을 이용해 물질의 질량을 구하는 실험을 통해 윗접시 저울 사용법을 숙지하도록 하였다.

8단원 '혼합물의 분리'는 앞서 배운 물질의 특성을 이용해 혼합물을 분리하는 방법에 대하여 배운다.

물질의 특성인 끓는점, 녹는점, 밀도, 용해도를 이용한 혼합물의 분리는 모든 교과서에서 제시하고 있었다.

끓는점을 이용한 혼합물의 분리에서 증류는 8종의 교과서 모두 제시

하고 있었으며, 분별증류는 (다) 교과서에서 물과 에탄올의 혼합물 분류 실험을 통해 분별증류를 보여주고 있으나 개념을 명확히 제시하지 않았다.

용해도를 이용한 혼합물의 분리에서는 온도에 따른 용해도의 변화를 이용한 재결정, 분별결정을 소개하고 있다.

재결정은 (라), (마), (사), (아) 교과서에서는 언급하지 않았다. 분별결정은 (가) 교과서에서는 언급되지 않았으며, (마), (바) 교과서에서는 실험을 통해 분별 결정을 보여주고 있었으나 개념 설명이 없었다. (가) 교과서는 재결정을 통해서만 혼합물 분리를 설명하고 있으며, (라), (사), (아) 교과서는 분별 결정을 설명함으로써 재결정을 설명하기에 충분하다고 가정했을 것으로 보인다.

크로마토그래피는 사인펜 잉크의 색소 분리 실험을 통하여 크로마토그래피에 대해서 설명하고 있으며, 대부분의 교과서에서 비중 있게 다루고 있다. (마) 교과서에서는 <보충학습>에 잉크의 색소 분리 실험을 소개하고 있다.

(3) 11학년 교과 단원의 학급별 연계성

11학년의 화학과 단원 구성은 다음과 같다.

<표 14> 11학년 화학과 단원 구성

과목	내 용	단 원(내용요소)
화 학 I	· 주변의 물질	1. 물 · 물의 특성 · 수용액에서의 반응 · 물과 우리 생활 2. 공기 · 공기를 이루는 물질 · 기체의 성질 · 공기의 오염과 그 대책 3. 금속 · 금속의 성질 · 금속의 반응성과 이용
	· 화학과 인간	· 탄소 화합물의 성질 · 탄소 화합물과 우리 생활 · 세계 · 의약품 · 화학이 해결해야 할 과제

이 단원들 중 ‘물질의 상태와 용액’ 영역에 속하는 ‘물’ 단원과 ‘공기’ 단원을 출판사별로 비교 분석하였으며, 7학년의 교과서 별 내용 연계성 연구와 같은 방법으로 연구하였다.

11학년 과학 교과서 별 ‘물질의 상태와 용액’ 영역의 연계성은 다음과 같다.

<표 15> 11학년 교과서 별 내용 연계성

단 원	내 용	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)
1. 물	물의 성질	○	△ 비열 빠짐	○	○	○	○	○	○
	물의 상태 변화	△	△	△	X	X	X	△	○
	표면장력	○	○	○	○	○	○	○	○
	모세관 현상	X	X	X	X	○	○	X	○
	물의 상태에 따른 부피와 밀도의 변화	○	○	△	○	○	○	○	○
	물의 용해 원리	○	X	X	○	○	○	○	○
	기체의 용해도	X	X	X	X	X	○	○	○
	물과 우리 생활	○	○	○	○	○	○	○	○
2. 공기	공기의 구성 성분	○	○	○	○	○	○	○	○
	기체 분자 운동론	○	○	○	○	○	○	○	X
	확산의 정의	○	X	○	○	○	○	X	○
	그레이엄의 확산의 법칙	○	○	○	○	○	○	○	X
	보일의 법칙	○	○	○	○	○	○	○	○
	샤를의 법칙	○	○	○	○	○	○	○	○
	공기의 오염 및 대책	○	○	○	○	○	○	○	○

화학 I 교과서 중 ‘물질의 상태와 용액’ 영역에 해당하는 ‘1. 물’과 ‘2. 공기’ 단원의 내용 연계성을 조사한 결과 비교적 연계성을 가지고 있었다.

1단원 ‘물’은 ‘화학 반응’ 영역의 내용 요소를 제외한 부분에서 조사를 하였으며, 주로 ‘물의 특성’과 ‘물과 우리 생활’의 내용을 조사하였다.

물의 성질은 물의 끓는점, 녹는점, 비열 등이 다른 용액들과 다른 특성을 보이는 것을 설명하고 있다. 8종의 교과서에서는 물이 수소결합으로 인해 분자 간 인력이 커 끓는점, 녹는점, 비열이 높게 나타난다고 설

명하고 있다. (나) 교과서에서는 특성 중 비열에 대해 언급하지 않았다.

물의 상태 변화는 (A), (B), (C), (G) 교과서에서는 물의 순환 모형으로 설명을 대신하였으며, (D), (E), (F) 교과서에는 언급하지 않았다. (H) 교과서에서만 물의 상태변화에 대해서 도표로 간단하게 제시하였다. 이는 4학년의 ‘모습을 바꾸는 물’과 7학년의 ‘물질의 세 가지 상태’에서 이미 상태 변화에 대해서 학습했기 때문인 것으로 보인다.

물의 특성 중 표면장력은 8종의 교과서에서 모두 비중 있게 다루었으며, 모세관 현상은 (E), (F), (H) 교과서에서만 언급하였다.

물의 상태에 따른 부피와 밀도의 변화는 8종의 교과서에서 모두 다루었으나 (다) 교과서에서는 <탐구>에서 그래프를 제시하고 자료해석을 통해 물의 상태에 따른 밀도의 변화를 토의하도록 하였다.

물의 용해 원리는 6종의 교과서에서 개념을 설명하였는데, 개념이 설명된 위치의 차이를 보였다. (A), (E), (F), (G) 교과서는 소단원 ‘물’에 제시되어 있었으며, (D), (H) 교과서는 소단원 ‘수용액에서의 반응’에서 양금이 생성되는 과정을 설명하기 위해 용해원리를 설명하고 있다. (B), (C) 교과서에는 물의 용해 원리가 언급되지 않았다.

기체의 용해도는 (F), (G), (H) 교과서 3종에서 사이다 속의 이산화탄소를 예를 들어 설명하고 있다.

물과 우리 생활은 8종의 교과서 모두에서 쉐물과 단물, 수질오염, 정화작용 등의 내용으로 비중 있게 다루어지고 있다.

2단원 ‘공기’는 공기를 구성하는 기체에 대해 조사하고 각 기체의 성질 및 용도를 예를 통해 알아보고, 기체의 여러 성질에 대하여 배운다. 또한 공기와 일상생활과 연관시켜 공기오염의 심각성을 생각해 보는 기회를 마련하였다.

공기의 구성 성분은 8종의 교과서 모두 질소, 산소, 이산화탄소를 중

심으로 공기를 이루고 있는 여러 물질의 성질과 용도를 설명하고 있다.

기체 분자 운동론은 기체의 성질 중 확산의 분자 움직임과 온도와 압력에 따른 기체의 부피 변화 등을 설명하기 위하여 도입하였는데, (H) 교과서에는 언급되지 않고 확산에 대해서만 설명이 되어 있었다.

확산은 대부분의 교과서에서 기체 분자 운동론을 이용하여 설명하고 있었으며, 이미 초등학교와 7학년에서 개념을 배웠음에도 (B), (G) 교과서를 제외한 6종의 교과서에서 확산을 다시 설명하고 있었다.

그레이엄의 확산 법칙은 대부분의 교과서에서 ‘어떤 기체가 빨리 확산 될까?’라는 제목의 암모니아 기체와 염화수소 기체의 확산 속도 비교 실험을 제시하였으나 그 것이 ‘그레이엄의 확산 법칙’이라고 명시하지 않았으며, (C) 교과서에서만 실험과 함께 기체 확산 속도와 밀도와의 관계를 ‘그레이엄의 확산 법칙’이라고 명확히 개념을 제시하였다. (H) 교과서에서는 그에 관한 실험과 개념을 언급하지 않았다.

보일의 법칙과 샤를의 법칙 역시 7학년에서 이미 학습하는 내용이지만 기체 분자 운동론을 도입해 조금 더 심화된 내용을 다루며, 모든 교과서에서 다루고 있었다.

공기의 오염 및 대책에서는 공기 오염의 실태를 알아보고, 공기 오염 물질이 공기 중에서 일으키는 화학반응을 학습한다. 또한 대책에 대해서도 학생들에게 토의를 하도록 하는 내용으로 모든 교과서에서 비중 있게 다루고 있었다.

(4) 12학년 교과 단원의 학급별 연계성

12학년의 화학과 단원 구성은 다음과 같다.

<표 16> 12학년 화학과 단원 구성

과목	내 용	단 원(내용요소)
화 학 II	· 물질의 상태와 용액	1. 기체 · 액체 · 고체 · 기체 · 액체와 고체 2. 용액 · 용해와 용해도 · 용액의 농도 · 묽은 용액의 성질
	· 물질의 구조	· 원자의 구조 · 원자 모형과 전자 배치 · 주기율 · 화학 결합의 종류 · 공유 결합과 분자
	· 화학 반응	· 물질의 변화와 엔탈피 · 결합 에너지 · 반응 속도 · 화학 평형의 법칙 · 화학 평형의 이동 · 산과 염기 · 중화 적정 · 체내에서의 산 · 염기 조절 · 산화와 환원 · 화학 전지와 전기 분해

이 단원들 중 ‘물질의 상태와 용액’ 영역에 속하는 ‘기체 · 액체 · 고체’와 ‘용액’ 단원을 출판사별로 비교 분석하였으며, 7학년의 교과서 별 내

용 연계성 연구와 같은 방법으로 연구하였다.

1) 물질의 상태

‘물질의 상태’ 단원의 교과서별 내용 연계성은 다음과 같다.

<표 17> 12학년 교과서 별 ‘물질의 상태’ 내용 연계성

단 원	내 용	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)
1. 물질의 상태	기체의 성질	0	0	X	X	X	0	X	0
	액체의 성질	0	0	X	0	0	0	0	0
	고체의 성질	0	0	X	X	X	0	0	0
	몰의 정의	0	0	0	0	0	0	0	0
	아보가드로의 수	0	0	0	0	0	0	0	0
	아보가드로의 법칙	0	0	X	X	X	0	0	0
	기체 분자 운동론	0	0	0	0	0	0	0	0
	보일의 법칙	0	0	△	0	0	0	0	0
	샤를의 법칙	0	0	△	0	0	0	0	0
	보일-샤를의 법칙	0	0	X	0	0	0	0	0
	이상기체 상태 방정식	0	0	0	0	0	0	0	0
	기체 확산의 정의	0	0	0	X	0	X	0	0
	기체 확산의 법칙 (그레이엄의 확산 법칙)	0	0	0	0	0	0	0	0
	혼합기체의 압력 (돌턴의 부분 압력 법칙)	0	0	0	0	0	0	0	0
	증기압력 동적 평형	0	0	0	0	0	0	0	0

결정성 고체의 정의	○	○	○	○	○	○	○	○	○
결정성 고체의 종류	○	○	×	○	×	○	○	○	△
결정성 고체의 구조	○	○	○	○	○	○	○	○	○
비결정성 고체	○	○	○	○	○	○	○	○	○
물질의 상평형	○	○	○	○	○	○	○	○	○
물질의 상태 변화	△	△	△	△	△	△	△	△	△

1단원 ‘기체·액체·고체’는 기체의 성질을 몰 개념을 도입하여 기체의 압력, 온도와 부피와의 관계에 관한 법칙 및 상태 방정식으로 나타내고, 기체 분자의 확산 속도와 분자량 사이의 관계를 알아본다. 또한 액체의 증기압 곡선을 해석하며, 고체는 결정성과 비결정성 고체를 구분하는 것을 알아본다.

기체·액체·고체의 성질은 초등학교에서 중학교까지 이미 여러 차례 배운 내용이므로 많은 교과서에서 잠시 소개하는 정도였다. 기체의 성질은 (A), (B), (F), (H) 교과서에서 언급을 했으며, 액체의 성질은 (C) 교과서를 제외한 7종의 교과서에서 언급을 하였다. 고체의 성질은 (C), (D), (E) 교과서를 제외한 5종의 교과서에서 언급을 하였다.

물은 이상기체의 상태 방정식을 도입하기 위하여 먼저 개념을 배워야 하므로 8종의 교과서에서 매우 비중 있게 다루었다. 교과서에서 ‘1mol은 6.022×10^{23} 개의 입자의 집단’으로 나타내고 있으며 이 수를 ‘아보가드로의 수’로 정의하고 있다. 따라서 8종의 모든 교과서에서 물의 정의와 함께 아보가드로의 수를 정의하고 있었으며, (A), (F), (G), (H) 교과서에서는 더 나아가 아보가드로의 법칙을 설명하고 있었다.

보일의 법칙, 샤를의 법칙, 기체 분자 운동론, 이상기체 상태 방정식, 기체 확산의 법칙, 혼합기체의 압력은 기체의 성질을 나타내는 주요 개념으로 모든 교과서에서 비중 있게 다루었다.

보일의 법칙과 샤를의 법칙은 모든 교과서에서 다루었으나, (C) 교과서는 실험과 그림으로만 제시를 하였으며, 식으로 나타내어 설명하지 않았다.

기체 분자 운동론은 기체들의 행동을 설명하기 위해 만들어진 이론적 모델로 기체에 관한 법칙과 상태 방정식을 설명하기 전에 제대로 정리해야 할 필요가 있다. 따라서 대부분의 교과서에서 내용을 비중 있게 다루었으나 (C) 교과서에서는 언급하지 않았다. 이는 11학년에서 이미 기체에 관한 법칙을 배우면서 도입을 하였기 때문에 따로 언급을 하지 않은 것으로 보인다.

보일-샤를의 법칙은 보일의 법칙과 샤를의 법칙을 합하는 개념으로 교과서에서는 ‘일정량의 기체의 부피는 압력에 반비례하고, 절대 온도에 비례한다.’라고 정의해 놓았다. (C) 교과서에서는 보일-샤를의 법칙에 대한 언급이 없었다.

이상 기체 상태 방정식은 보일의 법칙과 샤를의 법칙, 아보가드로의 법칙에서 유도되는 방정식으로 모든 교과서에서 비중 있게 다루었으며, 이상기체의 정의는 (A), (C), (F) 교과서에서 언급을 하지 않았다. 이상기체는 12학년에서 처음 도입되는 개념이므로 개념을 명확히 설명한 후에 이상기체 상태 방정식을 설명하는 것이 옳다고 생각한다.

기체의 확산의 법칙은 모든 교과서에서 다루고 있었으며, (D), (F) 교과서에서 확산의 정의를 하지 않았다. 이는 이미 확산에 대해 여러 차례 배웠기 때문에 이에 대한 따로 언급하지 않은 것으로 보인다.

증기압력 곡선은 상평형 그림을 이해하는데 기초가 되므로 그에 대한 개념을 제대로 이해하는 것이 중요하다. 따라서 모든 교과서에서 증기압력, 동적 평형 등을 설명하고 있었다.

‘기체 · 액체 · 고체’ 단원에서 고체는 모든 교과서에서 결정성과 비결

정성 고체를 구분하는 정도로만 다루고 있었다.

결정형 고체의 종류는 (C), (E) 교과서에서 언급이 없었고, (H) 교과서는 물질들을 결정성과 비결정성 고체로 분류하는 문제를 통해 이해하도록 하였다.

결정형 고체의 구조는 모든 교과서에서 분자 배열 상태 그림을 통해 이해하기 쉽도록 제시해 놓았다.

물질의 상평형은 물질의 상태와 온도 및 압력과의 관계를 나타낸 상평형 그림으로 내용을 이해하기 쉽도록 했으며, 물질의 상태 변화는 물질의 상평형을 설명하면서 함께 다루는데, 이미 여러 차례 배운 내용으로 굳이 설명할 필요가 없으므로 모든 교과서에서 따로 언급하지 않았다.

2) 용액

‘용액’ 단원의 교과서별 내용 연계성은 다음과 같다.

<표 18> 12학년 교과서 별 ‘용액’ 내용 연계성

단 원	내 용	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)
2. 용액	용해 현상의 정의	○	×	×	×	×	×	×	○
	용해의 원리	○	○	○	○	○	○	○	○
	용액	○	○	×	○	○	○	○	○
	용매	△	○	○	○	○	○	△	○
	용질	△	○	○	○	○	○	△	○
	크로마토그래피	○	○	△	○	○	○	△	○
	용해도	○	○	○	○	○	○	○	○
	고체의 용해도	○	○	○	○	○	○	○	○
	용해평형	○	○	○	○	○	○	○	○
	포화 용액	○	○	○	○	○	○	○	○
	불포화 용액	○	○	○	○	○	○	○	○
	과포화 용액	○	○	○	×	○	○	○	○
	재결정	○	○	○	○	○	○	○	○
	기체의 용해도	○	○	○	○	○	○	○	○
	헨리의 법칙	○	○	○	○	○	○	○	○
	농도	△	○	×	×	△	×	○	○
	퍼센트 농도	○	○	△	○	○	○	×	○
	몰농도	○	○	○	○	○	○	○	○
	몰랄농도	○	○	○	○	○	○	○	○
	증기압력 내림	○	○	○	○	○	○	○	○
	라울의 법칙	×	×	○	○	○	×	○	×
	끓는점 오름	○	○	○	○	○	○	○	○
	어는점 내림	○	○	○	○	○	○	○	○
	용액의 총괄성	○	○	○	○	×	○	○	○
	삼투현상	○	○	×	○	○	○	○	○
	콜로이드 (틴들현상, 브라운 운동, 전기 이동, 흡착, 영김과 염석, 투석)	×	○	×	×	○	○	○	○

2단원 ‘용액’의 내용 연계성을 조사한 결과 대부분의 내용이 연계성을 가지고 있었다.

물질의 용해는 8학년에서 배운 내용으로 간단한 설명으로 용어를 정의하였으며, 용해의 원리를 모든 교과서에서 비중 있게 다루었다. 용해현상의 경우 (A), (H) 교과서를 제외한 대부분의 교과서에서 정의하지 않았다. 용액은 (C) 교과서에서만 언급하지 않았으며, 용매와 용질은 모든 교과서에서 언급을 했으며, 설명하는 방법의 차이를 보였다. (A) 교과서는 ‘용액’을 설명하기 위해 언급했을 뿐이며, (G) 교과서는 용매와 용질의 종류를 나열하는 것에 그쳤다. (B), (D), (H) 교과서에서는 용질과 용매에 대한 설명을 녹이는 물질을 ‘용매’라 하고, 녹는 물질을 ‘용질’로 정의 하였다. 그러나 (C), (E), (F) 교과서에서는 두 물질 중 양이 더 많은 것을 ‘용매’라 하고, 양이 적은 것을 ‘용질’로 정의하는 차이를 보였다.

크로마토그래피는 대부분의 교과서에서 비중 있게 다루고 있었으나, (C) 교과서는 실험과 함께 간단한 설명만 했으며, (G) 교과서는 용해의 원리를 설명하면서 예로 제시되었다.

용해도는 고체의 용해도와 기체의 용해도로 나누어 설명을 하였으며, 그에 관련된 고체의 용해도의 용해평형, 포화 용액, 불포화 용액, 과포화 용액, 재결정과 기체의 용해도의 헨리의 법칙 등은 모든 교과서에서 비중 있게 다루고 있었으나 불포화 용액은 (D) 교과서에서 언급되지 않았다.

용액의 농도는 묽은 용액의 성질을 배우기 위해서 중요한 개념이기 때문에 몰농도와 몰랄농도는 8종의 교과서 모두에서 비중 있게 다루고 있었다.

농도는 8학년에서 이미 학습한 내용으로 대부분의 교과서에서 언급을 하지 않거나 그림으로 예를 들었다.

퍼센트 농도는 (C) 교과서에서 % 단위를 사용하는 예를 삽화를 통해 보여주고 퍼센트 농도를 표시하는 방법을 질문만 하고 명확한 개념을 제시하지 않았으며, (G) 교과서에서는 언급하지 않았다.

몰분율은 (A), (F), (H) 교과서에서만 두 성분이 섞인 혼합물의 농도를 표현하는 방법으로 설명이 되어 있었다.

끓는점은 용액의 성질로 증기 압력 내림과 끓는점 오름, 어는점 내림은 8종의 교과서에서 모두 다루었다.

증기 압력 내림과 관련된 내용 중 라울의 법칙은 (C), (D), (E), (G) 교과서에서만 다루고 있으며, 나머지 교과서에는 증기 압력 내림과 관련된 설명만 있을 뿐이었다.

용액의 총괄성은 (E) 교과서에서만 언급이 없었으며, 삼투 현상은 (C) 교과서에서만 언급이 없었다.

콜로이드는 (B), (C), (D) 교과서에서 언급이 없었으며, 내용을 다루고 있는 교과서 중 (B), (E) 교과서는 본문이 아닌 보충학습 개념으로 따로 분류하여 설명하고 있었다.

3. 학년 간 교과서 내용의 연계성

초·중등학교 과학 교과서 내용 중 ‘물질의 상태와 용액’ 영역을 화학 II의 내용을 기준으로 하여 학년별 연계성을 분석하였다. 앞서 나온 교과서 별 내용 연계성의 조사 결과 대부분의 교과서에서 연계성을 보였으므로 해당 학년의 연계성을 조사할 때 참고하였다. 8종의 교과서 내용 중 △에 해당하는 내용은 그 내용이 있다는 전제 하에 O와 같이 취급하였으며, X가 대다수를 차지하는 경우는 교과서에 언급되지 않은 것으로 보았다.

내용 중 개념의 설명이 되어 있는 것은 O로 표시하였고, 내용이 다소 빠져있거나 개념의 설명 없이 관련 내용만 있을 경우에 △로 표시하였으며, 송순희(1991)의 준거모형을 이용하여 ‘반복’, ‘발전’, ‘격차’ 여부를 조사하였다. 내용이 처음 제시되는 학년의 연계성 준거는 선수 개념 중 같은 내용이 아니더라도 연관성이 있는 내용과 관련해서 연계성을 판단하였다.

(1) 물질의 상태

‘물질의 상태’의 학년 간 내용 연계성은 다음과 같다.

<표 19> 학년 간 ‘물질의 상태’ 내용 연계성

내 용	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
기체의 성질	△			△	o					o
	⊃a			⊃a	⊃a					⊃a
액체의 성질	o				o					o
	⊃a				⊃a					⊃b
고체의 성질	o				o					o
	⊃a				⊃a					⊃b
물의 정의										o
										⊃d
아보가드로의 수										o
										⊃a
아보가드로의 법칙							△			o
							⊃d			⊃a
보일의 법칙				△	o				o	o
				⊃b	⊃c				⊃b	⊃c
샤를의 법칙		△			o				o	o
		⊃a			⊃c				⊃b	⊃c
보일-샤를의 법칙										o
										⊃c
이상기체 상태 방정식										o
										⊃c
기체 분자 운동론									o	o
									⊃c	⊃a
기체 확산의 정의					o				o	o
					⊃b				⊃a	⊃a
기체 확산의 법칙 (그레이엄의 법칙)									o	o
									⊃c	⊃c
혼합기체의 압력 (돌턴의 부분압력법칙)										o
										⊃d
증기압력										o
										⊃c
동적 평형										o
										⊃c
결정성 고체의 정의										o
										⊃d

<표 19> 학년 간 ‘물질의 상태’ 내용 연계성(계속)

내 용	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
결정성 고체의 종류										o ⊃d
결정성 고체의 구조										o ⊃d
비결정성 고체										o ⊃d
물질의 상평형										o ⊃d
물질의 상태 변화		△ ⊃c			o ⊃c					△ ⊃c

‘물질의 상태와 용액’은 ‘물질의 상태’와 ‘용액’으로 나눌 수 있으며, ‘물질의 상태’는 물질을 가열하거나 냉각시켰을 때 일어나는 상태 변화를 통하여 기체·액체·고체의 성질을 거시적인 것에서 학습하기 시작하여 기체 분자 운동론을 이용하여 상태 변화를 미시적으로 학습하게 된다.

기체, 액체, 고체의 성질은 ‘물질의 상태’를 학습하는 데 있어 가장 기본적인 개념으로 3학년에서 12학년에 이르기까지 반복적인 설명을 하고 있었다.

기체의 성질의 경우 3학년에서는 풍선 놀이나 주사기 놀이를 통해서 공기가 부피를 가지고 있다는 것을 관찰하고, 6학년에서는 여러 활동을 통해 공기가 무게를 가지고 있음을 관찰한다. 이는 설명하고 있는 방법은 다르지만 여러 활동을 통해 공기의 성질을 관찰하는 학습으로 그 수준은 같다고 할 수 있다.

7학년에서 물질의 세 가지 상태를 처음으로 명확하게 분류를 해 설명을 하는데, 일정한 크기와 모양을 이루는 물질은 ‘고체’로, 그릇에 따라 다른 모양을 이루지만 부피는 일정한 물질은 ‘액체’로, 일정한 모양이나 부피를 지니지 못한 물질을 ‘기체’로 정의한다. 이는 3학년에서 물질을 세 가지 상태로 분류하면서 학습하는 내용과 수준이 같았다. 12학년에서

는 잠시 소개하는 정도로 나와 있으며, 그 내용과 수준이 반복되고 있었다.

몰의 개념은 12학년에서 처음 나오는 내용으로 9학년에서 원자와 분자의 개념을 배우고 내용이 확대되어 원자나 분자, 이온 등과 같은 작은 입자의 수를 나타내는 단위로 ‘몰’의 개념을 설명하고 있다. 몰은 아보가드로의 수만큼의 입자 모음으로 설명하고 있으며, 아보가드로의 수는 아보가드로의 법칙과 함께 다루지고 있다. 아보가드로의 법칙은 9학년에서 물질의 구성입자 관련 단원에서 아보가드로의 가설로 ‘같은 온도와 압력에서 같은 부피의 기체 속에 들어 있는 분자 수는 같다’라고 설명하고 있으며, 12학년에서는 아보가드로의 법칙을 ‘모든 기체는 0℃, 1기압에서 22.4L의 부피 중에 6.022×10^{23} 개의 분자가 포함되어 있다’라고 설명하고 있다. 9학년에서 설명하고 있는 내용에서 온도와 압력의 조건과 분자 수를 명확히 제시하고 있어서 충분한 설명이 있다면 이해 가능한 수준이다. 아보가드로의 수는 아보가드로의 법칙에서의 분자 수를 의미하므로 아보가드로의 가설을 기억하고 있다면 충분히 이해 가능할 것이다.

보일의 법칙과 샤를의 법칙은 자주 나오는 개념으로 계속적으로 ‘발전’을 보여주고 있다. 보일의 법칙은 6학년에서 주사기의 피스톤에 공기를 넣었을 때와 물을 넣었을 때로 나누어 밀어보는 실험을 통해 압력을 가하면 기체의 부피가 줄어든다는 사실을 학습하며, 샤를의 법칙은 4학년에서 ‘찌그러진 탁구공을 원래대로 하기’와 ‘온도에 따른 플라스틱 병에 매달린 풍선의 모양 변화’ 등의 예를 통해 온도와 기체의 부피와의 관계를 학습한다. 7학년에서는 이 현상들이 보일의 법칙과 샤를의 법칙이라고 명시하고 있으며, 압력과 온도에 따른 분자의 움직임을 보여주고 있다. 이를 설명하기 위하여 분자운동에 대해서 알아야 하는데, 이에 대해서 같은 단원에 설명이 되어 있으므로 충분한 설명이 있다면 이해할

수 있다고 본다. 11학년에서는 압력, 온도와 기체의 부피와의 관계를 정량적으로 나타내고 있으며, 12학년에서는 기체의 양과 온도가 일정할 경우에서의 압력과 부피와의 관계를 정량적으로 보여주고 있다. 이는 설명이 있다면 충분히 이해할 수 있는 수준이다.

보일-샤를의 법칙은 보일과 샤를의 법칙으로부터 유도되는 법칙으로 보일의 법칙과 샤를의 법칙을 이미 여러 차례 배웠기 때문에 충분한 설명이 있다면 이해가 가능한 수준이다.

이상 기체 상태 방정식은 보일의 법칙과 샤를의 법칙, 아보가드로의 법칙에서 유도되는 방정식으로 이미 배웠던 개념들을 통해 충분한 설명이 있다면 이해 가능하다고 보인다.

기체 분자 운동론은 11학년에서 언급이 되었으며, 7학년의 ‘분자의 운동’을 학습한 후 계속적으로 여러 법칙을 설명할 때마다 나왔던 기체 분자의 운동 모형에 대해서 기체들의 운동에 대한 몇 가지 가정을 제시하고 있다. 12학년에서는 11학년의 내용을 반복하여 보여주고 있다.

확산은 7학년에서 ‘물질을 이루는 입자들이 다른 물질 속으로 퍼져 고루 섞이는 현상’이라고 정의하고 있으며, 11학년과 12학년에서 역시 확산을 같은 방법으로 정의하고 있었다.

기체 확산의 법칙은 11학년에서 암모니아수와 염산의 확산 실험을 통해 기체 확산의 법칙을 설명하고 있으나 그것이 ‘그레이엄의 법칙’이라고 명시하지 않았다. 이미 배운 확산과 관련된 내용에서 내용이 확대되어 충분한 설명이 있다면 이해 가능한 수준이다. 12학년에서는 11학년에서 배운 일정한 온도와 압력에서의 확산 속도와 분자량과의 관계를 ‘그레이엄의 확산 법칙’으로 명시하였으며, 이를 정량적으로 표시하였다.

혼합 기체의 법칙은 12학년에서 처음 나오며, 이상 기체 상태 방정식을 이용하여 혼합기체의 부분압력을 구하는 내용이다. 이를 이해하기 위

해서는 이상 기체 상태 방정식과 몰분율에 대해서 알고 있어야 이해가 가능하다.

액체의 증기압력은 12학년에서 처음 나오나 7학년에서 압력에 대해 배우고 증발과 응축에 대해서도 이미 배운 내용이기 때문에 동적 평형에 대해서 충분히 설명을 한다면 이해가 가능하며 ‘동적 평형 상태에서 액체의 증기가 나타내는 압력’이라고 정의한 증기압력 또한 이해가 가능하다.

결정성 고체와 비결정성 고체는 12학년에서 처음 다루는 내용으로 이전의 학년에서는 고체의 성질을 간단히 설명하였는데, 고체를 결정성과 비결정성으로 나누고 그의 구조를 보여주는 것은 처음이었다.

물질의 상평형은 그동안 배워왔던 물질의 상태 변화를 알고 있으면, 온도와 압력에 따른 세 가지 상태 사이의 관계를 상평형 그림으로 나타내어 설명했을 때 이해가 가능하다.

물질의 상태 변화는 4학년에서 물을 가열하거나 냉각했을 때의 상태 변화에 대해서 다루며, 7학년에서 물질의 세 가지 상태 변화로 기화, 응고 등의 용어를 처음 사용한다. 12학년에서는 물질의 상평형과 함께 융해 곡선, 승화 곡선 등으로 물질의 상태 변화에 대해서 설명하고 있었으며, 이는 충분한 설명이 있다면 이해가 가능한 수준이다.

내용 요소가 포함된 42개의 항목 중 반복 29%, 발전 52%, 격차 19%로 발전된 내용 요소가 많았다.

(2) 용액

‘용액’의 학년 간 내용 연계성은 다음과 같다.

<표 20> 학년 간 ‘용액’ 내용 연계성

내 용	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
용해 현상의 정의	△		o			o				
	⊃b		⊃b			⊃a				
용해의 원리		△	△			o			o	o
		⊃a	⊃a			⊃c			⊃c	⊃a
용액	△		o			o				o
	⊃b		⊃b			⊃a				⊃a
용매						o				o
						⊃a				⊃a
용질						o				o
						⊃a				⊃a
농도			△			o				o
			⊃a			⊃b				⊃a
퍼센트 농도						o				o
						⊃b				⊃a
몰농도										o
										⊃d
몰랄농도										o
										⊃c
크로마토그래피		△				o				o
		⊃c				⊃b				⊃c
용해도						o				o
						⊃c				⊃a
고체의 용해도	△		△			o				o
	⊃a		⊃a			⊃c				⊃a
용해평형										o
										⊃d
포화용액	△					o				o
	⊃a					⊃b				⊃a
불포화 용액	△					o				o
	⊃a					⊃b				⊃a
과포화 용액										o
										⊃b
재결정			△			o				o
			⊃c			⊃b				⊃a

<표 20> 학년 간 ‘용액’ 내용 연계성(계속)

내 용	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
기체의 용해도						o				o
						⊃c				⊃c
헨리의 법칙						△				o
						⊃c				⊃c
증기압력 내림										o
										⊃d
라울의 법칙										o
										⊃d
끓는점 오름										o
										⊃d
어는점 내림		△								o
		⊃c								⊃c
용액의 총괄성										o
										⊃d
삼투현상										o
										⊃d
반트호프의 법칙										o
										⊃d
콜로이드 (틴들현상, 브라운 운동, 전기 이동, 흡착, 영집과 염석, 투석)										o
										⊃d

‘용액’은 현상적인 경험을 통하여 용액의 성질을 알아보는 것에서 용액의 성질을 정량적으로 접근하여 학습하게 된다.

용해와 용액은 3학년에서 가루를 물에 넣고 관찰하는 활동을 통해 간접적으로 배운다. 5학년에서는 물질이 액체에 녹는 현상을 ‘용해’라고 하고, 물질이 액체에 녹아 있는 것을 ‘용액’으로 정의를 하며, 3학년에서 배웠던 고체를 액체에 녹이는 것을 ‘용해’로, 그 결과물을 ‘용액’으로 인식한다면 충분히 이해할 수 있는 개념이다. 8학년에서는 용해와 용액을 5학년에서와 표현 방법의 차이는 있으나 같은 수준으로 설명하고 있다. 12학년에서는 용해 현상을 정의하지 않았으나, 용액은 전의 내용과 같은 수준으로 반복하여 나타내고 있었다.

용해의 원리는 4학년에서 물과 아세톤의 용해 실험을 통해 서로 녹는 물질과 녹지 않는 물질을 분류함으로써 용해 원리를 간접적으로 설명하고 있으며, 5학년에서도 역시 물과 아세톤의 용해 실험을 통해 반복적으로 용해 원리를 간접적으로 설명하고 있다. 8학년에서는 분자 모형을 통해 서로 녹는 물질과 녹지 않는 물질을 설명하고 있으며, 충분한 설명이 있으면 이해가 가능하다. 11학년에서는 물의 용해 원리를 수소 결합에 의한 인력의 작용으로 용해가 일어난다고 설명하고 있으며, 분자들의 결합 모형을 제시하고 있다. 12학년에서는 11학년에서와 같은 수준으로 반복하여 설명하고 있었다.

용매와 용질은 8학년에서 처음 다루고 있으며, 3학년과 5학년에서 용해와 용액에 대해 학습하면서 배운 녹는 물질을 ‘용질’로, 녹이는 물질을 ‘용매’로 표현을 명확히 하였다. 12학년에서는 8학년에서의 내용과 같은 수준으로 반복하여 설명하였다.

농도는 5학년에서 용액의 진하기를 비교하는 실험을 통해 농도의 개념을 간접적으로 배운다. 8학년에서는 용액의 진한 정도를 결정하는 것으로 ‘일정한 양의 용액 속에 녹아 있는 용질의 양’을 농도로 정의하고 있으며, 농도를 나타내는 방법으로 퍼센트 농도를 설명하고 있다. 12학년에서는 8학년의 내용 그대로 농도와 퍼센트 농도를 설명하고 있다.

몰 농도는 12학년에서 처음 도입되는 개념으로 기존 농도의 개념에서 몰의 개념을 알고 있어야 이해가 가능하다.

몰랄농도는 용매의 질량을 기준으로 하는 농도로 정의하며, 몰 농도의 개념에서 확대되어 충분한 설명이 있으면 이해가 가능하다.

크로마토그래피는 4학년에서 간단한 도구를 사용해 사인펜 잉크의 색소를 분리하는 실험을 통해 크로마토그래피를 간접적으로 학습하며, 8학년에서 ‘혼합물의 분리’ 단원에서 소단원으로 분류하여 크로마토그래피에

대해 학습한다. 실험은 4학년에서와 동일하며, 색소를 분리하는 방법을 ‘크로마토그래피’라고 명확히 제시하였다. 이는 4학년 때 배운 내용이 크로마토그래피라는 것만 이해하면 되는 수준이다. 12학년에서는 이동상과 고정상, R_f 의 개념을 도입하여 크로마토그래피의 원리를 설명하였다. 이는 충분한 설명이 있으면 이해가 가능하다.

용해도는 8학년에서 처음 정의하며, 앞서 용해와 포화 용액 등의 개념을 배웠으므로 충분한 설명이 있으면 이해가 가능할 것으로 보인다. 12학년에서는 8학년에서와 같은 수준으로 개념을 설명하였다.

고체의 용해도는 온도에 따른 고체의 용해도 변화에 대한 내용으로 3학년에서는 가루를 빠르게 녹이는 방법에 대한 실험 중 찬물과 뜨거운 물에서의 용해도 비교를 통해 간접적으로 학습하게 되며, 5학년에서는 물의 온도에 따른 붕산의 녹는 양을 비교하는 실험으로 고체의 용해도를 배운다. 이는 3학년에서의 실험에서 물질이 설탕이라는 것과 5학년에서 붕산을 사용한다는 것의 차이일 뿐 내용 수준은 같았다. 8학년에서는 용해도 곡선을 이용해 고체의 온도에 따른 용해도의 변화를 설명하고 있었으며 이 것은 충분한 설명이 있다면 이해 가능한 수준으로 보인다. 12학년에서도 역시 용해도 곡선은 이용해 고체의 용해도를 8학년의 내용을 반복하여 설명하고 있었다.

용해평형은 용질이 용매에 녹는 속도와 다시 고체로 돌아가는 속도가 같아지는 동적 평형 상태로 정의하며, 앞서 배우는 물질의 상태 단원의 ‘동적 평형’에 대해 알고 있으면 이해가 쉽다.

포화 용액, 불포화 용액은 3학년에서 소금을 물에 계속 넣으면 어떻게 되는지 관찰하는 학습을 통해 개념을 간접적으로 익히며, 8학년에서 용질이 용매에 최대한 녹아있는 용액을 ‘포화용액’으로, 용질이 용매에 더 녹을 수 있는 상태의 용액을 ‘불포화 용액’으로 명확히 제시한다. 12학년

에서는 8학년에서의 내용과 같은 수준으로 반복하여 설명하고 있다.

과포화 용액은 12학년에서 처음 도입되는 개념으로 포화 용액과 불포화 용액의 개념을 이용해 과포화 용액을 이해할 수 있을 것으로 보인다.

재결정은 5학년에서 백반의 재결정 실험을 통해 간접적으로 개념을 학습한다. 8학년에서는 혼합물의 분리 방법의 하나로 재결정을 소개하고 있으며, 개념을 명확히 설명하고 있다. 12학년에서는 용해도 곡선의 설명과 함께 8학년에서의 내용을 반복하여 설명하고 있다.

기체의 용해도는 압력과 온도에 따른 기체의 용해도 변화를 말하며, 8학년에서 사이다를 예를 들어 압력, 온도와 용해도의 관계에 대해 설명하였으며, 이는 충분한 설명이 있으면 이해 가능한 수준으로 보인다. 12학년에서는 압력, 온도와 용해도의 관계를 분자 수준에서 설명하였으며, 이는 충분한 설명이 있으면 이해 가능한 수준으로 보인다.

헨리의 법칙은 8학년에서 압력과 기체의 용해도의 관계를 배우면서 간접적으로 학습하게 되며, 12학년에서 정량적으로 개념을 설명하고 있다. 이는 압력과 기체의 관계를 표현하는 방법의 차이가 있으므로 충분히 설명을 한다면 이해가 가능하다고 보인다.

증기압력 내림, 라울의 법칙, 끓는점 오름, 용액의 총괄성은 12학년에서 처음 도입되는 개념으로 내용이 앞서 배운 증기압력과 끓는점의 개념에 비해 너무 어려우므로 이해하기 힘들 것으로 보인다.

어는점 내림은 4학년에서 소금을 얼음 조각에 넣었을 때의 변화를 실험을 통해 알아보고 온도가 내려간다는 사실을 학습하게 된다. 이 내용을 12학년에서 자세히 배우는데, 학년 간격이 매우 크지만 순수한 물에 소금을 넣었을 때 온도가 내려간다는 사실을 기억하고 있다면 12학년에서 내용 수준이 발전·확대되었다 하더라도 충분한 설명이 있다면 이해가 가능할 것으로 보인다.

삼투현상과 반트호프의 법칙, 콜로이드는 12학년에서 처음 도입되었으며, 이전 학년에서 다루지 않은 내용이다.

내용 요소가 포함된 56개의 항목 중 반복 36%, 발전 48%, 격차 16%로 발전된 내용 요소가 많았다. 반복된 내용 역시 많은 부분을 차지하고 있었는데, 이는 간단히 정의되는 기본 개념에서 많이 사용되고 있었다.

V. 결론 및 제언

1. 결론

본 연구의 제 7차 교육과정에 따른 초·중등학교의 화학 교과서를 ‘물질의 상태와 용액’ 영역을 중심으로 연계성 분석 결과에 따른 결론은 다음과 같다.

첫째, ‘물질의 상태와 용액’ 영역을 포함하는 단원이 있는 7학년, 8학년, 11학년, 12학년의 교과서 8종의 연계성을 조사한 결과 7학년에서는 거의 모든 내용이 연계성을 가지고 있는 것으로 나타났으나, 학년이 올라갈수록 주요 개념에 있어서는 모든 교과서에서 연계성 있는 모습을 보여줬지만 부차적 개념에 대해서는 교과서마다 선택성을 보여주고 있었다. 전 학년에서 배웠던 개념이거나 주요 개념을 배우는 데 없어도 크게 지장이 없는 개념들에 대해서는 교과서마다 개념을 정확히 짚어주거나 소개만 하는 경우가 있는가 하면, 학생들이 이미 알고 있다는 가정 하에 언급하지 않고 넘어가는 경우도 있었다. 몇몇의 내용 요소를 제외하고는 대부분의 내용 요소에서 구성 순서와 표현에는 약간의 차이가 있지만 대체적으로 연계성을 가진 것으로 나타났다. 이것은 ‘물질의 상태와 용액’ 영역을 중심으로 5종의 교과서 간 연계성을 조사한 김경희(2003)의 ‘중등학교 과학교과서 물질 단원의 연계성 연구’에서의 결과와 비교적 일치한다고 할 수 있다.

둘째, 12학년의 내용 요소를 토대로 3학년에서 12학년까지의 학년 간 연계성을 조사한 결과 낮은 학년에서 여러 활동과 경험을 통해 간접적으로 개념을 이해하게 하는 것에서 시작하여 학년이 오름에 따라 개념을 현상적으로 접근하여 명확히 하며, 최종적으로 현상을 정량적으로 해석함으로써 학생의 지적 발달 단계에 따라 하나의 개념이나 원리를 점점 폭넓고 세련되게 조직하는 Bruner의 나선형 교육과정에 부합한다.

셋째, 송순희(1991)의 준거모형을 참고로 하여 학년 간 연계성을 조사한 결과 ‘물질의 상태’에서는 반복 29%, 발전 52%, 격차 19%였으며, ‘용액’에서는 반복 36%, 발전 48%, 격차 16%로 두 영역 모두 발전된 내용이 많았다. 그에 못지않게 반복된 요소도 많았는데, 새로운 개념을 설명하기에 앞서 전에 배웠던 내용을 언급하는 경우가 많았기 때문이다. 기체·액체·고체의 성질이나 용해, 용액, 용질, 용매 등의 간단히 정의되는 개념들에서 반복이 많았다. 12학년에서 처음 도입되었던 개념들 중 선수학습 없이 갑자기 내용이 어려워져 학생들의 이해하는 데 어려움을 느낄 수 있다고 생각된다.

2. 제언

초·중등학교 화학 교과서의 ‘물질의 상태와 용액’ 영역 내용 연계성을 높이는 것에 도움이 되고자 다음과 같은 제언을 한다.

첫째, ‘물질의 상태와 용액’ 영역은 학년마다 중점적으로 다루는 내용이 다르다. 초등학교에서는 기체, 액체, 고체 및 용액에 대해 골고루 배우는 편이지만 중학교에서는 7학년에서 주로 물질의 상태 영역을, 8학년에서는 용액 영역을 배운다. 고등학교에서는 11학년에서는 기체에 관련된 내용을 배우며, 12학년에서는 물질의 상태와 용액의 모든 내용을 배운다. 학년마다 배우는 영역이 다르다 보니 한 개념을 다시 배우는데 걸리는 학년 간격이 넓어질 수밖에 없다. 9학년과 10학년에서는 ‘물질의 상태와 용액 영역’에 해당하는 내용이 없으므로 7학년에서 기체에 관련된 내용을 배운다고 하면 그 내용을 11학년에서 배우게 되므로, 그동안 내용을 잊어버리는 경우가 생긴다. 12학년의 경우 너무 많은 내용을 담고 있을 뿐만 아니라 처음 도입되는 개념들이 많으므로 그 개념들의 선수 개념 등을 포함해 여러 학년으로 내용을 분산시켜 개념의 학년 간격을 줄이도록 해야 하겠다.

둘째, 개념 설명을 위한 예시와 실험의 다양화를 꾀해야 한다. 기체의 용해도의 경우 온도에 따른 사이타 속의 기체의 용해도를 반복적으로 예를 들고 있으며, 기체 확산의 경우 암모니아와 염산의 확산 속도 실험을 반복적으로 교과서에 제시하고 있다. 학년이 다르더라도 내용이 반복되면 학생들의 흥미도가 떨어지게 되므로 다양한 예와 실험활동을 개발해

야 하겠다.

셋째, 학년이 올라감에 따라 주요 개념에 있어서는 교과서 간 연계성이 있었으나 부수적인 개념에는 교과서마다 선택성이 있었으며, 몇몇의 교과서에서는 고등학교 수준보다 높은 수준의 내용을 제시하고 있었다.

교과서의 내용을 선정할 때에는 어느 정도의 내용 선택성은 인정해야겠지만 그 폭을 줄이는 쪽으로 방향을 정해야 할 것이다.

VI. 참 고 문 헌

1. 김경희, 중등학교 과학교과서 물질 단원의 연계성 연구 : 물질의 상태와 용액 중심으로, 석사학위논문, 연세대학교 교육대학원, 서울, 2003
2. 김규희, 제7차 교육 과정에 의한 7·8·9학년 교과서 연계성 분석 -기악 영역을 중심으로, 석사학위논문, 국민대학교 교육대학원, 서울, 2006
3. 김호선, 수학과와 타 교과 내용의 연계성 분석, 석사학위논문, 부산교육대학교 교육대학원, 부산, 2006
4. 류재현, 초·중등학교 화학내용에서 산·염기 반응의 연계성 분석, 석사학위논문, 한국교원대학교 교육대학원, 충북, 2008
5. 박기현, 제7차 교육과정의 과학교과서 지질단원에 대한 연계성 분석, 석사학위논문, 부산대학교 교육대학원, 부산, 2003
6. 박윤미, 중·고등학교 과학 교과의 물질 영역을 중심으로 한 연계성, 석사학위논문, 단국대학교 교육대학원, 2007
7. 송순희·이영하·이종록·김성원·강순희·박종윤·강순자·김규한·유계화, 수학 및 과학 교과 내용의 연계성 분석을 위한 준거 모형 설정과 예시적 분석, 한국과학교육학회지, 제 11권 제2호 pp.119-122, 1991

8. 초 · 중등 학교 교육 과정 : 국민 공통 기본 교육 과정, 교육부 고시 제 1997-15호[별책 1] p.14 교육인적자원부, 1999
9. 고등학교교육과정해설, 교육인적자원부, 2000
10. 중학교교육과정해설, 교육인적자원부, 1999
11. 초등학교교육과정해설, 교육인적자원부, 1998
12. 교육인적자원부 교육과정정책과, '2007년 개정 교육과정' 개요, 교육인적자원부, 서울, 2007
13. 교육과학기술부, 중학교 교육과정 해설(Ⅲ), 대한교과서주식회사, 서울, 2008
14. 권재술 · 김범기 · 우종욱 · 정완호 · 정진우 · 최병순 공저, 과학교육론 pp134-145, p237, 과학교육사, 서울, 1998
15. 홍후조, 교육과정의 이해와 개발 pp307-314, p343, 문음사, 서울, 2002

ABSTRACT

Analysis of Articulation in Chemistry Textbooks
of 7th Education Curriculum
from Elementary School to Secondary School

- Focused on the unit of 'State of Material and Solution' -

Ha sook Woo

Department of Chemistry Education

The Graduate School of Education

Sungshin Women's University

In a society where scientific knowledge and information are expanding in quality and quantity, it is necessary to observe how efficiently and systematically science education is delivered. For the effective science education, it requires proper articulations not only in educational contents but also in organization of those contents. Therefore, analysis of the articulations of chemistry contents among grades and schools can provide science teachers with guidelines to teach science efficiently.

In this study, horizontal and vertical articulations in chemistry

textbooks of 7th education curriculum were analyzed from elementary to middle school focusing on the unit of 'states of matter and solution'. For vertical articulations, the following science textbooks are used: each textbook from 3rd ~ 6th grade in elementary school and eight different chemistry I/II textbooks for middle and high school. For horizontal articulations, eight different textbooks from 7th ~ 12th grade were analyzed. Textbooks for elementary school were excluded as a single textbook is used in elementary school and textbooks for 9th and 10th were also excluded as they don't have the unit of 'states of matter and solution'.

When the textbooks of each grade were analyzed, all of the eight different textbooks explained the basic concepts related to 'states of matter and solution' and therefore it can be concluded that horizontal articulations exist among the different textbooks.

Vertical articulation was analyzed according to the model of Song Soonhee (1991). In 'states of matter', the vertical articulation appeared in the form of repetition (28.6%), progress (52.4%) and disparity (19.0%). In 'solution', the vertical articulation appeared similarly: repetition (35.7%), progress (48.2%), and disparity (16.1%). Generally, good vertical articulations among grades were observed. In addition, the contents became deeper and wider with the higher grades showing that contents among grades follows Bruner's spiral curriculum.

Based on the above results of this study, several suggestions can be made to improve articulations in the chemistry textbooks,

especially in the unit of 'states of matter and solution'. First, a certain concept should not be skipped for several grades so that students can easily remember when they learn the continuing contents in the higher grade. Second, repetition of same examples or experiments should be avoided in order not to decrease students' interests. Finally, different textbooks should have similar contents so that students can understand them with any textbook of their choice.