



저작자표시-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

저탄소 경제 발전의
필요성과 개선방안

— 중국 동북삼성 (東北三省) 을 중심으로 —

조 영

제주대학교 대학원

행정학과

2024년 2월

저탄소 경제 발전의 필요성과 개선방안

- 중국 동북삼성 (東北三省) 을 중심으로 -
이 논문을 행정학 석사학위 논문으로 제출함

조 영

제주대학교 대학원
행정학과

지도교수 강 영 훈

조영의 행정학 석사학위 논문을 인준함

2024년 2월

심사위원장 _____ 김주경 (인)
위 원 _____ 고기봉 (인)
위 원 _____ 강영훈 (인)

목 차

제1장 서론

제1절 연구의 배경과 목적	3
제2절 연구의 방법 및 연구 내용의 구성	5
제3절 연구 흐름도	6
제4절 저탄소 경제발전 필요성 관련 선행 연구	7
제5절 중국 동북 3성 저탄소 경제 관련 선행 연구	8

제2장 저탄소 경제 발전 관련 이론적 고찰

제1절 저탄소 경제 발전의 개념	22
제2절 동북 3성의 저탄소 경제 발전의 필요성	23
제3절 한국 저탄소 경제	28

제3장 동북 3성의 환경 실태 분석 및 사회 영향

제1절 동북 3성의 경제 발전의 규모와 특성	28
제2절 동북 3성의 생활 현황 조사	30

제4장 동북3성 탄소배출량 분석

제1절 랴오닝성 1인당 탄소배출량 분석	34
제2절 흑룡강성 1인당 탄소배출량 분석	36
제3절 길림성 1인당 탄소배출량 분석	38

제5장 중국 동북 3성 탄소배출 최적화 방향 및 정책제언	
제1절 에너지 구조 최적화 및 대체·재생에너지 개발 본격화	42
제2절 산업구조 조정 및 저탄소산업 육성	42
제3절 산림 탄소 흡수원의 잠재력을 최대한 발휘하고 저탄소 관광 지역 조성	43
제4절 지역 조정 강화 및 지역 저탄소 경제 개발 전략 수립	44
제5절 저탄소 개념을 사용하여 저탄소 경제 시범 구역 계획	44
제6장 결론	46
참고문헌	49

초록

오늘날 기후변화로 인한 일련의 부정적인 영향은 인류의 생존과 발전에 새로운 도전을 가져왔으며 국제법 체계에도 새로운 도전을 가져왔다. 지구 온난화는 홍수, 가뭄 등 자연재해의 빈도를 증가시켰고, 빙하가 녹고 바닷물의 열팽창을 일으켜 해수면이 지속적으로 상승했다. 일부 연안국 또는 지역, 일부 군소 도서국, 영토의 일부 또는 전부가 수몰되었거나 수몰될 예정이며, 그들이 살고 있는 생태환경이 심각하게 훼손되어 더 이상 인간이 거주하기에 적합하지 않아 생존을 위해 강제로 국경을 넘어 이주해야 하며 성행위와 잠재적 영향도 점점 더 많은 관심과 주목을 받고 있다. 이러한 이유로 저탄소 경제의 발전은 환경 문제를 완화하기 위한 유일한 선택이 되었다. 효과적인 다양한 조치 또는 시스템 채택, 저탄소 경제 발전 보장 등 이러한 법률 문서 및 법률 관행 전반에 걸쳐 공통적인 특징은 법률 시스템의 구축 및 개선 과정에서 저탄소 시장 메커니즘과 정부 거시적 통제의 긴밀한 협력이다.

기후 변화 문제는 국제 사회에서 커지고 있다. 전 세계적으로 지구 온난화를 효과적으로 줄이기 위해 각 나라들은 <유엔기후변화협약>을 체결하였고, 2005년 2월 <교토의정서>가 정식으로 발효되었다.

저탄소 경제는 온실가스를 대기로 배출하는 경제시스템이 적거나 아예 없거나 탄소발자국이 0에 가깝거나 같다는 의미다. 저탄소 경제는 대기 중의 온실가스 함량을 적정 수준으로 안정시키고, 급격한 기후 변화를 피하며, 악천후가 사람에게 해를 끼칠 수 있는 기회를 줄인다. 반면 과도한 온실가스농도는 재앙적인 지구 기후 변화를 일으킬 수 있으며, 인류의 미래에 부정적인 영향을 미칠 수 있다.

저탄소 경제는 특수한 개념 경계와 전형적인 특징을 가진다. 세계의 일부 국가는 저탄소 경제 발전에 많은 경험과 깨달음을 가지고 있으며, 특히 한국, 미국, 일본, 영국과 같은 선진국과 인도, 브라질과 같은 개발도상국이 있다.

본 논문은 저탄소 경제 발전의 필요성, 중국의 저탄소 규제, 다른 국가의 저탄소 규제 현황과 개선방안을 관련 연구의 세 가지 구성 요소로 삼았다.

따라서, 이번 연구에서는 중국 동북 3성 지역의 경제와 에너지 현황을 분석하고, 정부가 추진하는 청정에너지 및 신에너지 보급 확대 방안과 온실가스 배출 및 환경오염 문제 해결을 위한 정책 등을 조사하여 그 결과를 제시하였다.

이번 연구에서는 중국 동북 3성 지역의 경제와 에너지 현황을 조사하고, 정부가 추진하는 청정에너지 및 신에너지 보급 확대 방안과 온실가스 배출 및 환경오염 문제 해결을 위한 정책 등을 분석할 것이다. 동북 3성은 중공업, 에너지, 농업 비중이 높은 지역으로, 가계소득 수준과 경제성장률이 낮다.

본 고를 통해 우리는 저탄소 경제의 이로움을 올바르게 이해하는 방법을 논의하고, 여러 나라의 저탄소 정책을 분석하며, 동북3성의 경제성장과 지속가능한 발전을 위한 정책 권고안을 제시할 것이다.

주제어: 저탄소 경제, 중국 동북 3성, 에너지 현황, 청정에너지 및 신에너지

제1장 서론

제1절 연구 배경 및 목적

산업혁명 이후 세계 경제의 발전은 새로운 시기에 접어들었고 경제적 이익의 추동은 점차 인간의 눈을 흐리게 했다. 천연자원의 부당한 개발과 이용, 삼림 벌채, 재생 불가능한 각종 자원의 무분별한 사용, 각종 폐가스의 무분별한 배출 등 인류의 행위들로 인해 인류 공동의 고향인 지구가 유례없는 파괴에 직면해 있다. 특히 온실가스의 배출량은 해마다 증가하여 지구 온난화로 이어지고 있으며, 기후변화 문제는 점차 사람들의 관심을 불러일으키고 있다.

이에 중국 역시 기후변화에 대응하는 대외적 흐름에 발맞추어 가능한 모든 측면을 고려하여 자국의 이익을 극대화할 수 있는 정책을 개발하여야 할 것이다. 파리협정을 통해 형성된 기후변화협약(UNFCCC) 체제 하에서 국제기후 환경협정과 WTO 규범과 조화를 이룰 수 있는 저탄소경제 발전 전략을 수립하고 저탄소경제로 새롭게 재편될 세계 정치 및 경제 무대에서 중국의 이익을 위한 발언권과 위상 확보를 위해 철저히 대비할 필요가 있다¹⁾.

그림 <1-1>

대기분야	에너지기원 월경성 대기오염, 황사, 산성비
해양분야	해수면 상승 및 해양생태계(온도) 변화와 어류 고갈 육상, 선박 및 해상 기원 폐수 유입, 폐기물 투기, 부영양화
생태분야	어류 고갈 및 수생태계 문제 삼림파괴 대응을 위한 삼림 보호
자원분야	에너지 효율성 제고 및 대체 에너지 개발 문제 수자원 부족 및 토지 황폐화, 식량 감소 문제
기타분야	사막화, 산림파괴

1) 중국 저탄소경제 구현을 위한 주요쟁점 및 WTO규범과의 조화 방안-위, 로 부산 : 부산대학교 대학원, 2021-학위논문(박사)-- 부산대학교 대학원 : 무역학과 2021. 8 -p2

그림 참조: 추장민 외, 『동북아 환경협력체계 효율화 방안 연구』 (서울:한국환경정책·평가연구원,2005),p.207

20세기 후반기부터 현재까지 북반구의 평균기온은 과거 1,300여년 이래 가장 높은 수치를 기록했다. 또한 과거 100년 이래 세계 평균기온은 0.75℃ 상승하였으며, 해수면은 평균 17cm 상승하였는데 이러한 추세가 지속된다면 21세기 말에 이르러 전 세계 평균기온은 4℃ 상승할 것이며, 해수면은 평균 60cm 상승할 것이다. 이렇게 된다면 생태자원, 농업, 수자원, 그리고 연해지역은 모두 심각한 위협에 놓이게 된다. 때문에 생활 중에서 이산화탄소와 같은 온실가스의 탄생이나 배출의 강도를 낮추어야 하며, ‘탄소’생산을 줄여 이를 세계 발전의 핵심이자 방향으로 지정하는 것은 인류가 생태문명시대로 나아감에 있어서의 적극적인 탐색이라 할 수 있다²⁾.

“고에너지 소비, 고배출, 고공해”를 특징으로 하는 “고탄소” 생산 및 생활 패턴을 변화시키기 위해서는 “저에너지 소비”를 특징으로 하는 “저탄소” 생산 및 생활 패턴을 개발할 필요가 있다. “저배출, 저공해”, 그것이 바로 “저탄소 경제” 발전 모델이다. 저탄소 경제는 2003년 영국이 발간한 에너지 백서 “우리의 에너지 미래-저탄소 경제 창출”에서 처음 제안되었다. 그러나 저탄소 경제의 발전은 저탄소 경제의 실현이 보장되었을 때 가능하며, 이에 저탄소 경제를 보장하기 위해서는 일련의 효과적인 조치 또는 제도가 정착되어야 한다. 이에 저탄소 경제 발전의 법적 규제는 목표를 달성하는 가장 좋은 방법이므로 세계 모든 국가는 저탄소 경제 발전을 보장하기 위해 관련 법률과 규정을 제정했다. 이상기후 변화와 심각한 환경파괴에 대처하기 위한 저탄소 기술개발 노력은 저탄소 경제 발전에 필요한 요소이며, 우리나라가 현실에 맞추어 선택한 하나의 대안이다. 본 연구는 저탄소 경제 발전을 위해 실행할 수 있는 몇 가지 제안을 제시하기 위해 여러 국가의 관련 법률 및 정책에서 저탄소 경제 발전을 논의하고자 한다.

본 연구는 중국의 동북 3성(랴오닝성, 지린성, 헤이룽장성)의 현재 경제 및 에너지 상황을 분석하고 지속 가능한 경제 발전을 위한 정책적 과제를 파악하는

2) 김태현, “글로벌 환경-무역규제와 환경산업”, 석사학위 청구논문, 인천대학교 대학원, 2010, p.62-65.

것을 목적으로 한다. 이를 위해 다음과 같은 세 가지 하위목적을 가진다.

첫째, 중국 북동부의 경제 및 에너지 조건을 이해한다. 이를 위해 이전의 탄소 배출 동향과 3개의 북동부의 관련 규정이 분석한다.

둘째, 중국 및 국제 국가의 저탄소 규정 및 법률 시스템의 비교를 통해 저탄소 개발의 유사성과 차이를 이해한다. 이를 위해 중국 및 국제 국가와 관련된 환경 보호와 관련된 법률 및 규정의 문헌 조사 비교를 분석한다.

셋째, 북동부 3개 지방의 세 지방에 대한 최적화 방향 및 최적화 정책 제안을 제안한다.

제2절 연구의 방법 및 연구 내용의 구성

탄소는 지구상의 모든 생명에 필수적인 요소이다. 이산화탄소는 온실가스의 주성분이며 인간과 각종 생물의 신진대사와 식물의 광합성은 이산화탄소와 불가분의 관계에 있다. 지구적 기후변화에 대응하여 관련 연구자들은 총탄소배출량, 1인당 탄소배출량, 탄소배출강도 등 탄소배출량을 측정하기 위한 많은 지표를 제시하였다. 탄소배출량은 지역, 집단, 이산화탄소와 온실가스 배출, 재생 가능한 탄소 배출과 재생 불가능한 탄소 배출로 분류되는 탄소원을 의미한다.

본 논문의 연구방법은 주로 문헌조사와 설문조사를 활용하였다. 저탄소 규제와 관련된 국내외 학술저서, 연구보고, 저널 논문, 관련 법규, 신문과 정부의 관련 기관 출판물 등의 문헌을 검색하여 정리분석하고 이를 본 논문의 기초와 근거로 삼고 있다.

본 논문의 연구방법은 주로 문헌조사와 설문조사를 활용하였다.

본 논문은 주로 저탄소 경제 발전의 필요성과 개선방안 및 사회적 영향에 관한 연구이며, 연구대상은 중국 동북 삼성 이다.

제1장 서론에서는 중국 동북 삼성의 저탄소 경제 발전 역사 배경과 연구목적을 설명한다. 논문의 연구 방법과 연구범위를 설명하고 논문 전체에 관한 내용을 연구 체계로 정리한다.

제2장 이론적 배경에서는 문헌 법을 통해 중국 동북 3성의 저탄소 경제 발전의 원인을 분석한다. 또한, 탄소배출의 체류 원인을 정리한다. 중국 동북 3성의 저탄소에 관한 선행연구를 설명한다.

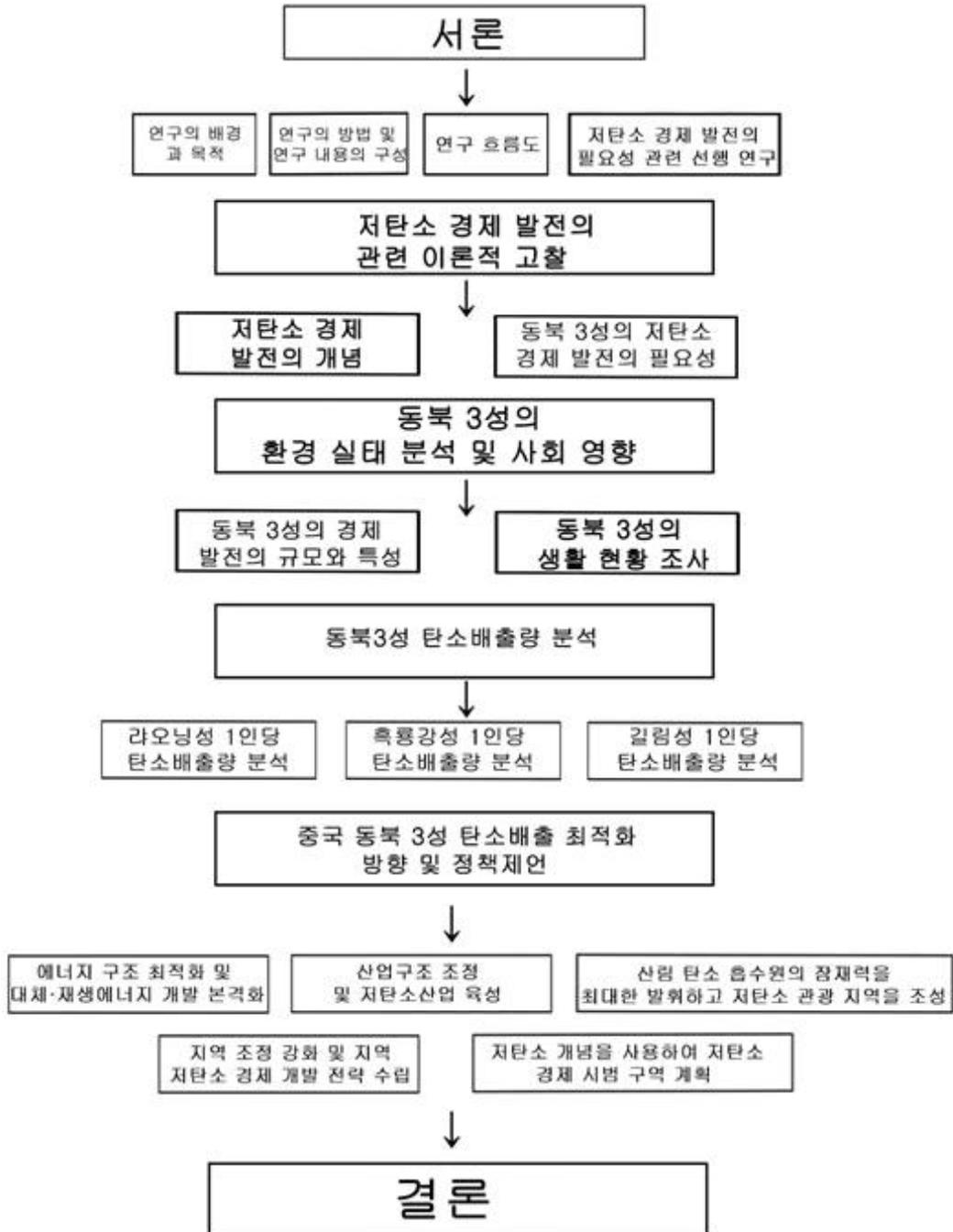
제3장 동북 3성의 환경 실태 분석 및 사회 영향에서는 문서, 인터넷 및 관련 부서 등 자원을 이용하여 저탄소 변의 미치는 영향을 종합적 분석한다.

제4장 동북 3성 탄소배출량 분석에서는 우선 저탄소 정책의 실시 상황과 문제점을 상세히 분석한다. 그리고 개선방안을 제시한다.

마지막으로 논문의 정리와 마무리, 향후 중국 동북 3성저탄소 경제 발전 규모 및 특징을 분석한다. 또한, 저탄소 경제 발전의 필요성 정책의 전망과 함의를 제시한다..

본 연구의 주요 내용과 그에 따른 연구 진행 흐름도는 <그림 1-2>와 같다.

제3절 그림 <1-2> 연구의 흐름도



제4절 저탄소 경제 발전의 필요성 관련 선행연구

중국 동북 삼성저탄소 경제 발전의 필요성

최근 몇 년 동안 지구 온난화는 지구의 생태 환경에 큰 피해를 주어 인류의 생활환경을 위협하고 있다. 이러한 잠재적인 에너지 위기는 인류 사회의 발전을 저해하고 환경 파괴는 돌이킬 수 없는 생태 재앙을 초래할 것이다. 모든 것은 인류의 과거 발전 방식의 부적절함, 발전 방식 변경의 시급함, 인류의 지속 가능한 발전에 대한 위협을 보여준다. 동북 3성의 에너지 구조를 살펴보면, 비재생 에너지의 비율이 매우 높음을 확인할 수 있다. 동북 3성의 저탄소 기술은 상대적으로 후진적이며 여전히 소비량이 많고 배출량이 많은 생산 방식을 채택하고 있으며 배출되는 많은 양의 온실 가스 및 기타 오염 물질이 지속적으로 환경을 파괴하며 심각한 대기 오염을 자주 발생시킨다.

저탄소 경제의 궁극적인 목표는 대기오염과 지구 온난화 문제를 해결하고 지구의 생태환경을 유지하는 것이기에, 이를 달성하기 위해서는 저탄소 경제이론의 발전뿐만 아니라 긴 과정이 필요하다. 기술뿐만 아니라 법적 후속 조치를 통해 저탄소 경제의 발전을 보장하고 촉진해야 한다.

현재 저탄소 경제 입법을 통해 저탄소 경제의 발전을 보장하기 위한 법률 및 규정의 제정은 세계적으로 인정받고 있다. 전 세계적으로 영국, 일본, 미국, 독일 등 많은 국가에서 저탄소 경제의 건전한 발전을 보장하기 위해 저탄소 경제에 관한 특별법과 규정을 제정했으며, 이러한 특별법과 규정은 이들 국가의 저탄소 경제에 매우 중요하며 개발은 실제로 놀라운 성과를 거두었다.

최근 몇 년 동안 중국은 "중화인민공화국 재생에너지법", "중화인민공화국 청정생산촉진법", "저탄소 중화인민공화국 경제촉진법"의 초안을 통과시켰다. 이는 중국이 저탄소 경제 기본법의 입법 작업을 시작했음을 의미한다.

생태 환경의 안전은 모든 사람의 삶의 질에 큰 영향을 미칠 것이므로 우리는 환경에 대한 책임을 지고, 비재생 에너지 사용을 줄이고, 에너지 위기를 완화하고, 온실 가스 및 기타 오염 물질의 배출을 줄여야 한다. 가능한 한 환경오염과 피해를 줄이는 것이 중요하다.

저탄소 개발은 현대 경제 발전을 위한 불가피한 선택이자 유일한 선택이다. 법

치가 지속적으로 발전함에 따라 범치는 중국 사회 발전의 주류 추세가 되었으며 저탄소 발전을 달성하기 위해서는 저탄소에 대한 충분한 이해와 강력한 지원이 필요하다.

제5절 중국 동북삼성 저탄소 경제 관련 선행 연구

1. 길림성

경제 규모의 성장과 함께 기존 에너지의 사용은 심각한 환경 위험을 초래했으며 저탄소 경제의 발전은 세계 경제 발전의 최우선 과제가 되었다. 길림성은 발전의 기회를 포착하고, 길림성 에너지 산업의 구조 조정을 적극적으로 추진하며, 전통적인 광범위한 경제 성장 모델을 저탄소 경제로 대체하고, 에너지 효율이 높은 저탄소 혁명을 추진한다. 배출을 핵심으로 하며 개발 프로젝트는 길림성 중점 전략기획에 포함된다. 길림성 산업구조와 실태에 근거하여 길림성 고탄소 산업의 경제비중을 낮추고, 저탄소기술을 전면적으로 발전시키며, 청정에너지를 미래발전방향으로 삼고 발전을 증대한다. 원자력, 풍력, 태양에너지, 바이오매스 에너지 등 석탄, 석유 등 화석에너지를 대체할 청정에너지로 이산화탄소 배출을 줄이는 등 에너지산업의 구조조정을 추진한다. 동시에 효율적인 기술 집약적 저탄소 산업을 발전시킨다³⁾.

농촌 진흥 전략은 2017년 중국공산당 제19차 전국대표대회 보고에서 처음 제안되었으며, 농촌 관광은 농촌 진흥 전략을 실현하는 중요한 방법 중 하나가 되었다.

2018년 1호 중앙 문서는 "레저 농업 및 농촌 관광 품질 프로젝트 구현"의 요구사항을 명확하게 제시했다⁴⁾.

2019년 1호 중앙 문서는 농촌 관광을 여러 번 언급했다⁵⁾.

2020년 1호 중앙문건은 문화관광산업 발전을 위해 역사문화마을(마을), 민족촌

3) Zhou Zixun. 저탄소 경제의 발전은 시급히 "중국 표준"이 필요합니다[J]. 표준 생활, 2010, (01).

4) 중화인민공화국 중앙인민정부 국무원은 "관광산업 발전을 위한 13차 5개년 계획"[EB/OL]을 발표

5) 중화인민공화국 중앙인민정부, 2018년 제1호 중앙 문서, 농촌 진흥 전략의 전면적 전개와 실시를 발표.

및 기타 농업역사유적을 보호하고 토지이용 문제를 해결해야 한다고 지적했다⁶⁾.

2021년 전국인민대표대회 상무위원회는 농촌 진흥 전략의 실행을 강조했다⁷⁾.

2022년 국무원은 농촌 진흥의 핵심 과제를 종합적으로 추진할 것을 제안했다⁸⁾.

이처럼 국가의 끊임없는 관심으로 길림성 각지의 농촌관광은 국가의 부름에 적극 응하고 시대의 흐름에 발맞춰 농촌관광을 적극 발전시키고 있다. 길림성은 농촌관광자원이 풍부하며 그 중 대부분이 농촌지역에 집중되어 약 70%를 차지한다. 관광객의 수요를 충족시키고, 양질의 서비스와 가성비 있는 관광 농산품을 제공하며 관광자원의 수요와 공급의 모순을 완화하기 위해 노력한다. 본 논문은 관광객 만족의 관점에서 연구를 진행하고, 길림성 농촌 관광 발전의 문제에 대한 상응하는 해결책을 제시한다.

2. 랴오닝성

첫째, 저탄소 경제의 발전은 기존 경제 모델을 변경하는데 필요한 방법이다. 랴오닝성의 탄소 배출량은 증가 추세를 보이고 있으며 기존의 광범위한 경제 성장은 더 이상 경제 발전의 요구에 적합하지 않다. 랴오닝성의 현실과 결합하여 경제, 저탄소 발전, 환경의 5대 체계에서 랴오닝성에 적합한 저탄소 경제 발전 수준 평가지표 체계를 수립한 탄소경제 평가지표 체계. 랴오닝성 저탄소 경제발전 수준의 시공간적 차이를 평가·비교함으로써 랴오닝성 여러 도시지역의 저탄소 경제발전 법칙을 밝히고 랴오닝성 저탄소 발전 수준을 향상시킬 수 있다. 또한 지방·분석을 통해 다양한 지역의 개발 과정에 존재하는 단점과 문제를 보다 명확하게 정의할 수 있다. 주요 문제는 실용적인 관점에서 적합한 대안을 찾고 낮은 랴오닝성의 탄소 경제 개발 및 랴오닝성의 저탄소 경제 발전을 위한 현실적인 기반을 제공한다.

둘째, 랴오닝성 저탄소 경제의 발전과 지속가능성을 촉진한다. 랴오닝성은 인구가 많고 급속한 도시화 단계에 있다. 따라서 경제적으로 발전된 지역에 비해 에너지 소비와 오염이 더 많다. 경제 발전과 저탄소 발전의 균형을 이루기 위해

6) 중화인민공화국 중앙인민정부 농촌진흥전략 실시에 관한 중국공산당 중앙위원회와 국무원의 의견.

7) 중화인민공화국 중앙인민정부 농촌 관광의 지속 가능한 발전 촉진에 관한 지도 의견[EB/OL].

8) 중화인민공화국 중앙인민정부 국무원은 "농촌산업 진흥 촉진에 관한 지도 의견"을 발표.

도시 전체가 최선을 다해 발전하고 서로 협력해야 한다.

원닝성은 노후한 산업기지로서 경제가 빠르게 발전하면서 에너지 소비량도 증가하고 있으며, 2013년 총 에너지 소비량은 국가 전체 에너지 소비량의 약 7%를 차지했다.

1인당 소비량으로 판단하면(그림 2-1 참조) 해마다 증가세를 보인다. 1인당 에너지 소비량 비교에서 인구와 총 에너지 소비량이라는 부적합한 요소를 제거하면 (그림 2-1)에서 2003년 1인당 2.7톤에서 2013년 1인당 5.4톤으로 증가함을 알 수 있다. 총 에너지 소비량과 1인당 에너지 소비량은 중국 동북 지역에서 가장 높고 여전히 증가 추세에 있어 건닝성의 저탄소 경제 발전에 도움이 되지 않는다.

그림 <2-1> 동북 3성 1인당 에너지 소비량

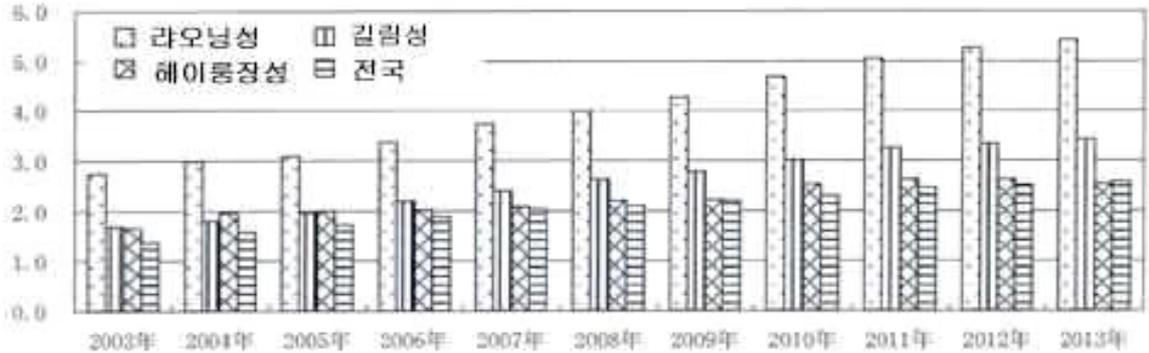


그림 참조:Lang Chunlei, 지구 기후 변화를 배경으로 한 중국 산업의 저탄소 발전에 관한 연구 [J]. 사회과학,

(그림 2-2에서) 최근 몇 년 동안 요녕성의 에너지 소비는 여전히 석탄이 주도하고 있으며, 요녕성 푸신시는 입증된 석탄 매장량이 10억 톤 이상으로 석탄의 도시로 알려져 있다. 재생 불가능한 자원의 경우 채굴량이 많으면 매장량이 상대적으로 줄어들어 채굴량이 감소한다. 랴오닝성 판진시는 석유와 천연가스가 풍부하고 판진시에 중국 최대 유전 중 하나인 주허 유전이 있다. 그림에서도 첸닝성의 석탄 에너지 이용률도 2003년 78.6%에서 2013년 58.3%로 감소세를 보였고, 석유 이용률도 2003년에서 58.3%로 감소한 것을 알 수 있다. 2013년에는 33.5로 증가했고 천연 가스도 2.3%에서 4.5%로 증가했다. 석탄에 비해 석유와 천연가스는 탄소 배출량이 적고 요녕성에서의 사용 비율이 증가하고 있으며 이러한 발전 추세에 따라 요녕성의 저탄소 건설에 유리하다⁹⁾.

9) Lang Chunlei, 지구 기후 변화를 배경으로 한 중국 산업의 저탄소 발전에 관한 연구 [J]. 사회과학, 2009(6)..

그림 <2-2>

2003--2013년까지 닝샤성 에너지 사용률

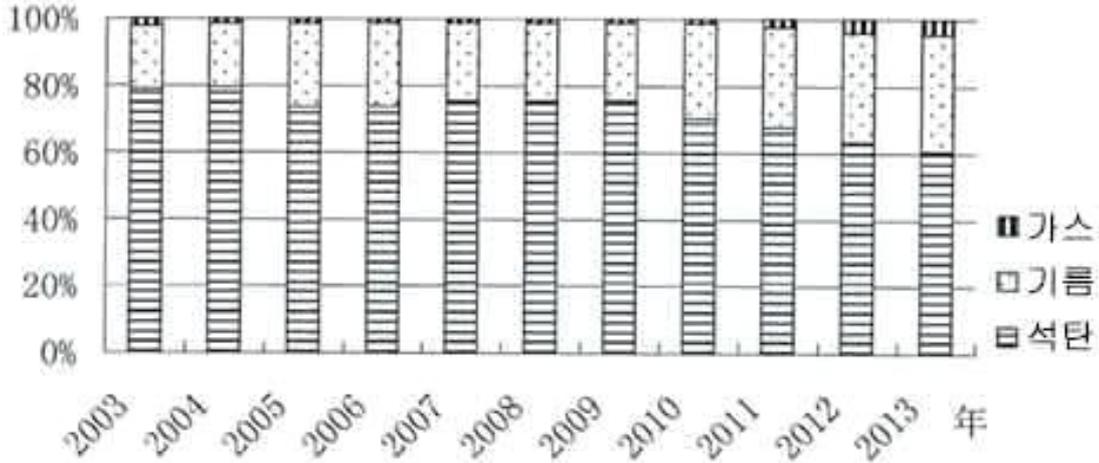


그림 참조: 중국의 주요 곡물 작물 수확량에 대한 기후 변화의 영향에 대한 참고 문헌 메타 분석 [J]. 중국 인구 자원 및 환경, 2019, 29(01): 79-85 -Xie Wei, Wei Wei, Cui Qi.

3. 흑룡강성

인구 3,100만 명이 넘는 흑룡강성은 국가 에너지 안보, 산업 안보, 생태 안보, 식량 안보와 같은 주요 책임을 지고 있다. 지난 10년 동안 중앙 정부는 중국 동북 지역의 오래된 산업 기반을 활성화하기 위한 지원 정책을 발표했지만 흑룡강성의 경제 발전은 여전히 상대적으로 느리고 경제 발전 효과는 분명하지 않았다. 석탄과 석유가 주산업인 흑룡강성의 자원기반도시가 점차 어려움을 겪고 있는 것이 주된 원인이다. 중국 동북 지역의 중요한 노후 산업기지 및 에너지기지로서 산업시스템은 중공업이 지배하고 있어 많은 에너지를 소비하는 반면 배출량 감축에 대한 압박이 크다. 중국의 “이중 탄소” 목표는 중요한 영향을 미치며 이에 흑룡강성의 탄소 배출량 증감은 약속인 것이다.

또한 흑룡강성은 중국의 식량 안보를 보장하는 국가적 임무를 완수하기 위해 CO2와 같은 온실 가스를 과도하게 배출하고 있는데 이는 결국 온도를 상승시켜 곡물 생산 감소로 이어진다. 기상 데이터 분석에 따르면 흑룡강성의 평균 기온은 0.28±0도 상승했다. 연평균 기온은 미래에 더 상승할 수 있다¹⁰⁾. 기온 상승

은 농작물이 해충과 질병의 공격을 받을 위험을 증가시키고 식량 안보에 어느 정도 영향을 미친다¹¹⁾.

산업부문의 38개 산업에서 탄소배출의 영향요인을 보다 잘 연구하기 위하여 지난 10년간의 탄소배출량을 기준으로 이들 38개 산업을 분류했다. 다음은 연간 탄소배출량에 따른 과거 10년 동안 흑룡강성 산업부문의 각종 산업 탄소배출 순위이다.

그림 <2-3> 탄소배출량

업종분류	고배출업종	중간배출업종	저공해업종
탄소배출량 (만t)	C>50	10<C≤50	C≤10
행업	석탄 채굴 및 세척업(코드101), 석유 및 천연가스 채굴업(코드102), 의부식품 가공업(코드201), 석유 가공, 코크스 및 핵연료 가공업(코드213), 화학 원료 및 화학 제품업(코드214), 비금속 광물 제품업(코드218), 흑색 금속 제련 및 압연 가공업(코드219), 전력, 열력의 생산 및 공급업(코드301), 가스 생산 및 공급업(코드302)	식품제조업(코드블랙금속광채취업 202), 음료제조업(코드103), 유색골드203), 목재가공 및 속광채취업(코드목·죽·등나무·갈색·풀104), 비금속광채취제품업(코드208), 업(코드105), 담배제지 및 제지제품업(코드204), 코드210), 의약제조업 섬유업(코드205), (코드215), 고무·가구제조업(플라스틱제품업(코드209) 및 제련설비	

그림 참조:Xie Wei, Wei Wei, Cui Qi. 중국의 주요 곡물 작물 수확량에 대한 기후 변화의 영향에 대한 참고 문헌 메타 분석 [J]. 중국인구 자원 및 환경, 2019, 29

38개 산업을 3개 업종으로 구분하여 별도로 조사한 구체적 분류기준은 탄소배출량이 50만톤 이상인 산업은 고배출산업으로, 탄소배출량이 10만톤 이상 50만톤

10) Wei Zili-흑룡강성 기후 생산성 및 곡물 수확량 예측의 시공간 분포 [J]. 산시성 기상학, 2021년 (02): 49-55

11) Xie Wei, Wei Wei, Cui Qi. 중국의 주요 곡물 작물 수확량에 대한 기후 변화의 영향에 대한 참고 문헌 메타 분석 [J]. 중국 인구 자원 및 환경, 2019, 29(01): 79-85

미만인 산업은 중배출산업으로 분류 산업군 산업, 저배출산업 탄소배출량이 10만 톤 이하인 산업은 저배출산업으로 분류하였으며, 구체적인 분류는 표 2-4과 같다.

산업 발전의 영향 흑룡강성은 중국 동북의 오래된 산업 기지로서 오랜 기간 동안 광범위한 방식으로 산업이 발전했기에 산업 발전이 다른 산업의 탄소 배출량에 미치는 영향도 일정한 차이가 있다.

그림 <2-4>

연도	C101	C102	C201	C213	C214	C218	C219	C301	C302
2005~2006	40.54	153.87	20.79	21.79	35.29	44.91	45.67	63.67	56.28
2006~2007	43.24	202.31	31.27	22.53	43.43	61.38	42.39	64.92	73.85
2007~2008	31.22	235.83	49.76	19.37	57.32	87.21	41.20	64.53	79.85
2008~2009	56.87	232.67	49.44	38.17	58.85	54.45	52.14	78.98	86.53
2009~2010	130.19	225.37	42.56	22.65	72.25	131.93	41.90	85.62	85.86
2010~2011	137.66	246.20	60.78	20.73	65.11	12.66	51.29	105.43	91.15
2011~2012	142.07	266.52	77.70	34.82	72.32	121.60	55.67	113.68	98.27
2012~2013	126.48	264.62	81.47	46.04	85.07	15.91	60.38	120.79	100.95
2013~2014	155.75	316.25	82.31	59.77	91.38	14.37	63.68	135.72	105.61
기여비율	11.73%	29.10%	6.73%	3.88%	7.89%	12.63%	6.17%	11.31%	10.56%

그림 참조:Xie Wei, Wei Wei, Cui Qi. 중국의 주요 곡물 작물 수확량에 대한 기후 변화의 영향에 대한 참고 문헌 메타 분석 [J]. 중국인구 자원 및 환경, 2019, 29 (01)

표 2-5에서 산업구조가 고배출산업의 모든 산업에 긍정적인 영향을 미치고 전체 고배출산업에 대한 촉진효과가 해마다 증가하고 있음을 알 수 있다. 산업구조는 고배출산업에 많은 영향을 미친다. 세탁 산업(101)의 연평균 기여 가치는 180만 톤, 2011년 이후 산업 구조가 석탄 채굴 및 세탁 산업(101)의 탄소 배출량에 미치는 영향은 200만 달러를 초과했다. 톤, 그해 배출이 많은 산업의 17.93%를 차지하여 다른 산업에 미치는 영향보다 훨씬 높다¹²⁾.

12)Xie Wei, Wei Wei, Cui Qi. 중국의 주요 곡물 작물 수확량에 대한 기후 변화의 영향에 대한 참고 문헌 메타 분석 [J]. 중국? 인구 자원 및 환경, 2019, 29 (01)

그림 <2-5> 탄소배출량

연도	C101	C102	C201	C213	C214	C218	C219	C301	C302
2005~2006	105.77	134.53	105.51	62.67	81.55	108.41	83.66	86.27	80.61
2006~2007	125.24	132.81	122.47	70.47	88.56	122.98	82.88	87.88	83.10
2007~2008	163.84	168.56	124.31	81.25	98.53	121.81	85.04	91.99	84.57
2008~2009	153.60	131.03	122.33	77.43	103.12	126.70	85.07	92.75	99.03
2009~2010	145.98	147.24	140.70	84.80	111.22	146.56	82.54	93.89	101.29
2010~2011	186.84	151.57	146.94	96.50	116.89	149.04	95.61	106.47	119.19
2011~2012	228.76	145.04	152.65	106.24	122.93	156.93	96.01	110.84	129.27
2012~2013	252.64	146.52	159.54	102.24	137.36	160.97	116.14	106.94	123.60
2013~2014	256.35	167.92	144.66	122.85	137.93	170.48	143.36	146.64	139.56
기여비율 16.22% 13.27% 12.21% 8.06% 10.00% 12.66% 8.72% 9.62% 6.84%									

그림 참조:Green J F, Sterner T, Wagner G. A balance of bottom-up and top-down in linking climate policies[J]. Nature Climate Change,2014,4(12):1064~1067

해외 저탄소 경제 관련 선행 연구

1. 영국 저탄소 경제

세계 최초로 저탄소 경제 발전을 위한 특별법을 제정한 영국의 저탄소 경제는 국가 전략 수준으로 충분히 올라섰다. 저탄소 경제의 규제 메커니즘 저탄소 경제의 과학적인 발전은 저탄소 사회의 목표 실현을 위한 법적 보호의 기반을 마련하고 전면적이고 체계적인 보장을 제공한다.

2001년 영국은 석탄 및 천연 가스와 같은 고탄소 에너지 소비를 줄이기 위해 고 에너지 소비 기업에 대한 세금 통제를 통과시켰다. 그러나 이는 재생 불가능한 석유 자원의 소비로 이어져 온실 가스 배출량 증가, 공해 증가 등 환경 문제를 야기했다. 이러한 불리한 결과가 있을지라도 영국의 조치는 전반적인 수준에서 에너지 절약 및 배출 감소에 대한 구체적인 기준을 명확하게 규정하고 경제적 수단을 사용하여 기업 행동을 조정하여 에너지 절약을 구현하기 위한 혁신적인 기회를 제공한다. 또한 영국 정부는 오염도가 높은 섬 에너지 소비 기업과 상응하는 배출 감소 책임 협약을 체결하여 향후 몇 년 동안 국가 에너지 절약 및 배출 감소 목표를 점진적으로 달성하여 국가 환경 보호를 구현하는 것을 목표로

한다.

그 후로 영국은 저탄소 경제 발전을 위한 충분한 보호를 제공하기 위해 일련의 환경 보호법과 규정을 연속적으로 발행했다. 그 중 가장 대표적인 것이 기후 변화법이다. 2008년에는 "기후변화법"이 정식으로 시행되어 온실가스 배출 수준을 법적 수준에서 제한 및 제한하는 내용을 담고 있으며, 영국이 세계 최초로 기후 변화에 대한 특별법을 시행한 국가가 되었음을 표명하기도 했다.¹³⁾

영국은 전형적인 유럽의 섬나라로서 천연 자원 매장량이 적고 에너지 수입 의존도가 높아 국가 경제 발전에 도움이 되지 않으며 종종 에너지 부족과 환경 문제에 직면한다. 그러나 영국은 저탄소 경제의 확고한 지지자이자 촉진자이며 정부가 주도하는 저탄소 경제 입법에서 경제적 인센티브 메커니즘의 긍정적 역할을 충분히 발휘하고 공동 참여를 실현했다. 또한 기능 부처, 기업 및 대중의 시스템의 공식화 및 구현은 관련 법률 및 규정의 과학성과 효율성을 효과적으로 개선했으며 영국 저탄소 경제의 건전한 발전과 에너지 절약 실현을 위한 충분한 법적 보호를 제공했다. 영국은 지속 가능한 개발 목표를 실현하기 위한 견고한 기반을 마련하고, 다른 국가가 영국의 선진 경험에서 배울 수 있는 여건을 조성했으며, 이를 효과적으로 개선했다. 다른 국가의 저탄소 경제의 발전 수준과 글로벌 저탄소 발전 목표를 위한 견고한 기반을 마련했다¹⁴⁾.

13) Green J F, Sterner T, Wagner G. A balance of bottom-up and top-down in linking climate policies[J]. Nature Climate Change, 2014, 4(12): 1064~1067

14) Dubash N K, Hagemann M, Höhne N, et al. Developments in national climate change mitigation legislation and strategy[J]. Climate Policy, 2013, 13(6): 649~664

2. 일본 저탄소 경제

표 <2-6> 일본은 국가의 저탄소 경제

연도	대책	개요
1990	지구온난화방지 행동계획	지구온난화에 관한 국제교섭 기본방침 설정 목표기간: 1991-2010년, 2000년 이후 배출량을 1990년 수준으로 안정
1992	에너지 절약 및 리사이클 지원법 제정	에너지절약시설, 리사이클 관련 기술개발, 시설투자에 대한 세제, 금융, 제정상의 지원강화
1998	지구온난화대책 추진법제정	각 주체(정부, 지방자치단체, 사업자, 국민)의 노력의무를 규정
2002	지구온난화대책 추진대강제정	교토의정서 목표달성 계획의 책정 -6% 감축내역을 대책별로 설정 -경단련의 자주행동계획의 점검 등
2005	지구온난화대책 추진법개정	온실가스의 산정, 보고, 공표제도의 창설
2008	지구온난화대책 추진법개정	-온실가스의 산정, 보고, 공표제도의 변경: 공장단위에서 사업자단위로 -교토메카니즘 Credit 구입확대
2008	후쿠다선언	-2050년까지 세계배출량을 절반수준으로 -통합형 국내 배출권 거래제도의 시행
2009	중기목표설정	2020년까지 2005년 수준의 15% 삭감
2009	신 중기목표설정	2020년까지 1990년 수준의 25% 삭감
2010	지구온난화대책 기본법안	총량제한 배출권 거래제도, 지구온난화대책 신설, 재생가능 에너지공급확대가 골자였으나 국회일정 상 폐안

표 참조: 배출권거래제 시행에 따른 국내외적 법률문제에 관한 연구서울 : 이화여자대학교 대학원, 2013학위논문(석사)-- 이화여자대학교 대학원: 법학과 2013. 2. 졸업

사면이 바다로 둘러싸인 일본은 천연자원과 화석에너지가 극도로 부족하고, 상대적으로 낙후된 개발도상국에 둘러싸여 있어 간접적으로 더 심각한 기후 영향을 받고 있다¹⁵⁾.

동시에 일본은 아시아 국가 중 가장 적극적이고 효과적인 환경 보호 조치의

15) Wang Xueqian, 일본의 저탄소 사회 구축 방법 및 경로에 관한 연구 [D], Zhejiang University of Technology 논문. 2013: 31~32

전형적인 대표자이며 환경 보호 기술의 R&D 및 응용 능력은 다른 국가보다 훨씬 높다.

선진 과학 기술의 보호와 지원으로 일본의 생산과 생활은 점차 전통적인 "고탄소"모델과 작별하고 점차 저탄소 경제로의 전환과 발전을 실현했다.

따라서 일본은 저탄소 경제 개발 전략의 실현을 완전히 보장하기 위해 건전하고 완벽한 법률 및 규정을 기반으로 저탄소 경제 입법 프로세스를 가속화하고 동시에 이행을 증가시켰다. 저탄소 경제의 일본의 현행 환경 보호법과 규정에서 초기에 "저탄소 사회"의 청사진으로 전반적인 법적 보호 시스템을 실현하고, 상대적으로 포괄적이고 체계적인 법률 시스템을 형성했으며, 저탄소 발전을 촉진했다.

1979년 일본은 "에너지이용합리화법"을 제정·시행했고, 이후 10년 동안 지속적으로 개정·개선해 일본 에너지 전략의 기본법 지위를 점차 확립했다. 지구온난화 규제 및 방지를 위해 1997년 일본 교토에서 교토의정서(Kyoto Protocol)가 채택되었다¹⁶⁾.

일본의 「저탄소 사회 건설 촉진에 관한 기본법」은 정부가 2005년에 비해 2050년에 온실 가스 배출량을 60~80% 삭감해야 한다고 규정하고 있다. 이 법은 온실 가스 배출량이 적은 저탄소 사회를 만들기 위한 일본의 국가 전략을 수립했다¹⁷⁾.

일본은 저탄소 법제도를 자국에 맞게 적극적으로 연구하고 있을 뿐만 아니라 저탄소 경제입법에 영국, 미국 등 선진국의 법제도를 광범위하게 도입하여 세금, 보조금 등 경제 지렛대의 조정을 통해 대중의 소비 개념을 완화하고 저탄소 종합 경제 발전을 위한 좋은 토대를 마련한다.

예를 들어, 차량 구매 할인 조정을 통해 소형 배기량 차량 구매에 우대를 제공하고, 대형 기계 및 장비와 연계하여 에너지 절약 및 배출이 가능한 기계 및 장비에 대한 우대를 제공한다. 감소 라벨 및 소비는 경제적 인센티브를 통해 안내되며 에너지 절약 및 배출 감소 분야로 이전한다. 재정 및 세제 제도의 형성과

16) 중국의 지역별 탄소배출 효율성 추정 및 영향요인 분석-학위논문(석사) -- 건국대학교 대학원 경제학과 2017-관츠

17) Zhu Boyu, Xing Tongwei, Li Yang. 중국의 저탄소 경제 발전에 관한 법적 조사 [J]. 산둥 공과대학 저널 (사회 과학 편), 2013, (6): 30~35

조정에서 우대 및 보조금 정책을 추가하여 저탄소 경제 발전을 위한 인센티브 정책을 제공하기도 한다. 이렇듯 입법 작업을 강화하는 한편, 일본은 다양한 부처와 분야에서 저탄소 개발을 적극적으로 추진하고 에너지 절약 및 배출 감소를 종합적으로 추진하고 사회 전체의 지속 가능한 발전에 효과적으로 기여하기 위해 다양한 분야에서 공동 노력을 기울이고 있다.

3. 미국 저탄소 경제

미국에서 저탄소 경제의 발전에 관한 구체적인 방안을 보면 다음과 같다. 미국은 비록 ‘교토의정서’에 가입하지는 않았으나 최근 20년 동안 에너지 절약과 탄소 저감에 큰 중점을 두고 있다. 현재 미국의 전력 생산의 50%는 석탄가스로부터 오며, 2030년에 이르러 이 비율은 57%에 달할 것으로 예측되어 탄소 저감의 압력이 매우 거대하다고 볼 수 있다¹⁸⁾.

저탄소 경제가 세계적 관심의 초점이 된 초기에 미국은 “교토 의정서”에 서명하는 데 동의하지 않았으며 회의에서 제안한 공통적이고 차별화된 기후 책임을 인정하지 않았기에 세계의 미국에 대한 불만은 더욱 커졌다¹⁹⁾.

그러나 후속 개발에서 미국도 저탄소 경제 개발 전략과 저탄소 경제 법안을 공식화하고 실행했으며 녹색 및 저탄소 개발 개념을 단호하게 구현했음을 알 수 있다. 또한 특정 결과를 달성했다.

국가적 관점에서 볼 때, 2005년 소비 개념의 과학적 전환을 안내하기 위한 소비세 조정 및 최적화에 대응하여 미국 연방 정부는 “에너지 정책법”을 공포했다. 또한 위에서 언급한 법률은 재생 가능 에너지의 중요성을 명확하게 제시하고 새로운 에너지에 대한 품질 테스트 및 배출 테스트 표준을 공식화했다. 동시에 관련 법률은 지정된 기준을 초과하는 에너지 조달에 상응하는 처벌을 부과하기 위해 엄격한 처벌 메커니즘을 공식화했다.

2007년에는 미국의 기후환경을 개선하고 효과적인 국가의 에너지 안보를 보호하고 개발 계획 및 실행 표준을 구체적으로 공식화하고 개선하며 법률 형식으로

18) 중국의 기후 정책과 지방정부의 역할 : 중국의 저탄소 도시 건설 사례를 중심으로-학위논문(석사)-- 고려대학교 대학원: 정치외교학과 2021. 2-고려대학교 대학원, 2021

19) Luo Hua, Fei Fangyu.Strategies and Enlightenments for the Development of Low-Carbon Economy in the United Kingdom and United States[J].Soft Science, 2011, (11): 85~88

구체적인 구현을 보장했다. 또한, 저탄소 경제의 발전을 결정짓는 "저탄소 경제 법"이 공포되어 시행되었으며 경제적 수단과 결합된 관련 기술의 협력, 개발 및 이전을 통해 저탄소 경제의 과학적 발전에 대한 동기를 제공하고 있다.

동시에 이 프로그램은 미국의 에너지 절약 및 배출 감소의 실행 목표 및 단계적 계획을 명확히 하고 미국의 에너지 절약 및 배출 감소 작업 계획 및 저탄소 경제 개발 계획을 제안한다. 이 계획의 수립 및 실시는 미국이 저탄소 경제를 위한 지속 가능한 발전 경로를 수립하고 미국 경제의 회복과 발전에 일정한 기여를 했으며 장기적으로 고려할 때 미국의 에너지 수입 의존도는 경제 전환과 발전에 유리한 기회를 제공한다.

2009년 "미국 경기회복 및 재투자법"이 공식 공포되어 신에너지를 국가 중점 개발사업으로 명확히 제시하고, 이는 미국 경제회복계획의 중요한 결론이 되었으며, 이에 상응하는 개발 및 촉진을 법률의 형식으로 규정하였다. 미국의 새로운 에너지 계획 실행을 위한 목표와 프로그램을 명확히 하는 관리인 셈이다.

2009년 6월에 "미국 청정 에너지 및 보안법"이 공포 및 시행되어 미국 에너지 개발 전략의 포괄적인 법률이자 미국이 기후 문제를 다루는 중앙 집중식 접근 방식이 되었다. 이 법안은 미국이 지구 기후 개선 계획에 적극적으로 참여하고 에너지 절약 및 배출 감소에 대한 명확한 개발 목표를 제시하며 미국에서 에너지 절약 및 배출 감소 작업의 구현 및 개발을 효과적으로 촉진할 것임을 보여준다.

2005년 미국의 10개 주 정부는 공동으로 "지역 온실가스 계획"을 시작했다. 의무 규정과 시장 메커니즘을 결합하여 온실가스 배출 제한 메커니즘과 지수 거래 메커니즘을 구축했다.

2007년에는 미국 서부 Weizhou와 캐나다 4개 지방은 전략적 파트너십을 통해 온실가스 배출량을 줄이기 위해 공동으로 "서양 기후 행동"을 시작하고 글로벌 지속 가능한 개발 계획에 적극적으로 대응하며 점진적으로 에너지 절약 및 배출 감소를 실현하고 지역적 기후 행동 온실가스 배출의 종합적이고 체계적인 규제를 달성하기 위한 탄소 배출 상한제 및 거래 시스템을 마련했다.

이어 "중서부 온실가스 협정"의 서명 및 이행은 미국과 캐나다가 양국의 온실가스 배출 수준을 줄이기 위한 효과적인 협력을 통해 기후 친화적인 프로그램을

공동으로 시행하고, 건전한 시장 거래 시스템 및 부문별 감독 시스템을 구축하고 양국 일부 지역의 탄소 배출 제한 관리 수준을 종합적으로 개선했다.

상기 조치들은 미국 저탄소 경제의 발전 수준을 종합적으로 향상시켰고, 관련 법률 및 규정의 제정 및 시행을 위한 효과적인 기반을 제공했으며, 모든 사람에게 저탄소 발전을 위한 충분한 학습 및 참조 기회를 제공했다. 녹색 개발 수준은 저탄소 사회의 발전을 촉진했다²⁰⁾.

미국은 바이든 행정부 출범으로 2050년 탄소중립을 목표로 공격적인 친환경 정책을 추진하며 기후변화 정책의 대전환을 맞게 될 전망이다²¹⁾.

4. 독일 저탄소 경제

독일은 유럽 연합 국가의 산업 강국인 독일의 총 이산화탄소 배출량은 유럽 연합에서 항상 1위였다. 이러한 상황을 역전시키기 위해 독일도 저탄소 경제를 사회경제적 발전의 미래 목표로 설정하고 대부분의 EU 국가보다 더 강한 의지와 열의를 보였다. 항상 법의 엄중함과 철저함을 강조해온 독일은 저탄소 경제 실현을 위한 엄격한 법적 보호를 제공하기 위해 보다 완전하고 체계적인 법과 규정 체계를 구축했다.

독일의 현행 법체계는 크게 유럽 연합법, 연방법, 지방법으로 구분된다. 유럽 연합법은 독일에서도 적용 가능하며 법적 효력은 독일 국내법보다 높다. 연방법과 지방법은 수준이 다르고 기능이 다르며, 연방법은 기본원칙과 공공의 이익에 관한 사항을 규정할 수 있는 반면, 지방법은 위에서 언급한 사항을 규정할 수 없고 지방의 특수한 사정과 쟁점에 대해서만 규정할 수 있다.

독일은 1991년 신재생에너지 발전의 계통연계 방식을 구체적으로 규정한 '신재생에너지발전 계통연계법'을 공포하고 이에 상응하는 발전회사에 재정보조금을 지원했다. 같은 해 독일 정부는 전력 1킬로와트시의 구체적인 가격을 규정하고 전력 공급 회사가 일정 보조금을 조건으로 재생 에너지 전력을 구매하도록 강제

20) Fisher DR, Leifeld P, Iwaki Y. Mapping the ideological networks of American climate politics[J].Climatic change,2013,116(3-4):523~545

21) 중국 저탄소경제 구현을 위한 주요쟁점 및 WTO규범과의 조화 방안 = A Study on Major Issues and Measures to Harmonize with WTO Standards for the Realization of Low-Carbon Economy in China학위논문(박사)-- 부산대학교 대학원 : 무역학과 2021. 8위, 로-P30

하는 "전력 공급법"을 통과시켰다.

2000년 독일 정부가 공포한 "재생 에너지법"은 독일의 신에너지 산업에 긍정적인 영향을 미쳤으며 독일 산업의 변화를 촉진했다. 독일의 "재생에너지법"은 재생에너지 분야에서 가장 선진적인 법안으로 꼽히며 독일의 에너지 구조 조정과 재생에너지 개발에 있어 중대한 돌파구가 되고 있다. "재생 에너지법"의 공포 및 시행으로 인해 독일의 총 이산화탄소 배출량은 10년 동안 총 18.5% 감소했으며 1인당 배출량은 20% 감소했다.

2002년 독일은 열병합 발전 기술을 사용하여 생산된 전기에 대해 재정적 보조금을 제공하는 "열병합 발전법"을 공포했다.

재생에너지법을 보완하기 위해 독일은 2004년 재생에너지 우선사용법을 공포했다. 이 법은 신재생에너지 개발을 규정하고, 신에너지 개발 및 이용을 촉진하기 위한 계획을 제시하며, 태양에너지, 수력, 풍력, 바이오매스 에너지 등 신에너지의 기술개발 및 이용에 대한 법적 지원을 제공한다.

이 장에서는 영국, 일본, 미국, 독일 4개국의 저탄소 경제 발전 과정을 자세히 소개했다. 영국, 일본, 미국, 독일의 저탄소 경제 관행은 모두 상응하는 특징을 가지고 있기에 다른 강조점도 반영해야 한다.

영국법은 비교 연구를 통해 실용성을 중시하고 법의 실제 집행에 강력한 시스템을 갖추고 있다. 독일은 저탄소 경제의 법제도에서도 뛰어나고, 저탄소 경제 과학기술의 혁신체제에서도 더욱 뛰어나다.

특수한 자원 및 환경 조건으로 인해 일본은 현실에 더 많은 관심을 기울이고, 가장 먼저 시작했으며, 자원 절약에 중점을 두며, 저탄소 경제 법률 및 규정을 많이 제정했다.

미국 저탄소 경제법의 경제적 인센티브 메커니즘은 시장 자체의 균형 특성을 발휘하고 시장을 통해 저탄소 경제의 급속한 발전을 촉진하는 데 도움이 된다.

위 4개국의 저탄소 경제 입법 관행에 따르면 다음과 같은 세 가지 교훈을 얻을 수 있다. 저탄소 경제 규정을 제정하고, 경제적 인센티브 시스템을 입법에 도입하며, 저탄소 기술 혁신을 장려하는 시스템을 공식화하는 것이다. 이들 선진국의 저탄소경제법제 실무경험을 학습하는 것은 동북3성 저탄소경제법제 연구와

동북3성 저탄소경제법제 구축에 중요한 참고의의가 있다.

제2장 저탄소 경제 발전 관련 이론적 고찰

제1절 저탄소 경제 발전의 개념

1.1 저탄소 경제 발전의 정의

중화인민공화국 건국 이래 동북삼성은 줄곧 중국의 노후한 공업기지였으며 경제발전의 공업구조는 주로 2차 산업으로 공업구조가 불합리하고 경제발전이 고에너지에 의존하고 있었다. 과도한 소비와 높은 오염 자원의 과도한 개발과 사용으로 인해 많은 지방은 자원 고갈, 상대적으로 낙후된 경제 발전 및 중장비 산업 구조를 경험했으며 에너지 소비가 높은 산업이 상대적으로 높은 비율을 차지했다. 1990년대 이후, 특히 20세기 초에 "동북구 산업 진흥 전략"을 시행하면서 중국 동북 3성은 큰 발전을 이루었고 지역 GDP는 1990년 2,203억 1,800만 위안에서 5조 4,442억 1,000만 위안으로 증가했다. 2013년에는 24배 이상 증가했으며 1인당 GDP도 1990년 2,225.322위안에서 2013년 50636.6위안으로 증가했다²²⁾.

전 세계적으로 저탄소 경제 정책을 개발하는 것은 매우 시급하다. 중국의 일부 해당 법률 및 규정도 저탄소 경제 발전을 지속적으로 개선하고 있는 추세이며 지구 온난화 위기를 해결하기 위해 저탄소 경제는 세계의 모두가 해야 할 일이다.

이에 고소비, 고배출, 고공해의 "3고" 모델의 경제 성장을 어떻게 저소비, 저공해, 저공해의 저탄소 경제 모델로 전환하는가가 개발의 핵심이며 저탄소 경제의 발전은 매우 중요하고 이론적 중요성이 크다²³⁾.

1.2 저탄소 경제 발전의 필요성

지금까지 국내외 학자들이 탄소배출에 관한 많은 연구논문을 발표했음에도 불

22) Grossman G M, Krueger A B. Environmental Impacts of the North American Free Trade Agreement[Z]. NBER Working Paper, 1991:3914.

23) Sun Xiumei, Zhou Min, Zhang Ming. Empirical Study on the Relationship between Economic Growth and Carbon Emissions in Resource-dependent Cities Based on Vector Autoregression Model[J]. Energy Procedia, 2011, 5:

구하고 탄소배출과 에너지 소비, 경제성장 간의 관계를 체계적으로 논의할 수 있는 논문은 많지 않다. 이 논문은 에너지 소비, 경제 성장 및 탄소 배출량 간의 관계를 연구하기 위해 북동부 3개 지방의 지방 데이터를 사용한다²⁴⁾.

(1) 동북 3개 성의 에너지 소비, 경제 성장, 탄소 배출의 구체적인 상황과 3개 성의 관계에 대한 포괄적인 이해와 이해에 도움이 된다.

(2) 동북 3성의 급속한 경제 성장을 보장하는 경우 "일대일로"의 국가 전략적 이점에 따라 저탄소 경제 발전의 길을 택하고 지속 가능한 발전을 달성하며 에너지 소비를 줄인다. 2020년 목표 및 13차 5개년 계획에서 배출량 감축을 달성하는 기반을 제공한다.

그러므로 이 논문의 연구 기술은 저탄소 경제 발전의 연구 방법을 더욱 확장하고 데이터를 사용하여 이론적 정교화를 기반으로 결과를 분석한 다음 저탄소 경제 발전의 사실을 설명한다²⁵⁾.

동북 3성은 도시화의 중간 가속화 단계에 있으며 에너지 소비와 공해가 지속적으로 증가하고 있다. 상황에 따라 저탄소 경제를 발전시켜야 하는데 이는 경제 발전 방식의 전환과 자원절약형, 친환경 사회 구축과 관련이 있다. 중국이 가지고 있는 광범위한 이론을 통해 그 중요도를 살펴본다²⁶⁾.

제2절 동북 3성의 저탄소 경제 발전의 필요성

2.1 동북 3성의 경제 발전

개발 도상국으로서 국내 학자들의 저탄소 경제 연구는 선진국에 비해 상대적으로 늦은 편이며, 중국 학자들도 선진국의 경험 흡수를 바탕으로 탄소에 영향을 미치는 요인인 저탄소 경제의 함의를 연구하고 있다. 이에 배출, 저탄소 경제의 발전 경로 및 저탄소 경제 발전에 대한 정책 권고 연구 및 평가 지표 시스템 연

24) Sari,R.,Ewing,B.T.,Soytas,U.The relationship between disaggregate energyconsumption and industrial production in the United States:an ARDL approach[J].EnergyEconomics,2008,30:2302 - 2313.

25) Dhungel,K.R.A causal relationship between energy consumption and economic growthin Nepal[J].Asia-Pacific Development Journal,2008,15:137 - 150.

26)Stern DI.Energy and economic growth in the USA:a multivariate approach[J].EnergyEconomic 1993,5:137-150.

구와 같은 다양한 관점에서 많은 연구가 수행되었다²⁷⁾.

2.1.1 동북 3성의 경제 발전 배경

(1) 저탄소 경제의 의미에 대한 연구

중국의 저탄소 경제 개념은 이론과 실천 과정에서 점차 이해되고 심화되고 있다. 2008년 CCICE 보고서에서 저탄소 경제의 정의는 다음과 같이 제시되었다.

Xia Bibao 학자들은 2009년 저탄소 경제가 두 가지 측면을 포함해야 한다고 지적했다. 한편 저탄소 소비는 지속 가능한 라이프스타일에 의해 유도되어야 한다.

Fu Yun, Zhang Kunmin, Pan Jiahua 및 Fu Jiafeng과 같은 학자들은 저탄소 경제가 저에너지를 특징으로 하는 경제 발전 모델이라고 강조했다. 소비, 저공해, 저배출 등 경제 발전 방식과 사회 생활 방식의 발전을 자원의 사용과 보호와 조화시키는 것이 필요하며 이 방식을 사회 진보로 간주해야 한다²⁸⁾.

2.1.2 동북 3성의 경제 발전 단계

최근 몇 년 동안 동북 3성은 지속 가능한 경제 발전과 도시화 수준의 전반적인 향상을 추구해 왔으며, 비록 빠른 진전을 이루었지만 자원 고갈과 환경 피해 증가를 초래하여 돌이킬 수 없는 피해를 초래했다.

또한 에너지 소비와 이산화탄소 배출량도 해마다 증가하고 있다. 2013년 동북 3성 총 에너지 소비량은 4억 3,154만 9,000톤에 달해 연평균 12.88% 증가했다. 2013년 동북3성 탄소배출량은 1억 3,198만 3,780톤으로 1990년 탄소배출량의 1.43 배였다. 따라서 동북3도가 당면한 과제는 비재생 에너지 소비를 최대한 억제하면서 경제성장을 확보하는 것이다. 이것은 중국 동북 3성의 지속 가능한 경제 및 사회 발전을 실현하고 중국 동북 3성 낡은 산업 기지의 산업 구조를 경제적으로 전환하고 업그레이드하는 데 중요한 역할을 했다²⁹⁾.

27) Cleveland CJ, Kaufmann R, Stern DI. Aggregation and the role of energy in the economy[J]. Ecol Econ, 2000, 32: 301-317.

28) Stern, D.I., 2000. A multivariate cointegration analysis of the role of energy in the U.S. macroeconomy[J]. Energy Economics 22, 267 - 283.

29) Oh, W., Lee, K. Causal relationship between energy consumption and GDP: the case of Korea 1970 - 1999[J]. Energy Economics, 2004, 26(1): 51 - 59.

국내 학자들이 탄소배출과 경제성장 간의 관계를 연구할 때, 연구 내용과 방법은 외국 학자들과 거의 동일하며 약간의 차이만 있다.

Chen Qian(2010)은 탄소배출량과 경제성장률의 관계를 실증분석의 방법으로 연구하였으며, 탄소배출량과 경제성장률의 관계에 대해 탐구하기 위해 선진국 6 개국을 선정하여 공적분 분석과 Granger 인과관계를 이용하여 연구하였다. 그리고 다음과 같은 결론을 도출하였다: 서로 다른 유형의 국가는 서로 다른 개발 기간의 탄소 배출과 경제 성장 사이에 서로 다른 Granger 인과 관계를 가지며, 이러한 국가의 경제가 동일한 단계에서 발전하더라도 동일한 Granger 인과 관계를 생성하지 않는다³⁰⁾.

Yang Zihui(2010)는 중국, 인도 등 여러 개발도상국에서 경제성장과 이산화탄소 배출량의 관계에 대한 연구를 진행하였고, Granger 인과관계 검정법-Tn 비모수 검정법을 이용하여 다음과 같은 연구 결론을 얻었다. 인도와 같이 빠르게 발전하는 개발도상국의 경제성장과 이산화탄소 사이에는 비선형적인 Granger 인과 관계가 존재하며, 이는 이들 국가의 경제성장으로 인해 에너지 수요가 증가하고 결과적으로 이산화탄소 배출량이 증가하게 된다³¹⁾.

Zhao Aiwen(2011)은 1953년부터 2008년까지 중국의 경제성장률과 탄소배출량에 대한 실증연구를 진행하였다. 공적분 및 오차수정모형과 Granger 인과관계모형에 따르면 우리나라의 탄소배출량과 경제성장 간의 관계는 두 가지가 있다. -way 인과 관계이며 둘 사이에 공통합이 있다³²⁾.

Liu Qian(2012)의 탄소배출과 경제성장에 관한 연구는 주로 온실가스 배출량이 상대적으로 많은 15개국을 대상으로 하였으며, 비교연구를 통해 국가별 배출저감 조치의 이행에 따라 영향이 다른 것으로 나타났다. 상대적으로 짧은 기간 동안 선진국에 미치는 영향은 상대적으로 커서 이들 국가의 경제 성장에 영향을 미칠 것이지만 개발도상국에 미치는 영향은 상대적으로 작을 것이다³³⁾.

30)Chen Qian, Su Liyang, Ru Xingjun.선진국의 다양한 개발 단계에서 탄소 배출과 경제 성장 간의 인과 관계 분석[J].생태 경제.2010,(4):52-55.

31)Yang Zihui."경제 성장"과 "이산화탄소 배출"의 관계에 대한 비선형 연구: 개발도상국[J].World Economic.2010,(10):139-161에 기반한 비선형 Granger Causality Test.

32)Zhao Aiwen, Li Dong. 중국의 탄소 배출과 경제 성장의 공동 통합 및 인과 관계 분석[J]. 양쯔강 유역의 자원과 환경, 2011,11:1297-1303.

33)Liu Qian, Zhao Pusheng, 15개 주요 탄소배출국의 탄소배출과 경제성장에 관한 실증분석 및 비

2.1.3 동북 3성의 저탄소 경제 발전 방안

중화인민공화국 입법법 제12조에 따르면, 성, 자치구, 직할시의 인민대표대회와 그 상무위원회는 해당 행정구역의 구체적 상황과 실제 수요에 따라 헌법에 저촉되지 않는다는 전제하에 지방 법규를 제정할 수 있다.

저탄소 경제의 발전을 촉진하기 위해 동북 3성에는 지방의 실제 상황과 개발 계획에 부합하는 저탄소 경제에 관한 현지 법률 및 규정이 필요하다.

이에 "동북 3성 저탄소 경제 촉진에 관한 조례"는 행정 구역의 저탄소 경제 발전을 촉진하고 저탄소 경제 발전을 인도하기 위한 가장 기본적이고 보편적으로 적용 가능한 지침으로 사용되어야 한다. 중국 동북 3성 지역의 자원과 환경 보호, 저탄소 경제와 관련된 관련 법률 및 규정을 제정하고 개선하여 그 기반을 제공하고 있으며 본 장에서는 입법목적, 입법원칙, 법제도, 법적 책임 등의 관점에서 입법제안을 제시한다.

한편으로는 행정구역의 실제 수요와 여건에 따라 저탄소 경제법규를 제정할 필요가 있기에 특정 조건에 맞지 않는 법규를 모방하는 원칙은 채택할 수 없다. 또한, 저탄소 경제 발전이라는 내재된 법칙과 각 도시와 지역의 특수한 조건에 따라 다르게 나타나는 부분을 강조하고 각 도시와 지역의 특수한 조건에 적합한 규제를 시행해야 한다.

샘플 전달은 강점을 극대화하고 약점을 피하며 서로의 장점을 보완할 수 있으며, 규제 이행 과정에서의 지역적 차이로 인한 불확실성을 줄일 수 있다. 예를 들어 도내의 서로 다른 도시와 지역을 공업형과 비공업형으로 구분하고 이를 기준으로 서로 다른 저탄소 평가기준을 구분하여 법이 지녀야 할 융통성과 융통성을 유지하고, 헤이룽장성에 적합한 표준을 공식화하고 성별 저탄소 경제 규정을 제정하는 것을 들 수 있다.

교연구 [J], 경제이슈 탐색, 2012, (2): 137-144

제3절 한국 저탄소 경제

최근 한국의 도시계획에 생태도시의 개념이 도입되기 시작한 것은 1990년대 이후이며, 도시기본계획에 생태도시로서의 비전이 포함되기 시작하였다. 2000년대에 들어서면서 생태도시의 개념이 본격화되었는데, 친환경, 자연친화, 환경친화 등의 용어가 대부분의 도시계획에 반영되었다.

오늘날 중앙정부에서도 지속가능한 신도시계획기준과 환경친화적인 택지개발 편람의 개정을 통해 생태도시의 조성원칙을 제시하고 있으며, 대규모 택지개발이나 신도시의 개발은 생태도시를 목표로 하고 있다³⁴⁾.

정부는 국제적인 온실가스 감축노력의 동참을 위해서 배출 전망치(Business as Usual : BAU)를 기준으로 2020년 대비 -30%, 2030년 대비 -37%로 국가 감축 목표를 확정하고, 이행을 위한 세부 정책을 정비해왔다³⁵⁾. 대표적으로 2015년부터 온실가스배출권 거래제(Korea Emissions Trading Scheme : K-ETS)를 시행하고 있다³⁶⁾.

그 과정을 살펴보면 2001년 9월 기후변화협약대책위원회로 확대 개편되었다. 2007년 10월 기후변화대책위원회로 새롭게 출범되었다³⁷⁾. 2008년 2050년까지 온실가스 배출량을 절반으로 줄이자는 범세계적인 장기목표에 적극적으로 동참하겠다는 의지를 피력하였다³⁸⁾. 2009년 녹색성장 국가전략 및 5개년 계획을 확정·발표하였다. 2009년 5월에는 정부·민간 공동 작업을 통해 녹색성장 국가전략 및 5개년 계획 보고서를 작성하였다. 2009년 11월에는 국무회의에서 2020년 국가 온실가스 감축목표를 당초3개 시나리오 중 가장 높은 수준인 배출전망치 (BAU) 대비 30% 감축으로 최종 결정하였다³⁹⁾.

34) 임동일, “생생도시를 통해 본 녹색도시의 도시계획적 특성”, 지역발전연구, 10(2), 113-148, 영남대학교 한국균형발전연구소(2011).

35) 환경부 보도자료(2014.1.24.), “국가 온실가스 감축, 2020년 로드맵 마련”, 관계부처 합동 보도자료(2015.6.29), “2030년 우리나라 온실가스 감축목표 BAU대비 37%로 확정”

36) 박순철-한국 탄소배출권 거래시장 분석과 활성화 방안 연구 학위논문(박사)-- 고려대학교 대학원: 식품자원경제학과 2017. 2

37) 한국의 경제성장, 전력소비량, 이산화탄소 배출량 및 환경규제 간 인과관계 분석-학위논문(박사)-- 서울과학기술대학교 대학원 : 에너지정책학과 2020. 8-진보영

38) 정창무.“해의 신도시개발의 비전과 사업추진 방안.서울대학교 건설환경공학부”. 건설기술 쌍용. 봄호(v.58), (2011), pp.4-8.

제3장 동북 3성의 환경 실태 분석 및 사회 영향

제1절 동북 3성의 경제 발전의 규모와 특성

1.1 경제 발전의 규모

1.1.1 국가 정책 지원

2014년 5월, 국가는 시범 저탄소 산업 단지의 첫 번째 배치 목록을 발표했다. 발표된 55개 산업단지 중 7개는 중동 동북부 3개 성(심양, 다롄, 길림시, 연길, 장춘, 다칭, 치치하얼)에 위치해 있다. 2014년 8월 국무원은 "가까운 장래에 중국 동북부 활성화를 지원하기 위한 몇 가지 주요 정책 조치에 대한 의견"을 발표하여 동북 시장의 활력을 자극하고, 국유 기업의 개혁을 더욱 심화하고, 도시 개조 및 개발, 생태 및 환경 보호 강화, 전방위 개방 확대를 통한 협력을 이룰 것을 표명했다. 나아가 2015년 3월, 국가는 동북 3성을 중국의 대북 개방을 위한 중요한 창구로 삼았다⁴⁰⁾.

1.1.2 새로운 에너지 소비가 양호한 상태

최근 몇 년 동안 중국 동북 3성은 국가 정책 방향에 적극적으로 대응하고 저탄소 순환 경제의 발전을 촉진하기 위해 많은 노력을 기울였다. 2014년, 흑룡강성, 길림성, 랴오닝성 인민정부는 "2014년부터 2015년까지 흑룡강성 에너지 절약, 배출 감소 및 저탄소 개발 실시 계획", "에너지 절약 및 배출 감소를 위한 종합 실시 계획"을 연속적으로 발표했다.

현재 랴오닝성의 전력 설비 용량은 동북 전력망의 약 35%를 차지하고 전력 소비량은 동북 지역의 1/2을 차지한다. 2018년 말 현재 랴오닝성의 신에너지 소비는 국제 선진 수준에 도달했으며, 요녕성의 청정 에너지 설치 용량 비율은 34%

39) 한국 및 중국 저탄소 녹색도시구현을 위한 도시계획 비교 고찰 연구-학위논문(박사) -- 호서대학교 대학원 환경공학과·건축에너지전공 2015-P67

40)2018년 길림성 과학기술부 소프트 과학 연구 프로젝트 "길림성 산업 클러스터에서 혁신 클러스터로의 진화에 관한 연구"

에 달했다.

① 2018년 말 현재 흑룡강성 풍력 및 태양광 발전 총 설치 용량은 806기에 달한다. 지방의 설치 용량을 차지하는 50,000킬로와트 25.8% : 63억kwh, 전년 대비 15.4% 증가 ;태양광 발전 완료 20년 대비 254개 증가한 27억kwh. 1%. 이렇듯 헤이룽장성 전력망의 새로운 에너지 소비는 역사상 최고 수준에 도달했으며 이산화탄소 및 기타 오염 물질 배출량은 연간 약 1,440만 톤 감소했다.

② 길림성은 풍력자원이 풍부하다. 전국 1,000만킬로와트 풍력발전기지 7개 중 하나로서 2018년 길림성 풍력터빈 누적발전량은 104로 전년 대비 20배 증가한 82억kwh. 68%, 풍력의 평균 이용 시간은 2,057시간으로 전년 대비 336시간 증가했으며, 풍력 감소는 65시간 감소했다. 포기풍률은 6으로 떨어졌다. 전년 대비 14% 포인트 감소했다.

③ 2018년 길림성은 64개의 신에너지 및 재생에너지 프로젝트에 투자했으며 올해는 99개를 투자할 계획이다. 실제로 35.8억 위안을 투자했다. 길림성은 현재 전국에서 새로운 에너지 소비가 가장 많은 비율을 차지하는 지방 중 하나이다⁴¹⁾.

1.2 경제 발전의 특성

경제 발전 방식을 전환하고 녹색 최적화를 촉진하며 경제 구조를 업그레이드하는 것은 중국 동북 노후 산업 기반의 발전 목표 중 하나이다. 지역 경제 발전을 촉진하는 효과적인 조직 형태로서의 산업 클러스터는 주도적으로 변화하고 업그레이드하며 저탄소 경제를 힘차게 발전시켜 중국 동북 지역의 오래된 산업 기지의 경제 활력을 촉진해야 한다.

동북 산업 클러스터의 저탄소 개발은 국가 정책 지원, 새로운 에너지의 좋은 소비, 완벽한 산업 기반 및 풍부한 과학 및 교육 자원과 같은 탁월한 이점을 가지고 있다. 그러나 에너지 소비 비중이 높고 저탄소 자원 이용률이 낮으며, 주민들의 소득 수준이 낮고, 환경오염 관리에 대한 투자가 적으며 정부 간소화 및 지방 분권화는 초기 단계에 있다는 문제점이 있다. 이는 경제 발전에 영향을 미친

41) 중국 동북부 노후 산업기지의 저탄소 산업단지 개발 분석 -Jiang Hong1, Xu Debin2(1. Changchun University, Changchun, Jilin, 130022; 2. Changchun University of Traditional Chinese Medicine, Changchun, Jilin, 2p

다.

기업의 저탄소 개발 사고가 아직 형성되지 않은 것은 중요한 단점이 되는데, 중국 동북의 오래된 산업기지에서 산업 클러스터의 저탄소 개발을 촉진하려면 정부 기능의 전환을 가속화하고 기업의 저탄소 발전 사고를 강화하며 저탄소 기반을 구축하는 측면에서 효과적인 정책 조치를 취해야 하기 때문이다. 대중을 위한 수요 메커니즘과 탄소 금융의 발전을 가속화해야 한다⁴²⁾.

제2절 동북 3성의 생활 현황 조사

2.1 조사 방법과 조사 대상자의 특성

2.1.1 인구 및 풍요의 요인

인구는 사회적 생산과 생활의 주요 구성요소로서 사회, 경제, 환경과 밀접하게 관련되어 있으며, 인구의 성장 과정과 생활수준의 증가에 따라 많은 양의 화석에너지가 소비된다. 기준 및 품질 향상에 따라 에너지 소비도 증가하고 있으며, 화석 에너지의 연소 과정에서 이산화탄소, 질소산화물 등의 오염 가스가 대기 중으로 다량 배출되면서 대기질 및 지구 환경에 큰 영향을 미치고 있다. 이에 기후변화에 따라 총인구와 1인당 GDP가 이산화탄소 배출에 미치는 영향을 분석한다.

조사는 동북3도의 인구를 대상으로 하여 실시하였다.

2.1.2 근무 및 생활 현황

전체 인구는 동북부 3개 지방에서 탄소 배출량에 가장 큰 영향을 미치며 탄력성은 291으로 동북 3성의 전체 인구가 1% 증가하면 탄소 배출량은 291이 된다. 즉, 전체 인구의 291%가 탄소 배출량 증가에 영향을 미치는 가장 중요한 요인이다. 1999년부터 2014년까지 동북 3성 총인구는 등락하는 증가세를 보였고, 2014년 동북3성 총인구는 10,748명이다. 1999년에 비해 237% 증가한 50,000명이 되었다. 인구는 사회적 생산과 생활의 주체이며, 총인구가 증가함에 따라 에너지 수

42) 중국 동북부 노후 산업기지의 저탄소 산업단지 개발 분석 -Jiang Hong1, Xu Debin2(1. Changchun University, Changchun, Jilin 130022; 2. Changchun University of Traditional Chinese Medicine, Changchun, Jilin 3-4p

요도 증가하여 탄소 배출량 증가로 이어진다. 2차 산업의 부가가치 비율이 두 번째로 큰 요인이 되는데, 탄소 배출량에 영향을 미치는 주요인은 2차 산업의 부가가치율이 1% 증가할 때마다 탄소배출량은 202%씩 증가한다. 오래된 산업 기반으로서 중국 동북부는 주로 2차 산업이 지배하고 상대적으로 단일 산업구조를 가지고 있다. 이 산업은 높은 에너지 소비와 높은 배출이라는 특징을 가진다⁴³⁾.

따라서 2차 산업의 산출가치 증가는 필연적으로 탄소배출량의 증가로 이어지며, 도시화율도 탄소배출량에 영향을 미치는 중요한 요인이 된다. 동북3성의 전체 도시화율은 1999년 51건에서 199%로 증가했다. 2014년에는 59%로 52% 증가했으며 연평균 성장률은 25%이다. 탄소배출량에 영향을 미치는 요인 중 하나인 도시화는 토지이용의 변화, 시멘트, 철강 등 산업용 건축자재의 수요증가, 운송수단의 증가 등 탄소배출량에 다양한 영향을 미치며 탄소배출량을 증가시킨다. 2010년 중국 흑룡강성, 길림성, 랴오닝성은 모두 탄소배출강도가 높았다($3t/10,000 < C < 5t/10,000$)⁴⁴⁾.

위 자료들을 통해 동북 3성의 경제발전과 탄소배출량의 관계가 매우 밀접하며, 탄소배출량에 대한 1인당 GDP의 탄력성은 0.193, 즉 1인당 GDP가 증가할 때 임을 알 수 있다. 따라서 GDP가 1% 증가하면 탄소 배출량은 193% 증가하며 1인당 GDP의 증가는 사람들의 생활 소비 수준을 향상시키고 사람들의 소비 수준과 구조에 영향을 미치므로 간접적으로 이산화탄소 배출에 영향을 미친다.

그림 <3-1> 탄소 배출 집약도

그림 참조:12차 5개년 계획" 기간 동안 각 지역의 CO2 배출 제어 및 배출 감소 압력 평가 [J] . 경제지리, 2014, 34(5): 155-161.

위 두 가지 상황의 설정에 따르면 {그림 <3-1> 참조} 기준 시나리오 하에서 2020년 흑룡강성, 지린성, 랴오닝성의 탄소 배출 집약도는 각각 0.41, 0.

43) 장병병, 쉬강닝, 첸팅치양. 기술 진보가 이산화탄소 배출 집약도에 미치는 영향에 관한 연구 [J] . 자원과학, 2014, 36(3): 567-576.

44) 황루이, 왕정. STIRPAT 모델에 기반한 충청의 에너지 소비 및 탄소배출 영향요인 연구 [J] . 환경과학저널, 2013, 33(2): 602 - 608.

지역	연도	기준 정경		저탄소광경	
		탄소배출량/만 톤	탄소배출강도/1만 위안	탄소배출량/만!	탄소배출강도/1만 위안-1
헤이룽장 성	2020	8697.069892	0.41	12586.53427	0.59
	2030	11745.22169	0.31	14517.65261	0.38
지린 성	2020	10878.79001	0.54	13292.85344	0.66
	2030	23620.58068	0.62	16256.94043	0.43
랴오닝 성	2020	20356.39335	0.48	30244.43628	0.72
	2030	32425.19813	0.41	36613.63741	0.46

54, 0.48이다. 지수는 저탄소 시나리오보다 현저히 낮다. 1999년부터 2014년까지의 평균 탄소 배출량 증가율과 "13차 5개년 계획"동안 지방의 연간 GDP 증가율을 기반으로 한 탄소 배출량, 2030년 베이스라인 시나리오의 탄소배출량 집약도는 0.31, 0.62, 0.41이다. 국가는 2005년에 비해 2030년에 탄소 배출 집약도를 60~65% 줄일 것을 약속했다.

이 목표와 비교할 때 2030년 길림성의 탄소 배출 집약도는 저탄소 시나리오보다 크고, 다른 두 성은 이 목표를 달성할 수 있으므로 길림성은 2030년 이전에 배출 감소에 더 많은 관심을 기울여 경제를 개선하고 탄소 배출량을 줄이는 목표를 달성해야 한다⁴⁵⁾.

45) 덩 쉬안카이, 위옌화, 류옌팡. "12차 5개년 계획" 기간 동안 각 지역의 CO2 배출 제어 및 배출 감소 압력 평가 [J]. 경제지리, 2014, 34(5): 155-161.

제4장 동북3성 탄소배출량 분석

<그림 4-1>은 동북 3성 도시주민의 직접탄소배출량 구성 및 총량을 나타낸 것으로, 총량의 관점에서 볼 때 전반적인 추세는 “증가-감소-증가”에 있다. 2001년부터 2019년까지 동북3성 도시주민의 직접탄소배출량은 2,852.970만 톤에서 9,1715,600만 톤으로 연평균 11.66%로 증가했다. 2001년부터 2012년까지 에너지 소비가 급속한 성장기에 접어들면서 직접탄소 총배출량은 해마다 증가하여 연평균 16.11% 증가하였다. 반면 2012년부터 2013년까지 총탄소배출량 증가율은 마이너스를 기록하며 탄소배출량은 소폭 감소하였으며, 2013년부터 2019년까지는 꾸준한 추세를 보이며 완만하게 증가하여 연평균 약 2.75%의 증가율을 보였다⁴⁶⁾.

그림 <4-1> 동북 3성 도시 거주자의 직접 탄소 배출

동북 3성 도시 거주자의 직접 탄소 배출						단위: 만톤
년	석탄	기름	천연가스	열	전기	총
2001년	1162.13	568.79	1.43	1032.34	88.29	2852.97
2002년	1182.50	560.38	2.06	1210.71	94.97	3050.62
2003년	1219.15	640.40	3.36	1430.29	115.04	3408.23
2004년	982.16	648.12	8.21	1874.23	130.54	3643.24
2005년	1136.97	780.79	5.78	2157.62	144.34	4225.51
2006년	1167.00	870.16	1.30	2568.21	156.83	4763.50
2007년	1094.81	1032.59	0.84	3408.08	166.60	5702.93
2008년	739.91	777.67	7.99	4406.25	193.40	6125.22
2009년	822.62	924.62	11.89	4632.96	190.30	6582.38
2010년	1117.27	1733.75	22시 47분	4591.15	208.64	7673.28
2011년	1276.84	1805.79	9.16	4785.21	224.64	8101.65
2012년	1246.78	1655.84	30.68	5203.85	232.06	8369.20
2013년	1365.65	881.75	32시 30분	5167.88	241.66	7689.25
2014년	1294.43	900.25	38.37	5336.88	248.68	7818.60
2015년	906.61	1108.19	41.98	5623.67	258.76	7939.21
2016년	1073.62	1004.98	48.35	5757.47	270.85	8155.26
2017년	999.55	1065.51	51.46	5971.98	283.63	8372.13
2018년	692.73	1188.45	54.99	6671.32	302.83	8910.32
2019년	558.79	1213.45	71.63	7017.85	309.83	9171.56

그림 참조:Liang Limin, 동북 3성 도시 거주자의 생활 소비에 미치는 탄소 배출 및 영향 요인

46) Liang Limin, 동북 3성 도시 거주자의 생활 소비에 미치는 탄소 배출 및 영향 요인에 관한 연구 [D]. 동북재경대학교, 2022.

에 관한 연구 [D]. 동북재경대학교, 2022.

제1절 랴오닝성 1인당 탄소배출량 분석

그림 <4-2>는 2001년부터 2019년까지 랴오닝성 도시 거주자의 직접 탄소 배출량 구성을 보여준다. 이 중 열, 석유, 전기 및 천연가스의 4대 에너지원에 서 탄소 배출량이 차지하는 비율과 석탄으로 인한 탄소배출량은 해마다 증가 하였다. 단, 석탄은 양적으로는 감소추세를 보인다.

이 중 열 탄소 배출량은 연평균 62.18%, 석탄은 연평균 20.74%, 천연가스는 3.15%에 불과하다. 2001년부터 2004년까지 석탄의 탄소배출량은 항상 열 탄소 배출량보다 높았고 그 후 열 탄소배출량의 비율은 석탄보다 훨씬 높았다. 이는 랴오닝성이 에너지 활용을 개선하기 위해 1차 에너지 대신 2차 에너지를 사용하고 있음을 보여준다.

그림 <4-2> 랴오닝성의 1인당 탄소 배출량

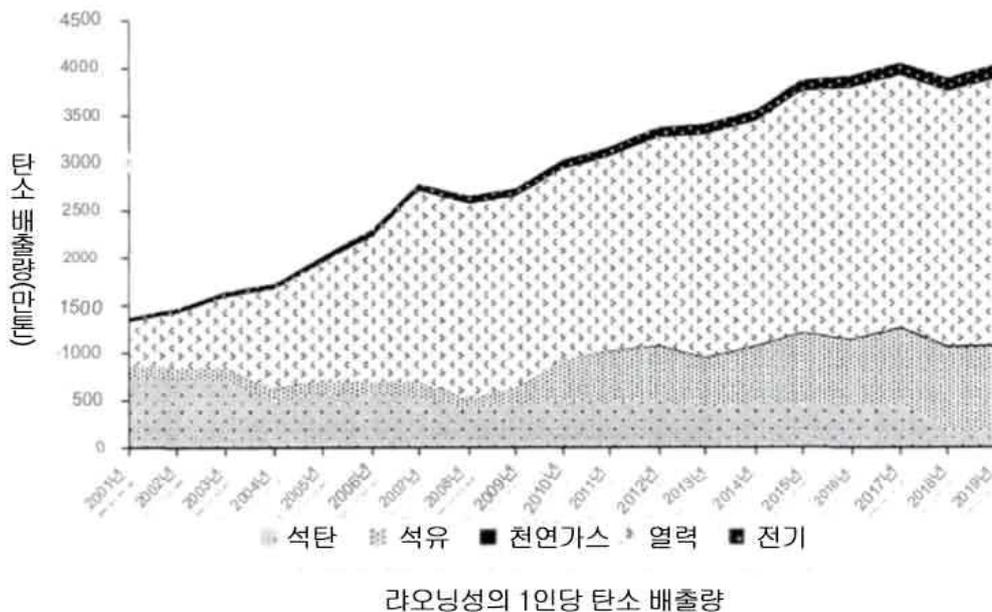


그림 참조:Liang Limin, 동북 3성 도시 거주자의 생활 소비에 미치는 탄소 배출 및 영향 요인에 관한 연구 [D]. 동북재경대학교, 2022.

그림 <4-3> 1980년부터 2010년까지 1인당 탄소배출량 분석

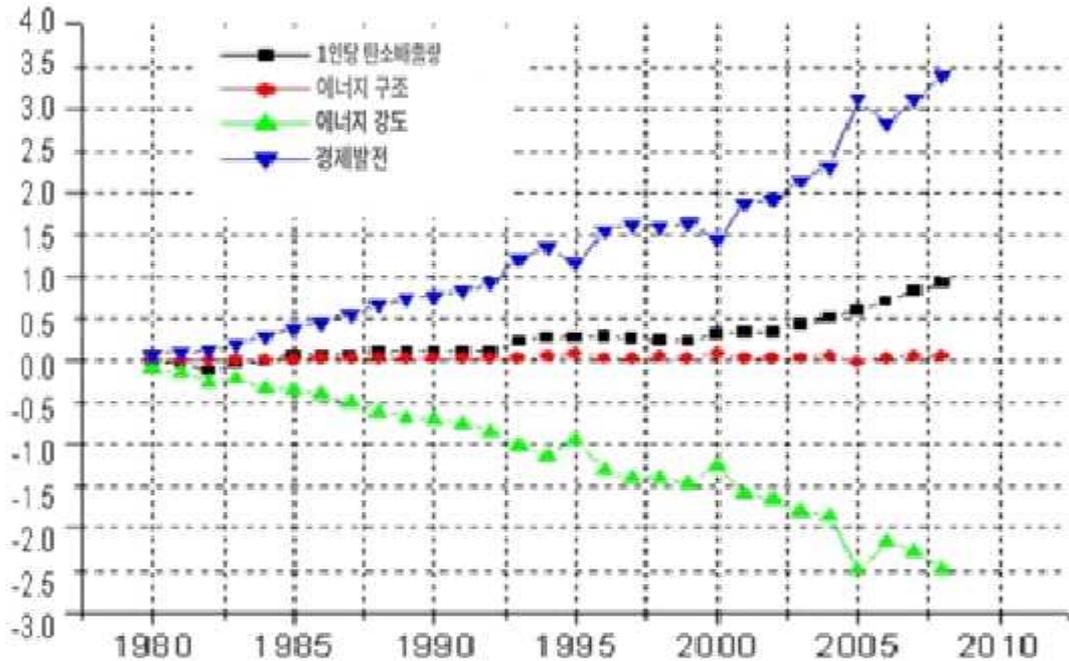


그림 참조 : 시에권안 외 3인 - 우리나라 저탄소 경제 발전을 위한 아이디어와 대책 - 현대 경제 경영 - 석사 논문 - 동북대학교 - 2008

그림 <4-3>는 1980년부터 2010년까지 1인당 탄소배출량을 분석했다. 1980년부터 1992년까지 1인당 총탄소배출량 증가율은 연평균 1.6%에 그쳤고, 1993년부터 1999년까지 1인당 총탄소배출량은 감소했다.

2000년부터 2008년까지 1인당 총배출량은 연평균 8.3%의 증가율로 급격히 증가하여 2008년 1인당 탄소배출량은 1980년의 2.88배인 2.859톤에 이른다. 1978년부터 2000년까지 에너지 집약도 억제 기여율과 경제발전 자극 기여율의 격차가 매우 작아 랴오닝성의 1인당 탄소배출량 증가율은 연평균 2.76배 증가했으나 2000년까지 2000년 이후에는 양자의 격차가 계속 벌어져 1인당 탄소배출량의 연평균 증가율은 8.32%로 요녕성의 1인당 탄소배출량 총량은 급격히 증가했다.

따라서 1980년부터 2008년 랴오닝성 1인당 총탄소배출량의 급격한 증가가 경제발전의 결정적 요인이다. 특히 에너지 집약도는 상당한 억제효과를 보이지만 1인당 탄소배출량 감소는 경제성장 둔화로는 달성할 수 없으므로 에너지 집약도를 줄이고 에너지 소비구조를 개선하는 데 초점을 맞춰야 한다.

제2절 흑룡강성 1인당 탄소배출량 분석

그림 <4-4>는 흑룡강성 도시 거주자의 직접 탄소 배출량을 바탕으로 열과 전기의 탄소 배출량은 안정적인 증가 추세를 보였고 석탄과 석유의 탄소 배출량은 요동치는 하락세를 보였다.

2001년부터 2019년까지 열에너지의 탄소배출량은 해마다 증가하여 석탄을 훨씬 초과하였으나, 천연가스에서 발생하는 탄소배출량의 비율은 극히 미미하였다. 구체적으로 열로 인한 탄소배출량은 전체 탄소배출량의 60.77%를 차지하며 석유, 석탄, 전력, 천연가스 평균은 각각 23.51%, 12.97%, 2.68%, 0.30%에 불과하다.

그림 <4-4> 흑룡강성 1인당 탄소 배출량

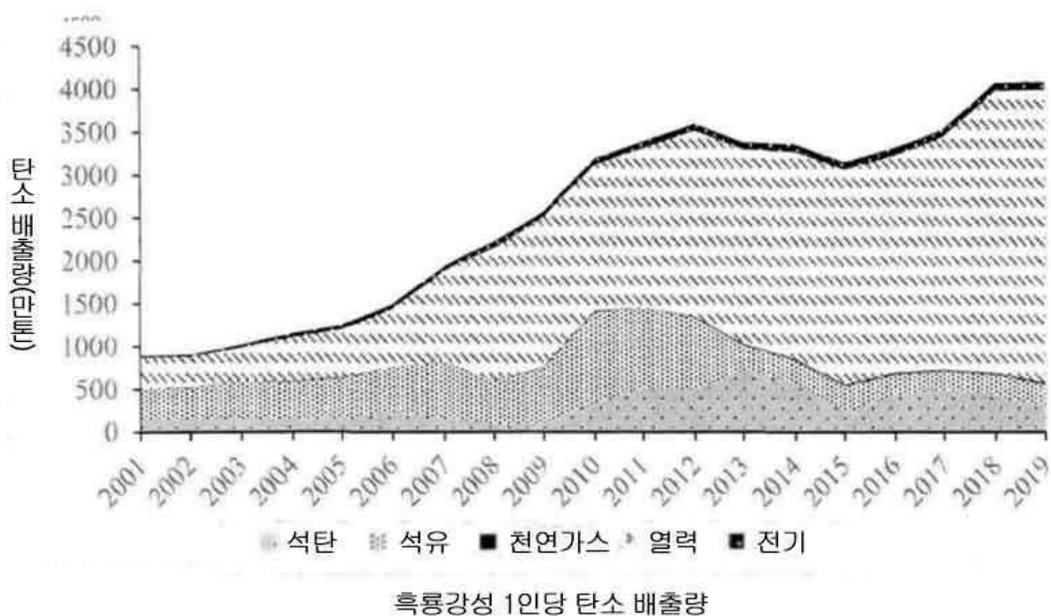


그림 참조:Liang Limin, 동북 3성 도시 거주자의 생활 소비에 미치는 탄소 배출 및 영향 요인에 관한 연구 [D]. 동북재경대학교, 2022.

인구 3,100만 명이 넘는 그림 <4-5>는 흑룡강성 국가 에너지 안보, 산업 안보, 생태 안보, 식량 안보와 같은 주요 책임을 지고 있다. 데이터 분석에 따르면 흑룡강성의 평균 기온은 0.28 ± 0 도 상승했다. 이러한 기온 상승은 농작물이 해충과 질병의 공격을 받을 위험을 증가시키고 식량 안보에 영향을 미친다.

1981년부터 1992년까지 흑룡강성 1인당 탄소배출량 증가에 대한 경제발전 요인의 기여도가 흑룡강성 1인당 탄소배출량 감소에 대한 에너지 집약도 기여도보다 빨랐기 때문에 이 단계의 1인당 탄소배출량은 안정적이었다.

1993년, 1인당 탄소배출량 감소에 대한 에너지 집약도 및 에너지 구조 요인의 기여도가 1인당 탄소배출량 증가에 대한 경제발전 요인의 기여도보다 커지면서 1인당 탄소배출량은 1992년 대비 9.4% 증가했다.

1994년부터 1999년까지 1인당 탄소 배출량에 대한 에너지 집약도의 기여도는 1인당 탄소 배출량에 대한 경제 발전의 기여도보다 작아 다시 1인당 탄소 배출량이 증가하는 추세를 보였다.

그림 <4-5> 1인당 탄소배출량 데이터 분석

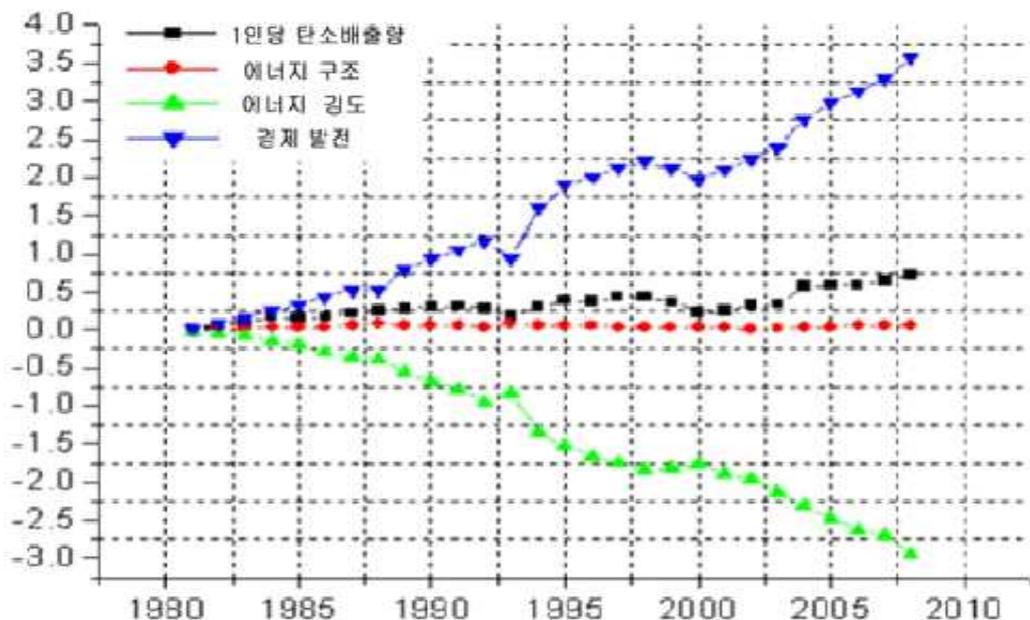


그림 참조:시에권안 외 3인 - 우리나라 저탄소 경제 발전을 위한 아이디어와 대책 - 현대 경제 경영 - 석사 논문 - 동북대학교 - 2008

그러던 중 2000년에 두 번째 변곡점이 나타났다. 1인당 탄소배출량은 1999년에 비해 12.6% 감소하였으며, 2008년 흑룡강성의 1인당 탄소 배출량은 1.453톤/인으로 2000년에 비해 51.2% 증가했다.

따라서 1981년에서 2008년 에너지 원단위의 급격한 감소로 1인당 탄소 배출량 증가 폭은 둔화되었으나 급속한 경제 발전에 따른 1인당 총 탄소 배출량 증가를 억제하기는 여전히 어렵다. 1인당 총 탄소 배출량의 억제를 위해서는 1차 에너지 소비에서 석탄의 비율을 줄이고 석탄을 주축으로 석유, 천연 가스 및 수력이 서로 보완하는 다양한 에너지 구조 시스템을 형성하여 저에너지를 실현해야 한다.

제3절 길림성 1인당 탄소 배출량 분석

그림 <4-6>는 길림성의 1인당 탄소 배출량 구성으로, 5가지 유형의 에너지원의 탄소 배출량 변동이 뚜렷하며, 열 탄소 배출량이 점차 1위를 차지하며 최저 36.07%(2001년), 최고 77.45%(2019년)를 기록한다.

2007~2019년 석탄 탄소 방출량은 매년 감소하여 연간 약 27.72%로 2위를 차지하였다. 천연가스의 탄소 배출량은 연간 평균 총 탄소 배출량의 4.43%로 가장 적다. 전력의 탄소 배출량은 전반적으로 변화가 안정적이고 완만하게 상승한다. 석유의 탄소 배출량은 최소 9.13%(2017년), 최대 21.43%(2011년)로 크게 변화하여 '승-하강-승-하강'의 변동을 겪었다.

이처럼 지린성 도시 주민들의 생활 에너지 구조와 방식이 바뀌고 있으며 석탄 대신 열, 전기, 천연가스 등 다양한 에너지원이 주요 생활에너지가 되고 있다⁴⁷⁾.

47) Liang Limin, 동북 3성 도시 거주자의 생활 소비에 미치는 탄소 배출 및 영향 요인에 관한 연구 [D]. 동북재경대학교, 2022.

그림 <4-6> 길림성 1인당 탄소 배출량

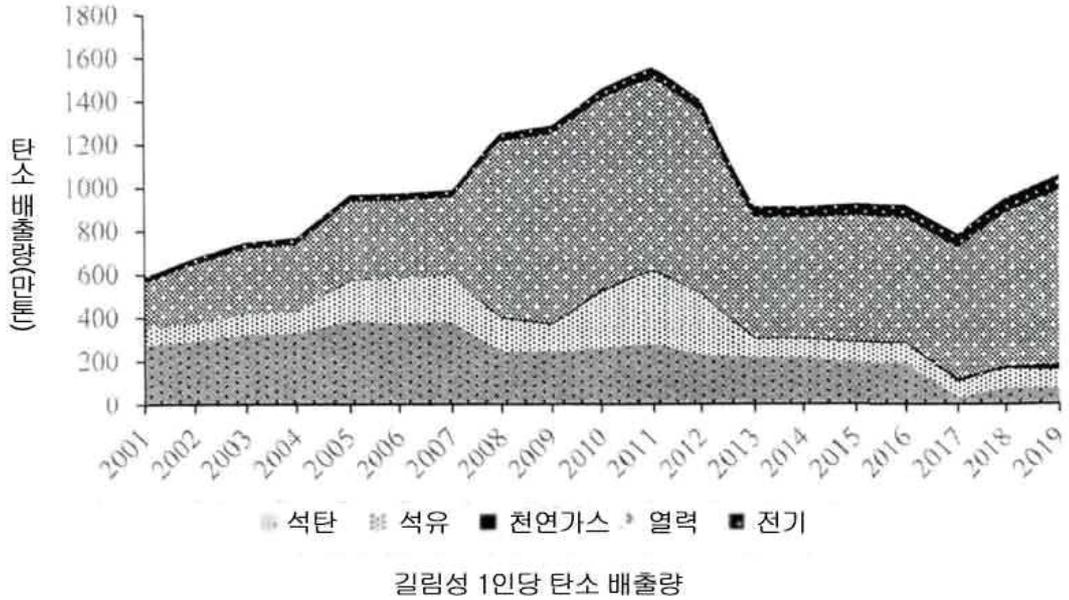


그림 참조:Liang Limin, 동북 3성 도시 거주자의 생활 소비에 미치는 탄소 배출 및 영향 요인에 관한 연구 [D]. 동북재경대학교, 2022.

그림 <4-7> 길림성의 1인당 탄소 배출량

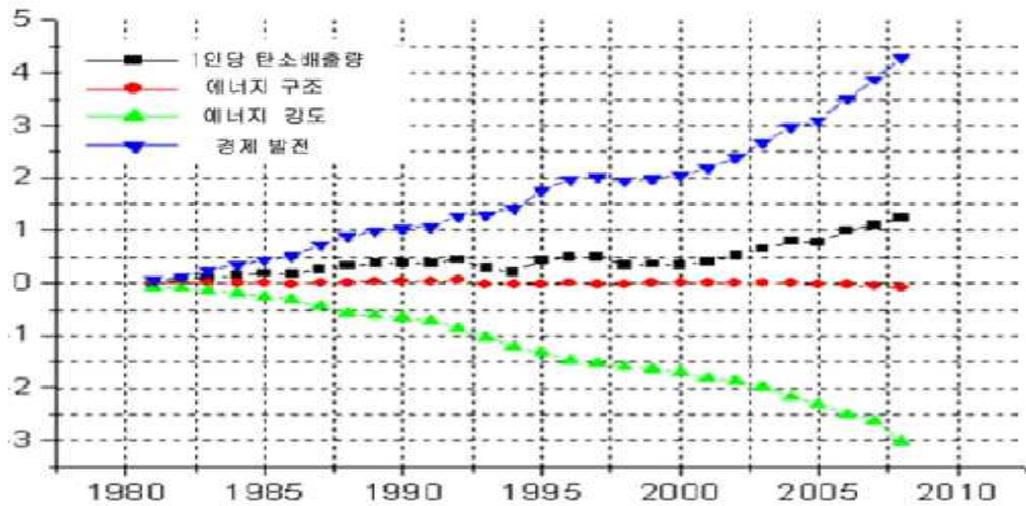


그림 참조:Liang Limin, 시에권안 외 3인 - 우리나라 저탄소 경제 발전을 위한 아이디어와 대책 - 현대 경제 경영 - 석사 논문 - 동북대학교 - 2008

그림 <4-7> 길림성의 1인당 탄소 배출량은 전반적으로 증가 추세에 있으며 2008년 1인당 탄소배출량은 1.81톤/인으로 1980년 0.57톤/인보다 3.17배 증가했다. 1981년부터 1992년까지 1인당 탄소 배출량의 연평균 증가율은 6.2%였다. 1993년 1인당 탄소 배출량은 0.86톤/인으로 1992년에 비해 16.5% 감소했다.

1인당 탄소 배출량 증가에 대한 경제 발전의 기여도, 이후 1인당 탄소 배출량에 대한 경제 발전 요소의 기여도와 에너지 집약도 간의 격차가 계속 확대됨에 따라 길림성의 1인당 탄소 배출량은 계속 증가했으며 2000년부터 2008년까지 연평균 증가율은 1인당 탄소 배출량은 9.4%였다.

1인당 탄소 배출량을 근본적으로 줄이기 위해서는 석탄이 지배하는 에너지 구조를 하루빨리 바꾸고 재생 가능한 자원을 적극 개발하여 합리적인 에너지 구조를 구축해야 한다. 이에 길림성 에너지 산업의 구조 조정을 적극적으로 추진하며, 전통적인 광범위한 경제 성장 모델을 저탄소 경제로 대체하고, 에너지 효율이 높은 저탄소 혁명을 추진한다. 예로 석탄, 석유 등 화석에너지를 대체할 청정에너지로 원자력, 풍력, 태양에너지, 바이오매스 에너지 등을 사용하여 이산화탄소 배출을 줄인다.

랴오닝, 흑룡강, 길림 3성은 모두 석탄에서 발생하는 탄소배출량이 점차 감소하고 열에서 발생하는 탄소배출량이 1위를 차지하며 석유의 탄소배출량은 랴오닝성을 제외하고는 감소하고 있으며, 천연가스와 전력에서 발생하는 탄소 배출량은 모두 비교적 낮은 비율을 차지하고 있다.

이는 동북 3성의 날씨가 춥고 겨울철에는 다른 지역에 비해 시간이 오래 걸리기 때문이며, 열 등 다양한 난방방식이 전통적인 석탄난방방식을 대체하여 1차 에너지 사용을 줄이는 등 난방방식이 변화하고 있음을 나타내지만 청정에너지 사용 모두 초기단계이기 때문에 에너지구조조정 최적화 및 에너지이용기술 향상 방면에서 여전히 갈 길이 멀다.

제5장 중국 동북 3성 탄소배출 최적화 방향 및 정책제언

제1절 에너지 구조 최적화 및 대체·재생에너지 개발 본격화

저탄소 경제의 실현 형태는 에너지 구조의 합리적 조정, 에너지 이용 효율의 향상, 대체 에너지 및 신재생 에너지의 적극적인 개발이다⁴⁸⁾.

석탄자원의 고품질 개발 및 이용을 탐색하고 청정에너지, 고품질에너지, 천연가스, 수력, 원자력 등 재생에너지의 비중을 높이는 것은 에너지 구조를 개선하는 중요한 방법이다. 동북 3성에서는 석탄의 심층 가공을 통해 석탄 자원을 절약하고, 이용률을 향상시키며, 오염이 없거나 적은 청정 에너지를 생산해야 한다. 또 흑룡강 등지의 고품질 석탄에 대해서는 화력 발전 산업을 적극 발전시키고, 갈탄 산지에서는 화력 발전 산업을 적극 발전시키면서 정밀 가공을 진행하여 종합 이용률을 높여야 한다.

또한 지역의 수자원을 합리적으로 활용할 필요가 있다. 흑룡강 유역의 수력 발전 개발 가속화에 중점을 두고, 서부 랴오닝과 지시에 대형 및 중형 풍력 발전 단지를 건설하여 풍력 에너지 개발을 증가시키며, 랴오닝성은 원자력 자원을 개발 및 활용해야 한다. 전력 부하의 해안 근처에 위치한 이 지역은 원자력 프로젝트를 배치하기 시작했다.

마지막으로 녹색 식물의 빛과 작용을 통해 이산화탄소와 물로부터 바이오매스를 합성한 무공해, 저공해 재생 에너지인 바이오 에너지를 개발해야 한다. 동북 3성은 전국의 중요한 곡물기지이자 세계적으로 유명한 옥수수 지대이며 광활한 농촌은 옥수수대를 이용하여 바이오 에너지를 개발할 수 있을 것이다⁴⁹⁾.

48) Xie Junan, Hao Dongheng, Xie Wen. 우리나라 저탄소 경제 발전을 위한 아이디어와 대책 [J]. 현대 경제 관리, 2008, 30(12).

49) Chen Cai, Li Guangquan, Yang Xiaohui 등 동북노공업기지의 새로운 산업화로 가는 길[M]. 창춘: 동북사범대학, 2004.72-73.

제2절 산업구조 조정 및 저탄소산업 육성

산업화의 새로운 길을 견지하고, 산업 구조, 제품 구조 및 에너지 소비 구조를 조정하며, 기업의 자주적 혁신 능력을 강화하여 현대 서비스 산업이 지배하는 3차 산업과 정보 기술이 지배하는 하이테크 산업의 발전을 가속화해야 한다. 또한 고소비의 제거를 가속화해야 한다. 이러한 변화는 하이테크 및 저효율 기업을 사용하여 전통 산업을 변혁하고, 저탄소 특성을 지닌 산업을 개발하여 산업 구조의 최적화 및 업그레이드를 촉진한다.

제3절 산림 탄소 흡수원의 잠재력을 최대한 발휘하고 저탄소 관광 지역 조성

탄소원 (Carbon Source) 은 일반적으로 유기체 또는 인간 활동에 의해 대기 중으로 CO₂를 방출하는 과정 혹은 그 활동 및 메커니즘을 의미한다. 예를 들어 생물학적 생활 활동은 CO₂를 배출하고 산업 및 자동차와 같은 사람들의 활동은 CO₂를 배출한다.

탄소 싱크(Carbon Sink)는 일반적으로 대기에서 CO₂를 흡수하거나 고정하는 유기체와 토양의 과정, 활동 및 메커니즘을 말한다⁵⁰⁾. 산림은 육상 생태계의 주체이며 지구의 탄소 순환에서 중요한 탄소 흡수원이다. 산림이 성장하는 과정에서 광합성 작용을 통해 대기 중의 CO₂가 흡수되어 바이오매스 형태로 고정되어 대기 중 CO₂ 농도를 감소시키는 역할을 산림의 탄소 싱크 기능이라 한다.

연구에 따르면 육상 산림 식생의 성장은 광합성을 통해 산림 생물 유기체의 이산화탄소를 흡수하고 고정할 수 있으며 산림 식생의 연간 순 탄소 흡수량은 약 10억 ~ 15억 톤이다. 삼림 면적이 1% 증가할 때마다 대기에서 6천만~7억 1천만 톤의 탄소를 흡수하고 고칠 수 있다. 삼림 탄소 흡수원을 늘리기 위한 조림 및 재조림을 구현하는 것은 CO₂ 증가를 해결하는 가장 비용 효율적인

50) Li Youhua, 중국의 탄소 격리 경제 발전에 관한 몇 가지 문제[J], 학술 교류, 2008(3)

방법으로 인식되고 있다⁵¹⁾.

이에 동북 3성은 조림, 초원 복원, 습지 보호, 농지 보호를 통해 천연 탄소 저장고를 보호하고 생물학적 탄소 격리를 사용하여 산림 탄소 흡수원을 확대하고 온실 효과를 늦춰야 한다⁵²⁾.

북동부 3개 지방은 산림 탄소 흡수원을 증가시키고 탄소원을 줄일 수 있는 기본적인 잠재력을 가지고 있다. 2008년 말까지 흑룡강성 삼림면적은 2,007만 헥타르, 총 임목수량은 16.5억 입방미터, 삼림 피복율은 43.6%, 총 수자원은 462억 입방미터, 경작면적은 1183.8만 헥타르, 433만 헥타르이다.

길림성 임업면적은 928.8만 헥타르이고 그중 삼림면적은 820.2만 헥타르, 임목 총량은 9억 1387.2만 입방미터, 삼림피복율은 43.4%로 총 수자원은 328억 8천만 입방미터이다.

랴오닝성은 삼림 569.9만 헥타르, 경작지 408.5만 헥타르, 수자원 266.03억 입방미터를 보유하고 있다. 대흥안산림은 중국에서 가장 넓은 면적을 가지고 있으며 임목량은 5억 100만 입방미터로 전국 총임량의 7.8%를 차지하며 삼림면적은 767만 헥타르, 삼림피복율은 79.83%에 이른다.

또한 대흥안산맥은 대륙성 계절풍 기후의 영향을 받아 겨울철 이른 눈과 폭설이 내리는데, 이는 과학 연구, 탐사, 스키 등 특수 관광 활동에 매우 적합하며 중국 3대 "저탄소 관광 지역"중 하나로 선정되었다⁵³⁾.

제4절 지역 조정 강화 및 지역 저탄소 경제 개발 전략 수립

영국의 스텐리포트(Stern Report)가 내린 결론에 따르면 심각한 기후변화에 직면한 상황에서 관련 조치를 가능한 한 빨리 취하는 것이 경제적으로 유리하며 시의적절하게 조치를 취할수록 경제적 손실이 적어진다.

51) Teng Yanguo, Ni Shijun, Tuo Xianguo 등 표준 방법에 의한 Panzhihua 지역 지표 토양의 중금속 오염 평가 [J]. Journal of Soil Science, 2003, 40(3): 374-379.

52) Jiang Zehui. 기후변화와 우리 나라의 임업 생태 건설, 기후변화와 생태환경에 관한 심포지엄 [R]. 2003.

53) Wang Can, Chen Jining, Zou Ji. CGE 모델에 기반한 중국 경제에 대한 CO₂ 배출 감소의 영향 [J], Journal of Tsinghua University(Natural Science Edition), 2005(12).

일부 선진국은 저탄소 경제를 발전시키기 위해 이미 국가적 장기 전략을 수립했다. 이에 중국의 상황에서, 경제 건설과 에너지 기반 시설 건설의 수명 주기에 따른 자본 및 기술 종속 효과를 피하기 위해서는 저탄소 경제로의 전환을 매우 중요하게 생각해야 한다.

따라서 동북지역에 기반을 두고 중국의 자원절약형·환경친화적 사회 건설과 에너지절약 및 배출감축의 업무수요를 결합하고, 저탄소 경제발전 이념을 전개하며, 이에 대한 연구와 공식화에 박차를 가할 필요가 있다. 동북아 저탄소 경제 발전 전략의 단기, 중기, 장기 계획 수립, 사회 경제 발전에 대한 탄소 배출 집약도 평가를 적극적으로 수행하고 정부, 기업, 산업구조 조정, 지역배치, 기술진보, 기반시설 건설 등 저탄소 경제에 기여할 수 있도록 변화하는 여건을 만들어야 한다⁵⁴⁾.

제5절 저탄소 개념을 사용하여 저탄소 경제 시범 구역 계획

저탄소 도시 및 인프라 구축. 저탄소 개념을 설계 사양에 도입하고 도시 기능 영역의 레이아웃을 합리적으로 계획하며, 건물 건설에서 태양 에너지 사용을 촉진하고, 가능한 한 자연 환기 및 조명을 사용하며 에너지 절약을 시행한다. 이러한 난방 및 냉방 시스템, 단열재 선택, 적절한 장식 옹호, 가족의 에너지 절약 램프 및 에너지 절약 기기 사용 촉진 등은 삶의 질에 영향을 미치지 않고 일상 생활에서 탄소 배출량을 효과적으로 줄일 수 있다.

도시교통은 온실가스의 주요 배출원이며, 이에 저탄소 교통수단의 발전이 필요하다. 다양한 교통수단의 연결을 강화하고 자동차, 자전거, 보행자를 위한 조화로운 도로 시스템을 구축하며 선양, 하얼빈, 장춘 등 도시가 대중교통 시스템과 경전철, 지하철 시스템 등 고속철도 시스템을 개발하도록 장려해야 한다⁵⁵⁾. 또한연료 차량 및 전기 자동차와 같은 신에너지 차량은 환경에 대한 운송 압력을 줄이기 위해 디젤 및 수소 연료와 같은 청정 에너지를 사용해야 한

54) 통젠, 저탄소 경제 기반의 동북삼성 탄소배출 지역 패턴 연구[다], 동북사범대학교, 2010.61-62

55) Zhang Xuemei, On Green Transportation[J], Journal of Social Sciences of Shanxi Universities, 2005(12).

다.

나아가 우리는 "저탄소 경제 시범 지역" 건설에 관심을 기울이고 저탄소 경제를 발전시키는 방법을 모색해야 한다. 2008년 초 세계자연기금(WWF)은 공식적으로 베이징에서 "중국 저탄소 도시 개발 프로젝트"를 시작했다. 상하이와 보정은 첫 번째 파일럿 도시로 선정되었고. 시범 지역에서 실현 가능한 모델을 요약해나가며 이를 전국적으로 확대한다. 동북 3성 또한 저탄소 도시 실행 구역, 저탄소 산업 실행 구역 및 저탄소 경제 구역을 다수 설립할 것이며 저탄소 경제를 발전시키기 위해 하이룽장성은 간척 시스템, 이춘, 치태하 및 기타 지역에서 시범 프로젝트를 시작했다. 대련 화원구 경제구 역시 저탄소 및 에너지 절약 건물의 시범 구역으로 건설될 것이다⁵⁶⁾.

56) 동진, 저탄소 경제 기반의 동북삼성 탄소배출 지역 패턴 연구[D].동북사범대학, 2010.62p

제6장 결론

정상적인 상황에서 자연의 탄소 순환은 균형을 이룬다. 그러나 인간의 생존 과정은 에너지를 소비하고 유해한 환경물질을 자연으로 배출한다. 세계적 산업경제의 발달과 인구증가, 인간 욕망의 무한증가, 무절제한 생산과 생활양식, 에너지를 얻기 위한 석탄, 석유, 천연가스 등의 화석연료의 대량 연소로 인류의 균형은 자연 생물권의 탄소 순환이 끊어지게 했다. 결국 지층 내 탄소 풀에 퇴적된 탄소가 상대적으로 빠른 속도로 대기 탄소 풀로 흘러 대기 중 CO₂ 함량이 급격히 증가하여 온실 효과가 발생했고 그 영향으로 지구 온도가 전반적으로 상승하고 인간의 존재를 위협하고 있다. 따라서 CO₂는 인간의 에너지와 자원 소비에 따른 불가피한 산물이며 온실효과와 환경문제의 주범인 것이다⁵⁷⁾⁵⁸⁾.

그림 <6-1> 탄소의 순환

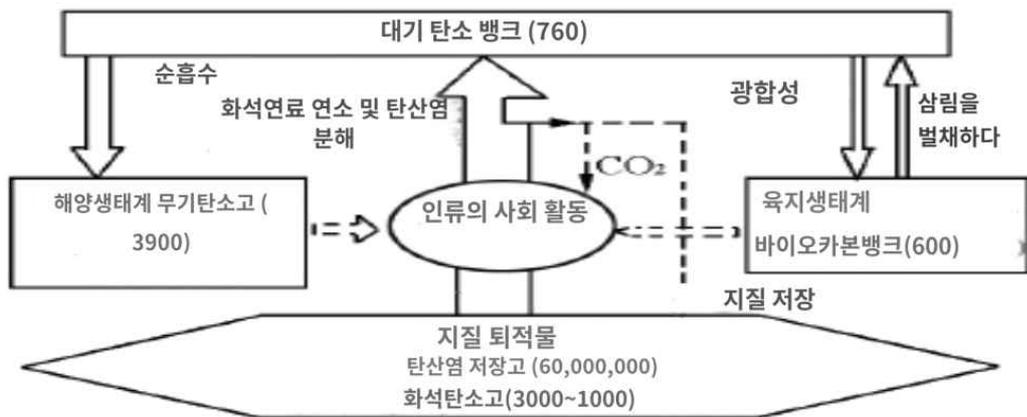


그림 참조: Jin Yong, Wang Yao, Hu Shanying 등 저탄소 경제: 개념, 실행 및 혁신[J]. 중국 공학 과학, 2008(10).

이러한 탄소는 지구 시스템에서 다양한 형태로 존재하며, 각 권 사이를 순환한

57) Jin Yong, Wang Yao, Hu Shanying 등 저탄소 경제: 개념, 실행 및 혁신[J]. 중국 공학 과학, 2008(10).

58) Xie Junan, Hao Dongheng, Xie Wen. 우리나라 저탄소 경제 발전을 위한 아이디어와 대책 [J]. 현대 경제 관리, 2008, 30(12).

다.

지권의 탄소는 화산 폭발이나 화석 연료의 연소를 통해, 생물권의 탄소는 호흡을 통해 기권으로 이동한다. 기권으로 이동한 탄소는 해수에 녹아 해저에 침전되거나 해양 생물에 흡수되어 석회암의 형태로 지권에 저장된다. 또, 광합성을 통해 생물권으로 이동한 탄소는 생물의 유해가 지층에 묻힌 후 화석 연료의 형태로 지권에 저장된다.

탄소의 순환 과정에서도 에너지 흐름이 나타나고 식물의 광합성을 통해 생물권으로 이동한 태양 에너지는 화석 연료가 생성되는 과정에서 기권으로 이동하고, 지권의 화석 연료가 연소하는 과정에서 기권으로 이동한다.

인류가 직면한 에너지와 기후 안보라는 두 가지의 긴급한 위기는 높은 탄소 배출량과 관련이 있으며, 이에 탄소 배출량을 줄이기 위한 저에너지 소비, 저공해, 저배출을 특징으로 하는 저탄소 경제는 오늘날 중국의 발전 추세가 되었다. 그러나 국가의 중요한 노후 산업기지인 동북 3성은 1980년 표준탄 7070.4만 톤에서 표준탄 2억 2606만 톤으로 탄소 배출량을 급격히 증가시켜 219.6% 증가했다. 따라서 저탄소 경제를 발전시키는 것은 동북 3성의 지속 가능한 발전과 관련된 중요한 연결 고리인 셈이다.

동북3성의 1인당 에너지소비량도 증가추세를 보였다. 2000년부터 2008년까지 동북 3성 1인당 석탄 소비량은 1.28톤/인에서 2.32톤/인으로 증가했으며, 연평균 증가율은 9%, 1인당 석유 소비량은 0.48톤/인에서 0.69톤으로 증가했다. 중국 동북 지역의 1차 에너지 소비 1만 위안당 GDP는 17.4tce로 전국의 1.44배, 미국의 5.44배, 일본의 21.75배이다.

사람들의 생활 조건이 개선되고 1인당 주택 면적이 크게 증가함에 따라 석탄 에너지 소비가 급격히 증가했으며 국가 통계국의 관련 통계에 따르면 생활 에너지 소비는 중국 에너지 소비에서 2위를 차지했다. 따라서 독특한 지리적 조건은 다른 지역과 다른 중국 동북부의 에너지 소비 방식을 결정하고 필연적으로 많은 양의 이산화탄소를 생성하여 저탄소 경제 발전의 자연적인 제약이 되었다.

산업발전법에 따르면 산업화 과정에 있는 개발 도상국에서는 국민경제에서 산업이 차지하는 비중이 장기간에 걸쳐 지배적인 위치를 차지하게 된다. 더구나 중화학공업이 지배하는 산업구조는 일정 기간 내에 근본적인 변화를 겪기 어렵다.

랴오닝성과 길림성은 석탄 백업 자원이 심각하게 부족하여 석탄 부족 지역이 되었다. 흑룡강성은 석탄 자원이 풍부하지만 우수한 자원은 점점 줄어들고 채굴은 매우 어려워 현재 가용 매장량은 매장량의 16%에 불과해 석탄 산업 발전에 영향을 미칠 뿐만 아니라 뿐만 아니라 랴오닝과 길림성의 석탄 공급에도 영향을 미친다.

이러한 여러 가지 이유로 동북 3성은 저탄소 경제 발전에서 큰 성과를 거두지 못했다. 동북 3성의 저탄소 경제 발전을 저해한 탄소 배출 문제를 해결하기 위해서는 지역 조정을 강화하고 지역 저탄소 경제 발전 전략 및 에너지 구조를 최적화하며, 대체 에너지 및 재생 에너지를 적극 개발하고, 산업 구조를 조정해야 한다. 또한 저탄소 특성 산업을 개발하고, 에너지 절약형 건설과, 에너지 절약 기술을 촉진하며, 산림 탄소 흡수원의 잠재력을 인지하고, 저탄소 관광 지역을 조성해야 한다. 마지막으로 저탄소의 개념으로 경제 발전 계획을 건설하고, 저탄소 경제 시연을 수행해야 하며 지역과 개인은 탄소 배출로 인한 피해에 대해 이해하여야 한다.

참고문헌

국내 문헌

- 김훈“경제이슈 탐색-”5개 주요 탄소배출국의 탄소배출과 경제성장에 관한 실증분석 및 비교연구” [J], 2012, (2): 155-160
- 김태현, “글로벌 환경-무역규제와 환경산업”, 석사학위 청구논문, 인천대학교 대학원, 2010, pp.65-68.
- 김태현,-“글로벌 환경-무역규제와 환경산업”, 석사학위 청구논문, 인천대학교 대학원, 2010, pp.62-65.
- 경제이슈 탐색-”5개 주요 탄소배출국의 탄소배출과 경제성장에 관한 실증분석 및 비교연구”[J] 2012, (2): 137-144
- 김상훈-”우리나라 저탄소 경제 발전을 위한 아이디어와 대책” [J]. 현대 경제 관리, 2008, 30(12).
- 김성진-”선진국의 다양한 개발 단계에서 탄소 배출과 경제 성장 간의 인과 관계 분석”[J].생태 경제.2010,(4):52-55
- 리칭권-”한국 및 중국 저탄소 녹색도시구현을 위한 도시계획 비교 고찰 연구”-학위논문(박사) -- 호서대학교 대학원 환경공학과·건축에너지전공 2015-P67
- 박순철-”한국 탄소배출권 거래시장 분석과 활성화 방안 연구”-학위논문(박사)-- 고려대학교 대학원: 식품자원경제학과 2017. 2
- 위자훈-”중국 탄소배출권 거래 제도에 대한 연구” 학위논문(석사)-- 중앙대학교 대학원 : 산업경제학과 환경경제학전공 2015. 2 P6
- 위, 로 -”중국 저탄소경제 구현을 위한 주요쟁점 및 WTO규범과의 조화 방안 = A Study on Major Issues and Measures to Harmonize with WTO Standards for the Realization of Low-Carbon Economy in China”
학위논문(박사)-- 부산대학교 대학원 : 무역학과 2021. 8-P30

위, 로 -"중국 저탄소경제 구현을 위한 주요쟁점 및 WTO규범과의 조화 방안"-
부산대학교 대학원, 2021-학위논문(박사)-- 부산대학교 대학원 : 무역학과 2021. 8
-p2

왕광익·윤준도, "지구온난화에 대응하기 위한 일본의 저탄소 도시재생사업과
시사점", 국토정책 Brief, 제222호(2009).

양일명-"중국 저탄소 경제정책의 효과 분석"-상명대학교 일반대학원,2023-학위논
문(석사)-- 상명대학교 일반대학원 : 경제학과 2023. 8

정창무.-"해외 신도시개발의 비전과 사업추진 방안.서울대학교 건설환경공학부".
건설기술 쌍용. 봄호(v.58), (2011), pp.4-8.

중국의 주요 곡물 작물 수확량에 대한 기후 변화의 영향에 대한 참고 문헌 메타
분석 [J]. 중국인구 자원 및 환경, 2019, 29(01): 79-85

"중국의 탄소 배출과 경제 성장의 공동 통합 및 인과 관계 분석"[J].유역의
자원과 환경, 2011,11:1297-1303.

중국의 저탄소 경제 발전을 위한 해외 경험 학습[J], 현대 석유 및 석유화학,
2010, (3): 1~7

중국의 주요 곡물 작물 수확량에 대한 기후 변화의 영향에 대한 참고 문헌 메타
분석 [J]. 중국 인구 자원 및 환경, 2019, 29 (01)

장지경-"배출권거래제 시행에 따른 국내외적 법률문제에 관한 연구" 서울 :
이화여자대학교 대학원, 2013학위논문(석사)-- 이화여자대학교 대학원: 법학과
2013. 2.

진보영-"한국의 경제성장, 전력소비량, 이산화탄소 배출량 및 환경규제 간
인과관계 분석"-학위논문(박사)-- 서울과학기술대학교 대학원 : 에너지정책학과
2020. 8

중국 환경 및 개발 국제 협력 위원회 저탄소 경제와 중국의 에너지 및 환경
정책에 관한 세미나2011- 2-1.

"지구 기후 변화를 배경으로 한 중국 산업의 저탄소 발전에 관한 연구" [J]. 사회과학, 2009(6).

주육청-"저탄소 경제가 중국의 수출무역에 미치는 영향과 대응방안에 관한 연구" -우석대학교 일반대학원, 2017-11P

추장민-『동북아환경협력체계효율화방안연구』(서울:한국환경정책·평가연구원,2005),p.207

관츠-중국의 지역별 탄소배출 효율성 추정 및 영향요인 분석-학위논문(석사) -- 건국대학교 대학원 경제학과 2017

황루이, 왕정.-"STIRPAT 모델에 기반한 충청의 에너지 소비 및 탄소배출 영향요인 연구" [J] 환경과학저널, 2013, 33(2): 602 - 608.

환경부-(2014.1.24.), "국가 온실가스 감축, 2020년 로드맵 마련", 관계부처 합동 보도자료(2015.6.29), "2030년 우리나라 온실가스 감축목표 BAU대비 37%로 확정"

흑룡강성 기후 생산성 및 곡물 수확량 예측의 시공간 분포 [J]. 2021년 (02): 49-55

Ju, Lanxin-"중국의 기후 정책과 지방정부의 역할 : 중국의 저탄소 도시 건설 사례를 중심으로"-학위논문(석사)-- 고려대학교 대학원: 정치외교학과 2021. 2-고려대학교 대학원, 2021

Zhejiang University- "일본의 저탄소 사회 구축 방법 및 경로에 관한 연구" [D], 논문. 2013.31~32

해외 문헌

Chen Cai, Li Guangquan, Yang Xiaohui 등 동북노공업기지의 새로운 산업화로 가는 길[M].창춘: 동북사범대학, 2004.72-73.

Chen Yan, Wang Yajie.저탄소 경제 개발의 국제 경험과 계몽[J].경제 수직 및

수평, 2010(4):35-38.

Cleveland CJ,Kaufmann R,Stern DI.Aggregation and the role of energy in the economy[J].Ecol Econ,2000,32:301-317.

Dhungel,K.R.A causal relationship between energy consumption and economic growth in Nepal[J].Asia-Pacific Development Journal,2008,15:137 - 150.

Dubash N K, Hagemann M, Höhne N, et al. Developments in national climate change mitigation legislation and strategy[J].Climate Policy, 2013,13(6):649~664

Fisher DR, Leifeld P, Iwaki Y. Mapping the ideological networks of American climate politics[J].Climatic change,2013,116(3-4):523~545

Green J F, Sterner T, Wagner G. A balance of bottom-up and top-down in linking climate policies[J]. Nature Climate Change,2014,4(12):1064~1067

Grossman G M,Krueger A B.Environmental Impacts of the North American Free Trade Agreement[Z].NBER Working Paper,1991:3914.

Jiang Zehui.기후변화와 우리 나라의 임업 생태 건설, 기후변화와 생태환경에 관한 심포지엄[R].2003.

Jin Yong, Wang Yao, Hu Shanying 등 저탄소 경제: 개념, 실행 및 혁신[J].중국 공학 과학, 2008(10).

Jin Yong, Wang Yao, Hu Shanying 등 저탄소 경제: 개념·실천·혁신[J], 중국공정과학과, 2008(10).

Johnston,D, Lowe,R, Bell, M. An Exploration of the Technical Feasibility of Achieving CO2Emission Reductions in Excess of 60% Within the UK Housing Stock by the Year 2050 [J].Energy Policy,2005, (33):1643 — 1659.

Kawase, R ,Matsuoka ,Y, Fujino, J. Decomposition Analysis of CO2Emission in Long-termClimate Stabilization Scenarios[J]. Energy Policy 2006 (34): 2113-2122.

Koji Shimada, Yoshitaka Tanaka, Kei Gomi et al. Developing a Long-term Local Society Design Methodology Towards a Low-carbon Economy: An Application to Shiga Prefecture in Japan [J]. Energy Policy, 2007(35): 4688-4703.

Li Youhua, 중국의 탄소 격리 경제 발전에 관한 몇 가지 문제 [J], 학술 교류, 2008(3)

Liang Limin, 동북 3성 도시 거주자의 생활 소비에 미치는 탄소 배출 및 영향 요인에 관한 연구 [D]. 동북재경대학교, 2022.

Luo Hua, Fei Fangyu. Strategies and Enlightenments for the Development of Low-Carbon Economy in the United Kingdom and United States [J]. Soft Science, 2011, (11): 85~88

Nicolas Stern. The Stern Review on the Economics of Climate Change [R]. 2006.

Oh, W., Lee, K. Causal relationship between energy consumption and GDP: the case of Korea 1970 - 1999 [J]. Energy Economics, 2004, 26(1): 51 - 59.

Sari, R., Ewing, B. T., Soytas, U. The relationship between disaggregate energy consumption and industrial production in the United States: an ARDL approach [J]. Energy Economics, 2008, 30: 2302 - 2313.

Stern, D. I. Energy and economic growth in the USA: a multivariate approach [J]. Energy Economics, 1993, 5: 137-150.

Stern, D. I., 2000. A multivariate cointegration analysis of the role of energy in the U.S. macroeconomy [J]. Energy Economics, 22, 267 - 283.

Sun Xiumei, Zhou Min, Zhang Ming. Empirical Study on the Relationship between Economic Growth and Carbon Emissions in Resource-dependent Cities Based on Vector Autoregression Model [J]. Energy Procedia, 2011, 5:

Teng Yanguo, Ni Shijun, Tuo Xianguo 등 표준 방법에 의한 Panzhihua 지역 지표 토양의 중금속 오염 평가 [J]. Journal of Soil Science, 2003, 40(3): 374-379.

Wang Can, Chen Jining, Zou Ji. CGE 모델에 기반한 중국 경제에 대한 CO2 배출 감소의 영향[J], Journal of Tsinghua University(Natural Science Edition), 2005(12).

Xie Junan, Hao Dongheng, Xie Wen. 우리나라 저탄소 경제 발전을 위한 아이디어와 대책 [J]. 현대 경제 관리, 2008, 30(12).

Zhang Xuemei, On Green Transportation[J], Journal of Social Sciences of Shanxi Universities, 2005(12).

덩쉬안카이, 위엔화, 류옌팡. "12차 5개년 계획" 기간 동안 각 지역의 CO2 배출 제어 및 배출 감소 압력 평가 [J] . 경제지리, 2014, 34(5): 155-161.

동진, 저탄소 경제 기반의 동북삼성 탄소배출 지역 패턴 연구[D]. 동북사범대학, 2010. 62p

랴오닝성 저탄소 경제 발전 수준 평가 - 장홍진

시에권안 외 3인 - 우리나라 저탄소 경제 발전을 위한 아이디어와 대책 - 현대 경제 경영 - 석사 논문 - 동북대학교 - 2008

임동일, "생생도시를 통해 본 녹색도시의 도시계획적 특성", 지역발전연구, 10(2), 113-148, 영남대학교 한국균형발전연구소(2011).

저탄소 경제의 발전은 시급히 "중국 표준"이 필요합니다[J]. 표준 생활, 2010, (01).

중국 동북부 노후 산업기지의 저탄소 산업단지 개발 분석 -Jiang Hong1, Xu Debin2(1. Changchun University, Changchun, Jilin 130022; 2. Changchun University of Traditional Chinese Medicine, Changchun, Jilin 3-4p

중국 동북부 노후 산업기지의 저탄소 산업단지 개발 분석 -Jiang Hong1, Xu Debin2(1. Changchun University, Changchun, Jilin, 130022; 2. Changchun University of Traditional Chinese Medicine, Changchun, Jilin, 2p

중국의 저탄소 개발을 적극적으로 추진[J]. 중국 개발, 2010(4): 41-44.

중국의 저탄소 경제 발전에 관한 법적 조사 [J]. 산둥 공과 대학 저널 (사회 과학), 2013, (6): 30~35

중화인민공화국 중앙인민정부 국무원은 "관광산업 발전을 위한 13차 5개년 계획"[EB/OL]

중화인민공화국 중앙인민정부 국무원은 "농촌산업 진흥 촉진에 관한 지도 의견"

중화인민공화국 중앙인민정부 농촌 관광의 지속 가능한 발전 촉진에 관한 지도 의견[EB/OL].

중화인민공화국 중앙인민정부 농촌진흥전략 실시에 관한 중국공산당 중앙위원회와 국무원

중화인민공화국 중앙인민정부, 2018년 제1호 중앙 문서, 농촌 진흥 전략의 전면적 전개와 실시

통젠, 저탄소 경제 기반의 동북삼성 탄소배출 지역 패턴 연구[다], 동북사범대학교, 2010.61-62

2018년 길림성 과학기술부 소프트 과학 연구 프로젝트 "길림성 산업 클러스터에서 혁신 클러스터로의 진화에 관한 연구"