

대학교육 및 수업방법 개혁에 관하여

최 상 일 포항공대 물리학과 교수

1. 교육의 대상 : 다양한 사전지식을 가진 학생들

맹자의 어머니에 관한 이야기가 생각한다. 어린 아들에게 나쁜 영향을 줄 만한 마을을 피하여 여러 번 이사하였다는 이야기다. 맹자의 어머니는 어떤 환경이 아들에게 옳은 교육을 제공할 것인지 알고 계셨던 것 같다. 맹자는 역사에 영원히 남는 위대한 대 학자가 되어 어머니의 성의와 통찰력에 보답하였다.

성장기의 교육이 사람의 인격과 능력에 큰 영향을 끼친다는 것을 부인할 사람은 없을 것 같다. 사람은 태어날 때 기본적인 연결만 되어 있는 두뇌세포 전부를 가지고 있으며 성장함에 따라 세포 수는 오히려 줄어든다. 사람이 성장함에 따라 여러 가지 특성과 능력이 생기는 것은 경험에 따라 두뇌세포들 사이에 연결이 이루어지기 때문이라고 한다. 두뇌의 세포들이 어떻게 연결되어 있는가 하는 것이 그 사람의 성격 및 능력의 큰 부분을 결정한다고 할 수 있겠다. 한 사람의 성격, 지능, 능력 등이 완전히 후천적인 것은 아닐 것이다. 태어날 때 가지고 있는 세포 및 세포의 기본적 연결의 질에 따라서 그 후에 이루어질 세포간의 연결의 질이 다를 수 있을 것이기 때문이다. 다윈(Darwin)의 진화론은 두뇌의 진화에도 적용될 것이며 지금 우리가 갖고 있는 두뇌는 오랜 세월 동안 이

루어진 진화의 결과를 내포하고 있을 것이다.

지능발전 단계로 본다면 대학 1학년 연령이면 대부분의 사람은 고도의 추상적 사고력을 갖고 있다. 출생 후 여러 지능 발전단계를 거치면서 대학에 입학할 때쯤 되면 약 17년 간의 가정교육과 정규 학교교육을 포함한 여러 가지 경험을 통하여 성격이 형성되고 능력이 개발되어 있다. 그래서 대학 1학년 학생들의 성격과 능력은 매우 다양하고 가지고 있는 지식과 사고방식 역시 매우 다양할 수밖에 없다. 우리 대학에서는 이러한 고도의 추상적 사고능력을 갖고 있는 매우 다양한 학생들을 어떻게 교육해야 할 것인가 하는 과제를 안고 있다.

2. 대학교육의 목적 : 무지에서 해방과 생활의 질 향상을 위한 능력개발

대학교육은 왜 필요한가? 약 사십 년 간의 경험을 통하여 필자의 마음속에 형성된 대학교육의 목적은 옛 그리스의 학자 피타고라스가 운영한 학교의 교육목적인 "인간의 혼을 암흑세계에서 해방시키는 것"과 비슷하다. 사람의 주위 환경에 대한 무지(無知)에서 벗어나도록 돕는 것, 좀 달리 말한다면 인간사회와 자연환경을 이해하

도록 가르치는 것이 대학교육의 첫째 목적이어야 한다고 믿는다. 더 나아가서는 이러한 환경 속에서 살아 나가는 데 필요한 능력을 갖도록 돕는 것이라고 필자는 믿는다.

대학에서 교양으로 누구나 이수해야 할 기초과목은 우리 사회를 이해하기 위한 윤리와 역사, 자연환경의 이해를 돕는 수학과 자연과학이다. 모든 대학 졸업생은 이 사회의 윤리를 논할 수 있어야 하고 역사의 흐름을 이해하여야 한다. 이들은 자연과학의 기초개념을 이해하여, 자연환경에 영향을 주는 과학정책을 이해하고 옳은 의견을 형성할 줄 알아야 한다. 이러한 능력은 인간사회의 건전한 발전을 위한 필수조건이 아닌가 생각된다. 더 크게 본다면, 인류생존을 위하여 필요한 것이라고도 할 수 있으며, 문명인으로서 갖고 있어야 할 기본소양이라고 믿는다.

자연환경에 적응하는 생물만이 생존해 온 이 지구상에 처음으로 자연환경을 개조하여 생존해 온 유일한 생물인 인간은 합리적 사고능력과 탁월한 손재주를 사용하여 생활의 질을 향상시켜 왔다. 인간이 자연의 이치를 이해함으로써 자연세계를 생활의 질 향상에 이용하는 일은 계속될 수밖에 없기 때문에 대학에서는 자연의 이치를 탐구하는 학문인 자연과학의 교육을 최첨단 연구활동의 수준까지 포함시켜야 한다. 자연과학의 발전이 생활의 질 향상을 가져오고 사회를 복잡하게 만드는 경향이 있음으로, 인간사회의 이치를 이해하지 않으면 사회의 정상적인 발전을 꾀할 수 없다. 따라서 인문학 및 사회과학의 연구와 교육도 대학에서 병행시켜 나가야 할 것이다. 자연의 이치와 인간사회의 이치를 응용하여 인간의 생활 향상을 꾀하는 과학기술, 의학, 경영학 등이 대학교육의 일부가 되어야 할 것은 당연하겠다.

3. 학문의 세분화와 학과의 세분화

맹자의 시대, 피타고라스의 시대에서 수천 년이 지나

는 동안 인간사회와 자연세계에 관한 지식이 풍부해지고 체계화되고 세분화되어 왔다. 예를 들어, 자연세계에 관한 지식의 체계화는 수학, 물리학, 화학, 생물학, 지질학, 천문학을 낳았고, 이들은 더 세분화되었다. 물리학의 예를 든다면, 천체물리학, 소립자물리학, 원자핵물리학, 원자물리학, 분자물리학, 고체물리학, 광학, 통계역학 등으로 현재 세분화되어 있다. 고대 그리스에서는 이런 구분이 존재하지 않았고 아리스토텔레스는 자연에 관한 학문을 추상화의 정도에 따라 물리학, 수학, 형이상학으로 분류하여 현재 우리가 말하는 자연과학 전부를 물리학에 포함시켰다.

세분화는 깊이 있는 전문성을 가진 연구활동을 위하여 필요한 것이다. 그러나 때로는 세분화된 학문 사이의 높은 벽이 자연세계를 이해하는 일을 방해하는 경우가 있다. 예를 들어, 생명현상을 이해하는 문제이다. 생명현상을 이해하기 위해서는 모든 과학의 지식과 방법을 총동원해야 할 것이나, 실제로는 학문 사이의 협력이 그리 쉽지 않다. 학문 사이의 벽은 대학생 시절에 이미 형성되고 있다. 생명과학 전공 학생들이 물리학을 어려워하는 현상과 물리학 전공 학생들의 생명과학 과목 기피현상은 생명현상 연구의 장래를 위하여 그리 좋은 징조가 아니다. 대학 시절이 아니고 고등학교 시절에 이미 형성된 경향일 수도 있겠다. 대학교육에서 학문분야간의 벽 높이를 낮추는 방법을 강구해야 할 것이다.

한국 대학의 학과조직이 극도로 세분화되어 피타고라스의 교육이념과는 거리가 먼 직업교육의 장이 된 시기가 있었다. 예를 들어, 대학원과정의 분류와 흡사한 무기재료공학과, 고분자재료공학과, 요업재료공학과, 금속공학과에 입학한 학사과정 학생들이 재료공학의 기초지식을 옹기 숙득하였는지 염려가 된다. 또 전공과목 이수의 압력에 밀려 사회와 자연을 이해하는 데 필요한 기초과목을 제대로 학습하지 못했을 가능성도 배제할 수 없다.

구 소련의 대학이 세분화된 학과에서 교육한 과학자들이 좁은 전문분야에서는 훌륭한 능력을 발휘하였으나 좁

복잡한 문제를 전반적으로 보는 능력이 부족하였다는 말을 들은 적이 있다. 문명인으로서 갖추어야 하는 소양을 갖기 위한 교육을 받지 못하였을 뿐 아니라 관련 지식을 합성하는 교육도 제대로 받지 못했던 것 같다. 이것이 소련 사회가 발전하지 못하고 붕괴한 이유 중의 하나가 아닌가 생각된다.

4. 학부제와 교육

한국의 많은 대학에서 학과제를 벗어나 학부제를 실시함으로써 학생들이 전공을 선택하는 시기를 1~2년 늦추려는 바람직한 목적이 이루어지는 동시에 학문간의 벽을 낮추는 좋은 기회를 제공하는 것 같다. 이 두 목적이 달성되려면 과목선택을 위한 학생지도를 슬기롭게 잘 하여야 할 것이며, 수업방법도 개선되어야 할 것이라 믿는다.

과목선택에 있어서는 전공을 선택하기 전에 충분한 정보를 하급학년 때에 얻을 수 있도록 하는 일이 중요하나 위에서 언급한 인간사회와 자연환경을 이해하는 데 필요한 필수기초과목을 제외하지 않는 한도 내에서 이루어져야 할 것이다. 학제간 전공을 선택할 경우에는 선택하는 과목들이 충분히 체계적인 전문지식을 부여하도록 골라야 하며 여러 학문의 지식을 합성하는 교육을 받도록 하여야 할 것이다. 한 예로, 대학원에서 생명현상에 관한 연구를 하기 위한 준비과정으로서 물리학과 생물학의 학제간 전공 혹은 복수 전공을 선택하는 학생을 생각해 보자. 이 경우에는 물리학과 생물학에서 비교적 쉬운 과목만 골라서 이수하여 졸업을 한다면 대학원 과정을 위한 준비로서는 낙제점을 받을 수밖에 없을 것이다. 생명과학 대학원과정의 준비로서 (1)적절한 과목들을 골라서 이수하도록 지도하여야 하며, (2)물리학에서 얻는 지식과 생물학의 지식을 합성하는 훈련이 포함되어야 할 것이다. 예를 들어, 물리학의 핵심과목들(일반물리학, 전자기학, 열 및 통계물리학, 그리고 기초양자역학 등)이 이

수할 물리학 과목으로 추천되고 이들을 수강하는 동안에 학습하는 개념을 생물학의 문제에 응용하는 연습과 과제가 포함된다면 지식의 합성이 이루어지고 진정한 학제간 전공이 성립되어 생명과학 연구생활을 위한 기초지식이 형성될 것이라 믿는다.

대학이 학부제로 바뀐다고 학문의 세분화가 중단되는 것은 아니다. 학문의 세분화는 연구활동의 전문화가 필요하기 때문에 생기는 것임으로 계속될 것이 틀림없다. 학문이 세분화될수록 (1)기초적 개념의 교육을 철저히 하고 (2)여러 분야의 지식을 합성하는 능력을 배양하고 (3)표현능력을 향상시켜야 할 것이다. 학문이 세분화될수록 지식의 팽창이 빨라지고 변화가 빨라지기 때문에 기초적 개념의 이해가 확실치 않으면 적응하기가 힘들게 된다. 학문이 세분화되면 여러 학문의 지식을 합성해야 풀 수 있는 중요한 문제들을 연구하는 데 어려움이 생긴다. 극단의 예를 든다면, 또 하나의 우주(宇宙)라고 불리는 뇌(腦)에 관한 연구를 위해서는 모든 학문의 지식을 총망라해야 할 것이다. 그러나 학문마다 독특한 술어(術語)가 있고 관점이 있고 방법이 있어 학자들 사이의 대화가 그리 쉽지 않다. 그렇기 때문에 이러한 연구를 위해서는 각자가 지식의 합성능력을 갖고 있어야 할 뿐만 아니라 우수한 표현력으로 의사전달을 효과적으로 하고 남의 말을 이해하도록 노력하는 훈련이 되어 있다는 것이 중요하게 된다. 이러한 교육을 옹기 실현하기 위하여 인지과학의 최신 연구결과들을 참조하여야 할 것이다.

5. 수업개선과 학습이론

무엇을 가르치든 대학에서의 수업방법은 인지과학의 최근 연구결과에 입각한 학습이론을 이용하는 방향으로 개선되어야 한다. 첫째로, 학생 중심의 수업이어야 한다. 앞에서 언급한 대로 대학생들은 각자 다르고 다양한 지식을 가지고 대학에 온다. 사람이 배운다는 것은 이미 갖

고 있는 지식에 입각해서 새로운 지식과 이해를 구성한다는 것이 현재 널리 받아들여지고 있는 구조주의(constructivism)라는 학습이론이다. 이 학습이론을 받아들인다면 학생들이 이미 갖고 있는 지식과 연결하도록 하는 수업이 되어야 새로 배우는 개념이나 지식의 이해가 쉽게 이루어질 것이며 학생들의 흥미를 유도하기가 힘들지 않을 것이다.

학생들에게 너무 어려운 것을 가르치면 자신감을 잃을 가능성이 크며 너무 쉬운 것을 가르치면 흥미를 잃을 가능성이 있기 때문에 어렵기는 하나 수업 받는 학생들이 노력하면 이해할 수 있는 정도로 가르쳐야 한다. 수준을 조절하여 학생들의 성취욕을 자극시키고 어려운 문제를 풀었을 때의 만족감을 즐기게 함으로써 배움에 대한 강한 동기를 유발시켜야 한다.

학생의 사전 지식이 잘못된 지식인 경우에는 이를 교정하기에 적절한 방법을 개발하여 사용해야 한다. 필자의 경험에 비추어 볼 때, 고등학교에서 틀리게 배운 물리학 개념이나 방법을 고치기가 그리 쉽지는 않다. 빨리 고치는 학생도 있으나, 때로는 틀리게 배워 온 지식이 학습에 상당한 지장을 주는 것을 보았다. 그래서 고등학교에서 물리학을 배우지 않은 학생이 오히려 가르치기 더 쉽다는 농담까지 생기게 된다. 사실은 고등학교에서 물리학을 배우지 않았더라도 일상생활에서의 경험 때문에 옳지 않는 개념을 갖게 되는 경우도 많다. 우리의 경험은 물리학뿐 아니라 다른 분야에도 틀리는 지식을 형성하게 할 가능성이 크다. 그러므로 학생들의 사전지식을 조사하여 이에 대처하기를 잊어서는 안 된다.

둘째로, 지식중심의 수업을 하여야 한다. 우리의 지식

이 적절한 개념구조에 입각해서 이해되었을 경우에 학습이 쉬워지고 응용이 용이하게 될 뿐만 아니라 기억도 오래 간다고 알려져 있다. 예를 들어, 1학년 1학기에 이수하는 일반물리학의 지식을 뉴턴의 3개 법칙과 연관지어서 이해하도록 하면 지식이 잘 체계화되고 문제풀이 응용이 쉽게 이루어진다. 어떤 문제를 풀려면 이와 관련된 많은 사실을 알고 있어야 하지만 개념구조에 입각하여 이해된 지식이 아니면 도움이 되지 않는다는 사실이 알려져 있다. 그러므로 같은 개념에 관련된 많은 예를 들어서 가르치는 것이 좋다고 생각된다. 이렇게 함으로써 그 개념의 이해를 증진시킬 수도 있고 관련된 지식을 유용하게 쓸 수 있게 정리해 둘 수도 있는 것이다.

셋째로는, 학생 각자가 스스로 이해하고 있는지 어떤지를 점검해 가면서 학습하는 방법을 가르쳐야 독립적으로 학습하는 능력을 키우게 된다. 그러기 위해서는 이해한다는 것이 무엇인지 각자가 알아야 하므로 그것을 수업에 포함시켜야 한다. **☐**

최상일

서울대 화학과를 졸업하고, Brown University에서 박사학위를 받았다. University of North Carolina(Chapel Hill) 교수와 재미한인과학기술자협회장을 역임했으며, 현재 포항공대 물리학과 교수로서 포항공대 대학교육개발센터장을 맡고 있다. 미국 물리학회 회원과 한국과학기술한림원 중신회원으로도 활동하고 있으며, 전공분야는 고체물리학과 과학교육이다.