수학및 과학 교과내용의 연계성 분석을 위한 준거모형 설정과 예시적 분석

송순희*·이영하*·이종록·김성원·강순희
박종윤·강순자·김규한·유계화
(이화여자대학교 사범대학 수학교육과*, 과학교육과)

〈1991. 12. 1 받음〉

I. 서 론

현재 당면하고 있는 우리나라 과학교육의 문제점 중 하나는 고학년으로 갈수록 학생들이 과학과목에 대하여 어렵고 흥미없는 과목으로 인식하고 있으며 (이원식외, 1984), 국제 과학학력 도달도 평가 결과도 고학년으로 갈수록 성적이 저조하다는 것이다 (IEA, 1988). 이러한 결과가 나타나게된 원인으로는 입시제도 등 여러가지를 들 수 있겠으나, 최근의 연구들에서 과학교과 내용이 지나치게 추상화되어 학생들의 인지수준과 부합되지 않는다는 점이 지적되고 있으며(최병순과 허 명, 1987; 권동숙과 김윤기, 1990), 또한 초·중·고등학교의 과학교과 내용이 각급학교별로 적절하게 연계되어 있지 않음도 지적되고 있다(이범홍, 1986).

초·중·고등학교의 교육목적에는 그 단계에 맞는 완성교육(terminal function)뿐만 아니라 상급학교 진학을 위한 단계교육의 역할(transfer function)도 있다. 따라서 각급학교의 교육과정은 여러 측면에서 적절한 연계성을 가져야 한다. 우리나라에서는 교육부에서 각급학교의 교육과정을 제시하고 있는데, 상위수준의 교육목표에서부터 각 교과의 목표, 내용의 선정과 조직, 교수학습 과정, 그리고 평가 등에 대한 지침을 포함하고 있으며, 이를 바탕으로 각 교과의 교과서와 교사용 지침서가 집필되고 있다. 학교 현장에서는 교과서 내용을 기준으로 학습이 진행되므로 교과서 내용의 연계는 학생들의 조화로운 학업진행을 위하여 필수적인 것으로 볼 수 있다. 그러므로 교과서에 포함되는 학습내용의 선정과 조직은 학생들의 인지수준을 고려하여 각급학교별로 적절한 연계를 가져야 하며, 특히 수학과 과학 과목의 경우는 그 학습소인 사이의 위계관계가 뚜렷하므로, 학습내용 사이의 연계성은 더욱 중요할 것으로 생각된다. 이러한 연계성이 적절히 고려되지 못한 경우에는 교육조직들의 불연속성이 증대되고, 학습시간의 낭비를 가져오며, 학생의 지적 호기심의 저하, 또는 암기식 학습방법으로 인한 창의력, 논리적 사고력이 저하될 수 있고, 기본개념에 대한 이해 부족으로 인하여 다음 단계의 학습 진행에 차질을 초래할 수도 있을 것이다.

각급학교 교과내용의 연계성에 대한 연구는 그동안 여러차례 발표된 적이 있으나(송인명 외, 1976; 권병규, 1977; 여환진과 최진호, 1977; 임영득, 1982; 곽대오 외, 1984; 김인호 외, 1984; 정원우, 1985; 여환진과 김진헌, 1987; 박정식, 1987; 강순자와 김영주, 1988; 김영애, 1990 등), 대부분이 연구

자의 주관에 의해 연계성을 분석·판단하였으며, 연계성 분석을 위해 누구나 사용할 수 있는 구체적인 분석준거를 설정·제시한 예는 찾아 보기 어렵다. 따라서 본 연구에서는 교과내용의 연계성을 분석하기 위한 객관적인 준거모형을 설정하고, 이의 활용을 돕기 위하여 본 연구에서 개발된 분석준거를 실제로 수학 및 과학 교과내용에 적용한 예시적 분석을 제시하여 교육과정 및 교과서의 연계성 분석 연구에 도움이 되고자 한다.

II. 이론적 배경

교육과정의 연계성은 학생들의 학교수준간에 걸친 조화로운 학업적 진행을 어떻게 교육과정을 통하여 수행할 것인가와 관련되며, 이러한 교육과정 연계성에는 두 가지 측면, 즉 수직적 연계성과 수평적 연계성이 포함된다(이명근, 1984). 수평적 연계성은 같은 등급(grade) 내의 영역간의 문제이며, 수직적 연계성은 등급간의 문제를 의미한다. 따라서 본 연구와 관련하여 초·중·고 교과내용간의 연계성은 수직적 연계성을 의미하며, 이러한 학교단위간의 교육과정 연계성으로서의 수직적 연계성은 곧 교육과정의 수직적 조직과 직결된다.

교육과정의 조직원리로서 Tyler(1949)는 계속성(continuity), 계열성(sequence), 통합성(integration)의 3요소를 내세우고 있다. 이중 계속성은 내용의 여러 요소가 어느 정도 계속해서 반복되는 것을 말한다. 즉, 시간이 흐르면서 같은 종류의 기능이 계속적으로 다루어져야 한다는 것을 의미한다. 계열성은 계속성과 관련되는 것이지만, 계속성과 같이 동일한 수준에서 단순하게 학습경험을 반복하여 제시해 주는 것이 아니라 더욱 광범위하고 깊게 나아감을 의미한다. 한편, 통합성은 학습경험을 수평적으로 조직하는 준거로서, 수직적 준거인 계속성, 계열성과 대비되는 횡적조직의 원리로서 설명된다. 그러므로 통합성은 여러가지 학습경험간에 모순이나 단절을 없애고 행동 및 사고과정에 통일성과 일관성을 가질 수 있도록 해주는 역할을 한다.

Taba(1962)는 Tyler의 이론을 더욱 상세하게 확장시켜 누적학습(cumulative learning)의 개념속에 계속성과 계열성을 포괄적으로 표현하였다. 즉, 누적학습은 동일요소의 단순 반복이 아니라, 점진적인 심화·확대를 더 강조하고, 특정개념의 학습에 있어서 더 의미있는 통합으로 이끌어 주도록 하는 내용조직을 뜻하는 것으로 정의되고 있다.

Bruner(1973)는 학습의 준비성에 관한 종래의 기계적인 통념을 부정하고, 어린이의 사고를 어른의 사고로 발전시키기 위해서 같은 내용이 점차 더 높은 수준에서 여러번 반복해서 제시될 필요가 있다고 주장하였는데, 이것이 바로 Bruner의 나선형 교육과정(spiral curriculum)의 아이디어이다.

또한 Gagné(1970)는 그의 학습위계에 관한 이론에서 한 학습소인은 그 아래에 하나 또는 그 이상의 하위소인을 갖게되며, 이 각각의 하위소인들은 다시 그 아래에 하나 또는 그 이상의 종속적인 하위소인들을 갖고 있는 것으로 볼 수 있으며, 어떤 하위소인의 학습은 바로 위의 상위소인의 학습에 차례로 전이되는 관계를 갖도록 학습소인들의 전체적인 조직망을 엮어 나갈 수 있다고 하였다. 이러한 Gagné의 주장은 Tyler의 계열성을 더욱 명확히 설명해 주는 것으로 볼 수 있다.

이상에서 설명한 교육과정 조직원리로서의 Tyler의 계속성과 계열성, Taba의 누적학습, Bruner의 나선형 교육과정, Gagné의 학습위계 이론들을 종합해보면, 교육과정의 수직적 연계성이란 동일한 학습내용이 학년간 및 학교간에 어느 정도 계속 반복되어 점차 더 높은 수준으로 심화·확대되어 제시되는 원리라고 할 수 있다(여환진과 김진헌, 1987).

III. 준거모형 설정

1. 연계성 고찰의 준거모형

앞 절에서 설명한 수직적 연계성의 정의로부터 연계성은 계속 반복되는 과정과 점차 더 높은 수준으로 심화·확대되는 과정으로 구성된다고 볼 수 있다.

따라서 선행학습과 후속학습간에 반복과 심화·확대의 두 과정이 적절히 배합되어 이상적인 연계가 이루어진 경우 이를 발전적 심화·확대가 이루어졌다고 보고, 줄여서 〈발전〉으로 표현하기로 한다.

그리고 후속학습이 선행학습에 비해 심화 및 확대가 되지 않고, 동일한 수준에서 단순한 반복에 그칠 때 이를 〈반복〉에 의한 연계로 표현할 수 있을 것이다.

또 심화 및 확대가 적절히 단계적으로 이루어지지 않은 경우를 생각할 수 있는데, 이는 학습위계상에

서 일련의 하위소인 중의 일부소인이 학습과제에서 누락됨으로써 상위소인의 학습이 불가능해진 경우, 한 소인의 학습에서 충분한 연습이 이루어지지 않아 이 소인의 재생이 어려워진 경우, 또는 학습과제내의 결합 때문에 학습구조속의 일부소인들의 통합이 잘 안되는 경우 등을 들 수 있다. 이러한 경우를 학습내용 위계상에서의 〈격차〉라고 할 수 있으며 이는 학습의 내적조건으로서 학습활동을 하기전에 학습자가 갖추어야 할 선행학습의 결여라고 할 수 있다. 이러한 선행학습의 결여는 교과내용 구성상의 상위소인을 보다 효율적으로 학습하는데 필요한 하위소인의 누락일 수도 있고 또는 설명이 불완전한 상태일 수도 있을 것이다.

이상에서 언급한 〈반복〉, 〈발전〉, 〈격차〉는 교육과정 연계성을 판단하는 하나의 틀이 될 수 있을 것이며, 또한 계속성 원리와 계열성 원리가 상호 복합적으로 작용되었을 때 〈발전〉이 되고, 각각의 일부가 상대적으로 더욱 강조된 경우는 〈반복〉이나 〈격차〉로 나타남을 알 수 있을 것이다.

2. 분석의 준거 및 내용

앞 절에서 선행학습과 후속학습간의 수직적 연계성은 〈반복〉, 〈발전〉, 〈격차〉로 분류될 수 있음을 설명하였다. 이러한 연계정도를 결정하기 위한 세부적인 준거로서, 본 연구에서는 전개되는 교과과정 내용의 표현방법과 그 내용의 수준을 〈표 1〉과 같이 각각 세단계와 네단계로 분류하여 수직적 연계성을 고찰하고자 한다.

〈표 1〉 내용의 분류요소

요 소	정 도
내용의 표현방법	ㄱ. 단순한 반복 ㄴ. 제시방향이나 관점의 변화(단순한 다른 방법) ㄷ. ㄴ에서 발전해서 일반화된 개념형성 가능(적절하게 확대, 전문적으로 확대)
내용의 수준	a. 전단계와 같은 수준(동일한 수준) b. 전단계의 도움을 받아 곧바로 발전될 수 있는 수준 c. 전단계의 도움을 받아 충분한 설명이 있다면 이해가 가능한 수준 d. 전단계의 도움을 받고도, 다른 선수 개념 없이는 이해가 불가능한 수준

이와 같이 실질적 준거로서 표현방법과 내용수준을 근거로 하였을 때 ㄱa, ㄱb,…, ㄷd 등 모두 12가지의 경우가 나타나는데, 각각을 〈반복〉, 〈발전〉, 〈격차〉로 분류하는 데는 앞서 언급한 Tyler의 계속성 원리, 계열성 원리와, Bruner의 나선형 교육과정 또는 Gagné의 학습위계에 의해 분류·설명할 수 있을 것이다.

먼저 〈반복〉이라 함은 교과내용의 표현방법과 그 내용수준에 있어서 단순한 〈반복〉을 의미한다. 즉, 계열성보다는 계속성이 강조되는 경우이며 앞서 학습한 내용이 중복되어 나타남을 말한다. 따라서 여기서는 ㄱa, ㄴa가 그러한 경우로 볼 수 있는데, 특히 ㄴa는 두 가지 경우로 나누어 생각하였다. 그 중 하나는 단순한 동일요소의 반복이며, 다른 하나는 반복되는 내용은 같으나, 그것이 다음 학습할 내용의 준비적 성격을 나타날 때의 경우이다. 따라서 본 연구에서는 두번째의 경우처럼 선행학습의 성격으로서 일반화의 준비단계인 경우는 〈반복〉으로 보다는 심화 및 확대의 〈발전〉의 성격에 포함시켜 생각할 수 있다고 판단되므로, 단순한 반복이라 함은 ㄱa와 ㄴa의 일부로 굳이 분류하게 되었다.

한편 Gagné의 학습위계에 관한 이론에서 상위의 학습은 바로 그 아래의 학습을 선행조건으로 요구한다. 이러한 학습위계상에서 일련의 하위소인 중의 일부소인이 누락되거나, 혹은 충분한 설명이 되어있지 않거나 하여 상위소인의 학습이 불가능해진 경우 또는 내용수준을 고려한 표현방법이 불충분한 경우 등으로 인하여 〈격차〉가 나타나게 된다.

이러한 경우로서의 〈격차〉로는 ㄱc, ㄴc, ㄷc, ㄱd, ㄴd, ㄷd로 분류하였으며, 특히 ㄷc는 표현방법으로서 ㄷ이 충분한 경우에는 〈격차〉라기 보다는 〈발전〉으로 보았고, 그렇지 않은 경우에는 〈격차〉로 보았다.

앞서 말한 〈반복〉과 〈격차〉를 제외한 나머지 경우는 그 표현방법이 비교적 내용수준에 맞게 적절하다고 판단되어 〈발전〉으로 보았다.

따라서 표현방법 3단계와 내용수준 4단계로 나타나는 경우의 수 12가지 가운데 ㄴa, ㄷc가 각각 두 가지로 분류되었으므로 사실상 나타나는 경우의 수는 14가지가 된다. 연계성과 분류요소의 조합에 대한 자세한 설명은 〈표 2〉와 같다.

〈표 2〉 분류요소의 조합과 연계성

연계성	내용분류 요소의 조합	조 합 의 의 미
반복	ㄱa	내용 표현방법이 단순한 반복이고, 내용의 수준도 전단계와 동일하다.
	ㄴa(1)	내용 표현방법이 단순한 다른방법으로 제시방향이나 관점의 변화가 있으나, 내용의 수준은 전단계와 동일하다.(단순한 열거)
발전	ㄱb	내용의 표현방법이 단순한 반복이나, 내용의 수준이 전단계의 도움을 받아 곧바로 발전될 수 있는 수준이다.
	ㄴa(2)	내용의 표현방법이 단순한 다른 방법으로 제시방향이나 관점의 변화가 있고, 내용의 수준이 전단계와 같은 수준이나, 열거가 일반화의 준비단계이다.
	ㄴb	내용의 표현방법이 단순한 다른 방법으로 제시방향이나 관점의 변화가 있고, 내용의 수준이 전단계의 도움을 받아 곧바로 발전될 수 있는 수준이다.
	ㄷa	내용의 표현방법이 ㄴ의 변화에서 발전해서 일반화된 개념의 형성이 가능하고, 내용의 수준은 전단계와 동일하다.
	ㄷb	내용의 표현방법이 ㄴ의 변화에서 발전해서 일반화된 개념의 형성이 가능하고, 내용의 수준은 전단계의 도움을 받아 곧바로 발전될 수 있는 수준이다.
	ㄷc(1)	내용의 표현방법이 ㄴ의 변화에서 발전해서 일반화된 개념 형성이 가능하도록 충분한 경우이며, 내용의 수준이 전단계의 도움을 받아 충분한 설명이 있다면 이해가 가능한 수준이다.
격 차	ㄱc	내용 표현방법이 단순한 반복이나, 내용의 수준은 전단계의 도움을 받아 충분한 설명이 있어야 이해가 가능한 수준이다.
	ㄱd	내용의 표현방법이 단순한 반복이고, 내용의 수준이 전단계의 도움을 받고도 다른 선수 개념없이는 이해가 불가능한 수준이다.
	ㄴc	내용의 표현방법이 단순한 다른 방법으로 제시방향이나 관점의 변화가 있으나 내용의 수준이 전단계의 도움을 받아 충분한 설명이 있어야 이해가 가능한 수준이다.
	ㄴd	내용의 표현방법이 단순한 다른 방법으로 제시방향이나 관점의 변화가 있으나 내용의 수준이 전단계의 도움을 받고도 다른 선수 개념없이는 이해가 불가능한 수준이다.
	ㄷc(2)	내용의 표현방법이 ㄴ의 변화에서 발전해서 일반화된 개념 형성이 가능하나 충분하지 못한 경우이며, 내용의 수준이 전단계의 도움을 받아 충분한 설명이 있다면 이해가 가능한 수준이다.
	ㄷd	내용의 표현방법이 ㄴ의 변화에서 발전, 일반화된 개념 형성이 가능하나, 내용수준이 전단계의 도움을 받고도 다른 선수개념없이는 이해가 불가능한 수준이다.

IV. 예시적 분석

앞에서 설정한 교과서 내용의 수직적 연계성을 고찰하기 위한 준거 모형에 대한 이해를 돕고, 누구나 이를 쉽게 활용할 수 있도록 하기 위하여 수학의 도형의 넓이에 관한 예와 과학의 위치에너지에 대한 연계성 분석의 예를 제시하고자 한다.

1. 예시적 분석 1 : 도형의 넓이

도형의 넓이에 대하여 깊이있게 생각하는 것은 국민학교 중간학년 정도의 산수시간부터이다. 이 무렵 학생들은 선분, 각, 삼각형 등의 기본적 도형의 이름, 수직과 평행, 직각삼각형의 겹쳐짐 등에 대하여 어느정도 이해가 될 수 있도록 준비되어 있다. 국민학교 수준의 넓이에 관하여는 길이의 단위와 면적의 단위를 소개하면서 단위 면적을 가지고 여러가지 도형의 면적이 단위 면적의 몇 배인가를 관찰하게 하여 우선 면적의 개념을 소개한 후 직사각형의 넓이는 가로x세로임을 설명하였다. 이것을 토대로 삼각형의 넓이를 설명하고 있는데 다음에 제시할 설명 1부터 설명 9를 통해서 우리는 앞서의 표현방법에 있어서의 ㄱ, ㄴ, ㄷ과 내용수준에 있어서의 a, b, c, d에 관하여 예시적으로 그 의미를 설명하고자 한다.

설명 1

오른쪽과 같은 직사각형 ㄱㄴㄷㄹ을 대각선으로 자르면 직각삼각형 ㄱㄴㄷ과 직각삼각형 ㄱㄷㄹ로 나뉘어진다.

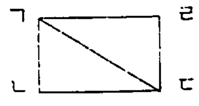


그림1

두 직각삼각형을 겹쳐보아라.

두 직각삼각형은 넓이가 같은가?

직각삼각형 ㄱㄴㄷ의 넓이는 직사각형 ㄱㄴㄷㄹ의 넓이를 2로 나눈 것과 같다.

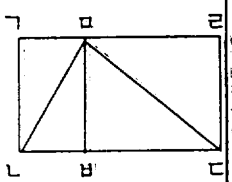
(직각삼각형 ㄱㄴㄷ의 넓이)

=(직사각형 ㄱㄴㄷㄹ의 넓이)÷2

설명 2

오른쪽에서 삼각형 ㅁㄴㅂ의 넓이는 직사각형 ㄱㄴㅂㅁ의 넓이의 반이다.

또 삼각형 ㅁㄷㅂ의 넓이는 직사각형 ㅁㅂㄷㄹ의 반이다. 따라서 삼각형 ㅁㄴㄷ의 넓이는 직사각형 ㄱㄴㄷㄹ의 넓이의 반이다.

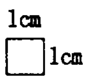


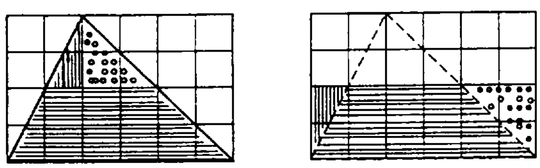
(삼각형 ㅁㄴㄷ의 넓이)

=(직사각형 ㄱㄴㄷㄹ의 넓이)÷2

설명 3

다음 방법으로 삼각형의 넓이를 구하여라



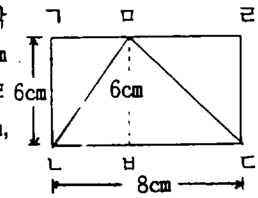


(삼각형의 넓이)=(사각형의 넓이)÷2

여기서 삼각형의 밑변과 높이에 관한 설명이 되고 다음 설명이 이어진다.

설명 4

오른쪽 그림에서 삼각형 ㅁㄴㄷ의 높이는 6cm이다. 직사각형 ㄱㄴㄷㄹ에서 가로의 길이는 8cm, 세로의 길이는 6cm이다.



직사각형 ㄱㄴㄷㄹ의 넓이는 $48cm^2$이다.

$$8cm \times 6cm = 48cm^2$$

삼각형 ㅁㄴㄷ의 넓이는 직사각형 ㄱㄴㄷㄹ의 넓이의 반이다.

(삼각형 ㅁㄴㄷ의 넓이)=(직사각형 ㄱㄴㄷㄹ의 넓이)÷2=(8cm×6cm)÷2=$24cm^2$

이것을 다음과 같이 구할 수 있다.

$24cm^2$	=	8cm	×	6cm	÷	2
(삼각형의 넓이)	=	(밑변의 길이)	×	(높이)	÷	2

이후 여러가지 삼각형 또는 사각형으로 분해되어 구해질 수 있는 도형의 넓이를 구하는 연습이 나오는데 그 중 다음과 같은 연습문제가 있다. 이것을 교사가 보충하여 다음과 같이 설명한다고 하자.

설명 5

다음 도형의 넓이를 구해보자.

아래의 빗금친 삼각형의 넓이는 삼각형 ㄱㄴㄷ의 넓이에서 삼각형 ㄱㄹㄷ의 넓이만큼 뺀 것이다.

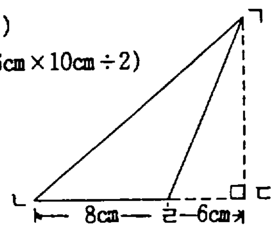
따라서 삼각형 ㄱㄴㄹ 즉, 빗금친 삼각형의 넓이는

(삼각형 ㄱㄴㄹ의 넓이)

$=(14cm \times 10cm \div 2)-(6cm \times 10cm \div 2)$

$=70cm^2-30cm^2$

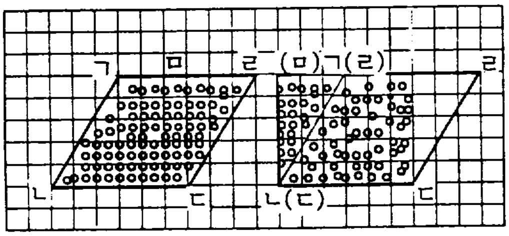
$=40cm^2$



여기서 기초적인 삼각형의 넓이를 구하는 문제에 관한 설명이 끝나고 다음 학년으로 이어진다. 다음 학년의 도형부분은 합동의 개념과 대칭의 개념이 보다 세밀히 소개되고 도형이 넓이에 관하여 소개되는데 이때 평행사변형의 넓이가 다음과 같이 소개되고 있다.

설명 6

평행사변형 ㄱㄴㄷㄹ에서 직각삼각형 ㅁㄷㄹ을 잘라서 변 ㄱㄴ쪽에 그림과 같이 붙여보자. 어떤 도형이 되었는가?

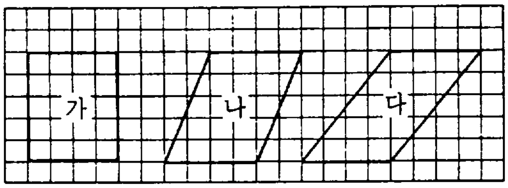


평행사변형 ㄱㄴㄷㄹ의 넓이는 직사각형 ㅂㄴㄷㅁ의 넓이와 같다.

(평행사변형의 넓이)=(직사각형의 넓이)
=(가로의길이)×(세로의길이)
=(밑변의 길이)×(높이)

설명 7

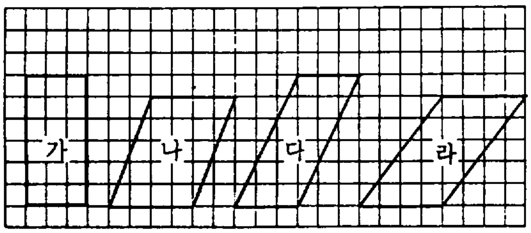
다음 평행사변형의 넓이를 구해보아라.



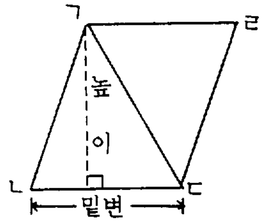
가 … 4×5=20 20㎠
나 … 4×□=□ □㎠
다 … 4×□=□ □㎠

평행사변형 가, 나, 다의 모양은 각기 다르다. 그러나 밑변의 길이와 높이가 모두 같기 때문에 넓이도 같다.

평행사변형 가의 넓이와 같은 것을 말하여라.

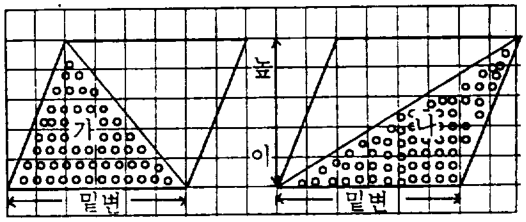


※ 여기서 평행사변형의 넓이를 구하는 방법을 합동인 삼각형 두개를 (삼각형 ㄱㄴㄷ과 삼각형 ㄱㄷㄹ) ㄱ ㄴ ㄷ ㄹ 높이 밑변 그림과 같이 붙여서 평행사변형의 넓이가 밑변×높이임을 설명한 후, 앞의 설명 5의 문제와 같은 문제를 다음과 같이 설명하고 있다.



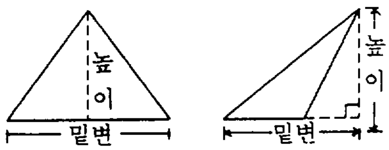
설명 8

그림에서 삼각형 가, 나의 넓이를 알아보자.



삼각형 가, 나의 넓이는 평행사변형의 넓이의 얼마인가?

평행사변형의 넓이는
6×5=30 30㎠
그러므로, 삼각형 가, 나의 넓이는
(6×5)÷2=15 15㎠
이때, 평행사변형의 밑변과 높이는 각각 삼각형의 밑변과 높이가 된다. 높이 밑변 높이 밑변

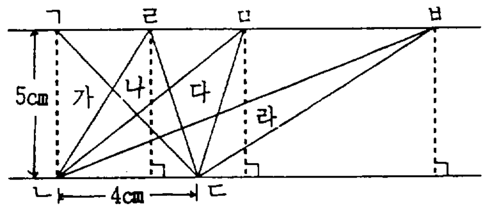


(삼각형의 넓이)=(평행사변형의 넓이)÷2
=(밑변의 길이)×(높이)÷2

여기서, 곧바로 다음 설명이 이어진다.

설명 9

다음 삼각형들의 넓이를 알아보자.



밑변의 길이는 모두 같은가?
높이도 모두 같은가?
넓이를 알아보자.

가의 넓이=10㎠ 나의 넓이=10㎠
다의 넓이=10㎠ 라의 넓이=10㎠

삼각형에서는 모양이 달라도 밑변의 길이와 높이가 같으면 그 넓이도 같다.

여기서 사다리꼴의 넓이 구하는 내용으로 이어지고, 중학교 1학년 이후 다시 삼각형의 넓이에 관한 설명이 계속된다.

※ㄴb

예I:설명1	→ 2	→ 3	→ 4	→ 5	→ 6	→ 7	→ 8	→ 9
	ㄱb	ㄴa(1)	ㄴa(2)	ㄱa	ㄱb	ㄱc	ㄴd	ㄷc(1)

위의 예I은 설명1부터 설명 9까지의 각 단계에서 고찰될 수 있는 내용 분류요소의 조합을 적은 것으로 각 단계별 설명은 다음과 같다.

설명 1→ 설명 2

설명 1에서는 직각삼각형의 넓이를 직사각형의 넓이의 반으로 설명하였고, 설명 2에서도 역시 같은 방법으로 삼각형의 넓이가 두 사각형 넓이의 반씩을 합한 것이므로 전체 사각형 넓이의 반임을 직관적으로 알 수 있도록 삼각형의 넓이를 구하였다. 이것은 표현방법은 같고 내용수준면에서는 직관적으로 이해가능한 대수적 분배법칙 및 일반화의 준비가 일부 포함되었으므로 이 단계는 발전으로서 ㄱb이다.

설명 2→설명 3

설명 2의 삼각형의 문제를 제시방법만을 변화시켜 설명 3에서 제시하였으므로 반복으로서 ㄴa(1)이다.

설명 3→설명 4

이 단계에서도 역시 같은 삼각형의 문제를 다루고 있으나 삼각형의 밑변과 높이에 관한 설명과 함께 넓이를 구하는 문제이므로 일반화의 준비단계의 일부로서 발전의 ㄴa(2)로 볼 수 있다.

설명 4→설명 5

설명 5에서도 앞의 설명 2의 삼각형 2개의 넓이의 합으로 구하는 방법처럼 여기서는 두 삼각형의 차로 설명하였고 넓이를 구하는 방법은 설명 4와 같은 방법을 2회 반복해서 구했으므로 ㄱa로 반복이라 할 수 있다.

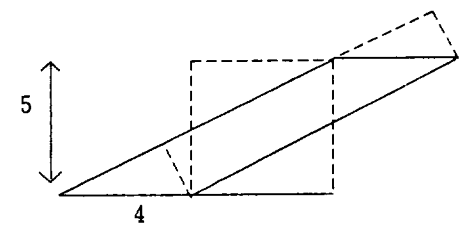
설명 5→설명 6

설명 6에서는 도형이 삼각형에서 평행사변형으로 발전했으나, 평행사변형의 넓이를 구하는 방법에서는 설명 3과 같이 떼어 붙이는 방법을 반복하고 있다. 따라서 ㄱb로 발전이라 볼 수 있다.

설명 6→설명 7

설명 7에서도 설명 6과 마찬가지로 평행사변형의 넓이를 적당히 떼어 붙이기를 이용하여 구하였고 따라서 표현방법은 동일하다. 그러나 그 내용 수준에 있어서는 평행사변형의 넓이가 밑변×높이임을 설명하고 학생들에게 인식시키고자 하였으나 만일 떼어 붙이기가 단순하게 이루어지지 않거나 떼어 붙이기를 하였더라도 밑변과 높이가 달라지는 경우를 염두에 두지 않았기 때문에 일반화로서의 설명이 불충분하다. 다만 교사가 특별한 경우를 자세하게 설명한다면 일반화될 수 있다고 볼 수 있으나 대부분의 경우 보충설명이 이루어지지 않으리라 예상되므로 이는 ㄱc로서 격차로 볼 수 있을 것이다.

특수한 경우의 평행사변형의 예로서 다음을 들 수 있다.



그림과 같이 오려붙이기를 해도 이 경우 직사각형의 밑변의 길이와 높이를 알지 못한다. 또 복잡한 오려붙이기는 가능하나 집중력을 요하게 된다. 그림 바로 위의 "특수한 경우의 평행사변형의 예"란 이 그림과 같이 평행사변형의 좌측 상단 꼭지점이 우측 하단의 꼭지점보다 우측에 있는 형태들의 경우를 말하며, 이 예의 경우 앞서 몇개의 그림에서처럼 점선 직사각형의 넓이가 문제의 평행사변형의 넓이와 같음을 뜻하는 것은 아니다.

설명 7→설명 8

설명 8에서는 평행사변형을 합동인 두 삼각형으로 분해해서 넓이를 구하였는데 그 수준은 설명 7과 같은 수준으로 볼 수 있고, 표현방법면에서는 관점의 변화 및 일반화를 위한 준비의 성격을 띠므로 ㄴb로 볼 수 있으며 이는 곧 발전이라 할 수 있겠다.

그러나 (※)의 내용이 없이 설명 7→설명 8이라면 표현방법에 있어서는 평행사변형을 합동인 두 삼각형으로 분해해서 넓이를 구하는 방법으로 위와 같이 ㄴ으로 분류할 수 있으나, 수준면에서는 평행사변형이 합동인 두 삼각형의 합이라는 선수개념이 없이는 이해가 곤란하므로 이것은 ㄴd로서 격차가 되는 것이다.

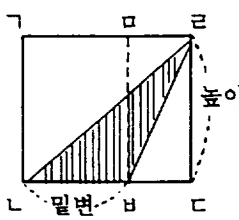
설명 8→ 설명 9

설명 8까지를 거의 완전하게 이해하여 인지하고 있다면, 설명 9는 그 표현방법에서는 일반화된 상태이며 내용수준면에서는 앞서 학습한 내용을 종합정리한 경우이므로 ㄷc(1)로서 격차가 아닌 발전이라 할 수 있겠다.

이상에서 설명한 예 I은 삼각형의 넓이를 구하는 방법에 있어서 평행사변형과 병행하여 설명하였다. 다음에 서술한 예 II는 예 I과 설명 4까지는 동일하나 평행사변형을 이용하지 않고, 즉 설명 6, 7, 8을 거치지 않고, 설명 5에서 새로운 설명 6A를 거쳐, 평행사변형의 개념을 사용치 않은 설명 9, 즉 설명 9*로 이어지는 경우를 고찰한 것이다.

설명 6A는 다음과 같다.

설명 6A



왼쪽 빗금친 삼각형 ㄹㄴㅂ의 넓이는 삼각형 ㄹㄴㄷ의 넓이에서 삼각형 ㄹㅂㄷ의 넓이를 뺀 것인데, 삼각형 ㄹㄴㄷ은 사각형 ㄱㄴㄷㄹ의 반이고 삼각형 ㄹㅂㄷ은 사각형 ㅁㅂㄷㄹ의 반이므로 결국 삼각형 ㄹㄴㅂ의 넓이는 사각형 ㄱㄴㄷㄹ의 넓이에서 사각형 ㅁㅂㄷㄹ의 넓이를 뺀 것의 반이다.

그런데, 사각형 ㄱㄴㄷㄹ의 넓이에서 사각형 ㅁㅂㄷㄹ의 넓이를 뺀 것은 사각형 ㄱㄴㅂㅁ의 넓이와 같으므로 결국 삼각형 ㄹㄴㅂ의 넓이는 사각형 ㄱㄴㅂㅁ의 반이다.

(삼각형 ㄹㄴㅂ의 넓이)=(사각형 ㄱㄴㅂㅁ의 넓이)÷2
=(밑변×높이)÷2

예 II ;설명1 → 2 → 3 → 4 → 5 → 6A → 9*
ㄱb ㄴa(1) ㄴa(2) ㄴa(2) ㄷc(2) ㄷc(1)

예 II에서의 설명 1에서 설명 4까지는 예 I과 동일하므로 설명 4부터 설명하기로 하겠다.

설명 4→설명 5

예 I과는 달리 이 단계가 표현방법에 있어서 다음 학습의 일반화의 준비단계의 일부로서 볼 수 있으며, 그 내용수준으로서는 직각삼각형의 넓이를 두 번 반복 계산하였으므로 같은 수준을 유지하였다. 따라서 이는 ㄴa(1)로 발전이라 할 수 있다. 즉 예 I에서는 같은 표현방법, 같은 수준으로서 ㄱa로 분류되었으나, 비록 똑같은 상황처럼 보일지라도 예 II에서는 다음 단계의 구성을 고려해 볼 때, 일반화의 준비성격이 드러나게 되어 ㄴa(2)로 분류하였다.

설명 5→ 설명 6A

설명 5에서는 두 직각삼각형의 넓이의 차로 구하고자 하는 삼각형의 넓이를 구하였으나, 설명 6A에서는 표현방법에서는 일반화의 준비단계의 성격을 띠고 있으나 그 내용수준에서는 직관적으로 삼각형의 넓이와 사각형의 넓이의 관계를 알 수 없고, 세부적으로 대수적 배분법칙 개념에 대한 이해가 불확실하므로, 특히 집중력이 있는 학생에 한해서는 이해 가능하다고 볼 수 있으나 대부분의 학생에게는 설명이 불충분하다고 볼 수 있다. 따라서 이 단계는 ㄷc(2)로서 격차를 나타낸다.

설명 6A→ 설명 9*

설명 9에서 평행사변형의 개념을 이용하지 않는다고 할 때 표현방법에서는 일반화된 상태이며 그 내용수준은 앞서의 내용을 종합정리하는 단계이므로 ㄷc(1)로서 발전으로 볼 수 있다. 물론 여기에서 설명 9를 위하여 가, 나, 다, 라의 각각의 삼각형에 대해 평행사변형 대신 적절한 직사각형은 교사에 의해 당연히 제시될 것을 기대할 수 있다고 본 경우이다.

이상에서 언급한 예 I과 예 II에서 〈반복〉, 〈발전〉, 〈격차〉를 나타내는 각각의 경우를 도형의 넓이를 구하는 문제에 대하여 표현방법과 그 내용수준에 있어서의 각각의 조합(combination)을 통해 예시적으로 분석 고찰해 보았다.

2. 예시적 분석 2: 위치에너지

수학과는 달리 과학적인 개념은 국민학교, 중학교, 고등학교 교과과정에 각각 1회씩 소개되어 있기 때문에 여러 단계의 예시를 제시할 수 없으며 격차가 많아지게 된다.

설명 1. 국민학교 6학년

높은 곳에 있는 물과 낮은 곳에 있는 물의 다른 점을 알아 보자.

1. 물레방아를 빈 물통위에 잘 돌 수 있도록 장치하자.
   물이 든 통을 높은 곳에 놓고, 비닐관을 통해 물이 물레방아 날개 위에 떨어지게 하자. 물레방아는 어떻게 되는가?
2. 물이 든 물통의 높이를 조금씩 높이면서 같은 실험을 하여 보자.
   물의 높이가 높아지면, 물레방아가 도는 빠르기는 어떻게 되는가? 낮은 곳에 있는 물과 높은 곳에 있는 물 중에서 어느 것이 에너지를 더 많이 가지고 있는가? 높은 곳에 있는 물의 에너지에 대해서 이야기해 보자.

설명 2. (중3) 지학사

(위치에너지)

1. 중력이 하는 일
   높은 곳에 있던 물체가 떨어질 때 하는 일은 얼마나 되는가? 건물이나 다리 공사를 할 때 무거운 추를 높이 들어 올렸다가 떨어뜨리면서 콘크리트 기둥이나 철주를 땅 속 깊숙이 박는 경우를 볼 수 있다. 이와같이, 높은 곳에 있는 물체가 아래로 떨어질 때는 일을 할 수 있는 능력을 갖고 있다.
2. 위치 에너지
   우리는 앞에서 높은 곳에 있는 물체가 떨어질 때 질량이 클수록, 또 높이가 높을수록 물체가 할 수 있는 일이 많다는 것을 알았다. 이와같이, 높은 곳에 있는 물체는 일할 수 있는 능력을 가지고 있으며, 이것을 위치에너지라고 한다. 따라서 지면으로부터 높이 h인 곳에 있는 질량 m인 물체가 가지는 위치에너지 E_p는 $E_p=9.8mh$가 된다.
   앞에서는 위치 에너지를 나타낼 때 지면을 위치 에너지가 0인 기준점으로 하였다. 그러나, 물체가 떨어지는 동안 위치 에너지의 변화량을 알아 볼 때는 반드시 지면을 기준점으로 할 필요는 없고 편리한 곳에 기준점을 정하면 된다. 이 때 위치 에너지는 기준점에 따라 다르지만 위치 에너지의 변화는 높이의 차에만 관계된다.

설명 3. (고 과학 Ⅱ상) 비자연계용

수력 발전소에서는 댐 위에 고였던 물이 아래로 내려올 때 수차에 연결된 발전기를 돌리는 일을 하게 된다. 이와 같이 물이 일을 할 수 있는 것은 높은 곳에 있는 물이 위치에너지를 갖고 있기 때문이다.

일반적으로 높은 곳의 물체가 지구 중력에 의하여 가지게 되는 위치에너지를 중력장에서의 위치에너지라고 한다.

지면에 있는 질량 m의 물체를 h만큼 높은 곳에 올리려면 중력 mg만큼의 힘이 필요하므로 물체에 해 주어야 할 일은 $W=Fs=mgh$가 된다. 따라서 h만큼 높은 곳에 있는 이 물체는 받은 일만큼 위치에너지를 가지게 된다. 즉 중력에 의한 위치에너지는 $Ep=mgh$로 나타낼 수 있다.

중력장에서 중력에 의한 위치 에너지는 기준점을 어디에 정하는가에 따라 그 값이 달라진다. 지면으로부터 높이 h_1인 곳에 있는 질량 m의 물체는 지면을 기준으로 할 때 mgh_1의 위치 에너지를 가진다. 그러나 이 물체는 책상면을 기준으로 할 때에는 mgh_2의 (h_2는 책상 위에서 물체의 높이) 위치 에너지를 가지게 된다.

설명 4. (고 물리)자연계용

지구가 나무에 달린 사과에 중력을 작용하여 떨어지게 하면서 해 주는 일은 사과의 운동 에너지를 증가시킨다. 동시에 사과도 지구에 중력의 크기에 해당하는 힘을 주어 일을 하지만 지구의 질량이 너무 커서 그 효과가 너무 작아 느끼지 못할 뿐이다. 그런데 중력을 받는 사과에 중력과 반대 방향으로 중력만한 힘을 외부에서 작용하여 위로 들어 올리면 어떻게 되는가? 크기가 같고 방향이 반대인 두 힘이 사과에 작용하여 힘의 벡터적 합이 0이므로 해 주는 일이 없어서 운동에너지의 증가가 없다. 외부에서 해준 일의 효과는 바닥의 A점에 있던 것을 높이 h인 B점에 옮겨 놓은 것 뿐이다. 이 때 B점에 있

는 물체를 놓아보면 떨어지면서 점점 빨라져 A 점에서는 $1/2mv_A^2$의 운동 에너지를 갖게 되어 B 점은 A점보다 위치 에너지가 크다고 말한다. 즉, "A점에서 B점으로 들어 올리는 데 해 주어야 할 일 mgh만큼 B점의 중력 위치 에너지가 A점보다 크다" A점에 대한 B점의 중력 위치 에너지 mgh는 A점에서의 운동 에너지 $1/2mv_A^2$와 같고 그 값은 또한 중간의 임의의 높이 y에서의 운동 에너지와 위치 에너지의 합과 같으므로, A 점과 B점 사이의 임의의 점에서의 운동 에너지와 위치 에너지의 합인 역학 에너지는 일정한다.

$$0+mgh=1/2mv^2+mgy=1/2mv_A^2+0=\text{일정}$$

설명 5. (고 물리)

지금까지 공부한 중력 위치 에너지 mgh는 지구 표면 근처에서 중력이 일정하다고 가정하여 대략 계산한 것이다. 지구로부터 멀리 떨어진 곳에서 낙하하는 물체의 중력 위치 에너지를 정확히 계산하려면 만유 인력이 거리의 제곱에 반비례하여 변하므로 적분으로 계산하거나, 거리에 대한 만유인력의 그래프에서 넓이로 따져야 한다.

지구 중심으로부터의 거리가 r_a만큼 떨어진 곳 a에서 질량 m인 물체가 낙하하여 r_b만큼 떨어진 곳 b까지 왔을 때, a에서의 위치 에너지 U_a와 b에서의 위치 에너지 U_b의 차는 a에서 b까지 낙하는 동안 만유 인력이 하는 일과 같다.

지구로부터 무한히 먼 곳을 기준으로 잡고, 그 곳에서 지구 중심으로부터 r되는 점까지 낙하하는 동안 중력이 한 일은 GmM/r이다. 여기서 G는 만유인력 상수이며, M은 지구의 질량이다. 따라서 지구로부터 무한히 먼 점의 중력 위치 에너지를 0으로 하면 지구 중심으로부터 r되는 점의 중력 위치 에너지 U는 다음과 같이 정의될 수 있다. $U=-GmM/r$ 따라서 지구 중심으로부터 거리가 r_a되는 점과 r_b되는 점의 중력 위치에너지의 차는 다음과 같다.

$$U_a-U_b=(-GmM/r_a)-(-GmM/r_b)$$
$$=GmM/r_b-GmM/r_a$$

고등학교 물리교과서에는 설명 4와 설명 5가 같이 나오지만 개념의 연계성을 세분하여 분석하기 위해서 분리하여 비교해 보았다.

이들 예시에서 볼 때 위치에너지에 대한 개념의 기본틀은

"중력이 하는 일→위치에너지→상대적이다→역학적 에너지 보존→만유인력에서 유도한 것과 같다" 처럼 발전되고 있음을 알 수 있고 이를 통해 각 과정사이의 연계가 다음과 같음을 알 수 있다.

설명 1→설명 2

국민학교(설명 1)에서는 위치 에너지라는 용어는 쓰고 있지 않았지만 떨어지는 물에 의해 물레방아가 도는 것을 통하여 중력이 일을 하고 있음을 보여주고 있고 물의 높이에 대한 하는 일의 차, 즉 위치 에너지 차이를 소개하고 있다.

한편 중학교(설명 2)에서는 높은 곳에 있는 물체가 낙하하면서 일을 하는 것을 소개하고, 한일은 물체가 잃은 위치 에너지와 같다고 보았으며, 그래프를 이용하여 정량적 실험을 하여 지면 위에서의 위치 에너지의 값을 정식화 하고 이는 절대적인 값이 아니라 상대적인 값임을 말하고 있다. 그러나 그의 원인은 말하지 않고 결과만을 말하고 있어서 일반화된 개념 형성이 충분하지 못하다(ㄷc(2)). 한편 여기에서는 물리적인 '일'의 개념을 도입하여 중력이 하는 일의 크기가 위치 에너지와 같음을 보였다. 이 접근 방법이 국민학교 과정과는 격차라 할 수 있다. 그리고 이 '일'에 대한 개념이 국민학교 과정 처럼 단순한 의미의 일(설명 2')이라면 발전(ㄷb)이라 볼 수도 있다.

설명 2→설명 3

비자연계 고등학교 교과서에 있는 설명 3을 중학교 과정(설명2)과 비교해 볼 때 일의 개념을 정식화하여 중력이 하는 일이 위치 에너지를 정식화한 값 mgh임을 자세히 보여 주고 있고 위치 에너지가 상대적인 값임을 구체적으로 자세히 말해주고 있어서 ㄴc라 할 수 있다.

설명 2→ 설명 4

중학교에서 자연계 고등학교 사이의 단계인데 설명 4에서는 앞의 예시와는 달리 중력은 두 물체 사이에 작용하는 상호작용임을 말하고 있으며, 위치 에너지의 변화에 운동 에너지 개념을 도입하여 역학적 에너지의 보존법칙으로 확장·응용하고 있으나 일반화된 개념 형성이 불충분하여 ㄷc(2)라 하겠다.

설명 3→ 설명 4

설명 3을 배우고 설명 4,5를 배우는 것이 아니어서 실제로는 이 과정은 없지만 개념의 연계성을 세

분화 하기 위해 '설명 2→ 설명 4'와 비교해 보면 ㄷc(1)라 하겠다.

설명 4→ 설명 5

설명 5에서는 앞의 예시들에서 보인 지면 위의 위치 에너지 값 mgh과 단유 인력으로 부터 유도되는 위치 에너지가 같음을 보여 주고 있어서 일반화 시키고 있다. 따라서 ㄷc(i)라 하겠다.

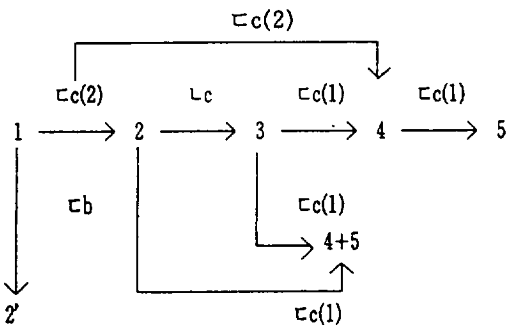
설명 2→설명 4+5

이 과정이 실제의 중학교와 자연계 고등학교 사이 단계인데 고등학교 과정을 설명 4대신 설명 4+5로 하면 '설명 2→설명 4'와 비교할 때 설명 5의 만유인력에 의한 위치 에너지를 통해 위치 에너지에 대한 일반화된 개념 형성으로서 충분한 설명이 있으므로 ㄷc(1)라 하겠다.

설명 3→ 설명 4+5

실제로는 이 과정도 없지만 '설명 3→ 설명 4'처럼 ㄷc(1)라 하겠다.

이를 그림으로 나타내면 다음과 같다.



따라서 국민학교에서 중학교로 가는 과정은 대체적으로 격차라 하겠으며, 중학교에서 비자연계 고등학교 사이는 발전, 자연계 고등학교 사이는 발전 또는 격차가 나타난다.

V. 결론 및 논의

수학 및 과학 과목은 학습위계가 뚜렷한 교과로서, 초·중·고등학교 학습내용이 적절한 연계성을 가지지 못하면 학습시간의 낭비와 학생들의 지적 호기심의 저하로 학습진행에 차질을 초래할 수 있다.

이러한 중요성을 감안하여 교과서 내용의 연계성을 분석할 수 있는 준거모형과 구체적인 분석준거를 개발하였고, 실제로 수학에서는 도형의 넓이를 구하는 방법을 통하여, 과학에서는 위치 에너지의 개념을 통하여 교과내용의 분석에 적용하는 예를 제시하였다.

이 준거모형은 본 연구자들에 의해 이미 5개 전공 분야 (수학, 물리, 화학, 생물, 지구과학)에서 각각 제 4차 교육과정에 의한 초·중·고등학교 교과서의 분석에 적용해 보았으며 (박성운 외, 1988; 문지원, 1988; 정은영, 1988; 송순희 외, 1989; 박종윤과 김성희, 1989; 강순희와 김대영, 1990), 각 전공 분야에서 나타난 여러가지 문제점들을 수정·보완하였다. 그 동안 분석에 참여한 연구자나 현직 교사들의 의견을 종합하여 본 준거를 사용하여 연계성을 분석할 경우의 유의점과 앞으로 수정·보충되어야 할 점을 정리해 보면 다음과 같다.

첫째, 이 분석 준거를 각 분석자들이 사전에 충분히 이해하여야 하며, 분석 집단은 4명 이상의 그룹이 바람직하고, 같은 내용을 각 분석자가 독립적으로 분석하여 그 결과를 비교하여 일치되는 경우는 그대로 하고, 상이할 때는 토의를 통하여 가장 합당한 결과를 선택한다.

둘째, 이 분석 준거는 선행학습과 후속학습 사이의 연계만을 생각한 것이므로 그 학습이 요구하는 인지수준은 고려하지 않았다.

셋째, 내용 분석의 결과로부터 선행학습과 후속학습 사이의 연계가 단순히 잘 되었다, 못 되었다고 일률적으로 판단하기는 어렵다. 개념에 따라 어떤 경우는 반복을 많이 요할 수도 있으며, 또 어떤 개념은 타과목과의 수평적 연계를 고려하지 않았기 때문에 격차가 될 수도 있다.

분석에 참여하였던 중·고등학교 현직교사들은 그 분석결과가 현장에서 학생들을 가르치는데 큰 도움이 될 것이라는 긍정적인 반응을 보였다. 즉 어떤 개념을 가르치는데 있어서 그 선행학습과 후행학습과의 연계성을 잘 파악하고 있으면, 수업 현장에서 어느 정도까지 깊이 있게 다루어야 하는지, 또 어떤 부분을 보충해야 할 것인가를 쉽게 결정할 수 있다는 것이다. 본 연구에서 개발된 분석 준거는 앞으로도 실제 분석의 결과를 토대로 계속 수정·보완해 가야 되리라고 생각된다.

참 고 문 헌

강순자와 김영주(1988). 초·중·고등학교 생물교과서

분석 및 연계성에 대한 연구. 생물교육, 16(1), 1.

강순희와 김대영(1990). 중등학교 과학 교과서의 화학영역에 관한 연계성 분석(제2보), 화학교육, 17(2), 106.

곽대오, 배광성, 김정갑, 오경환, 성민웅(1984). 고등학교 생물교육과 대학 교양 생물교육 간의 연구성에 관한 기초 조사, 경상대학교 과학연구소보, 4, 87.

권동숙과 김윤기(1990). Piaget의 지적발달단계 이론을 중심으로 한 제4차 교육과정분석. 우리나라 고등학교 화학교과서를 중심으로, 화학교육, 17(3), 239.

권병규(1977). 국민학교 및 중학교의 과학교육 과정 연계성에 대한 연구 (생물), 교육연구지, 경북대학교 사범대학, 19, 101.

김영애(1990). 초·중·고등학교 생물영역에서 공통실험내용의 연계성에 관한 연구, 석사학위 청구논문, 이화여자대학교 교육대학원.

김인호, 성민웅, 최규광, 홍성민, 구인선, 오경환(1984). 과학 및 수학교육에 있어서 고등학교와 대학간의 연계성에 관한 연구, 경상대학교 과학교육연구소보, 4, 1.

문지원(1988). 초·중·고등학교 지구과학 학습내용의 연계성 고찰, 석사학위 청구논문, 이화여자대학교 교육대학원.

박성운, 이희옥, 김성원, 이종록(1988). 초·중·고 과학교과서 중 물리분야의 연계성에 관한 연구, 물리교육, 6(2), 140.

박정식(1987). 초.중학교 생물교육과정의 기본개념 연계성 분석, 석사학위 청구논문, 이화여자대학교 교육대학원.

박종윤과 김성희(1988). 초·중·고 과학 교과서의 화학영역에 관한 연계성 분석(제1보) 화학교육, 15(2), 137.

송순희, 이영하, 김미옥(1989). 초·중·고 수학교과서의 확률·통계 영역의 연계성에 관한 분석 (제1보), 한국수학교육학회지, 28(1), 13.

송인명, 우영균, 김천중(1976). 국민학교 및 중학교의 과학과 교육과정의 계열성에 관한 연구, 과학교육연구, 공주사대과 학교육연구소, 8, 1.

여환진과 김진헌(1987). 초·중등학교 과학교육과정(화학영역)의 연계성 고찰, 교육연구지, 경북대학교 사범대학, 29, 83.

여환진과 최진호(1977). 화학교육에 있어서 국·중·고등학교 및 대학과의 연계성에 관한 연구, 화학교육, 4(1), 31.

이명근(1984). 대학교양 교육과정 연계성에 관한 연구, 석사학위청구논문, 연세대학교 대학원.

이범홍(1986). 과학과 교육과정의 개정 방향, 교육개발, 8(3), 51.

이원식, 유경로, 신희명, 안희주와 정해문(1984). 중·고등학교의 과학교육 개선과 과학영재교육 방안에 관한 연구, 과학교육논총, 서울대학교 과학교육 연구소, 9(1), 89.

임영득(1982). 국민학교와 중학교의 과학과 교육과정 분석 및 계열성에 관한 연구, 인천교대 논문집, 인천교육대학, 15, 487.

정원우(1985). 초·중·고등학교 지구과학 교육과정의 연계성에 관한 연구, 과학교육연구지, 경북대학교 사범대학, 9, 69.

정은영(1988). 초·중·고등학교 생물교과서의 연계성에 대한 연구, 석사학위 청구논문, 이화여자대학교 교육대학원.

최병순과 허 명(1987). 중학생들의 인지 수준과 과학교과 내용과의 관계 분석, 한국과학 교육학회지, 7(1), 19.

Bruner, J. S.(1973). "The Process of Education", 이홍우 역, "브루너 교육의 과정" 배영사, 서울.

Gagné, R. M.(1970). "The Conditions of Learning", 2nd Ed., Holt, Rinehart and Winston: New York.

IEA(1988). Science Achievement in Seventeen Countries: A Preliminary Report, Toronto; Pergamon Press.

Taba, H.(1962). "Curriculum Development - Theory and Practice", Harcourt, Brace, Jovanovich, Inc.: New York.

Tyler, R. W.(1949). "Basic Principles of Curriculum and Instruction", University of Chicago Press: Chicago.

ABSTRACT

Development and Application of an Analysis Taxonomy for Curricular Articulation in Mathematics and Science

Soon-Hi Song*, Young-Ha Lee*, Jong-Rock Lee, Sung-Won Kim,
Soon-Hee Kang, Jong-Yoon Park, Soon-Ja Kang, Kyu-Han Kim, Kye-Hwa Yoo
(*Department of Mathematics Education and Department of Science Education, Ewha Womans University)

A taxonomy which can be used conveniently for analyzing the vertical articulation of mathematics and science textbooks has been developed. It includes two types sanalysis criterion: one is based on the detail of description and the other is based on the depth of contents in terms of their sequence. These two criterion elements are combined to form groups of 'overlap', 'development' and 'gap' to represent the extent of articulation. Examples of applying the taxonomy are illustrated for the concepts of gemetrical area in mathematics and potential energy in science.