

## **조직의 상충적 이슈에 관한 동태적 모델링 :**

**환경 시스템과 경제 시스템 간의 동태적 상호작용 분석과 시스템 시뮬레이션**

**The Dynamic Modeling of Conflicting Issues in Public Organization :**

**The System Simulation of Dynamic Interaction between Environmental System  
and Regional Development System**

홍 민 기

(청주과학대학 행정전산과 / mkhong59@cjnet.chongjunc.ac.kr)

## I. 서론

본 연구는 공적 이슈-관심 사이클이 실질적인 조직시스템의 상태를 변화시키는데 커다란 역할을 수행한다는 점을 보여주고자 한다. 특히 조직의 정책딜레마와 관련하여 정책이슈간 상충성의 정도를 어떻게 완화시킬 것인가 그리고 이때에 어떻게 조직 시스템을 안정적으로 유지시킬 것인가가 주 관심이다. 그렇다고 조직시스템의 안정성이 그 시스템의 진보를 가져온다고 보지는 않는다.

본 연구가 시사하고자 하는 바는 조직은 단정적인 정책방향성보다는 정책적 변수의 관리에 매우 신중하여야 한다는 것이다. 조직 시스템의 안정성을 위해서는 공적 이슈들간의 상호 양립가능성을 확보하기 위한 노력이 필요하겠지만, 어느 하나의 정책이 조직에서 언제나 최적이라고 말할 수는 없다.

이와 같은 상황은 조직의 정책적 딜레마라고 언급되는데(이종범외,2000), 이러한 딜레마는 정책이슈의 사이클을 가져오는 것으로 지적된다. 해소되지 않는 딜레마는 어느 정도의 시간이 지나고 나서는 더욱 급박한 조직의 이슈로 재등장한다는 것이다. 더 심각하게는 냄비 속 개구리의 현상을 떨 수도 있다(Senge,1990).

이 연구는 조직을 분석하는 접근방법에 중요한 시사점을 제공할 수 있다고 본다. 즉, 조직의 상충적인 다양한 정책 이슈들 간의 상호관계성을 체계적으로 분석하는 데 시스템적 사고방식이 복잡한 시스템을 관리하는 데 필수적인 덕목이라는 점을 보여주고자 한다.

환경문제와 지역개발간의 관련성은 전형적인 조직의 정책적 복잡성과 상충적인 상호관계성을 띠는 조직문제에 해당한다. 그리고 조직이 시스템적으로 사고하여야 한다는 점을 보여주는 단적인 예이다. 이미 널리 논의되었다 시피 지방자치의 실시로 인하여 지역경제의 활성화가 조직의 중요한 이슈로 부각되면서, 이러한 지역개발에 대한 관심의 증대는 필연적으로 환경보전문제와 충돌을 일으킨다. 환경보전과 지역개발의 과제는 중앙행정부처뿐만 아니라 지방자치단체에게도 상호 밀접히 연관된 딜레마로 받아들여져 왔다. 당연한 지역경제의 활성화와 생존권으로서의 환경보전이라는 양 가치는 정도의 차이는 있을 지언정 각 지방조직에 피할 수 없는 딜레마를 부여하고 있다. 이러한 딜레마는 조직에 관한 시스템적 사고방식을 통하여 사실적 복잡성을 이해할 수 있다는 점을 보여준다.

따라서 본 연구는 조직을 분석함에 있어 시스템 다이내믹스적 방법이 조직간 갈등과 복잡성 및 조직의 딜레마를 이해하고 설명하는데 매우 유용하다는 점을 보이고자, 가치적 복잡성과 사실적 복잡성을 동시에 띤 지역개발과 환경보전 문제를 사례로 하였다.

## II. 환경관리의 지역개발과의 상충성

오늘날 지방정부는 지역주민의 삶의 질을 높이기 위하여 환경의 수준을 높임과 동시에 지역경제를 활성화 시켜야 한다는 두 가지의 목표를 균형적으로 달성해야 하는 입장에 처해 있다. 그러나 지역에서의 경제활동과 환경수준 간에는 특정 분야의 산업을 제외하고 일반적으로 상충관계(trade off)가 존재하기 때문에 두 가지 목표를 동시에 달성할 수 있는 정책적 대응은 용이한 일이 아니다.

지역수준에서 환경보전에 대한 인식이 높아지기 전에는 지방정부의 보편적인 정책방향이 공장용지 개발, 지역 외 산업의 유치 등 산업화의 촉진을 통한 지역경제 활성화였다고 할 수 있다. 그러나 1992년 유엔환경·개발회의에서 지속 가능한 개발(Environmentally Sound and Sustainable Development)이라는 개념과 의제21(agenda 21)이 채택됨으로써 환경보전에 대한 국가적 역할의 중요성이 요청되기 시작하였다. 또한, 1994년 지구환경회의에서는 지역사회의 여건과 특수성을 고려한 실천 가능한 정책을 수립하는 지방의제 21(Local agenda 21)을 채택하고 1996년까지 유엔의 지속가능 발전 위원회에 국가별·도시별로 작성된 지방의제 21을 제출하도록 함으로써 지방정부 수준에서도 지금까지의 환경 정책을 수정할 수밖에 없는 커다란 변화가 나타나기 시작하였다.

더군다나 1990년 낙동강 유역 페놀 유출사건, 1995년 시프린스호 원유유출과 같은 초대형 환경 사건들의 발생은 정부와 국민들로 하여금 환경의 질이 경제발전 못지 않게 삶의 질을 좌우하는 중요한 기준이라는 인식을 갖게 하는 계기를 제공하였다. 이러한 일련의 여건 변화는 정책적으로 경제발전 우위에서 경제발전과 환경보호를 동등한 수준에서 추구하여야 하는 어려움을 가져왔다고 할 수 있다.

경제발전과 환경보호를 동시에 달성할 수 있는 정부의 정책적 대응이 곤란하다는 의미는 정책목표의 상충성에서 비롯된 것이기는 하지만 실제적으로는 경제와 환경간의 복잡한 상호작용을 명확하게 이해하는 것이 용이하지 않다는데 있다고 할 수 있다. 이에 본 논문은 먼저 지역수준에서 경제와 환경간에 발생하는 복잡한 상호작용을 규명하여 정책지렛대를 탐색하기 위한 준거를 탐색하고, 최근에 논의되고 있는 정책들이 환경과 경제수준에 어떠한 효과를 가져올 것인가를 정책 모의실험을 통해 분석함으로써 정책정보를 제공하고자 하였다.

본 논문의 연구는 시스템 다이내믹스 기법을 이용하여 연구사례로 선정한 대구지역과 부산지역 간의 경제시스템과 환경시스템 간 관계를 분석하기 위한 시뮬레이션 모형을 형성하고, 이 모형 상에서 정책실험을 행하는 방법으로 수행되었다. 또한, 시뮬레이션 방정식을 작성하는 과정에서는 환경부, 대구광역시, 부산광역시의 통계자료를 이용하여 변수 간

의 관계 설정에 필요한 파라미터를 추정하는 통계 분석을 거쳤다.

### III. 지역환경과 경제간의 관계에 대한 이론적 접근

#### 1. 환경과 경제간의 관계에 대한 전통적인 시각

지금까지 환경과 경제활동간의 관계를 이해하고 문제를 분석하기 위한 많은 연구가 있어왔다. 환경과 경제간의 상호의존 관계는 일반적으로 경제활동이 환경으로부터 자연자원을 채취하여 생산을 거쳐 재화를 생산해내고 생산물이 소비되는 일련의 과정으로 설명된다. 이 과정에서 환경과 경제간의 관계는 폐기물의 양이 채굴활동, 생산활동, 소비활동에 의해서 발생되며, 자본재로 축적된 생산물이 없다면 일정기간 동안에 발생한 폐기물량은 사용된 자원의 양과 동일하다는 것으로 설명된다. 그러나 이러한 일반적인 접근은 경제와 환경간의 관계를 자원의 흐름, 재화의 흐름, 폐기물의 흐름 등 물질의 흐름측면을 중심으로 파악한 것이다(유동운, 1992).

환경과 경제와의 관계를 자율갱신 자원적 특성(self-regulating resources), 공유재산적 특성, 공공재적 특성 등 환경자원이 갖는 특성을 중심으로 설명하는 접근은 매우 보편화 되어있다. 이를 보다 자세히 살펴보면, 첫째, 환경자원을 인간의 사용량에 의하여 존재량이 변하고 이 존재량의 변화가 다시 갱신율에 영향을 미치는 자율갱신 자원으로 볼 경우, 만약 최대의 갱신율을 초과하는 과도한 경제활동이 이루어지면 환경용량의 고갈로 자정능력이 떨어지게 되어 결국에는 환경자원이 감소하게 된다는 것이다. 둘째, 환경자원을 이용하는 권리가 사회구성원 모두에게 공유되는 공유재적 특성 측면에서는 공유된 환경을 가지고 여러 개의 기업(N개)이 생산활동을 하는 경우 환경자원의 공유재적 특성으로 인해서 단일 기업(N개의 기업이 모두 합병되는 것을 가정)이 생산활동을 하는 경우보다 산업 전체의 총 오염 배출원의 수량이 많다는 것이다. 셋째, 공공재적 특성 측면에서는 개인이나 기업이 경제활동을 위해 환경재를 사용하는데 있어 다른 이용자를 배제할 수 없는 비배제성과 환경재를 여러 경제활동 주체가 동시에 소비할 수 있고, 동시에 어떤 주체가 더 소비하였다고 해서 다른 사람의 소비가 줄어들지 않아 소비에 있어서 경합성이 없다는 비경합성 등으로 인해 환경자원의 소비·오염이 지속적으로 증가할 수 있다는 것이다(Howarth & Norgaard, 1992: 473-477).

또한, 환경과 경제와의 관계는 환경오염과 경제성장 간의 관계라는 측면에서 주로 다루어지고 있는데 일반적으로 경제성장과 환경오염의 관계를 설명하는 이론들은 상충관계론

과 상호보완관계론으로 나뉘어져 있다. 신고전파 경제학자들의 상충관계론에서는 생산량에 따라 오염배출량이 증가하나, 오염방지활동에 투입되는 생산요소의 투입량에 의해 오염배출량이 상쇄될 수 있으며 생산기술의 향상과 자연환경의 양이 증대될 경우에는 오염배출량이 줄어들 수 있다고 주장한다(유동운, 1992). 반면, 최근의 경제학자들은 환경의 질을 개선시키는 것이 경제성장에 기여하며, 경제규모에 상응하는 환경의 질을 유지하는데 필요한 적절한 투자를 수행하는 경우에는 지속적 발전을 달성할 수 있다고 주장한다(Pearce & Markanda, 1989). 즉, 상호보완관계론에서는 환경의 질을 보전하는 것 자체가 경제, 사회의 성장잠재력을 배양시키며, 공해방지시설의 투자는 사회간접자본이 갖는 기능과 같이 생산활동을 뒷받침하는 효과를 갖는다는 것이다. 특히, 상호보완관계론에서는 GDP 수준과 소득수준이 높을수록 환경의 질이 높아지는 경향이 강하다고 주장한다.

한편, 환경과 경제와의 관계에 관한 또 다른 종류의 접근이론으로서 환경오염 문제를 주로 외부성에 의해 사회적 한계비용(marginal social cost)과 사적한계비용(marginal net private cost)의 차이가 발생하여 시장기능이 사회적 효율성을 달성하지 못하는 시장실패 문제라고 규정하고 이를 해결하기 위해서는 정부가 개입하여 외부성을 내부화(internalization) 시켜 줄 수 있는 조세, 즉 피구적 조세를 부과하여야 한다는 환경세에 관한 이론을 들 수 있다. 환경세를 통해 경제와 환경과의 균형·사회적 최적수준을 달성하려는 이들 연구는 경제성장과 환경오염 수준과의 관계를 일정 수준 이상의 경제성장을 달성하면 성장이 내생적으로 환경규제를 가져오고 이에 따라 환경오염 수준이 감소하거나 반대로 환경오염 규제가 지역의 기반분야의 경쟁력을 약화시킬 것이고 이에 따라 성장의 감소가 초래되는 역방향의 관계가 성립할 수 있다는 시각을 보이고 있다(박상수,곽승준, 1996, 이광수,이민원, 1996).

그러나, 이상의 환경과 경제에 관한 일반적 시각들은 나름대로 환경과 경제의 관계를 단순하고 이해하기 쉽게 설명한다는 장점은 있으나 환경과 경제를 각각의 시스템 간의 관계로 보기보다는 실제적인 상황을 지나치게 축소한 가정과 특정한 변수 중심의 기계론적 분석에 그치는 한계가 있다. 또한, 대부분의 환경과 경제간의 관계에 관한 이론들은 변수들의 관계를 선형적인 관계가 배태되어 있음을 가정하고 있어 시간의 변화에 따른 변수들간의 동태적·비선형적 특성을 설명하는 데는 한계가 있다는 문제점이 지적될 수 있다(이강수, 1998, 김홍배, 진상엽,조용희, 1996).

## 2. 지역간 환경분쟁 측면에서 본 환경과 경제와의 관계

앞에서는 환경과 경제간의 관계에 대한 일반적인 이론들에 대하여 살펴보았다. 여기에서

는 환경과 경제간의 관계가 지역간 분쟁이라는 상황과 결합되어 있는 경우에 관한 접근 시각에 대하여 살펴본다. 지역간 환경의 분쟁은 환경을 오염시키면서 경제적 이익을 취하는 오염자와 아무런 경제적 이익 없이 환경오염에 의해 손해를 보는 피해자가 지역적으로 명확하게 구분되어 있는 상황, 또는 환경보전에 따른 이익의 수혜자와 환경보전을 위한 규제로 인해 재산권 침해 등의 경제적 손해를 입는 피해자가 지역적으로 명확하게 구분되어 있는 상황에서 나타나는 문제라고 할 수 있다. 이는 결국 경제활동을 영위하기 위한 환경의 이용과 보전에 대한 권한과 책임의 문제로 인식될 수 있는바 예를 들면, 상류지역의 경제개발에 따른 하류지역의 오염문제를 둘러싼 갈등은 상류지역이 하류지역에서 이용하는 물을 오염시킬 수 있는 권리를 갖고 있는지, 아니면 하류지역이 오염되지 않은 깨끗한 물을 이용할 수 있는 권리를 갖는지의 문제로 해석될 수 있다(김용건. 1996).

이러한 환경분쟁의 발생원인으로는 외부효과의 설명력이 높다. 하천에서의 환경자원을 둘러싼 외부효과는 상류지역이 하류지역에 대한 영향을 적절히 고려하지 않는 의사결정을 방치함으로써 경제활동의 효율성을 저해 시키는 것을 의미한다. 즉, 상류지역은 수질보전 활동에 있어서 수질개선에 따르는 하류지역의 이익을 고려하지 않을 것이므로 사회적으로 바람직한 수준보다 적은 노력을 기울일 것이고, 오염을 악화시키는 개발행위의 추진에 있어서는 하류지역의 피해를 고려하지 않음으로써 과도한 개발 활동을 추진할 가능성이 높다는 것이다. 이로써 상류지역이 보다 많은 물을 이용하고 오염활동을 하게 되어 그 이익은 상류지역에 돌아가지만 손해는 상당부분 하류지역에 귀속되는 편익과 비용의 부담주체가 괴리되게 된다. 외부효과 이외의 환경분쟁의 발생원인으로는 정부의 물관리 원칙의 미비, 높은 불확실성과 기술적 복잡성, 신뢰성 있는 수질 및 수량자료의 부족, 자치단체 간 협상 및 조정관행의 미정착 등을 들 수 있다(우효섭. 1996).

한편, 이러한 지역간 환경분쟁의 해결은 물에 대한 재산권을 어떻게 인정하느냐와 비용 부담원칙을 어떻게 설정하느냐의 문제가 관건이 되는데, 물에 대한 재산권을 인정하는데 있어서는 지자체 혹은 유역국가가 자신의 영토에서 유익한 사용을 위해서는 물의 이용에 따른 이익과 관련 지역의 피해에 대한 모든 관련 요소를 고려하는 합리적이고 공평한 원칙을 따라야 한다는 공평이용원칙(the principle of equitable utilization)이 보편화 되고 있다. 또한, 비용부담원칙에 있어서는 오염자부담원칙과 수혜자부담원칙이 조화되는 것이 바람직하다고 인정되고 있다(김용건. 1996).

### 3. 시스템 사고에 의한 환경과 경제간의 관계에 대한 재조명

시스템 다이내믹스 방법론에서 시스템 사고는 단선적 사고로 대표되는 기존의 사고를 대체하는 사고의 틀로서 제안되었다. 복잡한 인간 시스템의 기본적인 특징은 원인과 결과가 시공적으로 직접 결합되어 있지 않은 경우와 다수의 요인들이 상호작용 관계로 얽혀 있는 경우가 많으며, 특정 시점에서의 시스템의 변화 방향과 장기적인 시스템의 변화 행태가 근본적인 차이점을 가질 수 있다는 것이다. 이러한 특징을 갖는 시스템을 독립변수가 종속변수에 일방향적으로 영향을 준다는 정태적 사고, 과정을 사건의 연속으로 보고 특정 기간동안의 문제를 단기적으로 관찰하려는 사고, 시스템의 전체가 아닌 일 부분만을 중심으로 다루려는 편협한 부분적 사고는 문제의 정확한 이해는 물론이고 정책적 처방의 오류를 초래할 수 있다(김도훈, 문태훈, 김동환, 1998).

시스템 사고에서는 이러한 단선적 사고의 한계를 극복하기 위하여 문제의 요인들이 내재적으로 순환적인 인과관계의 고리들로 연결되어 있다는 점, 문제를 유발하는 요인들의 상대적 중요성이 시간의 흐름에 따라 변할 수 있으며 따라서 장기적·전체적 변화패턴에 주목해야 한다는 점, 분석적 사고와 통합적 사고의 조화 필요성이 크다는 점을 강조한다(Senge, 1993).

이러한 시스템 사고에 의해 앞에서 살펴본 지역환경과 경제간의 관계를 재조명해 보면 첫째, 환경과 경제간의 관계는 특정한 환경 관련 변수와 경제 관련 변수들간의 관계에서 각각 다수의 하위시스템으로 구성된 지역환경 시스템과 지역경제시스템 간의 관계로 설정되어야 한다는 점이다. 따라서 이들 시스템과 관련된 다른 독립된 시스템이 존재한다면 이를 전체의 시스템 범위에 포함시켜야 한다.

둘째, 환경과 경제간의 관계는 매우 다양한 변수들간의 순환적 인과관계의 연결구조에 의해 형성되는 것이며, 상호작용 관계에서 나타나는 시스템의 변화패턴은 생산량과 오염배출량 등과 같은 특정 변수간의 일방향적 독립, 종속관계에 의해 나타나는 것이 아니라는 점이다(Saeed, 1996). 또한, 환경과 경제간의 관계를 구성하는 요인들간의 영향력은 그 크기가 고정되어 있는 것이 아니라 양자간의 관계 속에서 시스템 내의 어떠한 변수의 변화수준에 영향을 받아 상대적이며, 시간에 따라 변할 수 있다는 것이다.

셋째, 환경과 경제간의 관계는 단기적 이라기 보다는 장기적으로 나타나는 경제수준, 환경수준 등의 변화패턴을 통해서만 그 문제를 진단할 수 있으며 정책효과를 판단할 수 있다는 점이다(Meadows, 1996). 이상의 시스템 사고에 의한 환경과 경제간의 관계를 재조명하여 그림으로 나타내면 아래와 같다.

## IV. 실험설계와 분석모형

### 1. 분석 사례의 현황분석

#### 1) 지역간 환경분쟁의 원인

본 연구의 분석 사례는 낙동강의 환경오염을 둘러싸고 대구지역과 부산지역간에 일어나고 있는 환경분쟁으로서 이들 지역간에는 경제개발 행위와 환경보존이라는 차원에서 첨예한 대립을 보이고 있다.

이들 지역간의 환경분쟁은 낙동강 수계에 있는 대구·경북지역의 산업폐수와 생활폐수로 인해 부산지역의 상수원인 낙동강의 수질이 이미 3등급으로 떨어진 상태에서 3백만평에 달하는 위천공단을 조성키로 함에 따라 부산 지역의 주민들이 이를 적극적으로 제지하려고 한데서 시작되었다. 그러나 대구 지역 주민들은 위천공단 조성이 침체되고 있는 대구



지역의 경제를 활성화 하기 위한 필연적인 대안이기 때문에 양보할 수 없다고 강력히 맞서고 있는 심각한 지역간 분쟁 양상을 보이고 있다(김종달, 1998).

이러한 대구와 부산지역 간의 경제활동과 환경보전을 둘러싼 갈등은 특히, 대구지역의 상수원은 이 지역의 경제활동 영위에 따른 환경오염 행위에 전혀 영향을 받지 않는 곳(다사)에 위치하고 있는 반면, 부산지역의 경우는 대구지역을 포함하여 33개의 공단에서 하루 3백여만톤의 생활하수와 산업폐수가 방류되고 있는 낙동강 하류에 위치하고 있다는 데서 문제의 심각성이 더해지고 있다. 대구와 부산지역의 환경분쟁은 전형적으로 오염자와 피해자가 지역적으로 괴리되어 있는 구도라고 할 수 있다.

이 둘 두 지역간의 오염자와 피해자 차이는 [표 1]에서 보는 바와 같이 근본적으로 상수원의 질적 수준에서 커다란 차이를 보이고 있으며, 수돗물의 1톤당 생산원가(97년기준) 면에서도 대구는 429.20원인 반면 부산은 586.12원으로 크게 차이가 나고 있는 실정에 있다. 결국, 이러한 상황에서는 환경자원의 이용에 따른 외부효과가 매우 크다고 할 수 있다.

이러한 점에서 볼 때 본 연구의 분석사례는 환경시스템과 경제시스템 간의 상호작용 관계, 오염자와 피해자가 괴리된 두 지역간 환경 분쟁 관계, 환경오염과 먹는 물이라는 필수 생활 환경간의 관계를 살펴보는 데 유용한 사례라고 할 수 있다.

**대구 및 부산지역의 상수원의 오염 수준(BOD 기준) 및 수돗물 생산원가**

| 구 분        | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 수돗물 생산원가   |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------------|
| 대구 상수원(다사) | 1.9  | 1.5  | 2.5  | 2.5  | 2.5  | 1.5  | -    | 429.20원/1톤 |
| 부산 상수원(물금) | 3.8  | 5.4  | 5.7  | 5.2  | 4.2  | 3.0  | 5.05 | 586.12원/1톤 |

자료: 환경부, 환경통계연감 및 상수도 통계 각 년도

## 2) 낙동강 유역의 환경-경제 현황분석

일반적으로 강을 오염시키는 오염원으로는 인구(생활하수와 분뇨발생의 원인), 폐수배출업소, 가축, 양식장 및 비점오염원인 토지가 있다. 이러한 오염원이 낙동강 유역의 대구와 부산지역에 어떻게 분포하고 있는지를 살펴보면 [표 2]에서 보는 바와 같이 인구나 폐수배출업소수는 부산광역시보다 많으나 가축수, 양식장수, 토지면적은 대구광역시가 더 크다고 할 수 있다.

**표 2** 낙동강 유역의 오염원 분포

| 구 분    | 인 구        | 폐수배출 업소수 | 가축수        | 양식장수 | 토지면적(km <sup>2</sup> ) |
|--------|------------|----------|------------|------|------------------------|
| 낙동강 유역 | 13,187,144 | 13,672   | 2, 868,685 | 422  | 31,289.86              |
| 부산광역시  | 3,842,834  | 3,314    | 40,549     | 0    | 753.19                 |
| 대구광역시  | 2,516,946  | 2,845    | 99,886     | 8    | 872.01                 |

자료: 낙동강 오염원 조사보고서, 환경부, 1999.

앞에서의 오염원에 의한 낙동강으로의 하·폐수 배출량과 BOD 배출 부하량을 보면 [표 3]에서 보는 바와 같이 하·폐수 배출량은 낙동강 전체는 1일 4, 984,099.9m<sup>3</sup>으로서 이중 부산은 25.9%인 1,291,655.8m<sup>3</sup>을 대구는 19.8%인 984,395.1m<sup>3</sup>이며, 이것이 낙동강물의 수 질에 영향을 미치는 BOD 부하량은 부산이 118.414.9kg, 대구가 56,868.2kg이다.

**표 3** 낙동강 유역의 하·폐수 배출량과 BOD 배출 부하량

(단위: m<sup>3</sup>/일)

| 구 분    | 배출총량        | 생활하수        | 산업폐수        | 축산폐수     | BOD 배출 부하량(kg/일) |
|--------|-------------|-------------|-------------|----------|------------------|
| 낙동강 유역 | 4,984,099.9 | 3,883,613.9 | 1,047,131.2 | 53,354.8 | 868,630.6        |
| 부산광역시  | 1,291,655.8 | 1,131,714.6 | 159,334.4   | 607.8    | 118.414.9        |
| 대구광역시  | 984,395.1   | 741,240.6   | 241,141.6   | 2,012.9  | 56,868.2         |

자료: 낙동강 오염원 조사보고서, 환경부, 1999.

**표 4** 부산광역시와 대구광역시의 경제활동 비교

| 구 분   | GRDP (십억원) | 1인당 GRDP (천원) | 기업체수    | 폐수배출 시설수 | 세출 중 경제개발비   |
|-------|------------|---------------|---------|----------|--------------|
| 부산광역시 | 26,088     | 6,725         | 252,436 | 2,578    | 725,475(백만원) |
| 대구광역시 | 15,023     | 6,031         | 171,190 | 2,036    | 888,906(백만원) |

자료: 행정자치부, 한국도시연감, 1998.

한편, 낙동강의 오염을 둘러싸고 부산지역과 대구지역 간의 환경갈등의 원인이 되는 대구 위천공단 조성 사업계획의 개요를 보면 이 사업의 개발사업 시행자는 국가가 아닌 대구 광역시장이며 이 사업으로 조성될 공업단지 면적은 1천만평에 달하는 것으로 되어있다. 특히, 이 사업의 완공과 기업체 입주후의 폐수발생량은 1일 16만톤으로 예상된다.

**표 5** 대구 위천공단 조성계획의 개요

| 구 분              |        | 계획내용                              |
|------------------|--------|-----------------------------------|
| 개발사업시행자          |        | ▪ 대구광역시                           |
| 단지면적             |        | ▪ 10,060,000m <sup>2</sup> (100%) |
| 토<br>지<br>이<br>용 | 공장용지면적 | ▪ 6,010,500m <sup>2</sup> (59.7%) |
|                  | 지원시설용지 | ▪ 376,400m <sup>2</sup> (3.8%)    |
|                  | 상업용지   | ▪ 151,000m <sup>2</sup> (1.5%)    |
|                  | 주거용지   | ▪ 473,500m <sup>2</sup> (4.7%)    |
|                  | 공공시설용지 | ▪ 3,048,600m <sup>2</sup> (30.3%) |
| 개발완공목표 년도        |        | ▪ 2001년                           |
| 주요유치업종           |        | ▪ 자동차관련 부품, 정밀전자, 전자제어기계, 신소재 등   |
| 폐수발생량            |        | ▪ 1일 16만톤                         |
| 총사업비             |        | ▪ 1,241,942(백만원)                  |

자료: 이춘근, “위천국가산업단지의 조성효과와 효율적인 추진전략”, 대구 21세기위원회. 1996.

## 2. 분석모형: 인과지도와 플로우 다이어그램

본 연구는 시스템 다이내믹스 기법을 이용하여 낙동강 수계에 있는 대구지역과 부산지역의 환경분쟁 사례를 통해 지역환경 시스템과 지역경제 시스템 간의 동태적 상호작용을 규명하고 관련 정책의 효과를 모의실험하기 위한 연구로서 앞에서 살펴본 환경과 경제에 관한 기본이론과 사례를 결합하여 [그림 2]에서 보는 인과지도를 작성하고, [그림 3]에서 보는 바와 같은 플로우 다이어그램 모형을 구성하였다.

[그림 2]에서 보는 인과지도의 기본적 피드백 구조는 다음과 같이 설명될 수 있다.

첫째는 산업생산부문과 생활하수부문에 의해 오염원이 발생하고, 발생된 오염원은 처리 시설에 의해 일정량이 처리된 후 강물에 배출되며, 강물에 배출된 폐수량이 많을수록 강물의 오염도가 증가하여 상수원수의 등급을 떨어뜨리게 되고, 이것이 정수처리 부하로 작용하여 수돗물 공급용량을 줄이게 되어 수돗물 가격상승과 부산지역 주민들의 불만을 가져옴과 동시에 대구지역의 환경규제 수준 및 정수처리시설에 대한 투자압력을 증대 시켜 결국에는 폐수배출량을 줄이는 피드백 구조라고 할 수 있다.

둘째는 부산지역의 대구지역에 대한 환경규제 수준 강화와 처리시설에 대한 투자압력은

대구지역의 산업생산 역량을 위축시키고, GRDP의 감소와 소득감소(이는 다시 산업폐수와 생활폐수 감소를 가져온다)에 영향을 미쳐 이것이 한 방향으로서는 대구지역 주민의 불만을 가져와 정부의 보조금에 의한 환경투자 요구를 증대 시키고, 또 다른 방향으로서는 부산지역에 대한 보상을 요구하게 되어 부산지역의 수돗물 값 증가와 주민불만을 다시 가져오게 되는 피드백 구조라고 할 수 있다.

세 번째는 강물의 오염수준이 증가하면 환경세 부과를 통해 산업 폐수량과 생활하수 배출량을 줄여 이것이 강물의 오염수준을 줄이는 피드백 구조라고 할 수 있다.

### 3. 정책실험 설계

본 연구의 모의실험은 기본모형으로서 위천 공단이 건설되지 않은 것을 가정하고, 현재의 상황을 중심으로 시뮬레이션을 하여 미래에 낙동강의 환경오염수준과 대구지역의 NGRDP 수준, 부산지역의 수돗물 가격수준을 예측하여 보았으며, 실험모형1에서는 기본모형에다 위천공단이 가동에 들어갔을 경우를 시뮬레이션 하였고, 실험모형2에서는 위천공단의 가동에 따른 낙동강 환경오염 문제를 완화 시키기 위하여 환경세를 부과하고, 동시에 중앙정부의 환경기초시설투자를 10% 증가시켰을 때의 정책효과를 실험해 보았다(이외의 자세한 모형은 부록의 모델 방정식을 참조할 것).

**표 6** 정책실험 설계표

| 구 분     | 주요실험 변수 |     |       | 측정변수  |
|---------|---------|-----|-------|---|
|         | 위천공단 조성 | 환경세 | 환경투자  |   |
| 기본실험모형  | 미조성시    | 없 음 | 안 함   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 환경오염수준 = BOD</li> <li>▪ 1인당 GRDP 수준(대구지역)</li> <li>▪ 수돗물 가격수준(부산지역)</li> </ul> |
| 정책실험모형1 | 사업완공시   | 없 음 | 안 함   |   |
| 정책실험모형2 | 사업완공시   | 부 과 | 10%증대 |   |

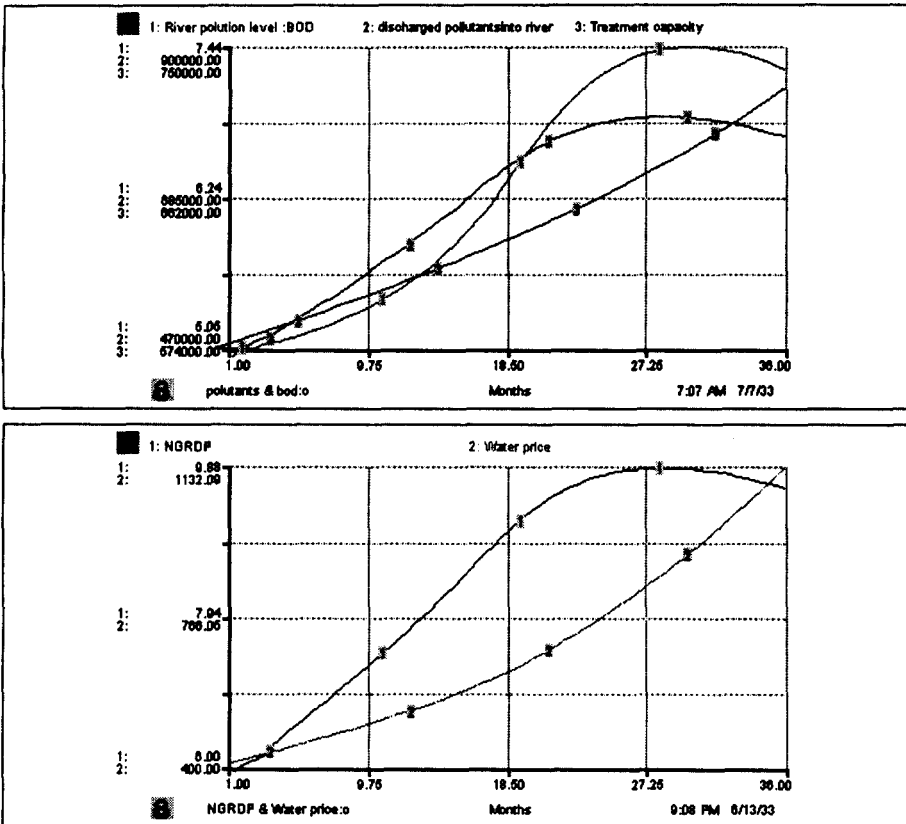


## V. 분석결과

### 1. 기본모형의 분석결과

현재의 대구와 부산지역의 환경시스템과 부산지역의 환경시스템이 장래에도 크게 변하지 않으며, 정부의 관련 투자 및 규제정책도 현재의 틀을 유지한다는 가정하에 시뮬레이션한 기본모형의 실험결과는 [그림 4]에서 보는 바와 같다. 분석결과에 따르면 낙동강 오염정도를 보여주는 BOD 수준은 99년의 5.05수준에서 27(약7년후)분기 후에는 7.44수준으로 증가하여 4급수로 하락할 것으로 예상되며, 부산시의 수돗물 가격은 현재의 400원에서 1132원으로 상승할 것으로 예측된다. 그러나, 대구지역의 NGRDP는 27분기까지 지속적으로 상승하다가 정체되는 모습을 보여주고 있어 상대적으로 부산지역의 환경오염 피해는 커지고, 대구지역의 이익은 증가하는 패턴을 보여주고 있어 형평적이지 못한 것을 알 수 있다.

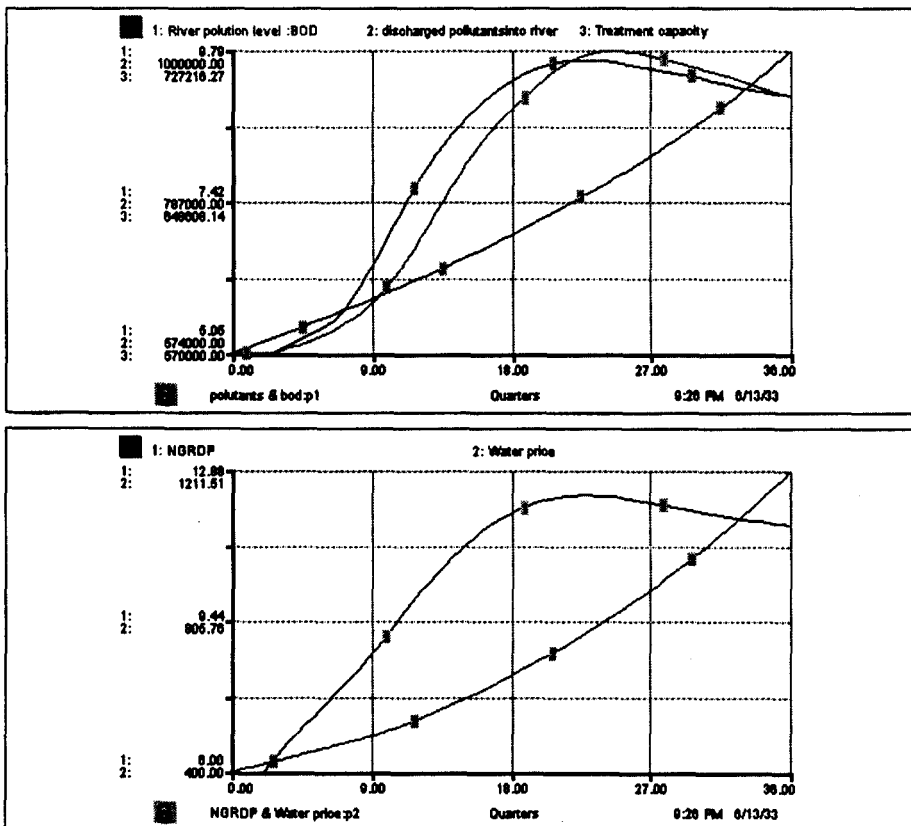
**그림 4** 일반모형의 분석결과



## 2. 실험모형1의 분석결과

현재의 조건 속에서 위천공단이 완성되어 가동에 들어갈 경우의 상황을 가정하고 시뮬레이션한 실험모형 1의 결과를 보면 [그림 5]에서 보는 바와 같이 대구지역의 산업폐수 배출량 증가에 따른 낙동강 환경오염 부하량의 증대로 BOD 수준이 현재의 5.05에서 급속히 상승하여 24분기(6년후)에는 9.79 수준에 이를 것으로 전망되 5급수로 전락할 것으로 예측되며, 부산지역의 수돗물 가격은 현재의 400원 수준에서 1200원 수준으로 상승할 것으로 보인다. 반면, 대구지역의 1인당 지역총생산액은 일반모형의 경우보다 크게 증가하여 1288만원 수준에 도달할 것으로 예측된다. 전체적으로 실험모형 1의 결과를 보면 환경오염이 심각한 현재상황에서 환경오염 부하량의 추가가 환경시스템의 수준에 매우 심각하게 작용하고 있는 것을 알 수 있다.

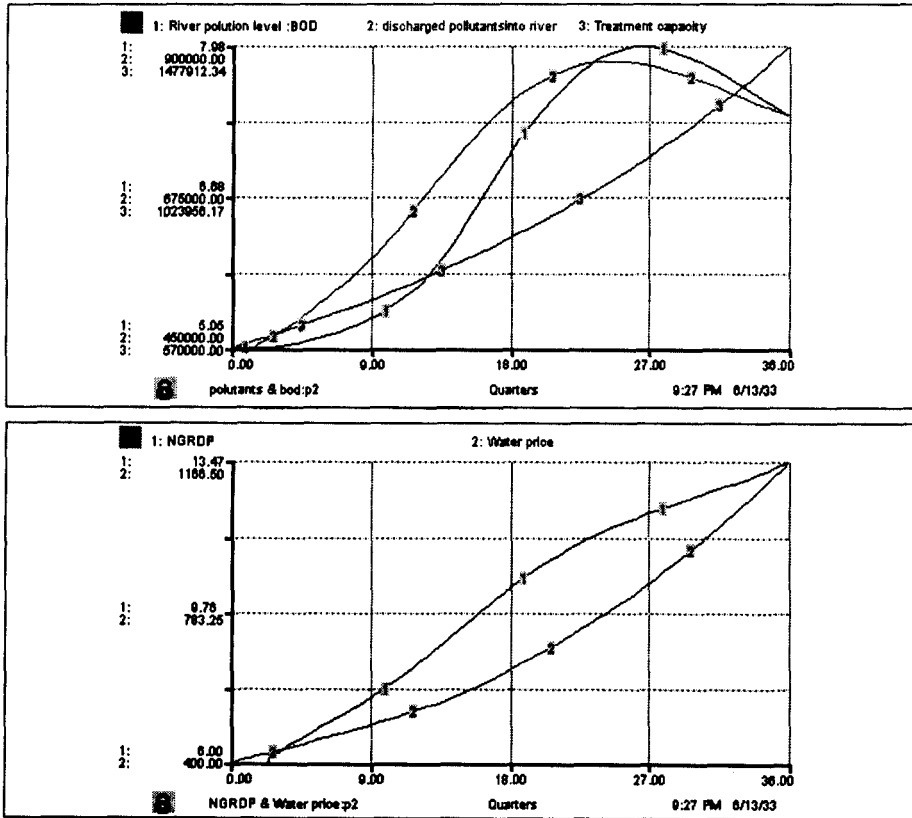
실험모형 1의 분석결과



### 3. 실험모형3의 분석결과

실험모형 2는 대구 위천공단의 조성이 완료되어 가동에 들어가고, 정부에서 위천공단의 가동에 따른 낙동강의 환경오염 수준을 완화시키기 위한 정책으로 환경세를 부과함과 동시에 현재의 환경 기초시설에 대한 투자액(보조금)을 10%정도 추가로 투자하였을 경우의 정책효과를 모의실험한 모형이었다. 분석결과를 보면 낙동강의 오염정도를 나타내는 BOD 수준은 현재의 5.05에서 7.99로 증가하나 4급수를 유지하여 실험모형1의 결과와 비교해 볼 때 오염수준이 크게 완화되는 패턴을 보여주고 있다. 또한, 부산지역의 수돗물 가격도 실험모형1에 비하여 적게 상승하는 것으로 나타나고 있어 정책효과가 있음을 보여주고 있다. 그러나, 대구지역의 1인당 GRDP는 정부 보조금이 기업들이 환경기초시설에 투자하던 비용을 산업투자로 전환할 수 있게 함으로써 나타난 효과 때문에 실험모형1의 경우보다 더 증가하는 패턴을 보여 주고 있다.

**그림 6** 실험모형 2의 분석결과





## VI. 결론 : 합의와 향후 과제

공공조직이 지역경제를 희생시키지 않고 환경을 보호할 수 있는 정책대안을 탐색하는 것은 결코 용이한 일이 아니다. 그것은 환경과 지역경제시스템 간에 존재하는 열역학 법칙적 상충성과 환경자원의 이용에서 나타나는 외부효과의 문제가 결합되어 나타날 수 있기 때문이다. 더군다나 이러한 환경시스템과 경제시스템 간의 역관계가 동일지역이 아닌 지역적으로 분리되어 있는 상태에서 오염자와 피해자의 구도로 나타난다면 사회적 최적화를 달성하는 것이 매우 곤란하다고 할 수 있다. 이러한 상황에서 조직의 환경과 경제시스템 간의 동태적 상호작용을 분석할 경우 전통적인 환경경제학 이론들은 지나치게 단순화되었거나 문제를 제대로 설명하지 못하는 결론을 도출할 위험성이 있다. 이 경우 시스템 다이내믹스 접근 방법은 동태적 사고, 피드백사고, 실제적 사고를 통해 전통적인 접근방식의 한계를 극복해 줄 수 있는 유용한 분석틀을 제시해 줄 수 있다.

본 연구는 시스템 다이내믹스 접근방법을 통해 환경과 경제라는 두개의 시스템이 복잡한 상호작용을 보이고 있는 낙동강이라는 퍼즐을 풀기위한 연구의 시작으로 시도되었다. 분석결과 시스템 다이내믹스 접근방법은 환경과 경제간의 관계를 분석하는데 유용한 도구로서 의미 있는 결과를 보여 주었다. 분석결과를 첫째로 현재의 오염상황과 정책적 대응수준이 장래에도 지속된다고 가정했을 경우 낙동강의 환경오염 정도는 향후 7년이 되는 시점에서 4급수로 전락할 위험성이 매우 크며, 이에 따라 부산지역의 Human Life system이 크게 위협 받을 수 있다는 점, 둘째로 현재의 조건과 상황 속에서 대구지역의 위천공단이 가동에 들어 갈 경우에는 낙동강의 환경오염 부하량이 추가되어 환경오염 수준이 급속히 심각한 수준으로 악화될 가능성이 있다는 점, 셋째, 위천공단의 가동에 따른 낙동강의 환경오염 수준을 완화 시키기 위한 정책적 노력이 있을 경우에는 환경오염 수준은 의미 있는 정도로 효과가 있다는 점, 넷째, 대구지역에서의 낙동강 환경오염 저감을 위한 노력들은 낙동강이라는 환경자원의 이용에 따른 이익이 비용보다 큰 상황에서는(추가적으로 매우 큰 비용부담을 하지 않는 경우) 지역의 경제수준을 저하시킬 위험성이 거의 없다는 점 등으로 요약할 수 있다.

본 연구의 결과로서 파악된 환경시스템과 경제시스템의 변화행태를 볼 때 환경보호와 경제개발을 달성하기 위한 상충적인 이슈조합에서는 여타의 연구에서도 밝혀진 결과이지만 규제수준의 적정한 유지와 재설정, 환경관련 조세제도의 활용, 오염자비용부담과 수혜자 비용부담의 적절한 조화를 통한 지역간 보상체계(불만치유)의 원칙정립, 지속적인 환경오염방지-처리시설에 대한 투자 등에 정책지렛대로서 관심을 가져야 할 것으로 보인다.

본 연구의 시뮬레이션 결과와 시사점은 단적으로 환경시스템과 지역개발시스템간의 덜

레마를 인정하고 이를 적극적으로 활용하는 접근이 현명하다는 점이다. 환경문제와 지역개발문제간의 조직적/정책이슈적 상충성을 감소시키고 이들을 동시에 고려할 수 있을 때에만, 조직의 방향이나 조직의 안정화를 기할 수 있으며 그 시급성의 정도에 따른 신속적인 대응이 가능해 질 것이기 때문이다.

본 연구에서 구축한 모델과 시뮬레이션은 여러가지 한계점을 지니고 있다. 먼저, 본 연구를 통하여 조직의 이슈간 상충성의 최적수준을 도출하기는 사실상 어려웠다. 단지 환경시스템과 지역경제시스템이라는 조직이슈의 상충성이 어떠한 메커니즘을 통하여 전개되는가를 시사하여 줄 뿐이었다. 이와 같은 한계점은 시스템 다이내믹스 접근방식을 통해서만 극복되기는 어려울 것으로 보인다. 향후 이러한 한계점을 극복하기 위해서는 여타의 분석방법들을 활용하는 보완적인 연구가 필요할 것이다.

이 같은 한계점에도 불구하고 본 연구는 조직의 상충적인 이슈들을 분석하는 접근방법에서는 중요한 시사점을 제공한다고 볼 수 있다. 본 연구의 결과는 상충적인 조직 이슈들을 동시에 고려할 수 있는 딜레마적 사고방식이 다양한 이슈들간의 상호관계성을 체계적으로 분석하는 시스템적 사고방식과 더불어 복잡한 조직 시스템을 관리하는 데 필수적이라는 것을 말해준다. 그리고 본 연구를 통하여 이러한 딜레마적 사고방식과 시스템적 사고방식이 서로 잘 어울릴 수 있다는 점을 확인할 수 있었다. 시스템적 사고방식을 통하여 사실적 복잡성을 이해할 수 있다면, 딜레마적 사고방식을 통하여 가치적 복잡성을 이해할 수 있을 것이다. 이들을 보다 긴밀히 조화시킬 수 있는 접근방법의 개발 또한 본 연구의 연장선상에 위치시킬 수 있을 것이다.

\*\*\* 모델 방정식

$$\text{Discontent\_of\_downstream\_city}(t) = \text{Discontent\_of\_downstream\_city}(t - dt) + (\text{downstream\_area\_discontent\_rate}) * dt$$

$$\text{INIT Discontent\_of\_downstream\_city} = 1$$

INFLOWS:

$$\text{downstream\_area\_discontent\_rate} =$$

$$\text{Discontent\_of\_downstream\_city} * \text{discontent\_multiplier\_of\_warer\_price\_ \& \_Quality}$$

$$\text{Discontent\_of\_upstream\_city}(t) = \text{Discontent\_of\_upstream\_city}(t - dt) +$$

$$(\text{upstream\_discontent\_rate}) * dt$$

$$\text{INIT Discontent\_of\_upstream\_city} = 1$$

INFLOWS:

$$\text{upstream\_discontent\_rate} = \text{Discontent\_of\_upstream\_city} * \text{NGRDP\_decrease\_effect}$$

$$\text{GRDP}(t) = \text{GRDP}(t - dt) + (\text{GRDP\_increase} - \text{GRDP\_decrease}) * dt$$

$$\text{INIT GRDP} = 0$$

INFLOWS:

$$\text{GRDP\_increase} = \text{Industrial\_production\_capacity} * 88$$

OUTFLOWS:

$$\text{GRDP\_decrease} = \text{GRDP} * (1 + \text{treatment\_investment})$$

$$\text{Industrial\_production\_capacity}(t) = \text{Industrial\_production\_capacity}(t - dt) + (\text{investment} - \text{Industry\_decrease}) * dt$$

$$\text{INIT Industrial\_production\_capacity} = 168818$$

INFLOWS:

$$\text{investment} = \text{Industrial\_production\_capacity} * (\text{Industrial\_Park} + \text{New\_investment\_rate} - \text{Tax-discontent\_multiplier\_of\_warer\_price\_ \& \_Quality})$$

OUTFLOWS:

$$\text{Industry\_decrease} = \text{Industrial\_production\_capacity} * \text{structure\_reform}$$

$$\text{Populaion\_of\_upstream\_city}(t) = \text{Populaion\_of\_upstream\_city}(t - dt) + (\text{pop\_increase\_u} -$$

pop\_decreas) \* dt  
 INIT Populaion\_of\_upstream\_city = 2500000

INFLOWS:

pop\_increase\_u = Population\_of\_upstream\_city\*pop\_increase\_rate

OUTFLOWS:

pop\_decreas = Population\_of\_upstream\_city\*pop\_decrease\_rate\_u

Population\_of\_downstream\_area(t) = Population\_of\_downstream\_area(t - dt) +  
 (pop\_increse\_b - pop\_decrease) \* dt

INIT Population\_of\_downstream\_area = 3865000

INFLOWS:

pop\_increse\_b = Population\_of\_downstream\_area\*pop\_increase\_rate\_d

OUTFLOWS:

pop\_decrease = Population\_of\_downstream\_area\*pop\_decrease\_rate\_d

Total\_polutants\_discharged(t) = Total\_polutants\_discharged(t - dt) + (Industrial\_polutant +  
 household\_pollutants - con) \* dt

INIT Total\_polutants\_discharged = 0

TRANSIT TIME = 1, INFLOW LIMIT = INF, CAPACITY = INF

INFLOWS:

Industrial\_polutant = (Industrial\_production\_capacity\*ave\_polutants)

household\_pollutants = (Populaion\_of\_upstream\_city\*aaverage\_discharge\_per\_person)\*  
 (1+NGRDP\_consumer\_effect)\*(1-Tax)

OUTFLOWS:

con = CONVEYOR OUTFLOW

Treatment\_capacity(t) = Treatment\_capacity(t - dt) + (Treatment\_capacity\_increase) \* dt

INIT Treatment\_capacity = 574000

INFLOWS:

Treatment\_capacity\_increase =

Treatment\_capacity\*(treatment\_investment+upstream\_city\_government\_investment)

Water\_price(t) = Water\_price(t - dt) + (price\_increase - price\_decrease) \* dt  
 INIT Water\_price = 400

INFLOWS:

price\_increase = Water\_price\*((IF(dmand\_by\_supply) >1 then (price\_multiplier) else 0) +  
 (purification\_cost\_increase)+(request\_for\_compensation))

OUTFLOWS:

price\_decrease = Water\_price\*(IF(dmand\_by\_supply)<1 then(price\_multiplier) else 0)  
 Water\_supply\_capacity(t) = Water\_supply\_capacity(t - dt) + (water\_supply\_capacity\_increase -  
 water\_supply\_capacity\_decrease) \* dt  
 INIT Water\_supply\_capacity = 1506000

INFLOWS:

water\_supply\_capacity\_increase =  
 Water\_supply\_capacity\*capacity\_investment\*downstream\_Gov\_invest

OUTFLOWS:

water\_supply\_capacity\_decrease = Water\_supply\_capacity\*grade\_multiplier  
 aaverage\_discharge\_per\_person = 0.23  
 ave\_polutants = 2.67  
 delay1 = 2  
 demand\_increase\_rate = 0.05  
 discharged\_polutantsinto\_river = Total\_polutants\_discharged-Treatment\_capacity  
 discontent\_multiplier\_of\_warer\_price\_&\_Quality = discontent\_multiplier\_of\_price+water\_crisis  
 dmand\_by\_supply = Total\_water\_demand/Water\_supply\_capacity  
 downstream\_Gov\_invest = 0.10  
 Industruial\_Park = 0  
 New\_investment\_rate = 0.06  
 NGRDP = GRDP/Populaion\_of\_upstream\_city  
 pop\_decrease\_rate\_d = 0.012  
 pop\_decrease\_rate\_u = 0.0065  
 pop\_increase\_rate = 0.01  
 pop\_increase\_rate\_d = 0.011

```

River_polution_level_:BOD = 5*(1+DELAY(pollution_effect, delay1))
structure_reform = 0.025
Tax = IF(River_polution_level_:BOD >6) Then tax_effect else(0)
Total_water_demand = (Population_of_downstream_area*water_demand_per_persons*0.97)*
    (1+demand_increase_rate)
total_water_supply_cost =
    Water_supply_capacity*water_production_cost_by_1_ton*(1+purification_cost_increase)

treatment_investment = effluent_limits
upstream_city_government_investment = IF(Discontent_of_upstream_city >1) then (0.005)
    else (0.005)
water_demand_per_persons = 0.399
water_production_cost_by_1_ton = 606
water_sector_revenue = ((Population_of_downstream_area/3)*Water_price)-
    (total_water_supply_cost)- ((Population_of_downstream_area/3)*Water_price)*
    (request_for_compensation)
capacity_investment = GRAPH(water_sector_revenue)
(-2.00, 0.00), (-1.60, 0.00), (-1.20, 0.00), (-0.8, 0.00), (-0.4, 0.00), (-1.33e-016, 0.003),
    (0.4, 0.011), (0.8, 0.0235), (1.20, 0.0405), (1.60, 0.067), (2.00, 0.1)
discontent_multiplier_of_price = GRAPH(Water_price)
(600, 5e-005), (640, 0.00075), (680, 0.0015), (720, 0.0023), (760, 0.00315), (800, 0.004),
    (840, 0.005), (880, 0.00585), (920, 0.0069), (960, 0.00815), (1000, 0.00985)
effluent_limits = GRAPH(Discontent_of_downstream_city)
(1.00, 0.0002), (1.10, 0.00095), (1.20, 0.0018), (1.30, 0.00265), (1.40, 0.0036), (1.50,
    0.0046), (1.60, 0.0057), (1.70, 0.0068), (1.80, 0.008), (1.90, 0.009), (2.00, 0.01)
grade_multiplier = GRAPH(resource_water_quality)
(2.00, 0.000375), (2.40, 0.00338), (2.80, 0.00763), (3.20, 0.0126), (3.60, 0.0174),
    (4.00, 0.025)
NGRDP_consumer_effect = GRAPH(NGRDP)
(6.00, 0.00), (6.40, 0.00375), (6.80, 0.00775), (7.20, 0.0117), (7.60, 0.0157), (8.00,
    0.0205), (8.40, 0.0253), (8.80, 0.0298), (9.20, 0.0352), (9.60, 0.0422), (10.0, 0.05)
NGRDP_decrease_effect = GRAPH(NGRDP)

```

(4.00, -0.0498), (4.19, -0.0458), (4.37, -0.0418), (4.55, -0.038), (4.74, -0.0338), (4.92, -0.0293), (5.11, -0.025), (5.29, -0.02), (5.48, -0.0148), (5.66, -0.0085), (5.85, 0.00)

pollution\_effect = GRAPH(discharged\_pollutantsinto\_river)

(444000, 0.01), (499600, 0.04), (555200, 0.085), (610800, 0.145), (666400, 0.225), (722000, 0.33), (777600, 0.44), (833200, 0.555), (888800, 0.69), (944400, 0.82), (1e+006, 1.00)

price\_multiplier = GRAPH(dmand\_by\_supply)

(0.00, 0.0001), (0.2, 0.00115), (0.4, 0.0025), (0.6, 0.0038), (0.8, 0.005), (1, 0.0061), (1.20, 0.00705), (1.40, 0.0078), (1.60, 0.00865), (1.80, 0.00935), (2.00, 0.00995)

purification\_cost\_increase = GRAPH(resource\_water\_quality)

(2.00, 0.00), (2.20, 0.004), (2.40, 0.009), (2.60, 0.012), (2.80, 0.015), (3.00, 0.017), (3.20, 0.019), (3.40, 0.021), (3.60, 0.0224), (3.80, 0.024), (4.00, 0.025)

request\_for\_compensation = GRAPH(Discontent\_of\_upstream\_city)

(0.00, 0.0005), (10.0, 0.004), (20.0, 0.00725), (30.0, 0.0115), (40.0, 0.0155), (50.0, 0.0198), (60.0, 0.0248), (70.0, 0.0303), (80.0, 0.0355), (90.0, 0.0423), (100, 0.05)

resource\_water\_quality = GRAPH(River\_polution\_level\_:BOD)

(2.00, 2.00), (2.78, 2.00), (3.56, 2.00), (4.33, 3.00), (5.11, 3.00), (5.89, 3.00), (6.67, 4.00), (7.44, 4.00), (8.22, 4.00), (9.00, 4.00)

tax\_effect = GRAPH(River\_polution\_level\_:BOD)

(6.00, 0.000125), (6.40, 0.00475), (6.80, 0.009), (7.20, 0.0145), (7.60, 0.019), (8.00, 0.0235), (8.40, 0.029), (8.80, 0.0338), (9.20, 0.0388), (9.60, 0.0438), (10.0, 0.0495)

water\_crisis = GRAPH(resource\_water\_quality)

(1.00, 0.0003), (1.30, 0.0012), (1.60, 0.0022), (1.90, 0.00315), (2.20, 0.00425), (2.50, 0.0052), (2.80, 0.0061), (3.10, 0.007), (3.40, 0.008), (3.70, 0.00885), (4.00, 0.01)

## 참고문헌

- 김도훈, 문태훈, 김동환. 1998. <시스템 다이내믹스>. 대영문화사.
- 김용건. 1996. <지방화에 따른 환경비용 분담체계에 관한 연구>. 한국환경기술개발원.
- 김종달. 1998. “해법 절실한 위천공단 갈등”. <http://rose0.kyungpook.ac.kr/~rieee/paper>.
- 김홍배, 진상엽, 조용희. 1996. “지역경제와 하천관리정책: 낙동강 유역을 중심으로”. 대한 국토·도시계획학회지 <국토계획>. 제31권제3호(통권83호):179-190.
- 박상수, 광승준. 1996. “일반균형 모형을 이용한 환경관련세의 사회적 효율성 달성”. <환경경제연구>. 제5권1호:25~38.
- 부산광역시. <낙동강조사월보>. (각 월호: 1997~1999.7).
- 우효섭. 1996. “수자원분쟁: 현황과 대처방안”. <수자원분쟁 어떻게 풀 것인가?>. 한국환경안보연구소.
- 유동운. 1992. <환경경제학>. 비봉출판사.
- 이강수. 1998. “환경오염과 지역경제성장의 관계에 관한 연구”. 부산대 대학원 석사논문.
- 이광수·이민원. 1996. “환경을 고려한 지역경제의 성장 평가”. <환경경제연구>. 제5권 1호:143~188.
- 이종범외. 2000. <딜레마와 행정>. 서울:나남출판.
- 이춘근. 1996. “위천국가산업단지의 조성효과와 효율적인 추진전략”, 대국21세기위원회.
- 연세대. 지구와 지구환경-수질오염. <http://ysgeo.yonsei.ac.kr/~ncwool/>.
- 홍민기, 최영출, 이문희, 김동환. 1998. 지역개발과 환경보전의 균형을 위한 동태적 모델링 . <한국정책학회보>. 제7권 1호:149-171.
- 환경부. 환경통계연감(각 년도)
- 환경부. 인터넷 자료실.
- 환경부. 환경통계연감 및 상수도 통계 각 년도.
- 환경부. 1999. <낙동강 오염원 조사보고서>.
- 통계청. <지역통계연감>. (각년도)
- Howarth, R.B. and Norgaard, R.B. 1992. Environmental valuation undersustainable development. *Economics of the environment*, Vol.82. pp.473-477.
- Meadows, D. 1996. *Indicators and Information Systems for Sustainable Development*. Balaton Group



- Pearce, D.W. and Markanda, A. 1989. *The benefit of environmental policy*. OECE.
- Richardson, G.P. 1991. *Feedback Thought in Social Science and System Theory*. University of Pennsylvania Press:Philadelphia.
- Saeed, Khalid. 1996. Sustainable Development: old conundrums, new discords. *System Dynamics review*. Vol12(1).
- Senge, Peter. 1990. *The Fifth Discipline : The Art and Practice of Learning Organization*. New York:Doubleday Currency.
- Weick, K.E. 1979. *The Social Psychology of Organizing*. Addison-Wesley Publishing Commany : Massachusettes.