

한반도 평화와 지속가능한 발전을 위한

남북 재생에너지 협력방안

2021년 5월 3일 (월) 오전 10시 산림비전센터 2F 중회의실

프로그램

인사말

축사 이인영 통일부 장관

발제 '북한 에너지 인프라 현황과 실현가능한 에너지 협력방안'
임춘택 한국에너지기술평가원 원장
'재생에너지 기반 남북 협력모델 제안'
김윤성 (사)녹색에너지전략연구소 책임연구원

패널토론 김성민 건국대학교 통일인문학연구단장 **좌장**
최우진 (사)한국풍력산업협회 부회장
김태기 (사)대한전기협회 신재생에너지처 처장
김춘이 환경운동연합 사무총장
김소희 아시아녹화기구 사무총장
김광길 통일부 교류협력정책관

주최 국회 기후위기그린뉴딜연구회 · (사)녹색에너지전략연구소 · (사)남북풍력사업단 · (사)남북강원도협력협회 · 환경운동연합

국회기후위기 그린뉴딜 연구회 **대표의원** 국회의원 우원식 국회의원 김성환 **연구책임의원** 국회의원 양이원영
국회의원 강득구 국회의원 강준현 국회의원 김성주 국회의원 김수홍 국회의원 김영배 국회의원 김영호 국회의원 김원이 국회의원 김정호 국회의원 김주영 국회의원 김한정 국회의원 김홍걸
국회의원 김희재 국회의원 문진석 국회의원 민병덕 국회의원 민형배 국회의원 박상혁 국회의원 박홍근 국회의원 설 훈 국회의원 신정훈 국회의원 안호영 국회의원 양정숙 국회의원 용혜인
국회의원 위성곤 국회의원 윤영덕 국회의원 윤영찬 국회의원 이개호 국회의원 이광재 국회의원 이규민 국회의원 이낙연 국회의원 이소영 국회의원 이수진 국회의원 이용선 국회의원 이원욱
국회의원 이원택 국회의원 이학영 국회의원 이해식 국회의원 장경태 국회의원 조오섭 국회의원 조정훈 국회의원 천준호 국회의원 최승재 국회의원 최종윤 국회의원 허 영 국회의원 홍정민

후원  통일부  산업통상자원부

목 차

행사 순서	3
-------------	---

축사

이인영 통일부 장관(현장 축사)	5
성윤모 산업통상자원부 장관	7

발제

1. 북한 에너지 인프라 현황과 실현가능한 에너지 협력방안	9
임춘택 한국에너지기술평가원 원장	
2. 재생에너지 기반 남북 협력모델 제안	29
김윤성 (사)녹색에너지전략연구소 책임연구원	

토론

좌장 김성민 건국대학교 통일인문학연구단장	
1. 최우진 (사)한국풍력산업협회 부회장	43
2. 김태기 (사)대한전기협회 신재생에너지처 처장	49
3. 김춘이 환경운동연합 사무총장	53
4. 김소희 아시아녹화기구 사무총장	57
5. 김광길 통일부 교류협력정책관	61

한반도 평화와 지속가능발전을 위한 남북 재생에너지 협력방안 토론회

I. 목적 및 방향

- 북한 전력인프라 현황과 재생에너지 기반의 남북 협력모델을 살펴보고 한반도 평화 정착시 남북 공동번영을 앞당기는 방안을 검토하고자 함.

II. 주제 : 코로나 시대 남북 생명공동체 안전한가?

- 일 시 : 2021년 5월 3일(월) 10시
- 장 소 : 산림비전센터 중회의실 (서울 영등포구 국회대로62길 9 , 2층)
- 주 최 : 국회 기후위기그린뉴딜연구회 (대표의원 우원식, 김성환, 연구책임의원 양이원영)
(사)녹색에너지전략연구소, (사)남북풍력사업단, (사)남북강원도협력협회, 환경운동연합
- 후 원 : 통일부, 산업부
- 기조발제 : 임춘택 한국에너지기술평가원 원장
“북한 에너지 인프라 현황과 실현가능한 에너지 협력방안”
김윤성 (사)녹색에너지전략연구소 책임연구위원
“재생에너지 기반 남북 협력모델 제안”
- 토 론 : 최우진 (사)한국풍력산업협회 부회장
김태기 (사) 대한전기협회 신재생에너지처 처장
김춘이 환경운동연합 사무총장
김소희 아시아녹화기구 사무총장
김광길 통일부 교류협력정책관
- 질의응답 : 참석 의원님 및 패널 등

Ⅲ. 행사 순서

시 간	내 용	비 고
10:00 ~ 10:20	<ul style="list-style-type: none"> ○ 개회식 - 개회사 : 우원식 의원 - 축사 : 이인영 통일부장관 - 인사말 	
10:20~10:30	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기념촬영 - 참석자 및 발제, 토론자 전원 	
10:30~11:10	<ul style="list-style-type: none"> ○ 발제 - “북한 에너지 인프라 현황과 실현가능한 에너지 협력방안” (임춘택 한국에너지기술평가원 원장) - “재생에너지 기반 남북 협력모델 제안” (김윤성 (사)녹색에너지전략연구소 책임연구원) 	
11:10 ~12:00	<ul style="list-style-type: none"> ○ 토론 - 최우진 (사)한국풍력산업협회 부회장 - 김태기 (사)대한전기협회 신재생에너지처 처장 - 김춘이 환경운동연합 사무총장 - 김소희 아시아녹화기구 사무총장 - 김광길 통일부 교류협력정책관 	<ul style="list-style-type: none"> ○좌장 : 김성민 건국대학교 통일인 문학연구단장
12:00~12:20	<ul style="list-style-type: none"> ○ 질의응답 및 폐회 	

축사

이인영 통일부 장관



축사

성윤모 산업통상자원부 장관



한반도 평화와 지속가능한 발전을 위한

남북 재생에너지 협력방안



산업통상자원부 장관 **성윤모**

축사

안녕하십니까? 산업통상자원부 장관 성윤모입니다.

먼저 한반도 평화와 지속가능한 발전을 위한 “남북 재생에너지 협력방안 토론회” 개최를 축하드리며, 금번 토론회를 주최해 주신 우원식 의원님, 김성환 의원님, 양이원영 의원님 등 국회 기후위기그린뉴딜연구회 소속 의원님들과 관계자 여러분들께 감사의 말씀을 드립니다.

전 세계가 기후위기 대응을 위해 공동의 노력을 전개하고 있는 상황에서 남북의 재생에너지 협력방안을 논의하기 위한 자리가 마련된 것을 매우 뜻깊게 생각합니다.

잘 아시는 바와 같이, 지난해 11월 한국도 ‘2050 탄소중립’ 비전을 발표하였으며, 그린뉴딜 전략 등을 통해 재생에너지 확대를 적극 추진해 나가고 있습니다. 그러나, 분단국가로서 우리의 탄소중립 노력은 ‘한반도의 탄소중립’으로 확장될 때 더욱 큰 의미가 있을 것입니다. 이러한 면에서 남북한의 에너지협력, 특히, 재생에너지 협력은 작게는 인도적 차원의 협력일 수 있지만, 장기적으로는 남북간 에너지 격차를 완화하고, 한반도의 탄소중립을 실현하기 위한 핵심 과제가 될 것으로 생각합니다.

마침 한국이 ‘재생에너지3020’ 정책 등을 계기로 적극적인 재생에너지 확대를 추진중인 것과 유사하게, 북한도 2014년 ‘자연에너지 중장기 계획’에서 2044년까지 재생에너지 5GW 설치 목표를 수립한 것으로 알려져 있습니다. 그러나, 안타깝게도 북한의 재생에너지 잠재량이나 인프라, 관련 제도 등에 대한 보다 구체적이고 신뢰성 있는 정보의 부재로 현재까지 북한의 재생에너지 현황에 대한 본격적인 연구는 부족한 상황입니다.

이에 금번 토론회가 남북간 재생에너지 협력방안을 모색하기 위한 심도있는 논의의 장이 되기를 기대하며, 아울러, 이를 계기로 향후 남북간 협력여건 조성에 대비하여 국내에서 재생에너지에 기반한 남북간 협력 증진을 위한 연구와 논의가 활성화되기를 바랍니다.

감사합니다.

2021. 5. 3.

산업통상자원부 장관 **성 윤 모**

발제 1

북한 에너지 인프라 현황과 실현가능한 에너지 협력방안

임춘택 한국에너지기술평가원 원장

한반도 평화와 지속가능발전을 위한 남북 재생에너지 협력방안 토론회('21.5.3)

북한 에너지 인프라 현황과 실현가능한 에너지 협력방안

원장 임춘택

KETEP | 한국에너지기술평가원

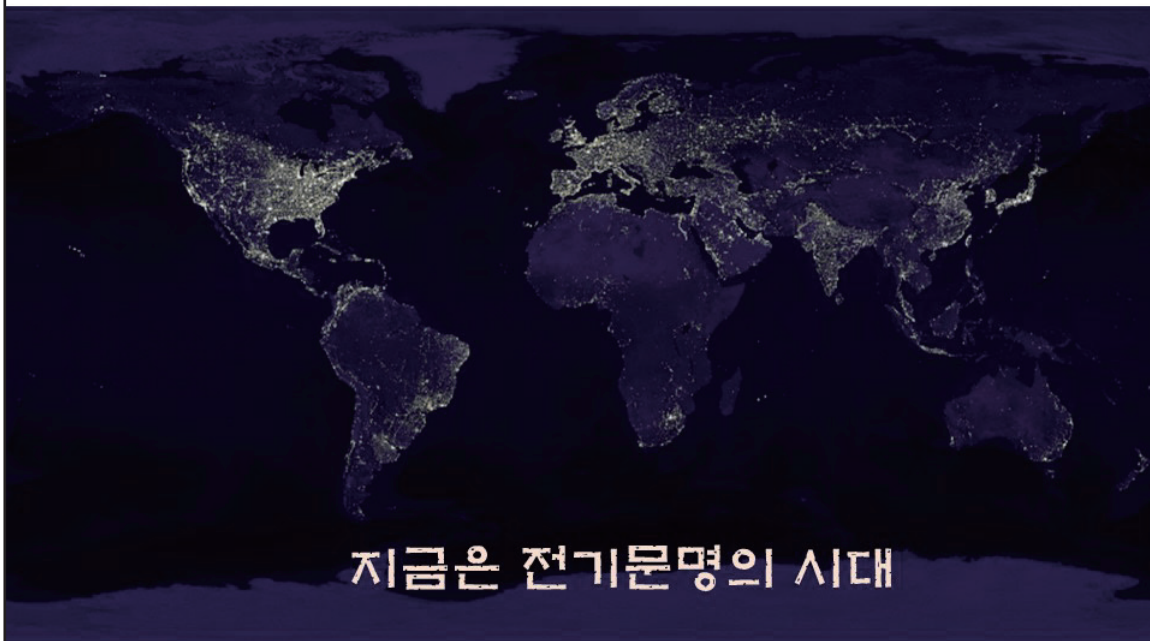
이기평 자체 검토한 사항으로 정부와 상의한 바 없는 자료입니다.



프롤로그

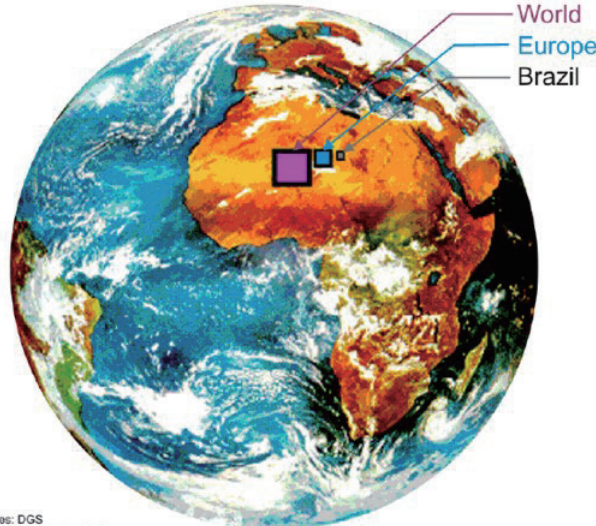
KETEP

2



지금은 전기문명의 시대

에너지는 넘친다, 쓰기 어려울 뿐 !

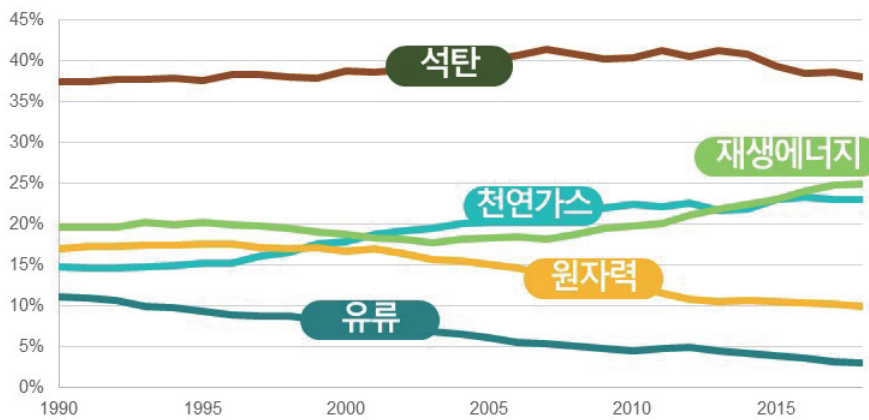


References: DGS
Lutwig-Bölkow-Systemtechnik

인류에게 필요한 태양광 발전 면적

세계적으로 석탄·원자력·유류 발전은 감소↓ 재생에너지·천연가스는 증가↑

전 세계 발전량 믹스 추이



*IEA World Energy Balances 2020

| 목 차 |

I. 북한 에너지 인프라 현황

- 1. 에너지 수급 및 전력 현황
- 2. 재생에너지 정책 및 동향

II. 실현 가능한 남북 에너지 협력방안



예기평 자체 검토한 사항으로 정부와 상의한 바 없는 자료입니다.

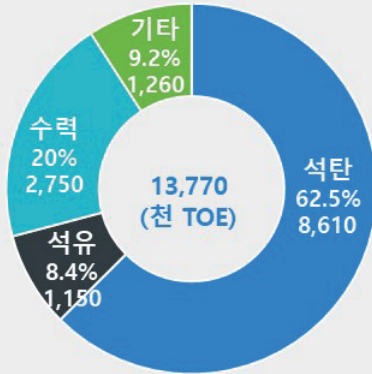


북한 에너지 인프라 현황

예기평 자체 검토한 사항으로 정부와 상의한 바 없는 자료입니다.

북한 1차에너지 공급 구조

<북한 1차에너지 공급 구조('19)>



<남북한 주요 지표 비교('19)>

지표	북한	남한	북/남
인구(명)	2,525만	5,171만	48.8%
국민총소득(원)	35.6조	1,935.7조	1.8%
1차에너지 공급량 (천 TOE)	13,770	303,610	4.5%
1인당 공급량 (TOE)	0.55	5.87	9.4%

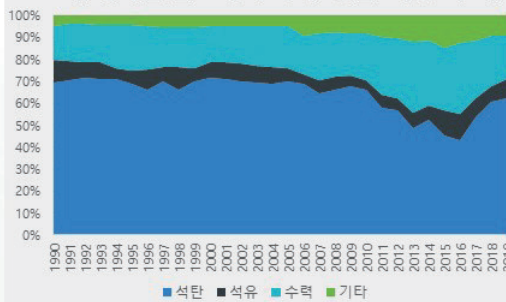
※ 자료: 통계청, 북한의 주요 통계지표, 2020

- 북한 1차에너지는 '석탄과 수력' 위주로 되어 있어 2017년 에너지자급도는 91.4%
→ 자력갱생 정책 목표와 에너지 수입을 위한 외화 부족에 기인
- 석유 공급 중 약 23.5%가 발전용으로 투입되는 것으로 추정 (자료: 에너지경제연구원)

에기평 자체 검토한 사항으로 정부와 상의한 바 없는 자료입니다.

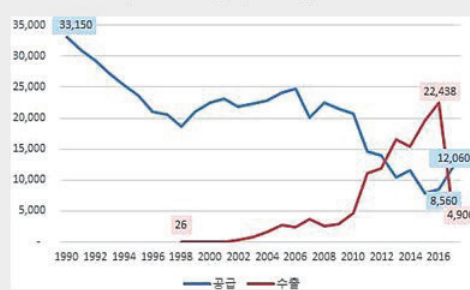
북한 1차에너지 공급 추이

<에너지원별 1차에너지 공급 비중 추이>



※ 자료: 통계청, 북한의 주요 통계지표, 2020

<석탄 공급/수출 추이>

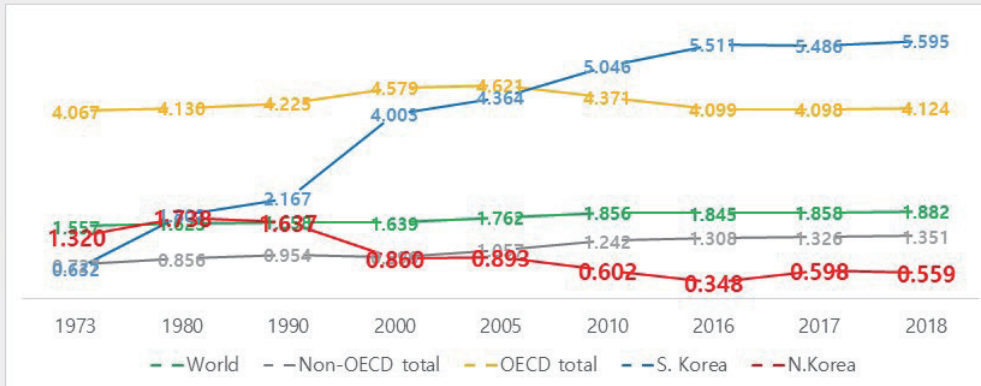


※ 자료: 에너지경제연구원

- 북한 1차에너지 공급은 1990년 이후 2017년까지 연평균 2.8% 수준으로 빠르게 감소
→ 2017년은 1990년 공급량의 47% 수준인 11.2백만 TOE 기록
- 석탄의 감소는 수력/기타가 대신 담당했고, 천연가스/원자력 등의 진입은 없었음
→ 석탄생산은 '11년부터 중국 수출로 크게 증가했으나, '17년 부터 유엔 안보리 대북제재로 급감

에기평 자체 검토한 사항으로 정부와 상의한 바 없는 자료입니다.

북한 1인당 1차에너지 소비



※ 자료: 에너지경제연구원

- 북한의 1인당 1차에너지 소비는 세계 평균의 30% 수준
- OECD국 평균의 14% 수준
- 한국의 10% 수준

예기평 자체 검토한 사항으로 정부와 상의한 바 없는 자료입니다.

북한 발전설비 용량 및 전력량

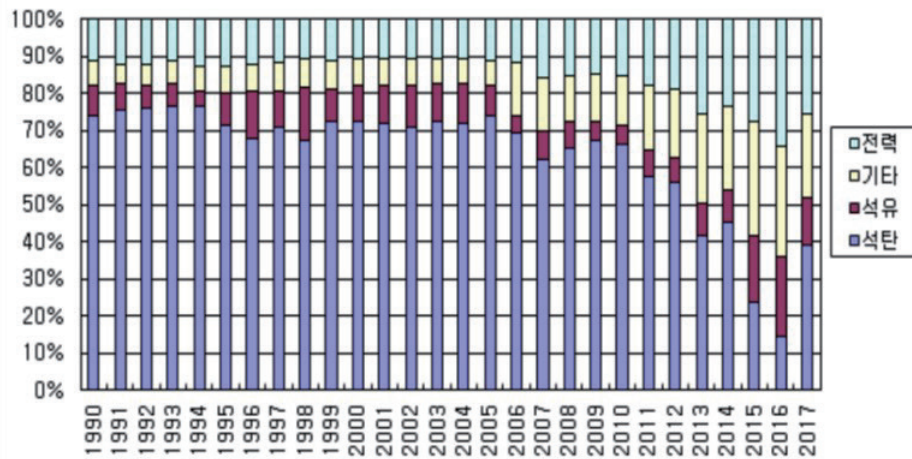
구분	북한		남한	(북)/(남)
발전설비 용량 (GW, 2019)	8.15	수력 59%	125.3	6.5%
		화력 41%		
발전 공급량 (TWh, 2019)	23.8	수력 46%	563	4.2%
		화력 54%		

※ 자료: 통계청, 북한의 주요 통계지표, 2020

- 10년 전과 비교해 수력 설비용량은 22.3%, 화력 설비용량은 11.6% 증가
- 1차에너지 대비 발전용 에너지 소비비중은 1990년 이후 점진적 증가 추세로, 산업/수송/공공 부문의 에너지공급 부족이 심화되고 있음
- * 총 에너지공급은 감소 → 발전용 투입 비중은 증가 → 타 부문 소비 더욱 감소

예기평 자체 검토한 사항으로 정부와 상의한 바 없는 자료입니다.

북한 최종에너지 소비: 원별 소비 구조('17)

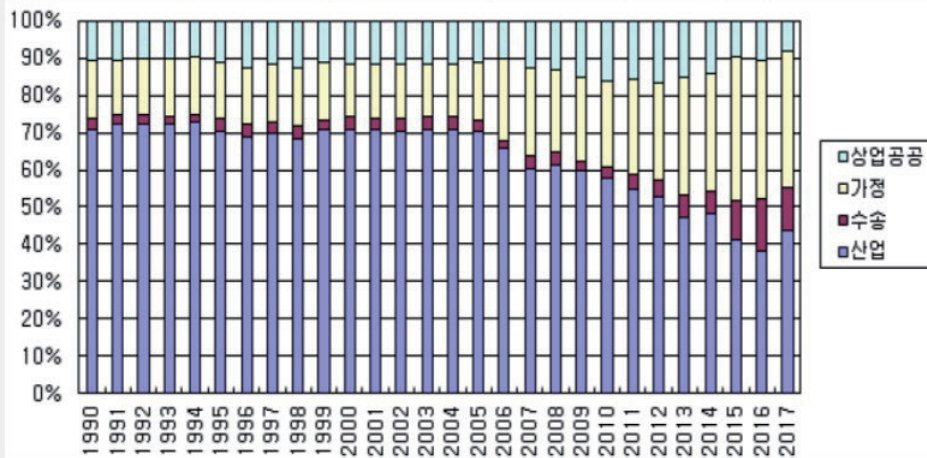


※ 자료: 에너지경제연구원

- 북한의 최종에너지는 1990년 이후 연평균 4.0% 수준으로 감소
- 유엔 대북제재로 석탄수출이 어려워지면서 '17년 이후 석탄의 최종에너지 소비 급증

에기평 자체 검토한 사항으로 정부와 상의한 바 없는 자료입니다.

북한 최종에너지 소비: 부문별 소비 구조('17)



※ 자료: 에너지경제연구원

- 산업/상업/공공 부문 최종에너지 소비 감소폭이 크나, 가정부문은 상대적으로 낮은 감소세
- * 가정부문은 농업/산림 부산물 등 기타 에너지 공급이 확산에 기인

에기평 자체 검토한 사항으로 정부와 상의한 바 없는 자료입니다.

북한의 낙후된 전력 인프라 상황

낙후된 발전 시설 → 경제난 핵심 요인

- 북한 1인당 발전량은 세계 평균의 27.5% 수준
- 북한의 발전량 감소는 경제/산업 침체로 인함
 - * 선진국의 발전량 감소는 효율향상, 수요관리, 산업구조 개선 등 전력수요 감소에 기인
- 북한의 수력/화력 발전소는 설비 노후가 심각 → 발전 효율 저하

※ 자료: 북한 발전설비 부족 현황 분석(에경연, 김경술)

심각한 전력 공급난 사례

- 2018년 설 명절에 혜산시 중심지역에만 1시간 전기 공급, 외곽은 전력공급 불가
- 평양을 제외한 지방 일부 공장은 원료를 확보해도 전기가 없어 생산을 못함
- 함경북도 가정 전력공급 시간 평균 1시간 미만, 강우량 풍부한 여름에는 평균 3-4시간 공급
- 평양지역은 2017년 가을까지 평균 8시간 공급, 2018년에는 평균 3-4시간으로 감소

북한의 전력 인프라 개선은 경제성장의 핵심

발전량 1TWh 증가 시 경제성장률 2.6% 상승

발전량을 3.9TWh(남한 발전량의 0.7%/북한 발전량의 16%)만 증가시켜도 경제성장률 10% 상승

※ 자료: 한국전기연구원

예기평 자체 검토한 사항으로 정부와 상의한 바 없는 자료입니다.

북한 재생에너지 정책 현황

정책 방향

김정은 집권 이후 재생에너지 개발 및 보급 강조

- 김정은 위원장이 국가경제발전의 우선과제로 재생에너지 적극 활용 강조
 - * 김정일 시기 부터 꾸준히 재생에너지 개발 및 보급 정책을 추진했으나 성과 미흡

주요경과

- 2013년 재생에너지법 제정
 - * 재생에너지의 개발 계획수립, 국가 기관들의 역할 체계화
- 2014년 국가과학원 산하 조직으로 자연에너지연구소 신설
- 2014년 자연에너지 중장기 개발계획(2014~2044) 수립

※ 재생에너지는 자력갱생 원칙에 부합하고, 소규모로도 개발이 가능하며, 열악한 송배전망 상황에서 분산형 전원으로 북한 전력난 해결에 적합



예기평 자체 검토한 사항으로 정부와 상의한 바 없는 자료입니다.

북한 재생에너지 로드맵('14)

2014년~2044년 30년간 3단계에 걸친 중장기 계획으로, '44년 재생에너지 전력 5GW 목표

단계	~2024	~2034	~2044	2044년 이후
풍력	중대형 풍력발전기 제작기술 생산량 예측 체계	해상풍력자원도 작성 대용량풍력발전소	10MW이상급 풍력발전	전력수요의 15%보장
지열	열펌프기술 전력생산공정수립	고온 암체탐사 및 이용기술	대규모 고온 지열발전	지열에너지 전국 이용
태양에너지	태양열 직접이용, 축열/열수송기술 태양열 발전, 태양광 전지 효율 제고	태양에너지 발전소	태양에너지 발전소 확대 도입	우주 태양광 발전소
바이오	에너지작물 육종과 재배 에너지 전환기술개발	바이오에너지 전환기술 성숙	바이오 연료의 생산 공급	바이오 연료의 광범위한 이용
메탄	메탄수화물 탐사 및 자원분포도 작 성	메탄수화물 시험채취 공정설계	환경평가 감시조종체계	메탄수화물 채취이용
수소	수소제조공정확립 및 효율제고	수소저장 및 운반기술개발	고성능 수소연료전지 하부구조 구축	수소에너지 전면 적용
재생에너지 주택구역	재생에너지 자립주택기술 도시패밀이용	재생에너지주택구역 형성	탄소제로 도시실현	자립주택의 전국적 도입
재생에너지 하부구조	분산전원체계기술 및 보호기술	독립형 계통연결형 발전 관리체계 형성	지능에너지 및 전력공급망 도입	재생에너지 이용체계 구축

※ 자료: 북한, 2044년까지 재생에너지 활용해 5GW 전력 생산 계획 수립, 통일뉴스

예기평 자체 검토한 사항으로 정부와 상의한 바 없는 자료입니다.

북한 재생에너지 자원 잠재량

풍력

- 풍력발전 경제적 잠재량: 113TWh/년
(남한 94TWh/년 가정)
- 풍력발전 개발가능 용량: 43.6GW
(남한 25.5GW의 1.7배, 풍력밀도 300 W/m² 이상)
- 서해안 지역은 여름 풍속이 8~10m/s 수준으로
해상 풍력발전도 유망, 이외에도 풍력자원 풍부

태양광

- 태양광 발전 경제적 잠재량: 1,502TWh/년
(남한 411TWh/년 가정시 3.7배)
- 연간 일사량: 1,300kWh/m²
- 연간 일조시간: 2,280~2,690시간
- 평균 일사량은 프랑스, 독일 등 유럽보다 풍부

바이오

- 산악지형이 많고 농업 비중이 높아 다양한 바
이오매스 생산이 가능한 함
- 연료조달/목재생산 위한 과도한 벌목 등으로
산림이 황폐화
- * 1990년 북한의 산림면적이 8.2 Mha였으나
2015년 5.0 Mha로 감소

지열/조력

- 온천수는 약 30개(길주 명천, 두만강 분지 등)
로 난방용 가능 → 열량은 9,500 GJ/일 수준
- * 석탄 기준 450톤/일, 16만 4,000톤/년 수준
- 북한 서해안은 조수간만의 차가 크고 수심이
얕아 조력발전에 유리 → 서안만 81TWh

※ 자료: 통계청, 북한의 주요 통계지표

예기평 자체 검토한 사항으로 정부와 상의한 바 없는 자료입니다.

북한 풍력발전 현황

현황 요약

- 풍력발전에 대한 기초연구는 어느 정도 진척됐으나, 산업화 미흡
- 한때 중국에서 수입했으나, 최근에는 자체 제작 풍력 설비를 생산하는 것으로 추정

주요 사례

- 주요 도시/산간/도서 낙후지역에서 소형 풍력·태양광 결합식 발전기를 활용
- '15년 7월 러시아 극동 최대 전력회사인 라오극동에너지(RAO Energy System of East)와 공동으로 연해주와 나선시에 40 MW급 풍력발전단지 건설 계획 발표
- '15년 북한의 대안 중기계연합기업소가 10 kW 전력을 생산할 수 있는 풍력발전기 생산
- 평양, 신의주, 남포 등 도시에 조명용도 발전에 쓸 풍력발전기 대규모 설치
- 온천군, 웅진군, 과일군 등 서해안 농어촌 지역에서 가정용 전력 수요 충당을 위해 0.3~10 kW급 풍력발전기를 연간 5,000기 규모로 설치 중
- 100 kW급의 중규모 풍향 자동대응 풍력발전기 시험운영(신의주 20여기 건설)
- 김책공단, 영남배수리공장, 대안전기공장 등 대형 공장·기업소에서도 전산설비 운용, 부대서비스 제공 등을 위해 10~255 kW급 풍력발전 설비를 건설

예기평 자체 검토한 사항으로 정부와 상의한 바 없는 자료입니다.

북한 태양광/ 태양열 현황

현황 요약

- 조선중앙통신, 조선중앙TV 등 보도에 따르면 북한이 자체 태양전지 초기 생산단계로 추정
- 외국산 태양전지를 수입해 태양광 버스/유람선/도로청소기 응용개발
- 대학/연구기관 중심으로 태양전지 시스템 개발에 주력

주요 사례

- 북한 주민들은 부족한 생활전력 보충을 위해 태양광 패널을 일상적으로 활용, 농촌의 집단 주택의 경우 태양광 패널이 장착되어 건설되는 사례가 나타나고 있음
- '14년 기준 북한 내 약 10만 가구가 태양광 패널을 사용 중인 것으로 추정
→ '15년까지 15MW 규모의 태양광 시스템을 수입한 것으로 집계
- UN의 대북제재로 북한의 수출입이 제한되었으나 북한에 대한 중국의 태양광패널 수출은 지속적으로 증가 → 중국은 '16년 태양광패널 46.6만개를 북한으로 수출
- 북한 목란광명회사 자연에너지개발제작소는 30MW/년 규모 태양전지 생산공장 조성
- 북한 매체 메아리는 '20년 5월 29일 평양 시내 수 많은 단위에 독립형 태양광발전체계가 도입되어 현재 10MW의 태양광발전능력이 조성되었다고 보도

예기평 자체 검토한 사항으로 정부와 상의한 바 없는 자료입니다.

북한 바이오 현황



현황 요약

- 목재, 농업부산물을 직접 태워 사용하거나 메탄가스를 이용한 기술이 주를 이루고 있음



주요 사례

- 에너지난 해결을 위해 폐수 처리 및 메탄가스 활용 프로그램 추진 중
 - * 공업폐수 관련 메탄가스(펄프폐수), 가축분뇨 메탄가스(혐기발효 바이오가스생산) 등
- '16년에 국가과학원 자연에너지연구소가 메탄가스 활용 확산흡수식 냉동기제작 성공
- '17년에 조선중앙TV에서 김일성종합대학 연구집단이 생물디젤유를 개발했다고 발표

북한 지열 현황



현황 요약

- 지열펌프, 지열 등 에너지를 공공 부문에 적극 활용하는 추세



주요 사례

- '14년 완공된 연풍과학자휴양소와 '16년경 완공된 평양 숙섬과학기술전당에 지열이용 냉난방 체계를 도입했다고 보도
- '21.4.3, 북한 국가과학원에서 낮은 온도의 지하수를 열펌프 열원으로 이용하는 새로운 지열 난방체계를 개발했다고 보도
 - * 새로 확립한 지열난방체계는 겨울철에도 강, 호수, 바닷물을 열원으로 이용할 수 있어 경제적 의의가 매우 크다고 설명

에기평 자체 검토한 사항으로 정부와 상의한 바 없는 자료입니다.



실현 가능한
남북 에너지 협력 방안

북한 에너지산업의 문제점 진단

자본력 부족

- 에너지 산업에 만성적 투자부족 지속
- 자력갱생 원칙이 후진적 수급구조 초래

기술 부족

- 중, 러 지원에 의존
- 기술적 자립능력 부족

정책 한계

- 시스템 사고력 부족, 직관적 결정
- 수많은 정책 실패의 반복 (예) 소수력발전이 홍수로 망실

산업 부실

- 에너지산업(수력, 석탄화력, 풍력, 태양광, 전력 등) 취약
- 연관산업의 동반 부실

※ 자료: 남북 에너지협력 방안(에경연, 김경술)

예기평 자체 검토한 사항으로 정부와 상의한 바 없는 자료입니다.

남북 에너지 협력 촉진 요소: 개혁과 개방

개혁: 사회주의 국가체제에서 민주국가 체제로의 개혁

시장의 부재

사적거래제 도입

사적 소유권 부재

사유재산제 도입

민간 비즈니스 부재

국가기업의 민영화

개방: 폐쇄경제 체제에서 개방경제 체제로의 전환

자본의 부족

외국자본의 도입

기술의 부족

선진기술의 도입

정치외교적 고립

비핵화, 정상국가화

※ 자료: 남북 에너지협력 방안(에경연, 김경술), 북한 산업발전(산업연, 김수정)

예기평 자체 검토한 사항으로 정부와 상의한 바 없는 자료입니다.

II. 실현 가능한 남북 에너지 협력방안

KETEP

23

북한 에너지산업 발전을 위한 한국 정부의 역할

북한의 에너지산업 발전 → 북한 경제성장을 유인 → 한반도의 평화 번영
남북 통일을 지향하는 중장기적 청사진 필요

한국 정부의 역할

남북한 수요를 동시 충족하는 남북협력사업 발굴

- 북한 당국이 정책적으로 육성 의지가 강한 사업이어야 함
- 한국 기업 요소비용 절감, 시장 확대가 가능한 산업이어야 함

북한의 제도 역량 강화 위한 지식공유사업 실행

- 북한의 제도 개선 및 제도적 역량 강화를 위하여 대북 지식 공유사업의 실행이 필요함
- * Knowledge sharing program

북한의 사회적 역량 제고 위한 인도적 사업 실시

- 기술진보와 지식확산은 경제 성장의 매우 중요한 토대임
- 북한에 대한 교육, 과학기술 지원 등 사회적 역량 제고 필요

북한의 저임금 노동력을 활용하는 저급기술, 경공업 협력 산업은 단기적으로 추진이 용이하나, 단계적으로 협력사업의 고도화가 바람직 → 북한 기업/정부/공공 부문 역량 구축(Capacity building)

* 북한의 기술역량 제고, 남북 경험품의 질적 고도화, 기술수준 고도화(과학기술/첨단산업 육성)

※ 자료: 북한 산업발전에 대한 내생적 성장 이론의 시사점(산업연구원 김수정)

에기평 자체 검토한 사항으로 정부와 상의한 바 없는 자료입니다.

II. 실현 가능한 남북 에너지 협력방안

KETEP

24

남북 에너지 협력 - 어떻게 준비할 것인가?

정부의 주도적 역할

- 정부가 남북한 에너지산업의 미래를 설계해 남북 에너지 협력 추진 구도 제시 필요
- 단계별 추진정책과 면밀한 상세 추진계획 필요

산학연관의 역량 축적

- 북한 에너지수급, 산업, 제도, 인프라 등에 대한 학습 필요
- 남북 에너지산업 공동이익 실현을 위한 윈-윈 전략 필요
- 실행계획 수립을 위한 협동연구 체계 구축 필요

주변국과의 경쟁에 대비

- 개방 초기 다양한 협력사업들 정부간 주도적으로 합의하여 민간에 위임 필요
- 남북의 기술표준, 품질규격 등을 일치시키는 노력 중요

※ 자료: 남북 에너지협력 방안(에경연, 김경술)

에기평 자체 검토한 사항으로 정부와 상의한 바 없는 자료입니다.

II. 실현 가능한 남북 에너지 협력방안

KETEP

25

실행 가능한 협력사업 모델의 개발

다양한 비즈니스 모델 개발

- 개방 초기단계, 남북 당국이 합의하고 민간이 이행하는 협력사업 구조가 바람직
- 북한의 비즈니스 관행을 고려한 협력모델 설계 필요
- 합영/합작/직접투자등의 협력모델은 중장기적으로 추진

정부와 민간의 역할 분담

- 정부 재원은 비상업적(Non-Commercial) 협력사업에 집중
- 민간 재원은 상업적(Commercial) 협력사업에 주로 활용
- ODA, EDCF 등 개발원조자금의 활용

다양한 투자비 상환 방식

- 개방 초기단계에는 다양한 상업적, 비상업적 상환방식 활용 불가피
- * 상업적 상환: 생산물, 구상품, 개발권, 어업권 등
- * 비상업적 상환: 정치, 군사, 인도적 남북협상 현안 등
- 중장기적으로 북한에 상업에너지시스템(Commercial Energy System) 정착 유도

※ 자료: 남북 에너지협력 방안(에경연, 김경술)

에기평 자체 검토한 사항으로 정부와 상의한 바 없는 자료입니다.

II. 실현 가능한 남북 에너지 협력방안

KETEP

26

남북 에너지 협력 방안 유형

Non-Commercial

- 인도적 에너지 지원
 - * 정부/지자체/민간단체 자원 활용
- ODA, EDCF 등 개발원조
- Non-Physical 협력
 - * 정책역량 강화, 기술협력, 법제도 협력
- 정치적 합의에 의한 대북 에너지 지원
 - * 비핵화 대가 또는 다자간 합의

Non-Physical

- 정책역량 강화: 전문가교류, 교육훈련, 산업시찰
 - * Commercial Energy System, Energy Policy Planning
- 기술협력: 기술이전, 기술교육 등 기술지원
 - * 에너지절약기술, 제도, 산업별 기술협력, 시범사업
- 법/제도적 협력사업
 - * 교역, 투자 등 협력환경 개선 협력
 - * 제품규격, 품질기준 등 산업표준 협력

Commercial (단기)

- 중단된 남북 에너지협력 사업의 재개
 - * 정춘훙연개발 합작사업, 대북 인도적 에너지 지원사업, 단천 3개 광산(대흥, 통양, 검덕) 공동개발 협력사업, 개성공단 에너지 공급사업, 금강산관광지구 에너지 공급 사업
- 판문점회담 관련 사업
 - * 104선언에서 합의된 사업(개성공단 2단계 개발 에너지 공급 사업, 해주지역 경제특구 건설 에너지공급 사업, 남포, 안변 조선협력단지 에너지공급사업)
- 후속 남북/북미회담에서 합의되는 사업

Commercial(중장기)

- 남북에너지교역 사업
 - * 석유, LPG, 석탄, 에너지기기 교역(수출/수입)
- 북한 에너지부문 투자사업
 - * 전력/석유/석탄/가스/신재생 분야 보급, 현대화 사업
- 남, 북, 러 에너지협력 사업
 - * 남/북/러 전력망 연계 사업
 - * 남/북/러 천연가스 파이프라인 건설 사업

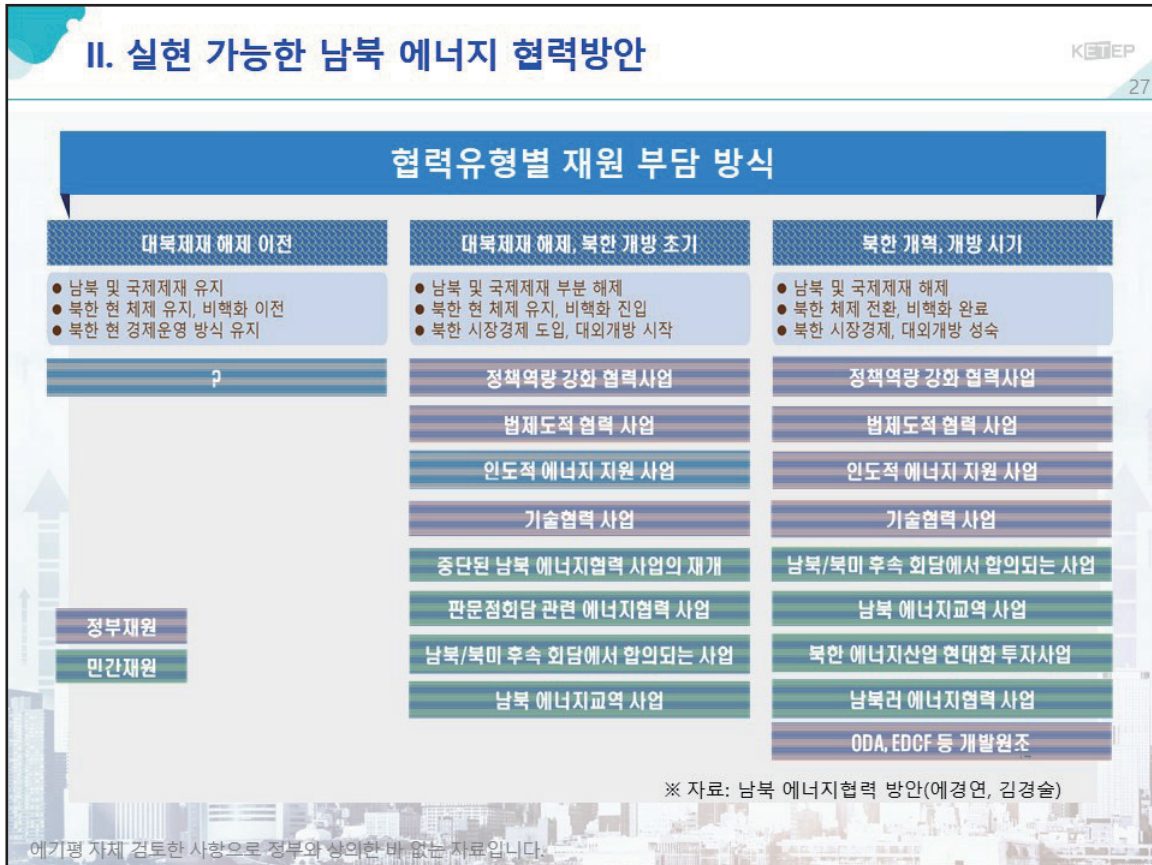
※ 자료: 남북 에너지협력 방안(에경연, 김경술)

에기평 자체 검토한 사항으로 정부와 상의한 바 없는 자료입니다.

II. 실현 가능한 남북 에너지 협력방안

KETEP

27



II. 실현 가능한 남북 에너지 협력방안

KETEP

28

발전사업 추진방향: 석탄화력/원전 건설보다 재생에너지 중심 추진

- 송배전설비가 열악한 현 상황을 고려, **중소형 풍력, 태양광, 배터리 중심 MG 보급 우선 추진**
- 대규모 육/해상 풍력, 태양광, 조력 발전단지**와 양수발전, 고압 AC/DC 송전선 건설 장기 추진



예기평 자체 검토한 사항으로 정부와 상의한 바 없는 자료입니다.

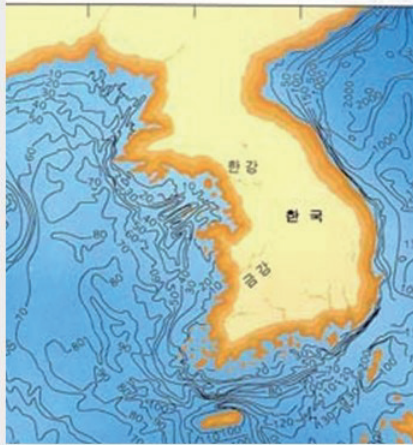
II. 실현 가능한 남북 에너지 협력방안

KETEP

29

발전사업 추진방향: 북한 조력발전 가능성

- 조수간만의 차가 약 8m이고 수심 20m 이내인 남포, 해주, 서안만은 초대형 조력발전 후보지



예기평 자체 검토한 사항으로 정부와 상의한 바 없는 자료입니다.

II. 실현 가능한 남북 에너지 협력방안

KETEP

30

남북 에너지 협력 기대효과

북한 전력계통 및 신재생에너지 보급 확대	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 협력을 통한 북한 계통 인프라 개선 및 관련 기술 확보 • 신재생에너지 도입/마이크로그리드 운영 등 차세대 전력망 구축 필요 기술 확보
에너지 관련 산업 북한 진출	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 협력을 통해 북한의 낙후된 에너지 관련 산업에 진출 가능 • 북한 진출에 따른 산업 확대와 관련 분야 이익 창출
남북 에너지 협력으로 확대	<ul style="list-style-type: none"> • 초기 북한의 전력 부족 문제를 해소하고 중장기 남북 에너지 협력사업을 강화 • 에너지 협력을 통해 북한의 에너지 자원을 활용하여 계통 운영 비용 절감, 설비 과잉투자 방지 및 효율 향상
국가간 전력계통 연계 기반 구축	<ul style="list-style-type: none"> • 남북 전력계통 연계를 통해 신재생에너지원 수용성 증가 및 계통 유연성 확보 • 러시아, 중국 등 동북아 수퍼그리드 연결에 대비한 사전 기반 조성

예기평 자체 검토한 사항으로 정부와 상의한 바 없는 자료입니다.



남북 에너지 협력 추진 방안

KETEP

32

남북 에너지 협력 중장기 사업: (1) 지역단위 분산형 마이크로 그리드(MG)

재생에너지 기반 소규모 분산형 MG 구축 (1단계)

- (모형A) 전력공급 안정지역: 개성공단 또는 추가산업단지에 태양광 및 배터리(ESS) 연계 운영
- (모형B) 간헐적 정전/전력제한공급 지역: 도시의 주요시설(병원, 관공서), 관광특구, 생산 공장 등에 태양광 발전 및 배터리를 바탕으로 계통연계/독립운전
- (모형C) 전력취약지역: 농촌마을에 바이오매스 활용 바이오가스 열병합 발전으로 기저전력과 열을 공급 → 태양광 또는 풍력발전으로 추가전력을 공급
- (모형D) 미개발지역: 도서지역, 산간벽지에 바이오매스 활용 바이오가스 열병합 발전으로 기저전력과 열을 공급 → 태양광 또는 풍력발전으로 추가전력 공급

신재생자립형 중대규모 MG 구축 (2단계)

- (모형E) 신재생자립형 캠퍼스 MG: 평양 과학기술대 캠퍼스 등에 마이크로그리드로 전기/열 통합 지능형 시스템 구축
- (모형F) 신재생자립형 산업단지 MG: 개성산업단지에 연료전지로 기저 전력, 열을 공급하고 태양광 및 배터리, 양수발전 등으로 추가전력 공급
- (모형G) 신재생자립형 대규모 도서지역 MG: 대형 도서지역 또는 독립계통에 바이오가스 열병합 발전으로 기저전력과 열을 공급하고, 태양광 또는 풍력으로 추가전력 공급, 복수의 배터리, 양수발전으로 주파수 조정, 가스열병합 연료는 바이오매스 활용 바이오 가스, P2G 변환수소 이용

예기평 자체 검토한 사항으로 정부와 상의한 바 없는 자료입니다.

남북 에너지 협력 중장기 사업: (1) 지역단위 분산형 마이크로 그리드(MG)

구분	모형 A	모형 B	모형 C	모형 D
목적	전력공급안정지역의 재생에너지 확대 및 계통안정화	간헐적 정전 또는 전력제한공급 지역의 공급시간 연장	시골지역의 전력/열 자립	중소규모 도서지역의 전력/열 자립
적용 대상	개성산업공단	주요도시 병원, 관공서, 상가, 생산공장 등	농산어촌 지역	중소규모 도서지역
효과	재생에너지확대 및 에너지 효율 향상	재생에너지 활용하여 주요시설의 정전 최소화	재생에너지기반의 전력/열 자립을 통하여 북한주민의 생활의 질 향상	
공급 규모	DC 연계 방식	표준화된 규격 및 용량(예> 1MW), 분산자원간 연계는 DC 또는 AC 방식		
구성 자원	<ul style="list-style-type: none"> PV 패널 & 컨버터 DC 연계용 DC/DC 컨버터(ESS PCS) 배터리 	<ul style="list-style-type: none"> PV 패널 & 컨버터 배터리(리튬/연축) 계통연계 인버터 	<ul style="list-style-type: none"> PV 시스템 풍력발전시스템 바이오가스 열병합 또는 연료전지 	<ul style="list-style-type: none"> PV 패널 & 컨버터 배터리(연축) 계통연계 인버터 바이오가스 열병합 또는 연료전지

예기평 자체 검토한 사항으로 정부와 상의한 바 없는 자료입니다.

남북 에너지 협력 중장기 사업: (1) 지역단위 분산형 마이크로 그리드(MG)

구분	모형 E	모형 F	모형 G
목적	신재생자립형 캠퍼스 MG	신재생자립형 산업단지 MG	신재생자립형 대규모 도서지역 MG
적용 대상	평양 캠퍼스특구	개성산업단지의 특정 구역	5MW 이상의 대형 도서지역
효과	고신뢰성 전력공급, 캠퍼스내 주요부하의 무정전 전원 공급	100% 신재생기반 에너지공급, 상위계통에 전달되는 신재생변동성 최소화, 일부 주요부하의 무정전 공급	100% 재생에너지 전력/열 자립형
공급 규모	~10MW 규모 AC 또는 DC형 마이크로그리드	~20MW 규모 DC 또는 AC 연계	5MW 이상 규모 AC 또는 DC 연계
구성 자원	<ul style="list-style-type: none"> PV 발전시스템 연료전지시스템 에너지저장장치 및 운영 시스템 열관리 시스템(히트펌프포함) 지능형 관리 시스템(BMS) 	<ul style="list-style-type: none"> PV 발전시스템 연료전지시스템 리튬전지 및 연축전지 시스템 양수발전 P2G 장치(잉여재생→수소) 	<ul style="list-style-type: none"> PV 시스템 복수의 배터리시스템(리튬/연축) 양수발전 바이오가스 열병합(또는 연료전지) P2G 장치(잉여재생→메탄/수소)

예기평 자체 검토한 사항으로 정부와 상의한 바 없는 자료입니다.

남북 에너지 협력 중장기 사업: (2) 에너지 효율향상

북한 표준주택 에너지 성능 및 주거환경 개선

- 북한 주택보급률100%를 만들기 위해 100만가구이상의 주택 신축이 필요
- 노후주택 및 주택성능 개선 위한 리모델링 등 개보수 수요는 약 280만 가구 발생 전망

<북한 표준주택별 에너지 성능 및 주거환경 개선을 위한 저가형 리모델링 건축기술>

기술명	
북한 표준주택(대량공급 주택)을 위한 모듈-하이브리드 외피 개선기술	복합 모듈화 하이브리드 외피 기술
	대량공급 및 급속시공형 외단열 모듈 패널 및 시공기술
	구조안정성 확보 및 외피 열성능을 개선한 하이브리드 외피 보강기술
북한 에너지 공급체계에 적합한 적정기술 활용형 난방열원 기술	온돌형 난방공급 시스템 및 저온 보일러 연계기술
	석탄 및 목재를 활용한 난방 및 급탕공급 시스템 및 저온보일러
	전력소비 효율 1+등급의 냉난방복합 저온열원기술
북한 표준주택에 적용가능한 물, 환경인프라 분리 배관/설비 시스템 기술	독립형 전력, 급수 배관 시스템
	오피수 관리 건식 분리배관 시스템
	표준주택형 화장실 및 생활하수 관리시스템

예기평 자체 검토한 사항으로 정부와 상의한 바 없는 자료입니다.

남북 에너지 협력 중장기 사업: (3) 육상 풍력발전 단지 개발

MW급 대형 풍력터빈 기반 단지 건설

- 우선적으로 육상 풍력단지 개발 후 대상 지역 확대
- 경제성 측면에서 대규모 단지 개발이 유리하고, 빠른 건설이 가능(타당성조사, 인허가 후 6개월)
- 입지선정이 중요하고, 주기기의 대형화, 비즈니스 모델 검토 필요

< 북한 거점 지역 육상 풍력발전 단지 개발 모델 >

구분	모델 가변범위	비고
풍력발전 단지 규모	10~100MW	육상 기준, 초기 시범 단지는 2-3기도 가능
단위 기기 용량	2-4MW	국산 풍력터빈 모델 기준 (2021년 현재)
계통 연계 전압 및 거리	229kV 혹은 그 이상 15km 이내	변전소 연계 기준 (북한 배전 전압은 다양함) 송전손실 최소화 방안 필요
풍황 자원	55ms 이상	1년간 장기 계측 데이터 필요 (풍속 높을수록 경제성 좋음)
운송 여건	중량물 및 블레이드 운송 여건(도로 및 항만)	트레일러, 크레인 등 중장비
허부 기초 (Foundation)	콘크리트	현지 조달 가능성 검토
운영 및 감시	SCADA 및 전력제어	데이터 기록 및 관리

< 예비후보지 및 계측기 설치 개소 >

예비후보지	설명	풍황계측기 설치장소 (2007년 6월)
온천 지구	황해도 서해안 간척지	○
마식령 지구	함경남도 작동리 (원산 부근)	○
지초덕 지구	함경남도 단천시 (김책 부근)	
삼지연 지구	함경북도 (백두산 부근)	
대흥단 지구	함경북도 (혜산시 부근)	

예기평 자체 검토한 사항으로 정부와 상의한 바 없는 자료입니다.

남북 에너지 협력 중장기 사업: (4) 추진체계

“개발협력사업” 적극 활용

<p>공적개발원조 (ODA활용)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 우리 헌법상 북한은 독립된 국가가 아니어서 북한에 지원하는 원조는 지금까지 ODA에 포함되지 못하는 실정 • 북한을 ODA 지원 대상에 포함시키는 국제협력기본법 일부 개정법률안이 발의되어 있으나(2018.9), 법안 처리 및 ODA 실행에 이르기까지는 상당한 시간이 소요될 것으로 예상
<p>UN 기후변화협약 활용</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 녹색기후기금(GCF)이나 지구환경기금(GEF) 등 기후변화협약 틀 안에 있는 개도국 지원 기금을 통한 지원이 가능 • 북한에 대한 재생에너지 협력사업을 제제대상으로 보지 않고 있으며, 2017년 UN 안보리 결의안은 이와 관련된 북한 주민들에 대한 경제협력 활동 등에 대해 NGO와 국제기구의 활동을 제한하는 것이 아님을 규정
<p>남북교류협력기금 활용</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 북한에 대한 개발협력 사업은 원칙적으로 「남북관계 발전에 관한 법률」과 「남북 교류협력에 관한 법률」에 근거하며, 수출입은행이 관리하는 '남북교류협력기금'을 통해 수행 • 현행 법령에 따르면, 재생에너지 협력사업은 경제 분야 협력으로 구분되어 보증이나 융자만이 가능한 실정 • 이익환수에 부담이 없는 개발 협력이 되기 위해서는 관련 조항의 개정이 필요한 상황
<p>기타</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 민관협력(Public Private Partnership) 금융모델 활용 • 新금융기법 활용(그린본드 등)

예기평 자체 검토한 사항으로 정부와 상의한 바 없는 자료입니다.



끝

발제 2

재생에너지 기반 남북 협력모델 제안

김운성 (사)녹색에너지전략연구소 책임연구원



재생에너지에 기반한 남북협력

2021. 5. 3

김운성

GESI 사단법인 녹색에너지전략연구소

목 차

- I. 남북 재생에너지 협력의 배경
- II. 개발도상국과 에너지협력
- III. 북한 수요에 맞는 에너지 시스템 구상
- IV. 소규모 재생에너지 개발협력
- V. 결론

I. 남북 재생에너지 협력의 배경

- 남북정상 판문점 선언 이후 우리정부는 일관된 평화협력 메시지를 보내고 있음
 - 판문점선언(2018.4.27), 남북철도 공동조사(2018.12), 인도적협력 메시지(2020)
 - 그러나 교착상태에 빠진 남북협력 회복을 위해서는 새로운 돌파구가 필요
- 미 대선 이후 새로운 북미관계 형성이 예상됨
 - 어떤 조건에서든 민간이 주도하는 교류협력은 한반도 평화정착을 위해 확대될 필요가 있음
 - 우리가 제안하는 남북 '개발협력' 과 '재생에너지 협력' 모델을 미리 밝힘으로써 국제사회와 공감대 확대
 - 미 바이든 정부는 기후변화협약에 재가입하고 탄소중립을 선언하는 등 국제 기후대응의 리더십 회복중
 - 최근(2020.12.14.) 북한은 외무성 홈페이지에 '외면할 수 없는 기후변화문제'라는 제목의 글을 통해 북한이 '기후변화에 관한 파리협정' 당사국임을 강조
- 재생에너지는 주민들에게 필수적인 에너지 서비스를 효과적으로 제공할 수 있으며 소·중·대규모 개발협력 모두 가능
 - 어떤 에너지 시스템을 제안하고 협력할 수 있는지, 새로운 비전을 밝히고 협력이 가능한 시대를 대비할 필요가 있음
 - '보편적' 인 국제협력을 바탕으로 '특수관계' 인 남북 재생에너지 협력을 제안
 - 북한은 전세계에서 에너지 서비스 접근성이 가장 낮은 지역 중 하나로 평화적 에너지 협력의 의미가 매우 큼

Copyright © 2020, Green Energy Strategy Institute

3

II. 개발도상국과 에너지협력

1. 재생에너지는 지속가능개발목표(SDG)를 달성하는 효과적인 수단

- 재생에너지는 지속가능개발목표(SDGs)를 달성하는 핵심수단
 - UN의 SE4ALL 캠페인은 2030년까지 재생에너지는 전세계 최종에너지 소비의 36%를 목표로 함
- UN의 SDGs와 연계한 협력을 제안할 수 있음
 - 1(빈곤), 3(보건), 4(교육), 5(성평등), 7(에너지), 13(기후변화) 목표에 부합

'모두에게 지속가능한 에너지'의 목표
(Sustainable Energy for All : SE4ALL)



목표	현대 에너지서비스에 대한 보편적 접근		에너지 효율을 두배로	재생에너지 비중을 두배로
대응 지표 (%)	전기를 사용하는 인구 비중	비-고체연료를 주로 사용하는 인구 비중	에너지 집약도 개선율	최종에너지소비 중 재생에너지 비중
1990	76	47	-1.3	16.6
2010	83	59		18.0
2030	100	100		-2.6

“모두를 위한 적정가격의 신뢰할 수 있고 지속 가능하며 현대적인 에너지에 접근 보장”

- 7.1 2030년까지 적정가격의 신뢰할 수 있는 현대적 에너지서비스에 대한 보편적인 접근을 보장한다.
- 7.2 2030년까지 전 세계 에너지원 구성에서 재생에너지 비율을 상당히 증대한다.
- 7.3 2030년까지 전 세계 에너지효율을 두 배 향상한다.
- 7.a 2030년까지 재생에너지, 에너지효율, 선진적이고 보다 청정한 화석연료기술 등을 포함하여 청정에너지 연구와 기술개발에 대한 접근을 촉진할 수 있는 국제협력을 강화하고, 에너지 기반시설과 청정에너지 기술에 대한 투자를 증진한다.
- 7.b 2030년까지 개도국, 특히 최빈개도국, 군소도서개도국 및 내륙개도국에서 각국의 지원 프로그램에 따라 모두를 위한 현대적이고 지속가능한 에너지 서비스를 공급하기 위한 기반시설을 확대하고 기술을 확산한다.



Copyright © 2020, Green Energy Strategy Institute

4

II. 개발도상국과 에너지협력

1. 재생에너지는 지속가능개발목표(SDG)를 달성하는 효과적인 수단

석탄발전에 대한 국제 컨센서스

- OECD 수출신용그룹(Export Credit Group)은 2015년 석탄화력 사업에 대한 수출신용 지원을 제한하고 2017.1월부터 발효**
 - OECD 국가의 공적수출신용기관은 초초임계 기술을 사용하는 발전소 또는 최빈국의 소형발전소(아임계 기술 사용 시 300MW 미만, 초임계 기술 사용 시 500MW미만) 를 제외한 모든 석탄화력발전사업에 대해 자금지원 금함
- 국제부흥개발은행(IBRD), 국제개발협회(IDA), 국제금융공사(IFC), 국제투자보증기구(MIGA), 국제투자분쟁해결본부(ICSID) 등 5개 기구로 구성된 세계은행 그룹(World Bank Group)은 2017년 12월, 2019년부터 석유 및 천연가스 채굴과 관련된 프로젝트의 금융지원을 중단하겠다고 발표**
- 따라서 북한에 대한 개발루자가 진행될 경우 석탄발전은 국제개발은행들의 지원을 받기 어려울 가능성 높음**

II. 개발도상국과 에너지협력

2. 에너지는 (현대적인 서비스를 포함한) 인간다운 삶을 살기 위한 최소한의 조건

- 에너지 접근성과 깨끗한 취사는 개발도상국 농업지역에서는 여전히 속제로 남아있음**
- 북한은 아프리카보다도 더 열악한 수준을 보임. 북한과 개발협력에서 에너지 접근성, 깨끗한 취사는 가장 우선되는 과제**
 - 특히 농촌지역 주민들은 매우 힘든 조건에서 생활하고 있을 것으로 보여 도움이 시급함
 - UNESCAP, ADB 등의 에너지 협력에서 최근 가장 중요한 의제는 에너지 접근성과 깨끗한 취사

에너지 접근성

	Proportion of the population with access to electricity					Population with out access (million) 2019
	2010	National 2015	2019	Urban 2019	Rural 2019	
DPR Korea	26%	26%	26%	36%	11%	19
WORLD	80%	85%	90%	96%	85%	771
Africa	44%	49%	56%	81%	37%	579
Sub-Saharan Africa	33%	40%	48%	76%	29%	578
Developing Asia	79%	87%	96%	99%	94%	155
Central and South America	94%	96%	97%	99%	87%	16
Middle East	91%	92%	92%	98%	77%	19

깨끗한 취사 접근성

자료: World Bank

	Proportion of the population with access to clean cooking					Population without access (million) 2018	Population relying on traditional use of biomass 2018
	2000	2005	2010	2015	2018		
DPR Korea	3%	5%	7%	10%	12%	23	6
WORLD	52%	55%	58%	63%	65%	2651	2374
Africa	23%	25%	26%	28%	29%	910	853
Sub-Saharan Africa	10%	11%	13%	15%	17%	905	848
Developing Asia	33%	37%	43%	53%	57%	1674	1460
Central and South America	78%	82%	85%	88%	89%	57	53
Middle East	84%	91%	95%	96%	96%	10	9

II. 개발도상국과 에너지협력

3. 24/7이 아닌 에너지 공급도 충분히 의미 있음

가정용 전력서비스 접근성 평가 구분

Multi-tier matrix for measuring access to household electricity services and consumption

	TIER 1	TIER 2	TIER 3	TIER 4	TIER 5	
Electricity services	Typical household electric appliances	Very low-power appliances Task lighting, phone charging and radio	Low-power appliances Multipoint general lighting, television, computer and fan	Medium-power appliances Air cooler, refrigerator, food processor, rice cooker	High-power appliances Washing machine, iron, hairdryer, toaster and microwave	Very high-power appliances Air conditioning units, space heater, water heater, electric cooker
Electricity consumption	Annual consumption levels (kWh)	>4.5	>73	>365	>1,250	>3,000
	Daily consumption levels (Wh)	>12	>200	>1,000	>3,425	>8,219

Source: ESMAP (2015)

■ 재생에너지는 개도국과 고립된 농촌지역 에너지 접근성을 혁신적으로 높임

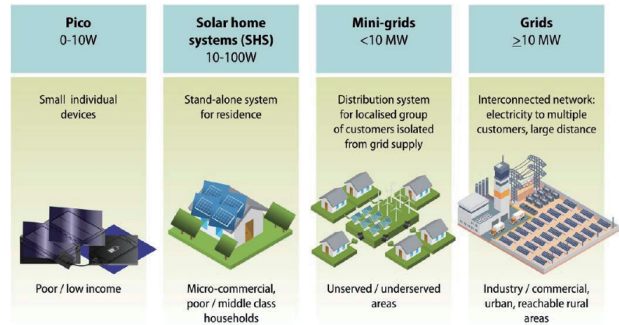
- 지역의 소득수준과 여건에 맞추어 에너지 접근 방법을 선택할 수 있음
- Pico→가정용 독립형 →소규모 전력망 →전력망 연결

■ World Bank는 가정용 전력서비스 접근정도를 5단계로 구분한 바 있음

■ 하루 4시간의 전기공급도 유의미한 지역이 있을 수 있음: 북한의 수요파악이 우선

- 용도가 무엇인가? 병원: 보건, 모성보호, 영유아 학교: 어린이 교육, 주택: 조명, 가전기기, 상업: 지역경제

재생에너지를 통해 확대된 에너지 접근성



자료: OECD(2019)

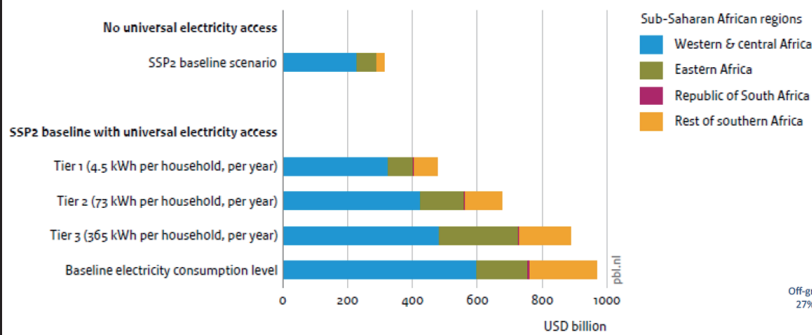
Copyright © 2020, Green Energy Strategy Institute

7

II. 개발도상국과 에너지협력

3. 24/7이 아닌 에너지 공급도 충분히 의미 있음

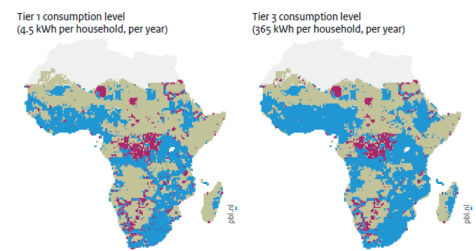
Cumulative investments in electricity generation capacity, transmission and distribution, 2010 - 2030



■ 에너지 서비스 공급수준을 결정하고 투자규모를 파악

■ 여건에 맞추어 전력 공급방식을 결정: 독립형, 소규모 전력망, 중앙전력망 연결

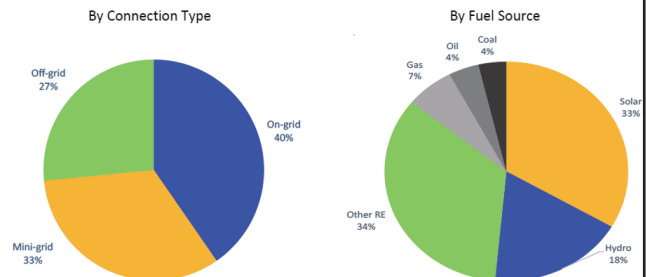
- 아프리카 전력공급의 60%는 분산형



Electrification system

- Central grid
- Mini grid
- Stand-alone

자료: PBL(2017)



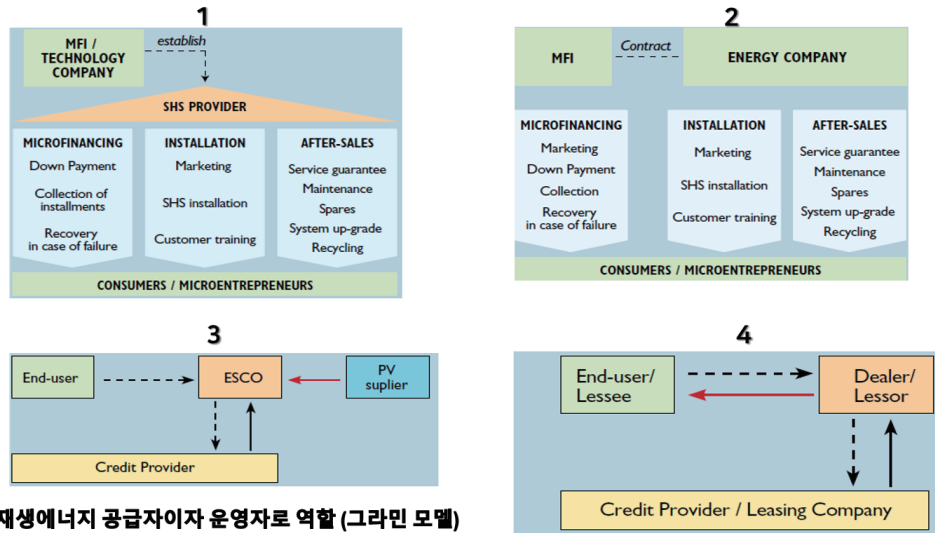
Source: Based on IEA, 2018 World Energy Outlook

Copyright © 2020, Green Energy Strategy Institute

8

II. 개발도상국과 에너지협력

4. 비즈니스 모델



1. 소액금융/기술기업이 직접 재생에너지 공급자이자 운영자로 역할 (그라민 모델)
2. 소액금융/기술기업이 지역 에너지 기업과 계약(스리랑카 모델)
3. 서비스요금제 모델 (Pay-As-You-Go)
4. 임대모델

Copyright © 2020, Green Energy Strategy Institute

9

II. 개발도상국과 에너지협력

5. 우리나라는 개도국 협력을 위한 제도를 마련하고 있음

국제개발협력기본법	해외농업 산림자원 개발협력법
<p>제1조 (목적) 이 법은 국제개발협력에 관한 기본적인 사항을 규정하여 국제개발협력 정책의 적정성과 집행의 효율성을 제고하고 국제개발협력의 정책목표를 효과적으로 달성하게 함으로써 국제개발협력을 통한 인류의 공동번영과 세계평화의 증진에 기여함을 목적으로 한다.</p> <p>제3조(기본정신 및 목표) ① 국제개발협력은 개발도상국의 빈곤감소, 여성·아동·장애인·청소년의 인권향상, 성평등 실현, 지속가능한 발전 및 인도주의를 실현하고 개발도상국과의 경제협력관계를 증진하며 국제사회의 평화와 번영을 추구하는 것을 기본정신으로 한다.</p> <p>② 국제개발협력은 제1항의 기본정신을 추구하기 위하여 다음 각 호의 사항을 달성하는 것을 목표로 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 개발도상국의 빈곤감소 및 삶의 질 향상 2. 개발도상국의 발전 및 이를 위한 제반 제도·조건의 개선 3. 개발도상국과의 우호협력관계 및 상호교류 증진 4. 국제개발협력과 관련된 범지구적 문제 해결에 대한 기여 5. 국제적으로 합의된 지속가능개발의제 등을 말한다의 달성에 대한 기여 6. 그 밖에 제1항의 기본정신을 달성하기 위하여 필요하다고 인정되는 사항 	<p>제1조(목적) 이 법은 해외 농업 및 산림 자원에 대한 개발과 협력에 관한 사항을 정하여 이를 촉진함으로써 해외농업자원 및 해외산림자원의 안정적 확보와 국제협력을 통하여 국민경제에 이바지하고 국제사회에 기여함을 목적으로 한다.</p> <p>제3조(해외농업자원 및 해외산림자원의 개발 방법) 해외농업자원 또는 해외산림자원(이하 "해외농업·산림자원"이라 한다)의 개발은 대통령령으로 정하는 바에 따라 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 방법으로 한다. <개정 2015. 1. 20.></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 대한민국국민이 단독 또는 외국인과 합작으로 해외농업·산림자원을 개발하는 방법(해외 현지법인을 통하여 개발하는 경우를 포함한다) 2. 대한민국국민이 외국인에게 기술용역을 제공하여 해외농업·산림자원을 개발하는 방법 3. 대한민국국민이 외국인에게 개발자금을 용자·투자 또는 지원하여 해외농업·산림자원을 개발하는 방법

Copyright © 2020, Green Energy Strategy Institute

10

II. 개발도상국과 에너지협력

6. 아시아 재생에너지 협력을 위한 국제협력



Copyright © 2020, Green Energy Strategy Institute

11

III. 북한 수요에 맞는 에너지 시스템 구상

1. 그간 남북한 에너지 협력 논의

- 송전선 확대
- 동북아 슈퍼그리드
- 접경지역 신규 화력발전소
- 북한 재생에너지 개발



2007년 남북정상회담 당시 북에 전달한 서해평화협력특별지대 조성방안



Copyright © 2020, Green Energy Strategy Institute

12

Ⅲ. 북한 수요에 맞는 에너지 시스템 구상

2. 북한의 에너지 시스템 현황

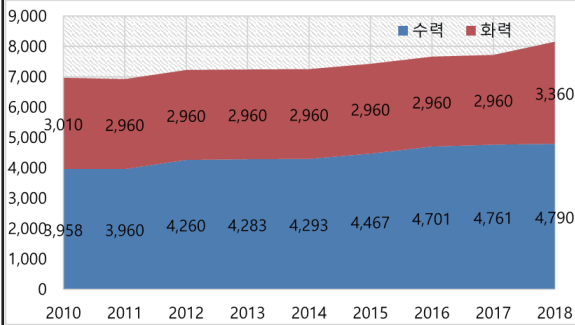
북한발전설비 위치(수력, 중대형 화력(200~1600MW), 소형화력(2~12MW))



북한발전설비용량(단위: MW)

자료: 통계청

자료: 전기산업진흥회



- 북한의 전체 발전설비는 8.15GW로 우리나라 설비용량119.1GW의 6.8%수준이며 수력이 59%를 차지
 - 몇년간 변함없던 화력설비가 2018년 400MW증가(3GW>3.4GW). 수력 비중은 2010년 이후 약 800MW 증가
- 러시아식 열병합 발전소로 알려진 중대형 발전소는 대부분 매우 노후
 - 총 8곳으로, 1960~1980년대에 준공
- 소형 발전소는 시멘트, 제철, 화학, 방직, 비료공장 등 산업시설에 건설됨
- 북한의 수도권과 일부 공업지역을 제외하면 자강도, 양강도, 평안북도, 황해북도, 강원도 등의 에너지접근성은 매우 낮은 것으로 보임

Copyright © 2020, Green Energy Strategy Institute

13

Ⅲ. 북한 수요에 맞는 에너지 시스템 구상

3. 북한의 재생에너지 개발가능성과 제도적 근거

북한의 에너지 관련법



Copyright © 2020, Green Energy Strategy Institute

14

Ⅲ. 북한 수요에 맞는 에너지 시스템 구상

3. 북한의 재생에너지 개발가능성과 제도적 근거

북한 '재생 에너지법'의 부문별 계획

	2014-2023년	2024-2033년	2034-2043년	2044년
풍력	중대형 풍력발전기 제작	해상풍력자원지도 작성 대용량 풍력발전소	10MW 이상 급 풍력발전	전력수요 15% 보장
지열	열 펌프기술 확보 전력생산공정수립	지열탐사기술보완	대규모 고온지열발전	북한전역 지원
태양	태양열 축열기술 확보 태양전지 효율제고 등	태양에너지발전소 구축	태양에너지발전소 확대 도입	우주 태양빛 발전소 구축
생물연료	에너지작물 육종 및 재배 에너지 전환 기술개발	에너지작물→에너지 전환기술 성숙	생물연료의 생산공급	생물연료 이용 확대
메탄수화물	메탄수화물 탐사 및 자원분포도 작성	메탄수화물 시험채취	환경평가 감시조종체계 구축	메탄수화물 채취 및 이용
수소가스	수소제조공정확립 및 효율성 제고	수소저장 및 운반기술 개발	고성능수소연료전지 하부 구조 구축	수소에너지 전면이용
재생에너지 주택구역	재생에너지자립주택기술 확보	재생에너지주택구역 형성	탄소에너지도시 구축	자립주택 전국 도입

자료: 통일뉴스, 현대경제연구원, 산업연구원 재인용

Copyright © 2020, Green Energy Strategy Institute

15

Ⅳ. 소규모 재생에너지 개발협력

1. 소규모 재생에너지 개발협력의 의미

개발협력

- 교류협력은 크게 인도적 지원→개발협력→경제협력의 3단계로 볼 수 있음
- 자연재해 발생에 따른 식량, 의료지원과 같은 인도적 협력이 가장 낮은 단계 협력이라면 농촌지역의 도로보수, 전력공급, 학교건설 등은 개발협력 (Development Assistance), 기업의 투자가 따르는 공단건설 등은 경제협력 단계에 해당
 - 이때 '개발'은 낙후된 지역을 지원하는 지역개발을 의미
- 에너지가 절대적으로 부족한 북한지역에 즉시 전기와 열을 공급할 수 있는 재생 에너지 공급은 두 번째 단계인 개발협력에 해당
- 경제협력이 투자 위험과 이에 대한 헛징계획이 수반되어야 가능하다면 개발협력은 미래 불확실성이 높을 때에도 소규모 시범사업이 가능하다는 장점이 있으며 북한주민들로부터 잠재적인 신뢰도를 높일 수 있다는 장점이 있음

소규모 재생에너지 개발

- 일반적으로 재생에너지 개발에서 '소규모 (small scale) 개발'이란 투자금액으로는 천만 달러(약 120억 원) 이하를 의미
- 소규모의 사업은 상업적으로 움직이는 투자은행에서 자금을 조달하기 어려움 (World Bank, 2011)
- 규모의 경제로 움직이는 개발사업에서 소규모 개발은 여러 가지 비용 단가가 높아져 높은 수익률을 기대하기 어렵기 때문에, 소규모 재생에너지개발은 세계은행 (World Bank), 아시아개발은행 (Asia Development Bank), 녹색기후기금 (GCF) 등 국제 개발지원 은행과 기금들의 지원을 바탕으로 수행 되는 경우가 많음

Copyright © 2020, Green Energy Strategy Institute

16

IV. 소규모 재생에너지 개발협력

2. 수요지 특성에 맞는 재생에너지 시스템 제안

에너지 협력 방향 : 탄소 제로 도시

1. 도시형: 전력공급 중심

- 계통연계형 재생에너지 시스템
- 각종 특구의 배후주거지: 재생에너지+ 지역난방 (전력설비+ 열공급설비)

2. 농촌형: 전력+열공급 에너지 자립마을

- 소규모 그리드+독립형 재생에너지 계통운영
- 농촌형 주거 농업 에너지: 태양광+풍력+바이오 매스



- 평양시에서는 계통병렬형 태양빛 발전체계를 도입하였고 2019년 대비 2.5배 증가(노동신문20.2.23일)
 - 김일성종합대학 태양빛전지제작소, 과학기술전당, 육탄광명회사 등
- 평양, 신의주 등에서 고층주거건물을 건설중
- 겨울이 긴 북한지역 기후상 열수요가 연중 높을 것으로 보임
- 농촌지역의 풍부한 재생에너지 자원 활용
 - 우드칩(연료칩), 바이오가스 등

Copyright © 2020, Green Energy Strategy Institute

17

IV. 소규모 재생에너지 개발협력

3. 국제 개발협력 방식의 에너지 협력

울란바토르 Eco District 개발

Mixed land uses and functions (residential, commercial and recreation functions; ample public and green space; education, cultural and health facilities; minimize needs for transportation)

Social mix (urban areas that mixed different category of population having different income level) and vibrant/engaged communities

Green and resilient using implementable renewable energy and energy efficient

Green Features

Renewable Energy
- Passive Solar Design
- PV (Photo Voltaic) Panels

Energy Efficiency
High efficiency isolation system based on Mongolian Norm and Regulation "Thermal Performance of Buildings"

Efficient land use planning
Compact design
Shape and building orientation

Energy Performance Monitoring System (green and smart)

- 구 공산권 국가인 몽골은 국제개발은행 등의 지원으로 재생에너지를 적극 활용하는 주거지 재개발사업을 진행하고 있음
- 대규모 시범사업이 진행되었고 민간투자를 이끌어 1만 가구 규모의 주거지를 개발중.
 - 총면적 100ha, 인구밀도 약 300p/ha
 - 각 건물은 150kWh/m²yr 수준의 에너지 효율을 달성해야 하며 각 주택은 실내공조 시스템, 패시브 디자인, 제어 센서, 열교환 시스템을 갖추게 될
 - 건물과 시설들은 에너지 소비의 18%를 감당할 수 있는 solarPV를 갖고 있어야 함
- 금융중개기관 GCF.총 \$570.01백만이며 이중 \$307.1백만이 민간투자금액

<스마트 재생에너지, BEMS>

- integrate control and monitoring of renewable and conventional energy sources and ventilation systems;
- aggregation of data inputs from heat, electrical, hot and cold water metering, thermostats, and humidity sensors;
- consolidation and reporting of energy and water use data;
- fault and water leak detection and alarms with remote reporting; and
- measuring, reporting, and verification system for eco-efficient construction techniques and materials, and renewable energy.

Copyright © 2020, Green Energy Strategy Institute

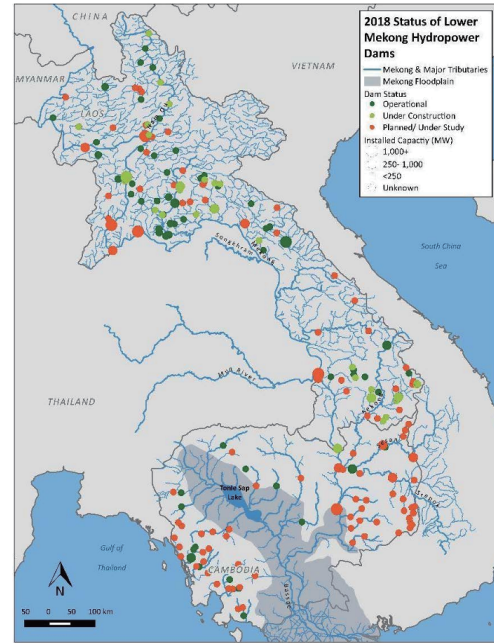
18

IV. 소규모 재생에너지 개발협력

3. 국제 개발협력 방식의 에너지 협력

메콩강 유역의 water-energy- food nexus

- 라오스, 캄보디아 등 메콩강 유역 국가들은 에너지 수요 증가에 맞추어 수력발전 개발을 확대하고 있음
- 그러나 각각의 개별적 개발계획들은 전체 수역관리-개발에 문제를 일으킴
 - └ 수계 단절, 용수부족
- 북한 역시 수력에 대한 의존도가 높는데, 황해북도, (북)강원도 등 내륙지역에서 에너지 협력을 추진할 때도 고려할 필요



Copyright © 2020, Green Energy Strategy Institute

19

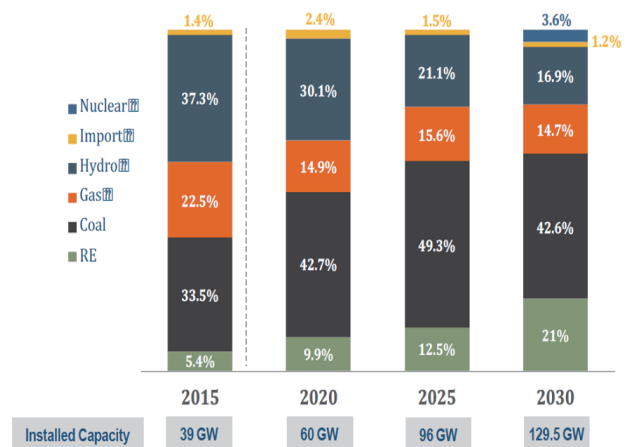
IV. 소규모 재생에너지 개발협력

3. 국제 개발협력 방식의 에너지협력

베트남

- 베트남은 1986년부터 '도이모이'개방을 시작
- 공적개발원조는 SOC 사업에 집중
 - └ World Bank 201억 달러, 일본 198억 달러, 아시아개발은행(ADB) 142억 달러
- 각국의 공적원조는 자국 기업과 협력하여 진행되는 사례가 많음
 - └ 일례로 독일국제협력공사(GIZ)는 지멘스와 함께 호찌민 City21이니셔티브 도시개발 협력사업 추진하여 전력개발, 전력망 관리 등에 참여
- 그러나 에너지 개발 측면에서 베트남은 화석연료 의존도가 높은 편
 - └ 다만 최근 대규모 재생에너지 개발이 이어짐
 - └ 향후 북한이 베트남과 같은 개방, 개발을 이어간다면 화석연료 비중이 높아질 가능성이 높음 → 수도권 대기질 문제로 연계

베트남의 전력수급계획



Copyright © 2020, Green Energy Strategy Institute

20

IV. 소규모 재생에너지 개발협력

4. 후보지역 분석: 강령녹색시범구

	주요 계획
농업	은정차 재배 500정보, 녹색시범농장: 논 100정보, 온실 농업: 1300㎡ 규모의 온실 8동 등
수산업	1,000정보의 연해지역에 해상 및 전복 양식장 건설: 10,000톤의 해상, 4,000톤의 전복 생산
축산	1,000톤 규모의 돼지공장 3개, 500마리 이상의 고기용 소목장, 500마리의 젖소목장, 풀만 조성
과수	2,200정보의 우량품종 과수나무 재배
녹색식품가공	2,000톤/년의 건조과일 생산, 1,000톤/년의 젓 가공품 생산
에너지	5만kw
해수욕장	10km 구간에 5,000명/일 수용능력의 해수욕장 건설
골프장	200정보의 구릉지대에 전반주로 9개(4km), 후반주로 9개(4km)의 주로된 골프장 건설
호텔 및 봉사시설	5,000석의 수용능력을 가진 호텔, 편의봉사시설, 상업망 건설
살림집건설	2만 5,000세대의 살림집 개건보수, 2만세대의 살림집을 새로 건설하여 현지 주민들과 노동인력의 생활조건 보장



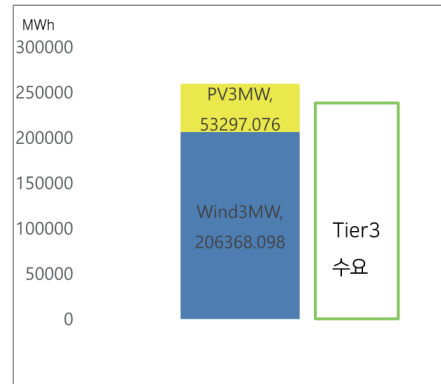
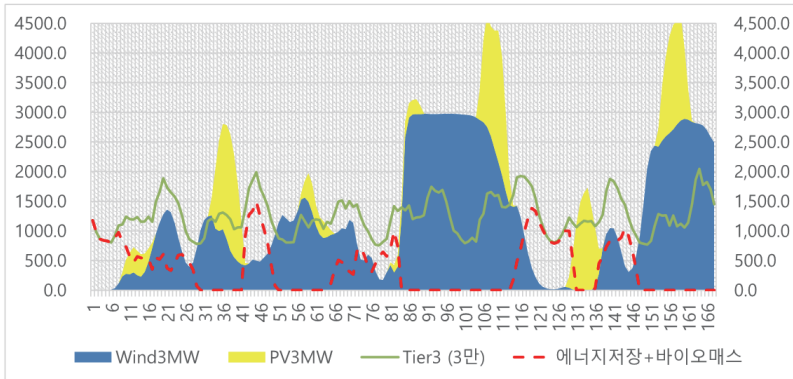
- 북한은 황해남도에 '강령국제녹색시범구'를 지정한 바 있음
- 농수산업과 관광업, 주택단지 조성 등이 에너지 개발계획과 함께 있음

Copyright © 2020, Green Energy Strategy Institute

21

IV. 소규모 재생에너지 개발협력

100% 재생에너지 기반 에너지 서비스 공급 가능성(웅진, 11.21~11.27)



- 풍력 3MW, 태양광 3MW설비를 통해 약 3만 가구에 Tier3 기준 에너지 서비스를 공급할 수 있음
 - └ 변동성은 에너지저장(열, 전력)과 지역 바이오매스 자원을 통해 대응
- 서해안의 양호한 풍황으로 풍력발전량이 풍부. 유력한 협력가능 지역인 해주 역시 유사한 결과를 보임

Copyright © 2020, Green Energy Strategy Institute

22

IV. 소규모 재생에너지 개발협력

4. 후보지역 분석: 사리원

- 사리원은 황해북도의 중심도시
- 2015년. 아시아녹화기구, 에이스경암재단, 산림조합중앙회 등과 함께 남북협력기금을 통해 임농복합 시범단지 조성을 시작
 - 비탈밭 임농복합, 저지대 낙엽송, 연료용 아까시나무, 시설양묘 온실 등
- 2015년. 러시아 스파스키베이컨사가 북한의 돼지 사육회사 '사리원' 설비를 사용해 사리원에서 돼지를 사육할 예정이란 기사가 보도된 바 있음

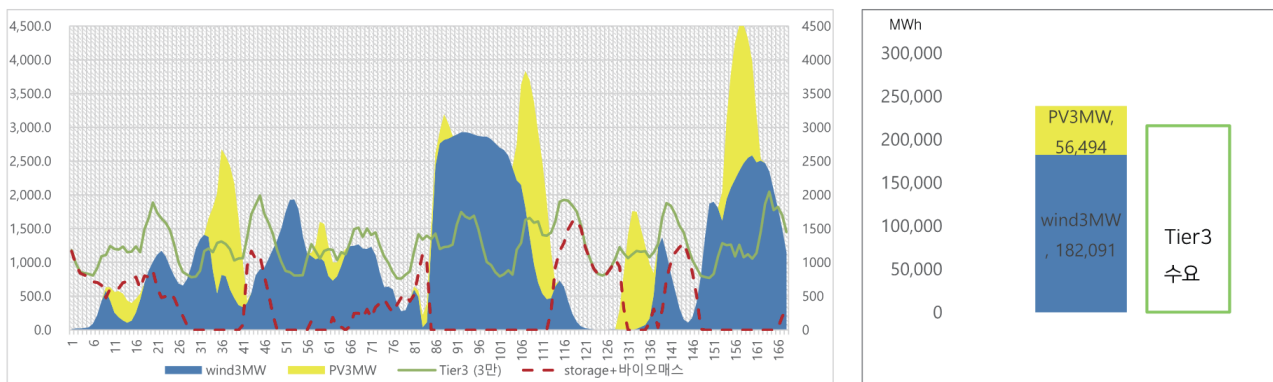


Copyright © 2019, Green Energy Strategy Institute

28

IV. 소규모 재생에너지 개발협력

100% 재생에너지 기반 에너지 서비스 공급 가능성(사리원. 11.21~11.27)



- 웅진과 같은 기간, 비슷한 수준의 발전량 보임. 풍부한 지역 축산 바이오매스 활용 가능

Copyright © 2020, Green Energy Strategy Institute

24

V. 결론 및 제언

- 남북협력 재개는 불확실성이 높은 과제이나 한반도 평화협력을 위해 새로운 전기를 마련해야 함
 - └ 재생에너지는 인도적 도움을 주기에 가장 적합한 에너지원이며 북한 현실에 가장 비용 효율적인 자원이기도 함
 - └ 선민후관(先民後官)의 원칙으로 교류협력은 민간이 앞장서도록 지원
- 남북 재생에너지 협력은 도움이 시급한 북한주민에 필수적인 에너지 서비스를 지원하는 목적으로 시도
 - └ 지속가능개발의 최우선 목표인 빈곤, 기아, 보건, 교육, 성평등 등의 목표를 고려하며, 북한의 수요를 고려한 협력을 기획
- 우리의 재생에너지 협력은 '탄소중립도시' 등을 표방할 필요
 - └ 기후변화 대응을 기반으로 국제 협력과 지역 협력의 틀을 구축
- 현재 남북교류협력은 인도적 협력과 경제협력을 중심으로 하고 있어, 중간단계인 개발협력을 위한 제도가 마련될 필요
 - └ 국제개발협력법에 해당하는 '남북개발협력법' 등을 제정하여 개발협력에 필요한 양측의 제도적 차이 및 용어 분석, 학술 연구의 확대, 계약조건과 이행 등 실무를 위한 기반을 마련할 필요

감사합니다

토론 1

최우진 (사)한국풍력산업협회 부회장



남북 풍력 협력 방안 - 유엔제재 하에서의 협력 방안 -

토론자: 한국풍력산업협회 최우진(대외협력부회장/변호사)

- 북한의 전력 공급 현황
 - 북한의 전력 공급은 절대적 부족 상태가 지속
 - 전력 생산의 60%를 차지하는 수력발전은 계절별 편차로 인해 안정적인 전력 공급 수단이 되지 못함
 - 화력 발전의 경우 부품 조달의 어려움으로 유지 보수에 애로
 - 또한, 국가적 송배전망의 미비 및 노후화로 인하여 중앙 집중적 대규모 발전 단지 조성이 어려움

- 북한의 재생에너지 개발 계획
 - 위와 같은 여건하에서 재생에너지는 선택이 아닌 필수
 - 소규모 풍력, 가정용 태양광의 보급 및 활용이 늘어나고 있으며, 이는 북한의 '자력갱생' 원칙에도 부합
 - 북한의 자연에너지 개발 계획(2014년)에 따르면 2044년까지 재생에너지 발전설비 5GW 이상 보급을 목표로 하고 있으며, 이 중 풍력발전이 대부분을 차지하는 것으로 계획
 - 풍력 밀도 $300W/m^2$ 를 기준으로 삼아 풍력 개발 가능 용량을 비교하면 북한은 43.6GW, 남한은 25.5GW로, 북한이 남한에 비해 1.7배 잠재량이 높음

- 남북한 풍력 협력 방안
 - 북한은 풍력 발전의 보급, 촉진을 국가적인 과제로 설정하고 개발 중에 있으나, 설계 기술이 아직 초보적이고(현재 100kW 터빈을 개발한 것으로 알려져 있음), 소재, 부품, 장비 산업군이 형성되어 있지 않아, 풍력이 산업화 단계에 이르기까지는 상당한 노력과 시간이 요구될 것임
 - 분산형 소규모 재생에너지는 북한 일반 주민들의 일상 생활에 영향을 미치는 사업으로서 그 본질이 '인도적 사업'이므로, 유엔 제재 전면 해제되기 전에도 남북한 협력 방안을 찾아 볼 수 있을 것임

- 남북풍력사업단의 협력 사례
 - 2006년 북한의 재생에너지 담당기관인 민경련 산하 삼천리총회사와 풍황계

측 사업 논의 시작

- 2007년 삼천리총회사와 합의서 체결 후 북한의 온천, 마식령 지구에 풍항계 측기 2기를 설치하였으며, 추가 3기 설치를 위한 기자재 제공
- 2008년 이후 협력 사업 중단되었으나, 2018년부터 다시 협의를 재개하였으며, △북측에서 재생에너지사업 추진을 위한 국제포럼 개최 (중국 또는 러시아에서) △풍항계측사업 재개 및 북측 현지 공동조사 △북측 담당인력에 대한 교육 및 기술 지원 △남북간 정기적인 인적, 기술 교류 방안 모색 예정

○ 유엔안보리 결의

- 2006년 북한의 1차 핵실험 직후의 제1718호 결의안으로 시작하여, 추가 핵 실험 및 탄도미사일 시험 이후 2017년까지 9개의 후속 결의안(1874호, 2087호, 2094호, 2270호, 2321호, 2356호, 2371호, 2375호, 2397호)을 채택
- 2018. 4. 17.자 유엔 고시에 따르면 △무기 △핵, ICBM, WMD관련 물질, 장비, 상품 기술 △군사적 전용우려 있는 모든 품목 △금융거래, 기술교육, 자문, 서비스 제공 △ 사치품 △석탄, 철광석 등 광물, 산업용 기계류, 수송 수단 △해산물 △섬유제품 △동상 △항공유, 원유 등을 금수품목으로 정하고 있음

○ 유엔제재 하에서의 남북한 풍력 협력 (공동학술대회)

- 2018. 4. 17.자 유엔 고시는 기술 공유 및 교육을 금지(ban on specialised teaching and training and suspension of scientific and technical cooperation)
- <국제평화 및 안전유지 등 의무이행을 위한 무역에 관한 특별조치 고시> 제 49조 제5호는 모든 무기, 전략물자, 금수품목의 비축, 제조, 유지, 사용 등에 도움이 될 수 있는 교육, 기술훈련, 자문, 서비스, 지원 등(고등 물리학, 고등 컴퓨터 시뮬레이션 및 관련 컴퓨터 과학, 지리공간 항법, 핵공학, 항공 우주 공학, 비행 공학, 고등 재료과학, 고등 화학공학, 고등 기계공학, 고등 전기공학, 고등 산업공학을 포함)를 금지
- 현행 제재 하에서, 재생에너지 보급 현황 교류, 공동 조사, 남북 공동 개발 계획 수립 등을 논의하는 학술대회는 가능할 것으로 보이나, 이를 넘어서 고등 엔지니어링 기술을 교류하는 경우 제재 위반 소지가 있음

○ 유엔제재 하에서의 남북한 풍력 협력 (풍항 조사)

- 풍황 계측 장비는 센서, 모니터링 장치, 통신 장치, 레이저 등으로 구성되어 있으므로, 이는 모두 2018. 4. 17.자 유엔 고시에서 정하는 '금수품목'에 해당
- 따라서 현행 제재 하에서는 풍황 계측을 위한 장비 반입부터 어려움

○ 제재 면제 신청을 통한 남북한 풍력 협력

- 유엔 안보리 결의 2397호는, 대북제재 결의가 경제활동, 협력, 식량 원조 및 인도적 지원을 포함하여 결의에 의해 금지되지 않은 활동의 제한을 의도한 것이 아님을 강조(The resolutions are not intended to have adverse humanitarian consequences for the civilian population of the DPRK or to affect negatively or restrict those activities, including economic activities and cooperation, food aids and humanitarian assistance)
- 인도주의적 또는 민생 목적의 품목의 반입에 대해서는 제재 면제 신청 가능하며, 제재 면제 신청서는 정부를 통해 유엔 안보리에 제출되어야 함
- 풍황 계측 장비 반입의 경우 아래와 같은 논거로 제재 면제 신청을 하는 것을 고려해 볼 수 있을 것임
 - △농촌별, 마을별 풍력 발전 단지 조성을 통해, 북한 주민의 일상에 필요한 전력을 공급하기 위한 것이지, 핵, ICBM, WMD 및 기타 군사적 용도로 사용될 우려가 없으며, 풍황 조사는 위와 같은 풍력 발전 단지 조성의 타당성을 살펴보기 위한 사전 단계에 불과하다는 점
 - △북한의 전력 사정은 상당히 열악하여 대부분의 지역에서 정상적인 생활을 위하여 필요한 최소한의 전력 조차 공급받지 못하고 있다는 점
 - △라이다 장비는 실시간으로 모니터링이 되므로, 설치 위치와 작동 방식에 대해서는 적절한 관리, 감독 및 통제가 가능하며, 라이다 장비는 소유권은 사업단이 보유하면서, 북측에는 임대 방식으로 반입할 계획이라는 점
- 코로나 전(2019년) 유엔 안보리 제재 면제 승인 사례가 급증하였으며, UNICEF, WHO 등은 제재 면제 신청 절차를 통해 앰블런스, 통신장비, 트랙터 등 다수의 '금수품목'을 북한에 반입하였음
- 제재 면제의 승인을 위해서는 '분배 투명성 여부를 정기적으로 감시할 수 있는 시스템 구축'이 필요하며, 승인 사례를 보면 '어린이 시설', '의료시설'과 연계하면 면제 승인 확률이 높을 것으로 예상됨

○ 유엔 제재 하에서의 남북한 풍력 협력 방안

-
- (단기) 애육원, 보육원, 어린이 의료시설에 대한 소규모 풍력발전, 태양광, 에너지저장장치 시스템 시설 지원
 - (단기) 풍력 발전 사업 타당성 조사를 위한 풍향 계측 장비 반입
 - (중기) 농어촌 및 도시 취약 계층을 대상으로 한 풍력 발전 단지 조성 지원
 - (장기) 소규모, 분산형 에너지 자립 마을 시범 사업 지원
 - (유엔 제재 해제 이후) 재생에너지 지원 사업 확대 및 전력 계통 관련 협력

토론 2

김태기 (사)대한전기협회 신재생에너지처 처장



남북 재생에너지 공동개발의 방향 제언

김태기 처장 (대한전기협회)

1. 남북 재생에너지 공동개발 필요성과 함께 지속성이나 안전성 부분에 대한 검토결과의 공유 필요

- 남북 간의 평화 협력은 정부나 접경지역 관련자뿐만 아니라 모든 국민의 궁극적이고 이상적인 염원으로 사료되며, 대용량의 풍력과 수력 자원을 보유한 북한의 잠재력과 에너지가 풍족하지 않은 현실 등을 고려할 때 재생에너지를 통한 새로운 협력의 기회가 있음에 동의함
 - 특히, 북유럽 국가들의 사례에서 볼 수 있듯이 대용량의 수력 자원은 고유의 증감발 특성을 통해 상대적으로 출력 변동성이 심한 풍력 등 재생에너지원의 계통 연계시 이를 보다 안정적으로 운영할 수 있음
- 다만, 그간 진행되어 온 협력 사업에 대한 검토결과가 함께 제시되어 에너지분야의 협력 또한 비슷한 위험요인이 있음을 공유하고 이를 타계할 수 있는 새로운 방향에 대한 논의들이 이어질 수 있기를 기대해 봄
 - 당장 지난 20년 6월에 발생한 남북공동연락사무소 폭발사건에서 볼 수 있듯이 사업의 본질 외적인 영역의 문제가 원인이 되어 협력중인 타사업의 지속여부를 결정짓게 됨
 - 따라서, 그간 진행된 협력사업의 경과를 살펴보고 장단점을 참고할 수 있도록 하는 논의의 장이 추가적으로 마련될 수 있기를 기대함

2. 분산형과 계통연계형 방식의 병행을 통한 협력폭 다각화

- 두 번째 발제에서와 같이 아프리카 등 전기에너지의 보급이 제한된 개발도상국에서는 태양광발전설비 등을 통한 소규모 전원이 각 주거지를 중심으로 보급됨

- 특정 시간 전등부하 등으로만 사용할 수 있는 소량의 전기에너지이지만 민간에 직접 보급·적용되어 그 혜택을 민간에서 누리게 되기 때문에 파급효과와 사업의 안정성 측면에서 고려해 볼 필요가 있다고 사료됨
- 특히 에너지저장장치 등의 기술향상으로 인해 재생에너지 간헐성도 점진적으로 극복할 수 있게 되었고, 북한의 송변전 계통의 현실적 문제점 등을 감안해 보면 재생에너지까지 계통연계형 방식으로 접속하기보다는 가용한 범위 내에서는 에너지 생산지 인근에서 소비할 수 있도록 마이크로그리드로 연계한다면 훨씬 더 효율적이고 지역 에너지부족을 해소할 수 있거나 완화할 수 있을 것으로 기대됨
- 재생에너지를 중앙 집중식 계통연계형 방식으로 추진 한다면 과도한 투자가 동반 되므로 소규모 지역별 재생에너지는 분산형 계통연계 방식이 경제성을 확보할 수 있는 추진 방안이라고 사료됨
- 대용량 재생에너지 연계시에는 분산형과 계통연계형 방식의 병행 추진으로 국가적 차원의 협력을 추진함과 동시에 민간에 직접적인 혜택을 나눌 수 있을 것으로 기대됨

3. 재생에너지 개발협력 : 전 세계적인 대안, 남-북 시대적인 대안

- 이상기후와 자원고갈에 고통 받는 현 시대를 살아가는 모든 이들에게 재생에너지는 더 이상 분산형 전원이 아니라 핵심/주요 전원으로 자리매김
 - 일찍부터 재생에너지산업에 집중했던 유럽연합을 비롯하여 미국 등은 2050년까지 모든 전기에너지를 재생에너지원에서 공급하고자 하는 계획을 발표하였고 많은 나라에서 재생에너지 계획이 지속적으로 증가됨
 - 개발도상국의 전원 보급 또한 재생에너지원을 통해 급격하게 이뤄지고 있어 재생에너지 개발의 가치는 전 세계 누구에게나 소중할 것임
- 분단국에서 개발한 재생에너지 자원을 함께 공유함으로써 상생의 길을 열어 가는 것은 이 시대에만 가능한 남북 협력의 새로운 과제로 사료됨

토론 3

김춘이 환경운동연합 사무총장



한반도 평화와 지속가능발전을 위한 남북 재생에너지 협력방안

환경운동연합 사무총장 김춘이

1. 적정가격이고 접근가능한 에너지는 ‘재생에너지’이며 또한 ‘재생에너지가 지속가능발전을 위한 길’이라는 연구 결과가 있어서 UN SDGs와 연계한 협력 제안은 적절¹⁾

2. 재생에너지를 통한 SDGs 기여 : 빈곤퇴치(1), 기아종식(2), 건강증진(3), 양질의 교육(4), 담수보호(6), 불평등 감소(10), 해양생태계 보호(14), 육상생태계 보호(15), 평화 증진(16). 재생에너지는 분권화된 에너지생산 설비를 통해 공평하고 포용적인 경제발전을 예상치않게 가져옴. 동부아프리카에서는 생산업자와 에너지개발업자가 서로 협력하여 태양광을 건설하는 과정에서 지역발전과 직 업이 창출됨.²⁾

☞ 김윤성 연구원_UN SDGs와 재생에너지 연계

3. 북한에서 재생에너지의 가능성

1) 단어 “자력갱생”³⁾

◆ 북한은 대외는 물론 대내 지역경제 발전 차원에서 ‘자력갱생’ 체계
- 북한이 행정구역을 나누고 도시를 구성하는 가장 기본적인 개념은 ‘주체’, 즉 ‘자급자족. 도시가 다른 도시에 의존하지 않고 자생할 수 있는 독립적인 세포 구조로 구성.

◆ 생산시설

- 단순 제조업, 농업생산도 포함하여 북한은 대단위 공업 단지 또는 특수 생산기지가 있는 지역은 해당 시, 군 관할에서 분리하여 별도로 군(郡)급 행정단 위와 동격인 구 또는 구역 개편

☞ 마을단위로 구획별로 자력갱생이 핵심 가치여서 이는 재생에너지와 태생적 으로 부합.

☞ 김윤성 연구원_탄소제로도시(구) 가능, 몽골의 예

2) 국가 체제

1) 탄자니아 지속가능발전목표를 위한 재생에너지 개발 연구(2018)

2) Mapping the Renewable Energy Sector to the Sustainable Development Goals: An Atlas, 2019

3) <북한 행정구역 개편의 함의와 행정통합에 관한 연구, 2018, 남성욱, 황주희

- ◆ 러시아 인사의 발언 : 국가가 사람들에게 주택(살림집)을 무상 제공함에 대한 이야기 4)
- ◆ 라선시 홍수피해와 북부지역의 대재앙시, 황해북도·강원도·함경남북도 등의 홍수로 사람들 피해시 주택을 지어 제공
- ☞ 국가가 나서는 체제이므로 가능 (주택을 만들때에도 단열, 태양광 등)

3) 새롭게 공급되고 있는 주택들 (금수강산 2021 4월호)

- ◆ 충전거리와 은하과학자거리, 미래과학자거리, 려명거리를 비롯한 현대미를 갖춘 거리들이 거의1년에 하나씩 건설되어 사람들이 무상으로 주택(살림집)을 받음.
- ◆ 삼지연시가 산간문화도시로 변화되고 평안남도, 평안북도, 자강도 등에서 살림집 건설이 추진됨.
- ◆ 새로운 국가경제발전 5개년계획 기간 평양시에는 5만세대의 현대적인 주택 마련예정(2021년에는 평양시 1만세대) (조선 2021. 4월호)
- 보통문주변 강안지구 호안다락식주택구를 주택 본보기가 될수 있도록 800세대 건설
- “도시건설을 건물과 자연을 하나로 융합시키고 생활공간과 생태공간을 과학적으로 배치하여 사업과 휴식, 교통 등을 유기적으로 결합시키자“
- “훌륭한 자연경관이 살아나게 건축물들의 설계와 원림설계를 잘하여 도시의 특성과 매력을 살려나가야 한다”
- ☞ 생태공간과 생활공간의 과학적 배치, 건물과 자연을 하나로 융합 -> 재생에너지로 통합
- ☞ 김윤성 연구원_재생에너지 주택구역과도 연계 가능

4) 경제발전을 위해서 “임춘택 원장_발전량 1TWh 증가시 경제성장률 2.6% 상승”

4. 남북한 에너지 협력 방안

- ◆ 임춘택 원장_ 북한의 재생에너지 -> 마을 단위로 -> 경제성장으로 -> 한반도 평화
- ※ 두루미 재단은 북한에서 두루미 서식지 복원 프로젝트를 5년간 진행, 유기농법 도입을 통한 농작물 생산량 증가와 생물 다양성 향상의 성과

5. 우리기업의 북측투자

- ◆ 북측입장에서, 남측기업은 외국기업도 자국기업도 아님.

6. 결론

재생에너지는 북한의 체제, 상황에서 적합한 에너지 방식

7. 결론을 위한 질문

- ◆ 코이카의 ODA 형태의 지원이 가능한가 ?
- ◆ 유럽 국가들의 재원을 활용한 재생에너지는 ?
- ◆ 녹색기후기금을 활용할 수 있을까 ?
- ◆ 제삼국에서 knowledge sharing workshop을 실시를 통한 협력은 ?
- ◆ 수력추진, 소규모대 vs. 대형댐 ?

토론 4

김소희 아시아녹화기구 사무총장



남북 재생에너지 공동개발 방안 토론회

(재)기후변화센터/아시아녹화기구
김소희 사무총장

남북재생에너지협력 방향성

1. 북측의 수요를 비롯해 국제사회의 대북제재, 코로나 19 상황 등을 고려한 단기, 중기 협력 방안 모색

- 북한은 내년 초 7차 당 대회 개최와 국가경제발전 5개년 계획의 목표 달성을 통해 가시적인 주민생활 향상 성과 도출이 시급한 과제 -> 남북협력기회 가능성
- 아울러 자력에 의한 자립경제 도태 마련이 가장 큰 관심이며 이는 과학기술에 의거해 경제문제를 해결하겠다는 의미
- 북한 협력시 과학기술적 요소가 반드시 반영된 사업방안을 제시해야 실효성을 담보
- 대북제재도 당분간 지속될 것으로 전만, 유엔안보리 제재 면제 사업을 단기 협력 사업으로 추진
- 코로나19의 장기화 가능성에 대응하는 비대면 방식의 교류협력 방안 발굴 필요

2. 자연재해, 기후변화, 감염병 등 생태 이슈에 대한 개발협력 방안 단기 과제로 추진

- 산림황폐화로 기후변화, 자연재해에 더욱 취약, 주요 원인인 주민들의 취사 에너지 제공에 단기 협력
- '15년 아시아녹화기구 황해북도 사리원에 북측의 원하는 임농복합단지 지원, 연료림, 소형 온실, 양묘장 등 패키지로 제공
- 개발협력 사업의 가장 첫 번째는 대상국의 수요에 기반한 사업 발굴이 우선
- 기후변화센터는 18년부터 개도국 취사 에너지 지원으로, 메탄가스 활용한 클린 스토브(clean stove), 나무 떨감 사용량 줄이는 고효율 쿡스토브(Improved cook stove) 보급 사업을 CDM으로 진행
- 작년 기후변화당사국 총회에서 북측 관계자 미팅시 농촌개발사업의 일환으로 고효율 쿡스토브 지원을 요청한 바 있음
- 북한의 수력 자원량은 산림 황폐화로 지속적으로 감소, 산림 복구를 통한 인프라 구축이 우선
- 산림복구는 인도주의 차원으로 현재 UN면제제재 사업으로 인정받고 있으며, 산림 복구는 에너지-물-식량 넥서스 접근이 필요

-
- 북측이 최근 적극적으로 추진하고 있는 사업들에 주목해서 협력사업 모색 필요: 극소형수력발전소, 다양한 에너지 자원을 효과적으로 개발 이용하기 위한 사업, 각도별 나무모 생산을 위한 현대화된 양묘장 건설 등

3. 남북한이 기후대응 국제협력 통해 주도적으로 대응

- '18년 IPCC총회 1.5도 특별보고서 이후 각국의 탄소 중립 자발적 선언으로 저탄소 에너지 전환과 탄소 흡수원의 확대 중요
- 파리협약 6조 시장메커니즘 활용: 양자 협약, 비시장 메커니즘, SDM(Sustainable Development Mechanism)활용을 적극적으로 모색해서 한반도 차원에서 탄소중립을 달성하는 중장기 협력 사업 발굴 모색
- 우선적으로 국제기구를 통한 협력사업 발굴을 남북한이 제3국에서 미팅을 통해 주도적으로 만들어 갈 필요
- SE4ALL이니셔티브, GCF(녹색기후기금), MDBs 등을 통해 저탄소 에너지원, 산림 복구, 식량 지원 등을 패키지로 넣은 단기 개발협력 사업 추진 모색
- 개발협력+기후대응 거버넌스 체계를 구축하여 남북관계 특수성을 보완할 수 있는 정책 개발 필요

토론 5

김광길 통일부 교류협력정책관



한반도 평화와 지속가능한 발전을 위한

남북 재생에너지 협력방안