과학교육연구지, 40권 3호, pp. 189-202 (2016.12) Jour. Sci. Edu, Vol. 40, No. 3, 189-202 (2016.12)

예비과학교사들의 진화와 유전에 대한 중요성과 유용성에 대한 인식

하민수*
강원대학교

Pre-service Science Teachers' Perceptions of Significance and Usefulness of Evolution and Genetics

Minsu Ha*
Kangwon National University

Abstract : This study aimed to investigate pre-service science teachers' perceptions of significance and usefulness of evolution and genetics. To this end, 82 pre-service biology teachers and 159 non-biology science teachers answered the items to measure the perceptions of significance and usefulness of evolution and genetics. The validity and reliability were examined using Cronbach alpha, two-dimensional rating scale model Rasch analysis, and factor analysis. The finding illustrated that the test items met the benchmark to be valid and reliable test items. Second, pre-service teachers' perception of significance and usefulness of evolution was independent to that of genetics. The level of pre-service teachers' perception of significance and usefulness of evolution was lower than the level of genetics. Lastly, the levels of pre-service teachers' perceptions of significance and usefulness of evolution and genetics were not significantly different across academic years and majors (biology and non-biology). The findings of this study stressed the importance of teaching significance and usefulness of evolution and genetics in pre-service science teacher education program.

keywords : evolution, genetics, pre-service science teacher, item validity, Rasch analysis

Ⅰ. 서 론

2015년 과학과 교육과정이 새로 공시되면서 강조된 교육목표는 개념 이해와 탐구 능력보다 호기심과 흥미였다(Ministry of Education, 2015). 이와 같은 변화의 이론적 근거는 과학학습과 같은 높은 수준의 인지적 노력과 능력을 요구하는 일을 수행하기 위해서 충분한 학습동기 또는 호기심이 없이는 이루어지기 힘들기 때문이다. 이와 같은 생각은 많은 교육심리학적 연구에서 확인되어 왔다. 예를 들어서 Murayama *et al.* (2013)는 장기간의 종단연구를 수행하여 학습효과에 영향을 주는 요소들을 확인한 결과 단기적으로는 인지적 능력이 영향을 주었으나, 장기적으로는 학습 동기의 영향이 더 큰 것을 확인하였다. 대학과정까지 포함하면 16년의 공부를 해야 되며, 평생교육까지 고려하였을 때 학습 동기는 가장 중요한 학습요소 중 하나이다.

국제성취도 비교연구(Program for International Student Assessment)의 결과를 보면 한국의 과학

*교신저자 : 하민수(msha@kangwon.ac.kr)
**2016년 10월 5일 접수, 2016년 11월 18일 수정원고 접수, 2016년 12월 04일 채택
http://dx.doi.org/10.21796/jse.2016.40.3.189

교육에 매우 특이한 현상이 나타나는 것을 확인할 수 있다. 한국 학생들의 과학성취도는 최고 수준이지만, 그에 비해 학습동기는 형편없이 낮다(Park, 2008). 우리나라 학생들의 경우 내재적 동기 이외에 부모의 기대와 같은 외재적 동기에 많이 의존하기 때문에 이와 같은 현상이 있을 수 있다. 하지만 장기적으로 보았을 때 이와 같은 외재적 동기는 교육현장에서 다루기 힘든 것으로 교육에서는 학생들의 학습동기를 높이기 위한 특별한 전략이 요구된다. 그 중에서 교육현장에서 학생들의 학습동기를 높일 수 있는 전략 중에 하나가 학생들에게 과학지식의 학문적 중요성에 대한 학생들의 인식을 높이는 것이다. 이와 같은 교육적 목표를 달성하기 위해서는 교사가 과학개념의 학문적 중요성에 대한 인식이 있어야 할 것이다.

과학지식이 학문의 발전이나 우리 생활에 어떤 영향을 미치는지 이해하지 못한다면 학습의 이유에 대한 회의를 가질 것이다. 과학학습의 정당성을 부여하기 위해서 과학지식의 학문적 중요성, 인간 삶의 유용함에 대한 이해는 학생들의 동기를 향상시킬 뿐만 아니라 궁극적으로 과학의 발전을 지지하는 과학적 소양인의 양성에도 매우 중요하다(Ha & Lee, 2011, 2012). 우리나라의 교육과정도 오래전부터 과학학습의 목표로 학교에서 배운 과학지식이 우리의 삶 속의 문제를 해결하는데 도움이 될 수 있음을 이해하고, 그 이해를 바탕으로 실제 배운 지식을 우리 생활 속의 문제를 해결하는데 활용할 수 있도록 하는데 초점을 잡아 왔다(Ha & Lee, 2011). Siegel & Ranney(2003)는 과학이 가지는 우리 삶과의 관련성에 대한 인식에 관한 검사도구를 개발하면서 과학과의 관련성에 대한 인식은 과학학습뿐만 아니라 인식론적 신념, 과학적 의사결정 등 다양한 요인들에 영향을 준다고 하였다.

이 연구는 예비과학교사들이 인식하는 생물개념의 학문적 중요성(생물학적 가치)와, 인간 생활 속의 어느 정도로 활용될 수 있는지(인간생활의 유용성)에 대해 조사하고자 한다. 이 두 가지에 주목하고자 하는 것은 과학 지식의 가치가 두 가지에 근거하여 판단되기 때문이다. 일반적으로 인간 생활에 유용한 학문을 좋은 학문이라 판단할 것이다. 다시 말하면, 기초과학이라고 할지라도 인간생활에 도움이 되는 응용과학에 바탕이론이 될 경우 기초과학의 중요성을 높게 인식할 것이다(Ha & Lee, 2012). 만약 특정 기초과학이 인간생활에 도움이 되는 것을 이해하지 못할 경우에 판단하는 두 번째 기준은 해당 학문의 학문적 가치일 것이다. 학문적 가치란 비록 해당 학문이 우리 생활에 직접적 혹은 간접적 유용함이 없다고 할지라도 해당 학문분야에 대한 큰 도움이 된다면 배울만한 가치가 있다고 판단될 것이다.

이와 같은 판단근거를 바탕으로 이 연구는 진화와 유전에 대한 개념에 주목하고자 한다. 먼저 진화 개념의 학습의 필요성에 대해서 의문은 역사가 깊다. 진화 개념을 생물학의 여러 개념 중 하나일 뿐이라고 인식하거나, 잠정적으로 변화될 수 있는 '단지 하나의 이론 일 뿐(just a theory)' 이라는 인식은 널리 퍼져 있다(Cleaves, & Toplis, 2008; Lombrozo, Thanukos & Weisberg, 2008; Miller, 2008; Miller, Scott & Okamoto, 2006). 진화 개념이 인간의 삶에 도움이 되지 않는다는 대중의 잘못된 인식을 바로 잡기 위해서 많은 학자들이 노력하고 있다(Miller, 2008; Mindell, 2006). 예를 들어서 Mindell(2006)은 그의 책에서 진화 이론이 얼마나 다양한 응용과학학문에 영향을 주는지 명시적으로 밝히고 있다. 예를 들어서 새로운 품종 개발과 같은 농업분야(Garber *et al.*, 1984), 질병의 출현과 방어 기작을 개발하는 의학 분야(Song *et al.*, 2005; Yeh *et al.*, 2004), 지속가능한 어업과 농업을 위한 산업자원관리학(Conover & Munch, 2002; Law & Salick, 2005) 등은 그 바탕이론을 돌연변이와 자연선택의 진화이론으로 하고 있다. Mindell(2006)은 대중들이 진화 이론에 대한 실용성에 대한 인식이 부족한 이유는 해당 학문들이 명시적으로 진화이론을 활용하고 있다고 밝히지 않기 때문이라 하였다. 인간 생활의 유용함이라는 측면에서 진화이론과 대립되는 개념이 유전개념이다. 진화개념과 달리 유전개념의 실용성에 대해서 많은 대중들이 이해하고 있을 것이라 판단된다. 그 이유는 유전과 관련된 다양한 기술들에서 명시적으로 해당분야가 유전학과 관련이 있음을 밝

히고 있다. 예를 들어 유전자 검사, 유전공학, 인간 유전체학 등 우리 일상에서 접할 수 있는 다양한 현대응용생물학들은 명시적으로 '유전'이라는 단어와 함께 등장하고 있기 때문이다. 반면에 진화학은 다르다. 최근에 진화와 관련된 응용학문들은 명시적으로 '진화'라는 단어를 함께 붙여 사용한다. 예를 들어서 진화심리학, 진화경제학, 진화의학은 진화를 붙여서 사용한다. 그럼에도 불구하고 진화론과 관련된 응용과학들은 여전히 우리 일상에서 생소하기 때문에 인간생활의 유용함이라는 측면에서의 학문적 가치는 유전에 비하여 진화는 낮을 수밖에 없을 것이라 판단된다.

두 번째는 두 생물 개념의 학문적 가치이다. 어떤 학문이 응용과학의 발전에 기여하여 간접적인 가치를 창출해 내지 못한다고 할지라도 해당 학문의 발전에 큰 기여를 한다면 가치 있다고 믿을 것이다. 진화이론의 생물학의 학문적 가치는 많은 생물학자와 생물철학자들에 의하여 강조되었다 (Cummins, Demastes & Hafner, 1994; Dobzhansky, 2013; Ha *et al.*, 2012). 생물학에서 진화론은 다양한 생물학적 지식들을 연결해주는 중요한 연결고리의 역할을 담당한다. 진화론을 매개로 유전학과 생태학과 같은 큰 생물학의 학문들이 연결될 수 있다. 진화론에 근거하여 동물학과 식물학이 공통된 속성을 가지고 있음을 이해할 수 있고 서로 연결될 수 있다. 그럼에도 불구하고 진화이론을 생물학의 중요한 연결고리로서 가르치고 있지는 않는 것 같다. 예를 들어서 Nehm *et al.* (2009)은 미국의 대표적인 생물학 교과서 3종을 분석한 결과 진화와 관련된 단어들이 진화단원에만 집중되어 있고 세포, 식물, 동물학과 같은 다른 단원에서는 거의 사용되어 있지 않는 것을 확인하였다. 이와 같은 점에 기인하여 학생들의 생물개념의 연결구조도 진화론을 매개로 연결된 형태가 아닌 진화론을 하나의 독립된 생물학의 분야로만 인식하고 있다는 것이다. 실제로 이와 같은 진화론의 분리는 도브잔스키 등의 다양한 생물철학자들이 강조한 생물학에서 진화론의 진정한 가치를 반영하고 있지 않는 것이고, 이와 같은 구성으로 인하여 학생들은 생물학이 독립된 다양한 영역들의 집합체로만 인식하고 있다는 것이다.

위에서 논의한 바와 같이, 생물 개념이 학문 분야 내에서의 중요성과 인간생활의 유용함이라는 측면에서의 중요성을 이해해야 과학학습의 중요성을 이해할 수 있을 것이다. 더욱이 과학교사, 특히 생물교사는 이와 같은 점을 보다 명확하게 이해하여 학생들을 지도할 때 생물 개념의 학문적, 실생활적 중요성을 강조할 수 있는 능력이 있어야 된다. 이 연구는 예비생물교사들이 유전에 비하여 진화론이 생물학적으로 또한 인간생활의 유용함 측면에서도 그 중요성을 낮게 인식하지 않을까 하는 연구가설로 시작하였다. 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

1. 진화와 유전에 대한 생물학적 가치와 인간생활의 유용함에 대한 인식을 측정하는 문항의 타당도와 신뢰도를 확인한다.
2. 예비과학교사들이 인식하는 진화와 유전에 대한 생물학적 가치를 비교하고, 관련 변인을 탐색한다.
3. 예비과학교사들이 인식하는 진화와 유전에 대한 인간생활의 유용함을 비교하고, 관련 변인을 탐색한다.

Ⅱ. 연구 방법

1. 연구 대상

이 연구에 참여한 예비과학교사는 두 개 대학교의 244명이다. 1학년은 84명, 2학년은 78명, 3학년은 76명, 4학년은 6명이다. 이 중에서 82은 생물전공이며, 159명은 비생물전공(물리, 화학, 지구과학교육과)이며 3명은 전공을 밝히지 않았다. 4학년의 경우 임용고시 등의 이유로 참여율이 매우 낮았다. 이 연구에서는 6개의 4학년 자료를 제거하지 않고 3학년 자료와 합쳐서 분석하였는데, 그 이유는 자료를 수집한 두 대학교의 교육과정상 유전과 진화에 관한 부분은 4학년에 없기 때문에 2학기가 거의 지난 시점인 11월의 3학년과 4학년은 동일하다고

판단할 수 있기 때문이다. 설문은 11월경에 실시되어 1학년 학생들은 일반생물학을 거의 학습한 상태였으며, 2학년과 3학년은 대부분의 전공과목을 학습한 상태이다.

2. 검사 도구

이 연구를 위하여 미국의 한 주립대학교에서 일반생물학 강의를 위하여 사용하고 있는 진화개념의 생물학적 가치와 인간 생활의 향상을 위한 유용함을 측정하는 5단계 리커트 척도의 10개의 문항을 번역하였다(부록 참조). 이 문항은 일반생물학 강의를 실시한 이후 학생들이 진화개념에 대한 생물학적 가치와 인간생활의 유용함을 이해하는지 사전과 사후 검사를 통하여 확인하기 위하여 미국의 생물교육 전문가들이 개발한 것이다. 그러므로 문항에 대한 내용타당도는 확보되었다고 할 수 있으나 번역본에 대한 타당도는 확인하지 못한 상황이다. 번역은 복수의 생물교육 전문가들이 하였으며, 번역된 문장은 예비생물교사들을 대상으로 투입하여 문장의 이해나 의미의 전달이 효율적으로 되고 있는지 확인하였다. 이 검사도구는 활용은 되고 있으나 타당도와 신뢰도가 학술지에 보고된 적은 없다. 일반생물학 교육 관련 회의에서 비공식적으로 발표된 자료에 미국의 일반생물학 강의 결과의 내적일관성신뢰도(Cronbach alpha)는 보고되었는데, 미국의 대학생 1423명을 대상으로 투입한 결과 진화에 대한 생물학적 가치 문항 5개는 0.818, 인간생활에 유용함 항목 5문항은 0.864로 상당히 높은 수준의 내적일관성신뢰도를 보이고 있다. 진화 개념에 관한 10개 문항은 '진화'라는 용어 대신에 '유전'을 넣어 10개의 동형의 유전개념에 관한 인식을 측정하는 문항을 추가적으로 만들었다. 244명의 자료를 바탕으로 생물학적 가치를 측정하는 문항 3번이 내적일관성신뢰도를 저해하고 라쉬 분석에서 문항의 적합도가 낮아 제거하였다. 최종적으로 생물학적 가치를 측정하는 문항 4개와 인간생활의 유용성을 측정하는 문항 5개를 결과 분석에 사용하였다. 서론에서 밝힌 바와 같이 번역된 문항의 타당도와 신뢰도는 연구문제로서 연구 결과에 자세히 제시되어 있다.

3. 분석 방법

문항의 타당도와 신뢰도를 확인하고, 생물전공과 비전공 사이에 진화와 유전에 관한 생물학적 가치와 인간생활의 유용함에 대한 인식에서 차이가 나타나는지 확인하기 위하여 다양한 방법을 사용하였다. 먼저 학생들이 생물학적 가치와 인간생활의 유용함을 인식하는데 있어서 진화와 유전이라는 두 학문영역에 따라 독립적인지, 서로 높은 수준의 관련성이 있는지 요인분석을 통해 확인하였다. 또한 ConQuest프로그램을 활용하여 Deviance와 Akaike Information Criterion값을 비교함으로서 진화와 유전을 한 차원으로 묶은 모델과 독립적으로 분석하는 이차원 모델에서 어느 모델이 더 적합한지를 확인하였다(Neumann, Neumann & Nehm, 2011). 문항의 내적일관성신뢰도는 Cronbach alpha를 통하여 확인하였고 문항반응적합도는 라쉬 분석에서 MNSQ값을 통하여 확인하였다(Neumann, Neumann & Nehm, 2011). 라쉬 분석을 통하여 생성된 MNSQ (mean-square)의 값은 문항에 대한 학생들의 반응이 적합한지에 관한 수치이다. MNSQ가 1일 경우 최적인 상황이며, 그 수치가 낮거나 높아질 경우 문항적합도가 나빠짐을 의미한다. MNSQ에 대한 기준은 평가의 특성에 따라 다르게 적용될 수 있는데 Wright & Linacre(1994)가 제시한 것을 토대로 보면, 평정척도일 경우에는 0.6-1.4가 적절한 수준이다(Wright & Linacre, 1994). 라쉬 분석에서 사용한 자료의 적절성은 Item Separation Reliability로, 학생들의 응답치를 구분하는 능력에 관한 수치는 EAP/PV Reliability를 통하여 확인하였다. 진화와 유전에 대한 학생들이 인식 수준은 Wright map과 대응표본 t-검정을 통하여 확인하였다. 마지막으로 전공과 학년이 인식의 변화에 영향을 주는지 확인하기 위하여 이원분산분석을 실시하였다. 라쉬 분석은 ConQuest 4.5.0 프로그램을, 그 외에 통계분석은 SPSS 22.0버전을 사용하였다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 번역된 문항들의 타당도와 신뢰도

문항들의 내적일관성 신뢰도를 살펴보면, 생물학적 가치에 대한 5개 문항을 모두 사용할 경우 진화의 경우에는 0.7이하로 리커트 척도를 활용한 문항에 적용할 수 있는 의미 있는 수준의 내적일관성 신뢰도가 아니었다. 문항의 신뢰도를 저해하는 3번 문항을 제외하고는 진화 0.703, 유전의 생물학적 가치 항목의 alpha값은 0.759으로 의미 있는 수준으로 향상되었다. 인간생활의 유용함에 대한 5개의 문항의 alpha값은 진화가 0.823이었으며, 유전은 0.893이었다. 생물학적 가치에 관한 4개 문항과 인간생활의 유용함에 대한 5개 문항의 신뢰도는 확인되었다.

두 번째로 확인한 것은 구조타당도이다. 진화와 유전은 생물학의 두 중심 분야이다. 예비과학교사가 생명과학에서 진화와 유전의 가치와 인간생활의 유용함의 두 항목을 평가함에 있어서 차별적으로 판단하는지 아니면 두 분야를 동일하게 판단하는지 라쉬 분석에서의 차원 분석과 요인분석을 활용하여 확인하였다. 먼저 라쉬 분석에서 제시되는 Deviance와 Akaike Information Criterion값은 진화와 유전을 합친 1차원 평정척도모델에 비하여 진화와 유전을 분리시킨 2차원 평정척도모델이 더 낮으며, 이것은 2차원 모델이 보다 적합함을 알려준다(Table 1).

구조타당도는 요인분석을 통해서도 확인할 수 있다. 생물학적 가치에 관한 문항에서 진화와 유전 문항은 유의미한 수준에서 구분됨을 확인할 수 있다(Table 2). 마찬가지로 인간생활의 유용함 문항에서도 두 요인은 확실하게 구분된다(Table 2).

세 번째로 라쉬 분석에서 생성한 신뢰도와 문항반응적합도이다. 라쉬 분석을 통해서도 신뢰도를 확인할 수 있는데 사용한 자료가 문항의 타당도를 확인하기에 적절한 자료인지를 확인할 수 있는 Item Separation Reliability는 생물학적 가치 항목이 0.954이었다. 생물학적 가치에 관한 문항들이 참여자들의 인식의 수준을 어느 정도로 차별화 시켜서 제시해 주는지 확인할 수 있는 척도인 EAP/PV Reliability는 진화가 0.790, 유전이 0.792이었다. 두 번째 항목인 인간생활의 유용함 항목은 Item Separation Reliability가 0.953이었으며 EAP/PV Reliability는 진화 항목이 0.855, 유전항목이 0.852이었다.

Table 3를 보면 라쉬 분석에서의 문항의 난이도를 의미하는 estimate값과 문항반응적합도인 MNSQ의 값이 제시되어 있다. Weighted MNSQ보다 엄격한 수치인 Unweighted MNSQ를 살펴보면, 최고값이 1.32이며, 최저값이 0.69로서 Wright &

Table 1. Final Deviance and Akaike Information Criterion of 1-dimensional model and 2-dimensional model

구인	1-Dimension		2-Dimension	
	Final Deviance	Akaike Information Criterion	Final Deviance	Akaike Information Criterion
생물학에 대한 이해	4404.29	4428.29	4368.56	4396.56
인간생활에 유용	4947.01	4975.01	4720.66	4752.66

Table 2. Factor analysis results of items to measure self-perceived significance and self-perceived usefulness of evolution and genetics to understand biology

구인	진화/유전	문항번호	요인 1	요인 2
생물학에 대한 이해	진화	5	0.188	**0.781**
		4	0.175	**0.747**
		1	0.146	**0.645**
		2	0.334	**0.586**
	유전	2	**0.817**	0.087
		4	**0.761**	0.182
		5	**0.709**	0.333
		1	**0.625**	0.315
인간생활에 유용성	진화	4	0.078	**0.800**
		1	0.185	**0.749**
		5	0.237	**0.735**
		3	0.254	**0.703**
		2	0.252	**0.700**
	유전	2	**0.843**	0.144
		1	**0.822**	0.183
		3	**0.807**	0.223
		4	**0.796**	0.323
		5	**0.771**	0.219

Table 3. Estimate, unweighted MNSQ and weighted MNSQ of items from 2-dimensional Rach rating scale model

구인	진화/유전	문항 번호	Estimate	Unweighted MNSQ	Weighted MNSQ
생물학에 대한 이해	진화	1	0.178	1.18	1.17
		2	0.258	1.23	1.22
		3	-0.679	1.00	1.02
		4	0.243	1.01	1.00
	유전	1	0.131	1.00	1.05
		2	0.217	1.11	1.12
		3	-0.448	0.73	0.74
		4	0.100	0.74	0.74
인간생활에 유용	진화	1	0.667	1.12	1.10
		2	0.827	1.13	1.11
		3	-0.598	1.32	1.39
		4	-0.409	1.22	1.23
		5	-0.488	1.11	1.15
	유전	1	0.101	0.81	0.85
		2	-0.222	0.69	0.76
		3	-0.005	0.74	0.76
		4	0.071	0.71	0.75
		5	0.056	1.09	1.00

Table 4. Paired sample *t*-test result of self-perceived significance of evolution and genetics to understand biology

진화/유전	*M*	*SD*	*t*	sig.	Cohen's d
진화	0.837	1.151	-12.699	0.000	0.42
유전	1.341	1.250			

Linacre(1994)가 제시한 0.6-1.4기준에 적합함을 확인할 수 있다. 이와 같은 결과를 통하여 번역된 9개 문항은 타당하고 신뢰도가 확보된 것으로 확인되며, 사후 다른 연구에서도 활용될 수 있을 것이라 판단된다.

2. 진화와 유전에 관한 생물학적 가치에 대한 인식

Figure 1은 생물학적 가치에 관해 문항 4개씩으로 구성된 진화와 유전의 2차원 평정척도모형의 라쉬 분석의 Wright map을 보여주고 있다. Wright

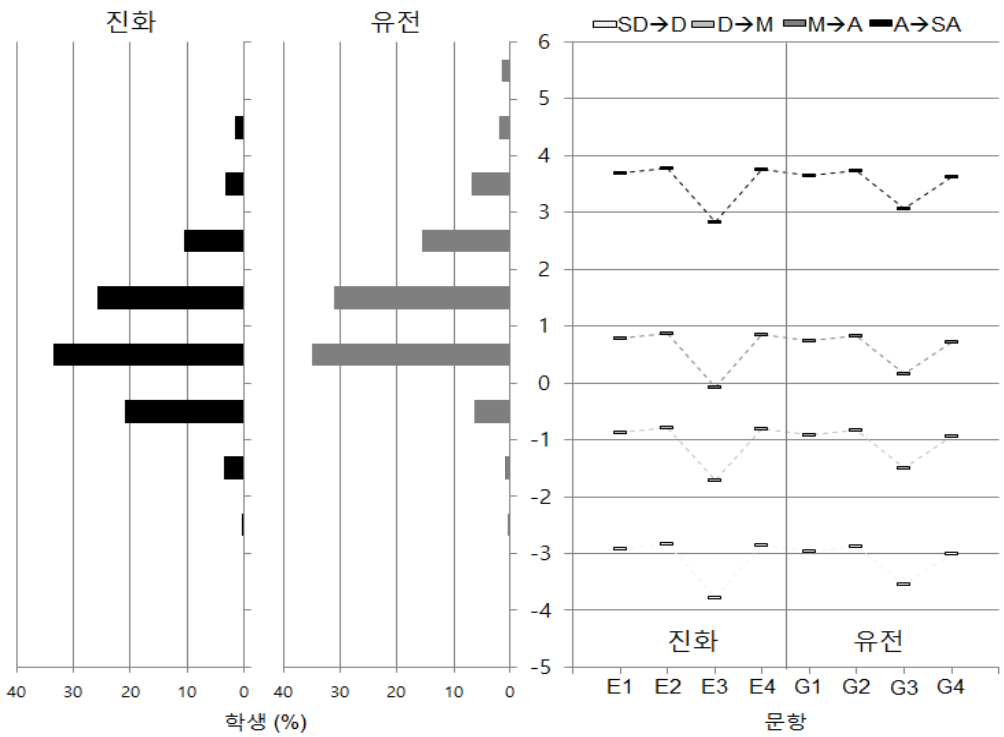

Figure 1. Wright map of items to measure self-perceived significance of evolution and genetics to understand biology

map의 왼쪽에는 문항과 각 문항의 척도에서 임계치를 보여주고 있다. 오른쪽은 각 문항의 임계치에 해당되는 수준의 인식을 보여주는 예비과학교사들의 분포를 보여주고 있다. 가운데에 있는 숫자는 문항의 난이도와 학생들의 인식의 수준을 보여주는 기준점이 되는 숫자인 로짓값(logit value)이다. 리커트 척도에서 '보통이다' 항목에서 '그렇다'의 항목으로 넘어가는 수준의 대략적인 로짓값은 약 0.5이며 이 수준에 분포하는 학생들은 진화와 유전 모두 약 35% 수준이다. Wright map을 보면 예비과학교사들의 약 20%가 진화 문항에서는 '아니다'와 '보통이다' 사이에 위치하고 있음을 알 수 있다. 이 수준에서 유전문항의 예비과학교사들의 빈도는 약 5% 내외이다.

Wright map에서 제시된 응답의 수준(라쉬 분석의 person measure)을 토대로 진화와 유전 두 항목의 대응표본 *t*-검정을 실시한 결과는 Table 4에 제시되어 있다. 진화 개념의 값이 0.837이었으며, 유전 개념은 1.341으로 유전개념에 대한 생물학적 가치를 유의미한 수준에서 더 높게 인식하였으며, 효과크기(Cohen's d)는 0.42로 보통 수준이었다.

Table 5에서는 학년과 전공간 두 개념의 생물학적 가치에 대한 인식에 차이가 있는지 알아보기 위하여 이원분산분석을 실시한 결과이다. 표의 아래에는 이원분산분석의 결과가 제시되어 있는데, 유의확률 0.05미만 수준에서 유의미한 차이를 나타내는 항목이 없었다. 다시 말하면, 진화와 유전에 대한 생물학적 가치에 대한 응답의 수준이 학년간 차이가 없을 뿐만 아니라, 전공간에도 유의미한 차이가 나타나지 않았다.

3. 진화와 유전에 관한 인간생활에 대한 유용성에 대한 인식

Figure 2은 인간생활의 유용함에 대한 5개 문항의 진화와 유전의 2차원의 평정척도모형의 라쉬 분석의 Wright map을 보여주고 있다. 앞서 설명한 바와 같이 Wright map의 왼쪽에는 문항과 각 문

Table 5. Average scores and two-way ANOVA results of self-perceived significance of evolution and genetics to understand biology

학년	전공	진화			유전		
		M	*SD*	*n*	*M*	*SD*	*n*
1학년	생물	1.146	1.040	25	1.889	1.242	25
	비생물	0.750	1.090	58	1.180	1.102	58
2학년	생물	0.891	0.976	26	1.418	1.061	26
	비생물	0.780	1.311	51	1.267	1.338	51
3/4학년	생물	0.873	1.421	31	1.381	1.587	31
	비생물	0.740	1.031	50	1.229	1.188	50
이원분산분석결과		*F*	Sig.	Partial Eta Squared	*F*	Sig.	Partial Eta Squared
학년		0.298	0.742	0.003	0.690	0.503	0.006
전공		1.816	0.179	0.008	3.896	0.050	0.016
학년*전공		0.328	0.720	0.003	1.167	0.313	0.010

항의 척도에서 임계치를, 오른쪽은 각 문항의 임계치에 해당되는 수준의 인식을 보여주는 예비과학교사들의 분포를 보여주고 있다. Figure 1과 비교해 보면 그 차이가 보다 명확하게 나타나는데, 진화 문항에서는 '보통이다' 수준 이하에 상당히 많은 수의 예비과학교사들이 분포하고 있는 반면에, 유전 문항에서는 '그렇다' 수준 이상에서 많은 분포를 보이고 있다.

Table 6은 Wright map에서 제시된 응답의 수준(라쉬 분석의 person measure)을 토대로 진화와 유전의 인간생활에서의 유용함에 대한 점수의 대응표본 *t*-검정을 실시한 결과를 보여준다. 진화 개념의 값이 1.112이었으며, 유전 개념은 2.615으로 유전 개념의 생물학적 가치를 유의미한 수준에서 더 높게 인식하였으며, 효과크기(Cohen's d)는 0.78로 매우 크다. 이 수준은 앞서 생물학적 가치 항목에서 비교한 효과크기의 약 두 배에 가까운 것으로 생물학적 가치에 비하여 인간생활의 유용함이

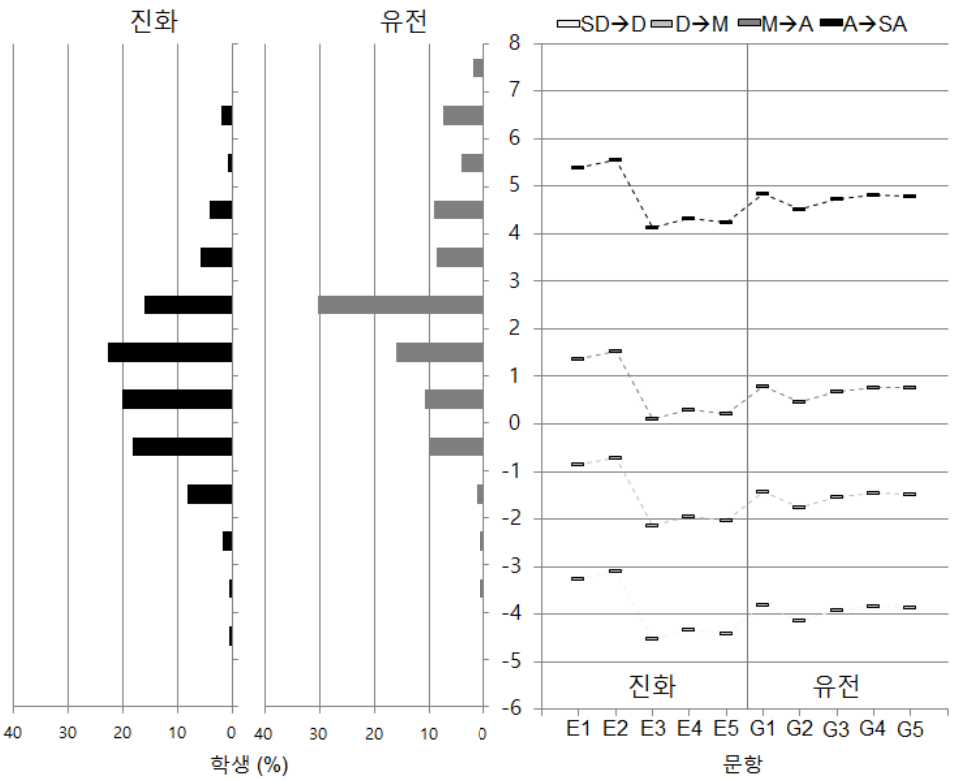

Figure 2. Wright map of items to measure to measure self-perceived usefulness of evolution and genetics for human life

Table 6. Paired sample t-test result of self-perceived usefulness of evolution and genetics for human life

진화/유전	*M*	*SD*	*t*	sig.	Cohen's d
진화	1.112	1.799	-15.463	0.000	0.78
유전	2.615	2.052			

Table 7. Average scores and two-way ANOVA results of self-perceived usefulness of evolution and genetics for human life

학년	전공	진화			유전		
		M	*SD*	*n*	*M*	*SD*	*n*
1학년	생물	0.917	1.390	25	3.268	2.246	25
	비생물	1.213	1.953	58	2.376	1.895	58
2학년	생물	1.156	1.462	26	2.690	1.745	26
	비생물	0.983	2.183	51	2.544	2.408	51
3/4학년	생물	0.977	1.575	31	2.995	1.946	31
	비생물	1.304	1.745	50	2.332	1.942	50

이원분산분석결과	*F*	Sig.	Partial Eta Squared	*F*	Sig.	Partial Eta Squared
학년	0.040	0.961	0.000	0.192	0.825	0.002
전공	0.363	0.547	0.002	4.095	0.044	0.017
학년*전공	0.418	0.659	0.004	0.603	0.548	0.005

라는 측면에서 진화와 유전을 더 크게 구분하고 있음을 확인할 수 있다.

Table 7은 학년과 전공간 두 개념의 인간생활의 유용함에 대한 인식에 차이가 있는지 알아보기 위하여 이원분산분석을 실시한 결과이다. 마찬가지로 표의 아래에는 이원분산분석의 결과가 제시되어 있는데, 유의확률 0.05수준에서 유의미한 차이를 나타내는 항목은 유전 개념에서 전공간 차이었다. 다시 말하면, 진화와 유전에 대한 생물학적 가치에 대한 응답의 수준이 학년간 차이가 없을 뿐만 아니라, 전공간에도 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 생물전공은 학년별로 각각 3.268, 2.690, 2.995으로 비전공의 2.376, 2.544, 2.332에 비하여 0.05 수준에서는 유의미하게 높았으나, 실제로 그 효과 크기는 미미하다(PES=0.017).

이상의 결과들을 토대로 논의하면 다음과 같다. 먼저 진화와 유전에 대한 생물학적 가치와 인간생활의 유용함에 대한 인식을 측정하는 문항의 타당도와 신뢰도의 확인에 관한 논의이다. 이 연구에 사용한 문항들의 내적일관성신뢰도, 요인분석과 차원분석을 통한 구조타당도, 라쉬 분석을 통한 문항반응적합도 등을 고려하였을 때 타당한 문항으로 판단된다. 이 연구에 사용된 문항들은 학생들이나 교사들의 진화와 유전에 대한 생물학적 가치, 인간생활의 유용함에 대한 인식을 확인하는데 사용할 수 있을 것이다.

두 번째는 예비과학교사들이 인식하는 진화와 유전에 대한 생물학적 가치의 비교이다. 진화와 유전 두 항목 모두 생물학의 중요 영역임에도 불구하고 예비과학교사들은 그 중요성을 인식함에서 있어서 차별적인 기준을 가지고 있음을 차원분석과 요인분석으로 확인할 수 있었다. 이와 같은 결과는 앞서 Nehm *et al.* (2009)의 연구에서 논의한 바와 같이 학생들의 인식구조에서 일어나고 있는 진화와 유전

의 가치판단이 서로 독립적임을 보여주고 있다. 진화 개념을 보면 돌연변이, 변이의 유전성, 집단 유전학 등 다양한 유전개념을 포함하고 있다. 그에 따라 실제 생물학적 연구에서 진화와 유전은 상당히 강한 학문적 연결고리를 가지고 있다(Bowler, 2009). 그럼에도 불구하고 예비과학교사들의 인식에서 두 개념이 분리되어 있다는 것은 두 개념의 공통점이 아닌 차별점 중심으로 이해하고 있음을 보여주고, 통합적 관점에서의 생물학의 이해가 부족한 것이 원인으로 판단된다.

세 번째로 예비과학교사들이 인식하는 진화와 유전에 대한 인간생활의 유용함에 관한 인식 비교이다. 예비과학교사들은 유전에 비하여 진화를 생물학적 가치와 인간생활의 유용함 두 항목 모두 낮게 인식하고 있었다. 특히 진화 문항들의 Wright map을 보면 리커트 척도의 '보통이다'의 수준에서 응답하는 학생들의 분포가 상당히 많은 것을 확인할 수 있다. 서론에서 Mindell(2006)의 책을 통하여 논의한 바와 같이 진화 이론과 관련된 응용과학은 우리가 상상하는 것 이상으로 다양하다. 또한 진화 이론은 생물학뿐만 아니라 심리학, 경제학, 정치학, 사회과학, 인구학, 의학, 컴퓨터 공학 등 다양한 분야에도 영향을 주고 있다. 진화 항목에 대한 인식이 유전에 비하여 상당히 낮은 이유는 서론에서 제시한 바와 같이 유전학은 다양한 응용유전학과 관련성이 있으며, 대부분의 그런 응용과학들은 명시적으로 '유전'이라는 단어를 포함하여 유전학과의 관련성을 강조하고 있다. 진화 이론에 대한 학문적, 실용적 가치에 대한 예비교사들의 이해를 높이기 위해서는 진화 이론의 학문적 가치를 보다 정확하게 알려야 할 것이며, 실제 우리 생활을 위한 실용적인 연구에서 어떤 역할을 하는지 명시적으로 제시할 필요가 있을 것이다. 더욱이 생물 전공자가 생물 비전공자에 비하여 진화와 유전의 실용성에 관한 인식이 유의미하게 높지 않다는 것은 예비생물교사교육에서 문제점을 보여주기도 한다. 아마도 이와 같은 문제점은 예비생물교사의 교육에서 두 개념의 생물학적 원리와 의미에 대한 교육을 중심으로 수행하여 실용성에 대한 인식을 높이지 못한 결과일 수 있다.

Ⅳ. 결론 및 제언

이 연구는 진화와 유전에 대한 생물학적 가치와 인간생활의 유용함에 대한 인식을 측정하는 문항의 타당도와 신뢰도를 확인하고, 예비과학교사들이 인식하는 진화와 유전에 대한 생물학적 가치와 인간생활의 유용함을 비교하고, 관련 변인을 탐색하기 위하여 진행되었다.

이 연구 결과를 토대로 결론을 내리면 다음과 같다. 먼저 이 연구에서 활용된 번역된 검사문항들은 적합한 수준의 신뢰도와 타당도를 보이고 있음을 확인하였다. 두 번째, 진화와 유전에 대한 생물학적 가치와 인간생활의 유용함에 대한 가치판단은 서로 독립적임을 확인하였다. 예비과학교사들이 인식하는 생물학적 가치와 인간생활의 유용함의 수준은 유전에 비하여 진화개념에서 유의미한 수준에서 더 낮게 나타났다. 마지막으로 예비과학교사들이 인식하는 진화와 유전의 생물학적 가치와 인간생활의 유용함의 수준은 학년과 전공과 관계없이 통계적으로 의미 있는 차이를 확인하지 못하였다.

이 연구 결과를 바탕으로 과학교육에 대한 제언을 한다. 다윈의 자연선택을 기반으로 한 진화 이론에 대한 생물학적 중요성 및 인간 생활에 대한 중요성이 지속적으로 강조되고 있음에도 실제로 그런 것이 교과서에 반영되고 있지 않다. Mindell(2006)은 진화론이 우리 삶에서 다양한 기능을 수행하고 있음을 보여주고 있다. 경제학에 대한 이해, 공중보건학, 슈퍼박테리아의 통제, 기능이 향상된 세포의 탄생 등 다양한 영역에서 자연선택과 진화론이 활용되고 있다. 하지만 우리의 교과서는 그것보다 과학사적인 의미에 더 초점을 잡고, 용불용설과 비교하는 방법으로만 진화론을 소개하고 있다. 과학개념학습이 지루하고 의미 없게 느껴지는 것은 과학개념이 가지는 실용적 가치보다 개념의 이해에 더 많은 초점을 맞추고 있기 때문이다. 광합성 과정에 필요한 많은 효소들의 이름을 외우는 것보다 광합성이라는 것이 우리 삶에 어떤 역할을 하는지에 대한 인식의 전환이 선행되어야 할 것이다. 비단 이와 같은 문제점은 생물개념뿐만

아니라 많은 과학개념에서도 마찬가지일 것이다. 우리가 배우는 핵심개념들부터 해당개념의 학문적, 또한 실용적 가치를 교과서에 많이 담고, 예비과학교사들에게 그것에 대한 이해를 높임으로서 장기적으로 중등학생들이 과학개념의 학문적, 실용적 가치에 대한 인식을 높일 수 있을 것이다. 또한 이와 같은 인식의 변화는 장기적으로 학생들의 학업동기를 높여 성취도 향상으로 이어질 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

Bowler, P. J. (2009). *Evolution: The history of an idea.* Berkeley, CA: University of California Press.

Cleaves, A., & Toplis, R. (2008). In the shadow of Intelligent Design: the teaching of evolution. *Journal of Biological Education, 42*(1), 30-35.

Conover, D. O., & Munch, S. B. (2002). Sustaining fisheries yields over evolutionary time scales. *Science, 297*(5578), 94-96.

Cummins, C. L., Demastes, S. S., & Hafner, M. S. (1994). Evolution: Biological education's under-researched unifying theme. *Journal of Research in Science Teaching, 31*(5), 445-448.

Dobzhansky, T. (2013). Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. *The American Biology Teacher, 75*(2), 87-91.

Ha, M., & Lee, J. K. (2011). Biology pre-service teachers' understanding of the real-world application of evolutionary theory. *Journal of Korean Association for Research in Science Education, 31*(8), 1186-1198.

Ha, M., & Lee, J. K. (2012). Exploring variables related to students' understanding of the convergence of basic and applied science. *Journal of Korean Association for Research in Science Education, 32*(2), 320-330.

Law, W., & Salick, J. (2005). Human-induced dwarfing of Himalayan snow lotus, Saussurea laniceps (Asteraceae). *Proceedings of the National Academy of Sciences, 102*(29), 10218-10220.

Lombrozo, T., Thanukos, A., & Weisberg, M. (2008). The importance of understanding the nature of science for accepting evolution. *Evolution Education and Outreach, 1*(3), 290-298.

Miller, J. D., Scott, E. C., & Okamoto, S. (2006). Public acceptance of evolution. *Science, 313*(5788), 765-766.

Miller, K. R. (2008). *Only a theory: Evolution and the battle for America's soul*. New York, NY: Penguin Group.

Mindell, D. P. (2006). *The Evolving World: Evolution in Everyday Life*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Ministry of Education (2015). *Science Curriculum*. MOE 2015-74.

Murayama, K., Pekrun, R., Lichtenfeld, S., & Vom Hofe, R. (2013). Predicting long-term growth in students' mathematics achievement: The unique contributions of motivation and cognitive strategies. *Child Development, 84*(4), 1475-1490.

Nehm, R. H., Poole, T. M., Lyford, M. E., Hoskins, S. G., Carruth, L., Ewers, B. E., & Colberg, P. J. (2009). Does the segregation of evolution in biology textbooks and introductory courses reinforce students' faulty mental models of biology and evolution?. *Evolution: Education and Outreach, 2*(3), 527-532.

Neumann, I., Neumann, K., & Nehm, R. (2011). Evaluating instrument quality in science education: Rasch-based analyses of a nature of science test. *International Journal of Science Education, 33*(10), 1373-1405.

Park, H. (2008). Test of Group invariance for the structural model among motivation, self-concept and student achievement: Using PISA 2006 data. *Journal of Educational Evaluation, 21*(3), 43-67.

Siegel, M. A., & Ranney, M. A. (2003). Developing the changes in attitude about the relevance of science (CARS) questionnaire and assessing two high school science classes. *Journal of Research in Science Teaching, 40*(8), 757-775.

Song, H. D., Tu, C. C., Zhang, G. W., Wang, S. Y., Zheng, K., Lei, L. C., Chen, Q. X., Gao, Y. K., Zhou, H. Q., Xiang, H., Zheng, H. J., & Zhao, G. P. (2005). Cross-host evolution of severe acute respiratory syndrome coronavirus in palm civet and human. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 102*(7), 2430-2435.

Wright, B. D., & Linacre, J. M. (1994). Reasonable mean-square-fit values. *Rasch Measurement Transactions, 8*(3), 370.

Yeh, S. H., Wang, H. Y., Tsai, C. Y., Kao, C. L., Yang, J. Y., Liu, H. W., Su, I. J., Tsai, S. F., Chen, D. S., Chen, P. J., & National Taiwan University SARS Research Team. (2004). Characterization of severe acute respiratory syndrome coronavirus genomes in Taiwan: Molecular epidemiology and genome evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 101*(8), 2542-2547.

국문요약

이 연구는 예비과학교사들이 진화학과 유전학에 대한 학문적, 실용적 가치에 대한 인식을 조사하기 위하여 이루어졌다. 이 연구를 위하여 82명의 예비생물교사와 159명의 비생물전공 예비과학교사가 참여하였다. 5단계 리커트 척도로 된 진화와 유전에 대한 학문적 가치에 대한 4개 문항과 실용적 가치에 관한 5개 문항에 대한 응답을 수집하여 분석하였다. 문항의 타당도와 신뢰도는 내적일관성신뢰도, 이차원평정척도 라쉬 모델 분석, 요인분석으로 이루어졌다. 연구 결과, 먼저 이 연구에 사용한 문항에 대한 라쉬모델 분석과 다양한 분석에서 문항의 타당도는 기준에 만족하는 것으로 확인되었다. 두 번째로 진화에 대한 학문적, 실용적 인식에 대한 차원은 유전학과 차별적인 것으로 확인되었다. 세 번째 예비생물교사가 가지는 인식의 수준은 비생물전공 예비과학교사와 차별성이 없었다. 예비생물교사들은 진화와 유전학에 대한 학문적, 실용적 가치에 대한 이해를 높여야 함을 확인하였고, 이 연구에서 사용한 문항이 해당 구인을 조사하는데 적절하게 활용할 수 있음을 확인하였다.

주제어: 진화, 유전, 예비과학교사, 문항타당도, 라쉬 분석

부록

검사 문항

생물학적 가치

문항1: 생물학 중에 단지 일부 주제들에 대해서만 진화론에 대한 이해가 필요하다.

문항2: 진화론에 대한 이해가 없어도 생물학을 이해하는 것은 가능하다.

문항3: 진화개념은 인간생물학/생리학을 이해하는데 필요하다.

문항4: 거의 대부분의 생물학 주제들에서 진화론의 이해가 필요하다.

인간생활의 유용함

문항1: 진화론 연구는 인간 생활의 질을 향상시킨다.

문항2: 진화론 개념은 새로운 약품을 개발하는데 사용된다.

문항3: 진화 개념은 멸종위기종이 생존할 수 있도록 돕는데 사용된다.

문항4: 진화 개념은 인간의 질병의 기원을 이해하는데 사용된다.

문항5: 진화 연구는 인간의 삶의 질을 향상시키지 않는다.