

기후영향 평가를 위한 개념적인 분석틀: Integrated Regional Assessment

장 희 준*, C. Gregory Knight**

Department of Geography and Center for Integrated Regional Assessment,
The Pennsylvania State University, *Ph.D. student, **Professor

1. 서론

기후영향 평가는 기후변화가 생물권과 사회에 미칠 영향을 가늠하고 평가하여 기후와 자연시스템, 인간활동들간의 상호작용을 보다 잘 이해하기 위한 작업이다(Cohen, 1996). 1970년대 이래 기후변화에 대한 관심이 고조되면서 여러 분야의 학자들이 기후 영향을 평가할 수 있는 많은 모형과 방법론을 개발하여 왔다. 하지만 그 동안 기후영향 평가는 주로 전지구적 규모에서 이루어져 왔기 때문에 기후변화가 지역의 자연자원 이용과 사회경제에 어떠한 영향을 가져올 것인가에 대해서는 연구가 많지 않았다. 인간이 기후변화의 영향을 직접 피부로 느낄 수 있는 차원은 기후변화에 따른 수자원고갈, 해수면상승, 사막화 등 자연시스템의 변화가 인간이 거주하고 있는 지역의 생활조건을 변화시키는 지역차원에서이다. 또한 각 지역이 처한 자연적, 사회경제적 상황에 따라 기후변화의 영향이 다르게 나타날 수 있으므로 지역차원의 연구는 중요성을 갖는다(Easterling, 1997). 이 글에서는 지역차원에서 기후변화에 따른 영향을 평가할 수 있는 개념적인 분석틀로서 Integrated Regional Assessment(이하 IRA라고 함)를 소개하고 그 개념의 유용성을 논의하고자 한다.

2. Integrated Regional Assessment의 이론적 배경

1) IA와 IRA

IRA는 지역차원에서 Integrated Assessment(이하 IA라고 함)를 수행하는 것이기에 먼저 IA의 개념이 무엇인지를 살펴볼 필요가 있겠다. IA가 연구되기 시작된 것은 산성비, 오존층 파괴 등 지구환경변화에 대한 관심이 증폭하기 시작한 1970년대로 거슬러 올라간다. 하지만 이 개념은 그동안 그 모호성으로 인해 명확한 정의가 없었으며 연구도 그다지 활발하지 못한 편이었다. 1990년대 들어 IA에 대한 연구가 활기를 띠면서 이에 대한 보다 정확한 정의를 하려는 시도가 다수 등장하였다. Rotmans(1998)은 그동안 제시되어 온 정의들을 종합하여 IA를 '다양한 학문과 stakeholders의 지식과 이용하여 의사결정에 가능한 시각을 제공할 수 있는 복합적인 문제들을 다루는 구조적인 과정'이라고 정의하였다. 다시 말하면 IA의 중요한 특성은 반복성(iterative), 복잡성(complexity), 학제적인(interdisciplinary) 성격으로 요약될 수 있다. 이러한 IA의 특성으로부터 기후변화와 관련한 IRA의 개념을 유추할 수 있다. 즉 IRA는 지역이 어떻게 기후변화에 기여하고 이에 영향을 받는가에 초점을 맞추어 기후변화와 관련한 과학, 정책, 사회적인 것을 연결하는 학제적이며, 반복적인 과정이다 (Yarnal, 1998). 그렇기 때문에 과학자들뿐만 아니라 정책입안가의 입장에서도 IRA는 중요성을 갖는다.

2) IRA의 유용성

먼저 과학자 입장에서 그 중요성을 살펴보자. 첫째, 지역차원에서 기후변화를 예측할 수 있는 모형의 개발기회이다. 전지구적 규모의 기후모델은 지역차원에서 발생하는 공간적인 변이를 설명하지 못하기 때문에 기후변화가 지역의 자연사회시스템에 미칠 영향을 예측하는데 많은 한계가 있다. 컴퓨터 처리능력의 발달로 최근 들어 지역차원에서 기후변화를 예측할 수 있는 모형들이 개발되고 있으나(Crane and Hewitson, 1998), 아직까지 이 분야는 미성숙 상태라고 할 수 있다. 특히 기후변화와 밀접한 관계에 있는 수문시스템의 변화는 주로 소규모 단위의 하천유역에서 일어날 것이므로 지역차원에서 기후정보예측은 매우 중요하다고 하겠다. 다음으로 지역규모의 기후영향 분석은 다른 사회경제적/환경적 분석의 규모와 일관된다는 장점이 있다. 그동안 개발되어온 많은 사회/환경과학적 모델들은 지역을 단위로 개발되어 왔기 때문에 지역단위의 기후영향분석은 이러한 모형과 쉽게 접합될 수 있다. 즉, 그간 수집되어온 대부분의 사회경제적/환경적 자료들을 손쉽게 이용할 수 있다는 장점이 있다. 더욱이 지역규모의 분석은 프로세스를 모델링하는 데에도 보다 적합하며, 비선형적인 관계를 나타내는 사회-환경관계들을 집합하는 데에도 알맞다.

다음으로 정책입안자나 stakeholders의 입장에서 IRA의 중요성을 살펴 보자. 기후변화는 모든 인간의 활동에 똑같은 영향을 미치지 않는다. 산업, 에너지 생산과 같은 인간의 활동은 기후변화에 덜 민감한데 비하여 농업, 산림, 수자원, 휴양 등의 활동은 기후변화에 보다 민감하다. 이러한 인간의 활동은 지역마다 큰 차이를 나타내며, 다른 지역과의 상호작용 면에서도 각 지역은 서로 다른 양상을 나타낸다. 그렇기 때문에 정책입안자나 stakeholder는 해당 지역이 당면할 수 있는 문제를 올바르게 파악하여 대처하는 것이 중요하다. 이들에게 공통적으로 중요한 이슈들을 열거해보면, 식량이나 수자원과 같은 자연자원의 영속적 확보; 사회경제적 조건의 변화와 관련지어 기후변화의 상대적 중요성 판단; 사회, 기술경제적 제약하에서의 행동전략 판단; 사회공간적 한계지역을 설정, 이들 지역에서 나타날 수 있는 차별적인 영향 판단; 지역에 적합한 적응전략의 수립; 과학자, 정책입안자, 비전문가들간 상이한 관점조절 등을 들 수 있다.

3. Integrated Regional Assessment의 기본틀과 특성

1) 기본틀

여기에서는 IRA의 한 사례로서 펜실베니아 주립대학의 연구진들이 개발한 모형을 소개하고자 한다(Knight et al., 1999). 이 모형에서 IRA의 기본틀은 원인(causes), 변화(changes), 결과(consequences), 반응(responses)의 4가지 일반 개념들로 구성되어 있으며, 이들 네 개념들은 상호 연결되어 있다(그림 1). 온실가스 방출 등 인간활동에 의한 기후변화의 원인들은 지역의 생태자연 환경에 영향을 미치며, 변화된 환경은 지역에 새로운 기회를 제공하는 동시에 취약성(vulnerability)을 변화시킨다. 이에 반응하여 기후변화를 일으키는 인간활동에도 변화가 초래된다. IRA의 틀 안에서 각 지역은 위계적인 관계에 의해 보다 큰 규모의 지역들과 연계되어 있는 동시에 유사한 규모의 인접지역들과도 연결되어 있다. 즉 각 지역은 국가적 규모의 공간, 나아가 전 지구적 규모의 공간과 상호 연결되어 있어 이들과 상호작용하며, 인접지역과도 서로 영향을 주고받는다. 이상과 같이 IRA는 시스템적 사고방식에 기반한 종합적이며 반복적인 개념틀이다.

2) IRA의 특성

IRA의 특성은 크게 세 가지로 요약될 수 있다. 첫째, IRA는 IA가 학제적인 성격을 띠고 있는 것과 마찬가지로 다분히 학제적이다. 이것은 IRA에 참여하고 있는 연구진들의 전공배경에서도 알 수 있다. 실제 필자가 참여하고 있는 CIRA와 MARA의 연구진들 중에는 기후학, 수문학, 생태학, 산림

학, 해양학 등이 전공인 자연과학자들뿐만 아니라 경제지리학, 환경/자원경제학, 문화생태학, 정치학 등을 전공한 다수의 사회과학자들도 망라되어 있다. 이러한 다양한 분야의 학자들이 한 틀을 마련하기 위해서는 공통된 언어를 개발하는 것이 중요하다. 이는 IRA가 개별학문 분야의 단순한 집합인 다학문적(multidisciplinary) 차원이 아닌 인문사회학과 자연과학적인 접근법을 포용, 융합할 수 있는 학제적인(interdisciplinary) 차원으로 발전되어야 함을 시사한다(Schneider, 1997).

둘째, IRA는 정량적인 방법과 정성적인 방법을 동시에 추구한다. 기후 시나리오의 개발, 경제적 영향평가 등은 주로 컴퓨터 모형이나 수리모델에 기반하고 있는 반면, 기후변화에 대한 인간의 행태변화, 기후변화를 야기하는 인간의 활동 등의 영역을 설명하는데 있어서는 보다 정성적인 방법이 사용되고 있다. 또한 기후 시나리오를 이용하는데 있어서도 계량적인 모델의 결과를 단순히 그대로 수용하지 않고 정성적인 방법으로 기후변화의 잠재적인 영향을 평가하는 방법이 병행되고 있다(Risbey et al., 1996). 이는 기후 시나리오에 불가피하게 내재하고 있는 불확실성의 위험을 줄이기 위한 하나의 방안이라고 할 수 있다.

셋째, IRA의 방법론은 복합적인 공간규모의 분석을 가능하게 한다. 이와 관련한 IRA의 주요한 개념들은 장소의 통합(integration in place), 장소간 상호의존성(interdependencies between places), 규모간 상호의존성(interdependencies among scales)이라고 할 수 있다. 장소간 통합의 예로서는 토지이용변화와 같은 사회-환경관계의 역학성을 들 수 있으며, 장소간 상호의존성은 외부지역의 활동이 지역내의 인간활동에 변화를 야기하는 경우가 해당된다고 할 수 있다. 규모간 상호의존성은 다차원적인 규모의 분석을 통해 개별장소에서의 프로세스를 보다 명확히 밝히는데 도움을 준다.

Integrated Regional Assessment of Global Climate Change

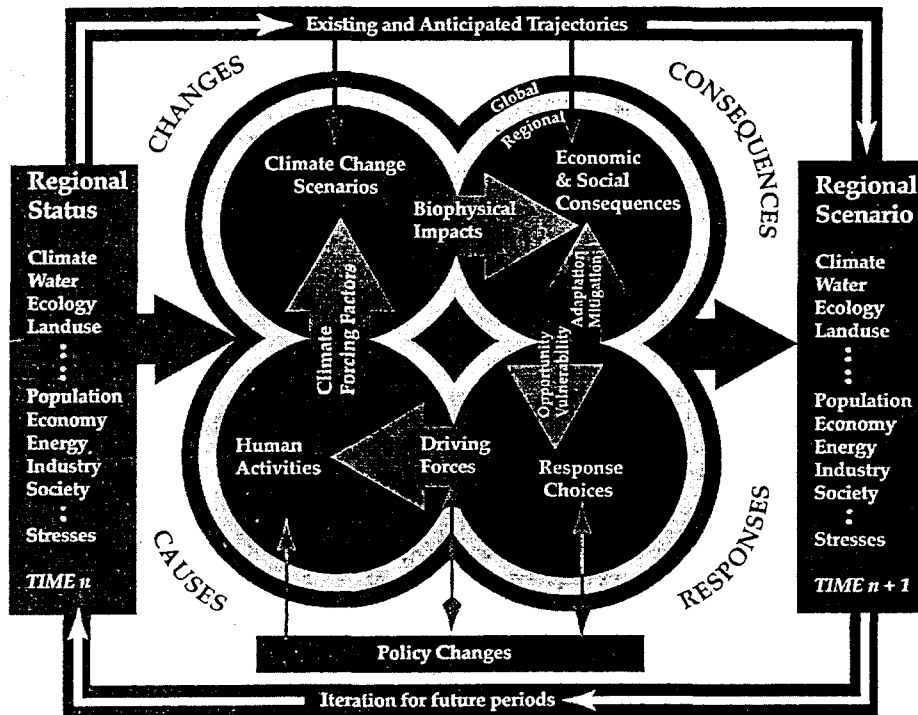


그림 1. Center for Integrated Regional Assessment의 IRA 분석틀

4. 결론

이 글은 지구 기후환경 변화가 지역에 미칠 수 있는 영향을 평가할 수 있는 이론적인 분석틀로서 IRA의 개념과 그 유용성에 대해 살펴보았다. 시스템적 접근방식에 기반한 복합적이며 반복적인 성격의 IRA는 기후변화와 관련하여 과학, 정책, 사회를 함께 결합시킬 수 있는 유용한 분석도구가 될 수 있음을 논의하였다. 특히 IRA의 학제적인 특성, 정량적 방법과 정성적 방법의 결합, 복합적인 공간규모의 분석 등의 특성은 지리학의 오랜 주제인 인간-환경관계의 연구, 경험적 연구전통, 다차원적 공간분석 등의 전통과도 맥이 닿아 있으므로 지리학을 재발견, 인식할 수 있는(Wilbanks et al., 1997) 새로운 기회를 제공해준다고 하겠다.

참고문헌

- Cohen, S.J. 1996, Integrated regional assessment of global climatic change: lessons from the Mackenzie Basin Impact Study (MBIS), *Global and Planetary Change*, 11, 179-185.
- Crane, R.G. and Hewitson, B.C., 1998, Doubled CO₂ precipitation changes for the Susquehanna basin: Down-scaling from the GENESIS circulation model, *International Journal of Climatology*, 18, 65-76.
- Easterling, W.E. 1997, Why Regional Studies Are Needed in the Development of Full-scale Integrated Regional Assessment Modeling of Global Change Processes, *Global Environmental Change*, 7, 337-356.
- Knight, C.G., Abler, D., Barron, E., Carmichael, J., Chang, H., Crane, R., Easterling, M., Easterling, W., Fisher, A., Glasmeier, A., Kocagil, P., Lachman, S., Matthews, S., Polsky, C., Rose, A., Shortle, J., and Yarnal, B., 1999, *A framework for Integrated Regional Assessment of Global Change*, Center for Integrated Regional Assessment, Pennsylvania State University, University Park, PA.
- Risbey, J., Kandlikar, M., and Patwardhan, A., 1996, Assessing integrated assessments, *Climatic Change*, 34, 369-395.
- Rotmans, J., 1998, Methods for Integrated Assessment: The challenges and opportunities ahead, *Environmental Modeling and Assessment*, 3, 155-179.
- Schneider, S.H., 1997, Integrated assessment modeling of global climate change: Transparent rational tool for policy making or opaque screen hiding value-laden assumptions?, *Environmental Modeling and Assessment*, 2, 229-249.
- Wilbanks, T.J., Adams, R.M., Church, M.E., Clark, W.A.V., De Souza, A.R., Gilmartin, P.P., Graf, W.L., Harrington, J.W., Horn, S.P., Kates, R.W., MacEachren, A.M., Murphy, A.B., Rushton, G., Sheppard, E.S., Turner II, B.L., and Willmott, C.J., 1997, *Rediscovering Geography: New Relevance for Science and Technology*, National Academy Press, Washington, D.C.
- Yarnal, B. 1998, Integrated Regional Assessment and Climate Impacts in River Basins, *Climate Research*, 11, 65-74.