과학교육연구지, 36권 2호, pp. 186-197 (2012.12) Jour. Sci. Edu, Vol. 36, No. 2, pp. 186-197 (2012.12)

교육과정 개정에 따른 교과서와 교육과정 속의 생명공학과 생물정보학 내용 분석

주희영 · 동효관[1] · 이길재[2*]
대전과학고등학교 · [1]한국교육과정평가원 · [2]한국교원대학교

The Analysis of Bioinformatics and Biotechnology Contents in Curriculum and Textbooks According to Revising Curricula

Hee-young Ju and Hyo-kwan Dong[1] and Kil-jae Lee[2*]
Daejeon Science High School · [1]Korea Institute for Curriculum and Evaluation · [2]Korea National University of Education

Abstract : The proliferation of bioinformatics in modern biology marks a modern revolution in science that promises to influence science education at all levels. This study analyzed the contents of standards in the 7th and 2007 and 2009 revised high school biology curricula and compared the contents, amount and the presentation styles of bioinformatics with those of biotechnology in biology textbooks. In result, first of all, there are some vague expressions about biotechnology and bioinformatics in the 7th and 2007 revised curriculum. There is a clear expression about biotechnology in 'life science Ⅰ' and 'advanced biology' of 2009 revised curriculum. Second, more biotechnology is introduced than bioinformatics in 'science', 'biology Ⅰ', 'biology Ⅱ', 'life science Ⅰ' textbooks. Third, in 'biology for high class' textbook, amount of biotechnology contents in the 2007 revised curriculum didn't increase. An more effort to introduce bioinformatics to science high school student is needed according to revising curricula.

keywords : Bioinformatics, Biotechnology, 2009 revised curriculum

Ⅰ. 서 론

팽창하고 있는 지식과 정보는 교육 내용의 선정을 중요한 문제로 인식하게 만들었으며, 교육 내용을 종래와는 다른 방식으로 선정할 것을 요구하고 있다(이홍우, 2007). 특히, 정보와 기술의 급격한 발달은 우리 생활의 많은 부분을 변화시켰고 다른 학문과 결합되어 많은 새로운 이론과 기술을 창출하였다. 생물학과 기술공학은 서로 결합하여 생명공학(biotechnology)라는 학문을 탄생시켰고, 또한 생물학은 정보기술과 결합하여 생물정보학(bioinformatics)이라는 새로운 학문을 낳았다.

생명공학 기술은 1970년대 유전자 재조합 기술이 발명되면서부터 생물체의 개조와 생체 기능의 응용이 가능해짐에 따라 유전자 혁명이라는 새로운 기술 패러다임을 제공하고 있을 뿐 아니라 다양한 산업적 이용에도 무한한 잠재력을 지닌 핵심 기술로 평가받고 있다(성조환, 2000). 2000년 2월 인간 게놈 프로젝트를 통해 인간 게놈의 DNA 서열 초안이 완성되고, 본격적으로 게놈 연구가 진행된

*교신저자 : 이길재(kjlee@knue.ac.kr)
**2012년 10월 8일 접수, 2012년 12월 10일 수정원고 접수, 2012년 12월 14일 채택

것은 엄청난 양의 데이터 분석을 가능하게 하는 다양한 생물정보학 기법 개발이 있었기 때문이다. 생물학에서 발생하는 문제를 수학적, 물리학적 모델로 바꾸고, 그 데이터를 전산학적, 통계학적 방법으로 분석하고 이용하는 생물정보학으로 인해(이근우, 2001) 복잡한 생명 시스템을 이해하기 위한 수백 년간의 노력이 최근 몇 년 동안 큰 가속으로 그 미지의 세계가 드러나게 되었다. 이제는 생명공학 전반에 생물정보학이 함께 하고 있으며, 얼마 전만 해도 생소했던 생물정보학은 생물학 전반에 녹아 들어가고 있다(이동엽, 2007).

이처럼 빠른 속도로 생물학의 발달을 이끌어가고 있는 생물정보학을 교육에 도입하는 활동이 외국에서는 활발하게 이루어지고 있다. 인간게놈프로젝트를 수업에 도입하거나(Buxeda & Moore-Russo, 2003), NCBI(National Center for Biotechnology Information)를 이용한 생물정보학의 소개로 유전 현상과 질병에 대해 이해를 돕고자 하는 시도(Amenkheinan & Smith, 2006; Boyle, 2004; Centeno et al., 2003; Smith & Emmeluth, 2002)도 있었으며, 웹을 통한 인간 유전체 계획에 대한 학습으로 인간유전체 정보에 대한 올바른 이해를 촉진하고자 하는 시도도 있었다(Palladino, 2002). 생물학 전공 학부생은 물론, 예비 교사를 비롯하여 상위집단 고등학생에까지 생물정보학의 적용을 확대하고 있으며(Gelbart & Yarden, 2006), 웹 상에서는 생물정보학과 관련한 온라인 포럼 사이트(e.g., Biology Student Workbench, 2003), 온라인 사설교육기관(e.g., Dolan DNA Learning Center, 2007), 온라인 강의 및 실험센터(e.g., Whitehead Institute for Biomedical Research)등 생물정보학 관련 교육 사이트들이 많이 생겨났다. 이와 같은 생물정보학의 교육 도입은 유전학에 대한 지식 습득에 큰 도움을 줄 뿐만 아니라(BSCS, 2003), 새로운 지식을 더욱 효율적으로 받아들일 수 있도록 동기부여와 지식 구조화를 향상시켰으며(Mistler-Jackson & Songer, 2000) 실험에 대한 흥미와 과학적 탐구 능력까지 향상시켰다(Gelbart & Yarden, 2010).

이에 비해 국내에서는 생물 교육에 생물정보학을 도입하고자 하는 노력이 무척 부족하다. 몇 몇 연구들(우정임 등, 2009; 하윤홍, 2006)에서 NCBI 등을 이용한 수업 프로그램을 개발한 바 있었으나, 생물정보학이 생물학에 퍼져나가는 속도에 비하면 교육에서는 느린 침투력을 보이고 있으며, 아직도 생물정보학이 아니라 생명공학 수준에서 현대 생물학을 가르치고 있다. 2009 개정 교육과정에서는 학생들이 실제 생활에서 접하는 첨단과학의 이해나 결과를 적절한 수준만큼 분명하게 도입하도록 제시하고 있으나(교육과학기술부, 2009) 아직까지 국내에서 생물학 부분의 첨단과학에서 생물정보학이 차지하는 부분에 대한 분석은 부족하다.

생명공학에 대해서는 교과서 내용을 분석하는 연구(이충현과 김영수, 2010; 이종기와 박경화, 2007)가 진행되었으나 생물학 전반에 스며들어 연구의 방법에 혁명적 변화를 가져온 생물정보학이 교과서에 얼마만큼 반영되어 있는지에 대한 연구는 아직 없으며, 생명공학과 생물정보학의 내용과 그 비중이 교육과정 개정을 거치면서 어떻게 변하고 있는지를 분석한 연구도 없다. 교육 현장에서는 국가 수준에서 교육과정이 운영되고 있으므로 교육과정 및 교과서의 역할이 절대적이기 때문에(김유나, 1998), 생물정보학의 교육 현장 도입을 위해서는 교육과정과 교과서를 분석하는 것이 급선무라 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 교육과정에서 언급하고 있는 첨단 과학의 도입에 있어 그 수준이 얼마만큼 생명공학적 수준을 넘어 생물정보학적 수준까지 진행되고 있는지를 알아보고자 하였다. 이를 위하여 (1) 교육과정 개정에 따른 교육과정 해설서에 나타난 생명공학과 생물정보학의 내용을 비교 분석하였고, (2) 고등학교에서 사용하는 생물 관련 교과서들에 나타난 생명공학과 생물정보학의 내용 범주, 제시 형태, 제시 분량을 교육과정별로 비교 분석하여 생물교육의 현장에서 생물학의 최신 흐름을 얼마나 반영하고 있는지를 알아보았다.

Ⅱ. 연구방법

1. 분석 대상

이 연구에서는 교육과정과 교과서 속에 생물정보학과 생명공학의 어떤 내용으로 얼마나 담겨있는지를 분석하였다. 이를 위해 교육과정의 경우 제7차 교육과정과 개정교육과정서의 내용을 분석하였다.

교과서 분석으로는 제7차 교육과정의 과목인 고1과학, 생물Ⅰ, 생물Ⅱ, 고급생물과 2007 개정 교육과정 과목인 고급생명과학, 2009 개정 교육과정 과목인 고1과학, 생명과학Ⅰ, 생명과학Ⅱ를 분석하였다. 이 중에서 2007 개정 교육과정 과목으로 고급생명과학만 선택한 이유는 2007 개정 교육과정 이후 빠르게 2009 개정 교육과정이 등장했기 때문에 2007 개정 교육과정에서 만들어진 과학, 생명과학Ⅰ, 생명과학Ⅱ는 현재 사용되고 있지 않으며 단지 고급생명과학만이 현장에서 사용되고 있기 때문이다. 각 과목에 해당하는 교과서 중 일선 고등학교에서 채택되어 사용되고 있는 교과서 각 5종씩을 선택하여 분석하였다. 이렇게 교과서를 5종씩 선정함으로써, 특정 교과서에 제시된 생명공학과 생명정보학의 내용 영역들의 분석으로 인한 오류들을 줄이고자 하였다. 그러나 이들 중 고급생물과 고급생명과학은 1종 밖에 없기 때문에 1종씩 분석하였다.

2. 분석 방법

생명공학(Biotechnology)이라는 용어는 1919년 Karl Ereky에 의해 만들어진 후, '살아있는 생물체의 도움으로 얻어지는 원료물질을 이용하여 만들어지는 생산물들과 관련된 모든 기술' 을 일컬어 사용되어 왔다(이진화, 2001). 생물정보학(Bioinformatics)이란 미국 NIH의 BISTI (Biomedical Information Science and Technology Initiative)에 따르면(http://www.bisti.nih.gov/docs/CompuBioDef.pdf), 생물학, 의학, 행동학, 건강학 등의 자료를 조직, 저장, 분석, 가시화하는 것을 포함하여 이들의 사용을 확장하기 위해 컴퓨터적 툴과 접근법을 개발, 응용, 연구하는 학문으로 정의하고 있다. 국내의 경우 Bioinformatics and Biosystems 저널에 따르면 광의적으로 생물정보학을 "컴퓨터를 사용하여 생물정보를 다루는 여러 형태의 접근방식" 으로 정의하고 있으며, 협의적으로는 "DNA, 아미노산 순열 및 그와 연관된 정보를 이용하여 생명현상을 이해하는 것을 목적으로 하는 수학적, 통계학적, 컴퓨터 방법을 사용하는 학문분야" 로 정의하고 있다(정동수와 박준호, 2006).

이에 기초하여 생명공학적 내용과 생물정보학적 내용의 구분은 분자생물학 전공 대학교수와의 세미나를 통하여 전체 대량의 유전체 정보를 중심으로 내용이 전개되고 있으면 생물정보학으로, 그렇지 않고 생물체나 그로부터 만들어진 물질을 단순히 몇 가지 기술공학적 측면을 이용하여 제시하고 있으면 생명공학적 내용으로 구분하였다.

교육과정에 제시된 생물정보학과 생명공학적 내용에 대해서는 장지영 등(2010)의 연구를 참고로 분야별 내용을 추출하여 서술하는 방법으로 진행하였다. 교과서에 제시된 생물정보학과 생명공학적 내용 분석을 위한 분석틀은 내용범주, 제시형태, 제시분량의 3가지 항목으로 분석하였다(표1).

첫째, 내용범주는 생물정보학과 생명공학적 내용이 어떤 내용으로 제시되어 있는가이다. 이의 분석을 위해 Wefer & Sheppard(2008)이 사용한 생물정보학 내용 분류틀을 우리나라 교과서 내용에 맞게 재구성하였다. Wefer & Sheppard(2008)은 미국의 주(state) 교육과정 기준을 분석하기 위해 생물정보학 내용을 인간게놈프로젝트(Human Genome Project), 법의학(Forensics), 진화(evolution), 분류(classification), 염기변이(nucleotide variations), 의학(medicine), 컴퓨터 사용(computer use), 농식품학(agriculture), STS & SSI인 9가지 영역으로 나누었다. 본 연구에서는 이 분류 기준 중 진화(evolution)와 분류(classification)를 통합하였다. 우리나라 교육과정에서는 진화(evolution)와 분류(classification)에서 제시하고 있는 현대생물학적 의미가 아미노산 서열 분석을 이용한 진화 증거로만 나타나 있으며

번호	과목(고급생물) 출판사(교육인적자원부) – 주요 키워드 –	구분	내용 범주								제시형태						분량
			HGP	Foren-sics	Evolution / Classification	Nucleotide variations	Medicine	Computer use	Agriculture (food technology)	STS, SSI	탐구활동	삽화및설명	본문텍스트	읽을거리	심화학습	기타	쪽수
16	동물의 클로닝	Bioinformatics															1
		생명공학					o						o				
17	유전병과 치료, 열성 유전병과 우성 유전병	Bioinformatics															0.5
		생명공학					o						o				
18	유전자 치료의 문제점,사회적 윤리적 논란	Bioinformatics					o			o	o	o	o				3
		생명공학															
19	DNA 지문, 법의학, 범죄수사	Bioinformatics	o	o								o	o				0.5
		생명공학	o														

그림 1. 분석틀을 이용한 분석 장면

이 두 기준의 의미가 통합되어 있기 때문에 하나로 묶어서 8가지 내용 범주를 구성하여 내용영역을 분석하였다. 또한, 인간게놈프로젝트 범주는 명칭을 유전체학으로 변경하여, 인간의 게놈 뿐만 아니라 다양한 생물들의 게놈에 대한 내용을 중심으로 하였다.

둘째, 내용의 제시 형태는 교과서 상에 나타난 컨텐츠 제시 방법을 중심으로, 본문 텍스트, 삽화 및 설명, 탐구활동, 읽을 거리, 심화학습, 그리고 기타로 구분하여 분석하였다.

마지막으로 분량의 경우, 전체 교과서 페이지 수에서 해당 내용이 들어가 있는 페이지를 0.5단위로 측정하여 분석하였다. 이러한 분석틀을 이용하여 교과서를 분석한 분석 장면의 예는 <그림 1>과 같다. 내용범주와 제시형태는 교과서 분석 결과의 빈도를 종류별로 합한 값이며 제시분량은 평균값이다.

표 1. 교과서 분석을 위한 생명공학과 생물정보학 내용 분석틀

항 목	분석 형태
내용 범주	유전체학, 법의학, 진화 및 분류, 뉴클레오티드 변이, 의약학, 컴퓨터 사용, 농생명공학 및 식품공학, STS, SSI
제시 형태	교과내용텍스트 , 탐구활동 , 삽화 및 설명 , 읽을거리 , 심화학습 , 기타
제시 분량	페이지 수 (0.5페이지 단위) / 전체 페이지 수

분석틀의 검토 및 수정은 분자생물학 전공 교수 1명과 과학교육 전문가 1명, 과학교사 3명이 두 번의 세미나를 통해 실시하였다. 교과서와 교육과정 분석은 과학교사 3명에 의해 독립적으로 각각 분석한 다음, 서로 불일치한 부분에 대해 수차례의 협의를 거쳐 조정하여 분석의 일관성을 유지하도록 하였다. 교육과정 분석의 경우 교과서 분석틀에서 사용한 내용카테고리를 사용하지 않고 생명공학적 내용과 생물정보학적 내용으로만 분석하였다. 교육과정에서는 보통 구체적인 영역을 제시하지 않고 대표적인 내용으로만 서술하기 때문이다.

교육과정과 교과서의 특정 영역에 대한 내용 빈도를 중심으로 분석을 실시한 장지영 등(2010)의 연구와 이봉우와 신동희(2011)의 연구를 참고로, 본 연구에서도 교과서 속의 생명공학과 생물정보학 내용을 분석하기 위해 교과서 속에 해당 주제들을 내용범주별로 체크하였다. 그리고 그 주제들이 어떤 형태로 제시되어 있는지 체크한 다음 해당 주제들이 그 교과서에서 차지하는 비율을 제시하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 과학과 교육과정에 나타난 생명공학과 생물정보학의 내용 분석

(1) 7차 과학과 교육과정에 나타난 생명공학과 생물정보학의 내용 분석

7차 과학과 교육과정에서는 생명공학적인 내용으로만 교육과정에 표시되어 있었고, 생물정보학적

표 2. 7차 과학과 교육과정에 나타난 과목별 생명공학과 생물정보학 내용

내용분야	과목	단원명	교육과정 내용
생명공학	생물 Ⅱ	생물학과 인간의 미래	• 세포 융합, 핵치환, 유전자 조작 등 생명 공학의 기술을 바탕으로, 각 생명 공학 기술이 응용된 예를 알아본다. • 생명 윤리와 같은 생명 공학의 문제점을 이해한다.
	고급 생물	생명공학의 기술과 응용	• 생명 공학의 기술 – 유전자 재조합 기술, 유전자 치료, 유전자 지문, 인간 게놈 프로젝트, 단백질 공학, 세포 융합 기술, 핵치환 및 핵이식 기술, 인공 혈액, 인공 장기 등 • 생명 공학과 인류의 미래 – 생명 공학의 미래, 생명 공학의 문제점 등
생물정보학	–	–	–

인 내용은 전혀 기준이 잡혀 있지 않았다(표 2). 따라서 교과서의 저자가 얼마나 생물정보학적인 접근으로 내용을 끌어가느냐에 따라서 학생들이 생물정보학에 대해 접해 볼 수 있는지의 여부가 결정될 수밖에 없었다. 생물Ⅰ의 경우, 교육과정상에는 '생물학이 인간에 미치는 영향과 생물학과 인간의 미래를 전망한다' 는 막연한 진술이 제시되어 있어 생명공학적 내용이라고 하기에는 무리가 있었으나 실제 교과서에서 이 항목은 대부분 생명공학적 내용으로 구성되어 있었다. 교육과정이 교과서의 표준이 되기에는 구체적인 기준 제시가 부족하다 보여지며, 특히, 생물Ⅱ와 고급생물에서는 교육과정상 생명공학적 내용으로만 기술되어 있었다. 물론 제7차 과학과 교육과정이 1997년에 고시된 점을 고려할 때 생물정보학 관련 내용이 교육과정에 제시되기에는 다소 이른 시기일 수 있다. 그러나 제7차 교육과정에 따른 교과서가 고3의 경우 2011년까지 사용된 점으로 보아서는 첨단과학의 도입에 있어 그 수준에 무척 제한된 상태로 이어져왔다고 볼 수 있다.

(2) 2007 개정 과학과 교육과정에 나타난 생명공학과 생물정보학의 내용 분석

2007 개정 교육과정에 제시되어 있는 내용 또한 생명공학적인 내용은 교과목에 내용으로 등장하지만 생물정보학적인 내용은 등장하지 않았다. 또한 생명공학과 생물정보학적인 부분은 유전이나 현대 생물학이라는 특정 단원에서 뿐만이 아니라 진화, 분류, 세포 등 다양한 단원에서도 접근이 가능한데도 그런 언급이 전혀 없었다(표 3).

아쉬운 점은, 전문교과목인 고급생명과학조차 생물정보학의 도입에 대해 언급이 없다는 것이다. Wefer & Sheppard(2010)은 교육과정상에서 현대 생물학에 대한 모호한 진술을 지적하면서 '게놈 프로젝트(genome project)', '생물학적 데이

표 3. 2007 과학과 교육과정에 나타난 과목별 생명공학과 생물정보학 내용

내용분야	과목	단원명	교육과정 내용
생명공학	생명과학 Ⅱ	유전자와 생명공학	• 유전자 조작, 세포 융합, 핵치환, 전기영동, PCR 등 생명 공학 기술의 원리를 이해한다. • 생명 공학의 발달 과정과 가능성을 인식한다. • 생명 공학의 쟁점을 인식한다. • 유전자 재조합 모의 실험하기(탐구활동 예시) • 생명 공학의 전망 토의하기(탐구활동 예시) • 생명 윤리 쟁점에 대한 의사 결정하기(탐구활동 예시)
	고급 생명과학	생명공학의 기술과 응용	• 생명 공학의 기술 – 세포 공학, 유전 공학, 생체 정보와 관련된 생명 공학 기술 등 • 생명 공학과 인류의 미래 – 생명 공학의 전망, 생명 윤리 등
생물정보학	–	–	–

터베이스(biological database)', '컴퓨터 사용(computer use)' 등의 구체적인 용어를 사용하기를 제안하였다. 생물정보학이 교사들의 교수에 반영되기 위해서는 교육과정의 가이드라인 제시가 선행되어야 할 것이다.

(3) 2009 개정 과학과 교육과정에 나타난 생명공학과 생물정보학의 내용 분석

2009 과학과 교육과정에서는 생명과학Ⅰ 과목과 고급생명과학 과목에서 명확하게 생물정보학의 내용이 제시되어 있었다(표 4). 이는 이전 교육과정에 비해 한층 달라진 모습이지만 아직도 고1과학이나 생명과학Ⅱ에서도 모든 내용이 생명공학적인 부분으로만 편중되어 있었다. 교육과정이 개정될수록 첨단과학기술의 내용 제시 빈도수가 증가하였지만 2007개정 과학과 교육과정에서 가장 높은 빈도수를 나타낸 BT 분야가 2009 개정 과학과 교육과정으로 가면서 IT 분야로 그 빈도수가 옮겨가고 있기 때문에(장지영, 2010), 생물 관련 교과에서는 낮은 빈도 속에서도 학생들이 현대생물학의 의미를 잘 파악할 수 있도록 구성할 수 있어야 할 것이다.

전체적으로 보았을 때, 7차, 2007 개정, 2009 개정으로 갈수록 교육과정 속에서 생물Ⅱ, 생명과학Ⅱ에서 생명공학에 관한 제시가 크게 달라진 점은 없다. 제시 정도나 내용이 거의 일치한다. 하지만 '과학' 교과에서는 교과의 성격이 달라지면서 그 전에 비해 많은 생명공학적 내용과 생물정보학적 내용이 제시되어 있었다. '과학' 교과가 고1 과정에서 선택된다면 중학교 때에는 다루어지지 않았던 첨단과학적 내용들에 어려움이 클 수 있으므로 개념 중심의 수업보다는 흥미 위주의 수업을 진행해야 할 것이다. 또한 그러한 연구를 직접 하고 있는 과학자들과 연계 수업을 진행하거나 연구소를 방문하는 등 체험 중심의 수업도 고민해 보아야 할 것이다.

표 4. 2009 과학과 교육과정에 나타난 과목별 생명공학과 생물정보학 내용

내용분야	과목	단원명	교육과정 내용
생명공학	고1 과학	인류의 건강과 과학기술	• 식품의 안전성과 품질 개선 기술 등 식량 자원의 양과 질의 향상에 기여한 과학의 원리를 이해한다. • (중략) DNA 염기 서열과 단백질의 상세 구조에 대한 지식을 바탕으로 개발된 신약이 암의 진단과 치료에 활용되는 사례를 통하여 질병의 발생·진단·치료의 기본 원리를 이해한다. • 임상시험 과정에서 피험자에 대한 보호 방법을 조사하고 개인의 유전 정보 보호에 대한 의사결정에 대해 토론하기(탐구활동 예시)
	생명과학Ⅱ	유전자와 생명공학	• (중략) 생명공학 기술을 유전자에 관한 지식과 관련지어 설명할 수 있다. • 재조합 DNA, 단일 클론 항체, PCR, 인간유전체 사업, 줄기세포, 장기이식 등 생명 공학 기술의 원리를 이해한다. • 생명 공학의 발달 과정과 가능성 및 사회적 쟁점을 인식한다. • 유전자 재조합 모의 실험하기(탐구활동 예시) • 생명 공학의 전망 토의하기(탐구활동 예시) • 생명윤리 쟁점에 대한 의사결정하기(탐구활동 예시)
	고급 생명과학	생명공학의 기술과 응용	• 세포와 조직을 배양하는 과정에서 염색체나 유전자를 인위적으로 조잘할 수 있는 세포 공학 기술을 안다. • 유전자 재조합 기술과 이에 사용되는 제한 효소의 기능과 종류를 안다. • 식물의 단일세포 배양, 동물의 핵 이식에 관한 연구사례를 학습하고, 동·식물의 복제 원리를 이해한다.
생물정보학	생명과학Ⅰ	세포와 생명의 연속성	• 생명정보학의 발달과 활용에 대해 조사하기(탐구활동 예시)
	고급 생명과학	생명공학의 기술과 응용	• 전체 유전체 해독을 위한 접근 방법을 안다. • 유전체 분석 자료의 관리 과정을 알고, 이를 활용한 프로테오믹스, 시스템생물학 등의 최신 학문에서 하는 일이 무엇인지 안다.

표 5. 분석틀에 의한 7차 교육과정 생물 관련 교과서 분석 내용

교과서	영역	내용 카테고리								분량	제시형태					
		유전체학	법의학	진화 및 분류	뉴클레오티드 변이	의약학	컴퓨터 사용	농생명공학	STS/SSI		탐구활동	삽화 및 설명	본문텍스트	읽을거리	심화학습	기타
과학	생명공학					2		2		0.6%				3		1
	생물정보학									0.0%						
생물Ⅰ	생명공학	4	2			19	1	13	7	1.6%	1	18	9	1		3
	생물정보학	3	2			5	1	1		0.3%		4	3			
생물Ⅱ	생명공학	7	1	3	1	19		10	16	4.7%	6	12	29	16	3	
	생물정보학	9	2		2	4	1	1		0.9%	1	2	2	10	1	
고급생물	생명공학	14			2	8		1		9.3%	5	3	15	1		
	생물정보학	3				4		1	6	6.6%	4	4	7	1	2	

2. 교과서에 나타난 생명공학과 생물정보학의 내용 분석

(1) 7차 교육과정 교과서에 나타난 생명공학과 생물정보학 내용 분석

개발된 분석틀을 이용하여 7차 교육과정 교과서인 과학, 생물Ⅰ, 생물Ⅱ를 내용범주, 제시형태, 분량의 3가지 항목으로 분석하였다(표5). 과학의 경우 생물 정보학에 대한 내용은 없었으며, 생명공학적 내용으로는 의약학 범주에서 정자은행과 생명공학자에 대한 내용이 있었고, 농생명과학 범주에서 식량문제와 유전자 조작 식품에 관한 간단한 언급이 있었다.

생물Ⅰ과 생물Ⅱ, 고급생물에서도 생물정보학보다 생명공학 내용이 더 많았다. 생물Ⅰ과 생물Ⅱ에서는 의약학 범주가 가장 많이 나타났으나, 고급생물에서는 유전체학이 가장 많은 범주를 차지하였다. 유전체학에서 가장 많이 다루는 인간 게놈 프로젝트(Human Genome Project)에서의 핵심 역할을 했던 것이 바로 생물정보학임에도(Malcolm, 2003; International Human Genome Sequencing Consortium, 2004) 불구하고 유전체학을 소개하면서 생물정보학적인 기술들을 언급하지 않고 있었다. 생물Ⅱ에서는 어느 과목보다 내용범주에서 다양한 내용을 포함하고 있었지만 실제 교과서 상에는 생명공학과 생물정보학에 대한 내용이 간단히 소개되는 정도였다. 이것은 현행 교과서가 충분한 설명을 할 수 있는 지면이 부족하기 때문에 다양한 기술을 소개하려다 보니 여러 가지를 나열하게 되고 깊이 있는 설명을 할 수 없는 경우가 생기기 때문이라고 볼 수 있다(유미정 등, 2005).

생명공학과 생물정보학의 내용 제시 분량을 비교해 보았을 때, 고1 과학에서는 생물정보학에 관한 내용은 단 한 건도 제시되어 있지 않았으며, 생물Ⅰ에서는 생물정보학이 제시되어 있기는 하였지만 그 비율이 0.3%로 현저하게 적었다. 생물 Ⅱ에서는 생물정보학의 제시분량이 생명공학의 제시 분량의 9.6% 수준이었다. 생물 Ⅱ과목은 현대 생물학에 대해서 하나의 대단원에서 크게 다루고 있는데도 그 내용에 있어 현 시점 가장 급속도로 발달하고 있는 생물정보학에 대한 소개가 생물Ⅰ과목에서보다 미흡한 것을 알 수 있다. 고급생물의 경우 과학고 학생들이 배우는 전문교과인 만큼 많은 분량의 생명공학과 생물정보학이 제시되어 있었고 생명공학과 생물정보학의 제시분량 차이도 다른 선택교과들만큼 크지 않았다.

내용의 제시형태를 비교해 보았을 때, 생명공학에서는 본문텍스트 형태가 가장 높은 비율을 차지했고 다음으로 삽화 및 설명과 읽을거리 순이었다. 생물정보학에서는 읽을거리가 가장 높은 순위를 차

표 6. 분석틀에 의한 2007 개정 교육과정 고급생명과학 교과서 분석 내용

교육과정	교과서	영역	내용 카테고리								제시형태					
			유전체학	법의학	진화 및 분류	뉴클레오티드 변이	의약학	컴퓨터 사용	농생명공학	STS/SSI	분량	탐구활동	삽화 및 설명	본문 텍스트	읽을거리	심화학습	기타
2007 개정	고급 생명 과학	생명공학	3				10				9.8%	5	1	6	4		
		생물 정보학	1				2	1	1	6	5.5%	5		5		2	

지했고, 다음으로 삽화 및 설명, 본문 텍스트였다. 본문 텍스트는 교과서에서도 가장 중요한 의미를 지니고 있기 때문에 생명공학은 생물정보학에 비해 큰 비중을 차지한다고 볼 수 있다. 하지만 생물정보학은 단지 읽을거리 정도로 제시되고 있었으며, 특히 탐구활동과 심화학습은 단 한 건씩만이 등장하였다. 생물정보학에 있어서도 단지 읽을 거리를 넘어서 다양한 탐구활동과 조사활동이 제시되어야 할 것이다.

(2) 2007 개정 교육과정 교과서에 나타난 생명공학과 생물정보학의 내용 분석

2007 개정 교육과정 교과서 중 고등학교에서 생물과 관련된 교과서로 사용되고 있는 것은 일반계 고등학교에서는 없었기 때문에 과학고등학교에서 주 교재로 사용하고 있는 전문교과인 고급생명과학을 분석하였다(표 6).

특이할만한 점은 내용 범주에 있어 법의학과 관련한 부분이 없었다는 것이다. 법의학 관련 내용은 주로 사례 소개나 흥미를 유발하기 위한 자료로 많이 사용되는데 전문교과인 고급생명과학에서는 흥미 유발의 목적보다는 생명공학이나 생물정보학의 개념 이해와 정보 전달에 더 큰 비중을 두고 있었다. 제시 형태 또한 본문 텍스트와 탐구활동으로 많은 부분이 차지하고 있었으며 읽을거리나 심화활동으로 제공하는 부분은 많지 않았다. 내용 카테고리의 빈도가 많지 않았음에도 불구하고 제시 분량이 많은 것은 한 번 내용을 소개하면 많은 페이지를 할애하면서 구체적이고 심도 있게 그 분야를 소개하고 있기 때문이다.

생명공학과 생물정보학의 차이에 있어서는 분량에 있어서는 생명공학적 내용이 더 많았지만 내용 범주를 보았을 때 생물정보학에서 더 많은 내용 범주를 보이고 있었다. 하지만 실제 교과서에는 생명공학적인 내용이 등장하면 이것이 최근에는 생물정보학적 측면으로 ‘ 대용량의 데이터베이스에서 기반한다’ 는 단순한 내용으로 이어지는 것이 대부분이었다.

7차 교육과정의 고급생물에서 개정 교육과정의 고급생명과학으로 바뀌면서 생물정보학에 대한 부분의 제시분량이 더 확대되지 못하고 있었다(표 7). 급속도로 발전하고 있는 생물정보학의 학문적 특성을 보았을 때, 과학자의 길을 가려고 하는 과학고등학교 학생들에게는 생물학의 가장 최근의 방향인 생물정보학을 더 많이 접하도록 할 필요가 있다.

표 7. 교육과정 개정에 따른 고급생물 및 고급생명과학 교과서에 나타난 영역별 제시 분량

교과서	7차 교육과정 고급생물		2007 개정 교육과정 고급생명과학	
영역	생명공학	생물정보학	생명공학	생물정보학
분량	9.3%	6.6%	9.8%	5.5%

(3) 2009 개정 교육과정 교과서에 나타난 생명공학과 생물정보학의 내용 분석

개발된 분석틀을 이용하여 2009 개정 교육과정 교과서인 과학, 생명과학 I 을 내용범주, 제시형태,

분량으로 분석하였다(표 8). 생명과학Ⅰ 교과서는 7차 교육과정에 비해 오히려 생명공학 영역에서 감소하였는데 이는 교육과정 개정을 통해 생명공학에 관한 부분이 생명과학Ⅱ 영역으로 옮겨지면서 많은 부분이 생명과학Ⅰ에서 빠지게 되어 이러한 결과가 나타났다고 할 수 있다. 그럼에도 불구하고 유전 단원에서는 7차 교육과정에서 주로 언급했던 멘델 유전과 사람의 유전에서 나아가 유전자 치료법이나 유전자 감식 등을 언급함으로써 생명공학적 측면과 생물정보학적인 측면을 제시하고 있어서 현재 발달하고 있는 생물학의 일부를 반영하고 있음을 알 수 있다. 반대로 생명과학Ⅱ 교과서는 7차 교육과정에 비해 생명공학 영역이 4.7%에서 10.2%로 증가하였으며, 생물정보학 영역은 0.9%로 동일하였다. 생명공학 단원이 보강되었지만 그 속에서 생물정보학에 관한 내용의 증가는 거의 없었음을 알 수 있다. 7차 교육과정 고시 이후 2009 개정 교육과정이 나오기까지 13년의 시간이 흘렀지만 교과서의 내용에서 생물정보학의 도입이 증가하지 않았음은 생물정보학의 발전 속도에 비하면 무척 느린 속도라 판단된다.

생명공학과 생물정보학의 내용 제시 분량을 비교해 보았을 때, 생명과학Ⅰ보다 오히려 과학에서 더 많은 분량이 제시되어 있음을 알 수 있다. 이는 앞서 제시하였듯이, 고1 과학의 성격이 바뀌면서 첨단과학에 대한 소개가 제법 많이 등장하였기 때문이며, 생명과학Ⅰ과목에서는 '생물학과 인간의 생활' 이라는 단원이 빠지면서 현대 생물학에 대한 소개가 생명과학Ⅱ로 합쳐졌기 때문이다. 생물정보학은 현대생물학 중에서도 가장 급속도로 빠른 발달을 보이고 있는 분야인데, 그러한 학문분야에 대해 개정교육과정에서는 고등학교 1학년부터 접해 볼 수 있다는 것을 알 수 있다.

내용의 제시형태를 비교해 보았을 때, 생명공학에서는 본문텍스트와 읽을거리 형태가 가장 높은 비율을 차지했고 다음으로 탐구활동 순을 나타내면서 7차 교육과정에 비해 탐구활동이 많아진 특징을 보였다. 생물정보학에서는 읽을거리와 본문 텍스트가 유사한 빈도를 보였다. 특이할만한 점은 3개의 교과서 중 한 개의 교과서에서는 여러 빈도로 생물정보학이 소개되어 있는 반면 나머지 2개의 교과서에서는 단 한 번씩만 짧게 언급되어 있었다. 교과서 저자가 생명공학에서 생물정보학이 차지하는 부분을 중요하게 생각하는지의 여부에 따라서 생물정보학의 소개 빈도가 달라진다고 볼 수 있으며, 이는 교육과정 자체에 생물정보학이 명시되어 있지 않았기 때문이라고 판단된다.

7차 교육과정에 비해 2009 개정 교육과정의 생물 관련 교과서의 내용 범주가 어떻게 달라졌는지를 알아보기 위해 각 범주별 내용 제시형태 비율을 분석하였다. 고급생물의 경우 2009 개정 교육과정의 교과서가 아직 만들어지지 않았기 때문에 이를 제외한 나머지 교과를 중심으로 분석하였다(그림 2). 7차 교육과정 교과서의 경우 유전체학, 의약학,

표 8. 분석틀에 의한 2009 개정 교육과정 생물 관련 교과서 분석 내용

교과서	영역	내용 카테고리								분량	제시형태					
		유전체학	법의학	진화 및 분류	뉴클레오티드 변이	의약학	컴퓨터 사용	농생명 공학	STS /SSI		탐구 활동	삽화 및 설명	본문 텍스트	읽을 거리	심화 학습	기타
과학	생명공학	9		7	4	14	9	9	16	1.6%	4	1	12	12	5	
	생물정보학	7		6	4	7	9	4	6	0.7%			5	7	4	
생명과학Ⅰ	생명공학	2				6	0	2	5	1.4%	2	1	1	3		
	생물정보학	6				3	3		2	0.9%		1	2	4		
생명과학Ⅱ	생명공학	8	6	3	4	16	1	9	8	10.2%	7	5	12	3	2	
	생물정보학		1	1	1	2	2			0.9%		2	3	1	1	

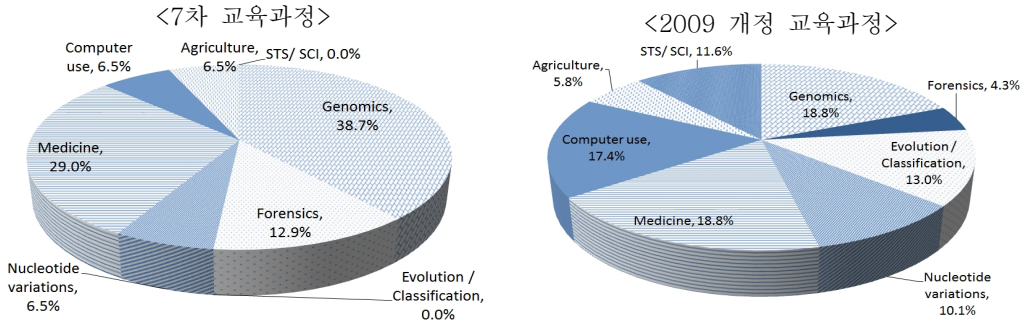

그림 2. 교육과정 개정에 따른 생물정보학 영역의 내용 범주 변화

법의학 순으로 많았으며 2009 개정 교육과정 교과서의 경우 의약학, 유전체학, 컴퓨터 사용의 순서로 많았다. 큰 차이를 보이는 것은 2009 개정 교육과정으로 오면서 법의학 관련 범주가 없어졌다는 것과, 컴퓨터 사용 관련 범주가 훨씬 더 많아진 것이다. 앞서 제시하였듯이, 생물정보학에 대한 미국 NIH(National Institute of Health)의 BISTI의 정의 및 Bioinformatics and Biosystems 저널에서의 정의에 공통적으로 들어가는 것이 바로 컴퓨터 사용에 관한 것이다. 따라서 개정 교육과정을 통해 학생들이 생물정보학의 기본적인 의미를 더 명확히 알 수 있게 될 것으로 본다.

Ⅳ. 결론 및 제언

본 연구에서는 교육과정 개정에 따라 생물교육의 현장에서 생물학의 최신 흐름을 얼마나 반영하고 있는지를 알아보기 위해 교육과정 해설서와 고등학교에서 사용하는 생물 관련 교과서들에 나타난 생명공학과 생물정보학의 내용을 비교 분석하였다. 교과서 분석은 내용 범주, 제시형태, 제시 분량의 3가지 항목으로 분석하였으며, 교육과정 분석은 서술형 분석으로 접근하였다. 이러한 분석틀과 방법을 통해 교과서와 교육과정 분석으로 얻은 결론 및 제언은 다음과 같다.

첫째, 7차 교육과정에서는 생명공학적 내용은 많이 제시 되어 있었으나 생물정보학적인 내용은 전혀 제시되어 있지 않았다. 2009 개정 교육과정으로 오면서 생명과학Ⅰ과 고급생명과학에서는 명확하게 '생물정보학'이라는 용어가 제시되어 있었다. 하지만 이들을 제외한 다른 과목에서는 생명공학과 관련한 설명만이 있었다. 교육과정에 명확한 언급이 없는 경우 저자의 판단에 의해 생물정보학의 도입 여부가 결정되며, 가장 빠르게 발전하고 있는 분야를 학생들이 거의 접하지 못할 수도 있으므로 교육과정에 명확히 제시해줄 필요가 있다. 생물학의 역사에서 혁명적 발달을 가져오고 있는 생물정보학에 대한 내용이 좀 더 명확하게 제시되어 학생들이 교육과정을 통해 생물학의 현 위치를 인식할 수 있었으면 한다.

둘째, 일반계 고등학교 학생들이 배우는 교과서 과학, 생물Ⅰ, 생물Ⅱ, 생명과학Ⅰ을 보면 아직도 현대생물학에 대한 내용들이 생명공학적인 관점에서 설명이 이루어지고 있으며 생물정보학적인 내용은 매우 부족한 실정이다. 생명공학은 생물정보학적 기술 없이는 불가능하다고 할 정도로 생물정보학은 깊숙이 침투해 있다. 따라서 생물 관련 교과서에서는 생명공학적 내용을 넘어서 생물정보학적인 내용을 소개하고 생물정보학이 생물학의 발달에 미치는 의미를 학생들에게 제시해야 할 필요가 있다. 특히, 생명과학Ⅱ 교과서는 일반계 고등학생들 중 생물을 선택한 학생들이 가장 마지막 학년에 심화된 지식으로 배우며 생명공학이라는 단원을 포함하고 있으므로 생물정보학에 대한 비율이 더 많아질 필요가 있다.

셋째, 과학고등학교 학생들이 주로 많이 배우는

전문교과인 고급생물은 2009 개정 교육과정으로 오면서 생물정보학이라는 내용을 명확하게 제시하고 있었다. 그러나 교과서는 아직 2007 개정 교육과정에 따라 만들어진 것이 사용되고 있기 때문에 생물정보학에 대한 내용이 증가하지 않았다. 창의적인 과학 인재 양성을 목적으로 교육을 하고 있는 과학고등학교에서 사용하는 교재는 급속도로 변하고 있는 과학의 발달과정과 그 결과를 더 빨리 반영해야 할 것이다.

참 고 문 헌

교육과학기술부(2007). 고등학교 교육과정 해설(6) -과학-. 교육인적자원부 고시 제 2007-79호[별책 9].

교육과학기술부(2007). 중학교 교육과정 해설Ⅲ - 과학 -. 교육인적자원부 교시 제 2006-75호

교육과학기술부(2009). 고교 과학과 교육과정 해설서. 교육과학기술부 고시 제 2009-41호.

교육부(1997). 과학과 교육과정. 교육부 고시 제 1997-15호 [별책 9].

교육인적자원부(1999). 중학교 교육과정 해설 Ⅲ-수학, 과학, 기술·가정-. 대한교과서주식회사.

김유나(1998). 교육과정 변천에 따른 고등학교 생물 교과서의 내용 구성에 대한 비교 분석. 연세대학교 석사학위 논문.

성조환(2000). 한국 생명공학산업의 현황과 전망. 한·독사회과학논총, 10(2), 289-313.

우정임, 정보현, 이준규(2009). 효소의 구조와 활성화 개념 학습을 위한 고등학교 생물 수업 모듈의 개발 및 적용-미국 국립생물정보센터(National Center for Biotechnology Information)데이터베이스 활용을 중심으로. 한국생물교육학회지 37(4), 473-494.

유미정, 황성진, 조은희(2005). 고등학교 생물 교과서에 기술된 생명 공학 내용 분석. 한국생물교육학회지, 22(4), 475-490.

이근우(2001). 제한 논리 프로그래밍을 이용한 생물학적 서열의 구조 검색. 창원대학교 석사학위논문.

이동엽(2007). 시스템 생물정보학을 활용한 복잡한 생명 시스템의 이해. BT News 2007

이봉우, 신동희(2011). 일본과 싱가포르 교과서에 제시된 과학사 내용 분석: 한국 과학 교과서와의 비교. 학습자중심교과교육연구, 11(1), 229-246.

이재봉(2010). 과학과 교육 내용 개선을 위한 교육과정 내용 관련 쟁점 분석. 과학교육연구지, 34(1), 140-154.

이종기, 박경화(2007). 제7차 교육과정에 의한 고등학교 과학의 생명 공학 관련 기술 및 탐구 활동 비교 분석 - 생활과 과학, 과학, 생물Ⅰ, 생물Ⅱ, 고급 생물 교과서를 중심으로- 한국생물교육학회지, 35(2), 302-319.

이충현, 김영수(2010). 제7차 교육 과정에 따른 고등학교 생물Ⅰ과 생물Ⅱ 교과서의 생명공학 내용 분석 한국생물교육학회지, 38(3), 423-436.

이진화(2001). 생명공학의 정의와 전망. 지역사회 38호

이홍우(2007). 교육과정연구. 증보판. 서울: 배영사.

장지영, 오윤정, 최경희(2010). 과학 교육과정 개정에 따른 첨단과학기술 내용 분석. 학습자중심교과교육연구, 10(3), 389-406.

정동수, 박준호(2006). 국내 생물정보학(bioinformatics)의 연구현황. 한국공업학회지, 9(5), 11-21.

하윤홍(2006). 인간유전체 정보를 이용한 유전 교수·학습 모듈 개발 및 적용. 한국교원대학교 석사학위논문.

Amenkhienan, E., & Smith, E. J. (2006). A web-based genetic polymorphism learning approach for high school students and science teachers. Biochemistry and Molecular Biology Education, 34(1), 30-33.

Biological Sciences Curriculum Study (BSCS) (2003). Bioinformatics and the Human

Genome Project. CO: Mark Dabling Blvd.

Boyle, J. A. (2004). Bioinformatics in undergraduate education. Biochemistry and Molecular Biology Education, 32(4), 236-238.

Buxeda, R. J., & Moore-Russo, D. A. (2003). Enchancing Biology Instruction With the Human Genome Project. The American Biology Teacher, 65, 9-12.

Centeno, N. B., Villa-Freixa, J., & Oliva, B. (2003). Teaching structural bioinformatics at the undergraduate level. Biochemistry and Molecular Biology Education, 31(6), 386-391.

Gelbart, H., & Yarden, A. (2006) Learning genetics through an authentic research simulation in bioinformatics. Journal of Biological Education, 40(3), 107-112.

Malcolm, C. A. (2003). Public Access for Teaching Genomics, Proteomics, and Bioinformatics. Cell Biology Education, 2, 98-111.

Mistler-Jackson, M., & Songer, N. B. (2000). Student motivation and internet technology: Are students empowered to learn science? Journal of Research in Science Teaching, 37(5). 459-479

Palladino, M. A. (2002). Learning about the human genome project via the Web: Internet Resources for Biology Students. The American Biology Teacher, 64, 2-8

Smith, T. M. & Emmeluth, D. S. (2002). Introducing bioinformatics into the biology curriculum: Exploring the National Center for Biotechnology Information. The American Biology Teacher, 65, 8-11.

Wefer, S. H., & Sheppard, K. (2008). Bioinformatics in High School Biology Curricula: A Study of State Science Standards. Life Sciences Education, 7, 155-162.

http://www.bisti.nih.gov/docs/CompuBioDef.pdf (방문일자 2012.08.30.)

국 문 요 약

이 연구의 목적은 교육과정과 교과서 속에 최신의 생물학 흐름인 생명공학과 생물정보학 내용이 어느 정도 반영되어 있는지를 분석해 보는 것이다. 이를 위해 7차 교육과정, 2007 개정 교육과정, 2009 개정 교육과정 속의 생명공학과 생명정보학 내용을 분석하였으며 교육과정에 관련한 교과서 속의 생명공학과 생명정보학 내용을 분석하였다. 그 결과 7차 교육과정에서는 생명공학에 관한 내용은 있었으나 생물정보학에 관한 내용은 없었던 것에 비해 2009 개정 교육과정에서는 생명과학 Ⅰ과 고급생명과학에서 이에 관한 내용이 등장하였다. 교과서 분석 결과를 보면 일반계 고등학교 학생들이 배우는 생물Ⅰ, 생물Ⅱ, 생명과학Ⅰ에서는 아직도 생물정보학에 대한 내용제시가 많이 부족하였으며, 과학고등학교 학생들이 배우는 고급생물에서도 전체 내용에 비해 생물정보학에 대한 내용 제시가 부족하였다.

주요어 : 생물정보학, 생명공학, 2009 개정 교육과정