

과학 교수학습에 관련된 '맥락'의 성격

이 명 제

(공주교육대학교)

(1996년 8월 28일 받음)

I. 들어가는 말

과학교육과 관련된 제반 연구들의 유용성은 그 결과를 교수학습이 시행되는 교육현장에 적용할 때 얼마나 실효를 거둘 수 있는냐에 달려 있다. 그러나, 교수학습현상은 다양한 요인들이 복합적으로 관련되어 있기 때문에 그 성패를 좌우하는 원인이 어디에 있는지 파악하는 데에 적지 않은 어려움이 내재하고 있다. 근래에 이러한 복잡성의 일단을 드러내는 개념으로 '맥락(context)'이라는 어휘가 교수학습과 관련된 내용에 자주 등장하고 있으며, 그 뜻이 '단지 상황, 문맥, 전후 관계라는 사전적 의미를 넘어 사회문화적 측면에까지 폭 넓게 사용되고 있다(Linder, 1993; Kelly et al., 1993).

교육에서 맥락에 대한 관심은 주로 언어교육의 학습효과를 심리학적 측면에서 논하면서 자주 사용되어 왔으며, 근래에는 인지적 편견(cognitive biases)의 근원으로서 맥락의 역할이 주목받고 있다. 인지적 편견은 학습과제에 나타나는 맥락의 성격이 학습결과에 영향을 미친다는 의미에서 연구되고 있으며, 연구결과들이 보여주는 인지적 편견의 양상은 어떤 현상에 대한 학생들의 설명내용이 개념적이지 못하고 사건 관련적(event-related)으로 나타난다는 것을 보여 주고 있다(Caverni, et al., 1990).

과학과 달리 수학은 비교적 순수한 논리적 사고체계를 추구하는 분야로서 교육활동중에 학생들의 경험 등에 관련된 맥락적 요소가 크게 중시되지 않는다. 그러나, 과학은 궁극적으로 실재(reality)에 부합되어야 한다는 본질적 성격으로 인해 맥락의 고려는 필수적이다(Brown, et al., 1989). 특히 학생들은 그들의 경험에 바탕을 둔 흥미와 필요를 살릴수 있을 때 적극적으로 학습에 임할 뿐만아니라, 맥락에 의존된 인지적 활동을 한다는 관점은 과학내용에 있어서 과학지식이 제

시되는 맥락이 매우 중요함을 암시하고 있다(Roth & Roychoudhury, 1993; Stinner, 1995; Mayer, 1995).

역사적으로 맥락에 관련된 문제는 뼈아제의 인지발달 단계에 대한 부분적 수정을 요구하는 뼈아제 이후의 연구자들의 주요쟁점이 되어 왔다. 즉, 사고력을 측정하는 문항들이 제한된 맥락에서 제시되었기 때문에 이를 토대로 도출된 인지발달 단계가 보편성이 부족하다는 것이었다(Linn, 1983; Wagner & Sternberg, 1984; Saunders, & Jesunathadas, 1988). 이에 대해 뼈아제 자신도 문제성이 있음을 수용하면서 과제해결은 문항이 조사코자 하는 논리적 사고력뿐만 아니라 이것을 표현하는 맥락적 성격에 의해서도 영향을 받는다고 했고, 이를 소위 '저항(resistence)'이라 칭하면서 인정한 바 있다(Linn, et al., 1983, 재인용).

그 후, 맥락의 문제는 학습자의 내면에서 일어나는 개념변화에 관심을 갖는 구성주의 심리학의 주요과제로 나타났다. 특히 학생들이 보유한 오개념 등은 개인적인 경험을 바탕으로 형성되어 인지구조속에 견고하게 정착되어 있어서 개념변화수업이 기대했던 만큼 수월치 않음이 알려지게 되었으며, 연구자들은 개념변화학습에 관여하는 다양한 요인중에서 맥락이 학생들의 개념인식과 밀접한 관계를 맺고 있다는 점을 중시하게 되었다(Gil-Perez & Carrascosa-Alis, 1994). 이러한 관점은 교수학습에서 과학지식 그 자체의 논리적 구조에 따르는 사고력뿐만 아니라, 그것이 표현되고 실행되는 맥락을 고려해야 함을 말해 주고 있는 것이다(Reif & Larkin, 1991; Martin & Brouwer, 1991; Carr, et al., 1994; Costa, 1995).

본 소고는 맥락에 대한 논의로서 학습결과에 영향을 미치는 요인이 포괄적으로 내용이나 또는 맥락이냐의 문제가 역사적으로 혼용되어 사용되었음을 정리하고, 맥락적 실재(contextual reality)에 대한 철학적이고 심리학적인 관점을

맥락의 문제와 관련시켜 구성주의의 시사점을 정리한 다음, 맥락이라는 용어가 과학교육에서 개념적으로 정착된 뜻을 획득해야 할 시점에 왔다고 판단하여 이와 관련된 연구들을 몇가지로 분류하면서 교수학습에 영향을 주는 맥락에 대한 연구과제를 검토코자 한다.

II. 내용효과와 맥락효과

과학교수학습에서 과학지식의 맥락의존적 특성을 강조하는 입장과 지식의 일반적인 논리적 요소를 강조하는 입장의 차이는 주요한 쟁점이 되어 왔다(박승재과 조희형, 1994; Duschl & Gitomer, 1991; Stinner, 1996).

빠아제 이후, 인지발달에 관심을 기울여 온 연구자들은 인지발달단계를 특징짓는 사고력이 일반적 능력이라기보다는 제시된 문항의 내용이나 맥락에 의존적이기 때문에 일양한 결과를 보이지 못함을 지적하고 있다(Clough & Driver, 1986). 이러한 관점은 과학개념을 이해하는 데 따르는 학생들의 어려움의 주요 원인이 과학개념이 제시된 맥락의 성격에 있음을 인정하는 구성주의 학습관으로 이어지고 있다. 그러나, 이러한 연구결과가 구체적으로 내용속에 들어 있는 지식 자체의 논리적 구조 때문인지, 아니면 같은 지식이라도 지식이 제시되는 맥락의 차이에서 비롯되는 것인지 구별하여 사용하지 못하는 경향이 있었다. 이것은 과학지식이 제시되는 맥락에 따라 같은 과학지식이라도 탐구방법이 달라지고 교수학습방법과 그 결과에 차이를 가져올 수 있다는 것을 고려하면 본질적인 구별이 요청되는 중요한 문제이다(Roth, 1992; 조희형 등, 1995).

학습결과와의 차이는 학습과제속에 들어 있는 지식이나 그와 관련된 사고능력의 부족에서 비롯된 것일 수도 있고, 또한 같은 지식이라도 맥락이 달라져서 나타날 수 있는 것일 수도 있다. 그런데, 이 두 가지가 복합적으로 나타난 경우에 소위 학습의 내용효과(content effect)라는 관점으로 연구되어 왔다(Linn & Swiney, 1981; Linn, et al., 1981; Saunders and Jesunathadas, 1988). 한편, 학습과제속에 들어 있는 지식이나 필요한 사고력은 같으나 그것을 제시한 맥락이 다른 경우로서 비교적 순수한 맥락효과(context effect)를 반영하는 연구들도 있다.(이명제, 1993, 1996; Song & Black, 1991; Linder, 1992) 이와같이 교수학습의 결과가 특별한 사고능력이 요구되는 비교적 논리적인 지식의 차이로 인한 것인지, 아니면 그 지식이 담겨있는 맥락의 차이에 기인하는 것인지 구별이 용이하지 않은 것은 과학내용은 지식과 맥락이 매우 긴밀하게 연결되어 나타나기 때문으로 판단되고 있다.

과학의 각 분야의 특성은 과학지식의 맥락화(contextua-

-lization)를 통해 찾을 수 있다(Duschl & Gitomer, 1991). 그러나, 어떤 과학분야가 오직 그 분야의 특성을 나타내는 지식과 맥락으로만 형성되어 있는 것은 아니다. 따라서 과학의 각 분야를 이루고 있는 지식중에 과학의 전 분야에서 공통으로 발견되는 지식과 특정분야에서만 사용되는 지식으로 구별하여 전자를 공통지식, 후자를 특이지식으로 할 수 있다. 또, 지식이 나타나고 표출되는 맥락이 각 분야간 같을 경우는 공통맥락, 다를 경우는 특이맥락으로 설정하면 지식과 맥락의 조합을 <표 1>처럼 4가지의 경우를 고려할 수 있다.

<표 1> 지식과 맥락

맥락 지식	공 통	특 이
공 통	각 교과로의 분화이전의 통합의 성격이 나타남	교수학습의 맥락에 따른 효과가 나타남
특 이	각 교과의 특수한 지식들을 동일한 맥락에서 교수학습이 이뤄질 수 있는 경우로서 발전적인 통합의 성격이 나타남	교수학습의 각 교과의 특성이 맥락의존적으로 첨예하게 나타남

첫째로 공통지식과 공통맥락이 결합되는 경우로서 이는 과학 전분야에서 공통으로 사용되는 지식이 같은 맥락에 융합된 것으로서 주로 과학의 기본적인 지식과 그것이 나타나는 맥락을 어떤 과학분야에서도 취급할 수 있는 경우이다. 이는 과목의 특성이 비교적 나타나지 않는 것으로서 과학이 각 분야로의 분화이전의 통합적인 양상을 나타내는 성격을 지닌다.

두번째는 공통지식과 특이맥락의 경우이다. 지식 자체는 각 과학분야에서 공통으로 나타나는 것이지만, 지식이 각 분야를 특징 짓는 맥락에서 제시됨으로서 같은 지식이라도 과학의 각 분야에서 위계적 수준이 달라지는 등의 원인으로 학습결과에 순수한 맥락효과가 나타날 수 있는 경우라 할 수 있다. 예를 들어 지구과학교과에서는 중력이 지구의 모양과 관련지어 도입되고 있지만, 물리에서는 물체의 무게나 자유낙하 등을 통해 제시되고 있다. 이로 인해 학생들은 특정 과학지식의 본질적인 뜻이 각 교과마다 다르다고 판단 할 수 있기 때문에 교육적으로는 매우 중요한 의미를 갖는다(이명제, 1993).

세번째는 특이지식이 공통맥락에서 나타나는 경우이다. 과학의 각 분야의 특성을 가진 지식들이 종합적으로 표현되는 공통된 소재를 통하여 교수학습이 이뤄지는 경우로서 통합교과의 발전적 양상을 보여 줄 수 있는 맥락개발연구가 요청되는 분야이다. 다시 말해서, 비교적 폭넓은 과학부문을 포

용할 수 있는 현상을 나타내는 맥락에서 각 과학부문의 종합적인 사고를 교육할 수 있는 경우라 할 수 있다. 예를 들어 여기에 합당한 맥락으로서는 지구온난화 현상과 같은 비교적 큰 규모를 가진 맥락이 해당한다(Stinner, 1995).

네번제는 과학의 각 부문의 특이사항이 그 분야를 특징짓는 맥락에서 나타난 경우이기 때문에 각 교과와 특성이 가장 첨예하게 나타나게 된다. 이 경우에는 교수학습에 있어서 맥락에 따른 교과 특이의 탐구방법과 사고력이 요구되기 때문에 학생들의 학습양태가 가장 다양하게 표출될 것이 기대된다. 이는 결국 순수한 내용효과가 나타나는 경우라 할 수 있다.

이와같이 과학지식과 맥락의 결합양상에 따른 다양한 과학내용들이 각 교과를 이루고 있고, 각 경우마다 교수학습의 적합한 방향을 필요로 하고 있다. 그러나, 어떤 특정 교수학습법에 의해 나타난 학습효과가 내용과 맥락중 어떤 요인에 의한 것인지 구별해 내는다는 어려움이 있을 것으로 판단된다. 특별히, 공통지식과 특이맥락이 결합한 내용의 경우에는 각 교과에 따른 비교적 순수한 맥락효과가 나타날 수 있으며, 이는 각 과학부문에 대한 교수학습방법의 특성이 작용한 결과일 것으로 판단된다.

III. 맥락적 실재와 구성주의

과학의 연구대상으로서 자연을 포함한 모든 현상을 보는 시각은 소위 실재(reality)가 어떤 존재론적 의미를 갖느냐에 따른 입장의 차이와 밀접한 관계를 가지며, 과학교육자에게는 교수학습에 대한 본질적인 견해차를 만들어 낼 수도 있는 중요한 것이다.

전통적으로는 우리의 인식밖에 독립적이고 객관적인 실재를 상정하고 그 속에서 어떤 유형과 범칙의 발견을 추구해 왔다. 그러나, 학생들의 개념변화에 신념을 가지고 진력해 온 과학교육자들은 개념변화가 실제로는 매우 어려우며 지식에 대한 이와같은 객관주의적인 입장에는 일면 비합리적인 부분이 있음을 인정하기에 이르렀다(West & Pines, 1985; Linder, 1993). 그 이유의 일부로서 학습자가 가지고 있는 과학개념은 학습자 개인과 학습내용과의 관계만으로 결정되는 것이 아니며 주변의 다른 사람들과의 사회적 상호작용을 거쳐 구성된 개념들이라는 점이다. 이는 소위 문화인류학적 관점에서 개인의 사고체계에 영향을 주는 사회문화적 측면을 일컫는 것이다. 따라서 이러한 개념들은 서로 관련체계를 가지고 있으며 개념체계중 어느 한 개념의 변화는 다른 개념의 의미를 심화시키거나 약화시키는 등 학생의 전체적인 개념체계에 영향을 줄 수 있음을 의미한다(Toulmin, 1972).

이러한 일련의 고려들은 학생들의 과학개념체계를 이루는 각 개념들의 대상이 되는 실재가 독립적으로 외부에 존재하거나 누구에게나 동일할 수 없음을 암시하는 것이다. 이 견해는 인식의 주체에 따라 그들이 경험하고, 그에 따라 구성하는 독특한 실재를 가정하는 주관적인 입장을 취한다. 결국 과학개념의 대상이 되는 실재가 학생 개개인의 경험에 의해 제한되어 극단적으로는 개인적으로 인식하는 실재가 서로 다를 뿐만아니라, 특정지역에서 지역사람들이 공통으로 나타내는 사회문화적인 지역토속의 개념 등이 형성되기도 하는데, 이는 결국 다양한 맥락적 실재(contextual reality)를 가정케 하는 것이다.(Schlagel, 1986; Ogawa, 1995).

맥락적 실재의 주장은 실재의 객관성을 부정하는 근본적인(radical) 구성주의의 성격과는 달리 절대적 실재의 존재를 부정하지는 않는다. 그러나, 각 개인의 경험으로는 그에 이룰 수는 없고, 단지 개별적인 실재를 구성해 나간다는 일반적인 구성주의의 본질적 속성을 나타내고 있다. 이에 따르면, 학생들이 가지고 있는 오개념은 학생들이 인식하고 있는 실재(reality)가 과학자들의 실재와 다르다는 것으로 해석할 수 있으며, 이 세계는 관찰자에 따라 다양한 실재가 존재함을 의미한다(Glaserfeld, 1993; Mortimer, 1995). 이것은 결국 학생들의 개념을 하나의 작은 이론을 구성하는 지식으로 여겨 적극적으로 수용함으로써 학생들의 개념변화를 피하고자하는 구성주의 교수학습이론의 기초를 이루고 있는 것이다.

요약하면, 학생들의 인지구조를 이루고 있는 맥락적 특징에 따라 다양한 실재가 인식의 주체에 의존적으로 존재한다는 주장이 바로 맥락적 실재를 주장하는 연구자들의 생각이다. 따라서 학생들의 개념의 실체를 확인하기 위해서는 그들이 내부에 가지고 있는 인지적 맥락의 특성을 밝히는 것이 매우 필요하며, 이러한 기초위에서 구성주의가 주장하고 있는 교수학습도 가능하다고 판단된다.

IV. 교수학습현상에 관여하는 맥락들

교수학습이 실행되는 장소에서는 학생들 개개인이 일상생활 등의 다양한 개인적인 경험을 통해 형성된 사전지식과 교사가 학습목표로서 교실에 가지고 온 학습과제가 교수학습과정을 통해 서로 만나서 적절한 조절을 통한 상호작용을 하게 된다. 대체개념들에 대한 연구자들은 교과내용속에 나타나는 맥락이 학생들이 경험하는 세계와 상이하기 때문에 과학개념에 대한 학생들의 학습이 쉽지 않음을 주장한다(Linder, 1993). 여기서 학생들의 인지적 맥락이나 학습과제 내용속의 맥락은 관련지식과 서로 긴밀히 융합되어 있기 때문에 맥락들만의 영향으로 나타난 결과를 구별해내는 일은

쉽지 않으나, 교수학습의 부정적인 결과의 일부는 학생들이 소유한 인지적 맥락과 교사가 교실에 가지고 온 학습과제 맥락의 불일치나 부적합성에 기인하는 것으로 판단된다. 여기서 학습과제 맥락은 학생들의 인지적 맥락과는 달리 과학세계에서 정상과학(normal science)을 구성하는 과학적 맥락이며 이는 학교, 사회, 국가, 크게는 지구 우주에 이르는 문화적 전통 등의 포괄적인 맥락의 영향하에 있는 것이다. 이처럼 교수학습현장은 다양한 맥락들이 만나는 장소가 된다.

한편, 교수학습과정에서 맥락들의 상호작용에 영향을 미치는 것으로서는 교수법이나 교수기기 등을 거론할 수 있겠으나, 본 소고에서의 논의는 서로 상호작용하는 맥락들 각각의 성질에 대한 것으로 제한한다. 본절에서의 논의는 학생들의 내부의 지적환경을 가르키는 인지적 맥락과 교수학습의 대상인 학습과제에 나타나는 맥락, 그리고 학습내용을 결정하는 사회 문화적인 맥락으로 구별하여 진행한다.

1) 인지적 맥락

학생들이 보유한 인지구조는 세계를 바라보는 시각을 결정하는 렌즈의 기능을 하고 있기 때문에 교수학습의 초기조건을 결정하는 매우 중요한 요소라 할 수 있다. 인지적 맥락은 전통적으로 학생들이 인지구조속에 가지고 있으리라 판단되는 다양한 지식들이 연결된 의미의 망(network)을 지칭하는 것으로 여겨졌으며, 개념변화에 대한 학생들의 저항이 다수 알려진 후에는 학생들의 경험의 구체적 장면이 그들이 보유한 의미를 구성하는데 중요한 영향을 미친다는 현상학적 측면의 고려가 주목받게 되었다(Marton, 1986).

인지적 맥락에 대해 정신적 모델을 지향했던 많은 연구들은 학생들의 사전 개념이나 오개념에 관련지어 주로 개념도(concept maps), 과제분류(sorting tasks), 어휘연결(word associations) 등의 방법을 통해 어의적 의미(semantic meanings)를 명제적 관련성으로 파악하려는 방향으로 진행되어 왔다. 그러나, 이처럼 학생들이 보유한 지식들사이의 관련성에 초점을 맞춰 진행된 연구들은 구체적인 인지구조를 밝히는 것이 어려운 것은 인지구조를 구성하는 지식들에 영향을 미치는 맥락적 요소에 기인함을 인정하기에 이르렀다(Bloom, 1995). 그렇지만, 이러한 맥락적 요소는 단순히 학생들의 경험이라는 측면으로 언급되었을 뿐, 인지구조속에서 지식들간의 관련성을 결정하는 기능을 하는 요인으로서의 맥락의 역할에 대해서는 연구가 미흡했다.

인지적 맥락을 구성하는 지적환경이 생태학적 구조를 가진다는 주장을 했던 Toulmin(1972)는 인지적 내부를 구성하는 요소들은 과거의 경험이나 개념들뿐만 아니라 문제해결 전략이나 정의적인 영역에 관련된 것을 비롯한 다양한 맥락

적 요소들로 구성되어 있음을 주장하였다. 구체적으로 인지적 맥락을 논의한 Bloom(1990; 1992; 1995)은 맥락도(context map)을 이용한 연구를 통해 학생들이 보유한 의미가 전통적인 구성요소인 어의적인 지식(semantic knowledges)만이 아닌 개인경험(personal experiences), 비유(metaphors), 해석적틀(interpretive frameworks), 감성-가치-미적정서(emotions-values-aesthetics) 등의 다양한 맥락적 요소들이 그것들 상호간에는 물론, 지적 요소들과의 역동적 관련성을 갖기 때문에 학생들의 지식에는 비 합리적인 부분이 포함되어 있음을 주장하였다. 이처럼 맥락이 의미를 구성하는 중요한 요소로서 학생들이 가지고 있는 과학지식에 다양한 형태로 들어가 있다.

2) 학습과제맥락

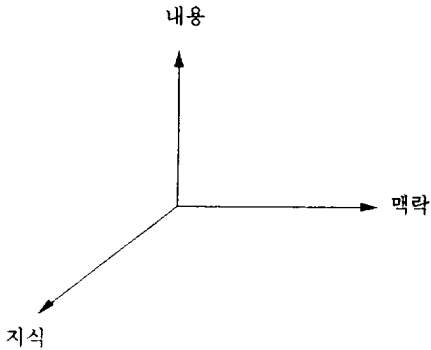
이명제 등(1993)은 시공간적으로 큰 규모를 가지는 지구과학의 대상이 되는 현상은 실험실맥락에서 학습되었다 할지라도 지구현상의 이해로 전이되기 어렵다는 것을 보여 주었다. 또한, 학생들은 그들이 가지고 있는 지식들간의 관련성을 파악하지 못하고 조각난 별개의 지식으로 인식하고 있기 때문에 이를 연결해 줄 수 있는 학습내용의 세련된 맥락의 필요성이 주장되기도 했다(Hurt & Minstrell, 1995, 재인용). 이러한 연구들은 학생들의 인지구조를 구성하는 인지적 맥락과 교수학습시 제시되는 학습과제속의 맥락이 긴밀한 관련성을 가질 때 실제적인 학습이 가능함을 보여주는 것이다.

근래에 활발히 논의되고 있는 과학-기술-사회 교육운동은 학생들의 인지적 맥락을 고려하여 학습과제 맥락을 과학교과의 전통적인 맥락을 넘어 다양한 맥락으로 개방하고 진화시켜야함을 주장하고 있다. 이는 결국, 학생들의 흥미와 동기유발 같은 정의적 요소의 고려를 학습과제 맥락에서 찾아야 함을 보여주는 것이다(Carr, et al., 1994; 조희영, 1995; Mayer, 1991).

한편, 교과내용에 나타나는 맥락의 중요성은 구성주의가 주장하는 학습의 성질에 잘 드러나 있다. 과학지식 자체는 추상적이고 상징적이며 논리적인 차원의 것이고, 이것이 인지구조속에서 의미를 구성하기 위해서는 이러한 지식이 제시되는 맥락에서 적당한 경험이 일어나야 하기 때문에 교수학습에서는 맥락이 고려되어야 한다는 것이다. 따라서 맥락은 과학지식이 의미를 획득하고 학습자에게 과학지식의 활용성을 부여하는 것으로서 실제 학습에 있어서는 과학지식만큼 중요한 요인이 된다. 결국, 진정한 학습은 알짜지식(decontextualized knowledges)만으로는 그 의미형성이 불완전하고, 그것이 의미를 갖는 맥락, 즉 학습자가 이미 가지고 있는 기존 지식이 얹혀있는 맥락속으로 알짜지식이 인지적

으로 연결될 때 가능하다(Bloom, 1992).

이러한 관점의 연구들은 학습과제 내용이 명제적 지식과 그 지식이 활성화할 수 있는 의미를 획득하기 위한 맥락으로 구성되어 있음을 시사하고 있으며, 이들사이의 관계를 <그림 1>처럼 나타낼 수 있다.



<그림 1> 지식, 맥락과 내용의 관계

<그림 1>에서 지식을 나타내는 축은 과학의 내용을 구성하는 지식으로서 심리적이고 맥락적인 요소가 배제된 알짜 지식을 의미하며, 지식 그 자체의 논리적인 의미에 충실하고 실재(reality)가 고려되지 않은 것이다.

지식에 의미를 부여하는 것은 맥락적 차원이라고 할 수 있다. 지식이 인지적으로 구성되어서 의미를 가지려면 맥락의 연합이 필요하다(Bloom, 1995). 맥락은 지식에 실재적(realistic) 의미를 부여하는 원인으로서 특정 학문세계를 구성하는 역할을 한다. 학문중심교육과정의 정신에서 편찬된 과학교과들은 교과를 구성하는 지식을 교과 전형적인 맥락에서 제시함으로써 교과의 특성을 강조하고 있다. 과학의 각 부문이 탐구방법이나 교수전략이 다를 수 있는 것은 각 교과를 구성하는 맥락이 다르기 때문에 나타날 수 있다. 과학의 각 부문에서 같은 과학개념이 사용될찌라도 그 과학개념의 의미를 가지는 맥락이 다르므로 탐구방법과 교수학습방법도 맥락에 따라 독특한 특성을 나타내게 된다(조희형 등, 1995)

내용은 학생들이 과학개념을 의미있게 학습할 수 있도록 하는 교수학습의 목표의 대상이 되는 것이다. 이것이 학생들에게 의미를 갖는 내용이 되기 위해서는 알짜지식과 맥락이 잘 융합된 것이어야 한다. 내용은 지식과 맥락의 단순한 합침이 아니고 맥락에 따른 심리학적 고려가 필요하기 때문에 저학년의 경우에는 맥락의 성격에, 고학년의 경우에는 지식쪽에 큰 비중을 두어 구성할 수 있다. 이처럼 내용에 대한 교수학습은 맥락에 따라 탐구방법의 적절성은 물론 학생들의 심

리학적 측면의 고려가 필요한 것이다(Stinner, 1995; 1996).

과학지식에 대해 나타나는 다양한 대체개념들에 대한 보고들은 지식 그 자체는 물론 관련 지식이 제시되는 맥락을 포함하는 과학내용에 대한 연구를 필요로 하고 있다. 그 이유는 같은 과학지식이라도 지식이 결합된 맥락에 따라 학습과 교수방법이 달라질 수 있기 때문이다. 이러한 의미에서 White(1994)의 과학내용에 대한 연구는 몇가지 시사점을 보여주고 있다. 그는 전통적으로 과학내용에 대한 연구가 적었음을 지적하면서 Gagne, Ausbel, Bruner, Skinner 등에 의해 개발된 보편적인 학습이론이 학습내용과 관련지우지 못했음을 토로하고 있다. 또한, 그는 과학의 내용형태를 그에 따른 교수학습의 유용성의 측면에서 분류하면서 지식의 종류를 명제, 이미지, 에피소드, 과정, 동작기능 등으로 구분하고 그에 따른 학생들의 경험의 공유정도가 다르고 대상지식의 추상정도, 복잡성이 다르므로 서로 다른 교수학습 방향이 요청된다고 주장한 바 있다. 그러나, White는 순수한 명제적 지식은 주기율표, 이미지는 원자구조 등이며, 에피소드는 힘과 운동 등에서 적절하다고 하면서 각 지식의 구별을 시도하고 있지만, 본 소고에서 의미하는 내용의 뜻에 비추어 White가 주장하는 지식의 종류중 명제를 제외한 지식들은 엄밀히 말해 알짜지식이 다양한 맥락과 연결되어 있는 것으로서 이미 그것은 지식의 차원이 아닌 내용의 부분들로 파악되어야 한다고 본다. 즉 원자구조, 힘과 운동 그 자체는 알짜지식이고 이것이 하나의 내용으로서 의미를 획득하기 위해서는 태양계모형이나 실제 실험실에서 물체의 운동을 시켜보는 것 등의 맥락의 결합이 필요한 것이다.

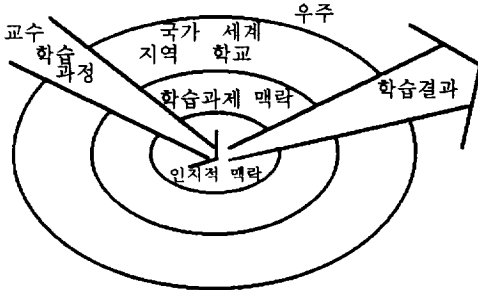
3) 사회문화적 맥락

과학의 각 부문의 특성을 독특한 맥락에서의 개념체제로 강조한 학문중심교육사조에서는 과학교수학습에 영향을 주는 사회 문화적 맥락의 포괄적인 고려가 이뤄지지 않았다. 그러나 인간중심교육사조의 출현은 교육목표의 정의적 영역에 대한 관심을 불러 일으켰으며, 학습내용이나 과정이 학생의 흥미와 관심을 끌어야 실제적인 학습이 실현된다는 것을 인식하게 되었다. 이러한 관점은 학생들의 인지구조에 대한 대체로 두가지 방향의 인식전환으로 나타났는데, 그 첫째가 학생들의 인지구조를 이루는 개념이 개인적 형성과정을 거치면서 결국은 주위사람들과의 사회적인 상호작용으로 결정된다는 것이다. 이는 교수학습에서 교사와 학생, 학생과 학생 사이의 사회적 맥락에서의 상호작용 결과 진정한 학습이 일어난다는 주장에서 잘 나타나고 있다(Solomon, 1987). 이러한 관점은 학생의 개인적인 인지적 구조에 충실하게 시도되었던 개념변화 학습으로부터 방향전환을 시도한 것이며 개

넘변화이론의 난제를 학습자가 가지고 있는 개념들을 생태학적 관점에서 해결하려는 톨민(Toulmin, 1972)의 개념생태학의 성격에 잘 나타나 있다.

둘째는 학습내용과 교육과정의 지역, 사회, 국가 등의 사회문화적 맥락을 반영해야한다는 주장으로 나타났다(Stinner, 1996). 이러한 관점은 학생들의 과학학습의 어려움을 그들의 인지적 맥락과 전통적인 과학지식이 제시된 학습내용맥락의 괴리에서 찾고 있다. 이러한 괴리의 중요한 초점이 문화적인 관점에서 조명 되었고, 지역사회나 국가등의 문화적 환경의 영향하에 있는 학생들은 과학의 맥락을 자신의 인지적 맥락과는 전혀 다른 제2의 문화(a second culture)로 취급하는 것으로 알려지게 되었다(Cobern, 1993). 이는 결국, 학생들의 기존개념의 변화를 추구하는 교수학습전략에서 학생들의 인지적 맥락과 관련성을 갖는 사회 문화적 맥락이 고려되어야 할 중요한 요소임을 암시하고 있다.

교수학습은 학습자 내부에 존재하는 인지적 맥락(cognitive context)에 대한 학습 과제맥락(task context)의 적합성에 달려 있다. 이와같이 교수학습에 영향을 주는 요인으로서 상기 논의된 맥락들간의 상호작용을 <그림 2>와 같이 가정해 볼 수 있다.



<그림 2> 교수학습에 상호작용하는 맥락의 구조

인지적 맥락은 학생들의 인지구조에 존재하는 것으로서 그것이 표방하는 맥락은 객관적으로 주어진 사회 문화속에서 개인적인 경험과 취향에 따라 형성된 것이며 지극히 개인적일 수 있다.

학습과제맥락은 학습과정에서 제시되는 학습내용을 이루는 맥락이다. 학습에 임하는 학생들이 교실에 가지고 오는 인지적 맥락은 그들의 생활공간을 구성하는 소규모 문화에서 얻은 경험으로부터 구성된 것이므로, 주로 과학적 맥락을 가진 학습내용의 맥락과 일치되기 어렵다. 여기에 학습과제가 구성되고 제시되어야 할 맥락의 방향을 잡아가야 한다.

이 경우 두가지 극단적인 경우를 설정할 수 있다. 하나는 학습과제를 학생들의 일상생활의 경험을 그대로 교수학습현장에 도입하는 경우이고, 다른 하나는 지극히 이론적이고 과학적인 맥락으로 학습과제가 제시되는 경우이다. 전자는 그대로 학습과제로서 도입하기에는 과제가 명확하게 드러나지 못하는 어려움이 있고, 후자는 학생들의 인지적 맥락과 큰 차이가 있어 학생들이 흥미를 갖지 못하여 실제적인 학습이 어렵기 때문에 절충의 지혜가 필요하다.

한편, 사회문화적 맥락은 교수학습과정을 지배하는 전체적인 거대맥락으로 제열성을 나타낸다. 이러한 거대맥락은 교수학습이 문화적 맥락내에 존재하므로 한국적이고 지역적인 문화속에서 기본적인 과학지식이 교과내용으로 제시될 필요가 있음을 암시한다. 이 의미는 좁게는 학교에서 출발하여 넓게는 지역사회, 국가, 지구, 우주로까지 맥락이 확대된다.

교수학습의 진행과정은 좀더 큰 맥락적 요소를 전제로 할 경우에 의미를 가진다. 이러한 관점은 과학교육과정에 지구계교육(Earth system education)이나 인간주의적 관점을 주장하는 연구자들에 의해 구체화되고 있다(Mayer, 1995; Stinner, 1995). 교수학습의 실제적인 대상은 학생들의 인지적 맥락의 변화에 있지만, 그를 위한 학습내용이나 과제는 좀더 큰 맥락적 관점인 사회문화적인 측면에서 구성되어야 함이 필요하다는 것이다. 즉, 교수학습의 진행은 거대맥락에서 학습내용맥락을 거쳐 학생들의 인지적 맥락으로의 흐름을 나타내고 있다. 한편, 교수학습의 결과는 본질적으로 인지적 맥락의 변화로 나타나지만 궁극적으로는 학습자가 학습과제의 이해를 통해 생활속에서 학습된 과학지식을 적용하고 응용해 나갈수 있어서 그들이 속한 문화속에 한 구성원으로서 살아가는데 공헌할 수 있어야 한다(Egan, 1988). 이는 결국 학습결과가 규모가 커지는 국가, 지구, 우주적인 맥락을 향한 것으로서 의미있는 것이어야 함을 뜻한다. 따라서 학습결과에 대한 평가가 이뤄지는 것은 교수방향의 반대로 좀 더 규모의 맥락을 향하는 방향성을 가지게 된다.

V. 맺는 말

과학의 각 분야의 내용속에는 과학의 전체 분야에서 공통으로 사용하는 과학지식과 각 분야의 특성이 반영된 고유지식을 포함하고 있다. 이러한 지식과 함께 과학의 각 분야의 특성이 반영되는 것은 그 지식이 나타나고 적용되는 맥락이 다르다는 점이다. 이러한 점은 학문의 특성으로서의 가치도 중요하지만, 학생들의 인지구조에 영향을 주는 요인으로서의 맥락의 성격 때문에 교육적으로 중요하다. 물리나 화학이 보

참 고 문 헌

다 기초적인 지식을 제공하고, 생물이나 지구과학은 다소 현상적이고 응용적인 측면이 강한 지식을 많이 포함하고 있다. 이처럼 각 교과를 구성하는 지식들이 서로 다른 맥락으로 표출된다는 것은 교과목으로서의 교수학습방법에 있어서 차이를 암시하고 있다. 이러한 관점에서 교수학습결과에 미치는 과학내용과 맥락의 효과를 구별하여 교수학습의 구체적인 개선을 도모하는 것이 필요한 것으로 판단된다.

교사는 교실에서 최적의 학습내용을 구성하여 학생들에게 제시해 주어야 한다. 최적의 학습내용은 그 속에 포함된 과학지식뿐만 아니라, 그것을 담고 있는 학습과제맥락에 의해 결정된다. 그러나 학습과제맥락은 전통적인 과학이 지향했던 이상적으로 통제된 맥락에서부터 탈피하여 개인적인 경험의 세계 등은 물론, 그 시대 지역 문화적인 요소가 반영된 맥락일 경우 효과적으로 학습에 활용될 수 있다. 그러기 위해서는 학습과제는 상위맥락인 학교, 사회, 국가적 문화를 반영하는 맥락은 물론 그 이상의 세계, 지구, 우주를 포함하는 맥락적 고려가 필요하다고 판단된다. 이와 관련지어 교수학습에서는 근본적 구성주의자들이 주장하는 지극히 개인적 실재보다는 개인적인 다양한 실재에서 공통적인 요소를 발견하여 보다 보편적인 실재를 지향하는 학습과제의 맥락적 구성이 요청된다. 물론, 이와같이 보편성을 가진 맥락은 우리의 사회 문화적 요소가 개입된 성격을 띠게 될 것이며, 이것은 학생들로 하여금 과학에 대한 친밀감을 심어 주어 과학교육을 우리 문화속에 뿌리 내리게 하는 역할을 할 것으로 기대된다(박승재, 1996).

근래에 제안된 지구계교육모델(Earth System Education)은 교수학습자료나 과제가 제작되는 안목을 문화적이고 심미적인 맥락으로의 확대로 까지 보여주고 있다(Mayer, 1996). 결국 교수학습의 방향은 거대문화적인 맥락의 고려에서 출발하여 궁극적으로는 학생 개인이 보유한 인지적 맥락을 향하는 진행이고, 그 결과는 인지적 맥락에서 출발하지만 결국은 가장 거대한 문화적 맥락을 향해 진행되어야 함을 암시하고 있다. 따라서, 교수학습시 제시되는 학습과제는 학생들이 가지고 있는 인지적 맥락의 파악을 토대로 궁극적으로는 학교, 지역사회, 국가, 세계, 우주 맥락으로 이어지는 교량적 역할을 할 수 있도록 구성되어야 한다. 현재까지는 학생들의 인지적 맥락을 주로 지적인 측면에서 파악하여 개념변화를 중심으로 교수학습이 시도되어 왔지만, 그 결과가 기대에 못 미치는 까닭은 학습과제의 개발이 학생들의 인지적 맥락을 고려함과 동시에 학생의 경험과 사회적, 문화적맥락의 반영에 충실해야 한다는 점을 소홀히 취급했기 때문으로 판단된다.

박승재, 조희형(1994). 학습론과 과학교육, 교육과학사.

박승재(1996). 현행 과학교육과정의 분석과 개선, 서울대학교 과학교육연구소 주관 “과학교육학 연구모임” 발원고. 서울대학교 과학교육연구소.

이명제(1993). 지구과학 문제해결에서 실험실맥락과 지구환경맥락에 따른 활성화 지식과 사고유형의 차이. 서울대학교 박사학위 논문.

이명제(1996). 문제해결과정에서 나타나는 지각평형 개념에 대한 사고유형의 맥락에 따른 차이. 한국지구과학회지, 17(1), 31-38.

이명제, 김찬중, 최승언(1993). 실험실맥락과 지구환경맥락의 문제해결에서 활성화되는 지식의 차이. 한국과학교육학회지, 13(2), 257-271.

조희형(1995). STS의 의미와 STS 교육의 속성. 한국과학교육학회지, 15(3), 371-378.

조희형, 이문원, 조영신, 지찬수, 강순희, 박종윤, 허명, 김찬중(1995). 고등학교의 과학적 탐구력 신장을 위한 과학학습지도 방법과 자료의 개발에 관한 연구 1. 한국과학교육학회지, 15(1), 54-67.

Bloom, J. B. (1990). Contexts of meaning: young children's understanding of biological phenomena. *International Journal of Science Education*, 12(5), 549-561.

Bloom, J. B. (1992). The development of scientific knowledge in elementary school children: a context of meaning perspective. *Science Education*, 76(4), 399-413.

Bloom, J. B. (1995). Assessing and extending the scope of children's contexts of meaning: context maps as a methodological perspective. *International Journal of Science Education*, 17(2), 167-187.

Brown, J., Collins, A., & Duiguid, P.(1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18, 32-42.

Carr, M., Baker, M., Bell, B., Biddulph, F., Jones, A., Kirkwood, V., Pearson, J., & Symington, D.(1994). The constructivist paradigm and some implication for science content and pedagogy. In P. J. Fensham, R. F. Gunstone, & R. T. White(eds.) *The content of science: a constructive approach to its teaching and learning*. London, Washington, D.C.: The Faimer

- Press.
- Caverni, J. P., Fabre, J. M., & Gonzalez, M. (1990). Cognitive biases: their contribution for understanding human cognitive processes. In G. E. Stelmach, & P. A. Vroom(eds.), *Advances in psychology* 68, Elsevier Science Publishing Company. INC.
- Clough, E. E. & Driver, R. (1986). A study of consistency in the use of students' conceptual frameworks across different task contexts. *Science Education*, 70, 473-496.
- Coburn, W. W.(1993). Contextual constructivism: the impact of culture on the learning and teaching of science. In K. Tobin(ed.), *The practice of constructivism in science education*: AAAS Press.,
- Costa, V. B.(1995). When science is "another world": relationships between worlds of family, friends, school, and science. *Science Education*, 79(3), 313-333.
- diSessa, A.(1988). Knowledge in pieces. In G. Forman and P. Pufall, *Constructivism in the computer age*, Hillsdale, NJ: Erlbaum
- Duschl R. A., & Gitomer, D. H.(1991). Epistemological perspectives on conceptual change: implications for educational practice. *Journal of Research in Science Education*, 28(9), 839-858.
- Egan,K.(1988). *Metaphors in collision: Objectives, assembly lines, and stories*. *Curriculum Inquiry*, 18, 63-86.
- Gi-Perez, D., & Carrascosa-Alis,J.(1994). Bringing pupils' learning closer to a scientific construction of knowledge: A permanent feature in innovations in science teaching. *Science Education*,78, 301-230.
- Glaserfeld, E. V.(1993). Questions and answers about radical constructivism. In K. Tobin(Eds.). *The practice of constructivism in science education*. Washington, DC: AAAS Press.
- Hunt, E. & Minstrell, J. (1995). A cognitive approach to the teaching of physics. In K. McGilly(ed.) *Classroom lessons: integrating cognitive theory and classroom practice*, Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- kelly, G. j., Carlsen, W. S., & Cunningham, C. M. (1993). Science education in sociocultural context: perspectives from the sociology of science, *Science Education*, 77(2), 207-220.
- Linder, C. J. (1992). Is teacher reflected epistemology a source of conceptual difficulty in physics? *International Journal of Science Education*, 14, 111-121.
- Linder, C. J. (1993). A challenge to conceptual change, *Science Education*, 77(3), 293-300
- Linn, M. C.(1983). Content, context, and process in reasoning during adolescence: selecting a model. *Journal of Early Adolescence*, 3(1-2), 63-82.
- Linn, M. C., Clement, C., & Pluos, S. (1983). Is formal if it's not physics?(the influence of content on formal reasoning). *Journal of Research in Science Teaching*, 20(8), 755-770.
- Linn, M. C., Pluos, A., & Gans, A.(1981). A correlates of formal reasoning : content and problem effects. *Journal of Research in Science Teaching*, 18(5), 435-447.
- Linn, M. C., & Swiney, J. F.(1981). Individual differences in formal thought: role of expectations and aptitudes. *Journal of Educational Psychology*, 73(2), 274-286.
- Marton, F.(1986). Phenomenography-a reasearch approach to investigating different understandings of reality. *Journal of Thought*, 21(3), 28-49.
- Martin, B., & Brouwer, W.(1991). The sharing of personal science and the narrative element in science education. *Science Education*, 75, 707-722.
- Mayer, V. J.(1991). Earth system science -- a planetary perspective, *Science Teacher*, 58, 31-36.
- Mayer, V. J.(1995). Using the earth system for integrating the science curriculum, *Science Education*, 79(4), 375-391.
- Mayer, V. J.(1996). *Science literacy in a global era*. In Science education for 21st century, the Korean Association for Research in Science Education, the 20th Anniversary of KARSE, International Seminar and Workshop in Science Education.
- Mortimer, E. F. (1995). Conceptual change or conceptual profile change? *Science & Education*, 4, 267-285.
- Ogawa, M. (1995). Science education in a multisience perspective, *Science Education*, 79(5), 583-593.

- Roth, W.(1992). Comments to the "Methodological limitations for the use of expert systems techniques in science education research", *Journal of Research in Science Teaching*, 29(6), 629-632.
- Roth, W. & Roychoudhury, A.(1993). The development of science process skills in authentic contexts. *Journal of Research in Science Teaching*,30, 127-152
- Saunders, W. A., & Jesunathadas, J.(1988). The effect of task content upon proportional reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(1), 59-67.
- Schlagel, R. (1986). *Contextual realism: a meta-physical framework for morden science*. New York: Paragon House.
- Solomon, J. (1987). Social influences on the construction of pupil's understanding of science. *Studies in Science Education*, 14, 63-82.
- Song, J. & Black, P. J.(1991). The effect of task contexts on pupils' performance in science process skills. *International Journal of Science Education*, 13(1), 49-58.
- Stinner, A. (1995). Contextual settings, science stories, and large context problems: toward a more humanistic science education, *Science Education*, 79(5), 555-581.
- Stinner, A. (1996). Providing a contextual base and a theoretical structure to guide the teaching of science from early years to senior years, *Science & Education*, 5, 247-266.
- Toulmin, S.(1972). *Human understanding*, Princeton University, Princeton, NJ.
- Wagner, R. K. & Sternberg, R. J.(1984). Alternative conceptions of intelligence and their implications for education. *Review of Educational Research*, 54(2), 179-223.
- West, L. H. T., & Pines, A. L.(1985). *Cognitive structure and conceptual change*, New York: Academic Press, Inc.
- White, R. T.(1994). Dimensions of content. In P. J. Fensham, R. F. Gunstone, & R. T.White(eds.) *The content of science: a constructive approach to its teaching and learning*. London. Washington, D.C.: The Faimer Press.

(ABSTRACT)

The Nature of 'Contexts' Involved in Science Learning and Instruction

MyeongJe Lee

(Kongju National University of Education)

Various contexts are involved in the processes of science learning and instruction. In the perspective that the results of science learning and instruction usually depend on the nature of learning task content and context, content effects or context effects have been researched up to now. But, the discrimination between them was very ambiguous. For the clarity of them, it was supposed that science content would be composed of decontextualized knowledges and contexts, which were respectively dichotomized in common and special ones among disciplines of science.

Science learning and instruction was discussed in view of interactions between cognitive, learning task, and social-cultural contexts. Especially, it was emphasized that task contexts, as a bridging role among contexts should be constructed considering cognitive and social cultural contexts.