

정책수용성의 변화와 예측: 고준위방사성폐기물처분장 입지사례

Policy Acceptance's Change and Forecasting: Simulation Modelling for High Level Radioactive Repository Site

오영민*

Oh, Young-Min*

Abstract

This paper is the result of simulation modeling concerning high-level radioactive waste repository(HLRWR) and people's mind for the facility. We describe a procedure of simulation modeling for resident's policy acceptance and perceived risk of HLRWR facility by using System Dynamics approach. To Complete some complicated works, we made the 20 pieces of stock-flow diagrams based on the causal loop diagram that is a blue print of whole variables and relations.

The simulation outputs clearly show that central government efforts to siting the HLRWR will be failed if nothing to give for the region's residents. On the contrary, a monetary incentive and a regional development program help to turn this gloomy situation into a desirable and acceptable condition dramatically. Government has to prepare the schemes considering the HLRWR acceptance and total supporting program including the cash and local development programs.

Keyword: 고준위방사성폐기물처분장, 지역주민의 수용성, 시스템 다이내믹스, 정부지원, 지역개발프로그램

(High-Level Radioactive Waste Repository, Acceptance of Residents, System Dynamics, Monetary Incentive, Local Development Program)

I. 서론

고준위방사성폐기물처분장(High-Level Radioactive Waste Repository, HLRWR)의 건설은 과학기술에 대한 믿음과 원자력을 이용하는 사회의 공동 책임 그리고 직간접적 피해를 받게 되는 지역주민의 양보가 담보되어야만 가능한 일이다. 민주주의가 우리보다 발달하고 원자력에 대한 기술적 우위가 있는 선진국조차 사회적 갈등과 이해 충돌을 야기한 문제가 바로 고준위처분장 입지문제인 것은 지난 20년 동안 표류하다 극적으로 해결된 중저준위 방사성폐기물처분장 입지와는 다른 차원의 것임을 인정할 필요가 있다(최미옥, 1997; 최연홍, 2001).

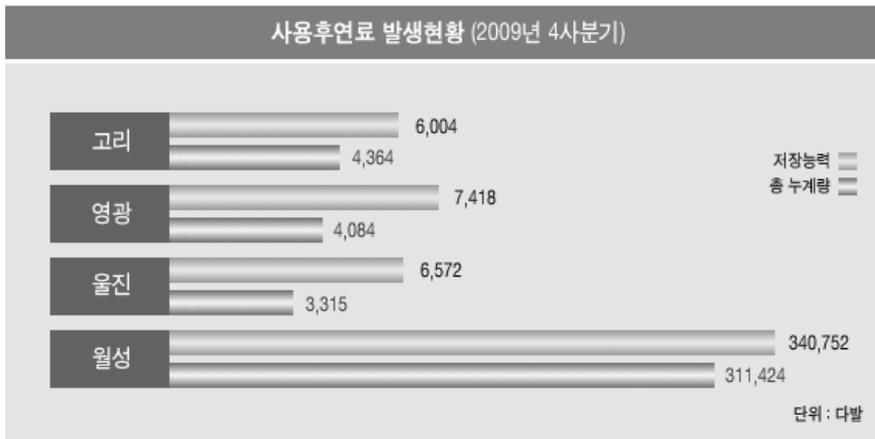
본 연구는 중저준위처분장의 입지선정이 난항을 거듭하면서 원자력정책과 원자력산업계가 불확실성에 직면하였던 역사적 사실에 입각하고 있다. 경주시가 중저준위처분장을 수용하면서 중저준위방사성폐기물에 대한 문제는 일단락되었지만, 포화상태에 다다르고 있는 사용 후 핵연료를 포함하고 있는 고준위폐기물의 문제는 더 심각한 어려움에 직면할 가능성이 높다. 뿐만 아니라, 일본 대지진으로 발생한 후쿠시마 원전사고는 향후 원자력발전의 지속가능한 발전에 대해 심각한 우려를 야기하였다.

중저준위처분장 문제를 통해 우리가 학습한 것은 크게 두 가지이다. 첫 번째는 처분장 문제의 해결은 긴 안목에서 중장기적인 관점으로 접근해야 한다는 것이다. 처분장에 대한 사회적 공론화와 합의 그리고 보상과 건설은 갈등요소가 다분한 과정이므로 단기간에 해결될 수 없다(강재상·김종래, 1996: 95). 그러므로 고준위폐기물처분장 건설 문제를 이제야 다루기 시작한 정책결정자들은 장기적 시계를 가질 필요가 한다. 두 번째는 중저준위처분장 건설은 단순히 기술적 문제가 아니라 사회적 문제라는 것이다. 이론적으로 과학기술은 사회와 분리될 수 있지만, 현실의 과학기술, 에너지정책은 사회 내에서 존재하고 살아 숨 쉰다. 그러므로 사회적으로 정책 문제를 알리고 토론하고 합의하는 과정이 필요한 것이며 구성원들과 다양한 사회관계를 형성해야 한다. 예를 들어, 처분장의 입지와 그 보상은 사회적 상호작용의 산물이다. 한쪽의 독주로서는 문제해결의 실마리조차 얻지 못한다는 것은 고준위방사성폐기물처분장 건설에서도 유효한 대전제이다(오영민, 2009; Mazmanian & morell, 1990).

고준위폐기물처분장 건설을 위해서 어떤 정책을 추진해야 하고 그에 따라 지역주민의 정책수용성은 어떻게 변할 것인가? 고준위폐기물의 포화시점이 가까워질수록, 처분장의 필요성은 커질 것이기에 이제 논의를 시작해야 한다. 아래의 [그림 1]에서 보듯이 2008년 6월까지 발생한 사용 후 핵연료와 저장상황은 매우 우려할 정도로 당장 처분장 건설이 시급한 실정이다. 획기적인 감축기술이 개발되거나 처분장을 건설하지 않고서는 고준위방사성

폐기물 처리는 국가적 에너지 위기를 야기할 정도이다.

그러나 고준위방사성폐기물처분장의 입지는 사회적으로 많은 갈등과 비용을 지불해야 하는 국가적 과제이고 지역주민의 찬성이 있어야만 실현될 수 있다. 그러므로 고준위방사성폐기물 처리가 시급한 것이지만, 불필요한 사회적 혼란을 줄이기 위해서는 장기적인 시계에서 철저한 준비가 필요하며 그 핵심에 지역주민의 수용성을 높이는 정책학적, 사회학적 논의에 바탕을 둔 시뮬레이션 연구가 필요하다(최연홍 · 오영민, 2004). 이러한 맥락에서 본 연구는 폐기물처분장 입지에 키(key)를 갖고 있는 지역주민들의 정책 수용성(acceptance)을 컴퓨터 시뮬레이션 모델로 구축함으로써 고준위폐기물처분장 입지에 대한 정책학적 논의의 시발점이 될 것이다.



[그림 1] 사용 후 핵연료 발생현황

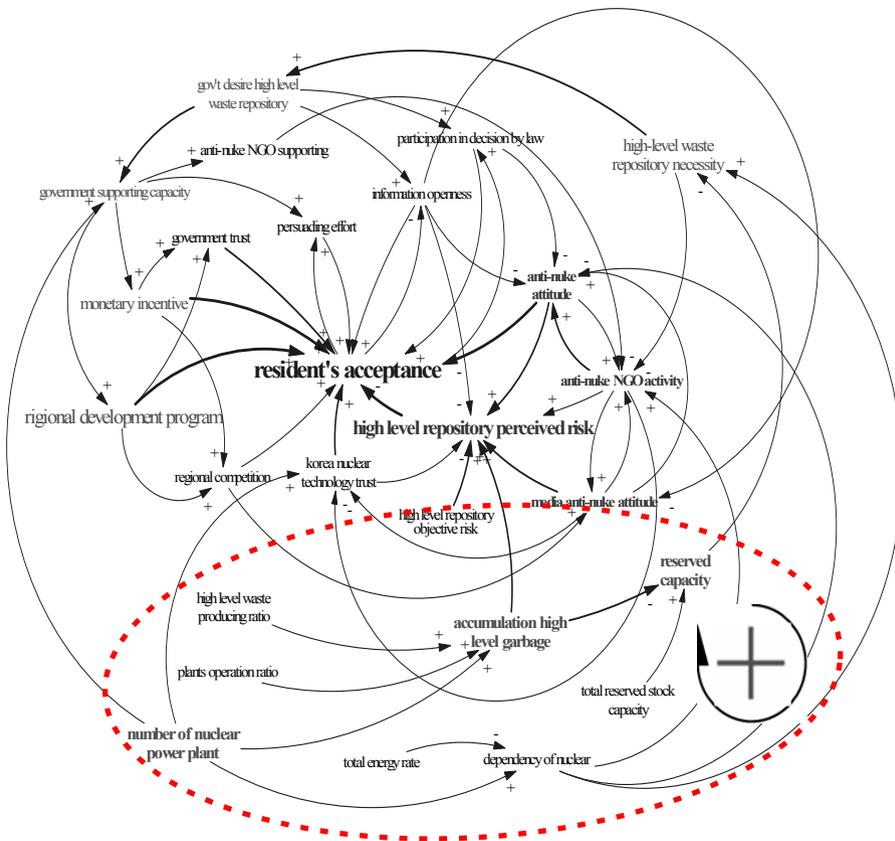
자료: 한국방사성폐기물관리공단 홈페이지(<http://www.krmc.or.k>).

II. 고준위방사성폐기물처분장 정책수용성의 인과지도

본 연구는 지역주민의 수용성과 관련된 다양한 요인들 간의 관계를 하나의 시스템으로 보고 그 시스템의 동태적 행태(dynamics behavior)를 추적하고자 한다. 이를 위해서 수용성을 좌우하는 다양한 요인들 간의 연결고리들을 확인하고 그것들 간의 인과관계를 설정하는 것이 필요하다. 이러한 작업이 인과지도(Causal Loop Diagram) 구축을 통해 이루어지는데, 고준위방사성폐기물처분장 정책수용성에 대해서는 선행작업에서 확정되었다¹⁾.

1) 저자의 논문 참조: 오영민 · 정경호(2009), “인과지도를 통한 고준위방사성폐기물처분장과 지역주민의 수

아래의 [그림 2]가 그것인데, 세 개의 커다란 고리(feedback loop)를 발견할 수 있다. 첫째, 정부가 느끼는 처분장 필요성의 고리로서 고준위폐기물이 늘어나고 저장가능 공간이 줄어들수록 이 시설의 건설요구는 늘어나게 된다. 둘째, 정부의 지원 프로그램과 지역주민의 고준위폐기물처분장에 대한 수용성의 고리로서 지원금과 지역발전 프로그램에 따라 수용성이 변화하게 된다. 셋째, 지역주민의 주관적 위험도와 정책수용성의 고리로서 반핵적 태도, NGO와 미디어의 활동 등이 위험도에 영향을 미친다. 이 세 고리와 연결된 수많은 다른 고리들이 상호간에 영향을 미치며 고준위방사성폐기물처분장 수용성을 결정하고 있다.



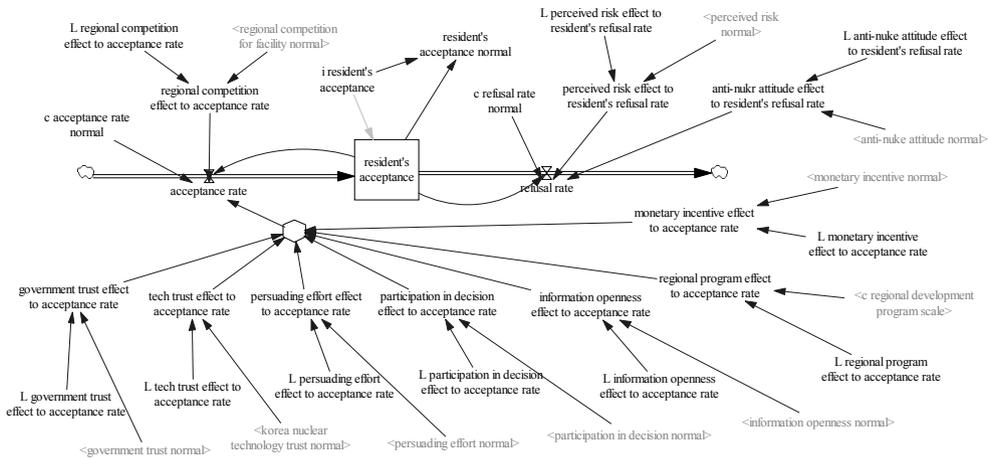
[그림 2] 고준위방사성폐기물처분장 건설과 주민수용성에 관한 인과지도

Ⅲ. 지역주민의 수용성에 대한 시뮬레이션 모델링

인과지도는 현상과 그 이면에 놓여있는 변수들의 상호관계를 개념적으로 설명하기 위해서 사용된다. 그러나 문제 상황의 개략적인 구조는 알 수 있지만, 실제로 문제가 어떻게 나타나고 변화하는지에 대한 구체적인 정보를 주는 않는다. 따라서 인과지도 분석은 일정한 한계를 가질 수밖에 없으며, 동태적 시뮬레이션으로 변환해야만 한다. 고준위방사성폐기물처분장 건설에 관한 지역주민의 수용성 변화를 예측하기 위해서도 수리적 시뮬레이션 모델이 필요하며, 시스템 다이내믹스 방법론은 이를 저장-유량 그래프(Stock-Flow Diagram, 이하 SFD)라고 한다. 본 논문에서 소개하는 SFD 모델은 연구의 핵심에 속하는 주요 모델을 중심으로 소개한다.

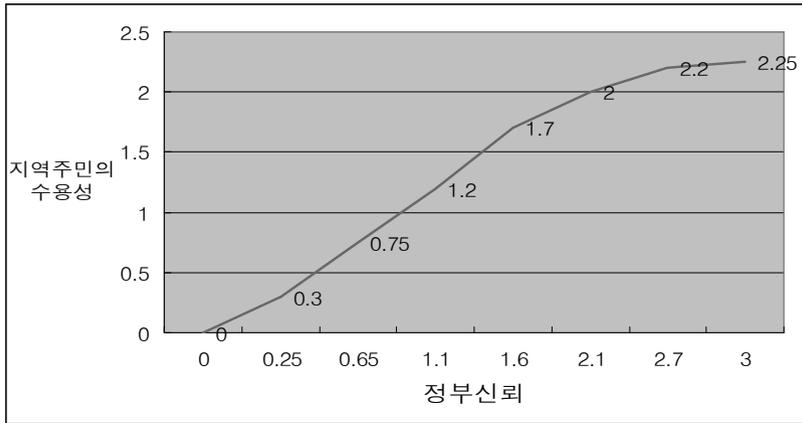
1. 지역주민의 정책수용성 모델링

먼저, 고준위폐기물처분장에 대한 지역주민의 수용성을 모델링해본다. 구조적으로는 가장 복잡하게 구성되어 있는 것처럼 보이는 정책수용성은 아래 [그림 3]과 같이 여덟 개의 수용성 증가요인과 두 개의 수용성 감소요인으로 구성되어 있다. SFD 모델링에서 가장 핵심적인 사항은 개별적인 요인들의 초기 값들로 나눈 normal 값을 지역주민의 수용성에 영향을 미치도록 변환시키는 함수와 결합되어 있다는 점이다. 예를 들어, ‘지역주민의 수용성에 영향을 미치는 정부신뢰의 효과’를 계산하는 방법은 ‘정부신뢰의 저장값/정부신뢰의 초기값’을 구한 다음, ‘지역주민의 수용성에 영향을 미치는 정부신뢰의 효과 함수’를 적용



[그림 3] 지역주민의 수용성 SFD 모델링

하는 것이다. 따라서 ‘정부신뢰의 저량값/정부신뢰의 초기값’은 1을 중심으로 움직이게 된다. 정부신뢰의 효과 함수는 아래 [그림 4]의 관계로 되어 있다.



[그림 4] 지역주민의 수용성에 영향을 미치는 정부신뢰의 효과 함수

함수를 이와 같은 구조로 만든 이유는 정부신뢰가 높아질수록 지역주민의 수용성이 높아질 것이라는 관계를 반영한 것으로, 정부신뢰가 초기보다 3배 이상 높아질 경우에는 수용성에 미치는 영향을 2.25배까지만 높아질 것이라고 가정함으로써 정부신뢰라는 단일의 요인이 지역주민의 수용성을 전적으로 좌우할 수 없도록 하였다. 예를 들어, 초기 정부신뢰의 특정한 값(예: 0.5, 정부를 50% 믿는다)보다 어느 시점에서 정부신뢰가 높다면 ‘정부신뢰의 저량값/정부신뢰의 초기값’은 1을 넘을 것이다. 해당 값이 정부신뢰의 효과함수에 들어가게 되면 지역주민의 수용성에 영향을 미치는 값으로 전환되는 것이다. 이러한 구조로 지역주민의 수용성에 영향을 미치는 모든 요인들이 각각의 함수를 통과함으로써 지역주민의 수용성을 좌우하게 되는 것이다.

지역주민의 수용성의 증가와 감소에 영향을 미치는 요인들의 값이 계산되고 나면 유량변수인 ‘acceptance rate’와 ‘refusal rate’로 들어가게 된다. 예를 들어, t기의 acceptance rate의 값은 t-1기의 저량변수인 resident’s acceptance와 보조변수(auxiliary variable)인 ‘c acceptance rate normal’ 그리고 8개의 수용성 증가요인의 값의 곱으로 구해진다. 이를 수식으로 표현하면 아래와 같다.

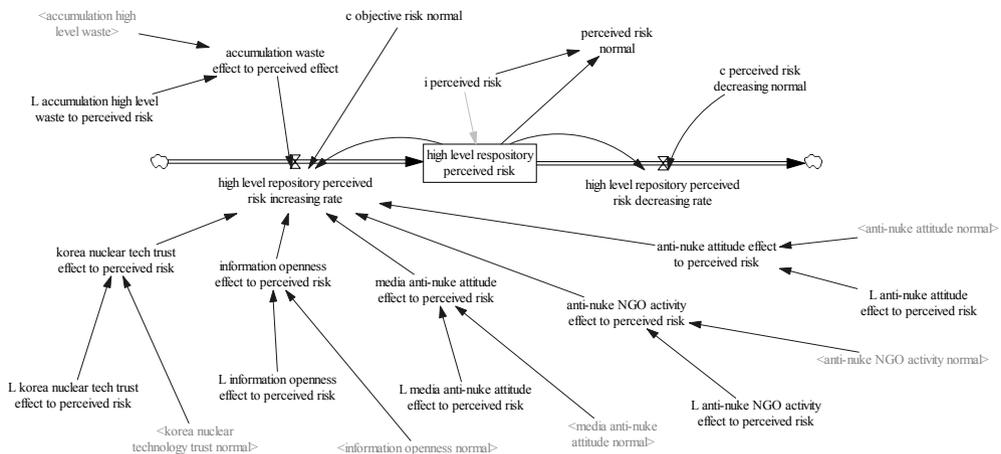
$$\text{acceptance rate}_t = \text{resident's acceptance}_{t-1} \times c \text{ acceptance normal} \times \text{수용성 증가요인 값}$$

위의 식에서 보듯이 변동하는 수용성 증가요인 값들이 보조변수인 ‘c acceptance rate normal’과 저량변수인 resident’s acceptance의 값이 곱해져서 acceptance rate의 값이 구해지는 것이다. 본 시뮬레이션에서 규정한 c acceptance rate normal의 값은 0.001이며 값이 높을수록 지역주민의 수용성이 급격히 변한다는 가정을 하는 것이다. 즉, 0.001의 의미는 전기의 지역주민의 수용성의 0.1%를 반영한다는 의미이며 수용성 변화요인이 어떻게 변동하느냐에 따라 기준값이 영향을 받게 되는 구조로 되어 있다. 이러한 수식구조는 acceptance rate의 반대점에 있는 ‘refusal rate’와도 동일하다. 본 모델링에서 ‘c refusal rate normal’은 0.001로 acceptance rate normal과 같다. 결과적으로 지역주민의 수용성은 전기의 수용도가 현재의 변동 요인들에 의해서 영향을 받는 구조로 되어있다.

2. 고준위폐기물처분장의 인지적 위험

지역주민의 인지적 위험(perceived risk)은 고준위폐기물처분장의 수용 여부를 좌우하는 핵심적인 요소이다. 인과지도에서도 지역주민이 느끼는 위험은 시설의 수용성에 부(negative, -)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 인지적 위험에 대한 유량-저량 다이어그램은 인과지도를 기반으로 모델링을 구성하였다.

아래의 [그림 5]에 나타나 있는 것처럼 인지적 위험은 초기값(i perceived risk)을 0.7로 규정하였는데, 이 의미는 고준위폐기물처분장에 대해서 지역주민이 느끼는 위험을 비교적 높은 수준으로 인식하고 있다는 의미이다. 인지적 위험에 대한 유량-저량 그래프 역시 수용성 모델링과 동일한 방식으로 전기의 인지적 위험과 ‘c objective normal’ 그리고 인지적



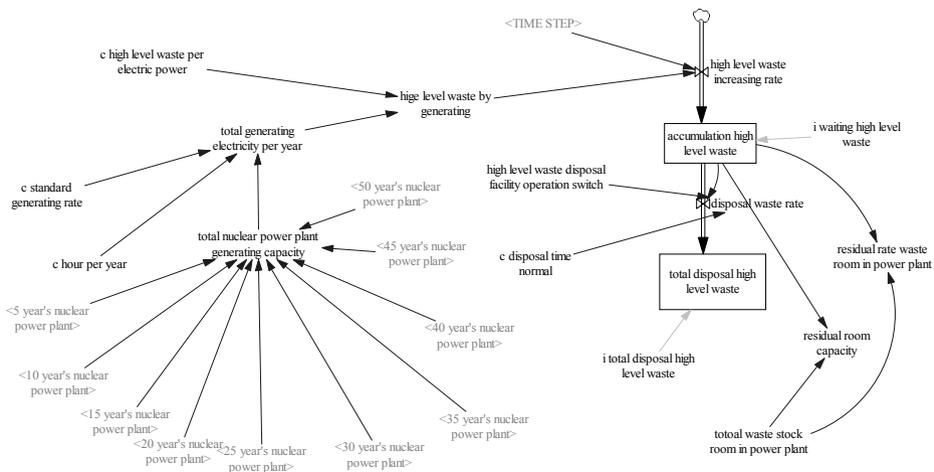
[그림 5] 고준위폐기물처분장의 인지적 위험에 관한 모델링

위험에 영향을 미치는 여섯 개의 요인들의 값의 곱으로 구성되어 있다. 지역주민의 수용성과 다른 점은 수용성 모델링의 기본값이 0.001이었던 반면에 인지적 위험도에 대한 기본값 즉, ‘c objective normal’을 0.01로 삼은 것이다. 그 이유는 인지적 위험은 전기에 대해서 현재의 상황변화에 대해 민감하게 작동할 것이라는 예상 때문이다.

3. 원자력발전소와 고준위폐기물의 발생과 처분

원자력발전소가 늘어나고 용량이 커짐에 따라서 고준위폐기물도 늘어날 것으로 모델링할 수 있다. 물론 개별 원전의 특성이 폐기물의 발생에 차이를 가져오며 어떠한 방식으로 저장하느냐에 따라서도 현재 원전 내에 가동 중인 임시저장소의 공간도 변화할 것이다. 그러나 이러한 세부적인 사항을 모두 고려해서 모델링하는 것은 쉽지 않은 일이기 때문에 일반화하여 모델링을 할 수 밖에 없는 한계도 있다.

아래의 [그림 6]의 왼편은 원자력발전소의 합계를 의미하는 ‘total nuclear power plant generating capacity’이다. 이것은 원자력발전소의 나이(age)에 따라서 각 시점에서의 용량을 나타낸다. 물론 여기에는 2023년까지 12기의 원전을 더 짓는 계획이 제4차 전력수급계획에 나와 있는 것을 반영하였고 현재 운영되고 있는 원전들의 용량도 포함되어 있다. 중요한 것은 원전의 용량이 늘어나면 그에 따라 처분해야 할 고준위폐기물도 늘어날 것이라는 점이다.



[그림 6] 고준위방사성폐기물 발생과 처분에 관한 모델링

위의 [그림 6]의 오른쪽은 고준위폐기물이 처리되는 과정을 보여주고 있는데 현재 고준위폐기물처분장이 건설되지 않고 있으므로 폐기물은 원전에 쌓아놓고 보관중이다. 만일, 미래에 고준위폐기물처분장이 건설된다면 ‘high level waste disposal facility operation switch’가 작동되면서 폐기물이 처분될 것이다. 그러나 현재는 이 변수(스위치)가 ‘0’으로 꺼져있는 상태다.

또한 모델링에 있어서 핵심적인 변수로 고준위폐기물이 저장될 수 있는 원자력발전소 내의 잔여공간(residual room capacity)을 들 수 있는데, 원자력 발전소 내의 잔여공간은 고준위폐기물이 쌓일수록 없어지게 됨으로 정부로 하여금 고준위폐기물처분장을 만들도록 하는 기제(trigger)가 것이다. 가까운 시점에 잔여공간은 사라지게 될 것이다. 2009년 1월 기준으로 4개 원자력 발전소의 고준위폐기물 저장공간은 총 13,301ton으로 집계되고 있으며 현재 9,710ton을 사용하고 있는 것으로 나타났다.

IV. 시뮬레이션(simulation)의 결과

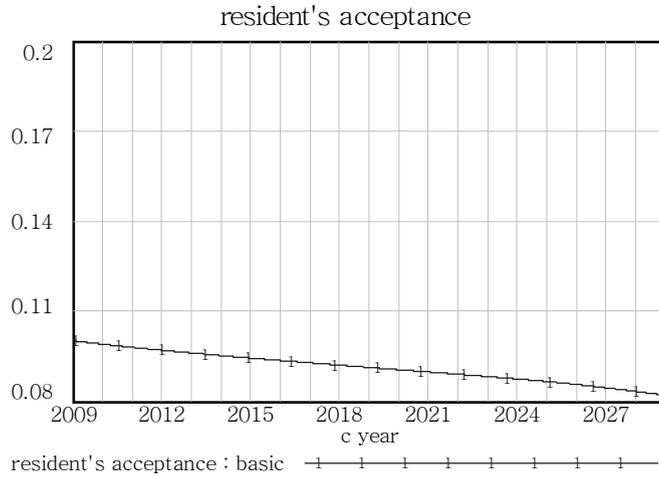
시뮬레이션 결과에 대해 주요한 변수를 중심으로 설명한다. 설명 순서는 금전적 인센티브나 지역발전 프로그램이 없는 경우를 기본(basic) 시뮬레이션으로 시행한 후 5,000억 원의 금전적 인센티브와 4조 원 규모의 지역발전 프로그램을 가정한 시뮬레이션을 정책(policy) 시뮬레이션으로 시행한다.

1. 기본(basic) 시뮬레이션 결과

1) 지역주민의 고준위폐기물처분장에 대한 수용성과 지역 간 경쟁

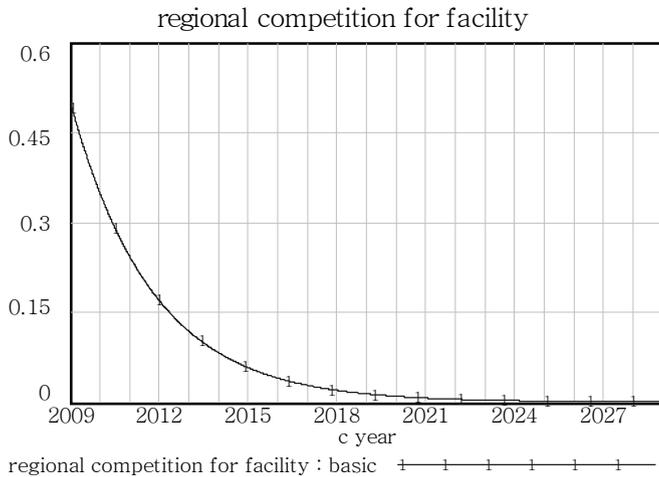
본 연구의 가장 핵심적인 변수는 지역주민의 고준위폐기물처분장에 대한 수용성이었다. 본 연구는 지역주민의 수용도를 0에서 1까지의 범주에 있다고 보고 초기값을 0.1로 부여한 후 시뮬레이션을 시행하였다. 아래의 [그림 7]에서 보듯이, 입지 예정 지역에 어떠한 정부지원도 하지 않을 경우에 지역주민들의 수용성은 지속적인 감소를 나타내고 있으며, 20년 후인 2029년에는 0.08 수준에까지 떨어지게 될 것으로 보인다.

지역주민들에 대한 보상이 없이는 고준위폐기물에 대한 지역입지는 사실상 불가능하다는 의미에서 이러한 결과는 상식에 가깝다. 다만, 지역주민이라고 할 때 특정 지역을 대상으로 하는 것이 아니라 일반적인 의미에서 지역주민이라고 지칭하는 것이기에 실제 입지지역을 정부가 정한다면 이러한 정책수용성의 하락정도는 더욱 빠를 것이며 반대의 정도가



[그림 7] 지역주민 수용성의 변화(정부지원 없을 경우)

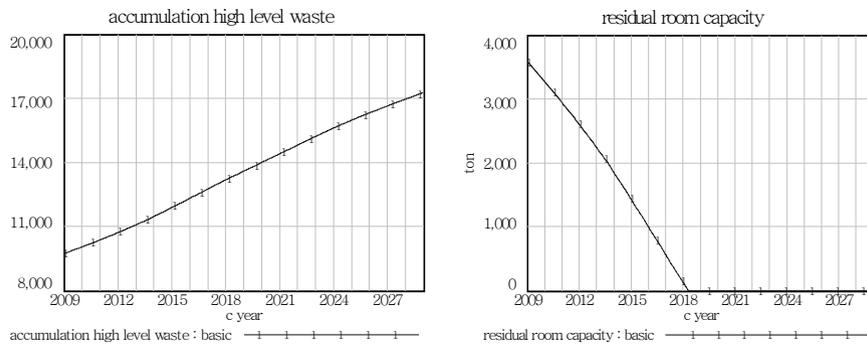
더욱 클 것이다. 한편, 지역에 부여하는 금전적 인센티브가 없는 경우 지역 간의 경쟁은 거의 전무할 것으로 전망된다. 이러한 예측을 반영하듯이, 아래의 [그림 8]에서 보듯 유치경쟁은 초기에 0.5 수준에서 시작하였으나 지역발전에 필요한 금전적 인센티브가 없기 때문에 급격히 하락하는 모습을 보이고 있다.



[그림 8] 지역 간 고준위폐기물처분장 유치경쟁 변화(정부지원 없을 경우)

2) 원전 내 고준위폐기물 저장공간 변화와 고준위폐기물처분장의 필요성

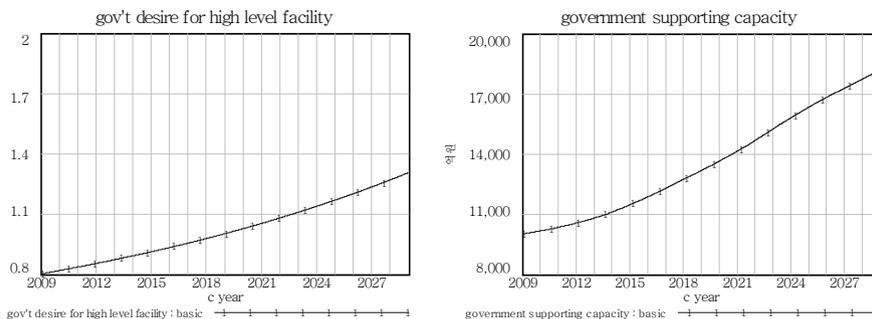
아래의 [그림 9]에서 보듯이 현 상황대로라면 지속적으로 고준위방사성폐기물이 늘어날 것이며 원전부지 내 고준위폐기물 저장공간은 2018년 이후 포화상태에 이를 것이라고 전망된다. 물론, 새로운 원자력발전소가 빠르게 건설되고 원전가동률이 더욱 높아진다면 그만큼 고준위폐기물이 늘어날 것이고 원전 내 처분공간 역시 더 빠르게 줄어들 것이다. 그 결과 원전 내 고준위폐기물의 축적이 가속화되면서 고준위폐기물처분장의 필요성도 증가할 것이다.



[그림 9] 고준위방사성폐기물의 증가와 원전 내 저장공간 변화

3) 정부의 고준위폐기물처분장 건설 욕구와 지원역량 변화

고준위폐기물이 원전 내에 쌓여가면서 정부는 이를 해결할 방법을 찾고자할 것이다. 이의 가장 현실적인 대안은 고준위폐기물처분장을 건설하는 것이므로 이를 추진하고자 하는 욕구가 증가할 것이다. 이러한 욕구가 증가함에 따라 정부의 지역사업으로 지원할 수 있는 (willingness to support) 역량도 늘어나게 된다.



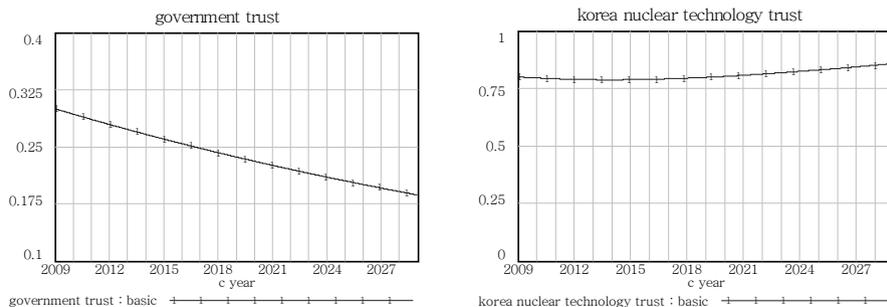
[그림 10] 정부의 처분장 건설 욕구와 정부 지원역량 변화(정부지원 없을 경우)

위의 그림에서 보듯이, 정부의 고준위폐기물처분장을 건설하고자 하는 욕구는 2023년을 지나면서 1을 넘길 것으로 보이며 그에 따라 2029년에 1조 8천억 규모까지 지원이 가능하다고 할 것이다. 물론 정부의 처분장 건설 욕구는 현재 0.8에서 시작한 것이며, 지원역량의 기준점 역시 1조 원에서 출발하였기 때문에 이러한 기준이 변화하면 처분장 건설 욕구나 지원역량 역시 변동하게 될 것이다. 분명한 것은 고준위폐기물처분장의 필요성이 정부를 압박할 것이며 정부는 장기적으로 처분장 입지를 위해 지원할 수밖에 없으므로 이러한 변화는 충분히 예상할 수 있는 것이라는 점이다.

4) 정부신뢰와 원자력기술에 대한 신뢰

지역주민의 신뢰는 다양한 요인들에 의해서 좌우되지만 특히, 정부가 지역주민들에게 하는 약속이 결정적이다. 그러나 고준위폐기물처분장 입지에 대해서 어떠한 반대급부도 주지 않는 정부를 신뢰하지는 못할 것이다. 그 결과 아래의 [그림 11]에서 보듯이, 0.3 수준에서 출발할 정부신뢰가 20년 후인 2029년에 가서는 0.18 수준까지 내려갈 것으로 전망할 수 있다.

다행인 것은 원자력 기술에 대한 신뢰는 비교적 상승하는 모습을 보이고 있다는 것이다. 0.8에서 출발한 기술신뢰는 2029년에 가서는 0.87까지 올라가고 있다. 왜냐하면 지속적으로 원자력발전소를 건설하고 원전의 운영을 고효율로 수행하기 때문이다. 지역주민 역시 이러한 기술에 대한 신뢰성은 유지할 것으로 판단된다.

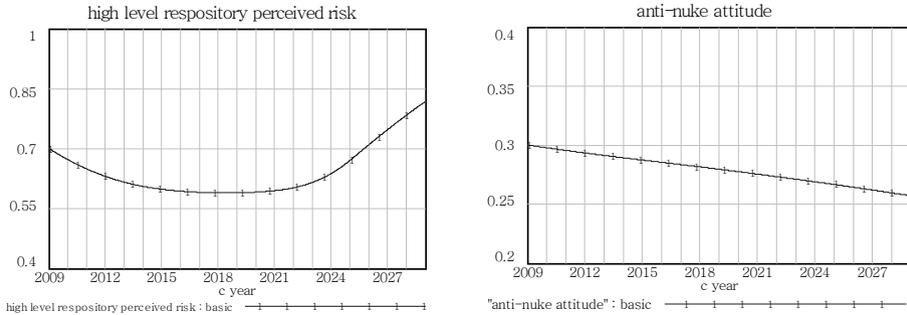


[그림 11] 정부신뢰와 원자력기술에 대한 신뢰(정부지원 없을 경우)

5) 고준위폐기물처분장에 대한 인지적 위협과 반핵주의 태도

고준위폐기물처분장의 입지에 가장 중요한 영향력을 발휘하는 것이 바로 지역주민이 느끼는 위협이다. 아래의 [그림 12]의 좌측에 있는 것이 지역주민의 고준위폐기물처분장에

대한 인지적 위험을 나타내는 그래프인데, 0.7수준에서 시작된 위험도가 감소하다가 2020년 이후 급격히 증가하는 것으로 나타났다. 이것은 원자력발전소내의 저장장소 포화되어 더 이상 저장할 수 없는 시점과 거의 일치하며 2029년에 가서는 위험도가 0.83까지 상승하는 것으로 나타났다.

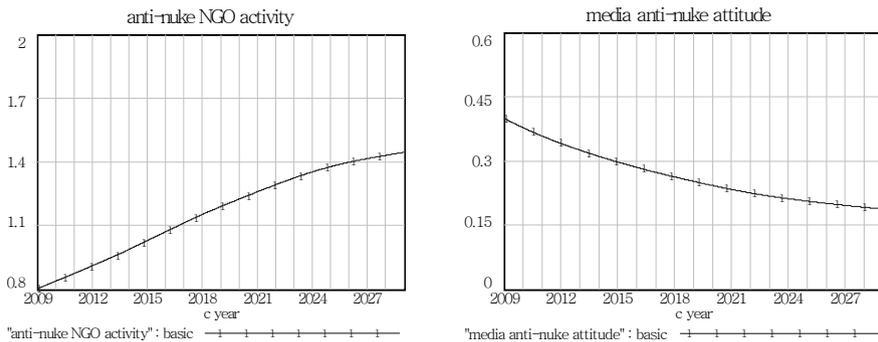


[그림 12] 지역주민의 처분장에 대한 인지적 위험과 반핵주의 태도(정부지원 없을 경우)

한편 우측 그림은 지역주민의 반핵주의 태도의 변화를 보여주고 있다. 지속적으로 반핵주의 태도는 감소하는 것으로 나타나고 있는데 원자력에 대해서 반감을 갖는 것은 줄어든다는 의미이다. 원자력의 평화적 이용에 대해서 긍정적인 갖게 되는 것은 바람직한 것으로서 원자력에 대한 의존도가 높아지면서 반핵주의적 경향이 줄어들게 되었다고 볼 수 있다.

6) 반핵주의 NGO의 활동성과 미디어의 반핵주의 태도

아래의 [그림 13]에서 반핵주의 NGO는 원자력의 의존도가 심화되고 원자력발전소가 늘어나면서 그 활동성이 높아지고 있다. 정부와 원자력산업계는 반핵 NGO와 미래지향적인 관계를 가져야 하며 특히, 고준위폐기물처분장 건설에 있어서 이들의 협조 내지는 암묵

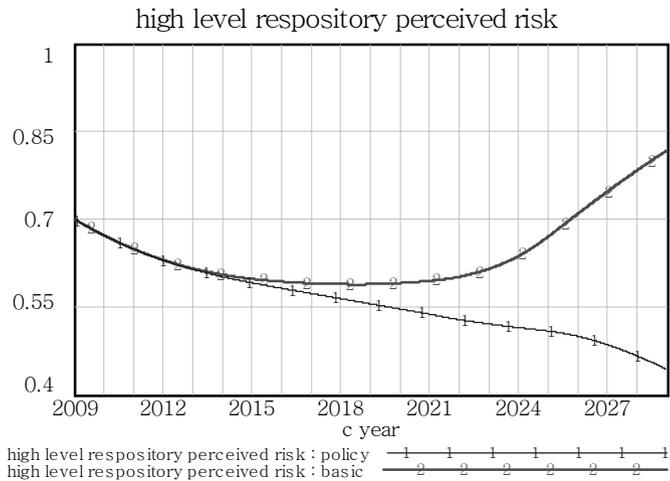


[그림 13] NGO의 활동과 미디어의 반핵적 보도 태도(정부지원 없을 경우)

상승하는 것으로 나타났다. 이것은 입지지역에 대한 지원이 전혀 없는 상황과는 전혀 다른 수용성 수준이라고 할 수 있다. 물론, 개인의 수용성이 0.1 이하에서 0.68까지 상승한다고 해서 지역주민들의 집합적 의사결정이 고준위방사성폐기물처분장을 입지하는 것으로 귀결된다는 보장은 없다. 그럼에도 불구하고, 분명한 사실은 지역주민들에게 있어서 지역지원금은 수용성을 높일 수 있는 가장 핵심적인 수단이라는 것은 명백하다.

2) 지원정책 도입 후 지역주민의 인지적 위험

지원정책을 도입한 후 처분장 입지지역의 주민의 고준위폐기물처분장에 대한 인지적 위험도 역시 낮아진 것으로 나타났다. 정부의 지원이 없을 경우에는 0.83수준까지 상승했던 위험도가 지원정책이 도입된 후에는 0.43까지 떨어지게 된 것이다. 고준위폐기물처분장에 대한 인지적 위험이 떨어진 이유는 정부의 재정적 지원으로 인해 지역주민들은 정부가 처분장을 더욱 안전하게 건설하고 운영할 것이라고 기대하기 때문이다. 인지적 위험도를 떨어뜨린 것은 고준위폐기물처분장에 대한 지역주민의 수용성을 높일 수 있는 기반이 될 것임이 분명하다.



[그림 15] 지원정책 도입 후 지역주민의 고준위폐기물처분장에 대한 인지적 위험도 변화

V. 결론

고준위방사성폐기물처분장의 내포하고 있는 불확실성(uncertainty)은 매우 크다. 이 문제

는 기술적인 측면을 차지하고서라도 향후 수십 년간 원자력산업계와 정책담당자들을 곤란하게 만들 뿐만 아니라 국민들 역시 고준위처분장에 대한 사회적 합의를 도출해내기가 어려운 문제이다. 그럼에도 불구하고 우리 사회의 지속가능한 발전을 위해서는 필수불가결하게 처분장을 건설해야하는 당면한 과제가 놓여 있다.

이러한 상황인식은 고준위폐기물처분장을 입지시키기 위한 가장 핵심적인 요인에 대한 고찰로 이어졌으며 지역주민의 수용성과 관련된 연구를 시작하게 된 계기가 되었다. 지역주민의 수용성을 높일 수만 있다면 경주시민들이 중저준위폐기물처분장을 용인하였듯이 특정 지역에 고준위폐기물처분장의 입지가 가능할 것이다. 이러한 관점에서 지역주민의 수용성을 높일 수 있는 정책적 대안을 체계적으로 준비해야 할 필요성이 계속 증가하고 있다.

그럼에도 불구하고, 지역주민의 수용성을 높일 수 있는 구체적인 방법론에 들어가면 많은 제약이 따른다. 우선 수용성을 좌우하는 요인이 무엇인지, 요인들 간의 상호작용과 동태적인 관계는 어떻게 설정할지를 판단해야 한다. 뿐만 아니라 제약된 여건 하에서 지역주민의 수용성을 높이는 대안들을 마련하고 실제적인 지원을 준비해야 한다.

본 연구는 지역주민의 수용성과 관련된 다양한 요인들 간의 관계를 하나의 시스템으로 보고 그 시스템의 동태적 행태(dynamics behavior)를 추적하였다. 고준위방사성폐기물처분장을 입지시키기 위해서는 지역주민의 수용성을 현재보다 높여야 할 것이며, 이를 위해서는 지역주민의 인지적 위험을 보상할 수 있는 방안을 마련해야 한다는 정책적 제안을 할 수 있다. 이를 위해서 정부는 중저준위방사성폐기물처분장 입지에 따른 지역주민 보상 이상의 정책적 지원을 해야 하며 이러한 지원이 처분장 논의 초기에 확정이 되어야만 지역주민들의 수용성이 높아질 것이라고 사료된다.

지역주민의 수용성을 시스템다이내믹스 방법론으로 그려내기 위해서는 많은 시행착오와 창의성에 입각한 도전적 과업을 스스로 찾아내 해결해야만 한다. 이를 위해서는 광범위한 국내외의 자료수집과 이론적 연구를 해야만 하며, 문제의 개념적 분석, 변수의 추출, 인과지도(CLD), 저장-유량모델(SFD)의 작성과정을 수십 차례 반복하여야 한다. 왜냐하면 수용성의 동태적 성격으로 인해 모델을 실제로 구성은 지속적인 탐구와 획기적인 개선이 필요하기 때문이다. 다행히 본 연구를 통해서 SFD 모델을 작성하고 어느 정도 안정화된 결과를 얻게 되었기 때문에 향후 발전적인 연구가 가능해지게 되었다고 보인다. 다만, 모델의 근본적인 한계로서 고준위방사성폐기물처분장에 대한 지역주민의 수용성의 변화와 관련된 데이터가 전무하기 때문에 본 연구에서 작성된 모델이 과연 적절한지에 대한 근원적인 질문은 존재한다. 그럼에도 불구하고, 외부 전문가들의 자문과 연구진의 브레인스토밍을 통한 결과에 입각할 때 완벽하지는 않지만 일정 부분 모델의 타당성이 갖추었다고 본다.

【참고문헌】

- 강제상 · 김종래. (1996). “수질규제정책에 대한 정책대상집단의 순응에 관한 연구”. 『한국정책학회보』 제5권 제2호.
- 김길수. (1997). “핵폐기물 처분장의 입지선정에 있어서 주민저항의 원인”. 『한국정책학회보』 제6권 제1호.
- 김병준. (1985). “정책집행에 있어서 대상집단의 정책관여”. 『한국정치학회보』 제19집.
- 김창수. (2000). 『환경정책 집행영향요인의 분석』. 박사학위 논문. 서울대학교.
- 문태훈. (2002). 도시동태모형을 이용한 도시성장관리정책의 평가. 『한국 시스템다이내믹스 연구』 제3권 제2호: 5-27.
- 박재용. (1995). “정책집행에 있어서 대상집단의 정책순응에 관한 연구”. 석사학위 논문. 서울대학교.
- 배병룡 · 이시원. (1988). “정부불신의 원인과 결과”. 『한국행정학회보』 제22권 제2호.
- 변동건. (2000). “한국의 핵에너지정책과 핵폐기물정책의 문제점”. 『정책분석평가학회보』 제10권 제2호.
- 오영민. (2009). “인과지도를 통한 고준위방사성폐기물처분장과 지역주민의 수용성의 관계 고찰”. 『한국 시스템다이내믹스 연구』 제10권 제2호.
- 윤영채 · 전주상. (2000). “환경기초시설 입지갈등에 관한 정책추진자와 정책수용자간 인식차이 연구”. 『정책분석평가학회보』 제10권 제2호.
- 이종렬. (1995). “핵폐기물처리장 입지선정과 주민갈등 - 울진사례를 중심으로”. 『한국행정학회보』 제29권 제2호.
- 전주상. (2000). “비선호시설 입지갈등요인에 관한 연구: 노원 · 목동 · 강남 쓰레기 소각장 건설 사례의 비교분석”. 『한국사회와 행정연구』 제11권 제2호.
- _____. (2000). “지방정부와 주민간 정책갈등에 관한 연구”. 박사학위 논문. 서울대학교 행정대학원.
- 정정길. (2001), 『정책학원론』, 서울: 대명출판사.
- 최미욱. (1997). “핵폐기물처분장 입지선정과정상의 주민반응과 정책수용방안에 관한 경험적 연구”. 박사학위 논문. 국민대학교.
- 최연홍. (1998). “핵폐기물 처리시설 입지선정과과정의 갈등과 해결: 미국의 경우와 한국에의 시사점”. 『한국정책학회보』 제7권 제3호.
- _____. (2001). “방사성폐기물 처분장 입지선정을 위한 갈등해결 방안 연구”. 과학기술부.
- _____. (2001). 『한국 환경정책과 행정』. 서울: 신광출판사.

- 최연홍 · 오영민. (2004). “정책수용성의 시간적 변화”. 『한국정책학회보』 제13권 1호.
- 최연홍 · 오영민. (2005). “지방 오피니언 리더의 정책 수용성 연구”. 『한국정책학회보』 제14권 4호.
- 최연홍 · 정창훈 · 오영민. (2006). “원전 수거물 처분시설 입지 후 지역사회 발전 모델 구축 연구”. 과학기술부.
- 한국정치학회 · 한국원자력 문화재단. (2001). 『원자력 정책 결정과정의 정치적 이해』.
- Allison, Graham. (1969). “Conceptual Models and Cuban Missile Crisis”. *APSR*. September.
- Anderson, J. E. (1984). *Public Policy Making*, 3rd ed. Holt Rinehart and Winston.
- Bachrach, Peter and Baratz, Morton. (1962), “Two Faces of Power”, *American Political Science Review(APSAR)*, Vol. 56. December.
- Berman, Paul. (1978). “The study of Macro and Micro-Implementation”. *Public Policy*. Vol. 26, No. 2. Spring.
- Cobb, Roger and Ross, Jennie-Keith and Ross, Marc. (1976). “Agenda Building as a Comparative Political Process”. *APSR*. March.
- Coombs, F. S. (1981). “The Base of Noncompliance with a Policy” in John G. Grumm and Stephen L. Wasby(eds). *The Analysis of Policy Impact*. Lexington: Heath.
- Coyle, R. G. (1996). *System Dynamics Modelling*, Florida: Chapman & Hall/CRC.
- Elmore, Richard. (1979). “Backward Mapping: Implementation Research and Policy decision.” *Political Science Quarterly*. Vol. 94. Fall.
- Esterling, Douglas. (1992). “Fair Rule for Siting High-Level Nuclear Waste Repository”. *Journal of Policy Analysis and Management*. 11(3): 442-475.
- Ford, Andrew. (1999). *Modeling the Environment*, Washington D.C.: Island Press.
- Forrester, Jay W. (1969). *Urban Dynamics*. MA: The Colonial Press Inc.
- Forrester, Jay W. (1973). *World Dynamics*, MA: Wright-Allen Press, Inc.
- Forrester, Jay W. (1990). *Principles of System*, MA: Pegasus Communication, Inc.
- Gervers, John H. (1987). “The NYMBY Syndrome: Is It Inevitable?”. *Environment* 29: 18-29.
- Gharajedaghi, Jamshid. (1999). *System Thinking: Managing Chaos and Complexity*, MA: Butterworth Heinemann.
- Heclo, Hugh. (1978). “Issue Networks and the Executive Establishment”. in Anthony King(ed.). *The New American Political System*. Washington D.C.: American Enterprise Institute.
- James P. Lester. Ann O’M Bowman, Malcolm L. Goggin, and Laurence J. O’Toole Jr. (1987). “Public Policy Implementation: Evolution of the Field and Agenda for Future Research.”

- Policy Studies Review*. Vol. 7, No. 11.
- Kingdon, John W.(1977). “Model of Legislative Voting”. *Journal of Politics*. August.: 563-595.
- Lester, James P. and Bowman, Ann O’M, Goggin, Malcolm and O’toole, Laurence J. Jr.(1987). “Public Policy Implementation : Evolution of the Field and Agenda for Future Research”. *Policy Studies Review*. Vol. 7, No. 1.
- Lindblom, Charles. (1959). “The Science of Muddling Through.”. *Public Administrative Review*. Vol. 19. Spring.
- Lipsky, Michael(1976), “Toward a Theory of Street-Level Bureaucracy”. in Willis D. Hawley and Michael Lipsky(eds.). *Theoretical Perspectives on Urban Politics*. Engelwoods Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Mass, Nathaniel J. (1974). *Readings in Urban Dynamics: Vol. 1*, MA: Wright-Allen Press, Inc.
- Mazmanian, Daniel and Morell. (1990). “The NYMBY’s Syndrome: Facility Siting and the Failure of Democratic Discourse”. in Norman J. Vig and Michael eds. *Environmental policy in the 1990s*. Washington D.C.: C.Q. Press, 1997.
- Moe, Terry. (1981). “Toward a Broader View of Interest Groups”. *The Journal of Politics*. Vol. 43.
- O. R. Young. (1979). *Compliance and Public Authority*, Baltimore. The Johns Hopkins University Press. 4-5.
- Richardson, George P. (1999). *Feedback Thought*. MA: Pegasus Communication, Inc.
- Ruth, Matthias., Hannon Bruce. (1997). *Modeling Dynamics Economic System*. New York: Springer.
- Sabatier, Paul and Mazmanian, Daniel. (1979). “The Conditions of Effective Implementation: A Guide to Accomplishing Policy Objectives”. *Policy Analysis*. Vol. 5. Fall.
- Steiss, Alan W. (1974). *Urban Systems Dynamics*. MA: Lexington Books.
- Sterman, John D. (2004). *Business Dynamics*. Singapore: McGraw Hill.
- Tversky, Amos and Kahneman, Daniel. (1974). “Judgement under Uncertainty: Heuristics and Biases”. *Science*. Vol. 185.
- Warren, Kim. (2002). *Competitive Strategy Dynamics*, New York: John Wiley & Sons. LTD.
- Winter, Soren. (1990). “Integration Implementation Research”. in D.J. Palumbo & D. J. Calista eds. *Implementation and Policy Process*. New york: Greenwood Press.
- Wolstenholme, Eric F. (1990). *System Enquiry*. New York: John Wiley & Sons. LTD.