유역관리를 위한 행위자기반모형의 평가

Estimation of Agent Based Model for watershed management

고진석*, 지홍기**, 이순탁***

Jin Seok Ko, Hong Kee Jee, Soontak Lee

요 지

유역관리는 유역이라는 한정된 범위 내에서 물에 영향을 미치거나 물에 의하여 영향을 받는 모든 인간 활동과 자연현상을 통합적으로 고려하는 것이다. 이러한 관점에서 유역관리는 유역 차원에서 물을 경제적이고 공평하게 관리하고 분배하여 수자원에 대한 장기적이고 지속가능한 해결방안을 마련하는 것이다. 여기에는 정부, 시민사회 및 기업 행위자가 사회경제적 개발목표와 정책형성, 집행계획을 수립하는 것으로부터 시작된다. 유역관리를 위한 의사결정들은 행위자들과의 영향으로 수정되며, 이런 과정에서 토지와 수자원에서 분쟁이 발생하며, 수자원 관리자는 자연현상, 물 사용, 재정적, 인적자원 및 외부적인 요인으로 인해 목적을 달성하는데 부합하지 않을 수도 있다. 효과적인 유역관리를 위해서는 제약조건 하에서 수자원 관리자가 의사결정에 정보를 주고 주요 행위자들과 협력을 통해서 이루어 질 수 있다.

본 논문에서는 유역관리를 위한 의사결정을 행위자기반모형(Agent based Model, ABM)으로 이해하고자 하며, ABM은 유역관리의 이해당사자간의 정책과정을 도출하고 다양한 유역관리 대안을 평가하고 유역관리의 영향을 설명하는 모델이다. 본 모형은 관측자료를 통해 상향식 접근법으로 가능한 많은 세부사항을 모의할 수 있다. 분석과정은 자료의 수집, 모델 확립, 모델의 개발, 통계자료 수집 및 모델의 결과와 실제 시스템의 보충된 관측자료를 비교하는 검증 순으로 진행되며, 본 모델에서의 행위자는 과거의 행동으로부터 주위 환경의 반응하는 패턴을 확인하고 개발하며, 이러한 패턴은 정책들을 구별하기 위해서 이용되며, 이러한 과정에서 강화학습이 이루어진다. 이를 통해 행위자의 익숙한 방식의 합리적인 행동과 정책들의 상관관계를 평가할 수 있으며, 강화학습을 통해 실제적인 통계적인 모델이 가능할 것이다.

핵심용어 : 행위자기반모형, 유역관리, 강화학습

1. 서론

유역관리는 유역이라는 한정된 범위 내에서 물에 영향을 미치거나 물에 의하여 영향을 받는 모든 인간 활동과 자연현상을 통합적으로 고려하는 것이다. 이러한 관점에서 유역관리는 유역 차원에서 물을 경제적이고 공평하게 관리하고 분배하여 수자원에 대한 장기적이고 지속가능한 해결방안을 마련하는 것이다. 여기에는 정부, 시민사회 및 기업 행위자가 사회경제적 개발목표와 정책형성, 집행계획을 수립하는 것으로부터 시작된다. 유역관리를 위한 의사결정들은 행위자들과의 영향으로 수정되며, 이런 과정에서 토지와 수자원에서 분쟁이 발생하며, 수자원 관리자는 자연현상, 물 사용, 재정적, 인적자원 및 외부적인 요인으로 인해 목적을 달성하는데 부합하지 않을 수도 있다. 효과적인 유역관리를 위해서는 제약조건 하에서 수자원 관리자가 의사결정에 정보를 주고 주

요 행위자들과 협력을 통해서 이루어 질 수 있다.

2. 행위자기반모형

2.1 행위자기반모형

행위자 기반모형의 핵심은 토지이용 결정의 과정을 모의하는데 있다. 대상 시스템의 구성 주체들을 면밀히 관찰하여 주요한 속성과 행동규칙을 추출해내고, 이를 기반으로 다수의 간략화된 주체, 즉 행위자(Agent)를 선정하고, 주어진 환경과 공간에서 이들이 직접 상호작용을 하도록 모의하여 나타나는 현상들을 관찰한다. 여기서 관찰된 현상이 실제 시스템의 현상과 부합하지 않는다면 행위자의 속성과 행동규칙을 수정해가면서 모의를 반복하여 최종적으로 유효성이 확인된 모형을 얻게 된다. 이와 같이 미시적 행위자의 특성에서 출발하여 모의를 통해 상향식(bottom-up)으로 거시적 현상의 동역학을 끌어내는 모형을 행위자 기반모형이라고 한다.

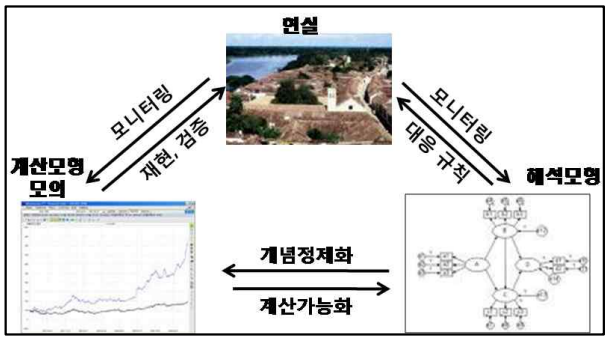

그림 1. 현실과 모형 사이의 관계

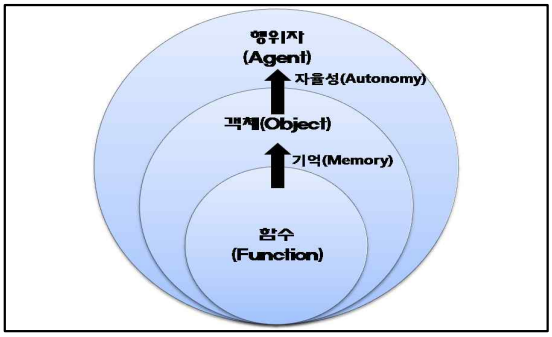

그림 2. 함수, 객체 및 행위자와의 관계

2.2 개념적 모델

행위자는 다음과 같은 네 가지 특성을 공유하고 있다. (1) 자율적이며, 자주적인 행도, (2) 환경에 대한 인지 능력, (3) 환경에 대한 행위력 및 (4) 합리적인 행동 등이 있다. 행위자는 다양한 개별적인 행동과 인간활동간의 상호작용을 모델화하게 된다.

본 모델의 구조는 다음과 같다.

- 관찰된 행동 및 문헌자료를 기초로 한 행위자의 유형학을 개발한다.
- 행위자 각자의 타입을 자극-반응 모델로 정립한다.
- 유역내에서 개별 행위자의 관련성을 표현한다.
- 특정한 형태의 행위자를 개선의 확산 접근법으로 모델을 변화시킨다.

3 유역관리를 위한 모델

토지이용 행위자는 일련의 행동규칙과 토지특성을 기초로 위치를 선택한다. 각 시간단계별 토지이용자가 선택할 수 있는 행동에는 ⅰ) 동일한 토지에 동일한 활동형태 유지, ⅱ) 현재 토지에 행동변화 형태, ⅲ) 다른 지역으로 이동, 동일한 활동 유지 및 ⅳ) 토지 매도, 다음단계에서 토지이용 결정 진행 등이 있다. 그리고 토지이용 선택에 있어서 홍수에 대한 위험인식 수준이 행위자 위치선정 행위에 미치는 영향을 고려하였다.

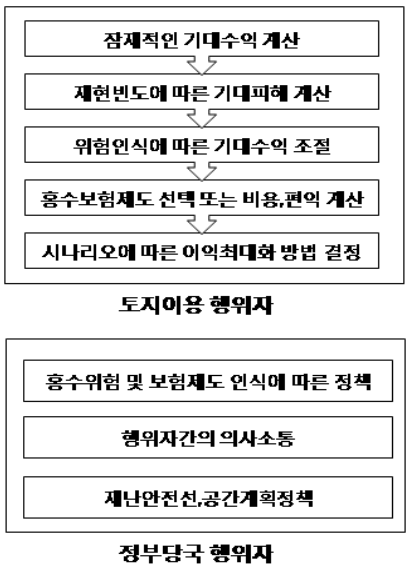

그림 1. 행위자기반 모델에서 행위자와 공간환경

표 1. 유역 홍수관리 단계별 대책과 내용

단계	대책	내용
계획	- 홍수저감	대과 저수지 제방 전환 유역관리 하도개선
관리	- 피해 취약성 저감	홍수범람원 규제 개발 및 재개발정책 시설물 설계와 위치 주택 및 건물 규제 홍수방지공 홍수예경보
대응 및 복구	- 홍수영향 완화	정보와 교육 재해대비 재난복구 홍수보험

토지이용계획과 수자원관리는 계획의 일관성을 위해서 당국간의 동질성을 하나로 종합되어야 한다. 이러한 이론적 해석은 토지이용은 수량과 수질 모두에게 영향을 미친다는 것이다.

토지이용의 상류에서 변화는 홍수의 특성을 급격히 변화시키고 수질과 유사이송의 특징과 관계된다. 상류 도시화는 첨두홍수량을 현저하게 만들고 하류 지류에 더 빠르게 도달하게 만든다. 첨두홍수량 저감을 위한 요지저류 방법은 관리 미흡으로 인해 하류에 첨두홍수량이 증가하게 된다. 이러한 연관성은 인식되고 이해되어야하며, 동시에 여러 가지 방법을 통해 강유역의 거동을 개선시키는 상승효과를 만들어낸다. 그러나 이러한 잠재적인 상승효과의 이점을 활용하기 위해서는 유역과 분리된 지역적인 문제로 해결하기 보다는 유역전체로 보는 광범위한 안목이 필요하다. 홍수관리의 기능적인 접근법을 적용함으로써 나타나는 적응문제는 피할 수 없는 결과이다. 넓은 시각을 통해 전유역의 거동을 강화하는 기회를 가질 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 유역관리를 위한 결정과정을 행위자기반 모형을 통해 환경과 이해관계자의 동적현상을 살펴보았으며, 이를 통하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 개별의 의사결정과정을 모의하는 행위자기반 모형을 제안하였다. 경제활동의 집중화로 인해 외부에 영향을 유발하며 홍수위험도에 영향을 미치는 개별의 이용자의 모델을 통해 유역관리의 이해당사자간의 정책과정을 도출하고 다양한 유역관리 대안을 평가하고 유역관리의 영향을 설명하는 모델이다

2) 본 모형은 관측자료를 통해 상향식 접근법으로 가능한 많은 세부사항을 모의할 수 있다. 분

석과정은 자료의 수집, 모델 확립, 모델의 개발, 통계자료 수집 및 모델의 결과와 실제 시스템의 보충된 관측자료를 비교하는 검증 순으로 진행되며, 본 모델에서의 행위자는 과거의 행동으로부터 주위 환경의 반응하는 패턴을 확인하고 개발하며, 이러한 패턴은 정책들을 구별하기 위해서 이용되며, 이러한 과정에서 강화학습이 이루어진다.

3) 이를 통해 행위자의 익숙한 방식의 합리적인 행동과 정책들의 상관관계를 평가할 수 있으며, 강화학습을 통해 실제적인 통계적인 모델이 가능할 것이다.

참고문헌

1. Westervelt, J. D.(2002), Geographic Information Systems and Agent-Based Modeling. In Integrating Geographic Information Systems and Agent-Based Modeling Techniques for Simulating Social and Ecological Processes, ed. H. Randy Gimblett, 83-103. New York: Oxford University Press.
2. Bell, K. O. and E. G. Irwin (2002), Spatially explicit micro-level modelling of land use change at the rural - urban interface. Agricultural Economics(27): 217-232.
3. Engelen, G., R. White and T. De Nijs (2003), Environment Explorer: Spatial Support System for the Integrated Assessment of Socio-Economic and Environmental Policies in the Netherlands. Integrated Assessment(4): 97-105.
4. Grelot, F., O. Barreteau and B. Guillaume (2005), SIGECORIS: An Agent based Simulator to explore collective flood management options. Agent-Based Models for Economic Policy Design, Bielefeld, Germany, ZIF, University of Bielefeld.
5. Terpstra, T. and J. M. Gutteling (2006), The public perception of flooding and flood risk. The effect of group discussions on risk perceptions. Enschede, Final Report of Interreg IIIb FLOWS Work Package 2D.
6. Weisbuch, G., 2000. Environment and institutions: A Complex Dynamical Systems Approach. Ecological Economics, 34: 381-391.