

국민학교 과학내용의 분석과 발전적 모색

김 효 남

(한국 교원대학교 자연계열)

(1988. 8. 2 받음)

1. 연구의 필요성

현재의 국민학교교육은 과학, 기술 그리고 정보사회를 사는 현대인을 위한 기본교육이어야 한다. 특히 국민학교의 과학교육은 과학적인 교양을 어린이들이 갖출수 있는 교육환경을 제공해 주어야 한다. 과학적인 교양(소양)이 있다는 말은 과학, 기술사회속에서 사는데 사용되는 과학적 지식이 있고 과학적인 태도를 갖추고 있는 것을 말한다. 과학적인 태도는 어떠한 판단을 내릴때 가능한 모든 자료를 효과적으로 처리하여 참고로하며, 문제를 해결할때에 과학적 지식과 과학의 모든 과정을 사용하는 것을 말한다. 과학의 과정은 관찰하기, 측정하기, 실험하기, 자료분석하기 등이 있다.

우리가 흔히 이야기하는 과학지식은 과학의 기본개념, 법칙, 그리고 이론을 말한다. 그러면서 우리는 이러한 기본개념이나 이론체계를 배워야 전이가 높아 학습의 효율면에서 이득이라고 생각한다. 그러나 어린이들의 흥미나 호기심이 과연 이러한 기본적인 과학이론을 배우는데에서 보다많이 생겨날 수 있는 가는 의문이다. 어린이들의 자연에 대한 흥미나 호기심의 개발이 국민학교 과학교육에서는 큰 비중을 차지하고 있다. 물론 과학의 과정을 체험함으로써 과학지식을 얻고 이런 과정속에서 흥미나 호기심도 개발

된다고 우리는 믿고 있다. 그러나 실용적인 측면을 보면 이러한 과학의 기본개념의 습득이 자연현상에 대한 체계적인 이해를 돕고 있지만 큰 학습의 전이를 기대할 수 없고, 기본적인 과학지식 자체로는 현재의 사회생활을 하는데 큰 쓸모도 없다고 생각된다. 우리가 애써 배웠던 수많은 과학지식은 잊혀지고 있다. 쓰지않으면 잊혀지기 마련이기 때문이다. 또한 전이도 일어나지 않기때문에 잊혀진다고 본다. 결국 과학의 기본개념만의 습득은 큰 쓸모가 없는 것이라고 본다.

그리고 과학의 과정이 현재의 우리나라 자연과교육과정에서 철저하게 강조되고 있다. 관찰, 측정 그리고 실험을 하지 않으면 어떠한 단원도 잘 교수 또는 학습되었다고 생각지 않는다. 화산실험을 모형으로 하는것이 현재의 국민학교 교육내용에 있는데, 즉 중 크롬산암모늄을 석유로 반응이 시작되게 하여 산화시킴으로써 한다. 이렇게 과학의 과정은 매자연시간마다 계속 반복하여야만 배워지는 것인지 의문이다. 또한 국민학교 과정에서 과학의 과정이 모두 철저하게 체득되어야 하는 것인지도 의문이다. 과학의 과정은 본래는 어린이도 과학자와 같은 방법으로 과학을 배워야한다고 하여 강조되게 되었다. 그러나 과학지식은 독서를 통하여 또는 비디오 테이프나 필름을 보면서 배우는 경우도 많다. 쓸모있는 자연시간이 되기 위해서는 어린이들이 사는 환경속에서 쓸모가 있는

것을 배우는 것이 중요하다고 본다. 과학, 기술과 관련된 사회문제 등을 단원으로 제시하고 그 문제를 푸는데 필요한 과학정보를 처리하는 방법과 토론하여 합리적인 결론을 내리는 방법을 익히는 것이 중요하다고 본다.

그러면 과연 현재 우리나라의 국민학교 자연과 교육과정중의 과학내용은 어떠한 것이 있는가를 알아보고 미국의 초등 과학교육과정의 내용과 비교해보는 것이 필요하다고 본다. 현재 가르치고 배우는 내용을 분석하여 이것이 과연 실용성이 있는 내용인가를 확인하여야 한다. 그리고 보다 필요하고 쓸모있는 과학내용을 모색하여야 된다고 생각하여 이 연구를 하고자 한다.

2. 연구의 목적

우리나라 교육과정중 국민학교 자연과 교육과정은 과학의 기본개념과 원리를 여러가지 과학의 과정을 통해서 습득하는 것을 큰 목표로 하고 있다.

그러나 과연 현재의 교육내용이 바람직한 것인가를 분석하여 볼 필요가 있다고 본다.

우리나라 교육과정중 국민학교 자연과의 과학내용은 어떠한 것을 포함시키고 있는가를 분석하여보고 미국의 국민학교 과학교육내용과 비교하여 보고 쓸모있는 과학교육내용이 가르쳐져야 한다고 생각한다. 본 연구의 목적은 다음과 같다.

첫째로, 우리나라의 국민학교 자연과 교육내용을 물리, 화학, 생물 그리고 지구, 우주과학의 각 분야별로 그 단원수를 세어 그 비중을 구하여 본다. 또한 미국의 초등과학교육내용의 각 과학분야별비중을 구하여 본다음 한국의 것과 비교하여 본다. 그리고 과학의 내용을 구체적으로 비교분석한다. 둘째로, 쓸모있는 국민학교과학내용의 모색이 이 연구의 목적이다. 쓸모있는 국민학교과학 내용은 배우고 나서 쓰이지 않아 잊혀지거나 전이의 큰 효과도 기대되지 않는 것이 아니라, 기술적으로 사회적으로 적용되어 쓰이고 있는 과학지식을 기술의 산물이나 사회적 현상으로부터 접근하는 방향을 모색해 본다.

3. 연구의 방법

일반적으로 교육과정중 교육내용을 분석할 경우

교과서를 분석자료로 삼는다. 교과서를 분석할 경우 1학년부터 6학년까지 모두 12권이 자료에 해당된다. 한국의 경우는 문교부에서 공포한 교육과정에 따라 현재 한 종류의 교과서가 집필되고 있다. 교육내용의 전반적인 연구를 위해서는 문교부에서 공포한 국민학교 자연과 교육내용을 연구의 대상으로 하는 것이 적당하다고 보았다. 또한 미국의 경우 다양한 교과서가 쓰이고 있으며 주로 국민학교에서는 학교나름의 과학교육프로그램을 학교환경에 맞게 계획하여 가르치고 있다. 이때 국민학교 교사들은 대학에서 교사교육을 받을때 교재로 사용했던 초등과학교육에 나오는 과학내용은 서로 많은 유사점이 있다고 본다. 본 연구에서는 주로 교육대학에서 국민학교 교사에게 과학교육을 할때 교재로 쓰는 책들을 연구자료로 하였다.

한국의 국민학교 자연과 교육내용은 1987년도 6월에 문교부에서 공포된 제5차 국민학교 교육과정을 분석하였다. 그리고 미국의 국민학교 교육과정은 6개의 초등과학교재와 교수법저서에서 나타난 내용을 분석하였다. 이들 저서들은 1984년 이후 1985년 사이에 출판된 것들이다. 물리, 화학, 생물, 지구, 우주과학으로 나누어 각각의 비중을 구하여 보았다. 환경오염의 단원은 생물로 넣었다. 국민학교과학교육내용을 조사한 자료는 다음과 같다. 한국에 관해서는 '국민학교 교육과정-제5차교육과정', 문교부고시 제87-9호. 87. 6. 30을 참고하였다. 그리고 미국에 관하여는 다음의 4개의 저서들을 참고로 하였다. (1) Science for the Elementary School, 4th ed., Victor, E., Macmillan, 1985. (2) Elementary School Science and How to teach it, Blough, G.O.와 Schwartz, J., 1984. (3) Science and Society, Peterson, R. and et al., Merrill, 1984. (4) Teaching Science Through Discovery, 5th ed., Carin, A.A. and Sund, R.B., Merrill, 1985.

4. 연구의 결과 및 토론

한국과 미국의 국민학교과학교육내용의 각 과학과목별로 비율을 구하고 내용을 비교·분석하였다. 또한 실용성있는 과학교육내용을 모색하였다.

4-1. 한국 국민학교 과학교육내용의 분석

한국의 제5차교육과정에 나타난 교육내용의 단원

표1. 한국의 국민학교 제5차 교육과정의 과학내용

과목	과학 내용	
생물	<ul style="list-style-type: none"> • 우리의 물(오감) • 생물과 무생물 • 열매와 씨 • 사람 • 곤충 • 동물의 한살이 • 식물의 한살이 	<ul style="list-style-type: none"> • 작은 생물 • 생물과 환경 • 식물의 구조와 기능 • 생태계 • 우리의 몸(순환, 호흡, 배설등) • 환경오염과 자연보존 • 연못의 생물
물리	<ul style="list-style-type: none"> • 자석놀이 • 소리 • 자석 • 수평잡기 • 전지와 전구 • 빛의 나아감 • 빛과 그림자 	<ul style="list-style-type: none"> • 전기회로 • 열과 물체의 변화 • 힘과 연모 • 물체의 위치와 운동 • 전류와 자기장 • 전류와 자기장 • 에너지
화학	<ul style="list-style-type: none"> • 여러가지 물체 • 물체놀이 • 물체와 물질 • 여러가지 물질 • 혼합물의 분리 • 길이와 넓이 	<ul style="list-style-type: none"> • 용해 • 산·염기의 성질 • 분자 • 산소와 이산화탄소 • 모양판 놀이
지구 · 우주 과학	<ul style="list-style-type: none"> • 공기 • 낮과 밤 • 날씨 • 돌과 흙 • 강과 바다 	<ul style="list-style-type: none"> • 지층과 화석 • 날씨의 변화 • 우주속의 지구 • 움직이는 땅 • 계절의 변화
통합	<ul style="list-style-type: none"> • 우리학교 • 겨울 • 봄소풍 	<ul style="list-style-type: none"> • 여름 • 가을 동산 • 생물(1/2) + 지구(1/2)
기술적 적용	<ul style="list-style-type: none"> • 장난감 	<ul style="list-style-type: none"> • 생활을 편리하게 하는 것들(물리)

명을 표1.에 적어 보았다. 생물, 물리, 화학, 지구과학에만 각각 속하는 단원이 5개이고 지구과학과 생물에 동시에 속하는 단원이 5개이었다. 이 5개의 단원은 계절의 변화에 따라 변하는 어린이의 주변환경에 대한 관찰이 주를 이룬다. '장난감'과 '생활을 편리하게 하는 것들'의 단원은 물리에 속하는 것으로 보았지만 순수한 물리가 아니라 기술적으로 적용된 내용이라고 생각한다. 화학분야로 포함된 '모양판 놀이'와 '길이와 넓이'는 꼭 화학이라고 말할 수는 없으나 물체의 모양과 물체의 측정이라는 면에서 화학과 관련이 있다고 보았다. '환경오염과 자연보존'은 생태계와 관련이 있다고 보아 생물에 속하는 것으로 보았다.

한국의 국민학교 과학교육내용은 과학의 기초가 되는 물리, 화학, 생물과 지구과학 각 분야의 구조적인 내용을 모두 다루고 있다고 본다.

생물에서는 인체의 구조와 생리, 식물의 구조, 기능과 성장, 동물의 몇가지 종류와 그들의 한살이를 다루고 생태계와 환경오염에 관한 내용이 다루어지고 있다.

생물과 환경, 생태계, 그리고 환경오염과 자연보존 단원은 인류의 앞날과 직접적인 관련이 있는 단원이다. 이 단원에서 먹이연쇄의 구성인자의 이름을 다루는 것도 중요하지만, 생태계의 문제를 제시하면서 문제의 해결방안도 모색해보고 생태학의 기본개념도 익히는 것이 보다 나은 내용이라고 본다.

인간의 산업활동의 결과 방출되는 이산화탄소는 지표면에서 방출되는 파장이 긴 복사선을 보다 많이 막아줌으로써 대기권의 온도상승이 커짐으로써 지구 생태계의 균형이 깨질 수 있다는 것도 다루어 볼만한 내용이다. 기본적인 생태학의 개념의 습득으로부터 출발하여 적용문제를 다루는 것보다는 생태계의 위기라는 사회문제로부터 출발하는 것이 바람직하다고 본다.

우리의 몸이라고 하여 1학년과 6학년에서 같은 단원명으로 나오는데 1학년에서는 시각, 청각, 후각, 미각, 그리고 촉각을 담당하고 있는 기관을 다룬다. 6학년에서는 순환, 호흡과 배설 등을 다루는데 단순히 인체생리학적인 측면만을 과학내용으로 할 것이 아니라 건강한 순환, 호흡과 배설기능을 갖기 위해서는 어떠한 영양을 섭취해야 하며 어떤 환경이 바람직한가를 포함시키는 것이 바람직하다고 본다. 즉 과학을 공부하는 것이 일상생활이나 우리의 미래와 동떨어진 것이 아니라 밀접하게 연관돼있다는 것을 상기시켜 주어야 한다고 본다. 그러면 아동들은 보다 큰 호기심과 흥미를 가질 것이며 과학적인 태도도 길러질 것으로 본다.

화학분야의 단원명을 보면 분자라는 개념이 나오기까지 물체와 물질에 관한 단원을 7가지를 다루고 있다. 그리고 분자단원이 나오고 그 다음 '산소와 이산화탄소' 단원이 분자의 예로써 나온다. 이와같이 많은 단원에서 물체와 물질을 다루고 있다. 주로 모양, 크기, 단단하기, 냄새, 태웠을때의 상태 등으로 성질을 알아보고 성질에 따라 분류하는 내용을 담게 되는데 이는 화학의 기본적인 활동을 통하여 어린이들은

관찰하고, 측정하고, 실험하는 능력과 분류하는 능력이 길러지게 된다.

이러한 과학내용은 아동들에게 어떠한 도전을 정신적으로 줄 수 있는가의 의문이다.

학습은 아동들에게 너무 큰 비약은 아니지만 어느 정도의 도전적인 면을 지니고 있어야 한다. 즉 풀어 보고 싶은 문제를 제시해주어야 한다. 예를들면 계란을 안전하게 운반하기 위해서는 어떤 물질이 필요한 가라는 문제를 제시하고 여러가지 포장자료를 주면 아동은 문제해결을 위하여 생각할 기회가 생긴다. 숨으로 싸서 운반하면 종이상자에 그대로 넣는 것보다 안전하다는 것을 생각해내고 숨은 폭신한 물질이라는 것을 확실히 알게 된다.

산·염기의 성질단원에서 단순히 생활주변의 물질로 식초, 식용유 등을 실험자료로 할 뿐만아니라, 사회의 문제가 된 산성비, 오염된 하수도물 또는 공장 폐수의 산·염기성을 따져보는 것도 필요한 내용이라고 본다. 과학의 기본개념을 가르치기 위하여 생활주변의 물체나 물질을 사용하는 것이 아니라, 사회문제가 된 것으로 과학으로 풀 수 있는 문제가 있으면 이를 과학교육내용으로 선택하여 문제의 해결방안을 모색하면서 필요한 과학의 개념과 기술적인 방법을 가르쳐야 한다고 본다. 결국 국민학교 과학교육내용은 과학의 기본개념의 습득이 우선이 아니라, 과학으로 풀 수 있는 사회문제 또는 개인이나 단체의 합리적 행동여하에 따라 문제의 해결점이 나오는 문제들의 해결을 우선으로 두는 것이어야 한다고 본다.

산성과 염기성의 단원명보다는 산성비가 더 타당한 단원명이 아닌가 생각한다. 산성비는 어떻게 내리는가를 본다. 공장의 매연속의 특정기체가 공기중의 물에 녹으면 산성을 띠게 되고 이것이 비가 되면 산성비라고 한다. 그러면 산성비가 안 내리게 하려면 어떻게 해야하나라는 문제를 아동에게 준다. 필요한 자료로 학습백과 사전, 스크랩된 산성비에 관한 기사, 산성비가 내리는 과정을 찍은 슬라이드, 비디오 필름, 또는 컴퓨터시뮬레이션 등의 자료 그리고 그림이나 사진이 많이 나오는 아동의 독서수준에 맞는 단행본책이 있어야 한다. 아동들은 자료를 조사하면서 산성의 확인법을 문제해결을 위한 필요에 의하여 배우게 된다. 이렇게 배우는 것이 실용성이 있는 것이라고 본다.

길이와 넓이라는 단원이 있는데 보다 실용적인 것

이 교육내용으로 선택되어야 한다. 우리가 많이 사용하는 1평은 어느정도되나를 실제로 m단위로 환산하여 운동장에 그어 놓고 그안에 서있어보아야 한다. 학교앞 화단의 넓이를 제곱미터단위로, 평단위로 나타내보아야 넓이에대한 산 공부가 된다고 본다. 길이에 대해서도 학교안에 있는 나무의 높이를 m로 표시해 본다음 수치로 나타난 나무의 길이와 실제의 높이를 일대일 대응시켜 보아야 2m높이의 나무가 어느정도 큰가를 알게될 것이다. 부피나 무게로 이와같이 보다 실용적인 측면에서 다루어져야 된다고 본다.

물리에서는 자석, 전기, 힘의 균형, 빛의 성질, 열의 성질, 운동, 에너지를 다루고 있는데 에너지절약과 개발이라는 사회문제를 아동들에게 보여줄 필요가 있다. 이러한 문제의 소개는 학습의 목적이 되며 문제해결을 모색하려는 동기를 준다. 에너지의 절약과 개발을 위하여 필요한 여러 물리학의 개념을 배운다.

인간은 자연현상에 대한 순수한 호기심에서 출발하여 순수과학을 쌓아올렸고 이는 오늘날의 기술적인 발전의 원동력이 되었다. 국민학교의 과학교육내용은 이러한 순수한 호기심의 강조에 의한 물리학의 기본개념의 습득으로 가는 것보다는 기술적인 응용면을 아동의 수준에 맞게 다루는 것이 보다 효과적이지 아닐까한다. 즉 자동차, 배, 로켓, 그리고 로봇은 아동들의 필수적인 장난감이 되어 있다. 이들 장난감을 심분사용하여 과학내용을 생각해 볼 수 있다. 레이저라는 첨단과학, 기술을 아동에게 보다 적절히 소개하는 것이 물리학의 기본개념의 습득만큼 중요하다고 본다.

지구과학에서는 천문, 기상과 지질이 중점적으로 다루어지고 있다. 기본적인 과학의 개념뿐 아니라 그들 개념이 실용적으로 쓰이고 있는 경우와 과학사적인 측면이 국민학교과학내용으로 선택되어야 한다고 본다. 한국에서는 6월 말에서 7월 초에 자주 들는 이야기는 가뭄이며 7월 중순에서 8월 초까지는 장마이다. 거의 매년 이러한 뉴스가 T·V에 나온다. 어떤 강박관념까지도 느끼게 한다. 그러나 국민학교에서 물의 순환이라는 개념을 가르칠때 우리나라의 위치는 큰 기후변동이 없는한 여름에 큰비가 내리게 되어있다는 것을 알려준다. 아무리 가물다고 7월초에 떠들어도 7월 중순이면 장마가 진다. 몇 해동안의 자료를 보여준다. 아무리 가물어도 7월 초에 대처하는

표2. 한국의 국민학교 제5차 교육과정중의 과학내용비율

과목	단원수	비율(%)
생물	16.5	30
물리	15	27
화학	11	20
우주·지구과학	12.5	23
계	55	100

방안을 어린이들에게 생각해보도록 한다. 물을 저장하여둔다. 또는 장마후에 식물을 심는다는 등 여러가지 합리적인 방안이 나올 것이다. 이렇게 하면 가뭄이라는 자연현상을 어떻게 대해야하는가를 아동들은 알게되며 비가 어떻게 오는가도 필요에 의해 배우고 인공강우에 대해서도 큰 흥미를 갖게 될 것이다.

화산의 폭발을 모형실험으로 해 보면서 화산의 폭발모양을 보는 것도 중요하지만 보다 중요하게 강조돼야하는 것은 화산이 폭발할 때 어떻게 그 징조를 알며 어떻게 신속히 대처할 것인가를 알아야 한다. 나아가서는 화산폭발시의 열 에너지의 이용도 아동들이 생각해 볼만한 내용이다. 이와같이 국민학교과학내용은 자연현상에 대한 기본적인 과학개념뿐 아니라, 어떻게 대처하며 어떻게 이용되고 있으며 앞으로는 어떻게 이용할 것인가를 고려해야 된다고 본다.

역사적인 측면에서 우량계의 사용, 해시계, 물시계의 사용, 우리조상들의 천문학도 가르쳐져야 된다고 본다. 일식과 월식의 기록, 별자리의 변화 등도 아동들에게 소개되어야 한다.

표2.에는 과학과목별 비율을 나타내보았다. 생물이 화학보다 5단원이 더 많았고 물리도 두번째로 많은 단원을 차지하고 있었다. 생물은 비율로 보면 화학보다 10%나 많은 단원을 차지하고 있다. 그러면 화학분야는 국민학교에서 가르칠 것이 적다는 말인가? 사실 화학분야에서도 과학의 기본개념이외에 생활과 관련있는 것으로 국민학교 어린이 수준에 맞는 것이 있다고 본다.

4-2 미국 국민학교 과학교육내용의 분석

4개의 미국의 국민학교 과학교육에 관한 저서들을 분석하여 그 교육내용이 무엇인가를 표3-6에 나타내었고 표7에서는 과목별 비율을 구하여 보았다. 표3에서는 Victor(1985)의 국민학교 과학교육내용이 나타나 있다. 생물에서 Victor는 식물과 인체부분을 강조

표3. Victor(1985)에 나타난 국민학교 과학교육내용

과목	과 학 내 용
생물	<ul style="list-style-type: none"> • 식물(80)-식물의 분류(6), 줄기(8), 잎(12), 꽃(7), 열매(5), 씨(9), 생명·성장(13), 재배(13), 이끼(4), 고사리(3) • 하등생물과 • 비루스(34)-말류(3), 박테리아(6), 곰팡이(13), 원생동물(33), 비루스(9) • 동물(50)-분류(5), 무척추동물(27), 척추동물(18) • 인체(76)-인체의 구조(4), 피부(6), 뼈(5), 근육(7), 음식(10), 소화(4), 감각(14), 샘(2), 호흡(5), 배설(5), 신경(5)
물리	<ul style="list-style-type: none"> • 마찰과 기계(42)-마찰(14), 기계(28) • 열, 불, 연료(59)-열의 본질(15), 불(21), 온도(6), 전류(4), 열의 전달(13) • 소리(22)-소리만들기와 전달(16), 음악·악기(6) • 빛(42)-빛의 성질(8), 빛의 반사(10), 굴절(9), 색(8), 전자기파(7) • 자력과 전기(53)-전류(20), 전자석(7), 정전기 10, 자기력(16) • 공기·비행기·우주비행(51)-공기(25), 비행기·로켓트(17), 우주비행(9)
화학	<ul style="list-style-type: none"> • 물질의 변화(34)-물질의 구조(22), 에너지(4), 핵 에너지(8)
지구·우주과학	<ul style="list-style-type: none"> • 지구와 우주(51)-태양(4), 태양계(12), 태양의 지구에 대한 영향(13), 달(11), 태양계의 밖(11) • 지구(91)-지구의 조성(25), 지구에 변화를 일으키는 힘(17), 침식(18), 흙(22) • 물·기후(84)-물(28), 태양(8), 바람(9), 공기중의 물(17), 날씨의 변화(6), 날씨예상(13), 기후(3)

()안은 소단원의 수를 말한다.

하고 박테리아나 곰팡이에 대해서도 다루고 있다. 물리에서는 물리학의 기본분야인 마찰과 기계, 열, 소리, 빛 자력과 전기를 다루고 비행이나 우주여행 등의 첨단기술적인 분야도 다루고 있다. 화학에서는 물질의 구조를 강조하며 핵에너지를 다루고 있으나 화학의 다른 유용한 부분들을 다루지 않고 있다. 지구, 우주과학에서는 천문, 지질, 기상을 고루 다루고 있다. 한가지 특이한점은 환경오염과 생태계를 다루지 않고 있다는 점이다.

표4에서는 Blough와 Schwartz(1984)의 저서를 분

표4. Blough와 Schwartz(1984)에 나타난 국민학교 과학교육내용

과목	과 학 내 용
생물	<ul style="list-style-type: none"> • 생명의 다양성과 본질(24) • 인간의 몸과 기능(10) • 생명의 역사(5) • 생태학, 에너지, 환경(16)
물리	<ul style="list-style-type: none"> • 열과 그의 이용(13) • 연모와 일(12) • 자력과 전기(13) • 소리와 그의 이용(8) • 빛과 그의 이용(8) • 비행과 우주여행(9)
화학	<ul style="list-style-type: none"> • 분자와 원자(12)
지구·우주과학	<ul style="list-style-type: none"> • 지구와 그 표면(10) • 태양과 행성(13) • 별과 우주(3) • 공기와 날씨(14)

()안의 숫자는 소단원의 수

석한 것이 나타나 있다. 생물에서는 동·식물 등의 생명체의 다양성과 본질, 인체, 생명의 역사, 그리고 생태계 등에 대하여 다루고 있다. 물리에서는 열, 소리, 빛의 기본 개념과 그 이용에 대하여 비중을 두고 있다. 또한 비행과 우주여행이라는 첨단 분야도 다루고 있다. 화학에서는 원자와 분자라는 물질의 기본 단위에 대하여서만 다루고 있다. 지구·우주과학에서는 지질, 천문, 그리고 기상을 다루고 천문쪽에 비중을 더 두었다. Peterson 등이 지은 과학과 사회라는 책은 유치원, 국민학교와 중학교 2학년까지를 다루고 있다. 단원들이 K-Grade 2, Grade 3-5, 그리고 Grade 6-8으로 나누어져서 제시되고 있어서 여기서는 K-5까지의 내용만을 분석하여 보았다.

표5에는 Peterson과 그의 3인(1984)의 저서에 나타난 과학교육내용이 있는데 생물을 환경생물과 인체생물로 나누어 다루고 있다. 이 저서는 '과학과 사회'라는 제목이 보여주듯이 과학의 사회적 의미에 대하여 주안점을 두고 있다. 개인의 건강과 공중의 건강을 강조하며 비상시의 응급처치법을 다루고 있다. 생물의 기본개념으로는 분류와 변화(성장 또는 한살이)에 초점을 맞추고 있다. 인체에 대하여서도 '시각과 눈의 건강'이라 하여 눈만을 다루고 있다. 물리에서는 움직임, 힘, 그리고 예상하기를 다루는데 여기서 예상하기는 진자의 실험을 하면서 진자의 법칙을 예상하는 단원이다. 전류, 전기회로와 수수께끼상자

표5. Peterson과 그의 3인(1984)에 나타난 국민학교 과학교육

과목	과 학 내 용
환경생물	<ul style="list-style-type: none"> • 자신의 관찰(특정 서술, 측정) • 사람들의 특징(특징과 비교) • 인체의 변화(건강, 복지) • 생물체의 비가역적 변화(한살이) • 과학자들의 분류체계 • 생물체의 계절에 따른 변화(환경과의 관계) • 식물재배 • 식물에서의 변화기록 • 식물변화의 한계인식 • 생물체의 수집과 분류
인체생물	<ul style="list-style-type: none"> • 감각의 사용 • 면역과 공중건강 • 시각과 눈의 건강 • 비상 안전처치법
물리	<ul style="list-style-type: none"> • 예상하기(진자의 법칙) • 움직임 • 힘(탄성, 충돌)
화학	<ul style="list-style-type: none"> • 부피의 측정 • 지구상의 물질: 고체 • 지구상의 물질: 액체 • 지구상의 물질: 기체
우주·지구과학	<ul style="list-style-type: none"> • 날씨 • 침식 • 에너지의 한계 • 태양에너지의 저장과 수집

는 6학년 이상에서 다룬다. 물리의 주요 개념과 법칙으로 다루어지는 소리, 자석 그리고 열 등은 제외되고 있다. 화학에서는 부피의 측정, 그리고 지구상의 물질이라고 하여 고체, 액체와 기체로 나누어 다루고 있다. 분자와 원자는 다루어지고 있지않고 아동의 눈으로 쉽게 이해할 수 있는 것들이 다루어지고 있었다. 지구, 우주과학에서는 날씨, 침식, 에너지의 한계와 태양에너지의 수집과 저장이 다루어지고 있다.

표6.에서는 Carin과 Sund(1985)의 'Teaching Science through Discovery'에 나타난 국민학교 과학교육내용을 분석하였다. 생물에서는 동물, 식물, 인체, 그리고 생태학을 다루고 있다. 동물은 개미, 새, 포유류와 새와 다른점, 그리고 부모와 닭은 자손을 포함하고 있다. 쉽게 관찰할 수 있는 몇 가지만을 과학내용으로 선택하고 있다. 인체에 대하여서도 피부, 호흡, 그리고 전분의 소화만을 선택하였다. 순환이나 배설 그리고 감각기관은 제외되고 있다. 식물에서는

좀 다양하게 각 식물의 부분과 기능을 다루고 있다. 생태학적인 측면도 강조되고 있다. 물리에서는 소리, 기계(연모), 자기력과 전기력, 그리고 빛에 대하여 다루고 있다. 선택적으로 물리학의 기본개념중에서 택하였다고 본다. 기계어에서는 빛면, 바퀴와 차축, 지렛대, 그리고 움직도르래의 사용이유를 강조하고 있다. 화학에서는 물분자, 열과 용해, 가열되고 냉각될때의 고체분자의 운동, 복사와 전도, 그리고 물질의 상태변화와 열에 대하여 다루고 있다. 분자와 열에너지의 측면에서 과학내용을 선택하였다고 본다. 지구·우주과학에서는 기상, 지질, 그리고 천문을 포함하고 있는데 선택적으로 몇가지만을 다루고 있다.

기상에서는 기압계, 증발과 습도계를 선택하였고 지질에서는 결정의 모양(설탕과 소금), 돌의 구분과 단층을 다루고 있다.

단층에서는 양팔저울에 한쪽은 모래 그리고 다른 쪽은 모래와 물을 각각 올려 놓고 평행후에 모래와 물이 함께있는 쪽에 흙을 더 넣으면 어떻게 되겠는가를 관찰한다.

흙을 더 넣은 쪽이 기울어질 것이다. 즉 바다에 육지로부터의 퇴적이 이루어질때 퇴적이 많이된 곳이 무거워서 가라앉게 되는것을 보여주고 이것을 단층이라고 한다는 것을 보여준다. 이와같이 간단하면서도 확실한 실험을 포함하고 있다. 천문에서는 달의 위상변화만을 다루고 있다.

이상과같이 4개의 미국초등과학교육에 관한 저서에 담긴 과학교육내용을 조사하여 보았다. 다음은 이들 4개의 저서에 나타난 과학내용을 생물, 물리, 화학과 지구·우주과학별로 그 비율을 조사하였다. 표 7.에 나타난 것을 보면, 생물이 31%~56%로 강조되어 있다. 그 내용을 표3-표6을 보면 동·식물과 인체를 기본적으로 선택하였고 두 권은 생태학을 다루고 두 권은 생태학적인 측면을 다루지 않고 있다. Peterson등은 건강문제를 중요시하였다. 물리를 보면 Peterson등을 제외하고는 30%이상의 비율을 나타내고 있다. 주로 빛, 소리, 연모, 전기와 자기와 열을 다루고 있다. Blough and Schwartz와 Victor는 우주여행과 비행에 대하여 다루고 있다. Peterson등은 움직임, 힘과 진자의 법칙예상하기를 선택하였다. 화학을 보면 4%~16%로 비율이 나타났다. 4과목중 가장 덜 비중이 주어지고 있다. 생물이나 물리의 1/2-1/8정도이다. 그런데 Peterson 등에서는 부피측정과

표6. Carin과 Sund(1985)에 나타난 국민학교 과학교육내용

과목	과 학 내 용
생물	<ul style="list-style-type: none"> • 동물(개미, 새, 새와 포유류, 부모와 새끼) • 인체해부학과 생리학(피부, 호흡, 전분의 소화) • 식물(씨, 뿌리, 물과식물, 식물의 각부분, 줄기의 기능, 식물의 굴성, 변종, 나무의 나이, 세포, 식물의 호흡, 식물의 번식) • 생태학(식물의 성장조건, 연못의 생물, 환경과 생활, 동물과 환경)
물리	<ul style="list-style-type: none"> • 소리(소리의 정의, 소리의 발생과 전달, 진동하는 물체의 길이와 소리, 공기기둥의 길이와 소리, 고체와 액체의 소리전달) • 기계학(빛면의 사용이유, 밀어올리는 기구, 바퀴와 차축의 잇점, 지렛대의 사용이유, 움직도르래의 사용이유) • 자기력과 전기력(자석, 정전기, 자기력과 전기력, 전자석, 직렬·병렬연결) • 빛(프리즘과 빛)
화학	<ul style="list-style-type: none"> • 물질과 에너지(물분자와 그들의 상호 영향, 열과 용해, 가열되고 냉각될때 고체분자의 운동, 전도와 복사, 물질의 상태변화와 열)
지구·우주과학	<ul style="list-style-type: none"> • 기상학(기압계, 태양에너지의 사용(증발), 습도계) • 지질학(결정의 모양, 돌, 단층) • 천문학(달의 위상변화)

고·액·기체의 물질을 다룬다. 내용을 보면 Peterson등을 제외하고는 물질의 구조 즉 원자와 분자를 기본적으로 다루고 있다. 지구·우주과학을 보면 14-29%로 그런대로 비중이 주어지고 있다고 본다. 주로 기상, 지질과 천문을 다루고 있다. Carin and Sund와 Peterson등은 나머지 두권의 저자들과는 달리 기상, 지질과 천문중에서 몇가지만을 선택하였다.

4-3. 한국과 미국의 국민학교 과학교육내용의 비교·분석

한국의 과학교육내용은 미국의 과학교육내용보다 다양하다고 볼 수 있다. 생물분야에서도 동물, 식물, 인체, 그리고 생태학적 측면과 환경오염문제를 다루고 있다. 표2와 표7에서 보면 한국의 30%로 미국의 31%~56%에 비하면 적은 비중이라고 볼 수 있다. 그러나 한국의 국민학교과학 교육과정은 Peterson등에서 강조되고 있는 개인의 건강이나 공중의 건강과 비상시의 응급처치법 등은 다루지 않고 있다.

물리에서는 한국이 27%로 Peterson등을 제외하면 적은 비중이라고 본다. 내용면을 보면 한국에서는 빛, 소리, 열, 연모, 전류와 자기장, 운동, 에너지와

표7. 미국초등과학교육내용의 과목별 비율

		생물	물리	화학	지구·우주과학	기
Victor (1985)	단위수	240	269	34	226	769
	비율(%)	31	35	4	29	99
Blough와 Schwartz (1984)	단위수	55	63	12	40	170
	비율(%)	32	37	7	24	100
Peterson등 (1985)	단위수	14	3	4	4	25
	비율(%)	56	12	16	16	100
Carr과 Sund (1985)	단위수	22	15	5	7	49
	비율(%)	45	31	10	14	100

힘을 다양하게 다루고 있다. 미국에 비하여 빠진 것은 비행과 우주여행부분이다. 이러한 아동이 흥미를 갖고 있는 부분은 국민학교 과학교육내용에 포함되는 것이 좋다고 본다.

화학은 한국에서 20%로 미국의 4%—16%에 비하면 크게 강조된다고 볼 수 있으나 아직도 적게 강조된다고 생각된다. 내용을 보면 한국에서는 물체와 물질에 대하여 크게 강조하면서 용해, 혼합물의 분리, 산·염기·분자, 그리고 산소와 이산화탄소등 다양하게 다루고 있다.

또한 모양판 놀이라 하여 아동의 사고력과 끈기를 키울 수 있는 단원도 있다. 측정으로 길이와 넓이를 포함시켰다. 미국의 Peterson등은 부피측정을 포함시키고 있다. 또한 고체, 액체, 기체로 나누어 지구상의 물질을 다루어 본 것은 아동의 보다 단순한 사고에 맞다고 본다.

지구·우주과학에서는 한국은 미국과 비슷하게 기상, 천문과 지질을 다루고 있다. 비율면에서 보면 23%로 미국의 14%—29%의 중간정도라고 보겠다. 한국의 국민학교 과학교육과정은 저학년에서 생물과 지학의 공통부분으로 우리 주변환경의 변화와 실상을 관찰하는 단원이 계절별로 있다. 이들은 지학과 생물에 1/2씩 나누어 포함시켜 비율을 조사하였다. 물리의 기술적인 적용분야로 본 장난감과 생활을 편리하게 하는 것들의 단원은 물리분야로 넣었다. 이러한 생활과 직접 연관된 단원들이 아동에게 흥미도 주고 쓸모있다고 본다.

4-4. 발전적인 과학교육내용

이상에서는 한국과 미국의 국민학교교육내용을 분

석하여 보았다. 1960년대 이후의 과학의 구조적인 내용, 즉 기본 개념, 법칙과 원리 등이 주로 국민학교 과학교육내용을 다루고 있다고 본다. 또한 한국이나 미국에서 주로 과학의 과정, 즉 탐구를 강조하여 관찰·실험을 함으로써 과학의 기본 개념 등을 배우도록 하였다. 이렇게 함으로써 과학의 과정을 익히고 과학적 태도를 갖게 된다고 보았다. 그러나 국민학교 과학은 기본 개념과 과학의 과정에 대한 지나친 강조로 하여 과학의 기술적 응용이나 과학·기술의 사회적 의미가 덜 다루어지게 되었다.

한국의 제5차 국민학교 교육과정에 나타난 과학·기술과 사회(S.T.S)의 단원을 보면 생물에서의 환경오염과 자연보존, 물리에서는 장난감과 생활을 편리하게 하는 것들이 있고, 화학과 지구·우주과학에서는 특별한 것이 없다. 미국의 경우도 비행과 우주여행단원과 공중의 건강단원 이외에는 별로 S.T.S부분은 나타나 있지 않다. 결국 미국이나 한국이나 S.T.S 분야는 2-3단원이 있을뿐이다. 그러면 일상 생활에 직접 유용하게 쓸 수 있는 부분을 찾아 보면 한국에서는 힘과 연모, 혼합물의 분리, 날씨의 변화와 움직임은 땅이 있다. 미국에서는 기계(연모)와 날씨의 예상이 있다. 결국 국민학교 과학교육내용은 주로 자연현상과 물질에 대한 과학적인 이해, 즉 과학의 기본 개념, 법칙과 원리로 짜여져 있다고 본다. 이렇게 과학의 기본개념이 중심적인 위치를 차지하게 된 것은 과학의 기본개념을 습득하면 전이될 수 있는 폭이 넓고 그 기본개념자체로도 쓸모가 있다고 생각되었기 때문이다. 그러나 이러한 전이가 얼마나 일어났고 쓸모 있는가는 의문이다. 그보다는 필요한 과학정보를 이해하고 이를 문제를 해결하는데 쓸 수 있으면 과학적 교양(소양)이 있다고 보겠다.

과학·기술과 사회에 관한 내용을 소개하여 보면, 생물에서는 예방의학적인 측면에서 예방주사와 영양 섭취를 다루고 유전공학적인 면으로 포메이트 등을 다룰 수 있다. 또한 인공 심장, 피부, 수족 등의 개발과 사용을 다룰 수 있다고 본다. 영양소와 사람의 성장과의 관계도 가능하다고 본다. 어린이들이 흥미를 느끼며 현재의 과학·기술의 급격한 발전과 그의 사회적 이용도가 높은 사회에서 과학적 교양을 가지고 살기 위해서는, 이러한 과학·기술의 발전내용과 그 이용현상을 아동에게 보여주는 것이 필요하다고 본다. 생물분야에서도 위의 내용이 교육내용에 포함

되어야 된다고 본다.

물리에서는 우주여행에 따르는 물리적 상황의 변화를 다룰 수 있다. 아동들은 공상과학만화영화 등을 좋아한다. 공상적인 면이 아니라 과학적인 면을 다룰 수 있다. 중력, 진공이나 무중력상태에서의 빛, 소리와 열의 전달을 다룰 수 있다고 본다. 이들을 원리적인 측면을 보다 간단히 그리고 현상적인 측면은 보다 흥미있게 보여주면 아동의 과학적 호기심은 향상되리라고 본다.

화학에서는 산성비등의 수질·공기오염을 다룰 수 있다. 아동의 이해할 수 있는 수준에서 오염물질이 만들어지는 곳과 이 물질의 이동을 다룬다. 보통의 약은 유기화합물인 경우가 많은데 약의 성분, 성질과 효용, 그 사용법과 남용했을때의 문제점을 다룬다. 요즘은 어린학생들의 약의 남용이 문제가 되고 있어 약에 관한 단원은 필요하다고 본다.

지구·우주과학에서는 날씨와 홍수, 지진의 예보 및 대책, 그리고 화산폭발의 징조와 영향을 다룰 수 있다. 화산폭발의 과정을 알면 미리 대피하여 생명을 구할 수도 있다고 본다. 화산폭발의 징조로 수증기나 나와 진흙의 홍수가 난 경우가 많은데 이러한 사실을 어린이들이 알면 긴급한 상황판단에 유용하게 쓰일 것으로 본다.

이상과 같은 S.T.S의 문제를 다루면서 과학의 기본 개념과 과정을 사용하여 그 S.T.S문제를 소개되어 쓸모있는 과학교육이 되어야 한다고 본다. 학습의 전이를 바랄 것이 아니라, 교육내용에 직접 과학의 관련된 사회문제를 제시하여 필요한 정보를 찾고 그 해결법을 토론하고 모색해보는 것이 바람직하다고 본다. 필요한 정보를 찾는 과정은 정보처리기술적인 면에서 다루어져서 아동에게 교수되어야 한다. 필요한 자료를 사전, 저서, 필름과 컴퓨터 소프트웨어 등에서 찾아 문제의 해결방안을 모색하는 것은 합리적인 과학적 태도의 함양에 도움이 될 것으로 본다.

우리들이 주로 과학지식을 얻는 것은 독서를 통하여서이다. 아동들에서 많은 과학교양도서와 잡지를 읽도록하여 배우게 한다. 교양과학잡지에는 많은 최첨단의 과학적 발견이 다루어지고 있다. 현대의 과학·기술사회에서 잘 적응하기 위해서는 이들 최첨단의 과학적 발견을 알고 이해하는 것이 과학의 기본 개념의 이해만큼 중요하다고 본다. 최첨단의 과학적 성과는 아동의 흥미를 끌기에 충분한 것이 많다. 초

전도물질을 사용한 떠서 달리는 기차, 포메이트, 인공심장, 피부, 우주개발계획, 탄산음료수와 뼈의 손상, 특정약의 남용과 건강의 관계 등은 아동이 흥미와 호기심을 나타내는 분야라고 본다. 가치나 종교문제와 연관된 것으로는 진화와 창조론의 문제가 있고 약의 남용, 에너지의 절약, 자원의 보존, 인구문제, 그리고 식량문제 등이 있다. 이상에서 과학교육내용의 발전적 모색으로 S.T.S의 문제, 최첨단의 과학적 발견과 정보처리기술과, 가치나 종교적인 문제와 연관된 내용을 고찰하여 보았다. 전이의 효과가 의문인 과학의 기본개념의 습득과 과학의 과정훈련도 중요하지만, 과학·기술과 정보사회를 효과적으로 살기 위해서는 위에 제시한 세가지 방향으로의 새로운 발전적 모색이 필요하다고 본다.

5. 요약 및 제언

이상의 연구를 요약해보면 다음과 같다. 1. 생물에서는 동·식물, 인체와 생태학을, 물리에서는 빛, 소리, 열, 연모, 전기와 자기를, 화학에서는 물질의 기본단위, 그리고 지구·우주과학에서는 천문, 지질과 기상을 기본적으로 과학의 기본개념 등을 한국과 미국의 교육내용에서 주로 다루고 있다. 2. 비교적 한국의 교육내용이 미국보다도 다양하다고 볼 수 있다. 한국은 환경오염과 자연보존을 다루고 있으나 비행과 우주여행은 다루지 않았다. 3. 과목별로 보면 생물이 크게 강조되고 화학은 생물의 $1/2-1/8$ 정도의 비율로 다루어지고 있다. 4. 과학의 기술적인 적용과 과학·기술의 사회적 상호영향의 측면에서 발전적 교육내용을 모색하였다. 즉 오염문제, 에너지문제와 약의 남용문제 등이다. 5. 최첨단의 과학적 발견도 국민학교 아동이 이해할 수 있도록 하여 교육내용중에서 다루어야 한다. 6. 가치나 종교문제와 연관된 내용도 사회과나 통합적인 측면에서 다루어야 한다.

몇가지 제언을 하여 보면 첫째로 국민학교과학교육내용의 선정시 과학·기술과 정보사회를 사는 아동들의 개인적이며 사회적인 필요를 고려해야 한다. 과학의 기본개념의 이해, 즉 자연현상의 이해도 중요하지만 이들이 쓰임새가 큰 것인가와 전이의 정도가 큰가를 조사해보아야 한다. 둘째로 아동의 개인적이며 사회적인 요구에 부합된다면 S.T.S의 문제, 최첨

단의 과학적·기술적 발견과 가치나 종교적인 문제
와 연관된 분야의 단원이 개발되어야 한다고 본다.

참고문헌

• 문교부(1987). 제5 국민학교 교육과정, 문교부 고시 제87-9호.
87. 6. 30

- Blough, G.O. and Schwartz, J. (1984). Elementary School Science and How to teach it.
- Cann, A. A. and Sund, R.B. (1985). Teaching Science Through Discovery, 5th ed., Merrill.
- Peterson, R. and et al. (1984) Science and Society, Merrill.
- Victor, E. (1985). Science for the elementary School, 4th ed., Macmillan.

Abstract

An innovative investigation of science content in the elementary school

Hyo-Nam Kim

(Korea National University of Education)

This study analyzed the specific science content involved in 'the 5th curriculum in the elementary school' in Korea and four Kinds of 'Science in the elementary school' books. And innovative science content is investigated for children's living in the scientific, technological, and informationized society. As results, biology is emphasized much more than other areas. Chemistry is less emphasized than other areas. The innovative science content should include the S. T.S problems, the recent developments and the value or religious problems related to science. This study suggested several innovative science contents.