

북한 가구부문의 태양광패널 활용과 역할¹⁾

신정수 | 에너지경제연구원 연구위원 | jsshin2@keei.re.kr

I. 머리말

1990년대 초반 소련을 위시한 공산권의 붕괴로 북한에 대한 에너지 대외원조가 중단되면서 북한 당국은 에너지분야의 자력갱생 차원에서 재생에너지²⁾ 개발의 필요성을 인식하였다. 1993년에 재생에너지 개발을 장기국가실행계획에 포함하고 국가과학원 산하에 '자연에너르기개발이용센터'³⁾를 설립하였으며 정부 내에서는 국가비상임위원회⁴⁾에서 재생에너지 산업화를 담당하도록 함으로써 재생에너지 연구·개발 주체에 대한 초기 밑그림이 시작되었다. 그리고 2001년에는 '자연에너르기개발 국가5개년계획'⁵⁾ 수립을 통해 개발목표를 제시하기도 하였으나 이후 구체적인 정책추진 상황이나 가시적인 성과를 나타내지는 못하였다.

이후金正은 시대에 들어서면서 재생에너지 개발에 대한 필요성이 다시 강조되기 시작하였다. 특히 2013년 '자연에너르기법' 제정을 시작으로, 2014년 국가과학원 산하 '자연에너르기연구소'⁶⁾ 설립, '2014~2044 자연에너르기 중장기개발계획'⁷⁾ 수립, 2016년 '제1차 국가경제발전 5개년 전략'에 재생에너지 이용 확대 정책을 포함하는 등 재생에너지 개발 및 보급 확대에

1) 본고의 북한 가구부문 태양패널 활용과 역할 조사는 신정수·김경술, 「북한 에너지통계작성 방안 연구」, 에너지경제연구원 기본연구 202118, 2021. 12 과제 수행을 위한 '북한 가구부문 에너지소비행태 시범조사'의 일환으로 이루어졌으며, 해당 시범조사 결과 중 북한 가구부문 태양광패널 활용형태 및 가구부문 에너지소비에서의 태양광패널의 역할 결과를 발췌·요약하여 본고를 작성하였다.
2) 북한은 재생에너지에 대하여 "자연에너르기"라는 용어를 사용하지만, 본고에서는 국제적으로 통용되는 '재생에너지' 용어를 사용한다.
3) 김일성종합대학, 김책공업종합대학, 기계공학연구소, 전기동학연구소, 열동력연구소, 지질연구소, 수력연구소 등의 국가 산하 연구기관들이 함께 연계되었다.
4) 1994년에 설립되었다.
5) 동 계획은 6개 재생에너지원(풍력·태양광·태양열·조력·바이오가스·연료전지)에 대한 개발 목표를 정하고, 관련 에너지원들에 대한 데이터베이스화를 추진하는 것을 주요 내용으로 하고 있다.
6) 기존의 '자연에너르기개발이용센터'를 확대·격상시켜 설립하였다(19개 연구실, 21개 실험실 180명 연구원).
7) 동 계획에서 2044년까지 재생에너지 발전용량 500만KW 확대 목표를 정하였다.

대한 강한 정책의지를 지속적으로 표명하였다. 북한 가구부문의 태양광패널 보급의 폭발적인 증가도 바로 이 시기에 시작되어, 북한 각지 가구들마다 ‘한 집 건너 한 집 설치’라는 탈북 새터민의 증언이 이어지게 되었다. 그러나 북한 가구부문의 태양광패널 보급이 크게 증가하였다는 포괄적인 상황은 알려지고 있지만, 구체적으로 어느 정도 보급이 이루어졌고, 북한 전체 가구부문 전력소비에서 어느 정도 기여를 하고 있는지에 대한 구체적인 조사 결과 또는 정보가 알려진 바는 없었다.

이에 본고에서는 북한 가구부문의 태양광패널의 보급 규모와 사용특성 등에 대하여 조사하고, 가구부문 전력소비에서 태양광패널 생산 전력이 어느 정도 역할을 하고 있는 지 추정하였다. 이 같은 조사·분석은 대북제재하에서 북한인민의 자구적인 에너지조달 노력의 일환으로서 태양광패널의 유효성 정도 파악과 함께, 북한의 민생에너지 어려움 극복을 위한 남북에너지협력의 새로운 분야로서의 협력 가능성 및 협력 사업 추진방안에 대한 정책적 시사점을 얻을 수 있다는 점에서 그 필요성과 연구의 의의를 찾을 수 있다.

II. 북한 가구부문의 태양광패널 보급 및 이용 특성

1. 조사개요⁸⁾

본고의 북한 가구부문 태양광패널 보급 및 이용특성 조사는 코로나19 팬데믹 전후(2019년, 2020년) 북한 가구부문의 에너지소비 변화와 에너지 부족문제 자구노력 상황 파악을 위하여 수행되었다. 이 같은 목적에 따라 북한 지역별 가구 수⁹⁾를 기준으로 하여, 가구 특성에 따라 층화된 표본 200개를 지역별로 할당하고, 여러 휴먼트 자원을 활용하여 지역별 할당표본을 채워가는 방식으로 설문지 응답 형식의 조사를 수행하였다.

설문지의 주요 질의 항목은, 가구부문 에너지소비의 경우 지역별 가구당 에너지소비원단위 추정을 목적으로 에너지소비 용도별, 원별, 기기별 연평균 사용량 및 사용시간으로¹⁰⁾ 구성하였고, 태양광패널 보급 및 이용의 경우는 태양광패널(햇빛판 또는 태양빛전지) 보유 여부, 용량, 사용시간과 함께 축전지의 용량 및 충전시간 등을 질의 항목으로 구성하였다.¹¹⁾

8) 본고의 북한 가구부문 태양광패널 보급 및 이용 특성 조사는 코로나19 전후(2019년, 2020년) 북한 가구부문 에너지소비 변화 조사의 일환으로 수행되었다.

9) '2008 북한 인구센서스'의 지역별 일반가구 수 기준임.

10) 조명 및 가전용도의 경우 에너지이용 기기별 소비전력과 이용시간을 조사하였다.

11) 북한 가구부문 태양광패널은 햇빛이 드는 시간 중 집 밖에 설치되었다가 해가 지면 집안으로 다시 들어오는 방식으로 사용하며, 태양광패

〈표 1〉 북한 가구부문의 에너지소비 및 태양광패널 활용에 관한 조사 설문 항목

용도·조달(공급) 분류	세부 이용행태 항목	
에너지소비 부문	주거형태	① 주택형식, ② 가구원 수
	난방형태	③ 난방기간, ④ 난방방식, ⑤ 난방연료(소비량), ⑥ 난방수준
	취사형태	⑦ 취사연료(소비량),
	연료조달방식	⑧ 연료별 조달방식
	전기(공급)형태	⑨ 전기 공급 시간
	조명 사용형태	⑩ 보유 전등 종류, ⑪ 보유 전등 개수, ⑫ 보유 전등 사용시간
태양광패널 활용 부문	가전 사용형태	⑬ 보유 가전별 출력(소비전압), ⑭ 보유 가전별 사용시간
	축전지 사용형태	⑮ 경전 일수, ⑯ 전기가 공급되는 날 평균 전기 공급 시간, ⑰ 축전지 용량, ⑱ 축전지 사용시간
	태양광 사용형태	⑲ 용량, ⑳ 사용시간(가동률), ㉑ 주요 용도, ㉒ 조달방식, ㉓ 제조국

자료: 신정수·김경술, 『북한 에너지통계작성 방안 연구』, 에너지경제연구원 기본연구202118, 2021.12.

이상의 설문조사를 통해 도출된 지역별, 가구당 에너지소비원단위 결과와, 가구부문에서 설치한 태양광패널의 평균 보급용량·사용시간 등에 관한 결과를 북한의 지역별 가구 수 추정¹²⁾ 결과에 곱하는 방식으로 지역별 가구부문 에너지원별·용도별 에너지소비량 및 태양광패널 발전량을 추정하였다.¹³⁾

〔그림 1〕 북한 가구부문의 에너지소비량 및 태양광패널 발전량 추정방식



자료: 저자 작성.

넬로부터 생산되는 전력을 축전지에 충전하여 사용하는 방식인 관계로 태양광패널 사용시간과 축전지 사용시간을 함께 조사하였다.
 12) '2008 북한인구센서스'를 기준으로 추계인구 증가율을 적용하였다.
 13) 본 조사 결과의 지역별 구분은 관서지방(황해도·평안도·자강도), 관북지방(강원도·함경도·양강도), 평양으로 하였다.

2. 북한 가구부문의 전기 공급 상황 및 전기소비량

2020년 북한 가구부문의 전기 공급 상황에 대한 조사 결과, 정전 일수는 관북지방이 161일로 가장 많았고, 다음으로 관서지방이 144일로 조사되었다. 평양은 그나마 다른 지역에 비하여 형편이 나은 편으로, 정전 일수가 119일로 조사되었다. 일평균 전기 공급 시간은 평양 6.9시간, 관서지방과 관북지방은 3.7시간으로 동일한 것으로 조사되었다. 이 같은 2020년 북한 가구부문의 전기 공급 상황을 2019년과 비교해 보면, 정전 일수의 경우 관서지방, 관북지방, 평양 지역 공히 전년 대비 11일씩 증가하였으며, 일평균 전기 공급 시간은 관북지방은 0.3시간 감소하였고, 관서지방과 평양은 0.4시간씩 감소한 것으로 조사되어 2019년~2020년 기간 중 전 지역에 걸쳐 가구부문 전력 공급 상황은 악화된 것으로 나타났다.

〈표 2〉 북한 가구부문의 전기 공급 상황 조사 결과(2019년, 2020년)

년도	전기 공급 상황	지역별 전기소비량		
		관서	관북	평양
2019년	정전 일수 (일)	133	150	108
	일평균 전기 공급 시간 (시간)	4.1	4.0	7.3
2020년	정전 일수 (일)	144	161	119
	일평균 전기 공급 시간 (시간)	3.7	3.7	6.9

주: '정전 일수'는 하루 중 전기가 전혀 들어오지 않는 연중 날짜 수이며, '일평균 전기 공급 시간'은 하루 중 전기가 조금이라도 들어오는 날의 평균 전기 공급 시간을 의미함.

자료: 신정수·김경술, 『북한 에너지통계작성 방안 연구』, 에너지경제연구원 기본연구202118, 2021.12

또한 지역별 용도별 가구당 에너지소비원단위 조사 결과에 기초하여 2020년 북한 가구부문의 전기소비량을 추정한 결과, 총 전기소비량은 2,129GWh이었으며, 지역별로는 관서지방 1,020GWh, 평양 599GWh, 관북지방에서 510GWh를 소비한 것으로 추정되었다. 이 같은 2020년 북한 가구부문 전기소비량의 용도별 비중을 보면, 가전용 80%(1,709GWh), 조명용으로 20%(420GWh) 정도 소비된 것으로 나타났다.

한편, 가구부문 전기소비량 역시 전기 공급 상황과 마찬가지로 전년에(2019년, 2,255GWh) 비하여 감소한(-5.5%) 것으로 나타나, 코로나19 팬데믹 발생 전후 기간 중 북한 가구부문의 전력수급상황은 전반적으로 악화된 것으로 추정된다.

〈표 3〉 북한 가구부문의 지역별, 용도별 전기소비량 추정 결과(2019년, 2020년)

년도	단위	계	지역별 전기소비량			용도별 전기소비량	
			관서	관북	평양	조명	가전
2019년	천TOE	193.9	89.8	45.7	58.3	37.6	156.4
	GWh	2,254.8	1,044.7	531.9	678.3	436.8	1,810.0
2020년	천TOE	183.1	87.7	43.9	51.6	36.1	147.0
	GWh	2129.3	1019.5	510.3	599.4	419.9	1709.4

주: 전기밥가마(전기밥솥)와 전기채가마(전기후라이팬) 등 취사용 전기기기들은 가전기기로 분류하여 조사하였음.
 자료: 신정수·김경술, 『북한 에너지통계작성 방안 연구』, 에너지경제연구원 기본연구202118, 2021.12

3. 북한 가구부문 태양광패널 보급 상황 및 조달경로

북한 가구부문 태양광패널 보급 현황에 대한 조사 결과, 보유 가구들의 패널 용량은 70W 내외, 전체 가구 수 대비 보급률은 46%로, 관북·관서지방의 보급률이 평양지역보다 훨씬 높은 것으로 조사되었다. 이에 따라 2020년 현재 북한 가구부문에 설치되어 있는 태양광패널의 총 대수는 288만대에 이를 것으로 추정되었다(관서지방 153만대, 관북지방 105만대, 평양 31만대).

〈표 4〉 북한의 지역별 태양광패널 보급 조사 결과(2020년 기준)

구 분	전국	관서	관북	평양
평균용량		69W	73W	68W
보급률	46.4%	45.8%	51.9%	36.0%
보급대수(추정)	2,884천대	1,527천대	1,048천대	309천대

자료: 신정수·김경술, 『북한 에너지통계작성 방안 연구』, 에너지경제연구원 기본연구202118, 2021.12.

또한 태양광패널 보급 가구들에 대하여 패널의 조달 경로를 설문한 결과, ‘장마당에서 구입하였다’라는 응답이 대부분이었으며, ‘중국에 출입하는 상인·지인에게 부탁하여 구입하였다’라는 응답이 그 다음 순이었다. 그밖에 매우 소수이기는 하지만 뇌물, 빼돌림(전자제품 판매)상점에서 구입 등의 응답도 조사되었다.

[그림 2] 북한의 중국산 태양광패널 수입량(대) 추이



자료: 신정수·김경술, 「북·중 신재생에너지 교역 분석을 통한 남북한 신재생에너지협력 정책 시사점 연구」, 에너지경제연구원 출연사업정책 202108, 2021. 12.

그리고 사용하고 있는 태양광패널의 제조국에 대한 조사 결과, 99% 이상 중국산인 것으로 조사되었다. 이상의 조달경로 및 제조국 조사 결과를 기반으로 추정해 보면, 현재 북한 가구부문에서 설치·사용 중인 태양광패널의 상당 부분은 중국으로부터 밀반입(밀수)된 것임을 알 수 있다. 좀 더 구체적인 북한 가구부문의 중국산 태양광패널 밀수량(대수)을 추정하기 위하여, 북한의 중국산 태양광패널이 수입되기 시작한 2009년 이후부터 UN 대북제재로 수입이 중단된 2018년 3월까지의 공식적인 수입 누적량 163만대와 가구부문 전체 태양광패널 보유 대수 288만대를 비교해 보면, 공식 수입된 누적량 163만대가 모두 가구용이라고 가정하더라도, 결국 최소한 125만대(가구부문 패널 보급량의 43%) 이상 중국으로부터 밀수입된 것임을 알 수 있다.

III. 북한 가구부문 에너지소비에서 태양광패널의 역할

1. 가구부문 에너지소비에서 태양광패널의 발전 비중

태양광패널 보유 가구들의 평균 설치용량과 지역별 태양광패널 보급률 및 연중 사용 일수 등에 대한 조사 결과를 기초로 북한 가구부문 태양광패널 총 설치용량과 연간 발전량을 추정한 결과는 다음과 같다.

북한 가구부문 태양광패널 총 설치용량은 2020년 기준 203MW에 이르고 있으며, 이는 북한 전체 발전용량 8,225MW(통계청, 2022)의 2.5%에 달하는 규모로 북한 가구부문이 국가 발전용량을 자구적으로 보완하는 규모가 작지 않음을 알 수 있다. 또한 발전량 측면에서는 2020년 북한 가구부문 태양광패널의 연간 발전량은 149GWh 정도로 추정되어, 북한 전체 발전량 23,900GWh(통계청, 2022)의 0.6%에 달하고 있다.¹⁴⁾ 즉, 북한 가구부문에서 국가 발전량의 0.6%에 달하는 전기를 태양광패널을 통하여 추가적으로 생산하고 있다고 볼 수 있다.¹⁵⁾

가구부문 전력소비에 기여하는 측면을 살펴보면, 2020년 북한 가구부문의 전기소비량은 2,129GWh로 추정되었으며(표 3 참조), 따라서 가구부문 전기소비량의 7.0%(149GWh) 정도를 태양광패널 발전으로 충당하고 있다고 볼 수 있다. 또한 북한 가구부문 태양광패널 생산 전기는 축전지·변압기를 통해 이용하는 방식인 관계로, 주요 용도가 가전용인 점을 감안하여 가전용 전기소비량에 대한 태양광패널 기여 수준을 평가해 보면, 2020년 북한 가구부문의 가전용 전기소비량은 1,709GWh로 추정된바(표 3 참조) 가전용 전기소비량의 8.7% 정도를 태양광패널 발전으로 충당하고 있다고 볼 수 있다. 특히 관북지방의 경우는 가전용 전기소비량 대비 태양광패널 발전량 비중이 12% 이상으로 나타나 태양광패널이 가전용 전기소비에 기여하는 수준이 매우 높은 것으로 평가되었다.

〈표 5〉 북한의 지역별 태양광패널 발전량 추정 결과

구 분	2019년			2020년		
	관서	관북	평양	관서	관북	평양
태양광패널 평균용량 (W)	69	73	68	69	73	71
태양광패널 보급률 (%)	45.8	51.9	36.0	45.8	51.9	36.0
태양광패널 연중 사용 일수 (일)	244.5	229.1	283.9	246.1	231.3	288.3
태양광패널 보유 가구당 연간 발전량(kWh)	23.0	26.0	20.8	23.2	26.2	22.1
가전용 전기소비량의 태양광패널 충당 비중(%)	8.7	11.5	3.7	9.0	12.2	4.6
가구부문 태양광패널 총 설치용량(MW)	202			203		
가구부문 태양광패널 연간 발전량(MWh)	147,084			149,245		
가구부문 태양광패널 연간 발전량(천TOE)	12.6			12.8		
가구부문 가전용 전기소비량 중 태양광 충당 비중(%)	8.1			8.7		

자료: 신정수·김경술, 「북한 에너지통계작성 방안 연구」, 에너지경제연구원 기본연구202118, 2021. 12.

14) 태양광패널 발전량 추정 시 이용률(15%), 축전지방전보전계수(1.2) 등을 반영하였기 때문에 화력·수력 발전설비의 동일용량에 비하여 발전량이 매우 작다.
15) 북한 국가전력계통의 송배전 손실률이 30%에 가깝다는 점을 고려한다면, 전력소비 기준으로 볼 때 북한 가구부문의 태양광패널 발전량(소비량)은 국가전체 발전량(소비량)의 최대 0.9%에 이를 수 있다.

2. 태양광패널의 용도

태양광패널을 설치·사용하고 있는 가구들에 대하여 주요 용도를 조사한 결과, 응답의 대부분은(응답의 90% 이상) ‘TV시청, 핸드폰(손전화기)충전, 손전지 충전’에 사용한다고 답하였다.

〈표 6〉 가구당 TV·핸드폰·(손)전지 연간 전기소비량과 태양광패널의 연간 발전량 비교

구 분	2019년			2020년		
	관서	관북	평양	관서	관북	평양
수상관TV (kWh)	3.2	3.4	3.4	3.2	3.6	3.5
액정TV (kWh)	16.2	20.3	22.5	17.8	20.9	23.5
흑백TV (kWh)	2.6	6.2	4.1	2.6	5.6	1.4
손전화기 (kWh)	22.2	22.3	36.9	22.8	23.0	40.6
(손)전지 (kWh)	2.3	0.6	0.6	2.5	0.6	0.5
계(㉠) (kWh)	46.6	52.8	67.6	49.0	53.4	69.5
태양광발전량(㉡) (kWh)	48.8	58.5	50.9	50.3	60.2	55.4
㉡÷㉠ (%)	104	111	75	103	113	80

주: 국내의 핸드폰 전기소비량 조사·측정 결과 연간 7~8kWh 수준이었음을 감안할 때, 본 북한 가구부문 손전화기(핸드폰)의 전기소비량 조사 결과는 과대 추정되었을 것으로 평가됨.

자료: 신경수·김정술(2021)의 조사 결과 중 해당 결과를 사용하여 저자 작성.

이에 지역별, 가전기기별 전기소비량 중 TV와 핸드폰(손전화기), 조명전지(손전지 및 사발전지 등)의 전기소비량 합과 태양광패널 발전량을 비교해 본 결과, 2020년 기준 관북지방은 태양광패널 발전량이 3개 가전기기 전기소비량의 1.3배, 관서지방은 1.0배, 평양은 0.8배 정도에 이르는 것으로 나타나 실제로 태양광패널 발전을 통하여 TV 시청, 핸드폰(손전화기) 충전 및 손전지 충전용 전기소비량을 충당할 수 있음을 확인하였다.¹⁶⁾ 즉, 북한 가구부문에서 최소한의 통신과 조명에 대하여 태양광패널이 상당한 역할을 하고 있다고 볼 수 있다.

16) 본 조사에서 가구당 핸드폰(손전화기) 연간 전기소비량이 지역에 따라 22~41kWh로 조사되었는데, 국내 핸드폰의 연간 전기소비량 추정 결과가(에너지관리공단, 2016. 10. 7) 8kWh 내외 정도인 점을 감안한다면, 본 조사의 북한 가구부문의 핸드폰 전기소비량은 과대 추정된 것으로 보인다. 따라서 과대추정 문제를 고려한다면 관서지방, 관북지방뿐만 아니라 평양까지도 가구부문 태양광패널 발전량은 TV·핸드폰·조명전지의 전기소비량을 충분히 충당하고도 남을 것으로 추정된다. 미국 ZDNet의 조사 결과에서도 핸드폰 연간 전기소비량은 7kWh 내외인 것으로 조사되었다(『모바일한경』, 2016. 9. 17).

IV. 맺음말

에너지 분야에서 김정은 집권 시대를 그 이전 시대와 비교할 때, 재생에너지 개발 확대를 정책적으로 지속 강조하고 있고, 그중에서도 태양광패널 보급이 확대되고 있다는 점을 김정은 시대 에너지 분야의 특징적 변화 중 하나로 볼 수 있다. 특히 여러 관련 탈북 새터민 조사를 통해 가구부문에서의 태양광패널 설치가 폭발적으로 증가하였음을 지속적으로 확인하여 왔으나, 그 규모가 어느 정도인지, 어느 정도 에너지소비에 기여하는 지에 대한 구체적인 정보는 알 수 없었다.

이에 본고에서는 북한 가구부문의 태양광패널의 보급 규모와 조달방식, 사용 특성 등에 대하여 조사하고, 가구부문 전력소비에서 태양광패널 생산 전력이 어느 정도 역할을 하고 있는지를 추정하였다. 본 조사 결과, 북한의 가구부문은 지속적으로 악화되고 있는 국가 전력 공급 상황(정전 일수 증가 및 전력 공급 시간 감소) 속에서도 태양광패널의 자력 확보를 통하여 가구부문 전체 전기소비량의 적지 않은 부분(약 7%)을 충당하고 있으며, 국가체제 '밖에서'¹⁷⁾ 스스로 국가 전력생산에 추가적인 기여(국가 총 발전량의 0.6% 이상)를 하고 있는 것으로 나타났다.

이는 북한 체제의 정책적 지원과 무관한, 순전히 북한인민의 민생에너지 문제 극복을 위한 자구노력의 결과이며, 북한 당국의 에너지정책 '밖에서' 인민 스스로 만들어 낸 결과라는 측면에서 남북한 에너지협력 방향에 대한 정책적 시사점을 던져주고 있다. 특히 UN 대북제재 이후 태양광전지의 북한 반입이 점점 어려워지는 상황에서 북한 가구부문의 태양광패널 보급 상황 변화에 주목할 필요가 있다. 최소한의 기본적 민생수준 확보라는 인도주의적 측면에서 UN 대북제재와의 조정에 대한 정책적 노력과, (또는 제재 이후라도) 초기적이고 우선적인 남북 에너지 지원·협력 사업의 설계가 요구된다. 이는 윤석열 정부에서 추진하고 있는 '담대한 구상'이나 '(국정과제 94 중)남북한 공동경제발전계획 수립·추진'에서 비핵화 초기 지원·협력 사업의 설계 시 고려될 수 있는 정책적 시사점이라 할 수 있을 것이다.

17) 본고의 조사 결과에서 나타난 바와 같이, 북한 가구부문의 태양광패널은 거의 대부분 중국산 밀반입 제품을 장마당을 통하여 조달하고 있다. 이 같은 조달 과정에서 북한 당국의 정책적 지원은 전혀 없으며, 가구 스스로 비용부담·관리·생산·소미과정을 전담하고 있다. 이러한 측면에서 북한 가구부문의 태양광패널 보급은 북한 체제 '밖에서' 이루어진 결과라고 표현할 수 있다.

참고문헌

신정수·김경술, 『북한 에너지통계 작성 방안 연구』, 에너지경제연구원 기본연구 202118, 2021. 12.

신정수·김경술, 『북·중 신재생에너지 교역 분석을 통한 남북한 신재생에너지협력 정책 시사점 연구』, 에너지경제연구원 출연사업정책 202108, 2021. 12.

에너지관리공단, 「주간에너지이슈브리핑」, 제150호, 2016. 10. 7.

통계청, 『2008년 북한 인구센서스 결과』, 2011.

통계청, 『2022 북한의 주요 경제지표』, 2022. 12.

<언론기사>

『한국경제』, 「스마트폰 배터리 충전비, 얼마나 될까?」, 2016. 9. 17.