자료 선별과 객관성*

이 상 원

주제분류 과학철학, 과학윤리

주 요 어 자료 선별, 객관성, 연구윤리, 실험 노트, 연구 부정 행위

요 약 문

실험 자료의 선별에 따라 과학의 객관성이 침해될 가능성에 대하여 논의하고자 한다. 또한 이러한 논의 과정에서 연구 윤리의 문제를 다루게 될 것이다. '이유 있는' 자료 선별은 객관성을 훼손하지 않을 수 있다. 반면 경험적으로 유의미한 자료를 부적절한 이유로 배제하거나 버리는 것은 과학의 객관성을 해치게 된다. 실험 자료의 선별이 있다고 해서 과학의 객관성 붕괴와 연구 윤리의 위배가 '항상' 동시에 일어나는 것은 아니다. 선별에 의해서 객관성은 훼손되지 않으나 연구 윤리가 위배되는 상황을 논의하면서, 선별과 객관성과 연구 윤리 위배 사이의 관계가 매우 미묘할 수 있음을 보이고자 했다. 출간된 문서인 책과 논문에 더하여, 실험 노트나 대화 채록물과 같은 주로 공개되지 않는 문서를 추적함으로서 출간된 문서에 대한 탐구를 보완할 수 있다. 과학적 기만의 가능성이 상존함에도 불구하고, 실험 과학은 대체로 연구 윤리를 위배하지 않으면서 과학을 진전시킬 수 있는 방식을 발전시켜 왔다.

* 이 논문은 2006년도 과학문화연구센터 연구비 지원에 의한 것임

1. 선별, 객관성, 윤리

자연의 행동과 성질을 알아내기 위해 과학자는 실험을 할 수 있다. 과학자는 일정한 실험적 절차를 거쳐 실험 결과 또는 자료를 얻게 된다. 이런 경우, 얻은 실험 결과 또는 자료 모두가 항상 과학적 의미를 지니는 것은 아니다. 모든 자료가 의미가 있는 경우도 있겠지만, 일반적으로 어떤 자료는 의미 있는 것으로 받아들여야 하되, 다른 자료는 받아들일 필요가 없다. 이와 같은 상황에서 과학적으로 유의미한 것을 걸러내기 위하여 자료 선별(data selection)이 존재하게 된다. 하지만 이런 긍정적 의미의 자료 선별만 존재하는 것은 아니다. 연구 윤리(research ethics)를 위배하는 방식으로 자료 선별이 이루어질 수도 있다. 과학적으로 유의미한 자료는 버리고, 오히려 과학적 유의미성과 '무관하게' 특정 과학자나 특정 과학자 집단이 '원하는' 자료를 선별해내는 경우가 그 예가 된다.

실험의 과정에서 얻은 자료 가운데 어떤 것을 받아들이고 어떤 것을 배제하느냐의 문제는 과학 활동의 핵심적 요소에 속한다고 할 수 있다. 자료 선별의 문제는 과학의 객관성(scientific objectivity)의 문제 및 연구 윤리[1] 문제와 연결된다. 경우에 따라 자료 선별이 객관성을 확보하는 데 바람직하지 못한 영향을 미칠 수 있음은 물론이다. 과학적 주장의 정당성은 자연의 거동 또는 물질의 작동에 의해 확인되어야 한다. 실험이 보통 이런 목적을 위해 수행되는 것이다. 물론 '이유 있는' 자료 선별은 객관성을 훼손하지 않을 수 있다. 예를 들어, 도구가 적절히 작동하지 않는

1) 과학 연구 윤리의 주요 주제에 관한 교과서적 논의에 대해서는 David B. Resnik, 1998 *The Ethics of Science: An Introduction,* London: Routledge와 Adil E. Shamoo and David B. Resnik, 2002 *Responsible Conduct of Research,* New York: Oxford University Press를 참조할 것. 연구 부정행위에 관한 국내 학술계의 최근 논의로는 이상욱, 2006 「과학연구 부정행위: 그 철학적 경계」, 「자연과학」(서울대학교 자연과학대학), 20호, 96-107쪽과 최훈, 신중섭, 2007 「연구 부정행위와 연구 규범」, 『과학철학』 103-126쪽 등을 참조하면 좋다.

www.kci.go.kr

상태에서 얻은 자료는 그 자료의 수효가 아무리 많다고 하더라고 객관성 확보와 무관하다. 따라서 이러한 자료를 폐기하거나 보고하지 않아도 객관성에 영향을 미친다고 보기가 어렵다. 반면 경험적으로 유의미한 자료를 '부적절한' 이유로 배제하거나 버리는 것은 과학의 객관성을 명백히 해치게 된다. 이런 식으로 자료의 선별이 있게 되면, 선별의 결과로 남은 경험적 자료를 순수한 자연 행동의 결과라고 간주하기가 어려운 상황이 발생할 것이다.

이유를 지니는, 즉 자료의 합리적인 선별은 과학의 객관성을 훼손하지 않으며, 과학 윤리의 측면에서도 문제가 되지 않을 것이다. 그러나 선별의 이유가 합리적이지 않은 경우에, 그 선별은 객관성을 훼손할 여지가 있고 연구 윤리에 위배될 수 있다. 그런데 이때 객관성과 윤리의 훼손이 항상 동시에 일어나는 것은 아님에 주목할 필요가 있을 것이다. 이 글에서는 자료 선별에 따라 과학의 객관성이 침해되지는 않으나 연구 윤리는 위배되는 상황에 초점을 두어 논의하고자 한다. 이러한 논의를 통해 부적절한 자료 선별이 일어나더라도 객관성이 필연적으로 훼손되지 않는다는 점을 우리가 인식할 수 있게 될 것이다. 그렇지만, 이는 직관과 어긋날 수 있다. 우리의 직관에 따르면, 자료의 부적절한 선별이 있게 되면 그것은 곧 객관성의 마모로 직행하는 것으로 느껴진다. 부적절한 자료 선별이 일어났는데 그럼에도 불구하고 객관성의 훼손이 필연적으로 수반되지 않는 상황을 직관은 우리에게 쉽사리 말해주지 않기 때문이다. 이러한 논의에 이어서, 설사 부적절한 자료 선별이 객관성을 파괴하지는 않더라고 연구 윤리를 위배할 수 있다고 논의하고자 하는데, 이 또한 직관과 어긋날 수가 있다. 부적절한 자료 선별이 있었더라도 객관성이 파괴되지 않는다면, 그것으로 족한 과학 활동이 이루어진 것으로 보아야 하며 거기서 이야기를 멈추어야지 객관성이 침해되지 않았는데 왜 굳이 연구 윤리가 위배되는 상황으로 논의를 이어가려 집착을 하는지에 대한 의문을 지니는 이가 존재할 수 있기 때문이다. 이와 같은 상황에 대한 면밀한 논의를 통해 필자는 과학 연구윤리 위배[2]의 문제와 과학의 객관

성 사이의 관계가 매우 미묘함을 보여주려 한다. 이러한 미묘함에 대한 논구가 이 글의 주요 논의 사항이 될 것이다. 논의 과정에서 전통적 과학관과 연구 부정 행위 간의 관계, 이론적 편향이 자료 선별에 영향을 미칠 가능성, 실험 오차 배제를 위한 여러 노력, 최종 논문과 실험 노트의 성격 차이 등의 문제를 검토하고자 한다.

2. 전통적 과학관과 과학 연구 부정 행위

오늘날 과학 부정행위가 존재할 수 있다는 것 자체에 대해서 부정적인 입장을 취하기는 쉽지 않다. 과학 연구 부정 행위의 사례를 찾기가 그다지 어렵지는 않기 때문이다.[3] 과학자는 공평무사한 인간이 아닐 수 있다. 하지만 전통적 과학관 안에서는 연구 윤리의 문제를 제기하는 것이 쉽지 않았다. 왜냐하면 전통적 과학관은 과학을 순수한 논리적 과정을 밟는 작업으로서 설명해 내고자 했기 때문이다. 전통적 과학관을 표상하는 한 경우로서 논리 경험주의(logical empiricism)는 과학의 역사적 배경이나 상황뿐만 아니라 새로운 아이디어를 생산하는 데 영향을 줄 가능성이 있는 직관, 상상력, 감수성과 같은 심리적 요인에 강조점을 두지 않았다고 말할 수 있다. 그들은 과정으로서의 과학보다는 논리적 구조로서의 과학에 관심을 두었다. 전통적 과학철학자, 과학사학자, 과학사회학자는 과학에서 공정함, 편견의 배제, 진리에 대한 욕구, 인간의 특권·자격·지위에 무심한 연구 태도 등과 덕목을 읽어냈다. 상당수의 과학철학자는 과학이 객관적이라고 보았고 과학자는 공평무사하다고 말했다.

2) 연구 윤리에 관한 '일반적' 논의는 이 글에서 다루려는 주요 부분이 아니다. 이 글에서는 자료 선별과 관계된 연구 윤리의 일부 측면만이 취급된다. 일반적 논의의 예로 주 1)의 문헌을 참조하면 좋다.

3) 과학 연구 부정 행위의 여러 사례는 예를 들면 W. J. Broad and N. Wade, 1982 *Betrayers of the Truth,* Simon & Schuster[김동광 옮김, 2007 『진실을 배반한 과학자들』, 서울: 미래M&B.]에 잘 기술되어 있다. 하인리히 찬클, 2006 『과학의 사기꾼 , 도복선 옮김, 서울: 시아출판사, 호레이스 F. 저드슨, 2006 『엄청난 배신 , 이한음 옮김, 서울: 전파과학사에도 그와 같은 여러 사례가 들어 있다.

www.kci.go.kr

이와 같이 전통적 과학관에 따르면, 과학 분야 논문과 책에 대한 인정 여부는 집필자의 개인적, 사회적 속성과 관계가 없다. 즉 예를 들어 인종, 국적, 종교, 계급, 개인의 출신과 무관하다는 것이다. 사회의 다른 영역에서는 인종, 국적, 종교, 계급, 개인의 출신이 중요할 경우도 있겠으나 과학에서는 이것들이 중요한 기능을 하지 못 한다는 시각이다. 과학 논문과 책의 수용은 과학의 경험적이고 논리적인 내용에 의해서만 평가받는다는 것이다. 또한 과학자는 공평무사하게 과학 연구의 규범을 따른다는 것이 전통적 과학관의 견해이다.

하지만 이와 같은 전통적 과학관 속에서 나타나는 과학과 현실의 과학은 차이가 있을 수 있다. 근대 과학의 출현 이래로, 특히 20세기 이후에, 과학의 전문 직업화 및 기업화는 가속화되어 왔다. 근대 이전 과학자는 부를 바탕으로 취미 혹은 교양 활동으로 과학을 했다고 간주할 수 있지만, 근대 이후 과학자는 부를 바탕으로 과학을 하는 것이 아니라, 우선 생업으로서, 이어 부와 명예를 일구기 위해 과학을 한다고 보아 지나치지 않을 것이다.

전통적 과학관에 따르면, 논리와 경험은 과학의 토대이다. 그런데 이러한 전통적 과학관이 이야기하는 바가 과학에서 항상 지켜지는 것은 아니다. 지켜지면 좋은 사항이지만 지켜지지 않을 수 있고, 실제로 일부 과학 활동의 사례에서 지켜지지 않은 것으로 나타났다. 과학적 비행(scientific misconduct) 또는 과학 연구 부정 행위는 있어 왔다. 그렇기 때문에 과학의 비판자들은 연구 윤리의 문제를 제기해 올 수 있었던 것이다. 사회의 다른 영역에서 부정 행위가 발생하듯이, 과학 활동이라는 특수 영역에서도 부정 행위가 존재한다는 것이다. 과학은 부정 행위의 예외 지대가 아니라는 지적이다. 하지만 과학은 다른 지적 활동과 대체로 구별되는 방법을 갖고 있으며, 이 방법에 대한 면밀한 이해가 밑받침될 때, 과학 부정 행위의 주요 국면과 미묘함을 인식할 수 있다고 본다. 그러한 방법의 전형적인 한 예가 실험의 방법이라고 할 수 있다. 자연과학, 공학, 의학 이외의 분야에서 실험이 쓰이지 않는 것은 아니다. 사회과학 분야에서도

실험의 방법이 쓰일 수 있다. 그렇지만 과학의 영역에서 실험을 가장 널리, 그리고 가장 보편적인 방법으로 사용해 왔다. 실험에 대한 이러한 인식에 기초하여, 구체적인 실험 과학의 예를 통해 자료 선별, 객관성, 연구 윤리 위배 간의 문제를 세밀히 검토할 필요가 있다.

3. 자료의 임의적 선별과 이유 있는 취사선택

자료 선별에 관한 이와 같은 논의는 과학의 객관성 및 과학 연구 윤리의 주요한 관심사를 충족시킬 수 있다. 자료의 이유 있는 취사선택은 과학적 객관성과 과학의 유의미한 변화의 근거가 될 것이다. 신뢰할 수 있는 자료는 과학적 주장의 진위를 판정할 수 있게 해준다. 새로운 실험 기술에 의해 누적된 자료는, 쿤(Thomas S. Kuhn)(1970)적인 의미에서 정상 과학(normal science)의 시기에는, 특정 과학 패러다임의 경험적 설명 영역을 확대하게 해준다. 또한 기존 과학 패러다임에 기초를 둔 과학 활동이 위기(crisis)를 맞은 상황에서는, 누적된 자료가 새로운 이론을 출현시키는 근거가 됨으로써 과학의 변화를 이끌 수 있다. 누적된 자료는 이때 변칙 사례(anomalies)로 기능하는 것이다. 정상 과학 시기에는 특정 패러다임을 완전히 받아들이고 의심하지 않는 상태에서 이론적 정교화와 실험적 정교화가 전개된다. 이러한 두 가지 정교화에 기초를 둘 때 신뢰할 수 있는 자료 선별이 발생할 수 있다. 그리고 이러한 신뢰할 수 있는 자료 선별의 누적적 발생은 받아들여진 특정 패러다임이 포괄할 수 있는 경험적 설명의 확대 영역을 보여 주는 것이다. 한편 위기의 도래 역시 신뢰할 수 있는 실험 자료의 존재에 의거한다. 실험적 정교화와 실험적 고도화에 기초를 두지 않은 실험 자료가 변칙 사례로 인정될 수는 없다. 합리적 실험 절차를 통해 얻은 실험 자료만이, 좀 더 줄여 말해, 적절한 선별을 통해 구한 자료만이 변칙 사례의 자격을 갖추게 된다. 이런 자료는 패러다임의 변경으로 이끌 수 있는 것이다.

반대로 임의적인 자료 선별은 객관성 확보와 거리가 먼 것이며 동시에

www.kci.go.kr

연구 윤리에 위배된다고 일반적으로 여겨진다. 하지만 이 상황은 우리의 직관과 다를 수 있다. 이 논문에서는 사례 연구를 통하여 합리적인 자료 선별과 그렇지 못한 자료 선별의 문제를 다루고자 한다. 이러한 논의를 통해 부적절한 자료 선별이 있었더라도 의외로 객관성은 유지되는 상황이 발생할 수 있음을 알게 될 것이다. 반면 자료 선별이 객관성에 영향을 못 미치더라도 과학 연구 윤리를 위배하는 상황이 동시에 일어날 수 있음도 인식하게 될 것이다. 이에 대한 면밀한 분석이 이 논문의 주요 부분을 차지하며, 이에 더하여 이러한 분석을 근거로, 과학자의 활동은 예외적인 경우를 제외하고는, 대체로 자료 선별에 대한 합리적 이유를 갖게 된다는 점을 논의할 것이다. 과학적 기만의 가능성이 상존함에도 불구하고, 실험 과학은 연구 윤리를 위배하지 않으면서 과학을 진전시킬 수 있는 방식을 발전시켜 왔음을 논의하고자 한다. 다음 절부터는 밀리컨(Robert A. Millikan)의 기름 방울(oil-drop) 실험을 분석함으로써 자료 선별과 연구 윤리 문제에 접근할 것이다. 1910년대 초반에 있었던 밀리컨의 기름 방울 실험은 전하의 양자화(量子化, quantization)를 확립한 실험으로 알려져 있다.[4)]

4. 전하의 양자화: 물질이 하전될 때 전자의 전하의 정수 배로만 하전

밀리컨의 기름 방울 실험은 하전되는 기름 방울이 갖는 전하 값을 구할 수 있도록 설계된 독특한 실험 도구를 채용한 실험이다. 여기서 이 실험이 이루어진 맥락을 살펴보기로 한다. 고전 전자기 이론에서는 하전 물질이 갖는 전하량에 일정한 제약이 있을 필요가 없었다. 원칙적으로 어떠한 전하량을 가져도 무방했던 것이다. 그러나 1900년대 초 이후로 하전되는 물질이 갖는 전하량을 놓고 상반되는 입장이 양립한다. 하나는

4) R. A. Millikan, 1913 “On the Elementary Electrical Charge and the Avogadro Constant”, *Physical Review,* 2, 109-43쪽.

하전될 경우 갖게 되는 전하량에 제약을 안 두는 입장이고, 다른 하나는 전하량이 갖는 값에 특정한 제약을 가하는 즉, 전하량을 양자화 하는 입장이다. 1910년 무렵 어떤 하전된 물질이 갖는 전하는 전자의 전하량의 ‘정수 배’에 해당하는 값으로 나타난다는 밀리컨의 입장으로 대표되는 견해와, 전자의 전하량의 ‘정수 배만이 아니라’ 전자의 전하보다 더 작은 여러 값을 지니는 전하를 가질 수 있다는 오스트리아 과학자 에렌하프트(Felix Ehrenhaft)의 주장으로 대표되는 견해가 대립하고 있었다. 밀리컨의 실험은 바로 전하의 양자화 가설이 이야기해주는 주장과 관련된 실험이다. 즉 밀리컨의 실험은 기름 방울이 하전될 경우 전자가 갖는 전하의 정수배로만 하전 된다는 가설을 입증하는 전하 값을 측정하려던 것이었다. 밀리컨의 이 실험은 과학철학에서 전통적으로 관심사가 되어온 ‘이론 정당화’ 상황과 깊은 관련이 있는 실험 사례에 속한다. 물론 이 경우 정당화될 이론은 기름 방울이 갖는 전하량은 특정 전하, 즉 전자가 지니는 전하의 정수 배로만 하전된다는 이론이다.

반면, 에렌하프트는 전자의 전하의 1/2, 1/5, 1/10, 1/100, 1/1000 등의 여러 값을 실험으로 얻은 바 있고 이와 같은 실험 자료를 근거로 밀리컨의 견해에 반대하고 있었다. 에렌하프트의 이런 주장이 있은 ‘후에’, 쿼크 이론(quark theory)이 나오면서, 전자가 갖는 전하의 정수 배가 아니라 특정한 유리수 배(1/3 또는 2/3)에 해당하는 전하를 갖는 쿼크라는 이론적 존재자(theoretical entities)가 자연계에 존재한다고 이야기되었다. 에렌하프트 이론을 쿼크 이론과 동일시 하기는 어렵다. 하지만 에렌하프트의 주장을 쿼크 이론의 일종의 전조였다고 볼 수는 있을 것이다. 에렌하프트의 이론과 밀리컨이 주장한 이론 간의 대립에 주목하는 것은, 이하의 논의를 파악하는 데 매우 중요하다.

5. 이론 정당화를 위한 실험: 개별 전하를 분리하는 실험 기법 수립

www.kci.go.kr

밀리컨은 전하의 기본 단위를 측정하는 데 많은 노력을 기울였다. 밀리컨의 1913년 실험은 특정한 실험 전통, 도구 전통을 수립했다고 할 수 있다. 밀리컨의 이 실험 이전에는 '개별' 전하를 분리시키는 방법이 알려지지 않았다. 어떤 공간에 존재하는 '전체' 전하량을 특정하고 그것을 부피나 몰(mole) 수와 연결 지어 전하 값의 '평균'을 알아내는 실험만이 존재하고 있었다. 밀리컨도 개별 전하를 가지고 하는 실험 방법을 그가 개발하기 이전에는 이런 유형의 실험을 해 왔다.

자신의 실험에 밀리컨이 기름 방울을 실험에 쓰기 전까지 이 유형의 실험에서는 '물 방울'을 써서 전하량을 측정하고 있었다. 그런데 물 방울은 분무기에서 떨어져 나온 후 2초 정도의 시간이 경과하면 사라져 버린다. 물 방울은 쉽게 증발되기 때문이다. 이 경우 전하를 갖게 된 물 방울의 운동을 제대로 측정할 수가 없다는 문제점이 있었다. 그래서 기름 방울을 실험에 채용하게 된다. 이것이 1909년의 일이다. 실험 물질, 즉 시료의 단순한 대체가 측정의 문제를 해결하는 데 큰 도움을 주었고, 결과적으로 전하의 기본량을 재는 데 결정적인 역할을 했다고 할 수 있다. 물 방울이 아니라 기름 방울을 쓴 이 대목은 전하를 분리시키는 도구를 만든 일 자체 못지않게 중요했다. 기름 방울은 X선을 쪼임으로써 하전된다. 실험 장치 한 쪽에 위치시킨 X선 발생 장치에서 나오는 X선은 기름 방울을 하전 시킨다. 기름 방울이 움직이는 양태와 속도에 대한 관찰은 실험 장치에 달린 현미경을 통해 이루어진다. 그리고 기름 방울의 속도는 전기장의 세기를 변화시켜주기도 하고 전원을 넣어주었다 끊어주었다 하는 방식으로 조절하게 된다.

위와 같은 밀리컨의 실험적 상황에서 전하량을 계산해내는 운동 방정식($m\ddot{x} = mg - K\dot{x} - e_nF$)이 있다.[5] 이 식은 하나의 기름 방울의 운동을

5) Allan Franklin, 1981 "Millikan's published and unpublished oil drops", *Historical Studies in the Physical Sciences,* 11, 185-201쪽, 186쪽. 이 방정식은 밀리컨은 실험 상황에서 기름 방울의 전하를 구하는 방법의 핵심을 담고 있는 방정식이다. 이 방정식은 몇 가지 다른 방식으로 표현될 수 있으나, 프랭클린의 서술을 따랐다. 다른 방식으로 표현하더라도, 그러한 표현이 담는 실험 상황 서술과 전하량을

기술하는 운동 방정식이다. 이때 mg는 중력이고 $K\dot{x}$는 점성력 혹은 부력이며 e_nF는 전기력이다. 부력의 운동 방향은 중력과 반대쪽을 향하며, 따라서 방정식에서 (-)를 갖게 된 것이다. e_nF는 전기장(F)을 걸어주었을 경우, 하전된 기름 방울이 받게 되는 전기력이고 부력과 마찬가지로 방향은 중력의 반대쪽이다. 여기서 $\ddot{x}$, $\dot{x}$은 각각 변위에 대한 2계 미분량(가속도)과 1계 미분량(속도)이다.

일정한 전기장을 걸어줄 경우, 기름 방울은 일정한 위치에서 정지한다. 이때 위의 운동 방정식에서 e_n을 계산하게 된다. 방울이 힘의 평형 상태에서 정지할 경우 $m\ddot{x} = 0$이 되고 이로부터 전하 값을 얻을 수가 있는 것이다. 밀리컨의 실험에서 기름 방울들이 갖는 전하량은 일정 전하의 정수배로 나타났다. 이 실험이 의해 얻은 이산적(離散的, discrete) 전하 분포는 매우 중요한 과학적 사실의 획득이다. 밀리컨은 다음과 같이 말하고 있다.

> 이 방법의 핵심적 특징은 공기 중에 있는 이온을 포획함으로써 어떤 주어진 방울의 전하를 반복적으로 변화시키고 그리하여 각각의 방울로 일련의 전하를 얻는 데 있다. 이들 전하는 모든 상황에서 바로 그 정확한 정수 배를 보여주었고—이것은 전하의 원자적 구조를 아주 직접적으로 입증해준 사실이다.(Millikan(1913), 109)

그의 실험에서 기름 방울에 X선을 쬐어 하전시키는 방법, 운동하는 기름 방울의 속도를 관찰, 측정하는 방법, 기름 방울이 떨어지는 속도를 재는 방법, 떨어지는 기름 방울에 전기장을 걸어 속도를 지연시키고 마침내 정지시키는 방법이 믿을 수 있는 자료 산출과 선별에 핵심적이다. 1913년 논문의 상당 부분은 이러한 요소에 대한 검토를 담고 있다.[6] 그

계산해내는 측면에서 근본적 차이는 없다고 할 수 있다. 프랭클린은 7절에서 논의하듯이, 밀리컨의 자료 누락이 알려진 후, 밀리컨의 실험 노트에 담긴 실험 값을 정밀하게 다시 계산한 학자이다.

6) 이런 요소 때문에, 7절에서 논의하듯이, 프랭클린은 밀리컨을 오차 배제 처리에 철저히 노력한 과학자로 치부한다.

www.kci.go.kr

밖에 이러한 실험적 상황에서 전하량을 계산해내는 위에서 보았던 운동 방정식($m\ddot{x} = mg - K\dot{x} - e_nE$)이 중요하다.

밀리컨은 기름 방울 실험 이외에도 여러 가지 실험에 종사했다. 초기에는 X선과 기체의 자유 팽창을 연구했다. 또한 그는 지금 다루고 있는 전하의 분리, 전하의 기본 단위 측정, 전하의 양자화에 대한 실험 이외에도, 플랑크(Planck) 상수 *h*의 값도 실험적으로 얻어냈다. 그리고 아인슈타인의 광양자 방정식의 실험적 입증을 위한 시도도 했다. 더 나중에는 우주선(cosmic rays)과 관련된 실험 등을 행했다. 밀리컨은 전하량의 기본 단위 측정과 광전 효과(*h* 측정)에 대한 공로로 1923년에 미국인으로서 두 번째로 노벨상을 받은 바 있다.

그의 이러한 두드러진 기여에도 불구하고 그의 기름 방울 실험이 1970년대 후반부터 과학철학과 과학사 영역에서 '부정적' 의미에서 관심을 끌게 된 맥락은 다음과 같다. 밀리컨으로 하여금 노벨상을 받게 해주었으며 그를 미국의 대표적인 과학자의 한 사람으로 인정받게 해준 밀리컨의 실험 결과에 모종의 이상이 있다는 견해가 홀튼(Gerald Holton)에 의해 1978년에 처음으로 제기되면서 심각한 문제가 발생하게 되었다.[7] 홀튼은 밀리컨이 그의 논문에서 얻은 모든 전하 값을 공개하지 않았음을 밝혀냈던 것이다.

6. 실험의 이론 편향성: 이론에 맞는 실험 값만 선별?

1913년에 밀리컨은 *e* 값의 측정에 관한 실험 결과를 발표한다. 그는 그가 제시한 58개의 기름 방울이 자신이 얻은 실험 자료의 전체이며, 이 기름 방울들이 보여준 결과는 전하의 기본 단위로서 전자의 전하량을 가정하게 한다고 다음과 같이 주장하고 있다.

7) Gerald Holton, 1978 "Subelectrons, Presuppositions, and The Millikan-Ehrenhaft Dispute", *Historical Studies in the Physical Sciences,* 9, 161-224쪽.

> 이것은 선별된 방울 집단이 아니라 연속된 60일 간에 실험된 모든 방울을 나타낸다는 점 역시 언급되어야 할 것이며, 이 시간 동안에 장치는 몇 번 분해되었으며 다시 조립되었다.[8](Millikan(1913), 138)

인용문에 나타나듯이, 밀리컨은 자신의 실험 결과가 선별된 기름 방울 값이 아니라 '모든' 실험 방울임을 강조하고 있다.

그런데 1978년에 이르러 이와 같은 밀리컨의 주장에 대해서 홀튼은 밀리컨이 그가 얻은 모든 실험값을 보고하지 않았다고 주장한다. 즉 밀리컨은 실험 값의 일부만 공개했다는 것이다. 홀튼은 밀리컨이 실험을 했다는 시기의 '실험 노트'를 조사하여 약 140 회의 기름 방울 실험이 있었음을 밝혀냈다. 밀리컨은 1913년 논문에서 58개의 기름 방울이 '전체' 자료라고 보고했으나, 수십 여 개의 기름 방울 실험 결과가 배제되었던 것이다. 여기서 중요한 질문은 '이와 같은 실험 결과의 배제 혹은 자료 선별이 정당한가의 여부'이다.

물론 홀튼의 견해는 밀리컨이 선별적으로 공개한 값은 그가 '지지하고자 하는 이론에 부합하는 것'이라는 주장이다. 당시에 밀리컨은 하전의 단위와 관련하여 오스트리아 빈 대학교의 에렌하프트와 논쟁을 벌이고 있었다. 에렌하프트는 전자의 전하가 전하의 기본 단위가 아니며 전자의 전하의 정수배가 아니라 유리수 배를 포함한 여러 값에 해당하는 전하를 갖는 물질이 있을 것으로 가정했다. 이러한 가정은 에렌하프트가 개념화한 '하위전자(또는 부전자)(subelectrons)'의 존재를 함축하는 것이다.

홀튼의 이러한 견해는 밀리컨과 에렌하프트의 논전이라는 구도를 중심으로 밀리컨의 자료 선별을 해석하는 입장을 취한다. 밀리컨의 자료 선별은 이 구도에 의해 강력하게 영향받았다는 것이다. 밀리컨은 전자의 전하를 하전의 기본 단위로 보았고, 에렌하프트는 전자의 전하의 1/2, 1/5, 1/10 등등에 해당하는 전하량을 갖는 물질의 존재를 가정했다. 에렌하프트의 입장은 물론 밀리컨의 견해에 반하는 것이다. 홀튼은 전자의

8) 강조는 밀리컨의 것이다. 원문에는 이탤릭체로 쓰여 있다.

www.kci.go.kr

전하를 하전의 기본 단위로 보는 관점이 실험 과정에 '선가정(presuppositions)'으로 작용하여 자료의 선별에 영향력을 행사했다고 주장한다. 다시 말하면, 밀리컨이 전자의 전하가 하전의 기본 단위라는 견해에 부합하는 자료가 아닌 자료는 '고의로' 누락했다는 것이다. 홀튼은 밀리컨 자신이 지지하려는 이론에 부합되는 자료만을 밀리컨이 차별적으로 선별하여 보고했다고 보고 있다. 이론이 실험 결과에 의해 시험되는 것이 아니라, 그 반대의 상황이 올 수도 있다는 입장이다. 이러한 입장은 패러다임(이론)의 우선성(priority)을 주장하고 모든 과학 활동이 패러다임의 강력한 영향력 하에서 진행된다고 보는 쿤의 과학관과 유사한 점이 있다.(Kuhn, 1970) 하지만 쿤은 연구 윤리 위배와 관련된 논의는 전혀 하지 않고 있다. 그는 정상적인 과학 연구 상황만을 염두에 두고 있으며, 이와 같은 정상적인 과학 연구 상황에서조차도 패러다임이 실험의 수행과 평가에 강력한 영향을 줄 수밖에 없다고 본다.

이러한 홀튼의 인식은 과학 활동의 복잡성을 지적한 매우 유익한 시각이다. 실험 결과가 이론의 수용과 거부를 판정하는 것이 아니라, 오히려 이론이 실험 결과의 배제와 누락에 영향을 미칠 수 있다는 관점이다. 여기서 후자의 상황이 발생한다면, 즉 이론이 실험 결과의 배제와 누락에 영향력을 행사한다면, 과학의 객관성이 침식될 수 있다.

7. 여러 가지 오차 가능성 배제 시도?

밀리컨의 실험 노트에 대한 홀튼의 연구 이후에, 프랭클린(Allan Franklin)은 별도로 조사하여, 홀튼의 연구 결과와 달리, 실험을 했던 기름 방울의 총 개수가 175개라고 1981년에 이야기한다.(Franklin(1981), 187) 프랭클린은 신중하게 밀리컨의 행위를 검토한다. 그는 밀리컨의 노트에 나온 실험 값을 '다시 계산했다'. 이렇게 해서 프랭클린은 밀리컨이 제시하지 않았던 실험 값은 제대로 얻은 실험 값이 아니었으며, 실험의 안정성을 확인하는 과정에서 얻은 값이 생략되었다고 주장하고 있다. 프

랭클린은 밀리컨이 기름 방울 실험과 관련된 여러 가지 오차의 성립 가능성을 배제하려 노력했다고 본다. 그리고 밀리컨이 제시하지 않은 전하 값은 바로 이러한 오차 배제 노력[9]과 일맥상통한다는 것이다. 프랭클린의 견해는 실험 장치의 안정성을 확인하기 위한 사전 시험 과정 등에서 얻은 값이 생략될 수 있다고 보는 입장이다. 즉 완전한 값이 아닌 결과를 보고하지 않은 것은 문제가 안 될 수가 있다는 것이다. 프랭클린은 연구 윤리의 측면보다는 객관성의 침식 문제에 신경을 쓰고 있다. 밀리컨이 자료 선별을 행한 것은 명백한 사실이나, 이것이 실험 결과의 객관성에는 심각한 영향을 주지 않았다는 것이다. 하지만 프랭클린도 밀리컨이 생략한 행위의 모든 부분이 정당화되는 것으로는 볼 수 없다고 덧붙인다. 프랭클린은 이 상황을 다음과 같이 언급하고 있다.

> 사실 상, 방울들이 선별되지 않았다는 그리고 그가 단지 한 가지 계산 방법을 사용했다는 그의 1913년 논문에 들어 있는 진술은 그러한 선별을 숨기기 위해서 고안되었던 것으로 보인다. 과학은 밀리컨의 경우에서와 같은 절차에 반대하기 위한 방호수단을 갖고 있으나, 그것은, 확실하지 못한 손놀림으로는, 불행한 결과를 쉽사리 낼 수가 있을 것이다. 복제(replication)는 이 같은 경우에 대한 안전 기제이다. *e* 값은 중요한 물리량이다. 그것은 많은 중요한 물리 상수—아보가드로(Avogadro) 수, 리드베리(Rydberg) 상수 등등—의 계산이나 결정에 사용되었다. 밀리컨의 측정에 대한 여러 가지 반복이 있었다. 하나의 중요한 물리량이 단 한 번에 측정되는 경우는 드물다. 밀리컨의 선별이 그가 측정한 *e* 값에 커다란 영향을 주었다면, 나중에 있은 측정과의 불일치가 확실하게 나타났을 것이다.[10]

위 인용문에서 프랭클린은 두 가지 이야기를 하고 있다. 첫째, 밀리컨

9) 오차가 배제된 실험 결과만이 과학적으로 유의미하다고 말할 수 있다. 실험 과정에서 오차 배제 문제는 실험과학의 철학에서 핵심적인 부분이다. 이와 관련된 논의로 이상원, 2009 현상과 도구 , 서울: 한울을 참조하면 좋다.

10) Allan Franklin, 2005 *No Easy Answers; Science and the Pursuit of Knowledge, Pittsburgh,* Pa.: University of Pittsburgh Press, 192쪽.

www.kci.go.kr

은 자료의 선별을 숨기고자 했다는 것이다. 밀리컨은 58 개의 기름 방울이 실험했던 기름 방울 전체라고 이야기했으나 이것이 사실이 아님이 드러났다. 그는 자료 선별을 은폐했던 것이다. 이 점에서 프랭클린은 홀튼과 동일한 견해에 도달하고 있다. 즉 은폐가 있었다는 점에 대해서는 홀튼과 프랭클린 둘 다 동의한다. 다만 홀튼은, 앞서 보았듯이, 시험되는 이론에 부합되는 자료만이 공개되고 나머지는 은폐됨으로써, 그 시험되는 이론에 의해 자료 선별이 영향받을 수 있었던 상황을 지적하고 있다. 둘째, e 값은 선별에 의해서 영향 받지 않았다. 프랭클린에 따르면, 밀리컨이 실험한 방울의 총 개수는 175 개였다. 그렇다면 상당수가 고의로 누락된 것이다. 하지만 이와 같은 많은 자료의 누락에도 불구하고, e 값의 평균에는 영향이 없었다는 것이 프랭클린의 주장이다. 누락이 있음에도 불구하고, 객관성이 침해된 경우는 아니라는 것이다. 객관성은 훼손되지 않았다는 것이다. 프랭클린은 은폐가 일어났으며 인정하지만, 이 은폐에도 불구하고, 자료의 평균 값에서는 변화가 없었으므로 밀리컨의 행위는 문제가 안 될 수 있다고 해석하고 있다. 그러나 이것은 잘못된 판단이다. 객관성이 침해되지 않았다고 해서 연구 윤리 위배의 문제에서 자동으로 면제되는 것이 아니기 때문이다. 이에 대해 9절에서 논의하기 앞서 홀튼과 프랭클린이 밀리컨의 자료의 성격과 누락을 실험 노트를 추적하여 논의한 작업의 의미와 성과를 음미해 보기로 한다.

8. 출간되지 않은 문서의 중요성: 실험 노트의 문제

과학 논문의 심사는 제출된 논문 원고를 검토하는 것으로 이루어진다. 실험실과 장비를 싸서 학술지 심사 위원에게 보내는 경우는 없을 것이다. 또한 실험 노트도 일반적으로 심사 위원에게 제출되지 않는다.

그런데 밀리컨의 1913년 논문에 대해서 홀튼이 문제를 삼을 수 있었던 것은 밀리컨의 1913년 논문에 실린 실험의 자료와 관련된 실험 노트가 발견되었기 때문이다. 캘리포니아 공대(California Institute of Technology)

의 문서고 안에 밀리컨이 남긴 문서를 담은 파일 박스가 존재했던 것이다. 이 실험 노트에는 밀리컨이 e 값을 계산하는 데 쓰인 자료가 포함되어 있으며, 시기적으로 1911년 10월 28일에서 1912년 4월 16일까지의 기록을 담고 있었다.(Holton(1978), 205) 홀튼과 프랭클린은 이러한 자료를 보고 자료의 배제에 관한 상황을 파악할 수 있었다. 그런데 실험 노트는 항상 보관되는 것이 아니다. 실험 노트가 없다면 실험자가 행한 보고의 성실성에 대해서 의심하기가 쉬울 것인가?

과학자의 연구 성실성을 파악하기 위해서 과학철학자는 과학자의 실험 노트까지 조사할 필요가 있을까? 물론 사망한 과학자에 대해서는 이런 조사가 일부 가능할 수도 있을 것이다. 그러나 일반적으로 이러한 조사를 행하기는 간단하지 않을 것으로 예견된다. 실험 노트 제출을 요청받은 과학자가 제출을 거부해도 그에 대한 대항 조치를 취하기가 쉽지 않을 것이다. 또한 실험 노트가 항상 남겨지는 것도 아니다. 실험 노트가 있거나 새로이 발견되면 의심이 가는 사례에 대한 조사가 가능하나, 남겨지지 않은 실험 노트를 조사할 방법이란 없다.

과학 연구의 과정에서 과학자가 남기는 글은 여러 가지다. 책, 논문, 초고, 실험 노트 등등. 위에서 한 논의 과정에서 나왔던 홀튼과 프랭클린의 연구는 이런 재료들을 어떻게, 어떤 수준에서 과학철학자들이 다루어야 할지에 대해서 일정한 자극을 주고 있다. 홀튼은 이 대목에 대하여 다음과 같이 이야기하고 있다.

> 메더워(Medawar)는 과학 활동에 관하여 연구하기 위해서는 실험실에서 살거나 이론가의 연구실에서 살거나 해야하며 수행되고 있는 작업을 관찰해야 한다고 제안한다. 메더워의 목표에 도달하기 위해서는 역사적인 문제를 다룰 때 역사가와 사회학자는 편지, 여타의 문서에 의해서 교차 확인된 자전적 기록, 훈련받은 역사가가 행한 구술사(口述史, oral history) 인터뷰, 과학적 회합에서 벌어지는 전투의 한 복판에서 발생하는 대화의 채록물, 그리고 무엇보다도 실험 노트—관념에 관한 사적인 투쟁의 그 모든 얼룩, 무인(拇印), 핏자국을 담고 있는 과학 행위에 직접적으로 뿌리를 내리고 있는 직접 입수한 문서

www.kci.go.kr

—처럼 남의 이목을 의식하지 않는 상태로 남겨진 증거를 정규적으로 활용해야 한다.(Holton(1978), 161)

출판된 책과 논문은 연구 윤리와 관계된 과학철학적 연구의 기본 재료라 할 수 있다. 하지만 출판된 책과 논문에 대한 분석만으로 이런 성격의 과학철학적 연구가 만족스럽지 못하게 되는 상황이 발생한다. 밀리컨의 1913년 논문의 경우에서처럼, 연구 성실성이 의심 받게 되는 상황이 나타날 수 있는 것이다. 이런 경우에는 출판된 책과 논문 이외에 책과 논문의 초고, 편지, 자전적 기록, 구술사 인터뷰, 대화 채록물, 특히 실험 노트 등을 연구 성실성을 판정하기 위한 자료로 삼을 필요가 있다. 홀튼과 프랭클린이 행한 작업이 이런 경우에 속한다. 인용문에서 볼 수 있는 홀튼의 지적은 과학철학과 과학사 연구, 특히 연구 윤리와 관련된 과학기술학적 연구를 향한 매우 중요한 이정표의 하나가 되고 있다.

9. 객관성을 해치지 않았으되 연구 윤리로 위배로 귀착된 자료 선별

자료의 선별은 과학의 객관성을 해칠 수도 있고 해치지 않을 수도 있다. 밀리컨의 경우는 자료의 배제가 있는 경우이다. 그 중 일부는 배제의 이유가 있었고, 일부는 배제의 이유가 확연하지 않았다. 실험 값은 대부분 통계 처리를 거쳐 제시되고 음미된다. 가장 일반적인 통계적 모형(statistical models)의 하나가 '평균'이다. 이 평균의 관점에서 볼 때, 자료의 일부를 배제하더라고 배제의 결과로 평균값에 큰 변화를 주지 않을 수 있다. 예를 들어 다음과 같은 가상적인 수치적 자료를 얻었다고 가정하기로 한다. 70, 71, 74, 75, 75, 77, 73, 44, 76, 73. 여기서 얼핏 보아 평균은 대략 75 부근에 있게 됨을 알 수 있다. 이 상황에서 두 개의 75 가운데 하나를 빼어도 평균에는 큰 영향을 주지 않을 것이다. 이런 경우 자료의 선별이 객관성을 훼손한다고 강력하게 주장하기는 어려운 상황이

된다. 하지만 이 값 중에 44를 빼면 평균에 좀 더 큰 영향을 줄 수 있다. 이 경우 44를 빼는 데 대한 합리적 이유가 있으면 빼도 되지만, 75라는 이론적 평균 값이 미리 있고 이 미리 있던 평균 값에 맞추기 위해 합리적 이유가 없이 44를 빼는 것은 객관성에 문제를 야기한다. 또한 일반적으로 대규모의 자료 선별은 과학의 객관성 추구에 대한 명백한 장애가 될 것이다. 44가 아니라 75를 빼더라도 빼는 데 대한 합리적 이유가 있어야 한다. 그렇지 않은 경우, 평균에는 영향을 미치지 않을지는 몰라도 연구 윤리에는 위배되는 상황이 발생할 수 있다.

위에서 이야기했듯이 자료의 선별이 객관성에 커다란 악 영향을 미치지 않을 수도 있다. 그렇다면 과학의 객관성과 윤리 위배가 항상 동시에 발생하는 것은 아님을 알게 된다. 이런 상황에서 객관성의 측면에서는 별 문제가 없을지라도, 윤리적으로 볼 때 큰 문제가 될 수 있음은 물론이다. 밀리컨은, 앞서의 인용문에서 보았듯이, 자신은 자신이 얻은 모든 실험 자료를 제시했다고 말했다. 그것도 이탤릭체를 사용하여 강조했던 것이다. 이것은 과학 윤리 측면에서 볼 때 명백한 잘못이다.

밀리컨의 행위가 객관성을 크게 훼손하지 않았더라도 그의 행위는 윤리적으로 비판받을 수 있다. 그의 실험에 대한 프랭클린의 세부적 조사는 밀리컨이 합리적으로 이해가 가능한 선별과 그렇지 못한 선별을 '함께' 저질렀음을 보여준다. 결과적으로 밀리컨의 실험 자료가 전하의 양자화를 보여주는 데서는 결정적인 파국을 맞지는 않았다. 즉 객관성의 측면에서는 심대한 타격을 받지 않았던 것이다. 그럼에도 불구하고 과학 윤리의 측면에서는 비난 받아야 마땅하다. 그는 윤리적으로 기만 행위를 한 것이기 때문이다.

밀리컨은 여러 가지 오차 배제 가능성을 충분히 염두에 둔 과학자였다고 보는 쪽에 프랭클린은 서 있다. 이러한 해석 가능성은 물론 받아들일 여지가 없는 것은 아니다. 밀리컨의 1913년 논문 내용의 상당 부분은 오차 배제와 관련한 내용으로 채워져 있기 때문이다. 프랭클린은 밀리컨의 실험에서 자료의 선별이 있었으나 객관성이 침해되지 않았으므로 연구

www.kci.go.kr

윤리 위배의 문제는 별 것이 아니라고 본다. 그러나 이것은 분명히 잘못된 판단이다. 객관성이 보존되는 상황이라고 해서 연구 윤리 위배라는 문제에서 자연스럽게 탈출하게 되는 것이 아니기 때문이다. 밀리컨의 실험 오차 배제 노력에서 불구하고, 자신이 측정한 방울 모두를 논문에 실었다고 밀리컨이 논문 내용에 명기한 것은 명백한 거짓이다.

홍성욱은 밀리컨의 실험 자세에 대해서 다음과 같이 평가하고 있다. "그의 취사 선택은 대부분 실험 내적인 이유에서 이루어졌고, 밀리컨은 이론을 따라 데이터를 '요리'한 사람이 아니라 처음부터 끝까지 실험에 충실했던 실험물리학자였던 것이다."(홍성욱, 2004, 43쪽) 이는 프랭클린의 해석과 유사한 입장으로 보인다. 하지만 이것은 공정한 평가로 보기 어렵다. 밀리컨은 자료의 배제에 대한 분명한 이유를 제시하지 않은 채, 배제를 하기도 했기 때문이다. 더구나 그는 다음과 같이 주장했다. "이것은 선별된 방울 집단이 아니라 연속된 60일 간에 실험된 모든 방울을 나타낸다는 점 역시 언급되어야 할 것이며, 이 시간 동안에 장치는 몇 번 분해되었으며 다시 조립되었다."[11](Millikan(1913), 138) 하지만 밀리컨은 그렇게 하지 않았다. 연구 윤리를 명백히 위배한 경우다.

이 상황을 연구 윤리 위배가 아니라고 주장할 수는 없을 것이다. 연구 윤리 위배의 정도 가운데 어디에 해당하느냐, 위배의 질적 수준을 논할 여지는 있지만, 그의 은폐 행위가 연구 윤리 위배가 아니라고 주장할 수는 없는 것이다. 주지하듯, 심각한 연구 윤리 위배 행위로는 위조(fabrication), 변조(falsification), 표절(plagiarism)이 존재한다.[12] 이른바 약어로 FFP로 논의되는 것들이다. 위조는 존재하지 않은 자료를 인위로 만들어내는 경우이고, 변조는 자료를 바꾸거나 생략하는 경우이며, 표절은 다른 이의 자료를 출처를 밝히지 않은 채 가져다 쓰는 경우라고 말할 수 있다. 밀리컨의 경우는 넓게 보아 변조의 경우에 해당되는 경우인 것

11) 강조는 밀리컨의 것이다. 원문에는 이탤릭체로 쓰여 있다.

12) 앞서 언급한 대로 이 논문은 연구 부정 행위의 일반적 유형을 다루는 데 목적을 두고 있지 않다. 연구 부정 행위의 기초적 구분에 대한 논의로는 최훈, 신중섭(2007)을 참조하면 좋다.

이다. 그는 자료를 생략하지 않았다고 그의 1913년 논문 안에서 명백히 이야기 했으나 이것은 전혀 사실이 아니기 때문이다.

10. 결론

실험 자료 선별에 관한 질문을 중심으로 과학의 객관성과 연구 윤리의 문제를 논의해 왔다. 과학은, 특히 근대 이후로, 사회와 문화의 중심적 부분이 되어 왔다. 과학 활동이 사회와 문화에 많은 영향을 미치고 있으며, 많은 자금이 과학 안으로 흘러들어 가고 있다. 그리고 과학 활동은 전문 직업화 된 지 오래이고 과학자의 수는 급격히 팽창해 왔다. 또한 과학 활동은 단순히 자연 탐구의 장이 아니라 동시에 인간 경쟁의 장이기도 하다. 이와 같은 상황 속에서 객관성 확보를 위한 기제 마련 작업과 동시에 과학 연구 부정행위도 가끔씩 있어 왔던 것이다.

실험 자료의 선별이 있다고 해서 과학의 객관성 붕괴와 연구 윤리의 위배가 항상 동시에 일어나는 것은 아님을 보았다. 밀리컨의 1913년 기름 방울 실험에서 연구 부정 행위는 있었다. 밀리컨은 자신이 실험한 기름 방울 모두를 보고한다고 1913년 논문에 명기했으나, 그것은 사실이 아니었다. 이는 변조에 속한다고 말할 수 있다. 하지만 프랭클린의 연구가 보여주듯이, 생략된 혹은 누락된 기름 방울이 전자의 전하의 평균 값에 큰 영향을 미치지는 못했음을 알 수 있었다. 즉, 프랭클린의 입장에 따르면, 밀리컨의 1913년 논문이 객관성의 측면에서 문제를 발생시켰다고 보기는 어렵다는 점을 인지할 수 있다. 그렇지만 프랭클린의 이러한 해석에도 불구하고, 밀리컨의 경우는 연구 윤리를 명백히 위반한 경우로 결론 내리지 않을 수 없다.

밀리컨은, 7절에서 보았듯이, 자신의 자료 선별 과정에서 대체로 합리적인 태도를 보여주었다고 평가할 수 있을 것이다. 그러나 그의 자료 선별이 모두 투명했던 것은 아니었다. 이와 같은 논란에서 볼 수 있듯이 일급 과학자의 과학 활동에서도 과학의 윤리가 항상 방어되는 것은 아님

www.kci.go.kr

을 감지할 수 있다. 저명 과학자의 과학적 업적에서도 과학 연구 부정 행위가 존재할 수 있는 것이다. 밀리컨의 실험 자료에 이상한 점이 있었음을 알 수 있었던 것은 홀튼과 같은 학자의 면밀한 탐구 때문이었다. 홀튼은 밀리컨의 자료 선별을 놓고 이를 이론이 실험 자료에 의해 평가되는 상황보다는, 오히려 자료가 이론에 부합되지 않은 경우 그 자료가 누락될 수도 있는 상황과 연결 지었다. 이는 실험 과정에서 발생할 수 있는 이론 편향성에 대한 주목이다. 또한 자료 누락에 대한 확인이 출간된 논문 등을 포함하는 최종 인쇄물에 대한 면밀한 검토만으로 충분히 이루어질 수 없는 경우도 존재함을 지적했다. 홀튼은 실험 자료의 누락 여부에 대한 확인 과정에서 논문 작성 과정에서 존재했던 여타의 문서를 추적할 필요가 있음을 주장했다. 자료 누락의 문제만이 아니라 나아가 과학 활동 일반에 대한 적절한 철학적 탐구는 책과 논문의 최종 출판물에 국한될 경우 성공적이지 못 할 수가 있다. 홀튼이 지적하듯이, 실험 노트나 대화 채록물과 같은 주로 공개되지 않는 문서를 추적함으로써 논문과 책에 대한 탐구를 보완할 수 있고, 어떤 경우는 논문과 책을 대상으로 이루어지는 연구의 한계를 극복할 수 있다.

프랭클린은 밀리컨이 자료 누락을 한 점을 인정함에도 불구하고, 밀리컨의 누락 행위는 심각한 것으로 보지 않은 입장에 있다. 그러나 프랭클린의 이 입장은 필자에 의해 앞서 부정되었다. 밀리컨이 논문 안에 적시한 내용과 이러한 누락은 양립 할 수 없는 것이다. 밀리컨은 거짓말을 했다. 즉 밀리컨은 부정행위를 저질렀다. 하지만 프랭클린의 연구는 밀리컨의 경우를 실험의 오차 배제 노력, 실험 값에 대한 엄밀한 재계산의 문제와 연결지어 실험 과학의 성격과 의미를 밝혀주는 작업을 한 데서 커다란 의미가 있다. 홀튼과 프랭클린의 연구는 과학에 대한 철학적, 역사적 분석이지만 이와 같은 연구는 학문의 여타 영역에 관해서도 시사하는 바가 있을 것이다.

위에서 살펴 보았듯이 밀리컨은 기름 방울이 하전될 때 특정 전하의 정수 배로만 하전된다는 혁신적인 이론적 주장을 입증한 실험을 해 낸

과학자였다. 또한 기름 방울의 '전체' 또는 '집단'이 아니라 '개별' 기름 방울의 하전량을 측정하는 실험 도구와 실험 전통을 확립한 훌륭한 과학자였다. 이런 정상급 과학자도 과학 윤리를 위배할 수 있음을 우리는 보았다. 하지만 연구 윤리 위배를 둘러싼 이런 논란이 있다고 해서 과학의 객관성을 간단히 의심해버리고 넘어가기는 어려운 일이다. 실험 과학자는 여러 가지 경로로 실험적 현상의 안정성을 확인하려 하고 실험과 관련된 제반 오차를 회피하고자 한다. 과학적 비행이 과학계에서 간혹 저질러짐에도 불구하고, 과학문화에 대한 신뢰를 쉽게 버려서는 안 되는 것이다. 또한 과학문화를 올바로 이해하기 위해서는 실험적 절차와 같은 구체적인 과학 내용을 이해하려는 노력을 게을리 해서는 안 된다는 점을 강조하고자 한다. 홀튼과 프랭클린은 과학사 연구와 과학철학 연구를 행한 이들이다. 그리고 그 이전에 그들은 과학자이다. 해당 과학 내용을 비교적 잘 이해하고 있는 상태에서 밀리컨의 실험 내용을 분석했던 것이다. 이러한 경우에는 과학의 진행과 성격을 파악하는 데에 큰 문제가 없다. 따라서 과학 윤리와 관련된 문제를 제기해도 별 다른 문제를 일으키지 않을 수 있다. 하지만 과학 내용을 잘 모르는 이가 과학 내용에 대한 적절한 이해 없이 윤리의 문제를 제기할 때는 심각한 문제를 야기할 수도 있다. 과학 부정행위가 존재한다고 해서 과학의 전부를 의심할 필요는 없을 것이다. 우리는 과학에 대한 우리의 의심 영역을 제한할 필요가 있다.

(숙명여자대학교)

www.kci.go.kr

참고문헌

이상원, 2009『현상과 도구』, 서울: 한울.

이상욱, 2006「과학연구 부정행위: 그 철학적 경계」,『자연과학』(서울대학교 자연과학대학), 20호, 96-107.

최훈, 신중섭, 2007「연구 부정행위와 연구 규범」,『과학철학』 103-126.

하인리히 찬클, 2006『과학의 사기꾼』, 도복선 옮김, 서울: 시아출판사.

호레이스 F. 저드슨, 2006『엄청난 배신』, 이한음 옮김, 서울: 전파과학사.

홍성욱, 2004『과학은 얼마나』, 서울: 서울대학교출판부.

Broad, W. J. and N. Wade, 1982 *Betrayers of the Truth,* Simon & Schuster. [김동광 옮김, 2007『진실을 배반한 과학자들』, 서울: 미래 M&B.]

Franklin, Allan, 1981 “Millikan's published and unpublished oil drops”, *Historical Studies in the Physical Sciences,* 11, 185-201.

Franklin, Allan, 2005 *No Easy Answers; Science and the Pursuit of Knowledge,* Pittsburgh, Pa.: University of Pittsburgh Press.

Holton, Gerald, 1978 “Subelectrons, Presuppositions, and The Millikan-Ehrenhaft Dispute”, *Historical Studies in the Physical Sciences,* 9, 161-224.

Kuhn, Thomas S., 1970 *The Structure of Scientific Revolutions,* Chicago: University of Chicago Press. 2nd ed.[김명자 옮김, 1995『과학혁명의 구조』, 서울: 동아출판사.]

Millikan, R. A., 1913 “On the Elementary Electrical Charge and the Avogadro Constant”, *Physical Review,* 2, 109-43.

Resnik, David B. 1998 *The Ethics of Science: An Introduction,* London: Routledge.

Shamoo, Adil E. and David B. Resnik, 2002 *Responsible Conduct of Research,* New York: Oxford University Press.

Data Selection and Objectivity

Sang-won Lee

I will argue on the possibility of erosion of scientific objectivity by data selection. It will be treated some problems for research ethics in the course of this argument also. Reasonable data selection might not corrode objectivity. Instead, if empirically significant data are selected or excluded with inadequate reasons, it will do harm objectivity. Though there are selections of experimental data, not always will occur both corrosion of objectivity and violation of research ethics together. By chasing laboratory notebooks, transcripts of conversation and so on, one could supplement researches on published books and articles. Even though there are possibilities for scientific fraud, experimental science mainly has made ways for developing science without violating research ethics.

Key Words: Data Selection, Objectivity, Research Ethics, Laboratory Notebooks, Scientific Misconduct

이상원 e-mail: slee@sm.ac.kr

투 고 일	2010년 09월 28일
심 사 일	2010년 10월 20일
게재확정	2010년 11월 10일

www.kci.go.kr