

복잡계 패러다임에서 환경규제의 출현에 대한 연구

이한웅¹, 김성훈¹, 배하나¹, 서용모^{2*}

¹한국생산기술연구원 국가청정생산지원센터 환경규제대응실, ²충남대학교 경영학부

A Study on the Emergence of Environmental Regulation in Complex System Paradigm

Han-Woong Lee¹, Seong-Hun Kim¹, Ha-Na Bae¹, Yong-Mo Seo^{2*}

¹Business Service Center for Global Environmental Regulation Industrial Environmental Division, Korean Institute of Industrial Technology

²School of Business, Chungnam National University

요약 본 연구는 20세기 이후 급속한 과학기술의 발달로 산업의 공업화 및 인구의 도시화 등으로 인류의 생활터전인 환경이 위협받는 현 시점에, 이슈가 되고 있는 환경문제의 해결방안인 환경규제를 복잡계적 사고로 해석을 한 것이다. 산업혁명이후 출현한 산업의 고도화 과정에서 발생하고 있는 다양한 문제점들을 해결하기 위하여 오래전부터 많은 노력들이 시도되었다. 하지만 이러한 현상을 이해하기 위해서는 단순한 무역수준이나 경제 기술적 수준에서 해석할 수 없는 문제가 제기 되고 있다. 이러한 이슈들에 대해 복잡계적 사고를 통해 기술의 진화에 대한 우발성이 아니라 그들이 만들어낸 차이를 인식하고 혼돈의 가장자리에서 새로운 질서를 창발하는 현상에서 복잡계 시스템을 이해하고 선제적 대응 및 관리에 대한 기술적 혁신을 예측할 수 있는 기반을 제공하고자 한다. 복잡계적 사고로 분석해보면 지구가 처한 환경문제는 혼돈의 가장자리에 자리 잡고 있다. 이러한 부분은 공공적인 부분에서 주도를 하고 있지만 이들만의 노력만으로는 해결이 되지 않는 다양한 구성요소들 간의 상호작용을 통한 인과관계를 형성하고 있다. 본 연구는 이러한 상호작용으로 환경규제에 대한 새로운 질서의 창발현상을 설명하고 있으며 환경규제를 공공적인 부분만의 질서가 아니라 민간 혹은 기업에서의 의지와 행동이 임계점에 도달하여 새로운 질서를 창발하는 노력이 필요함을 제시하고자 한다. 따라서 불확실성에 대한 환경규제의 새로운 질서를 이해하려는 기반을 제공하고자 한다.

Abstract The primary purpose of this paper is to find out the environmental regulation in our global society with complex system concept. After the industrial revolution, there were working toward solving various problems while there has been an industry advancement. But, there are various issues that a simple international trade or economic technologic levels were not solved. The evolution of technologies through complex systemic thought are not accidental issues. These issues build and provide a predictable technology innovation that system was emergent a new order. With complex systemic thought, the earth that was facing environmental problems was in the phrase edge of chose. These conditions played the trigger role for the solving various problems in environmental regulations but they don't get along well together. There were no causal relationship between structural elements. This paper describes an emergence of new order through these interactions in environmental regulation. These environmental regulations make desperate efforts not only public sectors but also private or/and firms that make an emergence of new order with the critical point reached. Also, we provide the understanding base an environmental regulation with new order for uncertainty.

Keywords : Complex system(paradigm), Emergence, Environmental regulation

*Corresponding Author : Yong-Mo Seo (Chungnam National Univ.)

Tel: +82-10-9402-9531 email: yongmo@cnu.ac.kr

Received August 17, 2015

Revised September 22, 2015

Accepted October 8, 2015

Published October 31, 2015

1. 서 론

산업혁명으로 산업 전반에 대한 변화가 이루어지고 제품을 대량으로 생산하기 위해 석탄이나 석유 등과 같은 화석연료의 사용으로 대기 중의 온실가스 배출량이 지속적으로 증가하게 되었다. 이 결과로 지구생태계에 오존층의 파괴, 이상기후 출현, 생태계 교란 등의 많은 영향을 미치고 있다.

이러한 환경문제에 대한 대응책을 마련하기 위하여 국제적 합의가 지속되고 있으며, 이를 통해 온실가스의 배출량을 줄이고 산업 및 최종소비에 필수적으로 사용되는 에너지 소비 저감이 불가피한 시점이다. 이러한 경제활동과 온실가스 저감의 상충적 관계에 대응하기 위해 세계 각국은 환경적으로 지속가능한 개발을 위한 환경규제를 지속적으로 강화해 오고 있다[1]. 기후변화로 인해 파생되는 지구상의 물리적인 사회인자와 그 영향 관계는 매우 복잡하다. 기후변화의 원인, 수많은 기후변화 영향인자, 파생되는 생태계적 환경영향, 국가 간의 대처기제와 인간사회의 산업심리적 반응과 적응 등에 대한 이슈를 두고 볼 때 아직 이에 대해서는 불확실성이 매우 높다. 기후변화에 대한 전지구적(全地球的) 관심이 높아짐에도 불구하고 기후변화에 대한 우리사회의 대처기제는 단순히 기계론적 사고에 치우쳐 있다[2].

환경규제에 대한 목표는 한 국가 내의 환경 질 개선을 통해 국내 거주자들의 후생, 건강 및 국내 자원의 안정을 도모하는 것이다. 하지만 이러한 목표는 자국이 도모한다고 해서 유지나 보존을 강구할 수만은 없다. 경제학적으로 자국의 무역이익을 옹호하는 무기가 되기도 하고 이를 통해 기술의 표준화 등과 같은 기술 시스템을 구축하여 국제적 경쟁력을 강화하려는 수단으로도 활용되고 있다. 이러한 환경규제의 목표를 기반으로 복잡계적 사고를 통해서 이해할 필요가 있다. 이러한 환경 분야의 사회적·경제학적 접근이 다양한 분야에서 적용되고 제시되고 있다. 환경규제가 시장경제에 등장하게 되면 일차적으로 규제에 의해 환경에 피해를 가하는 요인들이 줄어들게 된다. 환경 파괴에 대한 이러한 처치가 발생 후, 기업들을 환경에 저해되고 있는 생산을 감축하거나 생산자원의 일부를 변경 또는 전환을 통해 시장 규제에 대처하게 된다. 따라서 기업은 기존의 비용에 대비하여 많은 비용이 발생하게 된다. 결국 환경규제는 환경에 위협을 가하는 요인들을 감소시킴으로써 발생하는 비용의 발생과

환경규제에 의한 인류의 편익사이에 발생하는 관계를 규명하고자 노력하고 있다.

환경규제와 같은 이슈를 복잡계적 경제시스템으로 해석하면 자국의 부처가 주장하고 있는 안정된 질서로 귀결되는 환경문제는 자국민이 안정된 형태로는 아직 불안정하고 여전히 국제간의 논란의 대상이 있는 새로운 질서라고 볼 수 있다. 그러나 새로운 질서는 다양한 구성요소의 상호작용에 의해 창출되는데, 구성요소 간의 긍정적인 인과관계와 되먹임 고리의 끊임없는 반복과 수렴으로 나타난다. 다시 말해 자국의 기술과 시장을 보호하기 위해 추구하려는 기술진보 등과 같은 다양한 구성요소들이 수없이 상호작용하고 그러한 작용이 원래 추구하려했던 방향이면서 기존과는 다른 새로운 형태의 이슈로 창출된다면 비로소 환경규제에 대한 새로운 패러다임일 것이다.

본 연구에서 접근하려는 복잡계(complex system)는 무질서, 불안정성, 다양성, 비평형 등으로 부각되고 있는 현대의 지식정보사회를 이해하는 데 기여한다[3]. 복잡계는 단선적인 방향에서 논의된 정책과 대안들을 전체주의(holistic approach)에서 이해하고, 사회현상에서 설명하기 어려운 부분을 이해하는데 도움을 주는 이론이다. 이러한 점 때문에 최근 관광분야에서도 단선적으로 예측하기 어려운 관광현상을 설명하는데 복잡계의 사고를 통해 연구를 시도하고 있다[4,5].

복잡계적 관점에서 보면 환경규제는 단순히 오염에 대한 대처 기제가 아니라 다양하고 불안정하며 다양한 양상으로 제시되고 있는 생존의 전략에 필요한 전략들을 도출하는데 중요한 이슈이다. 환경규제는 안정적인 형태로 제공되는 문제해결 기작이 아니라 많은 분야에서 혹은 국가들 간의 논란을 야기하고 있다. 하지만 이러한 이슈에도 불구하고 다양한 구성요소들의 상호작용에 의해 창출되고, 그들의 구성요소들 간의 긍정적인 인과관계와 되먹임이 반복되고 수렴되고 있는 현상으로 도출된다. 이러한 현상들은 지구에 피해를 유발하는 오염문제를 해결함으로써 안전함을 유지하려는 다양한 구성요소들의 상호작용을 통해 기후변화나 오염 등의 환경변화에 대처하려는 방향으로 창출된다는 것이 환경규제의 출현이라고 볼 수 있다.

본 연구는 현재 각국에서 실시하고 있는 환경규제에 대한 이슈를 복잡계적인 사고로 조명해봄으로써 환경규제와 같은 이슈의 등장 배경을 살펴보고 그 시사점을 도

출하는데 목적이 있다. 이러한 관점을 그간의 경제학적 관점에서 탈피하여 복잡계적 사고에서 새로운 구성요소의 창출에 대한 논리를 개발하고 새로운 불안정적인 시스템을 유발하는 환경규제 등에 대처하고 안정적인 규제 of 창출을 위한 전략과 정책적 관점을 전체주의적 관점에서 수립하는데 기여할 것으로 사료된다.

2. 이론적 고찰

2.1 복잡계의 개념과 이론

복잡계(complex system) 이론은 자연 혹은 사회 현상은 너무나 복잡하기 때문에 예측 불가능하다는 전제에서 출발한 이론이다. 복잡계는 수많은 구성요소들이 비선형 상호작용을 통해서 거시적 창발 현상이 나타내는 계(界)를 의미한다. 단순한 복잡함을 의미하는 것이 아니라 혼란스러움 속에 질서가 있고, 질서는 혼란 속에서 자기유사성(self-similarity)을 갖는 지속적인 패턴의 정보가 많고 적응의 정도에 따라 나타나며 이를 통해 현상의 인과관계를 설명하는 것에 활용할 수 있는 개념을 의미한다[6,7].

복잡계의 특성으로는, 첫째 핵심속성은 창발성(創發性: emergence)이다. 창발성은 복잡해 보이는 현상 속에 질서를 부여하는 성질의 발현으로 현상의 구성요소들이 자발적 상호작용을 통해 새로운 질서를 만들어내는 것을 의미한다. 즉, 창발현상이 보이는 시스템이 복잡계로 설명할 수 있다[10]. 창발성의 유지되기 위한 복잡계가 지니고 있어야 하는 다섯 가지 특징을 제시하였고 다음과 같다. 첫째, 복잡계가 가지는 구성요소들은 서로 상호작용을 해야 한다는 것과 둘째, 복잡계의 구성요소들은 상호작용 측면에서 비선형적성질을 가진다는 점이다. 셋째, 복잡계의 구성요소들의 상호작용은 되먹임 고리(feedback loop)를 형성하며, 넷째 복잡계는 경계가 불분명한 개방형 시스템으로 구성되어야 한다고 설명하였다. 다섯째, 복잡계의 구성요소들은 구성요소 자체가 하나의 복잡계로서 작동해야 한다고 제시하였는데, 부가적으로 자동 생산성(autopoiesis), 공진화(coevolution)를 복잡계의 성질로 추가하여 설명하였다.

이러한 복잡계는 상호작용하는 많은 구성요소를 가지고 있고, 복잡계 구성요소들의 상호작용은 흔히 비선형(nonlinear)이며 되먹임 고리(feedback loop)를 형성하고 있고, 외부환경과 끊임없는 교류가 이루어지는 개방형

시스템(open system)의 특성을 보인다. 복잡계는 하나의 열린 시스템으로 외부의 소통하고 끊임없이 에너지가 들고 나면서 부분과 부분들이 상호작용을 통해 스스로 성장하고 진화하는 특징이 있는데, 이러한 프로세스가 바로 자기조직화(self organization)인 것이다. 복잡계는 안정적인 질서에서 카오스 현상을 통해 새로운 질서를 창발하는 현상을 가진 살아있는 시스템이다. 이러한 창발의 프로세스가 진행되면서 결정적인 순간을 지나게 된다. 이런 시점을 임계점(critical point)라 한다. 시스템은 임계점을 중심으로 시스템 변화가 일어나게 되는데, 이러한 현상을 임계현상(critical phenomena)이라 한다. 시스템이 임계점에 가까워질수록 카오스(chaos) 상태이었다가 임계점을 지나면서 새로운 질서를 구축한 시스템으로 성장 진화하게 된다. 여기서 주목할 만한 것은 외부에서 해당 시스템의 조건을 인위적으로 조작하지 않더라도 시스템 스스로 내부의 자기조절 과정을 통해 변화되어 가게 된다. 이를 자기 조직화된 임계성(SOC, self organized criticality)이라고 한다[9]. 이러한 혼돈 속에서도 나름대로의 반복적인 질서를 나타내게 되는데 이를 프랙탈(fractal)이라는 도형이 존재한다[8]. 프랙탈은 주어진 조건하에서 물체의 운동이 귀결되는 상태를 의미하는 끌개(attractor) 중에서 프랙탈 구조를 갖는 끌개를 이상한 끌개(strange attractor)라고 한다.

또 다른 특성으로 복잡적응계(complex adaptive system)로, 이는 인간사회의 현상을 설명하기 위해 복잡계의 기본특성과 다양한 적응, 학습능력 등과 같은 인간의 능동적 능력을 고려하여 각각의 구성요소들이 경험을 통해 학습하고 변화하고 적응하는 것으로 설명할 수 있다. 사회 환경 하에서 지속적인 변화가 요구되는 시점에서 시사하는 바가 크다. 인류가 당면하고 있는 환경 문제와 같은 수준이 높은 불확실성이 내포되어 있는 현대사회의 부정확한 예측의 문제에 대해 어떻게 스스로 적응하는 시스템을 구축할 것인가는 패러다임 전환의 측면에서 중요한 구성요소이다. 복잡적응계는 자기조직화와 자기조정(self-adjustment)을 통해 스스로 적응하는 시스템이 구축될 수 있다. 이를 위한 자기 조직화의 구조적 조건은 혼돈의 가장자리(edge of chaos)에서 나타나는 개방형 시스템, 구성요소의 다양성, 구성요소 간의 상호작용이 필요하다.

이처럼 복잡계 이론은 기존 이론들에 대한 부정이 아니라 뉴턴적 사고를 인정하면서 기존의 이론들이 간과하

고 다루지 못한 영역들에 도전하고 있다는 점에 주목할 필요가 있다. 또한 복잡계 이론은 21세기 들어서서 대두 되고 연구되고 있는 학문으로 학문적 태동기에 위치해 있다. 그럼에도 불구하고 복잡계 이론은 기존의 패러다임이 제대로 설명하지 못하는 현상들을 이해하는 데 큰 도움을 주고 있으며, 현재 복잡계 이론은 자연과학은 물론 인문학과 사회과학에까지 그 영역을 넓혀 광범위하게 응용 및 확대되고 있다[7].

Table 1. A Concepts of Structural Elements for Complex System and Self-Organization

classify		description
self-organization	emergence	he unpredictability that is thus inherent in the natural evolution of complex systems then can yield results that are totally unpredictable based on knowledge of the original conditions
	self-similarity	take a snapshot of the time series covering a certain interval of time and then take another snapshot covering a much larger period of time and the two will look the same
	negative/positive feedback	Feedback mechanisms have been described as a threshold concept for understanding complex systems, a concept "difficult to learn but transformative once mastered". A feedback loop is a mechanism by which change in a variable results in either an amplification (positive feedback) or a dampening (negative feedback) of that change.
	strange attractor	the tendency of systems to move toward a fixed point, or to oscillate in a limited repeating cycle
evolution	bifurcation	a pattern of instability that often manifests as a sudden, spontaneous change in the attractor pattern of a dynamical system
	path dependency	Path dependence may be defined with regard to the relationship between a system's process dynamics and the limiting configuration(s) that it ultimately takes on.
	criticality	systemic characteristic on the critical state

	coevolution	coevolution allows the evolving entities to challenge each other progressively.
conceptual element of self-organization at the edge of chaos	open system	A system that has a great deal of information transmission across its boundaries. It is the opposite of a closed system. Open systems have a tendency to be dissipative systems as well
	diversity security of structural elements	a continuous external exchange of information for the enhancement of complexity of system
	interaction activation of system structural elements	energy injection for system continuously
	self regulating power	proper rule for the remove of unintentional deviation in performer

source: E. Anders Garcia, Chang-Hyun Choi, 1997., and Yong-Soo Yoon, Seung-Byung Chae, An Introduce to Complex System, 2005.

2.2 복잡계에 대한 은유적 사고

복잡계는 자연현상과 사회현상이 갈수록 복잡해지고 역동적으로 작용함에 따라 증가하는 사회적 현상을 예측하는데 나타나는 불확실성을 극복하려는 노력으로 출현하게 되었다[8]. 하지만 복잡계에 적용되는 다양한 현상들의 개념들과 패턴을 분석하기란 쉽지 않다. 윤영수와 채승병[8]은 모든 시스템을 대상으로 복잡계 이론을 직관적으로 활용하여 복잡한 세상을 이해하는데 있어서, 복잡적용계의 특징을 만족하는 은유적 분석(metaphoric analysis)을 제안하였다. 은유적 분석은 복잡계의 이론적 함의를 가지고 우리 주위에서 발생하는 역동적 변화의 실체를 파악하고 이를 바탕으로 시스템 분석, 전략수립, 조직설계, 사회적 이슈 등에 적용시키는 방법이다. 이러한 은유적 분석은 시기와 변화의 주체에 따라 구분하여 접근이 가능하다.

복잡계의 특징인 창발현상은 복잡해 보이는 현상 속에서 질서를 부여하는 성질의 발현으로 현상의 구성요소들이 자발적인 상호작용을 통해 새로운 질서를 만들어 내는 것을 의미한다. 이러한 거시적 현상의 출현은 안정한 평형상태에서 요동과 섭동이 존재하는 시스템의 가장자리로 다가가는 것이 중요하다. 이러한 가장자리의 끝에서 발생한 임계점을 거치면서 새로운 질서를 창출하게 된다. 이러한 질서와 규칙이 부여되면 거시적 반복 구조를 확인할 수 있는데 이를 자기조직화라 하며 이는 공진화(coevolution)라는 현상을 통하여 성공적인 변화를 이

끌어낸다.

복잡계의 내부를 인위적인 변화를 유도하여 시스템의 복잡성을 증대시키기 위해 시스템을 혼돈의 가장자리로 몰고 가야한다. 시스템의 복잡성이 높아짐에 따라 외부와 내부의 지속적인 정보의 교류를 통해 개방적인 시스템을 구축해야하고, 전체 시스템과 구성요소들 간의 공진화가 진행되어야 한다. 이러한 변화에 성공적인 고착을 위해서는 지속적인 에너지의 유입이 필요함을 제시하고 있다.

2.3 복잡계가 가지는 시스템적 사고

복잡계에 대한 관심의 증가는 지식정보사회의 특징으로 설명할 수 있는 무질서, 불안정성, 다양성, 비평형 등이 부각되고 있기 때문으로 볼 수 있다[9]. 이러한 특징은 기존의 단선적인 사고를 통해 사회현상을 이해하고 설명하려는 작업은 합리적인 지식창출의 한계점에 노출되어 있다고 본다. 단순적인 사고는 하나의 원인이 하나의 결과를 발생시킨다는 것으로 어떠한 문제에 대해 직접적인 원인에만 관심을 갖는 것이다. 이처럼 복잡계에서는 수많은 구성요소들의 되먹임 고리(feedback loop)를 형성하면서 복잡한 연관관계를 통해 시스템적인 사고를 만들어 낸다. 시스템적 사고는 전체주의(holism)에 기반하여 시스템의 다양한 프로세스의 상호작용을 관찰가능하게 한다. 결국 복잡계는 되먹임 구조의 총합으로 구성되어 있으며, 어떠한 되먹임 구조가 지배적이냐에 따라 시스템의 기하급수적인 성장과 쇠퇴를 가져오게 된다. 즉, 시스템적 사고를 통해 작은 변화로부터 큰 변화를 가져올 수 있는 전략을 도출가능하게 하는데, 이는 결국 되먹임 구조에 대한 이해와 정확한 설계를 도출해야 한다는 것을 의미한다.

현재 제안되고 실행되고 있는 대부분의 정책적 제안들이 단선적인 사고에서 기초하여 입안이 되고 실행이 된다는 것이다. 이러한 단선적인 사고를 극복하기 위해서는 정부에서 시행하는 정책 부작용 및 실패의 원인을 파악하기 위해서는 정책배후에 있는 시스템과 불확실성의 환경을 파악하는 복잡계적 사고가 필수적이다.

3. 환경규제에 대한 복잡계적 접근

3.1 외부적 충격으로서의 기후변화

지구의 대기환경이나 기후변화와 관련된 영향요인은 너무 복잡하여 과연 어떠한 인자가 어떻게 상호작용하면서 지구온난화와 환경적 충격을 발생시켰는지 파악하는 것이 쉽지 않다. 우리는 다만 그동안의 과학적 도구를 통해 축적된 기후변화에 관련된 자료와 환원주의적 관점이 라던가 논리실증주의적 관점 등으로 온난화의 원인을 해석하거나 추정할 뿐이었다. 인간이 아무리 과학적 사고 체계를 가졌다고 관련된 모든 정보를 한꺼번에 고려하여 지구온난화에 영향을 미치는 정확한 요인을 밝혀내기란 쉽지 않을 것이다. 이는 기존의 단선적인 사고 중심의 분석과 접근의 한계를 나타내고 있는 현상이기도 한다.

이처럼 지구의 온난화의 주범으로 인식하고 있는 성분들로는 화석연료가 연소할 때 발생하는 이산화탄소(CO₂)는 주로 에너지 연소 및 산업공정에서 배출되고, 메탄(CH₄)은 천연가스의 주성분으로 음식물 쓰레기가 부패 할 때, 그리고 소나 닭과 같은 가축의 배설물에서 발생하며, 아산화질소(N₂O)는 석탄을 채광 할 때나 연료가 고온으로 타면서 발생하는 것으로 산업공정이나 비료의 사용으로부터 발생된다. 다른 산업 혹은 가정용 시설로부터 배출되는 다양한 성분들이 지구의 온난화를 가속화하고 있다. 이러한 다양한 배출가스 중에서 이산화탄소(CO₂)가 전체 온실가스 배출 중 80%이상을 차지하고 있어 지구온난화에 기여하는 정도가 가장 높다[11]. 결국 지구의 온난화를 인류가 자초하고 있는 것이다.

지구의 기상이변은 산업혁명이 일어난 후 지구의 환경변화가 나타나기 시작했다. 산업혁명이 야기한 화석연료의 사용 등으로 인한 온난화주범이 되는 가스의 배출량이 늘어났다. [Fig 1]은 지난 140년간의 지구 지표면의 기온변화를 측정된 결과 값이다.

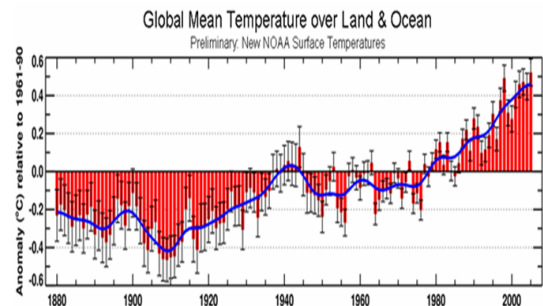


Fig 1. Global Warming Phenomenon - climate change source : <http://www.nova.gov>. 15/09/2015.

이러한 환경변화를 단절적인 현상으로 해석해보면 산업혁명이전에는 지구의 기온이 소폭으로 변화가 나타났지만 산업혁명이후 산업화가 고도화되면서 기온이 상승함을 알 수 있다. 즉, 산업혁명이전에는 안정기의 상태에 이르렀다가 산업혁명이 발생하면서 혼돈기에 접어들게 되었다. 특히, 산업화가 고도화되어가는 시점인 1980년대 이후의 기온이 임계점을 지나 급격하게 상승함을 볼 수 있다. 이러한 임계점을 지나면서 새로운 질서를 창출하게 된다면 지구의 온난화에 대한 우려가 심각해질 것이다. 이러한 기후변화에 대한 복잡계적 현상으로 해석을 해보면 [Fig 2]와 같다.

복잡계적 사고로 보면 지구의 기온이 상승하게 됨에 따라 물부족, 빙하의 해빙으로 인한 해수면 상승, 생태계의 파괴 등의 위기론적 현상이 새로운 질서로 등장할 수 있다.

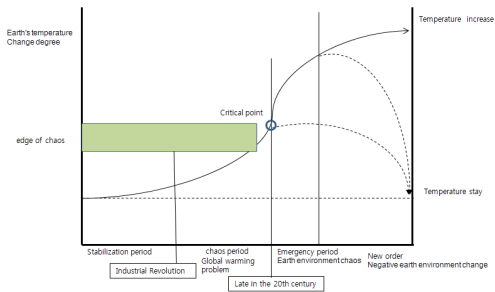


Fig. 2. Complex Thinking for Climate Changes
 source : Namjo Kim, Phase of Low-carbon Green Tourism Analyzed by Complex System Concept and its Implications, Tourism Research, Vol 26. No.2., 2011.

3.2 새로운 질서를 위한 충격

기후변화가 현재와 같이 진행된다면 지구상의 모든 생태계는 혼란스러운 상태로 빠지게 될 것이다. 즉 지구의 기후는 부정확한 임계점에 도달해있다. 따라서 이러한 현상을 방지하고 예방하고 새로운 질서를 창출하기 위해 다양한 방법들이 제시되고 있다. 이러한 현상은 한 지점에서 만의 시발이 아니라 국지적인 접근으로서의 수렴이 필요한 상황이다.

기후변화라는 외부적인 충격에 대처하고 환경보호라는 새로운 질서를 창출하기 위한 관심이 증대되면서 각국은 에너지 절약, 탄소배출량 감축 및 환경보호 등의 환경관련 규제, 기술, 인증제도 도입을 확대 및 강화하고

있다.

기후변화협약은 세계에서 가장 많은 회원국을 거느리고 있는 협약으로 정식명칭은 ‘기후변화에 관한 유엔 기본 협약(United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC)’이다. 이 협약의 내용은 온실가스로 인한 기후시스템의 위험한 변화를 방지할 수 있는 수준으로 온실가스의 농도를 안정화 시키며, 생태계가 기후변화에 자연적으로 적응하여 농업이 위협받지 않고 경제성장이 지속가능한 방법으로 유지될 수 있는 기간 내에 그 수준이 달성되도록 하려는 목적이 있다. 이러한 기후변화에 대한 혼돈을 감지하고 새로운 질서로의 진입을 우려해서 기후변화협약에 대한 추진들이 1988년 9월 유엔이 최초로 기후변화문제를 의제로 설정하여 기후변화에 대한 정부 간 기후변화 패널(Inter-Governmental Panel on Climate Change: IPCC)이 발족함으로써 본격화 되었다. 이후 1990년 스위스 제네바에서 제2차 세계기후회의가 개최되어 IPCC 1차 보고서를 토대로 기후변화방지를 위한 세계기후협약을 제정할 것을 촉구하고, 이에 1990년 12월에 열린 UN총회에서 1992년 6월 유엔환경개발회의(UNCED)시까지 기후변화협약 채택하기로 결의하였다. 이에 따라 기후변화협약 작성을 위한 정부간협상회의(INC)가 설치되어 협약문이 합의되었다. 이 협약문은 1992년 브라질 리우데자네이루에서 개최된 유엔환경개발회의에서 154개국이 서명하고, 50개국 비준 가입 후 90일이 경과한 후 발효되도록 한 규정에 따라 1994년 3월에 발효되었다. 우리나라는 1993년 12월 세계 47번째로 기후변화협약에 가입하였다[12].

1996년 12월 일본 교토에서 협약된 기후변화협약에서는 2000년 이후의 온실가스 감축목표에 관한 선진국의 의무사항을 강화하였다. 이 교토의정서는 그동안 선진국들은 경제적 비용이 막대하여 구속력있는 감축목표를 설정하지 못하다가 환경문제에 대한 국제사회의 여론 및 온실가스 배출에 대한 역사적 책임을 외면할 수 없어 전격적인 합의를 주요 골자로 하고 있다. 또한 2007년에는 인도네시아 발리에서 채택된 발리로드맵은 교토의정서에 가입하지 않았던 온실가스 다량 배출국인 미국과 배출감의무를 지지 않고 있던 중국, 인도의 참여를 끌어냈다. 2012년 교토 의정서가 만료됨에 따라 일부국가가 연장을 거부하면서, 새로운 기후변화체제, 즉 2020년까지 국가별 탄소 배출 감축목표와 계획을 공표하고 각

국이 자발적으로 참여하는 방식에 대한 협약이 논의되고 있다.

미래의 기술융합 환경에서는 개인의 역량을 바탕으로 지식을 조직구성원에게 표출(externalization)하고, 새로운 지식을 보유한 지식과 조합(combination)하여 학습을 통해 내재화(internalization)되고, 구성원 간의 소통을 통해 사회화(socialization)되는 과정을 거쳐 집단적 학습이 이루어진다[7]. 이러한 과정을 통해 기업의 구성원들에게 내재화된 지식들은 그들이 필요로 하는 시장을 선도하고 기업의 경쟁력을 제고시키는 역량으로 스며들게 된다.

하지만 아직 정의하기 어려운 개념인 융합기술에 대해서는 기업들이 무엇에 대해서, 어느 분야의 전문가를 활용할 것인지, 어떠한 교육과 훈련 프로그램을 적용할 것인지 혹은 어느 시장에서 요구하는 융합기술에 대한 교육을 실행할 것인가에 대해 아직도 논의가 진행 중이다. 그리고 이들에 대해 어떻게 평가할 것인가를 아직도 논의하고 있다.

이러한 환경 분야의 새로운 질서를 찾기 위한 노력을 복잡계적 사고로 고찰해 볼 수 있다. 이러한 거시적 문제를 해결하기 위해서는 현재의 과학기술, 정보기술, 글로벌화의 시대적 흐름은 정부와 시민사회의 역할을 새롭게 구축하고 있으며, 정부의 개입정도에 대한 도구로 협력체를 필요하게 되었다. 이러한 협력체 구축을 위한 정부 조직의 변화는 조직구조, 운영방식, 인간관계, 상호작용, 자기조직화의 설계, 자기조직화 과정에 대한 검토가 선행되어야 한다. 그간의 거버넌스에 대한 연구는 다양한 접근방식으로 인해 분석수준과 단위, 대상, 이슈, 주제 및 내용 등에 따라 글로벌 거버넌스, 디지털 거버넌스, 사이버 거버넌스, 국가중심 거버넌스, 시장 중심의 거버넌스로서 시도되어 왔다[10]. 환경규제와 같은 환경거버넌스에 대한 연구는 세계 환경문제가 국제정치적의 또 다른 형태인 글로벌 거버넌스 안에서 다루어지고 있는가에 대한 논의라고 할 수 있다. 이러한 논의 결국 인간 활동과 연관되어있는 복잡계적 사고이다.

4. 환경규제의 복잡계적 함의

4.1 환경규제의 패러다임 이해

환경규제와 그 개혁은 그동안 환경법보다는 공법적인 관리라는 차원에서 정부 개혁의 일환으로 논의가 되어왔

다. 다른 규제 부분이 규제를 완화하는 쪽으로 움직였다면 환경규제는 안전규제 등과 함께 오히려 규제를 강화하는 쪽으로 움직였다.

환경규제에 대한 폐지나 완화시켜야할 만한 사실들을 발견하기 어려웠던 반면에 잠재적 규제들이 쌓이는 양상을 보여 왔다. 이러한 상황에서 환경규제 개혁은 실제법적 개선보다는 절차법적 개선을 선호하기 이르렀다. 그럼에도 불구하고 환경규제는 명령통제를 수단으로 직접 규제에서 부담금이나 환경세 또는 배출권거래와 같은 경제적 도구들을 수단으로 하는 간접적인 규제로 전환하여야 한다는 개혁요구에 당면하게 되었다. 이러한 요소들이 내부적 혹은 외부적 혼돈의 상황에 처해있으며 그 혼돈의 가장자리에 처해있게 되었다.

20세기말부터 환경규제에 대한 이슈는 자국만의 문제가 아니라 글로벌한 문제로 대두되고 있으며, 생태계에 영향을 미치는 환경의 질적 악화와 자원이고갈과 같은 양적감소로 인해 발생하는 문제들은 우리 인류 전체가 당면하는 것으로 국가 간 협력과 상호의존성이 높아져가고 있다[13]. 결국 환경문제는 다양한 자연현상으로 인한 재해나 인간의 사회 및 경제적 활동으로 인한 환경변화가 국경을 초월하여 야기하는 부정적인 경제적, 사회적, 정치적 파급효과를 의미하게 되었다. 다양한 혼돈의 가장자리를 돌파하고 지구환경문제를 해결하기 위해 다양한 국제협약과 같은 초국가적 차원의 노력뿐만 아니라 개별국가의 다양하고 강력한 환경규제를 제정 또는 개정하여 새로운 질서를 통해 안정화를 도모하려고 노력하고 있다.

결국 환경규제에 대한 초국가적인 이슈들은 인간에 의한 자연환경에 대한 개입이 규율되어지고, 관리되는 다양한 채널을 통해 규범의 형성, 제도의 구축, 합의 실행 및 감시가 실행된다. 이는 환경과 관련된 규범, 기대 및 사회적 이해를 통해 광범위한 행위자들이 참여하게 되는 과정이다[14]. 또한 환경규제에 대한 거버넌스의 중요성이 증대되는 이유는 환경이슈 그 자체의 영역을 넘어서 경제, 개발, 무역, 국가 간의 문제 등과도 밀접하게 관련을 맺고 있기 때문이다.

지구차원의 환경문제는 국제사회의 공동의 노력이 없이는 어려운 상황이므로, 지구환경을 보호하기 위한 환경적 제도 설립의 필요성이 제시되고 있다. 이러한 상황은 환경관련 국제 협약은 200여개가 체결·발효되고 있다. 환경보호에 대한 국제적 차원의 이슈들은 1950년대

이후 환경보호를 위한 환경보호협력이 확대되었고, 특히, 1972년 스톡홀름 회의이후 지구환경문제에 대한 우려가 고조되었다. 이는 1970년대가 생태계의 한계를 인식하고 지속적인 경제성장과 인구증가로 인한 환경과피를 우려한 시기였다면, 1990년대에는 지속가능한 발전이 주된 환경담론으로 자리 잡기 시작했다. 2000년대 들어서서는 환경규제에 대한 패러다임도 인류가 살아가면서 유발시킨 환경문제에 대한 처리 개념이 아니라 사전예방 체계로 전환되기 시작하였다. 이를 위해 통합적이고 정부의 환경관련 거버넌스가 기업차원의 거버넌스로 확대 적용되기 시작했다. 이러한 환경규제의 패러다임에 대한 자기조직화현상이 창발 되었다[15].

4.2 환경규제의 복잡계적 사고

인류의 생활이 풍성해지고 산업이 고도화되면서 지구의 안전을 고민하기 시작했다. 초기에는 국지적 상호작용에 의한 거시적 구조로 시작해서 창발현상이 일어난다. 이러한 국제적 상호작용은 자국이 처해있는 혼돈의 시스템을 안정화시키기 위한 방안으로 제시되었지만 점차 자신의 안전을 위해서는 다른 외부적 요인들도 관리해야함을 알게 되었다. 또는 유사한 국지적 상호작용들이 어떤 경우에는 거시적 창발현상으로 연결되기 하고, 다른 경우에는 그렇게 되지 못하는 경우도 있음을 알 수 있다. 이러한 거시적 현상은 지난 수십 년 간의 환경규제에 대한 각국의 거버넌스 혹은 패러다임의 변화에 주목할 필요가 있다.

환경규제 패러다임의 변화는 복잡성으로 설명할 수 있는데, 인류 사회의 발전으로 인한 국지적 상호작용의 결과 나타난 거시적 창발현상의 결과로 해석할 수 있다. 다양해지는 환경문제의 요인들에 대한 대처방안으로 나타나는 문제점들을 초지구적 차원에서는 계획이 잘못되었거나, 통제가 약해졌기 때문에, 혹은 그러한 규제에 반대하는 규제 자체가 계획이나 통제가 한계가 있음을 느끼고 있어왔다. 이러한 한계를 극복하고 국지적 이익을 위한 되먹임 구조를 통해 지속적인 자기조직화를 구성해 나가려 노력하고 있다. EU 등 선진국의 경우 환경규제는 기업의 기술혁신을 촉진하여 생산성을 높이고 혁신을 유도하는데 많은 기여를 하게 된다. 기존의 혼돈의 기술 시장에서 기술의 창발을 유도하고 자기조직화의 시스템을 통해 새로운 기술 진입을 위한 공진화가 나타나고 관련기술의 자기조직화로 이어지는 시스템을 창발하게 된

다. 1997년 기후변화협약 이행을 위한 교토의정서 채택 이후 연료전지, 대체에너지, 에너지 효율 관련 기술 등 온실가스 감축 기술개발 건수 및 투자 금액이 급격히 증가함을 알 수 있다[Fig 3]. 자동차산업의 경우에도 국지적 상호작용을 강화하기 위해 기존의 화석연료의 사용에 따른 환경규제를 강화하는 등의 자기조직화를 창발해 왔다. 기업들은 이러한 새로운 질서에 편입하기 위해서 기존의 혼돈의 가장자리에 놓인 기술경쟁에서 경쟁력을 확보하고 시장진입을 위한 새로운 에너지원의 혁신을 창발시키고 관련기술기반의 자기조직화를 유도한다[16].

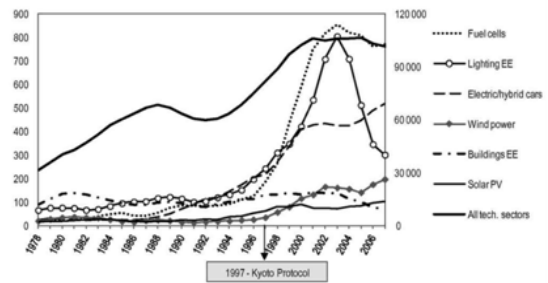


Fig. 3. A Case of Local Interaction by Environment Regulations - Patents Trend for Greenhouse gas lowering technologies

source : OECD(2011). Fostering Innovation for Green Growth, OECD Green Growth Studies, p. 33.

4.3 환경규제와 새로운 질서 창발

환경정책과 산업계의 생산성사이의 관계를 설명하는 주류 이론은 환경규제와 같은 환경정책은 생산비용의 상승을 가져올 뿐 아니라 오염방지 투자비용을 조달하기 위해 수익성있는 다른 산업에 대한 투자를 위축시킴으로써 궁극적으로 국제시장에서의 경쟁력을 저해한다는 신고전학파의 주장이었다[17,18,19,20,21]. 하지만 최근 수정주의자들의 관점에 의하면 환경규제는 국제경쟁력에 대한 규제의 영향력이 오히려 긍정적인 방향으로 작용할 수 있다고 설명한다[22,23,24]. 이는 복잡계적 개념으로 설명하면 인류의 생활에 있어서 발생하는 다양한 환경문제들이 인류에게 두려움을 주고 있는데, 즉 인류에게 혼돈의 가장자리로 몰고 가고 있다는 것이다. 이를 신고전주의학파에서는 이러한 임계점을 돌파하여 새로운 질서를 추구하는 방식으로 산업의 역제를 통한 새로운 질서의 유지를 설명하고 있다. 하지만 이를 반박하고 오히려 새로운 기술혁신을 창발하여 그 임계점을 극복하는 새로

운 질서로의 도입을 설명하고 있는 것이다. 즉, 환경규제가 가져다주는 기술의 경쟁력은 생산의 효율성, 가격차별화의 능력 및 기술혁신을 통해서 생산성우위에 있다고 규정하는 환경규제의 강화가 결국 환경규제를 준수하기 위한 비용을 상쇄할 수 있는 기술혁신을 유도하고 생산성 우위를 확보하여 기업의 경쟁력을 강화한다고 설명하고 있다. 이는 복잡계적인 관점에서 보면 안정화된 경제 시스템에서 환경문제에 대한 이슈가 등장하면서 혼돈기가 발생하고 이러한 혼돈의 임계점에서 어떠한 질서를 창발하는나가 기업 혹은 국가의 경쟁력을 강화한다는 것이다. EU의 경우 환경과 관련하여 전기·전자, 자동차, 디자인, 화학 등 다양한 분야에서 다양한 형태의 규제가 있고 그 중에서 특히 전기·전자제품 유해물질 제한지침, 신화학물질관리지침제도, 폐전기전자제품처리지침, 예코디자인지침, 폐자동차처리지침 등이 경쟁력을 기반으로 한 자국의 혹은 자사의 경쟁력을 강화하기 위한 임계점에서의 새로운 질서로 제시하고 있다. 특히 화학분야에서는 EU의 환경규제는 산업전반에 영향을 미치는 1976년에 발효된 유해화학물질 유통 및 사용제한 지침으로 PVB, PCT, 벤젠, 석면, 수은함유물, 비소화합물, 카드뮴 등 특정 유해화학물질 및 제조품의 시장유통 제한 및 사용용도를 제한하는 제품 생산, 판매 및 사용과 제3국으로의 수출 제한하는 산업계 전반에 영향을 미치는 2000년에 발효된 오존층 파괴물질을 포함하고 있다. 이처럼 EU는 자국의 환경문제를 해결하면서 기존의 한계에 부딪히게 된 기술과 혼돈의 가장자리에 있는 환경유해물질에 대한 임계점을 인식하고 새로운 질서를 창발하기 위한 노력으로 이러한 규제를 제시하고 있는 것이다.

이러한 EU의 화학분야의 환경유해물질에 대한 규제(EU REACH; Registration, Evaluation, Authorization and restriction of CHEMicals)[25]를 이행하면서 중국, 일본, 미국 등의 화학물질관리제도까지 변화시켜 새로운 질서로의 창발을 자극하고 있다.

이처럼 환경규제는 늘어날 전망이다. 이를 극복하고 새로운 질서를 먼저 창발시키는 국가 혹은 기업에서 경쟁력을 주도하게 될 것이다.

5. 결론 및 연구한계

5.1 결론 및 시사점

본 연구는 최근 초지구적으로 관심이 대두되고 있는 환경문제 해결을 위한 방법으로 각 국가 혹은 NGO 단체 등에서 제안하고 있는 환경규제에 대한 이슈를 복잡계적인 사고로 접근해보았다.

인류의 문명과 더불어 산업의 발전이 필수불가결한 이벤트로 진행되어 오면서 많은 문제들을 야기하기 시작하고 그것이 결국 인간에게 피드백되고 있는 상황이다. 이러한 문제를 해결하고 새로운 대안을 제시하기 위한 규제의 출현은 당연한 것일지 모르겠다. 각국은 이러한 상황 속에서 경쟁력을 확보하고 지배권을 통한 시장지배력을 강화시키려는 방안을 모색해왔다. 이러한 방안으로 자국의 시장을 보호하고 혹은 기술을 강화하려는 목적으로 환경규제에 대한 다양한 제안들을 도출시키고 있다.

이러한 환경규제는 인류의 문명과 더불어 풍요로워지고 발전하는 사회에서 강력한 힘을 나타내는 무기로 전이되었다.

복잡계는 매우 커다란 변이가능성 때문에 처음 조건 의 차이로 완전히 다른 결과를 얻을 수 있기 때문에 환경 등 상황의 변화에 따른 적응에 유연성을 보일 수 있다. 따라서 복잡계는 본질적으로 상황의 변화에 대처하는 데에도 중요한 역할을 한다. 복잡성이 내포하고 있는 수많은 새로운 가능성과 외부환경과의 상호작용으로 또 다른 가능성을 끊임없이 추구해 나간다는 점이 정체하지 않고 최적의 방향으로 나갈 수 있는 원동력이 된다는 것이다.

복잡계는 안정화된 시기가 지나고 혼돈의 시기에 도달하면 새로운 질서를 창발하기 위한 임계점에 도달하게 된다. 이러한 새로운 질서에 진입하기 위한 임계점에서의 전략이 중요하게 된다. 임계점에서 어떤 방향으로 들어가는냐에 따라 새로운 질서가 창발되고 새로운 시스템이 만들어 지기 때문이다. 환경규제 분야에서도 이와 같은 복잡계의 논리가 적용된다.

이러한 환경규제는 혼돈의 가장자리에서 임계점으로 작용하여 기업의 성패를 좌우할 수도 혹은 국가 및 국가간 미래를 바꾸어놓을 수 있다. 환경규제는 최근 들어 환경보호와 경제개발과 같은 두 마리의 토끼를 잡기위한 강력한 질서의 원천으로 대두되고 있다. 특히 최근 선진국을 포함한 여러 국가들이 자국의 수출을 증대하기 위해 FTA를 체결하려고 노력하고 있는 반면, 선진국에서는 자국의 내수시장을 보호하기 위해 강력한 환경규제를 제·개정하여 무역장벽의 수단으로 이용하고 있다.

이처럼 환경규제라는 끌개는 불확실성의 세계에서 최적의 기술로 계속 진화를 창발시키고 있다. 다시 말해, 지구를 살리고 보존하기 위한 환경문제를 극복하기 위한 최적의 기술은 오직 사후적인 경쟁을 통해서만이 선택이 되며, 선택된 기술은 그 자체로 고정되는 것이 아니라 계속적인 진화, 발전의 단계를 거치게 된다는 것이다. 시장에서 활용 가능한 기술의 종류는 매우 다양하며 시장을 통한 선별 메커니즘과 돌연변이로 인한 시간이 지나면서 어떤 기술이 살아남아 변화를 촉발시키느냐에 달려있다. 이러한 기술이 새로운 시장에서의 성공적인 자기조직화를 구축하기 위해서는 임계점에 놓인 혼돈의 가장자리를 잘 이해하는 판단력이 중요하다. 결국 이러한 기술의 지속가능한 변화는 기술혁신을 창발시키게 되고 이러한 기술이 새로운 시장에서의 자기조직화를 위한 모티브가 된다. 결국 시장에서 선택된 기술은 또 다른 혼돈의 가장자리에 도달하기까지 본래의 상태에 머무르지 않고 피드백 효과에 의해 지속적인 변화를 추구하게 된다. 기술 혁신을 유발시킬 수 있는 소재 및 노동력 등 투입요소의 가격 변화, 해당 혁신의 점진적 기술개발, 보완기술과 경쟁 기술의 출현, 그리고 기존 기술 및 제도와의 조정과정에서 해당기술의 본래적 성격이 끊임없이 변화하는 과정을 거치게 되는 것임을 인지해야 한다. 이러한 사례로 자동차 산업에서도 환경규제의 임계점에서 새로운 기술의 도전을 인식하고 이를 받아들이고 새로운 질서로의 진입을 위해 다양한 기술을 개발하고 자국 및 기업의 경쟁력을 강화하고 무역에서의 선점을 확보하기 위해 다양한 형태의 규제를 제시하여 새로운 시장을 창출하게 된다. 이렇게 형성된 새로운 시장에서의 창발에 동참하기 위해서는 자동차의 기계적인 부분뿐만 아니라 에너지원에 대한 기술 그리고 에너지원의 연소에 의해 배출되는 환경오염물질의 규제 등과 같은 다양한 분야에서 복합적으로 기술의 혁신을 창발시키게 된다. 이러한 복잡성의 증대는 특정한 패턴을 형성하고 이를 반복하는 특정한 규범을 형성하지만 그것을 정확히 예측하기란 어렵다.

복잡계적 사고는 사회의 규제와 이에 따른 기술의 진화는 우발적인 사건이 아니라 그들 사건들이 만들어내는 차이를 인식하고 그 차이가 특정한 조건과 만났을 때 어떠한 결과를 발생시킬 수 있는지에 대한 가능성을 보여 준다. 이는 우발적 사건에 대한 의미를 무시했던 기존의 사고에서 혼돈의 가장자리와 같은 특정한 계기를 통해 다양한 사회적·경제적 이슈를 창발시키게 된다는 것을

주목하게 한다.

이러한 이슈들은 인류가 생활하고 있는 사회에서 발생하는 속도가 빠르고 진행되고 있으나 정교하게 예측하고 설계하는 것이 한계를 나타내고 있기 때문에 현실에서는 환경규제에 대한 예측 시스템을 구축하고 이를 활용할 수 있다는 체계가 필요하다. 특히 수출 위주의 정책을 수립하는 우리나라는 선진국 대열에 진입하기 위해 많은 노력을 하고 있으나 각국의 다양한 환경규제와 같은 사회 규제에 의해 지연되고 있는 것이 현실이다. 따라서 이러한 불확실성에 대한 기본적인 거시적인 질서를 제공할 수 있는 일환으로 환경규제에 대한 기본적인 거시적인 질서를 제공할 수 있는 예측 시스템 구축 (Environmental Regulations Tracking and Prediction System)이 필요한 시기이다. 이를 위해서는 국제적인 환경규제협약뿐만 아니라 각국의 다양한 환경규제 및 기술 규제와 환경을 파괴하는 다양한 인자들을 DB화가 필요하다. 만약 이러한 시스템이 구축된다면 우리나라에 현실에 적합한 환경규제를 제·개정할 수 있는 중요한 자료를 산출할 수 있어 자국의 산업을 보호하며 환경규제에 선제적으로 대응할 수 있는 기술을 발굴할 수 있는 기반을 마련할 것이라 사료된다.

5.2 연구의 한계점

본 연구는 산업혁명이후 초지구적 이슈로 등장하고 있는 환경규제에 대한 복잡계적인 사고로 접근한 내용이다. 산업혁명이 발생하고 시장경계가 도입되면서 효율적인 자원분배를 달성하고 있지는 않다. 이러한 시장 메커니즘 환경 속에서 기업의 생산과 소비활동으로 인한 비용의 발생으로 자원분배가 달라진다. 이러한 자원의 불균형적 배분으로 인해 발생하는 사회적 혹은 개인적 비용의 발생을 최소화하고자 다양한 방법을 제시하고 실천하게 된다. 이러한 측면에서 대표적인 것이 환경규제에 대한 내용이다. 환경관련 이슈를 오염 유발자와 그로 인해 발생하는 오염 피해자들의 상호작용들로 창발된 것이 환경규제인 것이다. 우발사건인 이슈를 특정한 조건과의 상호으로 반복적 상황을 야기하고 이를 통해 새로운 질서를 창출한다고 바라본 관점이다.

하지만 환경규제에 대한 이해를 복잡계적으로 접근을 해석하기에는 다소 무리가 있을 수 있다. 본 연구에서 제시한 내용은 거시적인 현상에 대한 해석론적 접근으로 다양한 산업분야에 대한 이해와 이에 수반되는 환경관련

규제들의 법률적, 경제적 사회문화적 접근으로 다양하게 해석을 종합하여 제시하여야 하는데 그렇지 못한 점이 있다.

추후 연구에서는 환경규제에 대한 거시적인 이슈를 포함하여 기술혁신의 사회학, 법률적 해석 등 다양한 과학적 내용을 포함한 새로운 질서를 이해하여 시도하려 한다. 또한 이러한 환경규제에 대한 과학적 정확성을 통한 실증 과학적 연구가 필요할 것으로 사료된다.

References

- [1] OECD, The environmental effect of trade. OECD, Paris. 1994.
- [2] Youn-Guoy Moon, Seung-Hyun Seo, A Study on the Construction of Governance in Complex Systems, *Korean Association for Public Management*, 23(3), 121-144. 2009.
- [3] Ki-Hyung Kim, A Study on the Usefulness and Applicability of Complexity Theory in Policy Studies. *KOREAN JOURNAL OF PUBLIC ADMINISTRATION*. 47(2). 281-312. 2009.
- [4] Arthur, W. B. "Complexity and Economy", *Science* Vol. 284, pp. 107-109, 1999.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1126/science.284.5411.107>
- [5] Simon, H. A. "Near Decomposability and Complexity : How a Mind Resides in a Brain", *The Mind, the Brain, and Complexity Adoptive system*, Morowitz, H. J. and Singer, J. L. ed., Reading, MA : Addison-Wesley, 1995.
- [6] Min-Jung Lim, Moon-Hee Park, A Study on Fashion Design at Chaos Theory Characteristic, *Journal of Digital Design*, 12(2), pp. 439-448. 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17280/jdd.2012.12.2.041>
- [7] Byung-won Min, Domestic politics which solved by complex system, Seoul, SERI. 2006.
- [8] Young-Soo Yun, Seung-Byung Chae, An Introduction to complex system, Seoul, SERI. 2005.
- [9] Young-Duck Jung et al., Rational Choice and Neosystemism, Seoul, DaeYoung Press. 1999.
- [10] Seok-Jun Kim, New Governance and Cybber Governance Reasech, Seoul, DaeYoung Press. 2001.
- [11] Chang-Koo Kang, A Study on the Effect and Political Implication on the International Environmental Agreements, Collected Papers in SangJiYoungseo University, Vol. 25. pp. 95-141. 2005.
- [12] The Ministry of Environment, Climate Change Agreement Response system Research. 2002.
- [13] Shin-wha Lee et al., Global Environment Governance theory and Practice, 2007.
- [14] David L. Levy and Peter J. Newell, "Introduction: The Business of Global Environmental Governance"; in David L. Levy and Peter J. Nwell(eds.) *The Business of Global Environmental Governance* (Cambridge, MA, the MIT Press, 2004), pp. 2-3.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s12016-004-0001-5>
- [15] Guidebook for Environmental introduce National Standard refurbishing project for the Cleanness Production Groundwork, Korea Association of Standard. 2010.
- [16] OECD. Fostering Innovation for Green Growth, OECD Green Growth Studies, p. 33. 2011.
- [17] Rothwell, Roy. Industrial Innovation and Government Environmental Regulation: Some lessons from the Past. *Technovation*, 12(7): 447-458. 1992.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0166-4972\(92\)90055-M](http://dx.doi.org/10.1016/0166-4972(92)90055-M)
- [18] Jaffe, Adam B., Steven R. Peterson, Paul R. Portney and Robert N. Stavins. Environmental Regulation and the Competitiveness of U.S. Manufacturing: What does the evidence tell us? *Journal of Economic Literature*, 33(1): 132-163. 1995.
- [19] Palmer, Karen, Wallace E. Oates and Paul R. Portney. Tightening Environmental Standards: The benefit cost or no-cost paradigm. *Journal of Economic Perspectives*, 9: 119-132. 1995.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1257/jep.9.4.119>
- [20] Joo-Hyun Cho, Focusing on Korean Manufacturing Industries: Environmental Regulation Implementation and Innovation, *Economic Research*, 52(4), pp. 279-313. 2003.
- [21] Man-Ok Kang, A Panel Data Analysis of the Effects of Environmental Regulation on Competitiveness of the Korean Manufacturing Sector, *Environment Politics*, 14(1), pp. 169-193, 2006.
- [22] Lanoie, Paul, Michel Patry, and Richard Lajeunesse. Environmental Regulation and Productivity: Testing the Porter Hypothesis. *Journal of Productivity Analysis*, 30: 121-128. 2008.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11123-008-0108-4>
- [23] Porter, Michael E. and Claas van der Linde. Green and Competitive: Ending the Stalemate. *Harvard Business Review*: 120-134, 1995.
- [24] Vries, Frans P. de and Cees Withagen. Innovation and Environmental Stringency: The Case of Sulfur Dioxide Abatement. *Center Discussion Paper* No. 2005-18. 2005.
- [25] Il-jae Yoo, A Study on Countermeasures and application plan of EU Chemical material management(REACH) at Industry Safety Health Law. Occupational Safety and Health Research Institute. 2011.

서 용 모(Yong-Mo Seo)

[정회원]



- 2009년 12월 : 충남대학교 경영학과 대학원 박사과정 수료
- 2010년 10월 ~ 현재 : 충남대학교 경영학과 초빙교수

<관심분야>

신제품 마케팅, 소비자행동, 기술혁신, 도시마케팅, 복잡계 시스템

김 성 훈(Sung-Hoon Kim)

[정회원]



- 2002년 2월 : 수원대학교 환경공학과 대학원 (공학석사)
- 2009년 1월 ~ 현재 : 한국생산기술연구원 국제환경규제 기업지원센터 연구원

<관심분야>

국제환경규제, 국가별 화학물질관리 정책, 화평법·화관법, 녹색화학

이 한 응(Hanwoog Lee)

[정회원]



- 2004년 2월 : 고려대학교 생명공학원 (이학박사)
- 2009년 2월 ~ 현재 : 한국생산기술연구원 국제환경규제 기업지원센터 센터장

<관심분야>

환경규제, 국제환경협약, 청정생산 기술정책, 국제표준(환경경영), 녹색화학

배 하 나(Hana Bae)

[정회원]



- 2009년 2월 : 이화여대 국제대학원 (국제학석사)
- 2011년 12월 ~ 현재 : 한국생산기술연구원 국제환경규제 기업지원센터 연구원

<관심분야>

국제환경규제, 국제환경협약, 기술정책, 기업지원정책