

SD 시뮬레이션 결과에 대한 분석가의 자신감(confidence)에 관한 연구*

Analyzer's Confidence on Simulation Results

배 득 종**

Bae, Deuk-Jong**

Abstract

Analyzers adopt a variety of techniques in analyzing public policy. Based on the results of exploration, they explain problems and suggest prescriptions such as policy alternatives. By doing so, however, they have different degree of confidence in their own results according to what techniques they adopt.

This study explores whether system dynamics approach gives analyzers more confidence on their own simulation results than other approaches do. This study designed an experiment. Three research teams are organized. Each of them applies different analytic techniques on the same policy issue, i.e., introduction of transportation tax.

It finds that researchers using S.D. simulation technique are most confident on what they predict, while researchers adopting survey techniques show moderate degree of confidence on their results. Researchers using regression are least confident.

Keywords: 분석기법비교, 자신감, 신임도, 주행세

(analytic techniques, confidence, transportation tax)

* 본 연구는 지역발전연구(1996)의 프로시딩을 수정, 보완하여 이루어졌음.

**연세대학교 정경대학 행정학과 교수(qprqpr@hanmail.net)

I. 서론

시스템다이내믹스가 활용되는 분야들 중 빼 놓을 수 없는 것이 정부의 정책분석이다. 어떤 정책을 수립하기 이전이나 이후에 시스템다이내믹스에 기초한 시뮬레이션을 수행하면 다음과 같은 효과가 있다: 1)문제발생요인의 파악, 2)장기적인 전망, 3)특정한 정책 도입에 따른 효과 분석, 그리고 4) 다양한 정책 대안들의 장단점 비교 등.

그런데 시뮬레이션이란 어디까지나 현실에 대한 모사(模寫)이기 때문에 어느 정도 현실과의 괴리가 있는 것이 불가피하다. 이러한 괴리는 시뮬레이션 분석 뿐 아니라 다른 분석에서도 발생하는 것이지만, 시스템다이내믹스 시뮬레이션 기법은 다른 기법에 비하여 모사 상황을 더욱 더 명확하게 보여주기 때문에, 현실과의 괴리에서 오는 비현실감도 그 만큼 더 클 수 있다.

본 연구는 SD 방법론을 채택하는 정책분석가들이 과연 자신의 시뮬레이션 결과에 대하여 얼마나 자신감(confidence)을 갖게 되는가를 탐구한다. 정책 시뮬레이션 결과에 대한 정책분석가의 신임도(confidence) 여부는 실질적인 정책결정에 큰 영향을 미칠 수 있다.¹⁾ 정책 형성 과정과 절차는 매우 복잡할 뿐 아니라 경우에 따라서는 정책결정자들을 집중적으로 설득시키는 과정을 거쳐야 한다. 이 때 정책분석가 자신이 자신의 시뮬레이션 결과에 대해 본인 스스로 신임을 하지 않는다면, 정책분석가가 타인을 적극적으로 설득하려는 동기를 갖지 못하게 될 것이다.

사전적(ex ante, 事前的) 분석이 사후적(ex post, 事後的) 결과와 차이가 날 수 밖에 없지만, 어떤 연구자들은 자신의 분석결과 및 예측상황에 대하여 상당한 정도로 믿음을 갖는 반면, 다수의 연구자들은 본인 스스로 자신이 분석한 예측을 믿는 믿음이 적은 것을 볼 수 있다. 본 연구는 시스템다이내믹스 분석기법을 채택한 분석가가 다른 분석기법을 채택한 분석가에 비하여 얼마나 더(또는 덜) 미래의 시뮬레이션 결과에 대하여 신임을 하고 있는지 비교평가 하고자 한다.

II. 문제 상황

정부가 만약 주행세를 도입(또는 인상)이라는 정책을 시행한다면, 도로교통의 통행속도

1) 여기서 자신감과 신임도 및 신뢰도는 모두 confidence의 동의어로 사용한다.

가 빨라질 것인가? 이 문제에 대한 접근 방법은 크게 규범적(ought to be)인 것과 실증적(to be)인 것이 있다.

규범적인 접근법은, 다른 요인이 동일하다면(*ceteris paribus*), 주행세로 인하여 교통비용이 증가하면, 이는 교통수요의 감소시켜 결국 통행속도를 향상시킬 것이라고 추론하는 것이다. 그리고 이런 추론에 근거하여 주행세의 도입 또는 인상의 타당성을 주장하게 된다.

이에 비하여 실증적인 접근법은 주행세 제도에 따라 교통량과 속도가 어떻게 변하는지 “추론”이 아니고, 실제 데이터를 가지고 “계량분석”을 해보자는 입장을 취한다. 주행세의 도입 및 인상은 교통수요의 감소라는 한 가지 효과 뿐 아니라 다른 부수적인 효과들도 유발시킬 수 있기 때문에 이들을 모두 감안하여 정책을 시뮬레이션 하자는 입장이기도 하다. 실증적 접근법에는 다양한 방법론이 적용될 수 있는데, 여기서는 다음 세 가지만 고려한다. 그것은 이 세 가지 기법이 가장 많이 사용되고, 또 대부분의 분석기법들이 직, 간접적으로 이들로부터 파생되어 나왔기 때문이다.

첫 번째 실증적 분석기법은 경제통계학(econometrics) 등에서 많이 채택하는 회귀분석이다. 두 번째 방법은, 주행세의 도입과 인상에 대한 자동차 운전자들의 태도에 관한 설문조사이다. 즉, 주행세가 도입 또는 인상된다면 자동차 운전자들은 어떻게 영향을 받아 어떤 반응을 보일 것인지 의견을 물어보는 것이다. 이런 의견조사의 결과에 기초하여, 해당 정책 대안이 가져올 결과를 추정하자는 것이다. 세 번째 실증적 분석기법은 시스템다이내믹스와 같이 가상상황에 따른 시뮬레이션을 적용하는 방법이다.

자동차 운행은 물리적(physical)인 요인과 심리적(psychological) 요인들이 복합되어 있다. 그런데 앞에서 언급한 규범적 접근과 설문조사 방법론은 다분히 심리적 요인에 초점을 둔 분석이다. 이에 비해 경제통계학적 분석(회귀분석)은 물질적 요인의 분석에 주된 초점을 맞춘다. 그런 한편, 시스템다이내믹스 접근법은 교통통행체계의 물리적, 심리적 구성요소들을 파악한 수, 이들 간의 상호작용의 방향과 강도, 그리고 다른 무엇보다도 정교한 피드백 관계를 설정한다. 이러한 교통통행시스템에 주행세라는 충격이 왔을 때 교통통행체계에 미치는 변화, 즉 통행속도의 변화를 모의 예측하는 것이 시스템다이내믹스에 기초한 시뮬레이션 방법이다.

본 연구의 문제는 시뮬레이션 분석수행자가 자신의 분석결과에 대하여 얼마나 신임도를 갖고 있는가 하는 점을 밝히는 것이다. 시뮬레이션을 하다 보면, 관련 자료가 부족하든지 아니면 존재하지 않는 경우가 있다. 이럴 경우 분석가는 가정 또는 시나리오를 상정하여, 변수 값을 입력해야 하는 경우가 있는데, 이것이 시뮬레이션 결과에 대한 자기 불신을 초래할 수 있기 때문이다.

분석가가 시뮬레이션 결과에 대하여 얼마나 신임하는가 하는 문제는 1)직접 분석가에게

면접조사 또는 설문조사를 하여 파악할 수도 있다. 그러나 이와 달리 2)분석가가 여러 가지 기법을 사용한 후 각 기법별로 도출된 결과에 대하여 분석가가 신임하는 정도가 어느 정도 차이가 나는지 비교측정하는 것도 유효한 접근법이 되겠다. 본 연구는 후자의 접근법을 채택하여 분석자 본인이 예측 결과에 대하여 어떠한 신뢰감을 갖는지 탐구하고자 한다.

Ⅲ. 실험 상황

앞에서 언급한 후자의 접근법, 즉 서로 다른 세 가지 방법론을 적용하여 그 중에서 어떤 방법론이 분석가로 하여금 가장 신임 하는지 파악하려면 일종의 실험이 필요하다. 이 실험에는 1)한 사람이 세 가지 다른 방법으로 각각 분석을 하여, 그것에 따른 신임도를 비교측정하는 실험설계가 있을 수 있고, 이와 달리 2)여러 명의 분석자들이 각각 다른 방법으로 분석한 후, 집단내 신임도의 정도차이를 규명하는 실험설계가 있을 수 있다.

본 연구는 후자의 설계를 채택하는데, 그 이유는 실험의 효율성 때문이다. 즉, 한 사람의 신뢰성에 대한 의견을 일반화할 수는 없다. 따라서 여러 명의 의견을 취합하여야 한다. 그런데 각 자가 세 가지 기법으로 분석을 해야 한다면, 전체적인 실험 부하는 엄청나게 커진다. 예를 들어 30명을 실험대상으로 한다면, 분석은 최소한 90번 이상 수행하여야 한다.

이런 문제점을 피하기 위하여, 본 연구는 약 10명 단위로 1조를 구성하여 각 조는 1가지 기법으로 분석을 하게 한다. 그런 다음 참가자 전원에 대하여 분석결과에 대한 신임도를 표명하게 하고, 그 결과를 조별평균 및 분산, 그리고 조간 평균 및 분산으로 통계량을 추정하여 비교 평가하도록 한다. 일종의 준실험설계(quasi-experimental design) 방식을 채택하는 것이다.

본 연구에서는 대학에서 통계학과 조사방법론을 수강한 학생들 30명을 선발하여, 10명 1조로 세 개의 연구팀을 구성하였다. 첫째 팀은 회귀분석기법을 이용하여 “주행세의 도입이 통행속도에 미치는 효과”를 탐구하도록 하였고, 두 번째 팀은 “주행세가 도입되면 운전자들이 운행회수를 감소시킬 의향이 있는가”에 대하여 설문조사를 하였다. 그리고 세 번째 팀은 시스템다이내믹스 기법을 이용하여 “주행세 도입에 따른 통행속도의 변화”를 시뮬레이션 하도록 하였다.

실험은 “주행세”가 도입되기 이전인 1995년에 시행되었다. 이 당시에는 주행세가 아직 도입되지 않았었기 때문에 여기서의 주행세는 현실적인 제도가 아니라 “자동차 연료 비용의 증가를 초래하는 정부의 세입제도”를 일반적으로 지칭하는 것이다. 정부제도로서의 주행세는 2001년에 도입되었는데, 이것은 본 연구에서 의미하는 주행세와 의미가 다르다.

2001년에 도입된 주행세는 지방세인 자동차세를 인하하면서, 인하된 지방세수를 보전하기 위하여 휘발유세(교통세)에 주행세를 병과하도록 한 것이다. 즉, 신설된 주행세는 자동차 운전자에 대한 전체적인 비용부담은 동일하게 유지한 채, 비용부과 방식을 자동차 소유에서 자동차 운행으로 일부 전환한 것에 불과하다. 따라서 본 연구에서의 주행세는 현실 제도와 달리 “교통세의 인상”과 유사한 것임을 유념하여야 한다.

IV. 연구결과

1. 회귀분석 연구팀

이 연구팀은 서울시의 교통과 관련된 각종 자료들을 관련 통계집으로부터 추출하여 MicroTSP를 이용하여, 운행비용과 소통속도간의 관계를 분석하였다. 자료의 구성기간은 1983년부터 1992년까지이며, 분석 결과 다음 [표-1]과 같은 추정공식을 도출하였다.

[표 1] 시계열 회귀분석 결과
종속변수: 평균적인 통행속도 (Km/h)

설명변수이름	계수	표준오차
휘발유값	-0.025	7.1E-15
자동차등록세율	-0.0004	5.9E-16
승용차보험료	0.004	1.5E-15
지역총생산	-0.006	1.4E-15
자동차가격지수	0.291	1.3E-13
시내버스대수	0.007	1.3E-15
시내버스요금	-0.048	4.4E-14
지하철수송실적	0.002	1.0E-15
지하철요금	-0.139	4.0E-14
택시대수	-0.003	4.0E-14
상수	2.598	7.6E-12
N	10	
adj. R-sq	0.999	
DW	2.897	

[표-1]의 추정공식은 주행세와 관련하여 예상 밖의 결과를 알려주고 있다. 즉, 규범적으로는 휘발유 가격의 인상은 통행수요를 억제해서 주행속도가 증가하여야 한다. 다시 말해, 휘발유값이란 변수에 부착된 계수의 값이 양(+)의 값을 갖는 것으로 예상된다. 그래야 주행세의 부과로 휘발유 값이 오르면 주행속도가 증가한다는 추정이 뒷받침되는 것이다. 하

지만 위의 추정식에서는 통계학적으로 유의미한 음의 계수(-0.025)가 산출되어 예상과 반대되는 결과가 나오고 있다. 즉, 휘발유 값과 주행속도 간에 음의 관계가 있기 때문에, 주행세를 신설하여 부과하면 예상과 반대로 주행속도가 더 떨어질 가능성이 있다는 추정이 가능해진다.

2. 설문조사 연구팀

한편 또 다른 연구팀은 1995년 11월에 운전자 300명에게 설문조사를 실시하였다. 이들은 운전자들에게 1)주행세 도입에 관하여 알고 있는지, 2)주행세가 교통속도 향상에 도움을 줄 것인지, 그리고 3)주행세가 도입되어 휘발유값이 인상된다면 자동차운행을 줄이겠는지 여부 등을 조사하였다.

그 결과 응답자의 2/3 이상이 주행세에 대하여 “조금 알고 있음”을 발견하였다. 전혀 모른다는 응답은 299명 중 53명에 불과하고, 아주 잘 안다는 응답은 44명에 이르렀다. 이들은 주행세도입이 교통속도의 향상에 도움을 줄 것인가를 묻는 질문에 대해서는 서로 엇갈린 생각을 보여줬다. 주행세가 통행속도 향상에 “조금” 도움을 준다고 생각하는 운전자가 130명인 반면 “별로” 도움이 안될 것이란 응답도 110명에 이르렀다. 주행세가 통행속도 향상에 대단히 도움된다는 의견과 전혀 그렇지 않을 것이란 의견 수도 각각 27명, 30명으로 엇비슷하다.

또 이들에게는 다음과 같은 질문에 제시되었다. 다소 어려우므로 조사자들이 도움을 주어가면서 응답지를 작성하였다.

[표 2] 설문조사의 결과

상황	차량운행을		
	대폭 줄이겠다.	줄이겠다.	현재대로 운행하겠다.
휘발유 값이 10%증가 된다면...	13	54	232
휘발유 값이 30%증가 한다면...	45	104	150
휘발유 값이 50%증가 한다면...	97	126	75
휘발유 값이 100%증가 한다면...	161	95	4

N = 299

[표 2]와 같은 설문조사의 결과, 주행세가 부과된 결과 휘발유 값이 10% 정도 인상되었을 경우에는 차량운행을 줄이는 운전자가 전체 운전자의 22%에 불과하지만, 휘발유값이

30%정도 인상된다면 그 비율이 50%로 급상승 한다.

그리고 휘발유 가격이 50% 정도 인상된다면, 운전행태에 미치는 영향력이 더욱 커져서 자동차 운행을 줄이지 않고 현재대로 운전하겠다는 응답은 75건(25%)으로 급감한다. 즉, 도로교통 통행속도만 고려할 때, 주행세의 도입으로 인한 교통비용의 증가가 크면 클수록, 그 효과는 기하급수적으로 가시화될 가능성이 있다.

3. 시스템다이내믹스 연구팀

이 조사팀은 서울시의 교통량과 운행속도를 결정하는 체계를 체계동학(System Dynamics) 모형으로 구성하여, 이 모형에 주행세라는 변화를 주었을 때 통행속도가 어떻게 변하는가를 모사하였다. 이들은 체계동학모형의 구성과 이에 따른 소프트웨어는 EGO라는 특수 시뮬레이션 패키지이다.

서울시의 교통량 및 운행속도 체계 모형에는 인구, 생활수준, 대중교통수단의 수송능력, 자동차보유율(대수), 도로 량 등이 포함되었다. 학생들이 모형구축에 관한 숙련성이 떨어지기 때문에 필자가 유사한 연구모형을 제공하고, 구체적인 모형구축을 지도하여 시뮬레이션 할 수 있게 되었다.

그 결과, 아무런 정책적 조치를 취하지 않았을 경우, 서울시의 교통운행 속도는 지속적으로 감소하여 1990년에 평균 24.11Km/hour였던 것이 2004년에는 12.14Km/hour로 반감됨을 예측할 수 있었다.

그러나 1994년에 주행세를 부과하여 휘발유값을 300% 인상하였을 경우를 가정하면, 통행속도의 저하는 다소 완만해져서 10년 후인 2004년에는 13.93Km/hour가 된다. 즉, 아무런 조치를 취하지 않았을 경우에 비하여 약 15% 정도의 속도 향상을 가져올 수 있다.

4. 분석결과의 비교

앞서 언급한 바와 같이, 세 연구팀은 서로 다른 방법으로 주행세 도입의 효과를 분석하였다. 그 결과 회귀분석 연구팀은 주행세를 도입해도 통행속도는 향상되지 않고, 오히려 계속하여 악화될 것으로 추정한다.

이에 반하여, 운전자들에 대한 설문조사 연구팀은 전혀 상반된 결과를 제시한다. 즉, 주행세를 10% 정도 부과하면 효과가 미미하지만, 주행세를 부과하여 휘발유값이 현행보다 30%증가한다면 상당한 숫자의 운전자들이 운행회수를 줄이겠다고 응답하는 결과를 발견하였다. 그리고 주행세 부과로 휘발유 값이 50% 증가한다면, 운행을 줄이겠다는 응답이 현

저하게 커지고, 운행회수를 현재대로 유지하겠다는 응답은 대폭 줄어든다.

한편, 시스템다이내믹스 연구팀은 주행세를 부과하더라도 통행속도를 향상시키기는 어렵다고 본다. 이 점은 그러나 회귀분석 연구팀과는 달리 주행세의 부과는 통행속도가 지속적으로 느려지는 것을 방지하는 효과는 있다고 본다. 그렇더라도 시스템다이내믹스 팀의 연구결과는 주행세의 효과에 대하여 사뭇 회의적이다. 설문분석 조사팀은 주행세로 인해 휘발유값이 30%만 인상되어도 효과가 나타나고, 만약 50% 인상된다면 뚜렷한 개선이 있을 것으로 예상된다. 하지만 시뮬레이션 팀의 분석은 주행세로 인해 휘발유값이 현재보다 300%로 증가한다 하더라도 통행속도하락 정도를 다소 완화시키는데 불과하다는 결과를 보여주고 있다.

이처럼 서로 다른 연구방법론을 채택한 결과 주행세 정책의 효과에 대하여 상반된 예측을 제시하고 있다.

V. 분석결과에 대한 연구자의 자신감 비교

위의 세 가지 서로 다른 방법론 중 “주행세와 주행속도 간의 관계”를 파악하는데 어느 것이 가장 적합한가 (즉 연구의 타당성, validity)를 본질적으로 파악하기 위한 방법은 여러 가지로 고안해볼 수 있다.

첫째 방안은 관련주제에 대한 연구전문가들을 포커스 그룹(Focus)으로 삼아 그동안의 연구경험상 어느 방법론이 가장 주효하였는가를 파악하는 방안이다. 둘째로는 전문연구자들이 아닌 교통관련 관계자들(예를 들면, 건설교통부의 공무원들, 관련 기업의 직원들)로 포커스 그룹을 만들어 면접하는 것이다. 세 번째로 가능한 방법은 위의 분석 작업에 참여한 분석가를 개개인에게 “자신이 분석한 결과에 대하여 얼마나 신뢰하고 있는가” 를 스스로 평가하게 하는 방안이다. 마지막으로 위의 세 가지 분석은 서로 다른 예측결과를 추정하고 있는데, 이들 중 어느 것이 현실적으로 상황과 가장 유사한지 사후적으로 비교평가 하는 것이다.

본 연구에서는 편의상 앞의 두 가지 방법은 추후의 과제로 돌리고, 나중의 두 가지 비교평가법만 적용하여 주행세의 영향에 대한 서로 다른 접근법의 우열을 분석가의 자신감을 기준으로 하여 비교평가하고자 한다.

1. 분석가들 본인들의 분석결과에 대한 신임도

주행세의 효과를 예측하는데 적용된 시계열 회귀분석, 설문조사법, 그리고 시스템다이내믹스 시뮬레이션을 각각 적용한 분석가들에게 “본인이 추정한 결과에 대한 자신감이 어느 정도인가”를 질문하였다. 이 질문에 대한 응답의 결과는 다음과 같다.

회귀분석에 참여한 분석자들은 자신들이 생산해낸 추정결과에 대하여 그 추정이 현실적이라는 믿음이 가장 작았다. 그런 반면, 시뮬레이션 기법을 적용한 분석자 그룹은 산출된 결과에 대하여 가장 강한 믿음을 보였다. 설문조사법을 적용한 연구자들은 중간 정도의 믿음을 보였다.

이런 결과가 나오게 된 요인은 다음과 같은 네 가지 차원으로 분해할 수 있다. 1)분석기법과 관련된 요인들, 2)분석자료의 특성과 관련된 요인들, 3)산출결과의 특성과 관련된 요인들, 4)기타 요인들이다.

적용된 분석기법과 관련된 요인을 볼 때 시스템다이내믹스 기법을 적용한 그룹이 해당 기법에 대한 이해와 응용능력 그리고 훈련강도에 있어서 가장 강하다. 그런 반면 시계열 분석법과 설문조사법을 활용한 그룹들 간에는 별 차이가 없었다.

분석자료의 특성과 관련해서, 회귀분석 연구팀은 남들이 만들어 놓은 통계집 상의 통합 수치(aggreated data)들을 이용하여 분석하였다. 설문조사팀은 연구자 각자가 설문지를 배포하여 직접 개별 자료(individual micro data)를 활용하였다. 그런 반면 시뮬레이션 팀은 기존의 통계자료집 등에 수록된 자료와 함께 중요변수에 대하여 주관적인 수치를 임의로 부여하는 경우도 있었다. 자료의 신뢰도 측면에서 보면, 설문조사의 경우가 가장 강하고, 그 다음이 회귀분석이었으며, 시스템다이내믹스 연구팀이 가장 약하였다.

분석결과의 특성을 보면, 회귀분석은 적용된 변수의 숫자는 가장 작으나 생성된 수치자료를 보고 현상을 추상적으로 유추해야 하므로 가장 해석하기 어려운 편이다. 이에 비해 설문조사법은 분석에 적용된 변수의 개수도 작고, 분석에 수치정보와 그래픽 정보를 동시에 사용하므로 분석에 용이하다. 시스템다이내믹스 기법은 적용된 변수의 개수는 많지만, 분석결과가 그래픽으로 처리되고, 민감도분석도 수시로 실시할 수 있다.

마지막으로 <기타요인>을 보자면, 회귀분석의 결과는 상식과 배치되고, 설문조사법은 상식과 일치된다. 그러나 시뮬레이션 법은 전체 성향은 상식과 일치되지만, 주행세의 효과는 상식보다 대단히 적은 것으로 나타나고 있어 이 점에 있어서는 상식과 괴리를 보인다.

이상의 비교를 종합적으로 평해볼 때, 회귀분석 연구팀은 적용기법에도 능숙하지 않고, 자료도 자신들이 생성한 것이 아닌데다 분석결과도 상식과 다르게 나오자 추정치 자체에 대하여 자신감을 갖지 못하였다.

이에 반해 시스템다이내믹스 연구팀은 파라메터(parameter)의 입력에 주관적인 요인이 개

입하긴 하였으나, 분석기법의 적용에 상대적으로 더 능숙하였고, 민감도 분석을 쉽게 할 수 있어서 분석결과에 대한 자신감이 크게 증가되었다고 보인다. 그 결과 주행세의 영향에 대한 분석결과가 방향에 있어서는 상식과 일치하고, 강도(強度)에 있어서는 상식과 배치되더라도 이런 문제를 무시할 수 있을 정도로 매우 강한 정도의 신임도를 보이고 있다.

한편, 설문조사팀은 자신들이 스스로 원자료를 생성하고, 주행세가 아직 실시되지 않은 그런 상황에서는 설문조사가 가장 적합한 방법이라는 믿음을 갖고 연구를 시작하였다. 그러나 현실적인 자료수집 과정이 이상적으로 바람직한 것과 차이가 나지 않을 수 없는데, 이러한 차이가 분석자들 스스로의 신임도를 낮추었다. 또 사람들이 응답하는 것과 그들이 행동하는 것이 일치하지 않는다는 사실도 걱정스러운 요인이다. 게다가 연구자들이 분석기법 및 해석에 있어서 능숙하지 못했다는 점도 스스로의 자신감을 떨어뜨리고 있다. 그렇지만 그들의 분석결과에 대한 신임도는 회귀분석 연구팀보다 훨씬 강하다. 그 이유는 이 팀의 분석결과가 상식과 일치되고 또 주행세를 많이 올려야 비로소 주행속도를 향상시킨다는 발견도 산출하였기 때문이다.

2. 시뮬레이션 결과에 대한 사후적 평가

본 연구의 실험이 실행된 지 상당기간이 경과한 후, 비록 내용은 본 연구에서 사용한 개념과 다르지만 명칭상 주행세가 도입되었고, 외환위기로 인하여 자동차연료비가 대폭 인상된 적도 있었다. 게다가 서울시가 청계천 복원사업을 위해 청계고가도로를 철거하는 한편, 2004년도부터는 대중교통시스템의 개편을 실시하여 교통흐름에 대한 외부적 여건이 많이 달라졌다. 그 뿐 아니라 최근에는 원유가격이 사상최대로 폭등하는 등 현실적으로 많은 변화가 발생하였다.

이러한 현실적인 변화를 보면서, 사후적으로 볼 때, 설문조사 방법과 시스템다이내믹스 분석방법이 모두 옳은 예측결과를 생산해내었음을 알 수 있다. 설문조사 분석에 의하면, 자동차 연료비를 작은 정도로 인상하면 교통통행속도에 별다른 영향을 주지 않지만, 연료비를 대폭 인상하면 교통에 미치는 영향력이 기하급수적으로 커진다고 하였다. 이런 예측에 부합되는 상황을 1998년 외환 위기 중에 목도할 수 있었다. 즉, 외환위기로 수입원유가가 폭등하자, 도로 교통이 한산해졌던 것이다. 설문조사에 근거한 예측이 사후적으로도 타당하였다고 보여 진다.

그런 한편, 자동차 연료비가 대폭 인상된다하여도 통행속도 개선효과는 미미할 것이라 시스템다이내믹스 시뮬레이션 결과가 현실과 부합되는 상황도 발견되었다. 즉, 2003년부터 고유가 시대가 되었다. 우리나라에서 가장 많이 수입하고 있는 두바이 유가가 1 배럴에 20달러 내외에서 2005년 초에는 1배럴에 50달러까지 폭등하였다. 이러한 유류가 폭등세에도

불구하고, 한국의 유류 소비량은 더욱 증가하고 있으며, 이에 따라 도로교통 속도의 향상도 이루어지고 있지 않다. 이런 관점에서 보면 시스템다이내믹스 분석법도 사후적으로 타당성을 입증하였다고 판단된다.

회귀분석 결과에 대한 사후적 평가는 유보적이다. 회귀분석의 전제조건은 “다른 조건이 변하지 않는다면(ceteris paribus)”이다. 그런데 실험이 실시된 이후 너무나 많은 외적 변화가 발생하였기 때문에, [표 1]의 회귀분석추정식에 따라 현실적 타당성을 검증할 전제조건이 충족되지 않는다고 볼 수 있다.

[표 3] 각 분석법의 특성 비교

	시계열회귀분석	설문조사법	S.D시뮬레이션
예상결과에 대한 분석가의 자신감 정도	가장 낮음	중간 정도	가장 높음
<모형특성> 모형의 특성	linear	linear	non-linear systematic
모형의 접근성향	소극적 최소오차 추구	소극적 최소오차 추구	적극적 최대 설명추구
<분석 기법 관련요인> 적용 software 분석기법의 복잡성 분석자들의 기법적응능력 분석기법혼련강도	MicroTSP 가장단순 입문수준 보통정도	SPSS PC 중간정도 입문수준 보통정도	EGO 가장복잡 입문+적용 강한정도
<자료의 특성요인> 원자료(raw data)생성방법 자료의 성격 자료에 대한 신뢰정도	기존통계 자료인용 aggregated data 중간 정도	설문조사로 직접생성 individual data 가장 높음	기존통계자료+ 주관적판 단 자료적용 judgemental data 가장 낮음
<분석결과의 특성요인> 분석에 활용된 변수의 개수 분석결과의 출력상태 분석결과의 해석용이도 민감도 분석의 가능성	가장 적음 수치정보 가장어려움 어려운 편	중간 정도 수치+그래픽 중간정도 적용 안됨	가장 많음 주로 그래픽 가장 쉬움 불일치 자유로움
<기타요인> 예측과 상식 간의 관계 기존 참고연구의 존재여부 연구지도자의 협력	상식과 반대 조금 있음 가장 큼	상식과 일치 없음 가장 작음	상식과 부분적으로 일치 있음 중간 정도

VI. 결론

연구문제에 대하여 적용하는 분석기법에 따라 연구자 본인이 자신의 연구결과에 대하여 신임하는 정도가 다른 것은 여러 가지 요인에 의해 설명될 수 있겠다. 즉, 분석모형의 특징, 자료의 특징, 자료수집 방법, 해당 기법의 적용 경험에 기초한 인식의 차이, 민감도 분석의 가능 여부 등 매우 많은 요인들이 개입하여서 분석결과에 대한 신임도가 형성된다고 할 수 있다. 이런 요인들을 현실적으로 가장 많이 사용되는 두 가지 분석기법(설문조사기법, 회귀분석법)과 새로운 기법이라고 할 수 있는 시스템다이내믹스(System Dynamics)시물레이션기법에 대하여 요약·정리한 것은 [표 3]에서 보는 바와 같다.

결론적으로 본 연구에서는 주행세 도입(또는 교통비용의 인상)에 대하여 서로 다른 세 가지 접근법을 적용하여 그 효과를 추정한 후, 이런 대안적 접근법 중에서 가장 적합한 것이 무엇인가 판별하여 보고자 하였으며, 세 분석팀별로 연구자들 각자의 자신감(신임도)을 비교해 본 결과 시스템다이내믹스 시물레이션기법, 설문조사기법, 회귀분석법의 순서로 예상되는 연구결과에 대한 연구자 자신의 신임도가 높은 것으로 나타났다.

[참고문헌]

- 김도훈 · 김동환 · 문태훈. (1996). 「시스템 다이내믹스」. 서울 : 대영문화사.
- 배득종 · 이영숙. (2005). 「통계학 헤드스타트」. 서울: 박영사.
- Lin, N. (1984). 「사회조사의 기초」, 김종덕 · 김학범(역) 서울 : 세영사 ; *Foundations of Social Research*.
- Pugh, R. et. al. (1983). *Introduction to Simulation*. Boston, MA : Addison-Wesley.
- Mirer, T. (1988). *Economic Statistics and Econometrics. Third Ed.* Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall