

‘숨어있는 태양빛’을 국가전력망에 연결하기: 평양의 독립형 미니그리드에서 계통연결형으로 전환

박종철(경상국립대)

논문요약

북한은 세계에서 에너지 빈곤국가중 하나이다. 김정은 정권 초기 부유한 개인, 기업, 단위들을 중심으로 태양광 패널을 보급되기 시작했다. 즉 북한 곳곳에 통계에 반영되지 않는 독립형 미니그리드로 운영되는 ‘숨어있는 태양광’이 확산된 것이다. 이에 따라서 에너지 빈곤국가이며 동시에 기업별, 개인별, 단위별 에너지 빈부격차가 심화되었다.

이는 북한의 태양광 발전 추세는 글로벌 차원의 움직임과도 연동되어 있다. 중국은 글로벌 태양광 기술혁신과 산업을 선도하고 있다. 태양광 설비들이 북중 국경을 통하여 북한으로 반입되고 있다. 2014년 북한 당국은 전략적으로 재생에너지, 특히 태양광 발전에 대한 목표와 로드맵을 발표했다. 이러한 로드맵에 따라서, 2010년대 후반 평양을 중심으로 독립형 미니그리드가 전국에서 건설되었다.

이러한 태양광 발전체계에 대하여, 2020년대 북한 당국은 평양을 중심으로 계통연결형으로 전환하여, 국가전력망에서 잉여전력을 흡수하려는 계획을 추진중이다. 이는 중앙공급형 전력공급시스템에 대한 위협회피 전략이기도 하다. 미국과 같은 부유한 국가조차도, 대규모 재원을 투입해서 재건설해야 하는 재래식 중앙공급형 전력인프라의 문제점을 방치하고 있다. 트럼프 정부가 해외투자를 요구하는 산업분야이기도 할 정도이다. 북한당국은 중공업을 위한 기존의 중앙공급형 발전체계와 지역별 특색에 맞춘 중소규모의 분산형 태양광 발전설비를 동시에 건설하는 병진방안을 추진하고 있는 것이다.

이러한 삶을 개선하려는 북한 주민의 욕구와 이에 대응하는 당국의 정책에 따른 태양광 발전 방식은 다른 에너지 빈곤국가의 해결방식이나 움직임과도 맥이 닿아있다.

주제어: 제재, 에너지 빈곤, 북한붕괴론, 지속가능개발 목표 7

I. 서론

2016년 북한은 당대회 문건에서 전력, 석탄, 금속, 철도를 인민경제 4대 선행부분으로 규정하였다. 즉 “전력은 인민경제의 동맥”이며 전력문제 해결을 경제회복의 전제조건으로 제시하고 있다.¹⁾ 그러나 고난의 행군 시기 전력망이 마비된 이후, 에너지 공급과 소비, 유통의 복구가 여전히 제한적으로 이루어졌다. 통일부가 발표한 북한의 에너지 총공급 규모는 1990년 약 2,400만TOE이다. 2021년은 이와 비교하여 절반수준으로 추정하고 있다. 1인당 1차 에너지 공급량도 1990년의 1.19TOE에서 2013년에는 약 1/3 정로 감소했다고 추정하고 있다.²⁾ 즉 2013년부터 2021년까지 에너지 발전량이 유사한 수준으로 유지되고 있다고 추정하고 있는 것이다. 또한 통계청 역시 전기생산은 수력과 화력 발전 중심(水主火從)으로, 역시 태양광과 같은 자연에너지 발전량 수치를 미미한 것으로 추정하고 있다.³⁾ 2024년 글로벌 차원에서 전체 에너지 생산에서 태양광 발전비율이 약 8.8%를 점유하고 있지만, 통계청은 북한에서 태양광 에너지 생산은 미미하다고 추정하고 있다. 필자가 지난 20여년간 북중 국경에서 바라본 북한지역은 태양광 설비도 서서히 증가하고, 저녁 불빛도 점점 밝아지는 추세이고, 이는 구글 위성지도에서 바라본 북한 주요 지역에서도 유사한 패턴이 확인되고 있다.

북한에서 '태양빛'이라고 부르는 북한의 '태양광' 발전에 관한 연구는 미진한 편이다. 주로 북한에서 태양열, 태양빛, 풍력, 조력 등을 포함한 친환경 재생에너지를 통합하여 분석한 연구가 있다. 북한 당국은 친환경 재생에너

-
- 1) 박민주, “북한 주민-전력 연결망의 재구조화와 기술사회 변화,” 『북한연구학회보』제 25권 2호, 북한연구학회, 2021, p.41. 통계청의 북한통계에 의한 에너지 공급 변화는 이 논문의 41쪽에 그래프로 제시되어 있음.
 - 2) “전력 수급현황 및 특징,” 『북한정보포탈』, 통일부, 2023.07. TOE(Ton of oil equivalent)는 원유 1톤이 갖는 열량으로 1천만 kcal를 의미한다. 1990년 이후 한국의 에너지 공급규모는 매년 약 5.4%씩 증가하였으며, 남북간 총에너지 공급규모 격차는 2021년 기준 약 26배 수준이다. 또한 1인당 에너지 공급량 격차도 13배이다.
 - 3) 통계청의 “북한의 주요 통계지표”에 의하면, 2023년 북한의 전력 발전 설비는 수력이 59.2%, 화력이 40.8%로 추정하며, 태양광과 같은 재생에너지 분야의 생산설비는 거의 무시하여 추정하고 있다. 또한 2023년 북한의 발전 전력량은 250억kWh 수준으로 남한의 5880억kWh의 1/24 정도로 추정하고 있다.

지를 카테고리화하여 법제화하고 있다. 김정은 집권초기부터 보급된 태양광 패널 역시 개인, 기업, 관공서에 따라서 개별적이며 규모도 모두 제각각이어서 외부세계만이 아니라 북한 당국도 집계하기 어려운 측면이 있다. 이는 태양광 발전의 특이성에 따른 문제로서 개발도상국만이 아니라 선진국 및 우리나라에서도 벌어지는 현상으로, 이러한 관리되지 않는 태양광 발전은 대규모 정전(Black Out)의 원인이 되고 있기도 하다.

이러한 이유로 북한의 재생에너지와 관련된 연구성과는 미진한 편이다. 태양광 문제에 초점을 둔 소개나 분석한 연구로는 관련 현장방문에 기반한 심층 취재나 분석,⁴⁾ 혹은 이탈주민의 인터뷰에 의한 가구별 사용실태⁵⁾등이 있다. 그 외 현장방문, 위성사진에 기반하여 평양 및 지방으로 태양광 패널이 확산되는 추세를 분석하고 향후 당국의 정책을 전망한 통일연구원의 보고서⁶⁾가 있다.

통계와 같은 자료가 없다는 특징에 따라서, 이러한 연구는 로동신문과 같은 공간자료, 현장답사, 인터뷰, 위성영상 등에 대한 복합교차 분석에 기반하여, 북한에서 태양광 발전의 초기형태, 추세와 활용실태에 대하여 분석하는 것을 목표로 한다. 이 연구는 먼저, 김정일 시기 전력망의 붕괴 이후 태양광에 주목받는 구조적 배경과 현황, 즉 주민들의 자발적인 생존 욕구에 의한 에너지 확보 노력과 당국의 정책을 분석하고, 둘째, 로동신문에 나타난 태양광 기사를 검토하여 전력난과 주민 생활의 개선을 넘어서 산업재건을 위한 에너지 전략이라는 측면에서 검토하고자 한다. 셋째, 북중국경 현장 답사와 구글 위성영상으로 관찰한 국경지역 상황과 평양의 경공업과 고부가가치 산업에서 확산되는 실태를 검토해 보도록 한다.

4) 김준호, “북한의 밤이 밝아졌다.” 『북한』, 북한연구소, 2017; 동용승, “북한의 대체 에너지 정책 실태와 전망: 전력부족에 시달려온 북한 주민들.” 『북한』, 북한연구소, 2019; 정은이, “북한장마당 인사이드: 북한의 밤을 밝혀라! 태양광판의 비밀?” 『통일한국』, 평화문제연구소, 2017.3.

5) 박민주, “북한 주민-전력 연결망의 재구조화와 기술·사회 변화.” 『북한연구학회보』 25권 2호, 북한연구학회, 2021; 신정수, “북한 가구부문의 태양광패널 활용과 역할.” 『KDI 북한경제 리뷰』, 한국개발연구원, 2023. 4.

6) 정은이, “평양! 지방위 ‘태양빛’으로 버티다.” 『온라인시리즈』, 통일연구원, 2025.11.

II. 중앙집중형 전력망 마비와 주민들의 독립형 태양광 설비 설치

1. 에너지 빈곤국가와 SDG7 '깨끗한 에너지'

'지속가능한 개발목표(SDG 또한 글로벌 목표) 7 달성: 에너지 진척 보고서 2025'에 의하면, 2023년 지구촌 주민의 약 92%가 전기에너지에 접근이 가능하다. 그러나 여전히 6억 6,600만 명 이상이 전기 없이 생활하고 있다. 전기 접근성이 가장 낮은 20여개 국가에는 북한과 사하라 이남 아프리카 국가들이 포함되어 있다.⁷⁾ SDG7의 주요내용은 재생에너지를 통한 깨끗하고 안전하며, 에너지믹스를 통하여 안정적이고 더 높은 효율을 추구하고, 특히 개발도상국에 대한 인프라와 기술 지원을 목적으로 하고 있다. 핵심과제중 하나로 지구촌 '모두가 적정 가격의 신뢰할 수 있고 지속 가능하며 현대적인 에너지에 접근'(이하 '깨끗한 에너지')이 있다. 다른 국가들과 마찬가지로 북한 당국 역시 인민경제 성장의 선행과제로 유사한 목표를 제시하고 있다.

북한 당국이 유엔에 제출한 '자발적 이행보고'에 의하면, SDG 7 '깨끗한 에너지' 이행지표는 다음과 같다.⁸⁾ 전기 접근이 가능한 주민은 북한 전체 인구 중 2018년 32.4%, 2019년, 39.2%으로 다소 증가하였다. 현대식 취사 기술 및 청정연료 사용인구 비율 또한 2018년 6.6%, 2019년 10.8%로 10명 중 1명이 이용하고 있다. 북한 주민 90%가 넘는 인원이 취사와 난방을 할 때, 오염에 노출되어 있다.⁹⁾

7) International Energy Agency, the International Renewable Energy Agency, the United Nations Statistics Division, the World Bank, and the World Health Organization, *Tracking SDG 7: The Energy Progress Report 2025*, June, 2025. 지속가능발전목표(SDGs: Sustainable Development Goals)란 2015년 유엔 총회에서 경제성장과 더불어 사회의 안정과 통합, 환경의 보전이 조화를 이루며 지속가능한 개발을 위하여, 국제사회가 2030년까지 달성하고자 하는 17가지 목표로 구성되어 있다.

8) 5가지 지표로는 전기를 사용하는 인구 비율, 현대식 취사기술 및 청정연료 사용 인구 비율, 연료 연소 및 전기 생산으로부터 이산화탄소 배출량, 최종 에너지 소비에서 재생에너지 이용 비중 등 총 5가지로 구성되어 있으나, 북한은 3가지 지표만 제출했다.

9) 조진희, 강우천, "지속가능발전목표(SDGs) 관점에서 본 북한 에너지 정책과 남북협력 시사점," 『입법과 정책』 제12권 제2호, 국회입법조사처, 2020, pp.190~191. 연료 및 전기 사용에 따른 이산화탄소 배출량은 2018년과 2019년 1.7 MtCO₂/TWh이다. 이러한 수치는 1.5MtCO₂ 이상이면 이산

‘SDG 7 달성’ 보고서에 의하면, 개발도상국의 농촌 및 취약 계층 6억 6,600만 명에게 분산형 재생 에너지에 대한 맞춤형 재정 지원을 확대하여 제공할 것을 제안하고 있다. 미니그리드와 오프그리드 태양광 시스템을 결합하는 분산형 재생에너지방식이 높은 접근성, 비용, 효율성과 빠른 확장이라는 장점이 있다.¹⁰⁾

EMBER에 의하면, 전세계 전체 에너지 소비에서 태양광 발전의 비율은 2023년 상반기 5.6%, 2024년 상반기 6.9%, 2025년 상반기 8.8%로 빠르게 증가하고 있다.¹¹⁾ 국제에너지기구(IEA: International Energy Agency)도 역시 전세계 전기생산량중에 태양광 발전 비율이 2023년 5.4%로, 2024년 7%¹²⁾으로 증가하고 있다고 분석하고 있다. 한국의 태양광 비율은 2025년 4월 9.2%이고, 당국 통계에 집계되지 않는 가구별 숨어있는 태양광 발전도 약 18%로 추정되고 있다.¹³⁾

북한은 세계 20대 에너지 빈곤국가이면서 동시에 주민, 기업, 기관들간의 사이에 에너지 빈부격차가 심각하다. 북한의 경우, 국가 산업구조와 제재와 같은 구조적 모순에서 에너지 빈곤과 격차가 발생하고 있다. 따라서 김정은 시기 북한당국도 SDG7의 제안과 유사하게, 기존의 중앙공급형 에너지 문제 해결을 위하여 재생에너지, 특히 태양광을 주목하고 있다.¹⁴⁾

화탄소 배출량이 높은 것을 의미하기 때문에 환경적인 측면과 심각한 건강문제를 야기하고 있다.

10) *Tracking SDG 7: The Energy Progress Report 2025*, June, 2025.

11) Małgorzata Wiatros-Motyka, Kostantsa Rangelova, *Global Electricity Mid-Year Insight: Solar and wind outpaced demand growth in the first half of 2025, as renewables overtook coal's share in the global electricity mix*, October, 2025, p9. 이 보고서를 작성한 EMBER는 2008년 설립된 전세계 전력과 기후 데이터를 분석하여 제공하는 NGO로서 투명하게 데이터 공개를 목표로 한다. IEA(International Energy Agency)와 EMBER는 재생에너지, 특히 태양광 발전은 중국이 핵심이 되어 추진하고 있고, 글로벌 차원에서 2015년 이후 태양광 발전이 매년 30% 전후의 성장을 하고 있다고 추정한다.

12) International Energy Agency (IEA), *Global Energy Review 2025*, March, 2025, p27.

13) 김세현, “전력 수요 흐드는 ‘숨어있는 태양광’…조사 시급,” 『KBS』, 2025년 11월 11일.

14) 조진희, 강우천. “지속가능발전목표(SDGs) 관점에서 본 북한 에너지 정책과 남북협력 시사점.” 『입법과 정책』 제12권 제2호, 국회입법조사처, 2020. 2016년 9월 북한 외무성 국가조정위원회와 북한에서 활동하는 14개 UN 기구는2017~2021) 공동합의문을 발표하며 ‘지속가능발전(SDG)’에 관한 원칙을 공유했다.

2. 김정일 시기 중앙공급형 전기시스템의 파괴와 복구의 어려움

해방이후 북한당국은 수력발전소를 중심으로 하며, 석탄 화력발전소를 병행하는 중앙공급형 전력시스템을 발전시켰다. 고난의 행군시기, 이러한 전력시스템은 산업붕괴의 주요 요인이 되었고, 이후 복구의 어려움으로 작동되고 있다. 중앙공급형 방식을 간단하게 설명하면, 대형발전소에서 대규모로 전력을 생산해 대형 송전망을 거쳐 다수의 소비자에게 송전하는 것이다. 대량생산과 대량소비 사이에 높은 송배전 기술력을 요구하지만, 북한 기술력의 한계로 막대한 전력 낭비가 초래되는 원인이 되고 있다.

사회주의 경제계획에 따라서 효율성, 전력품질안정, 부하관리 및 대규모 중화학 공업에 유리한 중앙공급형 전기시스템을 채택하였지만, 실제 북한의 송배전 기술력에 따라가지 못하며, 만성적인 전기 생산, 유통, 소비의 모든 분야에서 만성적인 장애를 겪고 있다. 김정일 시기부터 현재까지 북한의 수력발전과 화력발전의 평균 비중은 약 6대 4정도로 통계청은 추정하고 있다.¹⁵⁾ 고난의 행군시기, 북한은 산업설비의 20%만 가동된 것으로 추정되는데,¹⁶⁾ 전력망도 상당히 파괴되었다. 전력망 파괴의 사례중에는 생존에 몰린 주민, 기업, 단위들이 구리 전선을 절도하여, 중국에 밀반출하는 사건도 상당하였다.

2000년대초 이래 산업재건 과정에서 대형 수력발전소 건설과 노후 화력발전소의 현대화 작업이 병행하고 있지만, 여전히 정전이 일상적으로 발생하고 있다. 현재도 국가전력계통에서도 약 30%정도의 높은 송배전 손실률을 추정되고 있고,¹⁷⁾ 복구과정에서 중공업설비에 우선 공급하는 정책이 추진되며, 일반주민들은 만성적인 정전현상을 상시적으로 겪고 있다. 심지어 농촌주민의 전기사용은 엄격히 금지되며, 도농간 에너지 격차는 심각하게 발생되었다.¹⁸⁾ 따라서 주민들

15) 통계청, “북한의 주요 통계지표,” 각년도.

16) 윤재영, “북한 전력산업 동향과 자원개발용 전력공급 전략,” 『북한자원 Newsletter』, Vol. 67, 남북교류협력지원협회, 2014.

17) 신정수, “북한 가구부문의 태양광패널 활용과 역할,” 『KDI 북한경제 리뷰』, 한국개발연구원, 2023, 4.

18) 박민주, “북한 주민-전력 연결망의 재구조화와 기술사회 변화,” 『북한연구학회보』 25권 2호, 북한연구학회, 2021, p.53; 김은진, 고도연, “시스템 사고를 통한 북한 농촌 재생에너지 확산 경로 분석 및 함의,” 『현대북한연구』, 26권 3호 (북한대학원 심연북한연구소, 2023), p. 137.

은 전기를 탈정부 민간영역에서 생산하려고 했다.¹⁹⁾ 도시에서도 잦은 정전으로 고층주택에 거주하는 부유한 주민들의 생활 역시 불편했다. 에너지 접근을 위한 자구지책으로 산림훼손과 전기 도둑질이 빈번하게 발생하는 동시에, 개별 기업과 단위만이 아니라 주민들이 생존을 위하여 자력갱생 차원, 중국에서 축전지를 반입하였다. 이러한 정부의 산업 재건 방식과 주민의 생존욕구에 의한 대응에 따라서, 지역별·기업별·가구별 전력·생산·유통소비의 상당한 격차가 발생하였다.

이러한 상황에서 1993년 북한당국은 재생에너지 개발을 장기국가실행계획에 포함하여 연구·개발에 대한 구상과 실천방안을 설계하며, 국가과학원 산하에 ‘자연에너지개발이용센터’를 설립하였다. 이후 로동신문 등 여러 매체에서 간헐적으로 태양광 산업의 기술과 경제성을 둘러싼 세계적 추세를 보도하기도 하였다. 1998년 2월 에너지 관리법을 채택하였다. 2011년 국가과학원 집적회로 연구소의 김재혁은 ‘태양빛 발전원리와 패널의 기술발전단계를 소개하며, 현재는 경제성이 낮지만 향후 높은 발전가능성이 있다고 주목해야 한다’고 설명하고 있다.²⁰⁾ 2011년 10월 로동신문에는 ‘국제에너지기구가 2050년에는 지구 에너지 소비의 1/4를 태양광이 차지할 것이라는 전망’을 소개하며, 외진 산골이나 농촌에 적합하다며 각국의 사례를 소개하고 있다.²¹⁾ 2011년 10월 노동신문에 중앙양묘장에 설치된 독립형 태양광 발전소와²²⁾ 만경대구역의 태양열설비센터²³⁾를 소개되기도 하였다. 그러나 김정일 말기 전반적으로 이러한 재생에너지 산업은 별다른 성과를 거두지는 못했다.

p. 142.

- 19) 박민주, “북한 주민-전력 연결망의 재구조화와 기술-사회 변화.” 『북한연구학회보』 25권 2호, 북한연구학회, 2021, p. 43.
- 20) 김재혁, “태양전지에 의한 태양에너지 리용동향,” 『로동신문』 2011년 08월 21일.
- 21) “태양에너지를 적극 개발리용,” 『로동신문』 2011년 10월 29일.
- 22) “위대한 령도자 김정일동지께서 중앙양묘장을 현지지도하시었다,” 『로동신문』, 2011년 10월 10일.
- 23) “위대한 령도자 김정일동지께서 새로 건설된 태양열 설비센터를 현지지도하시었다,” 『로동신문』, 2011년 10월 10일.

〈사진 1〉 중앙중요장 태양광 설비 및 만경대 태양열 설비센터 태양열 설비



출처: 로동신문, 2011년 10월 11일.

3. 김정은 초기 주민 자체적으로 독립적 태양광 설비 도입

통계청은 김정은 초기, 북한 에너지 공급 총량은 2015년은 2010년에 비하여 1/2로 하락한 것으로 추정되고 있다.²⁴⁾ 원유와 석탄 수급의 차질, 가뭄으로 인한 수력발전의 부진, 국제사회의 제재가 원인으로 추정되고 있다.²⁵⁾ 이 시기 전력을 공급받지 못하는 주민이 1/3 정도라고 추정하고 있다.²⁶⁾ 김정은 집권 초기 태양광이나 태양열이나 농촌주택에서도 관찰되기 시작하였다. 주민들은 변압기, 배터리, 발전기, 태양광 패널 등을 이용하여 전력을 스스로 확보하거나 무단으로 송배전에 접속하기도 하였다.²⁷⁾

이 시기 필자는 중국 단동의 세관주변이나 한국성(韓國城), 그리고 연변주 도문(圖們) 세관 주변에서 북한에 태양광패널을 반출하는 업체를 수 차례 방문한 적이 있다. 2010년대 동북진흥계획의 일환으로 동북에서도 태양광 발전이 빠르게 확산되었다. 당시 필자가 방문한 중국태양광 업체에 의하면, 북한으로 수출되거나 교회나 시민단체를 통하여 원조되는 손발전기나 가정용 소형 태양광 설비가 상당하다는 증언을 청취할 수 있었다. 실제 북한의 국경 마을에서도 태양광

24) 통계청, '북한의 주요통계지표' 각년도.

25) 주연중, 『북한의 에너지법제 연구 III: 전력법, 에네르기관리법, 재생에네르기법』, 한국법제연구원, 2024.10, p. 34.

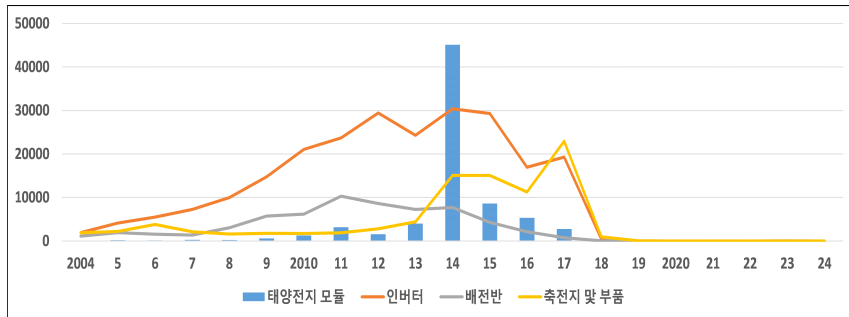
26) 동용승, "북한의 대체 에너지 정책 실태와 전망: 전력부족에 시달려온 북한 주민들," 『북한』, 북한연구소, 2019.

27) 김은진, 고도연, "시스템 사고를 통한 북한 농촌 재생에너지 확산 경로 분석 및 함의." 『현대 북한연구』 26권 3호, 북한대학원 심연북한연구소, 2023, p. 135.

패널을 발견할 수 있었다. 김정은 체제 출범이후, 필자는 실제 신의주는 매년 조금씩 저녁 불빛이 밝아지는 것을 목격할 수 있었다. 김형준(2019)에 의하면, ‘2014년 기준 북한 내 약 10만 가구가 태양광 패널을 사용한다. 2015년까지 약 15mw 규모의 태양광 시스템을 수입한 것으로 집계된다. 2016년 태양광 패널 46만6,248개를 중국에서 북한으로 공식 수출했다고 한다.’라고 한다.²⁸⁾

그러나 중국무역통계를 보면 <그림 1>과 같이 2014년을 정점으로 태양광 패널의 대북 수출이 오히려 감소하고 있다. 공식통계에 반영되지 않고, 비공식 반출되거나 혹은 제재를 우회하기 위하여 부품으로 쪼개거나 혹은 다른 품목으로 속여서 반출한 것으로 분석된다.²⁹⁾ 또한 북한내에서도 중국산보다는 성능이 떨어지지만, 일정부분 국산화에 성공하여 판매하고 있다는 분석도 있다.³⁰⁾

<그림 1> 모듈/ 인버터/배터리/ 부품 수입 추이



출처: 중국 해관 통계에 의해 저자 작성

그러나 이와 반대로 필자는 당시 탈북자 인터뷰에서 중국으로부터 반입만이 아니라 장마당에서 태양광 설비가 거래된다는 증언도 청취할 수가 있었다. 예를

28) 김형준, “북한 인프라 개발·투자 전망 1: 시설 노후화로 전력 부족 신재생 에너지 개발 주목,” 『북한』, 북한연구소, 2019.
 29) 태양광 설비가 유엔 안보리 제재위반이라는 조항은 없지만, 2017년 12월 UNSC 제 2397호 6항의 기계류(HS 84)과 전기장비(HS 85), 그리고 철강 및 기타 금속류(HS 82-83) 등이 포함 되어 있어, 제재 위반을 우려하여, 부품별 반출되고 이루어졌을 개연성이 있는 것으로 추정된다.
 30) 김준호, “북한의 밤이 밝아졌다,” 『북한』, 북한연구소, 2017.

들어, 다양한 전자기기를 이용하여 한국영상을 저녁마다 몰래 시청하고 있다는 증언을 많은 탈북자들로부터 청취할 수 있었다. 초기에는 부유층만이 전자기기를 사용하였는데, 김정은 시기 태양광 설비와 중국의 12V 왕따전지(王大電池, 축전지)는 주민들의 필수품으로 확산되었다.

정은이(2017)의 조사에 의하면, '2013년부터 북한당국이 내부에서 태양광 발전을 선전하기 시작하였다. 태양광판은 다양한 브랜드가 반입되었는데, 가격은 중국 돈 200위안~ 7000위안(元)까지였고, 성능도 제각각이었다. 당시 지붕위나 베란다에 태양광 패널을 설치하는 것은 전기 사용할 수 있는 상황을 외부에 노출하여, 부의 과시목적으로도 사용되었다. 전기를 사용할 수 없어서 등잔불을 사용하는 가구와 경제격차를 체감하게하는 대표적인 물품이었다.'고 한다.³¹⁾ 태양광 발전기의 70%가 배터리 가격이고, 나머지 발전설비가 30%를 차지했다. 북한 주민들은 가격이 저렴하고 성능이 떨어지는 북한산 배터리는 선호하였지만, 태양광 설비는 중국산을 선호하였다.³²⁾ 같은 시기 글로벌 차원에서 태양광 사용비율이 매년 급속히 높아지고 있다. 북한의 경우 국경에서 육안이나 위성 관찰, 인터뷰에 의하며, 북한 주민생활에서도 역시 높은 태양광 의존 경향을 보이고 있다. 동용승(2019)과 같이 국경현장에서 북측을 관찰하는 전문가들은 '북측의 태양광 의존 비율이 전세계 어디보다 높았을 것'이라고 추정하고 있다.³³⁾

4. 정부 주도의 평양중심의 독립형 미니그리드 추진

2009년 북중관계가 회복되어 중국의 대북 인프라 지원과 동시에 중국기업이 일정기간 북한에 진출하였다. 이 시기 외부의 원조나 협력사업으로 북한 공장이

-
- 31) 정은이, "북한장마당 인사이드: 북한의 밤을 밝혀라! 태양광판의 비밀?," 『통일한국』, 평화문제연구소, 2017. 03.
 - 32) 김준호, "북한의 밤이 밝아졌다," 『북한』, 북한연구소, 2017. "초기 몇년간은 방 두 개 정도 공간을 밝힐 수 있고 휴대폰 충전도 가능한 전기를 생산할 수 있는 태양광 조명장치 한 세트가 중국 인민폐로 2,000위안을 넘게 주어야 구입이 가능했지만, 지금은 가격이 푹 떨어져 1,000위안 미만으로도 구입이 가능하게 되었다."라고 한다. 2017년과 2025년 현지 태양광 전기설비는 1/10 수준 정도 이다.
 - 33) 동용승, "북한의 대체 에너지 정책 실태와 전망: 전력부족에 시달려온 북한 주민들," 『북한』, 북한연구소, 2019.

나 관공서들이 자체적으로 소형 수력발전소나 공장 자체내에 태양광 발전 설비를 갖추기도 하였다.³⁴⁾

이러한 추세에 따라서, 재생에너지 발전을 위한 환경 관련규제가 2013년 5월 최고인민회의는 ‘자연에네르기법’로 대체되었다. 이는 국가와 과학 기관이 재생에너지에 대한 조사연구와 개발, 사용을 장려한 것이었다.³⁵⁾ 김정은은 2014년 신년사에서 ‘수력자원을 중심으로 풍력, 지열, 태양광 등 자연에너지를 통한 발전을 추진한다’는 계획을 발표하였다.³⁶⁾ 이에 따라 2014년 ‘2014~2044 자연에네르기 증장기개발계획’이 수립되었다. 태양광 및 태양열 발전부분의 장기 목표로는 2014~2023년 태양열 직접 이용, 축열 및 열수송기술 발전, 태양광전지 효율 제고, 2024~2033년 태양광발전소 구축, 2034~2043년 태양광발전소 확대, 2044년 우주 태양광발전소 구축이 있다. 이러한 구상에 의거 2014년 1월, 평성의 국가과학원 산하 ‘자연에네르기연구소’가 설립하였다. 이는 2003년 국가과학원 산하 자연에네르기개발리용센터를 확대개편한 것이다. 2015년 김일성대학에도 태양빛전지제작소가 설치되었고, 이후 북한 매체에 이러한 기관들의 연구성과 자주 보도되고 있다. 이 시기 관련 설비를 개발과 생산하는 진웅 태양 빛 패널 제작소, 목란광명회사 등이 설립되었다.³⁷⁾

2016년 5월, 36년만에 개최된 제7차 당대회에서 김정은은 “전력문제를 푸는 것은 경제발전과 인민생활 향상의 중심고리로 자연에네르기를 적극 이용하여 국가적인 에너지 수요를 충족시켜야 한다.”라고 했다.³⁸⁾ 경제발전을 위한 선결 조건으로 전력문제를 강조하였다. 제1차 국가경제발전 5개년 전략에 재생에너지 개발 및 보급 확대도 포함되었다. 2018년 김정은 신년사에는 지역별 특성에 맞게 전력 에너지의 생산 및 관리를 하도록 독려했다.³⁹⁾ 국가계획위원회와 전력

34) 동용승(2019), 앞의 글.

35) 에너지 관련 3개 주요법으로 전력법, 에네르기관리법, 재생에네르기법이 있는데, 통제와 절약을 중심으로 하고 있다. 이와 관련한 자세한 내용은, 주연중, 『북한의 에너지법제 연구 III: 전력법, 에네르기관리법, 재생에네르기법』, (한국법제연구원, 2024.10)을 참조할 것.

36) 김정은, “신년사,” 『로동신문』, 2014년 1월 1일.

37) Martyn Williams, *North Korea's Energy Sector: State Solar Electricity Research and Manufacturing*, March 15 2023, <http://www.38north.org>(검색일: 2025년 10월 15일).

38) 『로동신문』, 2016년 5월 8일.

39) 김정은, “신년사,” 『로동신문』, 2018년 1월 1일. 각 도에 중소형 발전소의 정상화를 요구하고 있다.

공업성, 국가과학기술위원회가 중심이 되어 재생에너지를 개발하였다.⁴⁰⁾

2010년대 국가주도의 태양광과 풍력 통합발전소가 평양을 중심으로 전국 각지에 설치되기 시작하였다. 초기 평양중심으로 건설된 주요 미니그리드 형태의 태양광발전소는 김은진, 고도연(2023)이 로동신문의 기사를 중심으로 작성한 표에 비교적 잘 설명되어 있다.⁴¹⁾ 이태희(2025)의 연구에 의하면, 2012년 김정은 집권 이후 전력 부문 관련 북한 학자들이 해외에 낸 국제 학술 논문 160편을 중분류 분석 결과, '신재생에너지 분야'가 압도적으로 많았으며 그중에서도 특히 태양광 관련 연구 논문 편수가 36%로 가장 높았다.⁴²⁾

III. 국가 주도하의 계통연결형 태양광발전의 명암

1. 평양에서 계통연결형 태양광발전 건설의 계획과 목표

2010년대 개별 주민, 단위, 기업이 독립형 미니그리드 형태로 태양광발전을 설치하였다. 신정수(2023)는 코로나 대유행 시기 제재상황에서 관서(신의주 등 평안도 지역), 관북(함경도 지역), 평양의 가정에서 태양광 발전이 확산되었는데, 가구 단위의 생존의 관점에서 이러한 추세를 분석하였다. 그는 북한 가구의 1/2이 태양광 설비를 설치하였으며, 국경 지역의 보급률이 평양보다 높은 것으로 조사하였다. 구입방식은 대부분 장마당에서 태양광 설비를 구입하고, 그 다음으로 지인을 통하여 중국에서 반입하는 것으로 조사되고 있다.⁴³⁾

40) 안성혁, "전망성있게 꾸준히 내어야 할 자연에너지 개발리용사업" 『로동신문』, 2022년 06월 12일.

41) 김은진, 고도연, "시스템 사고를 통한 북한 농촌 재생에너지 확산 경로 분석 및 함의." 『현대북한연구』 26권 3호, 북한대학원 심연북한연구소, 2023, p141.

42) 이태희, "김정은 집권기(2012~2024년) 북한 전력 부문의 주요 정책 목표와 국제 학술 논문 특징 분석", 『통일과 평화』 제17집 3호, 서울대학교 통일평화연구원, 2025, pp. 72~75 참조.

43) 신정수, "북한 가구부문의 태양광패널 활용과 역할", 『KDI 북한경제 리뷰』, 한국개발연구원, 2023. 4. 2020년 북한 가구부문 태양광패널 보급 현황에 대하여, 북한 전체 가구 대비 태양광 보유 가구들의 패널 용량은 70W내외이며, 전체 가구 수 대비 보급률은 총대수는 288만대(보급률 46%)로 추정하였다. 현재 북한은 두 가구당 한 가구가 태양광을 설치하여 사용하고 있는 것이다. 국경을 접한 관북지방 105만대(51.9%), 관서지방 153만대(45.8%)로 보급률이

코로나 대유행 이후 북한당국은 태양광 건설을 계통연결형으로 전환을 추진하였다. 북한당국은 2019년부터 독립형 태양광 발전체계를 역변환기(Inverter)를 경유하여 국가전력망에 송전하는 방법을 추진하고 있다. 태양광에서 생산한 직류(DC) 전기를 국가규격의 교류(AC)로 전환하는 전송장치를 보급하는 것으로 분석된다. 현재 대규모 발전소보다는 주로 태양광 산업에 사용하는 건물형이나 산업용 태양광인 10Kw에서 수백Kw단위 스트링형 변환기(String Inverter)를 사용하는 있다. 태양광 발전 정책으로 ‘계통연결형’ 혹은 ‘계통병행형 태양빛 발전’이라는 용어가 혼용되었는데, 사용 빈도가 증가하고 있다. 2014년에 수립한 ‘자연에너지 중장기개발계획’의 목표중 하나는 2024년부터 태양광발전소 건설을 목표로 하는데, 이러한 개발계획에 따라서 태양광 사업을 단계별로 추진하고 있는 것으로 분석된다. 로동신문에서 2023년 전세계 총발전량의 5.5%를 태양광이 점유하고 있다며 각국의 재생에너지 발전 상황을 지속적으로 소개하는 등⁴⁴⁾ 관련 보도 빈도도 증가하고 있다.

2020년 2월 22일 로동신문에 ‘계통병렬형태양빛발전체계를 도입하여 발전에 활용’이라는 기사가 보도되었고,⁴⁵⁾ 2020년 12월, 평양시의 모든 구역에서 해비침율이 높고 기계 설비에 유리한 지역을 선정하여 태양광 발전소 건설을 동시에 추진하였다.⁴⁶⁾ 주요 시설인 관공서, 고부가가치 산업 등에 지붕위 태양광 발전 설치가 보도되고 있다. 예를 들어, 2021년 1월, 내시경, 자기공명장비 등을 생산하는 의료공장으로 지붕위에 설치된 태양빛발전체계에 의하여 가동된다고 보도하고 있다.⁴⁷⁾ 2021년 1월, 로동신문에는 전국 각지의 기관과 단위들이 태양광 패널의 운용현황에 대하여, 적게 운영하여 효율이 낮다고 비판하고 있다. 그러면서 평양 중구역 간부들이 계통병렬형 발전체제로 운용을 하면서 높은 효율이 보이고 있고, 특히 룡라도인민유원지 관리소, 천리마구역체신소 등은 햇빛

평양지역 30만대(36%)보다 높은 것으로 추정하고 있다.

44) “세계적으로 높아가는 자연에너지 리용률,” 『로동신문』, 2025년 1월 9일.

45) “계통병렬형태양빛발전체계를 도입하여 발전에 활용,” 『로동신문』, 2020년 2월 22일.

46) “평양시, 자연에너지에 의한 전력생산체계 확립을 위한 사업 진행,” 『조선중앙통신』, 2020년 12월 22일. 해비침율은 ‘Solar Transmittanc Rate’으로, 태양광의 투과율, 반사율, 흡수율로 구성되어 있다. 북한만이 아니라 전세계적으로 태양전지에 가장 많은 태양광을 도달하게 더욱 효율적으로 많은 전기를 발전하도록 기술개발을 하고 있다.

47) “개건현대화된 평양의료기구공장 준공,” 『로동신문』, 2021년 1월 23일.

자동추적장치로 더욱 많은 발전을 한다는 모범사례로 선전하였다.⁴⁸⁾

2022년 계통연결형 태양광발전소 건설계획을 보도하기 시작하였다. 주로 김일성종합대학 산하 지능태양빛전지제작소에서 태양빛발전소를 건설 및 운영하고 있다고 했다. 2025년 평양 동대원구역과 대동강구역의 일부 아파트에 계통연결형 태양광발전소를 건설할 것을 당 결정으로 채택했다. 이를 김일성종합대학 지능태양빛전지제작소와 평양시 송배전부가 건설했다. 노동신문에는 가구별로 배터리를 구매하지 않아서 효율적이 안정성이 높다고 주장하고 있다.⁴⁹⁾ 가구별 발전을 넘어서 소규모 단위별로 더욱 성능이 우수한 대형 태양광 패널로 전기를 생산하여 효율적이지만, 남은 여분의 전기를 국가영역이 흡수하는 장단점이 있다. 그러나 외부로 연결된 송배전 계통이 노후화되어 상당한 손실이 발생할 가능성이 있다.

노동신문은 "동대원구역 대신동과 대동강구역 옥류1동의 해당 아파트들에 새로 일떠선 계통연결형태양빛발전소에서 생산되는 전력은 한해에 각각 수만kWh에 달한다....이것은 이곳 주민세대들이 전기로 밥을 짓고 난방도 보장하는데 충분한 량"이라고 선전하며, 이러한 경험과 성과를 평양 전역에 확대하여 추진한다고 설명하고 있다.⁵⁰⁾ 예를 들어, 2025년 11월 14일, 동대원구역 대신동 44인민반 반장 함송애는 '아파트 지붕위에 수십 Kw 규모의 발전설비가 있고, 난방과 온수도 공급하고, 전기발출도 사용하고 있다'⁵¹⁾고 성과를 설명하고 있다. 노동신문에 난 기사를 보면, 평양을 중심으로 주요 도시에 전력소비처와 가까운 곳에 계통연결형 태양광발전소를 건설하고 빠른 속도로 확산되고 있다. 그러나 선부론(先富論) 방식으로 국가의 한정된 자원을 평양중심으로 투입하고 있다. 이미 에너지 격차가 상당한 사회에서, 이러한 개발방식은 단기적으로는 격차를 지역, 주민, 기업소별도 더욱 심화시킬 위험성도 내포하고 있다는 문제도 지적

48) "자연에너지리용과 실리보장," 『로동신문』, 2021년 1월 28일.

49) "경제적 실리도 크고 전망도 좋다: 최근 평양시에서 시범적으로 건설한 계통연결형 태양빛 발전소가 주민들의 생활에 크게 이바지하고 있다" 『로동신문』, 2025년 10월 29일; 안성혁, "전망성있게 꾸준히 내어야할 자연에너지 개발리용사업," 『로동신문』, 2022년 6월 12일; 『조선신보』, 2025년 2월 27일.

50) "경제적 실리도 크고 전망도 좋다: 최근 평양시에서 시범적으로 건설한 계통연결형 태양빛 발전소가 주민들의 생활에 크게 이바지하고 있다" 『로동신문』, 2025년 10월 29일.

51) 함송애, "난방까지 보장하니 얼마나 좋은가," 『로동신문』, 2025년 11월 14일.

하지 않을 수 없다.

2. 독립형 그리드에서 계통연결형으로 전환의 장단점

태양광 발전 시스템은 중앙송배전망에 연결 여부에 따라서 다음과 같은 구분할 수 있다. 첫째, 독립형 태양광 발전 시스템은 중앙전력망에 연결되어 있지 않다. 현재까지 대다수 북한 태양광 발전의 대다수가 채택하는 방식이다. 전력망 접근이 어려운 외딴 지역만이 아니라 개별 주택단지나 산업단지도 사용하고 있다. 독립적으로 운용되며, 주로 중국산 축전지가 장착되어 있다. 정전이 자주 발생하는 북한 전력망에서 독립되어 전기 사용에 좀더 유리한 장점이 있지만, 배터리와 같은 장비 비용이나 잉여전기 낭비의 문제가 발생하고 있다.

둘째, 계통연결형 태양광발전시스템이 있는데, 코로나 대유행 전후 평양을 중심으로 북한 당국이 추진되고 있는 전력망 시스템이다. 전력망 연결 또는 전력망 상호 연결 시스템으로도 불리는 전력망 계통연결 태양광 발전시스템은 개별 주택단지 혹은 중소 규모 발전소 시스템에서 채택하고 있다. 태양광 발전의 잉여 전력을 중앙전력망에 판매할 수도 있는 방식이지만, 전기 변환 과정이나 정전 등으로 관련 기기 과부하가 걸릴 수도 있다. 현재 로동신문은 계통연결형을 선전하고 있지만, 기술적으로 북한 당국은 향후 이상의 두 개의 시스템의 장단점을 보완한 일종의 하이브리드 태양광 발전시스템의 개발을 추구하는 것으로 분석된다. 북한당국이 선전하는 계통연결형 전력공급시스템은 중앙공급형 전력공급시스템의 위험회피 방안이기도 하다. 대형 전기 공급을 위한 북한 중공업 설비능력이 부족하고 제재로 인하여 부품 수입이 용이하지 않는 상태에서, 저렴하며 동시에 공식-비공식 반입이 용이한 태양광 설비 구축으로 관심을 기울이는 것은 에너지 빈국으로서 자연스러운 정책대안이라고도 분석된다.

이러한 시스템은 중앙공급형과 다른 전기시스템에는 분산형(Distributed) 전기시스템과 탈중앙형(Decentralized) 전기시스템이라고도 설명될 수 있다. 탈중앙형의 경우, 분산형보다는 지역이나 기업단위에서 독립적으로 운영하는 일종의 마이크로 그리드(Micro-grid) 혹은 오프그리드(Off-grid)의 형태이다. 김정은 집권 이후 돈이 있는 개별가구 혹은 기업소, 단위, 관공서 등이 일종의 오프그리드를 구축해서 독자적으로 에너지를 생산소비했다. 즉 김정은

초기 국가 단위나 중후장대(重厚壯大) 공업 등을 위한 중앙공급형과 전기소비량이 적은 개별 단위, 기업, 주택단지의 탈중앙형이 상호 따로따로 발전했는데, 북한 당국이 이를 병진하여 발전시키고 있다고 설명할 수 있다. 북한 당국은 장기로드맵에 따라서 2020년대 평양을 중심으로 전국 각지의 단위와 기업 등에 태양광발전소를 건설하고 있다.

석탄발전소는 채탄의 어려움만이 아니라 설비와 운용, 송배전이 어렵지만, 태양광은 발전과 설비를 간편하게 설치하여 경제적이며 효율적인 다양한 장점만이 아니라, 생산단가도 저렴해 지는 추세이다. 최근 신축된 발전소는 함남청년 2호 수력발전설비와 같이, 혼합형발전체계를 구축하고 있어 안전성과 효율성을 높이고 있다고 설명하고 있다.⁵²⁾

2020년대 비용면에서 한국, 중국, 유럽의 주요 태양광 선도국들은 태양광 그리드 패리티(Solar Grid Parity)에 달성하였다. 그리드 패리티란 태양광 발전으로 생산한 전력의 발전단가가 기존의 화석연료 기반 전력의 소매 발전단가와 비교해도 상당한 경쟁력을 달성했다는 의미이다. 2024년 전세계 태양광 비율이 8.8%를 넘어서, 사실상 잡히진 않는, 통계에 반영되지 않는 태양광 발전량, 즉 숨어있는 태양광(Hidden Solar)이 전세계적으로 상당하다. 북한 당국 역시 주민들이나 개별 기업에서 생산하고 있는 숨어있는 태양광을 국가전력망과 연동하려는 시도로 보여진다. 더욱이 안정성과 효율성면에서 태양광 발전은 북한상황에 적합한 대안으로 주목하고 있는 것이다.

앞에서 설명한 바와 같이, 김정은 시기 지속적으로 가구별 소규모 전기와 기관, 군부대, 지방정부, 기업소 등이 운용하는 중소규모 태양광 발전설비가 빠르게 확장되어 왔다. 북한 당국은 계통연결과과정에서 숨어있는 용량을 정부부문에 흡수하려고 하지만, 잉여전력을 중앙정부에 무상으로 제공하는 이익의 문제와 더불어 통제하려는 정부와 회피하려는 사적 영역 사이에 숨어있는 태양광을 둘러싸고 마찰이 발생할 가능성이 있다. 그 외에 개별 태양광 발전소와 국가전력망 사이에 전력이 역송전할 때, 인버터 등의 과부하가 걸리며 전력품질이 저

52) 서남일, "모든 지역과 단위에서 자연에너지를 적극 리용하자," 『로동신문』, 2025년 11월 14일. 혼합형발전체계(Hybrid Power System)이란 두 가지 이상의 에너지를 상호보완적으로 결합하여 전력을 생산공급하여, 안정성과 효율성, 그리고 경제성을 높이는 전력시스템을 의미한다.

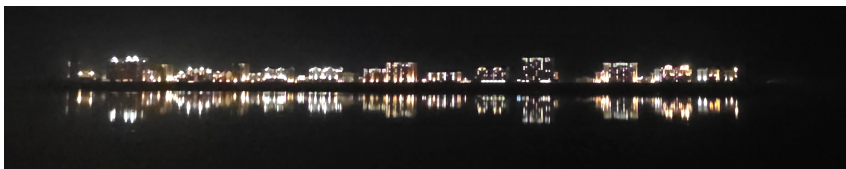
하되는 현상이나 계통보호장치가 오작동하는 안정성 문제 등 북한 당국이 해결할 문제가 적지 않다.

3. 에너지 절약형·고부가가치 산업으로 전환 징후

필자는 지난 20여년간 북·중 접경지역을 방문하는데, 신의주, 만포, 혜산과 같은 도시만이 아니라 농촌, 광산, 산골 마을에서도 태양광 패널이 증가되는 추세를 발견할 수 있었다. 김정일 시기 암흑같은 밤과 비교하면, 매년 점점 밝아지는 추세를 관찰할 수 있었다. 에너지 빈곤국가에서 태양광 발전을 수용하는 일반적인 패턴을 보여주고 있다.

〈사진 2〉의 코로나 대유행 신의주 1번 국도와 같은 대로변, 장마당, 강변을 따른 밝은 가로등 거리는 점점 증가하고 있다. 국경 지역 도시들의 시내 중심부 곳곳의 거리에 가로등이 자정까지 켜져있는 경우가 상당하다. 개별 태양광 패널을 이용한 독립적 가로등으로 운용되고 있는데, 이는 시내 중심부만 아니라 도심 외곽으로도 연결되어 있다. 한편, 필자는 농촌 산간 마을에도 마찬가지로 밤에 불빛을 상당히 관찰할 수도 있었다. 또한 2024년 압록강 대홍수로 파괴된 위화도가 2025년 복구되었는데, 중국 단둥 관광객에 대외 과시용으로 평양과 유사하게 야경을 내보이고 있다. 국경의 불빛은 대부분 태양광 패널에 의존하고 있다. 이와 더불어 신의주는 북한 최대의 태양빛과 풍력 복합 발전소가 설치되어 있고, 태평만발전소(30km)와 수풍발전소(60km)에서도 가까운 거리에 있다

〈사진 2〉 단둥에서 바라본 위화도 하단리 사진

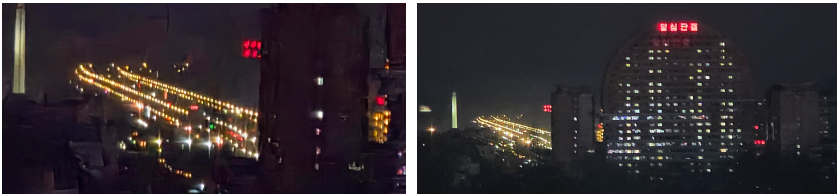


출처: 필자촬영(2025년 12월 14일, 저녁 9시경)

국경에서 바라본 북한지역의 군부대, 관공서, 세관 등도 태양광 패널이 설치

되어 있는데, 특히 코로나 대유행 이후 확산이 가속화되고 있다. 구글 위성지도 분석 결과, 평양을 비롯한 지방 도시의 병원, 관공서와 군부대, 문화와 놀이 시설, 종합봉사소, 호텔 및 식당과 같은 서비스업 건물 곳곳에서도 유사한 패턴이 발견되고 있다.⁵³⁾

〈사진 3〉 신의주와 남신의주를 거쳐 평양을 잇는 1번 국도



출처: 필자촬영(2025년 12월 14일, 저녁 9시경)

2020년대에도 로동신문만이 아니라 38노스 등에서도 태양광 발전에 대한 다양한 사례가 보도가 상당히 증가하고 있다. 평양만이 아니라, 여러 지방, 예를 들면, 북한 최대규모의 신의주 동쪽의 자연에너지발전소,⁵⁴⁾ 평안북도 금산포 수산사업소 자연에너지 발전소,⁵⁵⁾ 황해남도 운률군 소규모 태양광발전소,⁵⁶⁾ 함경남도 함흥시⁵⁷⁾, 평안남도 평성시,⁵⁸⁾ 황해북도 송림시 청운농장,⁵⁹⁾ 회창군

53) 정은이, “평양 지방위 ‘태양빛’으로 버티다,” 『온라인시리즈』 통일연구원, 2025.11.
54) 이 발전소는 풍력과 태양광 복합발전소로 평안북도 배전소가 운영하고 있으며, 2019년 6월 건설을 시작하여, 같은 해 9월까지 건물 인근 부지에 1.2km에 달하는 태양광 패널이 설치됨. 태양광 및 풍력 발전을 합산한 용량은 1,000킬로와트(kW). 이후 2020년 2월부터 2021년 3월 사이에 200미터 길이의 어레이(Array)를 추가로 설치하여, 당시 총 48개의 어레이(총 3,594개의 패널)로 구성됨. Martyn Williams, *North Korea's Energy Sector: Notable Solar Installations*, April 4, 2023, <http://www.38north.org>(검색일: 2025년 10월 15일). 2021년 1월 24일 조선중앙방송.
55) 이 발전소는 풍력과 태양광 복합발전소로 2016년 건설이 시작되었음. 철산 인근의 좁은 부지에 가로 400m, 세로 40m의 면적에 약 2,880개의 태양광 패널이 설치. Martyn Williams(2003); 2017년 2월 9일 조선중앙방송.
56) 김일성종합대학과 김책공업종합대학의 협력으로 2018년 건설을 시작하여, 완공. 2019년 상공. 각 열에는 약 160개의 태양광 패널이 5.5열로 설치, Martyn Williams(2003).
57) “태양빛발전소 건설, 전력생산 정상화,” 『로동신문』 2024년 12월 6일.
58) “평성천 기슭에 태양빛 발전소가 새로 건설됨으로써 태양빛 에너기에 의한 전력 생산토대가 구축되고……,” “평안남도에서 태양빛 발전소 새로 건설,” 『로동신문』 2024년 12월 31일.

직물공장⁶⁰⁾ 화해북도 체신관리국, 평양치과위생용품공장, 류원신발공장⁶¹⁾ 등의 태양광 발전소 건설과 운용현황이 보도되고 있다.

코로나 팬데믹 기간동안, 구글 위성을 통하여 분석해 보면, 북한 내부에서는 공장·기업소 단위의 대규모 태양광·풍력 복합발전 설치가 증가한 것으로 관찰되고 있다. 철강, 조선, 화학 등 대량의 에너지가 필요한 중후장대(重厚壯大)한 중공업은 수력과 화력에 기반한 중앙집중형 전기가 공급되고 있다. 이와 달리, 평양, 평성 등 외곽 공장 밀집 지역의 경공업 분야, 화장품, 식품과 음료, 구두 등 다양한 경공업 분야에 태양광 발전의 설치가 위성 영상으로 확인되고 있다. 이와 더불어 이러한 선도적 지역에서 발전된 조명, 제약, 의료기기, 과학기술의 전당⁶²⁾ 등 고부가가치·에너지 절약형 산업으로도 확산되고 있다.⁶³⁾

IV. 결론

김정은 시기에도 북한은 에너지 빈곤국가이며, 에너지 격차가 상당한 수준이다. 태양광 발전의 잠재력 역시 자연지리적 제약으로 세계에서 가장 발전가능성이 낮은 지역에 속한다. 그럼에도 김정은 초기 부유한 북한 주민, 단위, 기업소들은 생존차원에서 독립형 태양광 발전 설비를 중국으로부터 반입하였고 빠르게 확산되었다. 이러한 발전경로는 에너지 빈곤국가에서 에너지 문제 해결을 위하

-
- 59) “전력 사정이 긴장한 겨울철과 외진 산골에서도 태양빛을 효과적으로 리용하여 농촌 살림집들에 필요한 생활용수를 충분히 보장……송림시 청운농장의 농촌마을에 태양빛 전자……,” “태양빛 전자에 의한 생활용수보장체계 도입,” 『로동신문』 2025년 5월 19일.
- 60) 김증삼, “태양빛을 이용하여 직기를 돌린다,” 『로동신문』 2025년 11월 14일. 직물공장 지배인 김증삼은 “수십 Kw의 발전능력……국가로부터 전혀 전력을 공급받지 않고” 있다고 해설하고 있다.
- 61) 서남일, “모든 지역과 단위에서 자연에너지를 적극 리용하자,” 『로동신문』 2025년 11월 14일.
- 62) 평양 축섬에 위치한 과학기술전당은 2015년 10월 개관되었음. 수백대의 컴퓨터가 설치된 학습실 및 과학자 기숙사 등으로 구성되어 있음. 북한언론에 과학기술전당 태양광발전설비로 자주 보도되고 있음.
- 63) 정은이, “평양 지붕 위 ‘태양빛’으로 버티다,” 『온라인시리즈』, (통일연구원, 2025.11). 에너지 절약형 산업이란 생산 단위당 에너지 소비가 적고 효율적 기술 또는 인력 집약적 구조로 운영되는 산업을 의미한다.

여, 태양광 발전을 확산방식시키는 패턴과도 유사하다. 또한 SDG7 '깨끗한 에너지'의 제안에도 부합하다.

김정은 초기 무질서하게 태양광 발전 설비가 주민들의 생존차원에서 중국으로부터 반입되었다. 이후 김정은 시기 태양광 발전을 요약해 보면 다음과 같다. 2014년 김정은 당국은 전략적으로 재생에너지, 특히 태양광 발전에 대한 목표와 로드맵을 발표했다. 현재까지 로드맵에 의거하여 태양광 발전이 이루어지는 것으로 평가된다. 2010년대 평양을 중심으로 전국각지에 독립형 미니그리드 발전소도 설치되었다. 이후 2020년대 계통연결형 태양광 발전소가 건설되고 있다. 이는 중앙공급형 전력공급시스템을 위협회피를 대안으로, 잉여 전력을 국가부문에서 흡수하려는 방안으로도 분석된다. 또한 대형 전기 공급을 위한 북한 중공업 설비능력이 부족하고 제재로 인하여 부품 수입이 용이하지 않는 상태에서, 공식-비공식 반입이 용이한 태양광 설비 구축으로 관심을 기울이는 것은 자연스러운 에너지 전략으로도 분석된다. 대규모 재원을 투입해서 재건설해야 하는 기존의 중앙공급형은 중화학공업에 사용하고, 이와 병행하여 지역별 중소규모 분산형 설비를 병행하는 건설하는 전략을 동시에 추진하고 있는 것이다. 초기의 낮은 설치비와 유연성으로 경제수준이 낮은 개발도상국들이 채택하는 태양광 건설 전략과도 유사한 것이다.

그러나 개발도상국에서 역변전하는 과정에서 출력제어(curtailment)로 설비의 성능저하나 고장과 같은 비효율이 발생하고 있고, 정부부문 이외에서 건설한 태양광을 정부부문이 흡수할 때 주민이나 기업소들의 저항도 해결해야 하는 문제로 보여진다. 에너지 빈곤국가에서 선부론 방식의 평양중심의 태양광 발전방식은 에너지 격차를 더욱 심화시킬 개연성이 있다.

2024년 전세계 전기생산에서 태양광 의존율이 8.8% 전후이다. 그런데 통계청과 통일부와 같은 정부기관은 북한의 태양광 의존도를 거의 미미한 것으로 추정하고 있는 것이다. 현장이나 위성 관찰, 북한 매체에 의하면, 북한의 태양광 의존이 다른 국가에 비하여 상당히 높은 편으로 추정된다. 우리 정부 및 외부세계에서 발표하는 북한 일반현황만이 아니라 산업에 대한 통계 추정치에 대한 전면적인 재평가 작업도 필요하다.

참고문헌

- 김은진, 고도연, “시스템 사고를 통한 북한 농촌 재생에너지 확산 경로 분석 및 함의.” 『현대북한연구』 26권 3호, 북한대학원 심연북한연구소, 2023.
- 김준호, “북한의 밤이 밝아졌다.” 『북한』, 북한연구소, 2017.
- 김형준, “북한 인프라 개발·투자 전망 1: 시설 노후화로 전력 부족 신재생 에너지 개발 주목.” 『북한』, 북한연구소, 2019.
- 동용승, “북한의 대체 에너지 정책 실태와 전망: 전력부족에 시달려온 북한 주민들.” 『북한』, 북한연구소, 2019.
- 박동철, “북한의 에너지정책과 에너지산업동향.” 『석유협회보』, 석유협회, 1989.3.
- 박민준, “북한 주민-전력 연결망의 재구조화와 기술·사회 변화.” 『북한연구학회보』 25권 2호, 북한연구학회, 2021.
- 빙현지, 이석기, “북한 재생에너지 현황과 시사점.” 산업연구원, 2017.
- 신정수, “북한 가구부문의 태양광패널 활용과 역할.” 『KDI 북한경제 리뷰』, 한국개발연구원, 2023. 4.
- 정은이, “북한장마당 인사이드: 북한의 밤을 밝혀라! 태양광판의 비밀?.” 『통일한국』, 평화문제연구소, 2017.3.
- 정은이, “평양! 지붕위 ‘태양빛’ 으로 버티다.” 『온라인시리즈』, 통일연구원, 2025.11.
- 주연중, 『북한의 에너지법제 연구 III: 전력법, 에네르기관리법, 재생에너지법』, 한국법제연구원, 2024.10.
- 조진희, 강우천, “지속가능발전목표(SDGs) 관점에서 본 북한 에너지 정책과 남북협력 시사점.” 『입법과 정책』 제12권 제2호, 국회입법조사처, 2020.
- 이태희, “김정은 집권기(2012~2024년) 북한 전력 부문의 주요 정책 목표와 국제 학술 논문 특징 분석.” 『통일과 평화』 제17집 3호, 서울대학교 통일평화연구원, 2025.
- 윤재영, “북한 전력산업 동향과 자원개발용 전력공급 전략.” 『북한자원 뉴스레터』 Vol. 67, 남북교류협력지원협회, 2014.
- 통일부, “전력 수급현황 및 특징.” 『북한정보포탈』, 2023.07.
- https://nkinfo.unikorea.go.kr/nkp/pge/view.do;jsessionid=VmZeOWIBuWYBOAo_8gzLBPgJCfeQS61Kz66dxEvU.ins22?menuId=MENU_51 (검색일: 2025.11.15)
- International Energy Agency, the International Renewable Energy Agency, the United Nations Statistics Division, the World Bank, and the World Health Organization, *Tracking SDG 7: The Energy Progress Report 2025*, June, 2025.

International Energy Agency (IEA), *Global Energy Review 2025*, March, 2025.
Małgorzata Wiatros-Motyka, Kostantsa Rangelova, *Global Electricity Mid-Year Insight: Solar and wind outpaced demand growth in the first half of 2025, as renewables overtook coal's share in the global electricity mix*, (October, 2025).

Martyn Williams, *North Korea's Energy Sector: State Solar Electricity Research and Manufacturing*, 2023, March, 15, <http://www.38north.org>
(검색일: 2025년 10월 15일).

Martyn Williams, *North Korea's Energy Sector: Notable Solar Installations*,
April 4, 2023, <http://www.38north.org>(검색일: 2025년 10월 15일).

통계청. “북한의 주요 통계지표.” 각년도.

『로동신문』

『조선신보』

『조선중앙통신』

『KBS』

Google Map

Abstract

Connecting "Hidden Solar" to the National Grid: Pyongyang's
Grid-Connected Energy Plan

Park, Jong Chol(Gyeongsang National University)

N.Korea is one of the countries with the most vulnerable energy access in the world. Early in the Kim Jong-un era, solar panels began to be distributed primarily to wealthy individuals, businesses, and organizations. This led to the proliferation of "hidden solar power," operating as independent mini-grids not reflected in statistics, throughout N. Korea. This has led to a deepening energy gap between the rich and the poor, while the country remains energy-poor.

In the 2020s, the N. Korean authorities are pursuing a plan to convert these solar power systems, centered around Pyongyang, to grid-connected systems and integrate them into the national power grid. This strategy also serves as a risk-averse strategy against the centralized power supply system. The N. Korean authorities are pursuing a parallel development plan, simultaneously building the existing centralized power generation system for heavy industry and small- and medium-sized distributed solar power facilities tailored to regional characteristics. However, technical challenges such as overload, poor power quality, and stability remain.

This approach to solar power generation, driven by the desire of N. Korean residents to improve their lives and the government's response, mirrors the solutions and initiatives of other energy-poor countries.

Keywords: Sanctions, Energy Poverty, N. Korean Collapse Theory, Sustainable Development Goal 7

투고일: 2025년 12월 27일, 심사일: 2026년 1월 31일, 게재확정일 : 2026년 2월 7일