

◇ 서 평

John W. Servos, *Physical Chemistry from Ostwald to Pauling:
The Making of a Science in America*
(Princeton : Princeton University Press, 1990)

송 성 수

서울대 대학원 과학사 및 과학철학 협동과정

이 책은 John W. Servos의 지속적인 연구가 이루어낸 결정판이다.¹⁾ 그는 이 책에서 수많은 1차사료를 바탕으로 물리화학이라는 학문분야(discipline)가 미국사회에서 정착되는 과정을 검토하였다. 우선 그는 각종 통계자료를 작성하여 1920년대 쯤에는 미국에서 물리화학이 정착하였고 더 나아가 미국이 물리화학의 세계적인 중심지로 부상하였음을 지적하였다. 예를 들어 *Journal of American Chemical Society*에 실린 논문들 중에서 물리화학에 관한 것은 1894-1898년에 5%에 불과하였던 것이 1924-1926년에는 27%로 증가하였고, 물리화학으로 박사학위를 받은 사람이 소속된 기관이 물리화학의 탄생지였던 독일에서는 1908년에 23곳이었던 것이 1926년에는 4곳으로 줄어든 반면 미국에서는 38곳에서 78곳으로 늘어났던 것이다. 여기서 Servos는 “그렇다면 어떤 과정을 통해서 미국 사회에서 물리화학이 팽창하였는가?”라는 질문을 제기하였다.

이 질문에 답하기 위하여 Servos는 어떤 학문분야가 최초로 성립하는 경우에는 개인의 역할이 중요하다고 전제한 후에, Wilhelm Ostwald의 제자였던 Arthur A. Noyes, Wilder D. Bancroft, Gilbert N. Lewis의 활동을 추적하였다. MIT의 Noyes는 1903년에 화학과와는 별도로 물리화학연구소(RLPC : Research Laboratory of Physical Chemistry)를 설립하고 Lewis를 비롯한 여러 물리화학자들을 연구원으로 삼았다. Noyes 그룹은 1900년대에 강전해질 용액에서의 異常현상, 즉 강전해질에서는 Ostwald의 희석률이 적용되지 않는 현상을 설명하는데 관심을 기울였다. 그 과정에서 Noyes 그룹은 분자에 관한 운동학적 가정에 주의를 기울였고 결국 화학결합의 차이로 문제를 해결하였다. 여기서 Servos는 Lewis의 원자가에 관한 이론이 화학적 친화도와 같은 전통적인 문제가 아니라 Noyes의 강전해질에 관한 관심에서 비롯되었음을 강조함으로써, 전통적인 화학자가 아니라 물리화학자가 분자구조의 문제를 설명하는 데 선두에 섰다는 점과 용액에 관심이 많았던 Noyes와 열역학에 관심이 많았던 Lewis의 공존이 가능했다

1) "Physical Chemistry in America, 1890-1933" (Ph.D. diss., Johns Hopkins University, 1979); "The Industrial Relations of Science : Chemical Engineering at MIT, 1900-1933", *Isis* 71(1980), 531-549; "A Disciplinary Program That Failed : Wilder D. Bancroft and *Journal of Physical Chemistry*, 1896-1933", *Isis* 73(1982), 207-232; "G.N. Lewis : The Disciplinary Setting", *Journal of Chemical Education* 61(1984), 5-10; "To Explore the Borderland : The Foundation of the Geophysical Laboratory of the Carnegie Institution of Washington", *Historical Studies in the Physical Sciences* 14(1984), 147-185.

는 점을 설명하였다.

Servos에 의하면, RLPC의 인력과 프로그램은 이후에 다른 대학에서 물리화학이 정착하는데 모범으로 작용했다. Lewis는 1912년에 Berkeley로 자리를 옮긴 후 열역학, 용액의 행동, 분자구조, 화학결합과 같은 주제들에 중점을 두면서 Berkeley 화학과를 물리화학의 중심지로 만들었다. 또한 Noyes는 1920년에 Caltech으로 자리를 옮긴 후 RLPC의 프로그램을 모방하여 Gates Chemical Laboratory를 설립, 운영하였고, 곧 Caltech은 물리학과 화학의 중심지로 부상하였다. 한편 Berkeley와 Caltech에서 행해진 연구는 물리화학에서 다루는 주제의 우선 순위가 바뀌었음을 보여준다. Lewis의 연구와 Servos가 “Noyes의 가장 위대한 발견”이라고 칭한 Linus C. Pauling의 연구는 원자, 분자, 결정의 구조를 이론적으로 해명하는 데 초점이 주어졌는데, 이에 따라 물질의 구조를 해명하는 것이 물리화학의 목표가 되고 용액은 그 목표에 접근할 수 있는 수단으로 되었던 것이다. Servos는 이러한 현상을 “물리화학에서 화학물리(chemical physics)로[의 전환]”이라고 표현하였는데, 이는 1932년에 Bancroft가 *Journal of Physical Chemistry*의 편집인 자리에서 쫓겨나고 1933년에 *Journal of Chemical Physics*가 창간되는 것으로 상징되었다.

이상과 같은 성공적인 프로그램 이외에 Servos는 실패했던 프로그램에도 주의를 기울였다. 여기서 그는 Noyes와 Cornell에 있었던 Bancroft의 지적 전략과 제도적 전략을 대비시켰다. Noyes가 용액의 성질을 정량적으로 분석하는 데 중점을 두고 이론물리학에 많은 관심을 표명하여 결국 물질의 구조를 해명하는 프로그램의 기초를 닦았던 반면, Bancroft는 분자에 관한 운동학적 가정이나 수학의 사용을 거부하였다. Bancroft는 물질의 상태를 정성적으로 분류하는 phase rule을 연구하다가 그 한계가 분명해졌는 데도 계속해서 이론물리학의 최신 성과에 눈을 감았고 콜로이드 화학으로 주제를 바꾸어 단백질의 분자적 구조에 반대하였다. 또한 Noyes는 실용적인 목적에 화학이 종속되는 것을 반대하여 연구능력을 갖춘 학자들을 많이 양성했던 반면, Bancroft는 물리화학의 즉각적인 산업적 응용을 강조하여 그의 제자들은 금속학, 화학공학, 실용화학에 몰두하였다. 결국 Bancroft의 학문적 운명은 자신이 창간했던 *Journal of Physical Chemistry*의 편집인 자리에서 쫓겨나는 것으로 끝을 맺었다. 이처럼 Servos는 물리화학의 두 가지 프로그램을 제시함으로써 물리화학이 미리 정해진 단일한 경로로 제도화되는 것이 아니라 프로그램을 운영하는 사람의 전략에 따라 달라질 수 있다는 것을 보여준 셈이다. 이러한 점은 Servos가 학문분야의 성격을 규정하는 데에도 잘 드러나는데, 그는 학문분야가 일종의 doctrine이 아니라 그 분야를 연구하는 사람들이 구성한 문제, 방법, 제도의 집합체로 파악하였다.

이처럼 Servos는 미국에서 물리화학이 제도화되는 과정을 검토하면서 관련된 개인의 역할을 강조하였지만, 그것이 가능했던 외부적인 배경에도 주의를 기울였다. 이와 관련하여 그가 특히 강조했던 것은 세기 전환기의 미국에서 엔지니어나 의사 지망생들에게 기초적인 화학을 가르칠 수 있는 화학자에 대한 수요가 증가했다는 점이다. 이에 따라 물리화학자들도 일반화학, 분석화학, 무기화학 등의 과목을 가르쳐야 했는데, 그들은 이러한 상황을 다른 화학자들보다도 기꺼이 수용함으로써 학계에 자리를 잡았고 그 후에는 자신의 전문적인 연구를 수행하였다. 물리화학자들은 주어진 기회를 적절히 활용하여 훌륭한 성과를 거두었던 것이다. 그러나 Servos는 물리화학자가 아닌 다른 분야의 화학자들이 어떻게 대처하였는가를 충분히 다루지 않았고, 이에 따라 물리화학자들의 대응양식이 어느 정도 특별한 것이었는지는 분명하지 않은 채로 남아 있다.²¹⁾

Servos가 다루고 있는 또 다른 배경은 산업체와 재단의 역할이다. 당시 미국의 재단은 새로운

학문분야에 지원을 많이 하는 경향이 있었는데, Servos는 카네기 재단이 1902-1916년 동안 화학에 지원했던 금액의 85%가 물리화학에 투입되었다고 지적하였다. 산업체의 역할에 관하여 그는 산업체 연구소가 화학자들에게 고용과 연구의 기회를 제공했다는 점을 들면서 1921년에 산업적 연구에 참여했던 사람의 1/3이 화학자였음을 지적하였다. 그러나 그는 산업적 연구와 화학의 관련을 일반적으로 설명할 뿐, 산업적 연구가 물리화학의 발전에 구체적으로 어떻게 기여했는지는 보여주지 못했다. 오히려 Servos는 대학이 산업적 연구에 어떤 전략을 취해야 할 것인가에 더 많은 관심을 기울였다. 이러한 점은 MIT와 Caltech의 비교에서 잘 드러난다. MIT는 William H. Walker의 노선에 입각하여 산업체의 요구와 직결되는 교육을 중시하였고 개별 산업체와의 계약도 서슴치 않았던 반면, Caltech은 기초과학의 원리나 문제해결을 위한 방법론을 강조하였고 개별 산업체와의 계약은 止揚하였다. MIT의 프로그램은 1차대전과 그 직후에는 성공하였지만 1920년대 이후에는 MIT는 실패하고 Caltech이 성공하였는데, 이는 평상시의 산업계가 필요로 하는 화학자는 세부적인 몇가지 문제를 해결할 수 있는 사람이 아니라 다양한 문제에 대처할 수 있는 능력을 갖춘 사람이고, 산학협동을 추구할 때에도 대학의 연구활동이 산업계의 상황에 좌우되지 않아야 함을 암시하는 것이다.³⁾

Servos는 이 책에서 물리화학이 미국에서 제도적으로 정착하는 과정을 다루었을 뿐만 아니라 화학사나 제도사에 관해서도 많이 서술하였다. 특히 1, 2, 5장에는 물리화학의 역사를 전공하지 않는 사람들도 읽어볼 만한 여러가지 사실이 포함되어 있다. 즉 1장에는 18세기와 19세기 전반의 화학의 상황과 물리화학의 선구자인 Ostwald, Jacobus H. van't Hoff, Svante Arrhenius의 업적이, 2장에는 독일과 미국의 비교나 당시 미국 대학의 상황이, 5장에는 다른 학문과 물리화학의 관계나 산업적 연구의 상황이 훌륭하게 설명되어 있다. Servos는 학문분야에 초점을 둬으로써 과학의 내용뿐만 아니라 외부적인 배경까지 충실하게 다루었던 것이다. 또한 이 책이 취하고 있는 서술방법에도 주목할 필요가 있다. Servos는 통계자료에 근거하여 자신이 다룬 문제가 무엇인가를 독자가 분명하게 인식하도록 하였다. 그리고 그는 문제를 제기하고 이에 대한 해답을 제시하는 문제풀이의 방식으로 책을 서술함으로써 훨씬 재미있는 역사 서술의 방법을 보여주었다. 한 서평자가 이 책을 “놀라운 책”이라 할 만큼, 이 책에 나타난 연구범위나 서술방법은 과학사를 연구하는 사람들에게 하나의 귀감이 될 수 있을 것이다.⁴⁾

그러나 이 책이 모든 문제를 완벽하게 해결하고 있지는 않다. 특히 이 책에서는 Servos 자신이 연구한 부분과 다른 사람의 연구를 재구성한 부분 사이를 연결하는 고리가 부족한 면이 보인다. 앞서 지적했듯이 산업적 연구는 너무 일반적으로 설명되어 있기 때문에 물리화학의 성장과 어떤 관련을 갖는지가 명확하지 않다. 또한 대학의 상황을 설명하면서도 물리화학의 비중을 언급

2) Servos는 미국 화학사의 연구동향을 설명하는 글에서 물리화학과 유기화학의 제도화 과정을 비교하는 것이 중요하다고 지적한 바 있다. “History of Chemistry”, *Osiris*, 2nd series, 1(1985), 139.

3) 1921년에 대학 운영위원회는 Walker를 그 자신이 설립, 운영했던 응용화학실험연구소(Research Laboratory of Applied Chemistry)에서 퇴임시켰는데, 이 때 운영위원회는, 산업체에 의해 연구과제가 제한되고 규제를 받았다는 점, 산업체가 자신의 이익을 위하여 연구결과의 학술지 게재를 방해하였다는 점, 매년 계약을 갱신하는 데 행정상의 부담이 가중되었다는 점 등을 거론하면서, 아예 산업적 연구를 하려면 보다 보수가 좋은 산업체 연구소에 근무하지 응용화학실험연구소에 있을 필요가 없다고 덧붙였다. Servos, “The Industrial Relations of Science”, 540-542.

4) Mary Jo Nye, “Review of *Physical Chemistry from Ostwald to Pauling*”, *Isis* 82(1991), 771-772.

하는 정도에 그쳐, 이 책에서 많은 관심이 주어진 MIT와 Caltech의 경우에, 공과대학으로 출발한 두 대학이 어떤 이유에서 물리화학에 지원을 강화했는지가 충분히 고려되지 않고 있다. 이러한 점은 Servos가 자신이 대답할 수 있는 문제만을 제기하고 대답함으로써 역사학적으로 의미있는 문제제기를 놓쳐버릴 가능성이 있다는 것을 암시한다.