

The Policy Effects of Legal and Institutional Reforms in Rural Areas in Response to Climate Change

- The Use of System Dynamics -

In Seok Seo^{1#}, Won Hee Jeong²⁺

¹ Graduate School of Public Administration, Seoul National University, 1 Kwanak-ro, Kwanak-gu, Seoul, Korea

² Department of National Defense & Police Administration, Konyang University, 121 Daehak-ro, Nonsan-si, Chungcheongnam-do, Korea

Abstract

This study was performed to predict the policy effects of the Fundamental Law on Climate Change (the legal and institutional reforms) on climate change that could adversely affect the agricultural sector. Since the climate change policy is difficult to determine its impacts compared to other large-scale government budget commitments, we selected the agricultural sector to simulate the impacts of the reforms on climate change. The results derived from the causal feedback map and simulation analysis are as follows. First, if the intensity is low, the policy could produce a problem in both agricultural productivity and local livelihoods. Second, a high degree of legal policy could not only increase agricultural productivity but also promote the economic conditions of the farmers, which could eventually contribute to local economic conditions. In addition, it promotes the economic conditions of the farmers. Therefore, the climate change policy was confirmed that can contribute to local economic.

Key words: System Dynamics, climate change, <Article 47, Section 2 of the Fundamental Law>

1. 서론

기후변화문제는 환경영역의 문제를 넘어서(Yun, *et. al.*, 2010: 169), 사회·경제·문화·식량 등 무수히 많은 영역에 영향을 미치고 있다(Norman, 2008; Choi, 2011: 257). 즉 기후변화는 환경, 에너지, 생태계, 동식물 등으로 범위가 넓어지고 있다. 그러나 무엇보다 시급한 것은 기후변화가 동식물에 악영향을 미쳐 장기적

으로 인간의 생존과 관련된 식량자원에 영향을 미친다는 점이다. 기후변화는 전 세계적으로 또 다른 식량문제를 야기하고 있음이다. 식량문제에 대해 강력하게 지적한 국제기구는 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)이다. 그들이 제시한 기후변화에 대한 제4차 보고서에서는 2030년부터 식량 생산량 감소, 생계 및 빈곤이 매우 중요한 화두가 될 수 있다는 것이다. Ko(2014: 5)의 지적처럼 기후변화는 국제사회 식량

[#] The 1st author: In Seok Seo, Tel. +82-32-424-9915, e-mail, inseok800414@naver.com

⁺ Corresponding author: Won Hee Jeong, Tel. +82-41-730-5764, e-mail, chung0405@konyang.ac.kr

가격 폭등의 가장 근본적인 원인이 된 바 있다. 특히, 국가 GDP를 식량생산과 판매에 의존하고 있는 많은 국가들은 자칫 국가 존폐와 관련될지도 모른다. 따라서 일부 국가에서는 식량의 안정적 확보를 위한 기후변화 대응이 더 이상 선택이 아니라 필수가 되고 있다.

이러한 국제적 상황에 발맞춰 우리나라 역시 「농어업·농어촌 및 식품산업 기본법」 47조 2항을 신설함으로써 기후변화에 따른 식량안전을 확보하기 대응책을 마련하기 위해 노력하고 있다. 장기적인 정책마련을 위해 기후변화에 따른 농어업·농어촌 영향 및 취약성에 대한 법률을 구현한 것이다. 이러한 법제도 정비는 향후 안정적 시장의 확보, 적실한 식량대응시스템의 구현(Mallick, *et. al.*, 2012: 7)과 함께 식량자원을 확보하는 장기적 초석이 될 것이라 기대하고 있다. 특히, 국가 및 지방자치단체를 아우를 수 있는 전방위적 대응이 가능해질 것 이란 기대는 기후로 인한 피해를 낮출 수 있다는 기대감을 형성하고 있다고 생각된다. 그렇지만, 장기적인 정부의 정책이 과연 어떤 효과를 가져올 수 있는지에 대해서는 여전히 불안감이 있을 수 있다. 정부의 정책은 사회문제의 해결을 목적으로¹⁾ 하지만(Seo & Lee, 2012: 239), 정책효과와 과정과 흐름에 대해서는 명확하게 확인되지 않기 때문에 정책대상자들에게 의구심과 불안감을 줄 수도 있다. 따라서 비록 실질적인 효과는 아닐지라도 많은 이해관계자들을 이해시킬 수 있는 결과가 필요하다. 정책시뮬레이션은 이러한 효과예측을 위해서 적용되는데, 본 연구는 System Dynamics 시뮬레이션 방법을 적용하여 정책효과 예측을 시도하고자 한다.

이러한 선상에서 본 연구의 목적은 다음과 같다. 우선, 이론 및 제도적 검토를 통해 기후변화 농어촌 법제도 정비의 이론적 배경과 의의를 살펴본 후 기후변화 법제도 개선이 농업생산성에 미치는 다양한 원인들의 관계성을 제시해본다. 둘째, 설정된 연구설계 모형을 토대로 시뮬레이션 분석을 시도한다. 마지막으로, 시뮬레이션

결과에 기초하여 정책적 시사점을 제시해보고자 한다.

II. 이론 및 제도적 배경

1. 농어촌 취약성 법제도정비의 이론적 전제: PSR(Pressure-State-Response)

PSR(Pressure-State-Response) 모형은 OECD에서 지속가능발전의 지표를 개발하기 위해 사용되는 모형이다(OECD, 1993). 압력-상태-대응(PSR) 모형에서 사용되는 환경압력지표는 환경의 변화에 영향을 끼치는 인간활동에 관한 정보를 담고 있으며, 환경상태지표는 환경의 현재 여건에 관한 정보를 제공해 주는 지표로 환경상태와 시간의 경과에 따른 개선 정도를 파악하기 위해서 고안되었다. 그리고 사회적 대응지표는 사회가 환경변화와 관심에 반응하는 정도를 측정하는 것이다. 사회적 대응은 다음과 같은 개인 및 집단적 조치를 나타낸 것으로서 첫째, 인간활동으로 유발된 환경에 대한 피해를 완화하거나 방지한다. 둘째, 이미 부과되고 있는 환경피해를 멈추거나 전환시킨다. 셋째, 자연 및 천연자원을 보호하고 보존한다. 환경압력 및 상태지표와 비교할 때, 대부분의 사회대응지표의 역사는 짧고 개념 상으로나 자료의 가용성 측면에서 미비한 점이 많은 실정이다. PSR 모형은 이런 연결을 강조하고 의사결정을 돕는 장점을 가지고 있으며 이 모형을 통해서 일반대중은 환경과 다른 이슈를 서로 연결하여 알 수 있다.

구체적으로, PSR 모형에 대한 논의는 Watzin, *et. al.*(2005)을 통해 잘 설명될 수 있다. 그는 개념적 프레임워크는 관련된 논점들과 문제를 외형화하는데 선호되는 접근방법일 수 있다고 언급하면서, 많은 프레임워크들이 지표를 개발하기 위해 사용될 수 있으나 잠재된 지표들을 이끌어 낼 수 있는 방식을 고려할 수 있어야 최고의 프레임워크가 될 수 있다고 강조한다. 만일 대상과 범주를 잘 통합하지 못한 프레임워크가 선택된다

1) Seo & Lee(2012)는 문제 해결에 가장 적합한 정책수단을 통해 사회가 지향하는 근본적인 가치를 보전·촉진하기 위해 정책을 생산하고 있음을 강조하면서, 현대 사회로 접어들면서 급격하게 증가한 복잡성과 불확실성으로 인해 다양한 요인들 간의 관계가 중요함을 지적한다.

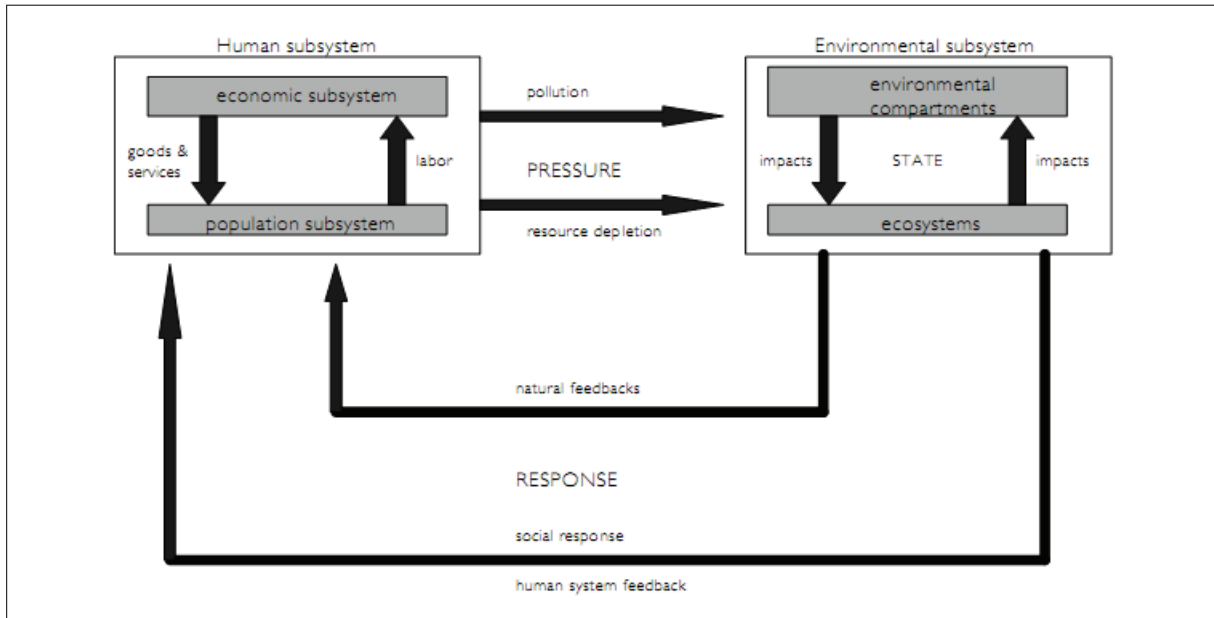


Figure 1. Pressure-State-Response framework

※ Source: Watzin, *et. al.*(2005)

면 연구의 목적과 실제 평가가 잘 부합되어 다루어지지 못할 수도 있기에 그러하다. 즉, 공공가치와 관리적 행위를 잘 연결하지 못함으로써 정책의 효과가 충실히 나타나지 못할 가능성이 있다. PSR 모형은 단순성(simplicity)과 포괄성(wide)으로 인해서 적용 가능성이 높다(예: 미국 환경청과 미국 국가국립관리공단).

세계의 많은 조직들에서 PSR 모형을 접근방법으로 사용하고 있다. 또한, PSR 모형은 대중에 의해서 쉽게 이해될 수 있는 접근법이기에 수용가능성이 높다. 이 모형은 (생태계의 상태에 따라 이루어지는) 인간활동과 관리적 대응과 정책 (압력에 영향을 감소시키기 위한) 사이의 명확한 관계성을 보여준다. 아주 단순한 질문으로 표출될 수 있는데, 예를 들어, 자연환경(또는 사회환

경)에 어떤 일이 벌어지고 있는가? 왜 그것이 발생하는가? 이때 우리는 무엇을 해야 하는가? 등의 질문이 제시될 수 있다(Hammond, *et. al.*, 1995).

PSR 모형은 <Figure 2>와 같이 압력, 상태, 그리고 반응 지표의 세 가지 범주로 구성된다. 압력지표는 인간활동으로 인해 나타나는 환경의 결과들로 측정된다. 상태지표는 환경의 현재 상태를 측정한다. 반응지표는 인간 활동에 의해 환경으로부터 발생된 압력들에 대응할 수 있는 관리행위들로 측정된다. 이 모형은 기본적으로 인간 활동이 전체적으로 자연환경에 변화를 가져오고, 그것이 인간 삶에도 변화를 준다는 관점에 기초한다. 이러한 변화는 사회적 반응(societal response)의 원인이 되고, 그것이 환경정책 또는 제도관리방침을

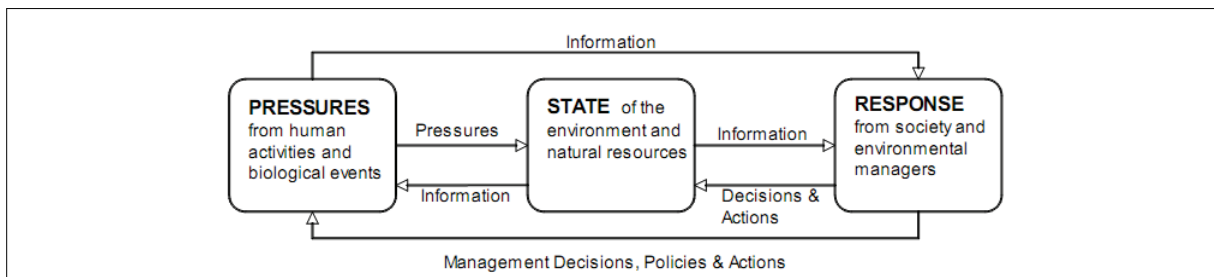


Figure 2. Pressure-State-Response framework

※ Source: OECD(1993)

변화시키는 결과를 가져오게 된다(OECD, 1993). 구체적으로, OECD가 제시한 3가지 범주에 대한 설명은 다음과 같다.

우선, 압력(Pressures)으로써 환경의 압력은 (자연자원을 포함하는) 환경에 지속적으로 영향을 준 인간활동으로부터의 압력에 관련된다. 압력은 직접적인 압력(오염과 낭비의 자원이용 등) 뿐만 아니라 내재되거나 간접적인 압력을 포함하는데, 이것은 환경이슈에 대한 '추진동력(driving forces)'으로서 역할을 한다(환경의 중요성의 활동 자체와 트렌드 등). 환경압력의 지표는 생산과 소비패턴과 관련된다. 압력의 지표는 주어진 기간의 트렌드와 변화에 따라 자원이용 강도나 배출권한 등을 반영하게 된다. 이러한 압력은 환경적 압력과 관련된 경제활동과 분리되어 논의될 수 있다. 국가 목표와 국제협약에 따라 진행될 수 있다.

둘째, 상태(State)로써 환경적 조건들(conditions)은 환경의 질, 관련된 효과 또는 영향, 그리고 자연자원의 질과 양에 관련된다. 환경적 상태는 생태계와 자연환경조건 뿐만 아니라 삶의 질과 휴먼헬스의 측면까지도 포괄한다. 그래서 상태조건은 환경정책의 궁극적인 목표로 반영된다. 환경조건의 지표는 장시간에 걸친 환경과 개발에 주목하면서 상황이나 상태를 총체적으로 바라보면서 설계된다. 예를 들어, 환경조건의 지표들은 환경미디어에서 다루는 오염의 집중도(concentration of pollutants in environmental media), 주요자원의 초과(exceedance of critical loads), 특정수준의 오염 정도 또는 낙후된 환경의 질(population exposure to certain levels of pollution or degraded environmental quality), 야생생물의 생존상태와 축적되어 있는 자연자원수준(the status of wildlife and of natural resource stocks) 등이 있다. 실제로, 환경조건을 측정하는 것은 매우 어렵고, 비용이 클 수가 있다. 그러므로 환경압력들은 보통 대리변수로써 측정되는 경우가 많다.

셋째, 반응(Response)으로써 사회적 반응은 사회적 경제·사회·정책을 통해서, 그리고 인간행태에 대한 시각에 변화를 통해서 (자연) 환경적 관심에 응답하는

수준(extent)을 보여준다. 반응은 개인과 집합체 행동, 그리고 대응(reaction)으로 언급될 수 있다. 구체적으로, ①인간에 의해 발생된 환경에 대한 부정적 효과를 완화하고, 적응하고, 예방하는 것, ②이미 가해진 환경적 손상을 멈추거나(halt) 바꾸는 것(reverse), ③자연과 자연자원을 보존하고 보호하는 것을 포함한다. 사회적 반응의 지표의 예는 환경비용, 환경 관련 세금이나 보조금, 환경친화적 상품과 서비스의 가격구조와 시장 규모, 환경오염감소율, 쓰레기 재활용률 등이다. 실제로 지표측정은 감소율과 통제율과 관련된다. 이들이 나타내는 예방과 통제의 측정과 정책은 달성되기가 쉽지 않다.

핵심(central ideal)은 사회적 반응이 인간활동에 변화를 야기함에 의해서 (자연환경의) 압력에 영향을 미친다는 점이다(OECD, 1993). 반응지표는 압력이나 상태지표만큼 오랫동안 사용되었던 것은 아니다. 자료이용성(data availability)과 실제 적합한 관리방안이나 관련 기술을 파악하기가 어려워 반응지표의 개발은 상당히 제약될 수 있다(OECD, 1993; Watzin, *et. al.*, 2005). PSR 모형의 인과적 개념이 쉽게 이해될지라도, 이 접근법이 환경시스템(ecosystem)의 특징과 과정을 과도하게 단순화하였다는 점에서 평가범위(evaluation scope)는 좁혀져야 하며, 조심스럽게 다루어질 필요가 있다(Bowen & Riley, 2003).

2. 기후변화 농어촌 법제도정비의 의의 및 특성

기후변화 농어촌 법제도정비의 필요성은 크게 국가의 기본권 보호 의무 차원, 공익적 차원, 국가표준주의 차원의 3가지로 논의해볼 수 있다. 우선, 국가의 기본권 보호 의무 차원은 다음과 같다. 헌법 제10조는 "국가는 개인이 가지는 불가침의 기본적 인권을 확인하고 이를 보장할 의무를 진다."고 규정하고 있다. 이는 기본권 침해에 대해 해결하려는 소극적 대상으로 볼 뿐만 아니라 국가가 국민의 기본권을 적극적 대상으로까지 바라보고 있음을 의미한다. 또한 국가와 국민과의 관계 외에도 사인에 의한 기본권의 침해 영역에서도 기본권 보

호 의무를 지게 된다. 광의로는 자연의 힘에 의한 경우, 외국의 국가나 외국인에 의한 침해의 경우에도 국가의 기본권 보호의무가 도출된다(Jeong, 2007: 332). 그리고 헌법 전문에는 “우리들과 우리들의 자손의 안전과 자유와 행복을 영원히 확보할 것을 다짐하면서...”라는 내용을 담고 있다. 여기서 ‘안전’의 확보라는 말은 국가가 개인의 안전보장을 위하여 노력하여야 할 의무를 지고 있음을 선언하고 있다고 볼 것이다(Kang & Park, 2014: 8).

헌법 재판소는 “국가의 기본권 보호 의무의 이행은 입법자의 입법을 통하여 비로소 구체화되는 것이고, 국가가 그 보호 의무를 어떻게 어느 정도로 이행할 것인지는 원칙적으로 한 나라의 정치·경제·사회·문화적인 제반여건과 재정사정 등을 감안하여 입법 정책적으로 판단하여야 하는 입법재량의 범위에 속하는 것이다.”라고 판시함으로써 국가의 기본권 보호 의무의 이행은 입법을 통해 구체화된다고 강조한다. 이상과 같이 국가의 기본권 보호 의무에 대한 헌법의 내용, 국가의 기본권 보호 의무의 구체화가 입법을 통해 이루어진다는 점과 기본권 중 특히 국민의 ‘안전’에 관한 국가의 의무를 인정하고 있는 헌법재판소의 결정 등을 종합할 때, 국민의 안전과 삶의 질 향상이 기본인 ‘농어촌 실태조사, 영향평가, 취약성평가’에 관한 법률은 국가 또는 지방자치단체의 기본권 보호 의무와 부합되며, 구체화하기 위해서는 구체적인 후속조치가 뒤따라야 할 필요가 있다.

다음으로, 공익적 차원은 다음과 같다. 공익은 개인의 이익 추구로 인해 피해를 받을 수 있는 공동체의 이익이라는 점에서 기본권 제한의 근거로 제도화 되어 왔다. 기본권과 공익의 관계를 헌법 제37조 제2항과 재산권에 관한 제23조 제2항의 재산권 행사에 있어 공공복리 적합의무 등의 규정에 기초해 해석해보면 다음과 같다. 보통 기본권에 의해 보호되는 개인의 자유라는 이익과 국가에 의한 기본권 제한을 정당화시키는 공익은 상충되어 나타나곤 한다. 국가가 국민을 통해서 구현된 것으로 바라보는 사익의 관점에서는 공익의 명목으로 나타날 위해를 받을 사적권한을 보호하기 위한 것이 기본권이며, 개인의 합이 공동체의 합과 같지 않다는 관점에서는 공동체의 ‘선’과 이익을 보호하기 위해서는 기본권 제한을 정당화시키기 위한 목적으로서 공익은 정당성을 지니게 된다. 이러한 접근방법의 차이에도 불구하고 국가의 개입을 정당화하는 공익과 개인의 이익은 분리하여 생각될 수는 없다. Kang & Park(2014: 9)은 몇 가지의 이유로 이를 설명한다. 첫째, 어떤 법률에 의해 어떤 이익의 내용을 구체화할 권능이 부여되는 경우, 이러한 권능은 당해 법률의 입법자가 가지는 권능의 범위 내에서 제한되고 또한 입법자가 당해 법률을 통해 규정하고자 했던 이익에 국한된다. 둘째, 기본권은 국가의 개입에 대한 방어권으로서의 성격뿐 아니라 기본권 보호를 위해 제3자의 기본권을 제한하기 위한 정당화 근거로서의 성격도 아울러 가지고 있다. “서로 다른

Table 1. Article 47, section 2 of the fundamental law

Article 47, Section 2 of the Fundamental Law	① The Minister of Agriculture and the Minister of Fisheries and Oceans should investigate and assess (hereinafter referred to as “climate change impact assessment, etc.”) every 5 years the impact of climate change such as global warming on agricultural fishery farming and fishing villages and the vulnerability to climate change for the sustainable development of agricultural and fishery farming and fishing villages and publicly announce the results and utilized them as the basic data for the establishment of policies. ② The Minister of Agriculture and the Minister of Fisheries and Oceans may conduct the actual condition investigation to secure the basic data needed for climate change impact assessment, etc. and to prepare statistics. ③ The Minister of Agriculture and the Minister of Fisheries and Oceans may request the chiefs of related central administrative organizations and the chiefs of local governments, the chiefs of the organizations and groups related to agricultural fishery farming and fishing villages to provide the data needed for climate change impact assessment, etc. or may request them to cooperate in conducting actual condition investigation in accordance with Paragraph2. In this case, the chiefs of related central administrative organizations, etc. who received the request for the provision of the necessary data or actual condition investigation cooperation should cooperate unless they have special reasons for doing otherwise. ④ The necessary matters related to the detailed contents and methods of climate change impact assessment, etc. and the actual conditions investigation are stipulated in the Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs ordinance, or the Ministry of Oceans and Fisheries ordinance.
--	--

기본권이 충돌하는 경우 공익을 위해 하나의 기본권을 제한하는 경우 이는 다른 기본권 주체의 기본권 보장 기능을 수행하게 된다. 즉 국가의 개입을 요구하는 사인의 보호 이익으로서의 성격을 가진다는 것이다.”

마지막으로, 국가표준주의 차원은 다음과 같다. 농어촌 실태조사 및 취약성 평가를 수행하는 것은 개인 이익과 공동체이익 모두에서 상충되지 않을 수 있다. 즉, 기후변화에 대응하기 위해 개인들의 농어촌 정보들을 공유해야 할지라도 장기적으로 이러한 조사내용은 개인 농어촌 경제활동에 긍정적인 기여를 할 수 있다. 개인의 사익을 확보하는 차원뿐만 아니라 지역들의 대응 방안을 모색하고 기후변화에 미흡한 측면들을 살펴볼 수 있기 때문에 사익과 공익을 합치시키는 결과를 가져올 수 있다. 즉, 사생활 및 재산의 운영방식에 대한 기본권리(여러가지 방식을 자신의 의지로 선택)를 제한하는 경우가 있을 수 있지만(정책이나 제도로써 일괄 적용하는 경우) 전반적인 사회적 기후변화 안전을 통해 개인 및 사회의 삶의 질적 향상의 전제요건인 안전욕구를 충족시키게 된다. 따라서 안전욕구를 지켜줘야 하는 국가 의무에 충실하다는 점에서 필요성에 대한 타당성이 고려된다. 이렇게 3가지 요소를 포함하는 기후변화 농어촌 취약성 법제도개선은 구체적으로 「농업·농촌 및 식품산업 기본법」 제47조의2와 같이 발의되었다.

상기된 법적 후속조치를 안정적으로 구현하기 위해 본 연구에서는 이와 유사한 법령을 제정 및 추진하고 있는 해외사례를 검토해보고자 한다. 즉, 기후변화가 빈번하고 기후변화에 따라 큰 피해를 받고 있는 국가 또는 기후변화를 선도하고 주도하고 있는 국가들의 추진체계 및 법령조항 등을 검토함으로써 적실한 법제도 정비를 위한 정보를 얻고자 한다.

3. 기후변화 일반적 현황 및 과제

기후변화는 현재 전 지구적 차원에서 발생하고 있는데, 대기변화와 해양변화 두 차원에서 살펴보면 다음과 같다. 우선, 대기변화에는 지표온도의 증가, 대류권 온도의 증가, 해양온도의 증가, 강수량의 변화 극한 기상

현상화 기후현상의 증가 등을 들 수 있다. 지표온도는 매년 증가추세에 있는데, 1850년 이래 최근 30년 동안 10년 단위 평균 전 지구 지표온도는 그 이전 10년 단위 평균 온도보다 더 높았다. 또한, 1901년부터 2012년 사이에 거의 모든 지역에서 지표 온난화 발생하고 있다. 대류권 온도 역시 20세기 중반 이후 전 지구적으로 대류권 온도가 상승하고 있으며, 해양 온도의 증가의 경우도 1901년부터 2012년 사이에 거의 모든 지역에서 지표 온난화 발생하고 있다. 이에 따라 강수량의 변화도 발생하고 있는데 20세기에 들어 북반구 중위도의 육지에서 강수량이 증가하고, 호우의 발생 빈도 및 강도가 북미와 유럽에서 증가하였다. 그리고 극한 기상현상 및 기후현상의 증가되고 있는데, 전 지구적으로 낮과 밤에 추운 날이 발생 빈도가 감소하고, 낮과 밤이 더운 날의 발생 빈도가 증가하고 있으며, 유럽, 아시아, 호주 대부분의 지역에서 폭염의 발생 빈도 증가되었다.

우리나라 역시 기후변화 현상이 나타나고 있는데, 기본적으로 연평균 기온이 증가하고 있다. 예를 들어, 1981년~2010년 한반도의 연평균 기온은 1.2℃ 상승(0.41℃/10년)했으며 모든 계절에서 증가하는 경향을 보인다. 그리고 연평균 강수량이 증가하고 있다. 1981년~2010년 한반도의 연평균 강수량은 78mm 내외로 약하게 증가하는 경향성이 있다. 또한, 해수면 역시 1964년~2006년 한반도 주변 해역의 해수면 상승은 약 8cm로 세계 평균보다 약간 높은 1.9mm/year의 상승률을 보이고 있으며, 특히 제주 지역은 연평균 상승률이 5.1mm/year로 급상승하고 있다.

이러한 기후변화는 여러 가지 결과를 야기할 수 있다. KMA(2014)의 통계는 최근 이상기후가 집중되어 나타나고 있음을 알려준다. 즉, 2013년 이상기후 발생이 많았는데 1월 상순과 2월 상순~중순에 기온이 큰 폭으로 떨어졌으며, 전국에 한파 발생하였다. 장마 기간 동안은 장마전선은 중부지방에 위치하여 강수량의 남북편차가 컸으며, 남부지방과 제주도에서는 가뭄이 발생하였다. 여름철 북태평양고기압이 우리나라 부근에서 평년보다 북쪽으로 발달하면서 고온현상이 발생하

Table 2. The damages caused by the abnormal climate conditions in the agricultural sector in 2013 (Korea Meteorology Agency, 2014)

- Heavy snow (2012.12.06–2013.02.06)
 - The vinyl houses, mushroom huts, and facility crops suffered in Busan, Gangwon, Choongnam/Choongbuk, and Gyeongnam/Gyeongguk
 - * Vinyl houses, mushroom huts, and facility crops suffered a damages of 23,220 million won.
- Heat Wave (2013.07.01–2013.08.28)
 - Cattle loss due the nation-wide heat wave in Gyeonggi, Incheon, Choongnam, Jeonbuk, and Gyeonguk
 - * 705 farms suffered 1,985 animals lost
- Heavy Rain (2013.07.11–15. 07.18, 07.22–23)
 - The heavy rain during the monsoon season caused flooding and wash-off of the crops in Gyeonggi and Gangwon region, amounting to a damage of 28,491 million won.
- Drought (July–August, 2013)
 - The drought in Jeju region caused crop loss of 1200 ha, damage amounting to 3,111 million won.
- Freezing and frost damages (January–June 2013)
 - Fruits, barley, and roughage suffered a damage totaling to 25,471 million won in Daejeon, Ulsan, Sejong, Gyeonggi, Gangwon, Choongnam/Choongbuk, and Gyeongnam/Gyeongbuk
- Gale (2013.07.02)
 - Damage amounted to 39 million won due to collapsing crops and damages to vinyl houses due to the gale in Gangwon.
- Typhoon (2013.10.08)
 - Typhoon No. 24 Danas caused 267 million loss in crops and vinyl houses
- Hale (2013.06.05)
 - Crop damage amounted to 46 million won due to the damage over 9ha of crop areas from hale in Gyeongbuk area.

였으며, 10월에 제24호 태풍 ‘다나스(DANAS)’ 영향으로 제주도, 경상도에 많은 비가 내렸으며, 1998년 이후 15년 만에 우리나라에 영향을 준 10월 태풍으로 기록되었다. 이에 따라 우리나라의 경우 2012년도에 자연재해로 16명의 인명 피해와 1조 892억 원의 재산 피해를 입었으며, 최근 10년간 43명의 인명피해와 1조 1,556억 원의 재산피해가 발생과 비교할 때 인명피해는 37%, 재산피해는 94%에 해당한다.

이러한 기후변화의 피해(ME, 2011)는 식량부문에서 쌀 단수 감소로 농업총이윤 지속적 손실로 2100년에 농업총이윤의 약 7% 손실을 가져올 수 있으며²⁾, 산림분포의 변화, 잠재 순일차 생산량 및 토양탄소 저장량 감소로 2100년 약 3,301억 원 피해 발생시켜 산림생태에 위해를 줄 수 있다. 또한, 기후변화에 따른 주요 강 유역의 가용량 변화로 피해 발생으로 2050년 약 3,574억 원, 2100년 약 1,076억 원 피해 발생(수자원부문) 시킬 수 있으며, 연안 침식으로 2100년 약 12,234억 원, 범람 피해로 약 63,053억 원이 손실되고 있으며 여름철 폭염으로 인해 2011~2020년 연평균 약 264명, 2091~2100년 연평균 약 8,715명의 사망자가 발생할 것으로 예측하였다. 만일, 폭염 경보 등 적응대책 추진 시 매년 피해 규모 약 14% 절감할 수 있을 것이다.

이에 기후변화에 따른 농어업, 농어촌 분야 대한 조사 및 평가는 절실하다. 이러한 중요성에서 2014년 5월 20일 농어업농어촌 및 식품산업 기본법에서 47조 2항을 신설하는 등 기후변화에 적절하게 대응하기 위해 노력하고 있다. 특히, 농어업, 농어촌 영향평가와 함께 취약성평가를 모두 조사하고 실시한다는 내용이라는 점에서 그 의지가 표출되었다. 이와 같은 법령의 신설은 향후 조사 및 평가를 수행하는데 큰 디딤돌이 될 수 있다. 다만, 현재 조사 및 평가를 위한 기초연구가 매우 부족한 상황이며, 게다가 분야별로 일관된 방식이나 틀이 존재하지 않아 기후변화에 대응하려는 의지가 자못 퇴색될 수 우려가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 농어업농어촌 및 식품산업 기본법 47조 2항 신설과 관련 법령들이 가져올 효과에 대해 판단해볼 수 있어야 한다.

III. 연구설계

1. 연구방법: System Dynamics 방법론

System Dynamics는 컴퓨팅 기술의 시뮬레이션을 활용하는 것으로 환류적사고(feedback)에 기초한다 (Jeong & Ju, 2005: 220). 복잡한 현상을 역동적인 인과관계의 순환으로 이해하고, 이를 기초로 컴퓨터 모델

2) 재배시기 조정 등 적절한 적응 대책 사용 시 농업총이윤이 증가될 수 있음

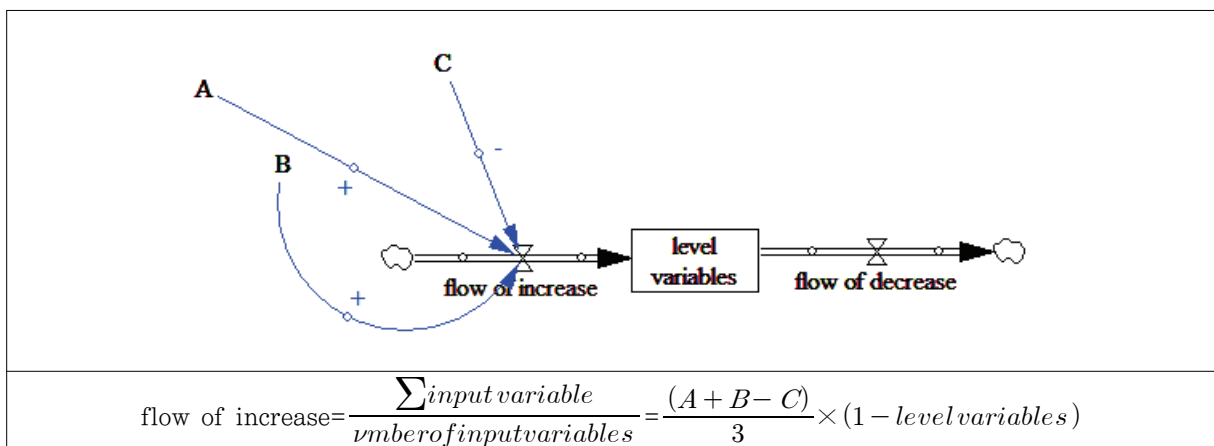
을 구축하여 복잡한 인과관계를 그 변동성을 토대로 정책실험을 시도하는 것이다. 순환적인 인과관계는 목표지향형 피드백 또는 안정화 피드백과 불안정화 피드백 구조로 구분할 수 있다. 목표지향형 피드백 또는 안정화 피드백은 안정화 피드백 구조로써 균형상태를 지향하는 피드백 구조라고 할 수 있다. 이와 달리 불안정화 피드백 구조는 예기치 않게 불균형을 초래하는 피드백 구조로 증폭된 문제로 이해해 볼 수 있다(Kim & Kim, 1997: 26)³⁾. 이 접근법의 기본적인 관심은 연구하고자 하는 특정변수가 시간의 변화에 따라 어떻게 동태적으로 변화해 나가는지를 분석하는 것이며, 시간의 흐름에 따라 안정, 불안정, 상하주기적 변동, 성장, 쇠퇴, 평형상태 등의 동태성을 나타낼 수 있다(Meadow, 1980: 31-36).

이러한 System Dynamics 방법론은 인과지도의 설정과 시뮬레이션 분석의 두 가지로 구분된다(Seo, *et. al.*, 2009). 인과지도는 야기되는 변수들 간의 인과성을 논리에 기초하여 구성하는 것으로써 순환적인 루프

(loop)를 형성하고, 발생한 결과와 이에 영향을 미친 변수들을 논리적으로 연결하여 루프를 형성함으로써 기존의 단선적이고 선형관계로 파악된 분석의 문제를 해소하고 보다 적실한 분석을 시도한다(Seo & Lee, 2010: 103-104)⁴⁾. 시뮬레이션 모형은 인과지도를 기초로 수학적 관계를 부여한 후 시간의 변화에 따라 변화하는 변수들의 변동량으로 분석을 시도한다.

한편, 객관적이고 타당한 연구결과를 얻기 위해 본 연구에서는 연구자의 사고를 가능한 한 배제하면서 인과지도를 System Dynamics 모델로 변환시키는 "기초관계의 균등화단위 모델링(Normalized Unit Modelling By Elementary Relationship, NUMBER)"을 사용한다(Kim, 1999). 기초관계의 균등화단위 모델링이란 저장량(stock-수준변수)과 유량(flow-변화율 변수)간의 관계를 모두 기초적인 관계로 설정하고, 이들 변수들의 측정단위를 0에서 1까지의 값으로 균등화시키는 것이다(Seo, *et. al.*, 2009; Seo & Lee, 2010: 104-105).

Table 3. The method of NUMBER(Normalized Unit Modelling By Elementary Relationship)



- 3) 그러나 피드백 구조가 균형상태를 향해서 수렴할지에 관해서는 컴퓨터를 통한 시뮬레이션을 수행해 보아야 한다. 비록 균형점을 지향하는 두 개의 음의 피드백 구조라고 하더라도 이들간의 상호작용은 시스템으로 하여금 균형점에서 이탈하도록 만들 수 가능성이 있기 때문이다(Kim & Kim, 1997: 26). 즉, 이론적이고, 규범적인 예측이 타당성을 갖기 위해서는 시뮬레이션의 결과를 기초로 예측해 볼 필요가 있다.
- 4) 구체적으로, 시뮬레이션은 다음과 같은 특성을 지닌다. System Dynamics 모델에 포함되는 수준변수들의 값은 동시에 변화된다. 비록 시뮬레이션을 수행하는 컴퓨터는 순차적으로 작동할지라도, System Dynamics의 시뮬레이션 알고리즘은 모델내의 변수들을 동시에 변화시키도록 구성되어 있다. System Dynamics 시뮬레이션에서는 시스템을 변화시키기 위하여 극소의 시간단위(시간간격, time interval)라는 개념을 사용하며, 한 번의 시간단위를 진행시키면서 모델내의 모든 비율변수를 변화시킨 다음, 모델내의 모든 수준변수를 변화시킨다. 둘째, 시스템 다이내믹스 모델은 근본적으로 연속형 변수의 값을 취한다. 비록 모델의 특성에 따라서는 이산형 변수를 모델 내에 포함시킬 수도 있지만, 이러한 경우 시뮬레이션의 오차가 발생할 여지가 있다. 셋째, 시뮬레이션은 추상적인 변수보다는 구체적인 변수들로 구성된다. 수준변수와 비율변수는 시스템 내 구성요소들의 행위를 표상하기 때문이다. 시스템 구성요소들의 행위가 논리적으로 유의미하기 위해서는 구체적인 행동대안과 행동방식이 모델 내에 표현되어야 한다(Kim & Kim, 1997: 26-27).

2. 인과지도 및 시뮬레이션 모형

1) 법제도정비 이전 상황

법제도정비 개선 이전의 기후변화 농업생산성 상황은 <Figure 4>와 같다. 기후변화는 이상기상의 발생률을 높이는 한편, 지속적인 기후변화는 농작물 재배를 적지의 성격을 변화시킨다. 이상기상 발생은 역시 재배적지의 변화를 가져오고, 동시에 농작물의 피해를 가져온다. 이는 농업생산을 담당하는 지역주민의 생계에 큰 영향을 미치게 된다. 농업생산성의 하락은 또다시 지역주민의 생계에 악영향을 미치게 된다. 이는 기후변화가 농업생산성에 영향을 주는 ‘악순환’ 구조를 의미한다.

따라서 이를 막기 위해서는 재배적지 변화에 적응할 수 있는 농작물에 대한 파악과 이상기상 및 기후변화 자체로 인해 겪게 되는 농작물 피해를 낮출 수 있는 정책이 필요하다. 이러한 맥락에서 농업 기후변화 대응을 위해 기후변화 취약성을 낮출 수 있는 법제도정비와 이를 통한 다양한 정책마련은 중요해진다고 볼 수 있다. 이하에서는 법제도 정비가 가져올 변화에 대한 정책효과 모형을 제시해본다.

2) 법제도 정비 이후의 정책효과 모형

법제도 정비 이후 기후변화에 대해 농업생산성은 어떻게 달라질 수 있는가? 기후변화 기본법은 크게 기상 및 기후의 이상변화 측정, 농업 관련 취약성 기술, 제도 개선 및 정책 파악, 돌발 및 외래 병해충 잡초의 이상발생 및 피해 측정, 농작물 재배 및 축산 적지 파악, 농업 생태계 생물다양성 및 생물계절 변화 파악 등의 내용을 포함하고 있다(농어업·농어촌 및 식품산업 기본법 47조 2항). 우선, 기후변화 관련 기술파악을 통해 농업 생산성을 확보하기 위한 기술기반을 마련해 나갈 수 있다. 장기적으로 농업분야 기술인프라 상성을 통해 기후변화에 대응함으로써 농업생산성에 기여하게 된다. 둘째, 기상 및 기후의 이상변화측정을 강화함으로써 농작물 피해율을 낮출 수 있다. 기상 및 기후의 정확한 이상변화 측정을 통해 농작물을 관리하고, 예방책을 마련하는데 일조하기 때문이다. 셋째, 농업관련 취약성 제도 및 정책 파악을 통해 주민들의 피해상황에 대한 적실한 정책을 제시해 줄 수 있다. 예를 들어, 축산의 경우 재해보험을 통해 질병이나 재해로 인해 가축에 이상이 생기

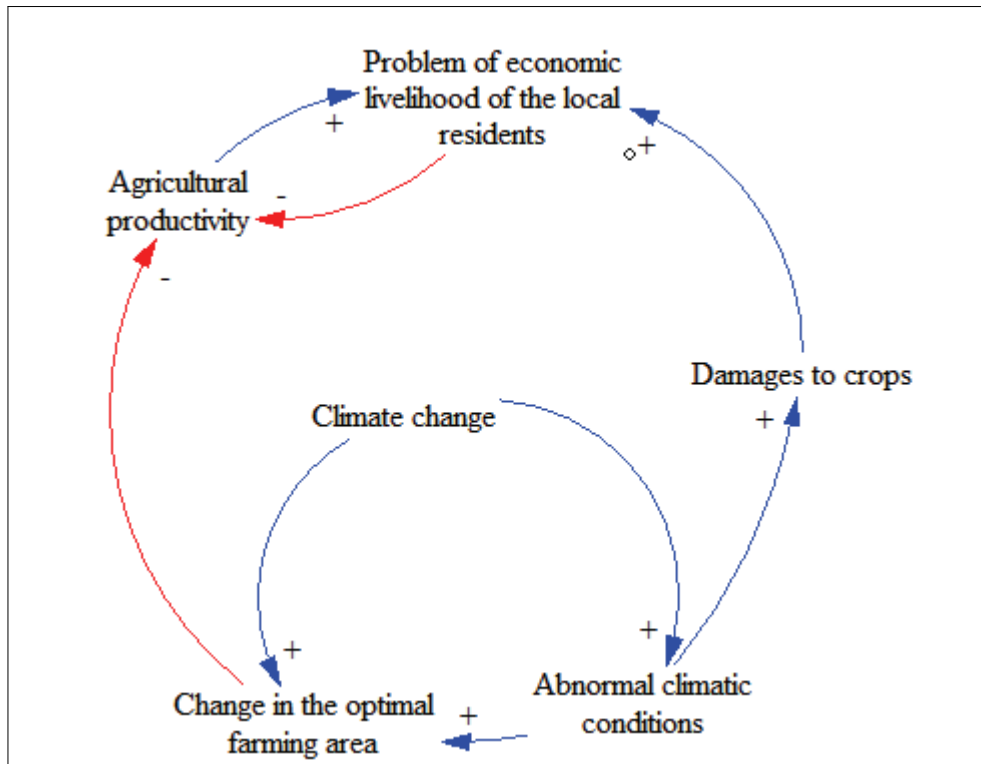


Figure 4. The former situation of revised legislation and government policy

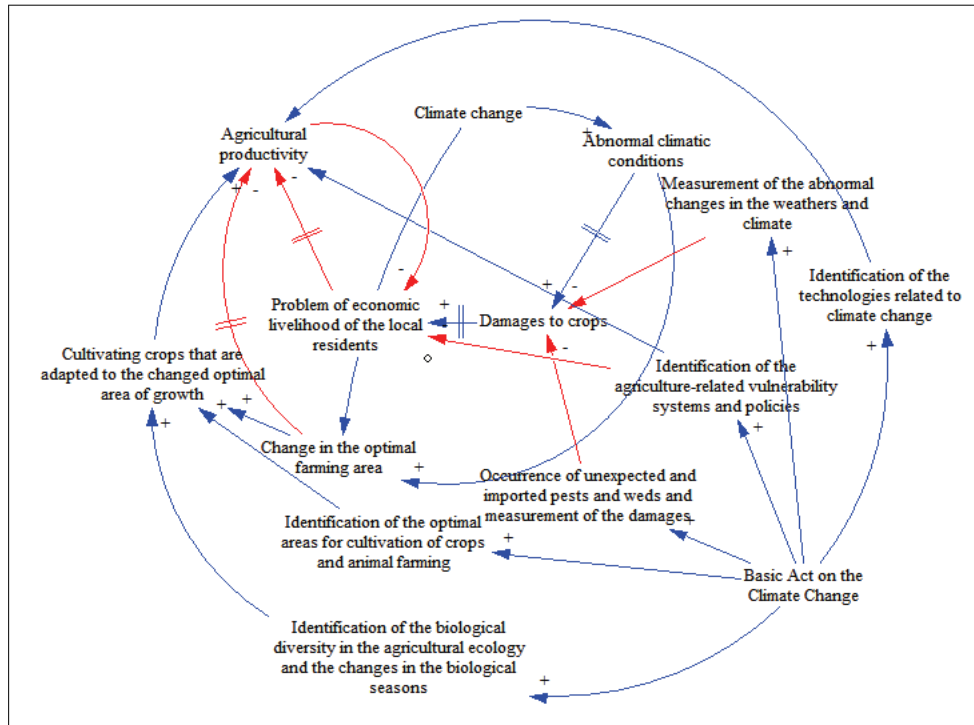


Figure 5. The effectiveness model for the legal and institutional model improvement

는 상황에서 지역주민의 생계문제를 보험금으로 해소하는 것이다. 넷째, 돌발 및 외래 병해충 잡초의 이상발생 및 피해 측정은 병해충의 유형과 규모를 파악하고, 제거하기 위한 방안을 제시함으로써 농작물 피해를 예방하는 효과를 가져온다. 다섯째, 농작물 재배 및 축산 적지 파악은 변화된 재배적지에 부합하는 적응작물을 파악하는 데 도움을 준다. 여섯째, 농업생태계 생물다양성 및 생물계절 변화 파악 역시 변화된 재배적지 적응작물 재배에 영향을 줄 수 있다.

이러한 기후변화 기본법의 시행은 재배적지 변화가 농업생산성을 낮추는 것을 막고, 농작물 피해율을 낮추고, 지역주민 생계문제를 감소시킨다. 이것이 농업생산성을 높이고, 장기적으로 지역주민 생계문제를 해결할 수 있는 방안이 된다. 기후변화로 인한 농작물 피해와 농업생산성의 '악순환'을 제거하고 기후변화 상황에서도 안정적인 농업생산성을 담보하게 된다는 것이다.

3) 시뮬레이션 모형

〈Figure 6〉은 농업분야 기후변화 법제도정비 효과모형을 각 변수와 그들의 관계를 시뮬레이션 모델로 나타낸 것이다. 시뮬레이션 모델에서는 농업생산성 저하, 이상기상발생, 재배적지 변화, 농작물 피해, 지역주민 생계문제, 돌발 및 외래 병해충 잡초의 이상발생 및 피해 측정, 변화된 재배적지 적응작물 재배, 기후변화 관련 기술파악, 기상 및 기후의 이상변화 측정, 농업관련 취약제도 및 정책 파악, 농작물 재배 및 축산 적지 파악, 농업생태계 생물다양성 및 생물계절 변화 파악을 저장변수(Stock)로 설정하였고, 기후변화, 기후변화 기본법(법제도정비)을 유량변수(Flow)로 설정⁵⁾하였다. 이러한 분석모델에 대한 논거를 제시하면 다음과 같다.

우선, 기후변화 농어촌 취약성 개선을 위한 법제도정비인 기후변화기본법은 기후변화 관련 기술수준을 파악하는데 도움(+)을 주고, 기후변화 관련 기술은 농업생산성 증대에 기여한다. 둘째, 기후변화기본법은 기상

5) 저장 및 수준(Stock or Level)변수는 특정시점에서 측정 및 누적되어 응축된 '양'을 나타내는 개념이고, 유량 및 비율(Flow or Rate)변수는 특정시점이 아니라 일정기간동안의 지속적인 '양'을 나타내는 개념이다. 예를 들어, 통장의 잔고가 처음 20만원 3개월간 매달 10만원씩 벌여 30만원이 있다면 이때 20만원은 저장이고 30만원은 유량에 해당한다(Seo, et. al., 2009).

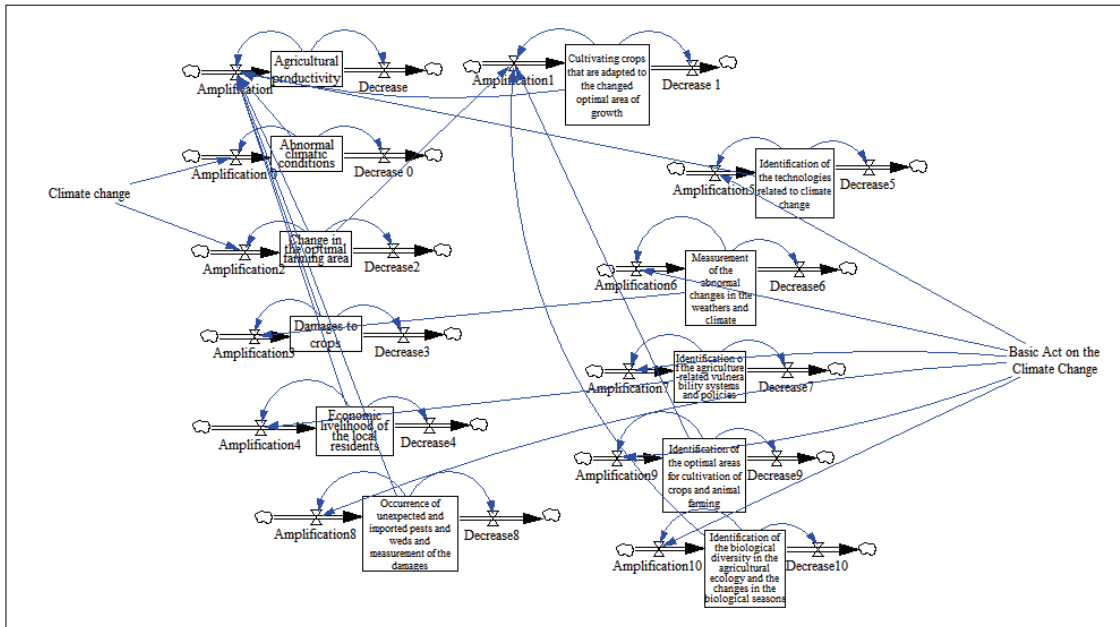


Figure 6. The simulation model for the improvement of the legal and institutional system in order to improve the vulnerability of the agricultural and fishery villages

및 기후의 이상변화 측정에 정(+)의 영향을 주고, 이것은 농작물 피해를 예방하는 데 도움을 준다. 셋째, 기후 변화 기본법은 농업관련 취약 제도 및 정책을 파악하는데 기여하며(+), 이것은 기후변화로 인한 재해로부터 지역주민 생계문제를 해소하는데 기여한다. 넷째, 기후 변화 기본법은 농작물 재배 및 축산 적지를 선별하는데 정(+)의 영향을 주며, 이것이 변화된 재배적지 적응작물 재배에 기여하게 된다. 다섯째, 기후변화 기본법은 농업생태계 생물다양성 및 생물계절 변화를 파악하는데 도움(+)을 주고, 이것은 변화된 재배적지 적응작물 재배에 긍정적인(+) 기여를 하게 된다. 여섯째, 변화된 재배적지 적응작물 재배는 중국에 농업생산성을 높이는 효과를 가져오게 된다.

한편, 기후변화를 고정한 상태에서 법제도정비의 효과에 대한 모의실험을 실시한다. 우선, 본 연구에서는 법제도가 기후변화를 통제하지 못하는 상황에서의 시뮬레이션을 수행한다. 다음으로, 기후변화 법제도정비의 수준이 낮은 경우와 높은 경우를 각각 비교하여 정책적 함의의 도출을 시도한다.

IV. 시뮬레이션 분석결과 논의

1. 법제도정비가 없는 경우 시뮬레이션 분석

기후변화에 대한 법제도정비가 없는 경우의 시뮬레이션 결과는 <Figure 7>과 같다⁶⁾. 이상의 시뮬레이션에서 정책적 관점에서 중요하다고 판단되는 농업생산성 저하와 지역주민 생계문제의 2가지를 살펴보고자 하였다. 우선, 농업생산성 저하의 경우 1년이 지나면서 상승하여 2년 차 이후 급격한 상승을 보여주었다. 이후 9년 차까지 상승한 후 10년 차에 수렴하는 변화양상을 보여주었다. 둘째, 지역주민 생계문제의 경우 농업생산성 저하 보다는 미세하게 낮지만, 역시 2년을 지나면서 상승하여 3년 차 이후 급격한 상승을 보여주고 있으며, 5년 차부터는 변동폭이 농업생산성 저하를 앞질러 큰 상승을 보여주었다. 수렴 역시 8년 차 급격한 감소 이후 9년 차에 수렴하는 것으로 나타났다. 이러한 변화양상은 기후변화로 인한 피해가 농업생산성 저하와 동시에 지역주민 생계문제를 크게 높이는 양상을 가져올 수 있음을 보여주는 결과이다.

6) X축의 시간은 12년을 기준으로 하였고, Y축의 증폭 기준은 0에서 1로 적용하였다.

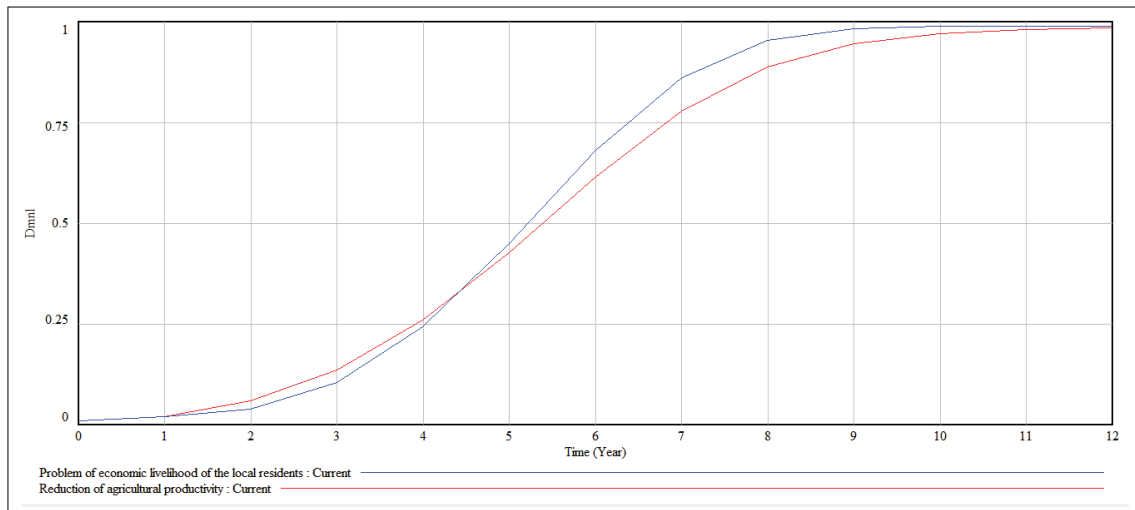


Figure 7. The simulation for the scenario without the improvement of the legal and institutional systems for the climate change

Table 4. The data for the simulation for the scenario without the improvement of the legal and institutional systems for the climate change

Time (Year)	Reduction of agricultural productivity	Problem of economic livelihood of the local residents
1	0.01	0.01
2	0.0198	0.0198
3	0.0584	0.0390
4	0.1352	0.1041
5	0.2587	0.2418
6	0.4265	0.4498
7	0.6137	0.6802
8	0.7780	0.8602
9	0.8882	0.9526
10	0.9457	0.9821
11	0.9707	0.9882
12	0.9804	0.9895

2. 기후변화 법제도정비의 수준에 따른 시뮬레이션 분석

〈Figure 8〉은 기후변화 법제도정비의 적용 수준이 낮은 경우(0.01)와 상대적으로 높은 경우(0.05)에서 농업생산성 저하를 비교분석한 결과이다. 법제도정비의 수준이 미흡한 경우(0.01) 농업생산성 저하는 지속적인 상승을 보여준다. 물론, 앞선 분석과 같이 법제도정비가 없을 때(〈Figure 7〉)와 비교해서는 상승폭과 수렴지점이 낮으나 여전히 상승하는 양상을 보여준다.

법제도정비의 수준이 높은 경우(0.05) 농업생산성 저하는 6년 차를 지나면서 하강하기 시작하고 12년까지 지속적으로 낮아지는 양상을 보여준다. 이는 농업생산성의 저하를 낮추고, 장기적으로 농업생산성 효과가 있음을 의미한다. 기후변화 법제도정비가 장기적으로 효과가 있음을 보여주는 부분이다.

〈Figure 9〉는 기후변화 법제도정비의 적용 수준이 낮은 경우(0.01)와 상대적으로 높은 경우(0.05)에서 지역주민 생계문제를 비교분석한 결과이다. 법제도정비의 수준이 미흡한 경우(0.01) 지역주민 생계문제는 지속적인 상승을 보여준다. 이 역시 법제도정비가 없을 때(〈Figure 7〉)와 비교해서는 상승폭과 수렴지점이 낮으나 여전히 상승하는 양상을 보여준다. 이와 달리, 법제도정비의 수준이 높은 경우(0.05) 지역주민 생계문제는 4년 차부터 점진적으로 하강하고, 8년 차 이후 점차 낮아져 12년에는 -0.5까지 낮아지는 양상을 보여준다. 이는 기후변화 법제도정비가 지역주민 생계문제에 기여할 수 있음을 보여주는 것이다.

분석결과를 요약하면, 기후변화 법제도정비가 잘 이루어진다면 시뮬레이션 결과는 농업생산성을 증대시키고, 나아가 지역주민의 삶의 질을 개선시켜줄 수 있음

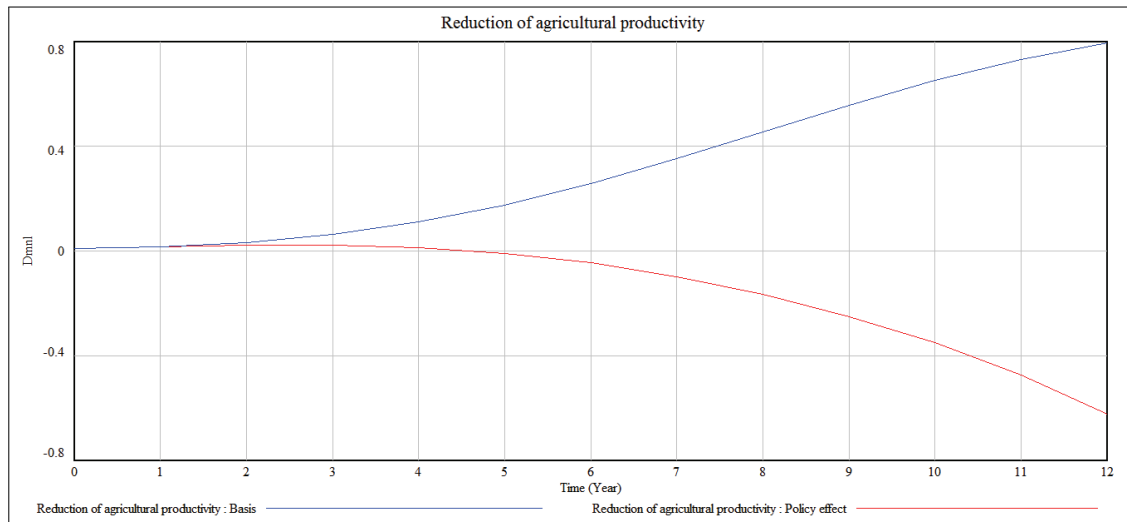


Figure 8. The policy experiment on the ‘reduction of agricultural productivity’ due to the application of the improvement on the legal and institutional systems⁷⁾

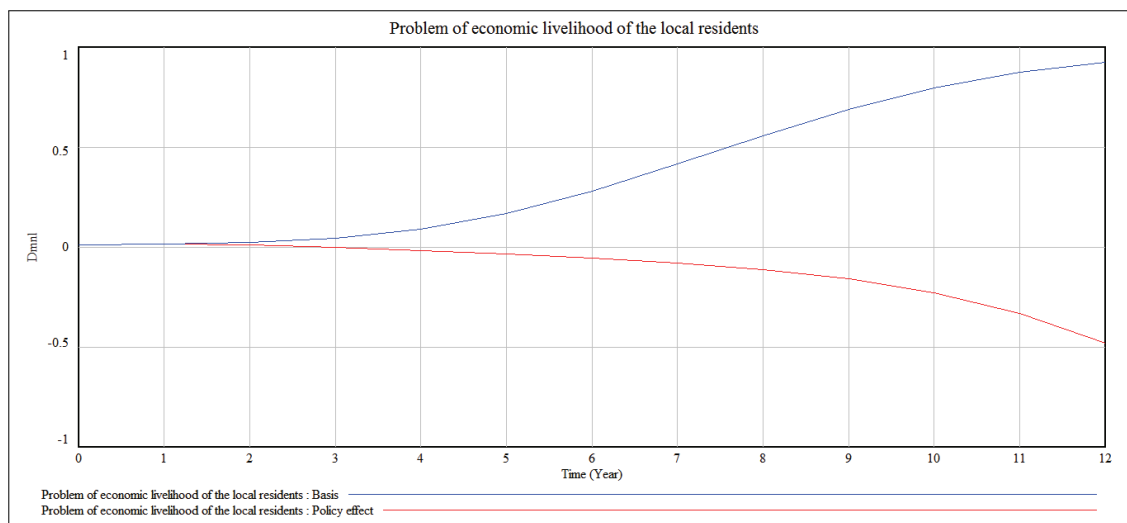


Figure 9. The policy experiment on the ‘economic livelihood of the local residents’ due to the application of the legal and institutional systems for the climate change

을 시사한다. <Table 5>를 예시한다면, 10년 차 이후에는 법제도정비가 약한 경우와 높은 경우에 그 차이가 ‘1’ 이상이 나고 있음을 알 수 있다. 본 연구의 시뮬레이션 높고 낮음의 차이를 정(+)의 방향을 0에서 1, 음(-)의 방향을 0에서 -1까지 가정하고 있다는 점에서 ‘1’의 차이는 매우 큰 것임을 인식할 수 있다.

분석결과를 토대로 해석하면 몇 가지 시사점을 확인할 수 있다. 우선, 기후변화로 인한 농업분야의 피해수준은 경험적인 수준에 비해 향후 더 가속화될 수 있으며

로 전방위적인 대응이 필수적이다. 전 세계적인 식량난은 지금보다 미래사회에서 더욱 중요한 선결과제가 될 것이다. 농업분야는 이와 같은 미래사회의 중요 정책과제로 우리사회가 직접적으로 관심을 가져야 할 부분이다. 최근 인공지능과 같은 과학기술 이슈에 비해 상대적으로 크게 부각되지는 못할지라도 정부는 지속적으로 이 이슈를 지속해 나가야 할 것이다. 관련법령 못지않게 정부와 사회의 인식전환이 중요한 만큼 이에 대한 정책홍보도 비중있게 다루어야 할 필요가 있다. 다음으

7) 파란 선이 법제도정비의 수준이 낮은 경우이고, 붉은 선이 법제도정비의 수준이 높은 경우의 시뮬레이션 결과이다.

Table 5. The simulation data for the levels of the improvement of the legal and institutional systems for the climate change

Time (Year)	Reduction of agricultural productivity		Problem of economic livelihood of the local residents	
	Improvement of the legal/institutional systems (small)	Improvement of the legal/institutional systems (strong)	Improvement of the legal/institutional systems (small)	Improvement of the legal/institutional systems (strong)
0	0.01	0.01	0.01	0.01
1	0.01617	0.015133	0.01617	0.01617
2	0.0386615	0.021629	0.025962	0.009565
3	0.0805976	0.022803	0.053647	-0.00323
4	0.144954	0.013827	0.111126	-0.01869
5	0.232674	-0.00835	0.204495	-0.03572
6	0.340513	-0.04533	0.330067	-0.05521
7	0.45968	-0.09775	0.472712	-0.0797
8	0.576927	-0.16578	0.60964	-0.11313
9	0.678724	-0.2498	0.719411	-0.16091
10	0.756427	-0.35121	0.789895	-0.23041
11	0.809037	-0.47368	0.816771	-0.33229
12	0.843054	-0.62501	0.787222	-0.48326

로, 기후변화는 거시적인 차원의 변화이기 때문에 농업과 관련된 개개인이 다루기가 어려운 대상이다. 그래서 정부의 적극적인 개입과 역할이 적어도 기후변화 농업 생산성에서는 중요할 것이라 판단된다. 농업활동이 농업을 전담하는 사람들에게 국한된 상황으로 바라본다면 이는 매우 편협한 사고가 될 것이고, 이것이 장기적인 식량난의 중심이 될 수도 있다. 따라서 농업관련 미래 비전 확립에 있어 정부의 적극적인 역할과 대응이 요구된다.

V. 결론 및 정책적 함의

본 연구는 농업분야에 악영향을 줄 수 있는 기후변화에 대한 정부의 정책인 기후변화 기본법(법제도정비)의 정책효과를 예측해보고자 하였다. 사회적 파장이 명확하고, 때문에 상당한 정책적 대응이 필요하지만 역시 막대한 정부예산 투입에 비해 정책효과를 확인하기 어려운 농업분야 기후변화 법제도정비의 효과를 시뮬레이션을 통해 확인해보고자 한 것이다. 특히 이러한 분석결과는 관련 분야의 다양한 이해관계자들에게 그 효과를 가시시킬지라도 제시해줄기에 정책실패에 대한 불안감을 해소시켜줄 수 있다. System Dynamics 연구방법론의 인과지도 및 시뮬레이션 방법을 적용하여 도출한 결과는 다음과 같다.

우선, 기후변화에 대한 법제도정비가 없는 경우의 시뮬레이션 결과는 다음과 같은 정책적 함의를 던져주었다. 농업생산성과 지역주민 생계문제의 2가지 정책변수가 모두 크게 상승하였다는 점이다. 정책적 대응이 없는 기후변화로 인한 농업분야 피해를 견딜 수 없음을 시뮬레이션 결과로 확인할 수 있다. 경험적으로 기후변화에 대한 농업피해가 확인되고 있다는 점에서 시뮬레이션의 기본모형으로 잘 구성되었다고 볼 수 있다.

둘째, 법제도정비가 존재하지만 정책의 강도가 낮은 경우에는 농업생산성과 지역주민 생계문제에서 모두 문제가 발생할 수 있음을 확인할 수 있었다. 물론, 법제도정비가 없는 시뮬레이션 결과에 비해 상대적으로 낮았을지라도 농업분야의 피해를 막는 효과는 매우 미비할 수 있음을 보여주었다. 따라서 정책적 대응이 소극적일 경우 정책실패의 가능성이 높음을 분석결과로 제시해볼 수 있다.

셋째, 법제도정비의 정책 강도가 높은 경우에는 농업생산성을 높일 뿐만 아니라 농업인의 경제적 상황을 증진시켜 종국적으로 지역경제에 기여할 수 있음을 확인할 수 있었다. 특히, 그 차이는 시간이 지남에 따라 정책 강도가 낮은 경우와 크게 비교되고 있음을 분석결과는 보여준다. 현 정부에서 기후변화에 대응하기 위한 노력은 매우 시의적절하다고 판단된다. 기후변화 법제도정비의 증대는 농업생산성을 높여 지역주민의 삶의 질을

개선시켜줄 수 있음을 시뮬레이션 결과는 시사한다.

이러한 몇 가지 연구의 함의에도 불구하고 한계 역시 존재한다. 기후변화 법제도정비로 인한 정책효과는 보다 많은 변수들의 복합체임을 인식해야 한다. 본 연구의 인과지도가 제시한 변수가 포함되지 않은 변수들에 비해 강력하다 할지라도 농업생산성과 같은 거시적 변화를 예측하기 위해서는 더 많은 구체적인 변수들의 관계도가 요구될 수 있다. 따라서 향후 연구에서는 이러한 본 연구의 한계를 보완하고자 거시-중범위-미시의 변수들을 문헌검토와 인터뷰 등의 방법을 통해 보다 구체화한 후 그에 따라 정책모의 실험을 시도해볼 예정이다. 무엇보다 기후변화에 대응하기 위한 정부의 노력과 예산은 그 규모가 매우 방대하므로 효과에 대한 이해관계자들의 관심도가 높을 수밖에 없다. 그러한 관점에서 사전타당성분석의 방식으로써 본 연구가 추구하는 시뮬레이션 방식은 향후에도 그 유용성이 높아질 것이라 기대한다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 연구비 지원을 통해 수행되었음(과제번호: PJ011551012016).

References

- Bowen, E. Bowen and Cory Riley. 2003. Socio-economic Indicators and Integrated Coastal Management. *Ocean & Coastal Management*. 46: 299-312.
- Choi, Choong Ik. 2011. A Study on the Decision-making Process and Implications to Climate Change in Local Governments. *Korean Public Administration Review*. 45(1): 257-274.
- Hammond, Allen, Adriaanse Albert, Rodenburg Eric, Bryant Dirk, and Woodward Richard. 1995. *Environmental Indicators*. World Resources Institute.
- Jeong, Jong Seob. 2007. *Constitutional Law*. Press: Parkyoung Co.
- Jeong, Seok Whan and Young Jong Ju. 2005. A Study on the Analysis of Policy Effects for System Dynamics Methodology: Focusing on the Sex Trade Special Law. *Korean Public Administration Review*. 39(1): 219-236.
- Kang, Young Gil and Min Young Park. 2014. A Study on the Legislation to Systematize CPTED. *The Journal of Police Science*. 14(2): 3-28.
- Kim, Do Hoon and Dong Whan Kim. 1997. System Dynamics Model for a Mixed Strategy Game between Police and Driver. *Korean Public Administration Review*. 31(2): 21-38.
- Kim, Dong Whan. 2000. A Simulation Method of Causal Maps. *KSDR*. 1(2): 91-112.
- Ko, Jae Kyoung and Jeong Hyeon Ju. 2014. Developing and Monitoring Indicators of Sustainable Development in Gyeonggi-Do. *GRI Policy Study*. 1-91.
- Lee, Dong Kyu, In Seok Seo, and Hyoung Jun Park. 2009. Estimating the Casual Effects of DTI Regulation on the Housing Policy Applied System Dynamics Simulation Analysis. *The Korea Association for Policy Studies*. 18(4): 207-235.
- Mallick, D., A. Amin, and A. Rahman. 2012. *Case Study on Climate Compatible Development in Agriculture for Food Security in Bangladesh*. Bangladesh Centre for Advanced Studies (BCAS), Dhaka, September 2012. Retrieved from <https://germanwatch.org/en/download/8347.pdf>.
- Ministry of Environment, et. al. 2008. *The National Mater Plan of Climate Change*. Ministry of Environment.
- Norman, Barbara. 2008. Principles for an Intergovernmental Agreement for Coastal Planning and Climate Change in Australia. *Habitat International*. 30: 1-7.
- OCED. 1993. *International Economic Instruments and Climate Change*. Organization for Economic Co-operation and Development. Paris in France.
- Seo, In Seok and Dong Kyu Lee. 2010. Analysis of Effects on National Productivity by R&D Investment Policy. *Journal of Governmental Studies*. 16(2): 91-121.
- Seo, In Seok, Gi Heon Kwon, Tae Jin Kim, and Jong Ku Lee. 2009. The Study on Casual Structure to Bubble of Immovable Property. *Korean Journal of Policy Analysis and Evaluation*. 19(3): 325-254.
- Seo, In Seok. and Jong Ku Lee. 2012. Estimating the Casual Effects of Open Price Policy on Market Regulation Policy. *Korean*

- Public Administration Review*. 46(1): 239-263.
- Son, Yo Whan. 2008. *The Current Situation of Agricultural & Fishery Sectors and Their Measures for the Global Climate Change*. 139-213.
- Watzin, M. C., E. B. Miller, M. Kreider, S. Couture, T. Clason, and M. Levine. 2005. *Monitoring and Evaluation of Cyanobacteria in Lake Champlain*. Lake Champlain Basin Program.
- Yun, Kyung Jun, Jung Hai Kim, Sung Han Cho, and Hae Young Lee. 2010. Exploring an Effective Mechanism for Coordinating Climate Change Policies: Research Based on a Comparative Review of the Mechanisms for Coordinating Climate Change Polices of England, France, Japan, and Korea. *Korean Public Administration Review*. 44(2): 169-191.
- Korean References Translated from the English*
- 강용길, 박민영. 2014. CPTED 제도화를 위한 법령정비 방안에 관한 연구. *경찰학연구*. 14(2): 3-28.
- 고재경, 주정현. 2014. 경기도 지속가능발전지표 개발 및 모니터링 방안. *경기연구원 정책연구*. 1-91.
- 김도훈, 김동환. 1997. 혼합게임을 위한 시스템 다이내믹스 모델: 경찰과 운전자간의 혼합게임. *한국행정학보* 31(2): 21-38.
- 김동환. 2000. 인과지도의 시뮬레이션 방법론: NUMBER. *한국 시스템다이내믹스학회*. 1(2): 91-112.
- 서인석, 권기현, 김태진, 이종규. 2009. 부동산 버블의 인과구조: System Dynamics 분석을 중심으로. *정책분석평가학회보*. 19(3): 325-254.
- 서인석, 이종규. 2010. R&D 투자정책의 국가생산성증대 효과 분석: System Dynamics를 활용한 시뮬레이션 분석. *정부학연구*. 16(2): 91-121.
- 서인석, 이종규. 2012. 시장규제의 수단으로서 오픈프라이스 정책효과분석. *한국행정학보*. 46(1): 239-263.
- 손요환. 2008. 기후변화와 산림. 기후변화에 대한 농수산학 분야의 현황과 대책. 139-213.
- 윤경준, 김정해, 조성한, 이해영. 2010. 기후변화정책 조정체계의 대안 모색: 정책조정체계의 국가 간 비교를 중심으로. *한국행정학보*. 44(2): 169-191.
- 이동규, 서인석, 박형준. 2009. 주택정책 규제수단으로서 DTI 규제정책의 효과 분석: System Dynamics를 활용한 시뮬레이션 분석. *한국정책학회보*. 18(4): 207-235.
- 정석환, 주영중. 2005. 시스템다이내믹스 방법론을 이용한 정책파급효과분석: 성매매특별법을 중심으로. *한국행정학보*. 39(1): 219-236.
- 정종섭. 2007. *헌법학원론*. 박영사: 서울.
- 최충익. 2011. 지방자치단체 기후변화 적응정책의 의사결정 과정과 함의. *한국행정학보*. 45(1): 257-274.
- 환경부, 기획재정부, 교육과학기술부, 행정안전부, 문화체육관광부, 농림수산식품부, 지식경제부, 보건복지가족부, 국토해양부, 소방방재청, 농촌진흥청, 산림청, 기상청. 2008. *국가 기후변화 적응 종합계획*.

Received: Sep. 12, 2016 / Revised: Oct. 11, 2016 / Accepted: Oct. 25, 2016

System Dynamics를 활용한 기후변화 농어촌 취약성 법제도정비의 정책효과

국문초록 본 연구는 농업분야에 악영향을 줄 수 있는 기후변화에 대한 정부의 정책인 기후변화 기본법(법제도 정비)의 정책효과를 예측해보고자 하였다. System Dynamics 접근을 활용하여 분석한 결과 몇 가지의 함의를 도출할 수 있었다. 우선, 농업생산성과 지역주민 생계문제의 2가지 정책변수가 모두 크게 상승한 분석결과에 기초할 때 정책적 대응이 없이는 기후변화로 인한 농업분야 피해를 견딜 수 없다는 결론을 이끌어 낼 수 있었다. 둘째, 법제도정비가 존재하지만 정책의 강도가 낮은 경우에는 농업생산성과 지역주민 생계문제에서 모두 문제가 발생할 수 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 정책적 대응이 소극적일 경우 정책실패의 가능성이 높음을 분석결과로 제시해볼 수 있다. 셋째, 법제도정비의 정책 강도가 높은 경우에는 농업생산성을 높일 뿐만 아니라 농업인의 경제적 상황을 증진시켜 궁극적으로 지역경제에 기여할 수 있음을 확인할 수 있었다.

주제어 : 시스템 다이내믹스, 기후변화, 농어업·농어촌 및 식품산업 기본법(신설 47조 2항)

Profiles **In Seok Seo** : He is research fellow at Graduate School of Public Administration, Seoul National University. He earned his doctorate in public administration from Sungkyunkwan University, South Korea in 2013. His area of concentration includes social welfare policy, public policy analysis, community well-being, and quantitative methods(inseok800414@naver.com). **Won Hee Jeong** : He received his Ph.D. from Kyunghee University, South Korea in 2011. He is a professor of the Department of National Defense & Police Administration at Konyang University, His interesting subject and area of science and technology, policy conflict management, human resources and organization(chung0405@konyang.ac.kr).

Appendix. The equations of simulation model

[Level & Stock variables]

Occurrence of abnormal weather conditions= INTEG (Amplification 0–Decrease 0, 0.01)

Amplification 0=(1–Occurrence of abnormal weather conditions)*Climate change

Decrease 0=Occurrence of abnormal weather conditions*0.01

Reduction of agricultural productivity= INTEG (Amplification–Decrease, 0.01)

Amplification=(1–Reduction of agricultural productivity)*(Damages to crops+Occurrence of abnormal weather conditions+Change in the optimal area of growth+Problem of economic livelihood of the local residents–Identification of the technologies related to climate change–Cultivating crops that are adapted to the changed optimal area of growth–Occurrence of unexpected and imported pests and weeds and measurement of the damages)*1/7

Decrease=Reduction of agricultural productivity*0.01

Cultivating crops that are adapted to the changed optimal area of growth= INTEG(Amplification 1–Decrease 1, 0.001)

Amplification 1=(1–Cultivating crops that are adapted to the changed optimal area of growth)*(Identification of the optimal areas for cultivation of crops and animal farming+Identification of the biological diversity in the agricultural ecology and the changes in the biological seasons)*1/2

Decrease 1=Cultivating crops that are adapted to the changed optimal area of growth*0.001

Change in the optimal area of growth=INTEG(Amplification2–Decrease2, 0.01)

Amplification2=(1–Change in the optimal area of growth)*(Climate change)

Decrease2=Change in the optimal area of growth*0.01

Damages to crops= INTEG (Amplification3–Decrease3, 0.01)

Amplification3=(1–Damages to crops)*(Occurrence of abnormal weather conditions+Change in the optimal area of growth–Measurement of the abnormal changes in the weathers and climate)*1/3

Decrease3=Damages to crops*0.01

Problem of economic livelihood of the local residents=INTEG (Amplification 4–Decrease 4, 0.01)

Amplification4=(1–Problem of economic livelihood of the local residents)*(Reduction of agricultural productivity+Damages to crops–Identification of the agriculture–related vulnerability systems and policies)*1/3

Decrease4=Problem of economic livelihood of the local residents*0.01

Identification of the technologies related to climate change= INTEG (Amplification5–Decrease5, 0.001)

Amplification5=(1–Identification of the technologies related to climate change)*Basic Act on the Climate Change

Decrease5=Identification of the technologies related to climate change*0.001

Measurement of the abnormal changes in the weathers and climate= INTEG (Amplification6–Decrease6, 0.001)

Amplification6=(1–Measurement of the abnormal changes in the weathers and climate)*Basic Act on the Climate Change

Decrease6=Measurement of the abnormal changes in the weathers and climate*0.001

Identification of the agriculture–related vulnerability systems and policies= INTEG (Amplification7–Decrease7, 0.001)

Amplification7=(1–Identification of the agriculture–related vulnerability systems and policies)*Basic Act on the Climate Change

Decrease7=Identification of the agriculture–related vulnerability systems and policies*0.001

Occurrence of unexpected and imported pests and weeds and measurement of the damages=INTEG(Amplification8–Decrease8, 0.001)

Amplification8=(1–Occurrence of unexpected and imported pests and weeds and measurement of the damages)*Basic Act on the Climate Change

Decrease8=Occurrence of unexpected and imported pests and weeds and measurement of the damages*0.001

Identification of the optimal areas for cultivation of crops and animal farming= INTEG(Amplification9–Decrease9, 0.001)

Amplification9=(1–Identification of the optimal areas for cultivation of crops and animal farming)*Basic Act on the Climate Change

Decrease9=Identification of the optimal areas for cultivation of crops and animal farming*0.001

Identification of the biological diversity in the agricultural ecology and the changes in the biological seasons= INTEG(Amplification10–Decrease10, 0.001)

Amplification10=(1–Identification of the biological diversity in the agricultural ecology and the changes in the biological seasons)*Basic Act on the Climate Change

Decrease10=Identification of the biological diversity in the agricultural ecology and the changes in the biological seasons*0.001

[Rate & Flow variables]

Climate Change=0.05

Basic Act on the Climate Change=0.01 or 0.05
