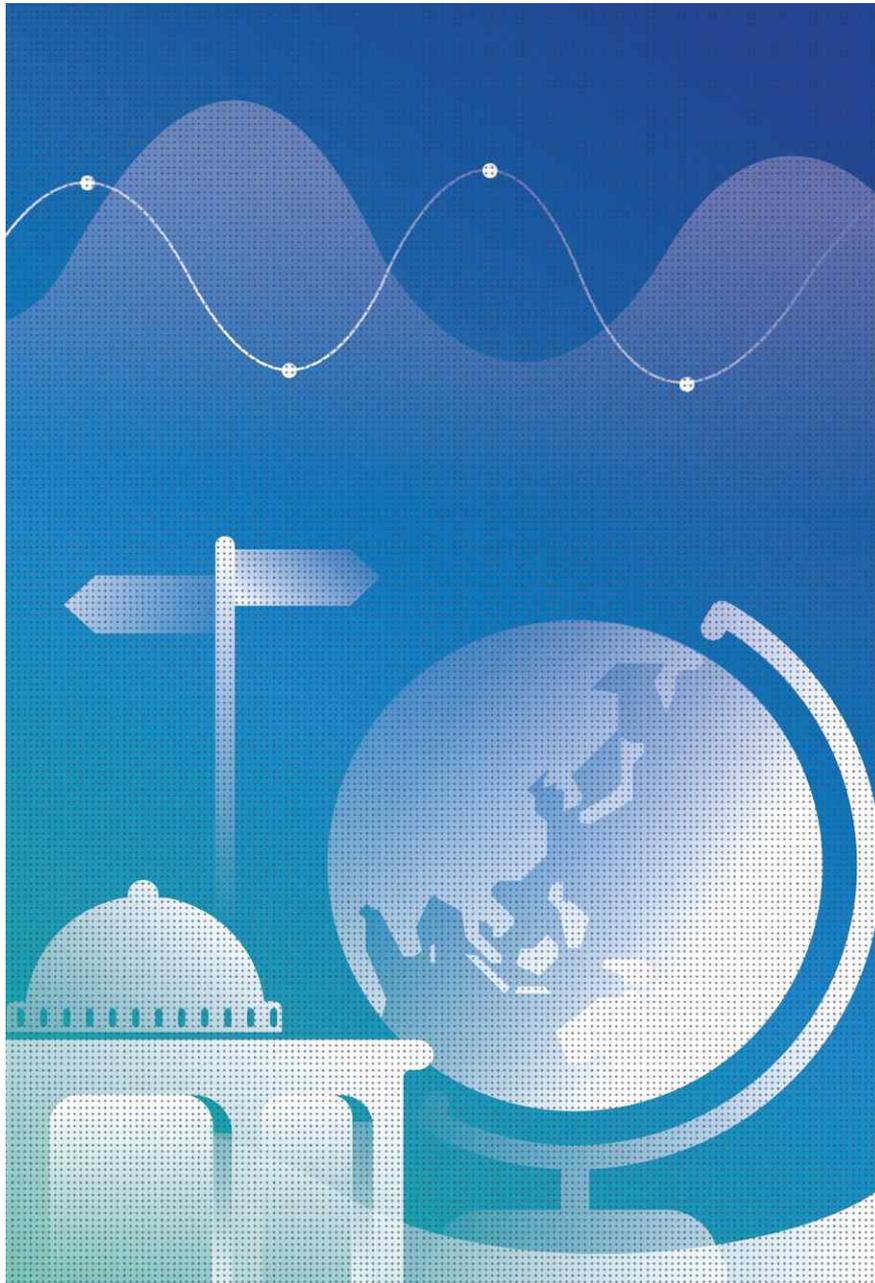


이슈보고서

지역연구팀

VOL.2021-지역이슈-1(2021.04)

아프리카 지역의 재생에너지 잠재력 및 발전 전망



CONTENTS

- I. 아프리카 지역의 에너지 잠재수요
- II. 재생에너지 개발을 위한 국제 공조 및 국가 정책
- III. 아프리카 지역의 재생에너지 잠재력 및 전략적 개발 방안
- IV. 주요국 재생에너지 발전 현황
 - 1. 이집트
 - 2. 남아프리카공화국
 - 3. 케냐
- V. 시사점 및 정책 제안

작성

책임조사역 박지현 (6252-3596)



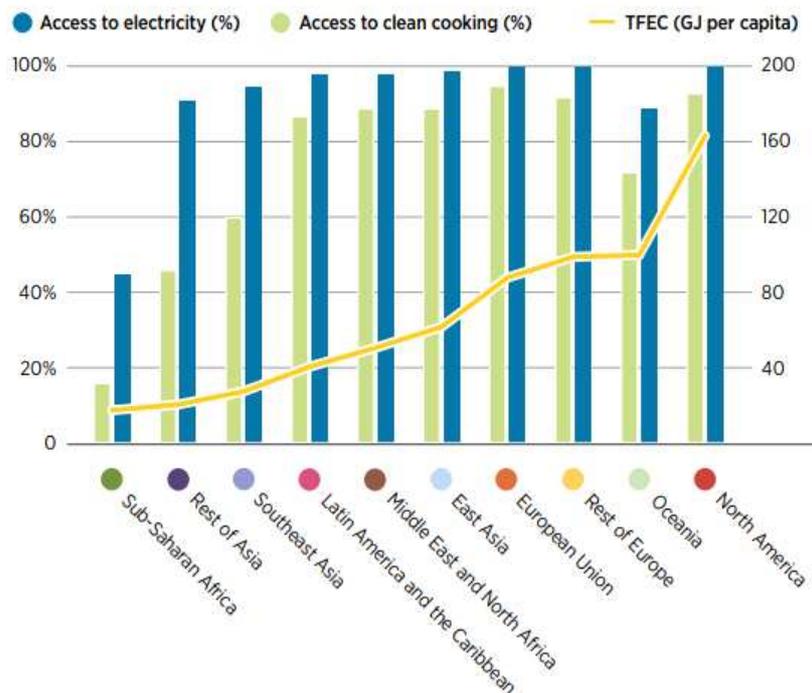
I. 아프리카 지역의 에너지 잠재수요

세계 평균 대비 현저히 낮은 전력 소비량 및 보급률

- 세계 인구의 14%를 차지하고 있는 사하라 이남 아프리카는 세계 평균 대비 1인당 전력 보급률 및 소비량이 현저히 낮아 에너지 사용에 대한 잠재수요가 높음.
- 전력산업은 국가의 기간산업이며, 전력은 개인의 필수재일 뿐 아니라, 보건·위생 환경 개선, 농업 현대화 등에도 필요한 주요 자원임에도 아프리카 지역의 전력보급률은 45%, 취사용 청정연료 보급률은 16%로 세계에서 가장 낮음([그림 1]참조).
- 2000년 이후 아프리카 지역의 전력공급 소외 인구가 매년 증가하였으나, 2013년 들어 케냐, 세네갈, 르완다, 가나 등 일부 정부의 강력한 전력공급 정책과 오프그리드(기존 전력계통과 독립적으로 동작) 이니셔티브 정책 시행으로 전력공급 소외 인구는 꾸준히 감소하였음.
- 그러나 2020년에는 코로나19 팬데믹 여파로 다시 전력공급 소외 인구가 소폭 증가(△3천만 명)하여 2020년 기준 5.9억 명의 인구¹⁾가 전력 사용의 혜택을 받지 못하고 있음(IEA, 2019)([그림 2] 참조).
- 국가별 전력 보급률 차이가 커 북부와 남부 일부(보츠와나, 남아공, 나미비아)의 전력 보급률은 98~99%를 상회하나, 일부 국가(나이지리아, 콩고민주공화국, 에티오피아)에서는 절반 이상의 인구가 전력을 사용하지 못하고 있으며, 국가 내에서도 도시와 지방 간 전력보급률 차이가 커 지방 거주자에 대한 전력 공급이 특히 긴요한 상황임([그림 3], [표 1] 참조).

[그림 1] 지역별 에너지 소비량 및 에너지 사용²⁾

단위: (좌) %, (우) 일인당 GJ³⁾



자료: IRENA (2020), Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050

1) IEA가 발표한 2019년 기준 자료로 통계기관별, 시기별 집계 인구가 다소 상이함.

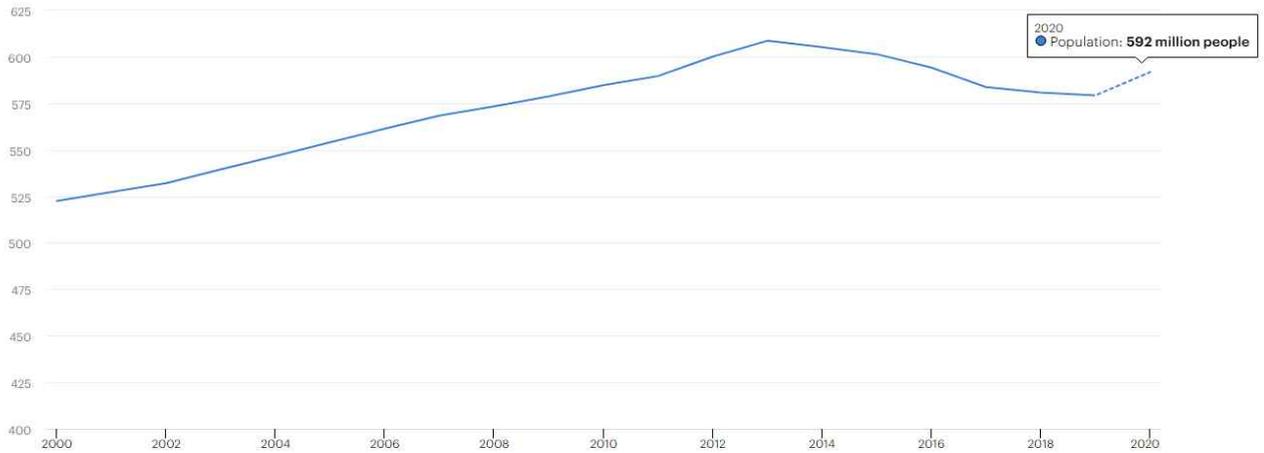
2) 전력 보급률은 2017년, 취사용 청정연료 보급률은 2016년, 최종에너지(TFEC) 소비는 2017년 기준임.

3) TFEC(Total Final Energy Consumption)는 최종에너지 소비를 뜻하며, GJ(기가줄)는 에너지량을 나타내는 단위임.



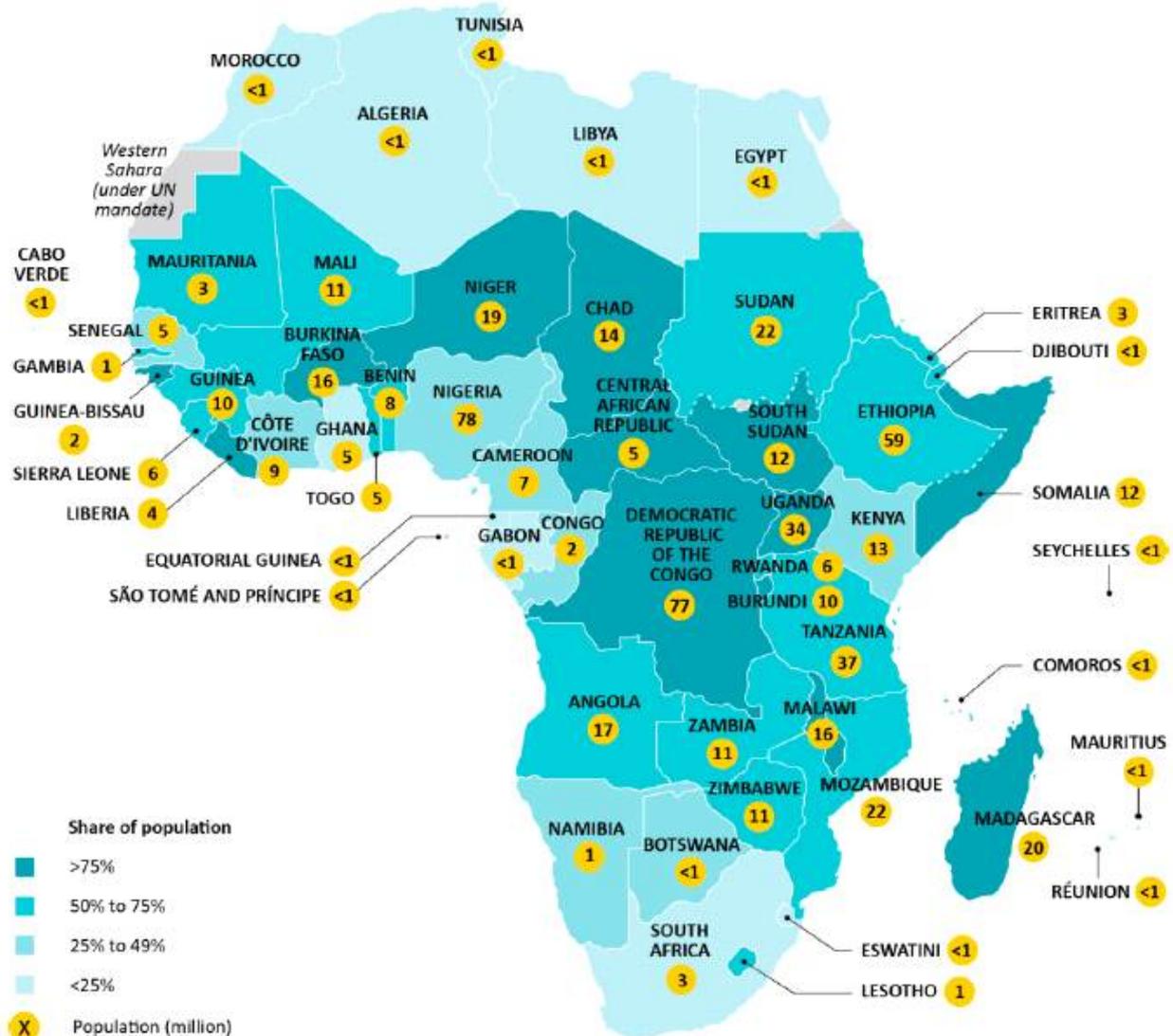
[그림 2] 아프리카 내 전력공급 소외 인구 추이 (2000~20년)

단위: 백만 명



자료: IEA (2020), The Covid-19 crisis is reversing progress on energy access in Africa

[그림 3] 아프리카 각국의 인구별 전력 미보급률(2018년 기준)



자료: IEA (2019), Africa Energy Outlook 2019



[표 1] 권역별 전력 보급률⁴⁾

지역	인구 (백만 명)	전력보급률 (%)	전력공급 소외인구 (백만명)
북부아프리카	199	98	4.7
동부아프리카	359	47	188
중앙아프리카	138	30	97
서부아프리카	376	53	178
남부아프리카	203	51	99

자료: KfW-GIZ-IRENA (2021), The Renewable Energy Transition in Africa

- 또한, 기존 전력 사용자들의 에너지 사용 절대량도 부의 증가에 따른 생활양식 변화(전자제품·자동차 사용 증가)로 증가할 것으로 예상됨.
- 한편, 아프리카 지역의 재생에너지 전력 공급 비중은 아직 미미한 수준이나, 친환경 에너지로의 전환이라는 세계적 기조 아래 기술발전에 따른 재생에너지 발전비용 절감(태양광 모듈 가격 하락 등)으로 에너지 개발이 재생에너지를 중심으로 추진될 것으로 전망됨.

[표 2] 아프리카 지역의 에너지원별 전력 생산 비중

(단위: %)

구분	석탄	원유	천연가스	바이오연료	원자력	수력	지열	풍력	태양광	태양열	기타
2005년	44.26	9.07	27.65	0.18	2.00	16.49	0.18	0.15	0.00	0.00	0.03
2010년	38.41	9.50	32.63	0.22	1.79	16.75	0.22	0.35	0.05	0.00	0.08
2015년	32.67	11.53	35.82	0.26	1.57	15.93	0.57	1.10	0.32	0.02	0.20
2018년	31.00	7.95	39.85	0.25	1.38	16.21	0.62	1.69	0.63	0.24	0.20

자료: IEA Electricity Information 2020

4) 총 12.76억 명 기준이며, 아프리카 평균 전력 미보급률은 46%임.



II. 재생에너지 개발을 위한 국제 공조 및 국가 정책

지속가능 발전목표(SDGs)를 통한 범국가적 재생에너지 공급 확대 노력

- 2015년 제70차 UN 총회에서 회원국들은 5개 영역의 17개 지속가능 발전목표(Sustainable Development Goals: SDGs) 및 169개 세부목표를 2030년까지 달성하기로 결의하였으며, 에너지 부문과 관련하여 '모두를 위한 적정 가격의 신뢰할 수 있고 지속가능하며 현대적인 에너지에 대한 접근 보장'이라는 Goal 7을 수립하여 재생에너지 공급 확대를 UN 회원국들의 공동의 목표로 합의함.

[표 3] Goal 7 세부 목표

세부 목표	내 용
7.1	2030년까지 적정 가격의 신뢰할 수 있는 현대적 에너지서비스에 대한 보편적인 접근을 보장한다.
7.2	2030년까지 전 세계 에너지원 구성에서 재생에너지 비율 을 상당히 증대 한다.
7.3	2030년까지 전 세계 에너지효율을 현재의 2배로 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 확대 하고 기술을 개선한다.

자료: 환경부 (2018), UN 지속가능 발전목표 국문본

AfDB의 '아프리카 에너지 뉴딜'을 통한 역내 목표 수립

- AfDB는 2025년까지 아프리카 전역에 에너지를 보급한다는 야심찬 목표 아래 파트너십 기반의 '아프리카 에너지 뉴딜'을 2016년 수립, 아프리카 에너지 부문의 혁신적 파트너십 발전을 위해 정부, 민간, 양자·다자 에너지 부문 이니셔티브들과 협력하고 있음(AfDB, 2016).

[표 4] 아프리카 에너지 뉴딜의 주요 내용

5대 주요 원칙	4개 세부목표
<ul style="list-style-type: none"> ♦ 아프리카의 에너지 문제 해결을 위한 열망 고취 ♦ 아프리카 에너지 부문의 변혁적 파트너십 구축 ♦ 아프리카 에너지 부문의 혁신적 자원 조성을 위한 국내외 자본 유치 ♦ 아프리카 정부 앞 에너지 관련 정책, 규제 및 거버넌스 강화 지원 ♦ 에너지 및 기후금융에 대한 AfDB의 투자 확대 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ 2025년까지 160GW를 추가 공급하기 위한 온그리드 전력 생산 증가 ♦ 2025년까지 1.3억 개의 전력망 확충을 위해 온그리드 송전 및 그리드 연결 증설 ♦ 2025년까지 7천 5백만 개의 연결망 추가를 위해 오프그리드 전력 생산 증대 ♦ 약 1.3억 가구에 취사용 청정에너지 보급

자료: AfDB (2018), The New Deal on Energy for Africa



국가에너지계획을 통한 정부 차원의 에너지 개발

- 대다수 아프리카 국가들은 재생에너지 자원 활용을 통한 발전설비 용량 증대 및 에너지 보급률 향상 등을 위해 국가에너지계획(National Energy Plan) 등의 다양한 정책을 추진하고 있음.
- 국가에너지계획의 주요 과제는 ▲에너지 믹스 다원화, ▲농어촌 전력화 사업, 국가전력망 확대, 가정용 전력서비스 수준 향상을 통한 에너지 접근성 확대, ▲에너지 공급 관련 인적자원 개발 ▲전력 수급 기능에 시장원리 적용, 에너지 효율 증진 및 절약 문화 조성, ▲민간 참여와 투자를 촉진할 수 있는 전력 부문의 제도적 프레임워크 설계 등임(신보람, 2016).
- 다만, 일부 계획은 구속력 있는 정책으로 이어지지 못하였으며, 인프라 미비 등의 문제로 목표 달성에 한계가 있음(신보람, 2016).

Ⅲ. 아프리카 지역의 재생에너지 잠재력 및 전략적 개발 방안

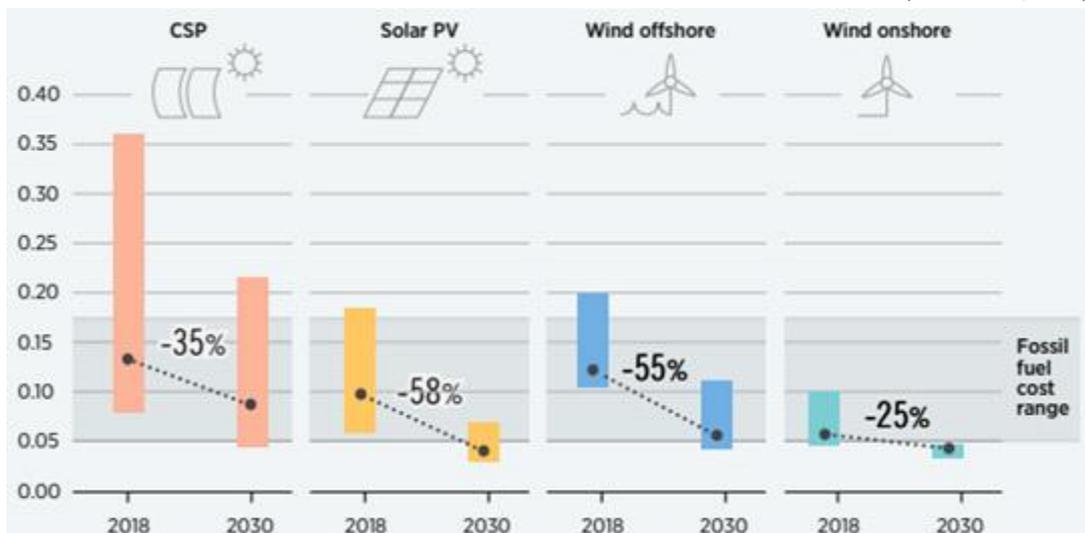
풍부한 재생에너지 개발 환경이 조성된 가운데 발전 단가는 하락 중

- 아프리카 국가 내 태양에너지, 풍력, 지열 등 풍부한 재생에너지 발전 환경이 조성된 가운데 태양광·태양열, 육상 풍력 등의 발전비용이 크게 하락하고 있어 재생에너지는 매력적인 전력 공급원이 되고 있음.
- 균등화 발전비용(Levelized Cost of Energy, 이하 LCOE)⁵⁾은 2012~18년 동안 태양광 발전(Photovoltaics, PV)이 77%, 태양열 발전(Concentrating Solar Power, CSP)이 46%, 육상 풍력이 35%, 해상 풍력이 20% 각각 감소하였으며, IRENA는 기술 발전에 따라 2018~30년까지 발전 단가가 지속적으로 하락할 것으로 전망*함.

* G20 국가 평균 태양광 발전 LCOE는 2035년까지 35% 하락하고, kWh당 평균 추정비용(central estimate)은 2018년 0.132달러에서 2035년 0.086달러로 감소할 것으로 추정됨. 아울러 같은 기간 중 태양열 발전 LCOE는 58%(2030년 기준 kWh당 0.040달러), 육상 풍력 LCOE는 55%(2030년 기준 kWh당 0.054달러), 해상 풍력 LCOE는 25% 각각 하락할 것으로 추정됨.

[그림 4] 태양에너지 및 풍력에너지 발전비용 추정치

단위: LCOE(2018 USD/kWh)



자료: IRENA (2020), Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050

5) 발전설비 수명기간 동안 발생하는 모든 비용과 발전량을 화폐의 시간적 가치를 고려하여 일정 시점으로 할인하고 연도별로 균일하게 나타낸 단위가격



국가별 지형, 인프라 수준 등을 고려한 맞춤형 에너지 개발 전략 필요

- 아프리카 지역은 국가별로 지형, 기후, 에너지 밀집도(도시·지방간 인구 분포, 지역별 산업 발전도), 인프라 여건(송전망 인프라) 등 에너지 개발 잠재조건이 상이하므로 개별국의 조건에 맞는 맞춤형 재생에너지 개발 전략이 필요함.

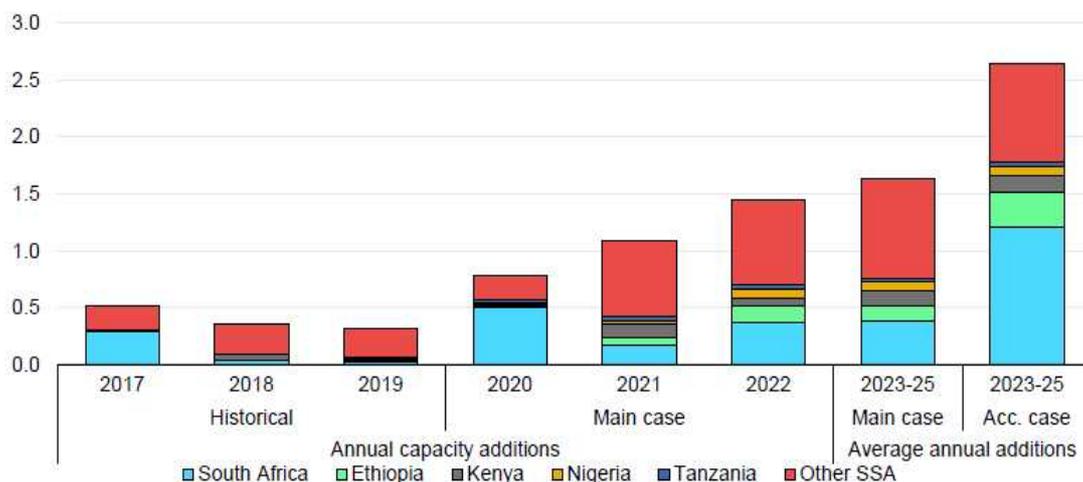
(1) 태양광·태양열

- 대다수의 아프리카 국가는 풍부한 태양광 자원을 보유하고 있으며, 특히 북아프리카의 사막 지역, 남부 아프리카, 동부 아프리카 일부 지역은 높은 수준의 일조량을, 사헬 지역과 열대성 기후 지역은 강한 태양 조사(照射)를 보임(김지홍, 2019).
- GlobalData(2015)의 350개 아프리카 태양광 발전 프로젝트 데이터 중 대다수는 10~100MW의 전력생산 능력을 보유하고 있는 것으로 나타났으며, 이로 인한 발전 능력은 11%~33% 상승하는 것으로 나타남(김지홍, 2019).
- 2020년 사하라 이남 아프리카 지역에 증설되는 태양광 발전 용량은 남아프리카공화국의 유틸리티 규모 발전 프로젝트들의 생산 개시로 전년 대비 2배 이상 증가할 것으로 추정함(IEA, 2020).
- 코로나19 팬데믹에 따른 이동 제한 및 국경 폐쇄로 프로젝트 진행에 일부 어려움이 있으나, 연간 증설 용량은 기존 경매 건들의 유틸리티 규모의 생산 개시, PPA(전력구매계약) 및 국제개발기구 프로젝트 진행 등으로 안정적으로 증가할 것으로 전망됨([그림 5 참고]).
- 또한, 2023~25년 중 총 8.8GW(잠재용량) 규모의 신규 태양광 프로젝트 입찰이 예정되어 있음. 이 중 2GW 규모는 기술중립* 방식 건으로 2020년 8월 입찰 절차가 개시되었으며, 나머지 6.8GW의 재생 에너지 프로젝트는 현재 발표만 되고 구체적인 일정은 확정되지 않은 상태임(IEA, 2020).

* 기술중립(technology-neutral) 방식: 비용효율성을 극대화하기 위한 경매 방식으로 여러 재생에너지원을 대상으로 한 입찰 허가 방식

[그림 5] 연도별 사하라 이남 아프리카 지역의 태양광 발전 증설 용량 및 전망치

단위: GW



자료: IEA (2020), Renewables 2020

- 주 1) Acc. case(accelerated case)는 정책지원 및 비용 인하 등에 따라 PV 시장이 급격하게 확대되는 경우를 가정
 2) 2023~25년 전망치는 동기간 연평균 증설량을 의미



[표 5] 유틸리티 규모의 주요 PV 증설 예정 프로젝트(2021~22년)

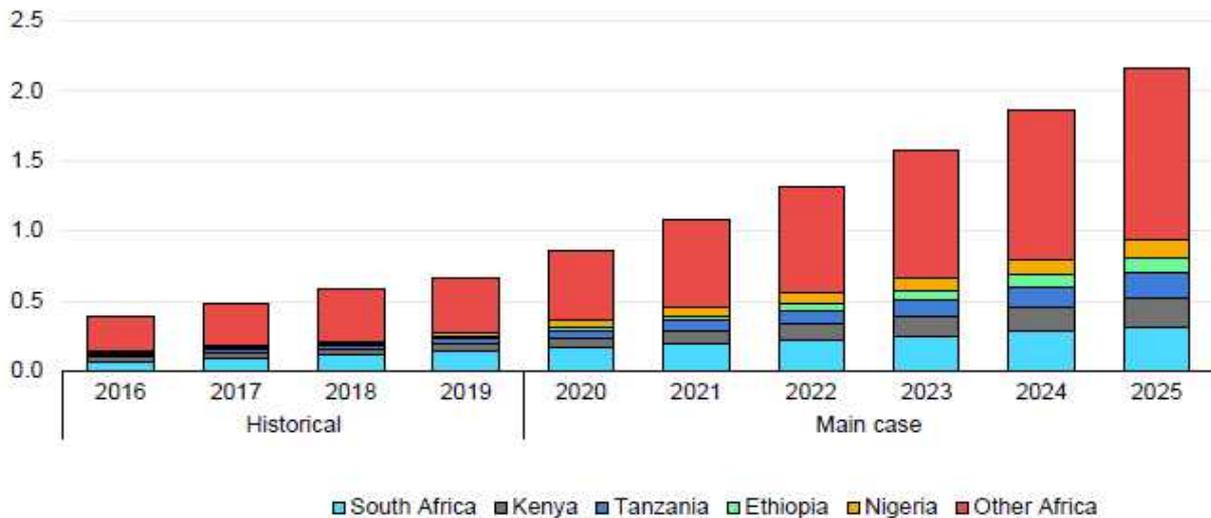
국 가	주요 정책	용량(MW)
에티오피아	입찰	170
케냐	발전차액지원제도(FiT)	120
나이지리아	전력구매계약(PPA)	113
탄자니아	원조	30

자료: IEA (2020), Renewables 2020

- 특히, 기존 전력망에 연결하지 않고 활용될 수 있는 오프그리드(독립형) 또는 미니 그리드 태양광발전 시스템은 전력 보급률이 상대적으로 낮은 농촌 지역을 중심으로 성장하고 있으며, 가로등, 태양광 키오스크, 휴대전화 단말기 충전소, 통신용 타워 및 물 펌프 등 기타 지역사회 서비스에도 활용되고 있어 성장성 및 잠재력이 높음(김지홍, 2019).
- 코로나19 팬데믹 이전에 전력생산용량은 정부와 개발원조기관들의 전력공급 소외층 및 주요 인프라 구축 지원과 태양광 시스템 비용 인하 등으로 인해 미니 그리드와 가정용 태양광 시스템(Solar Home System)을 중심으로 증가하였음.
- IEA(2020)는 향후 5년간 사하라 이남 아프리카 태양광 발전 총 증설량의 20%에 해당되는 1GW가 오프 그리드로 추가 상용화될 것으로 추정함.

[그림 6] 연도별 사하라 이남 아프리카 지역의 오프그리드 태양광 발전 추가 설비용량(2020년 이후 추정치)

단위: GW



자료: IEA (2020), Renewables 2020

- 현재 전력을 이용하지 못하는 대다수 인구가 농촌 지역에 거주하고 있는 가운데 에너지의 보편적 접근이라는 세계 공동의 목표(SDG Goal 7)를 효과적으로 달성하기 위해서는 중앙화된 전력 송전망에 연결되지 않고 이들의 가정 또는 지역 공동체 차원에서 독립적으로 발전 및 송·배전할 수 있는 미니 그리드 또는 오프그리드 형태의 분산형(decentralised) 발전이 필요함.
- 오프그리드와 미니 그리드는 대다수의 전력 공급에 있어 최소비용의 가장 경제적인 에너지 공급원이기도 함.
- 가나, 세네갈, 에티오피아, 나이지리아, 르완다 등 일부 국가들은 가정, 보건 서비스, 학교, 농기업 등의 수요를 고려하여 에너지 접근을 극대화하고자 집중형·분산형 솔루션을 통합한 국가전력 접근계획을 수립하였으며, 현지에서 이미 수혜를 받고 있음.

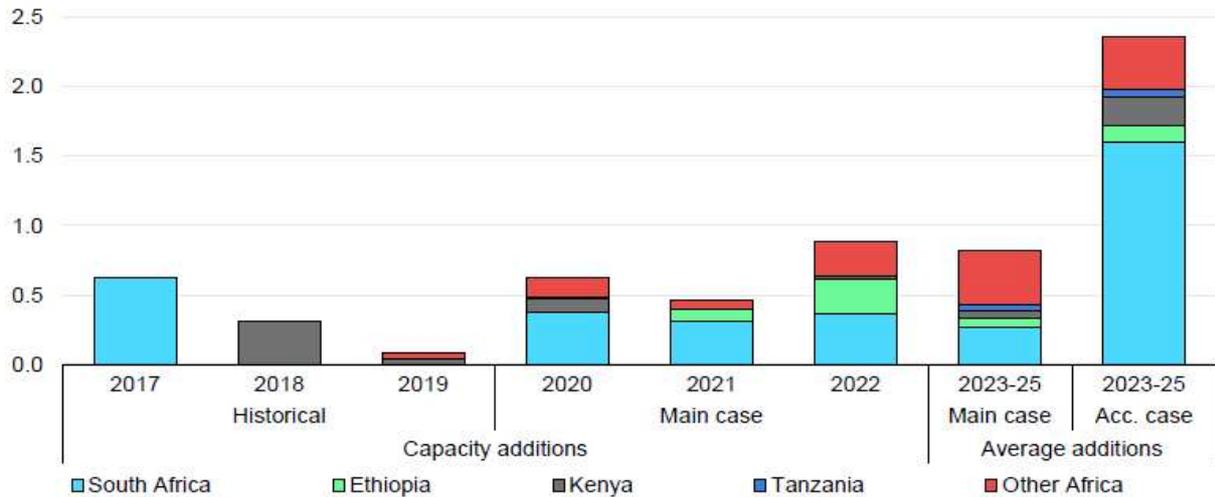


(2) 풍력

- 아프리카 지역 내 높은 풍속의 고품질 풍력 자원은 북부 전역과 서부(니제르), 중부(차드, 지부티, 케냐, 에티오피아, 수단, 소말리아), 동부(우간다, 말라위, 탄자니아, 잠비아), 남부(남아프리카공화국, 레소토) 일부 국가에 있음(김지홍, 2019).
- 2020년 남아프리카공화국의 풍력 신설용량은 380MW로, 2015년 입찰이 개시되고 2018년 전력구매계약(PPA)이 체결되었던 건임. 2021~22년 중 600MW의 용량이 추가로 증설되었으나, 2022년 이후에는 정책 불확실성으로 인해 용량 증설에 대한 모멘텀이 줄어들 것으로 예상됨(IEA, 2020).
- 한편, 케냐, 에티오피아, 탄자니아에서의 풍력에너지 개발은 금융 조달 문제, 토지인수, 전력사업 관련 주요 인프라 부족 등 여러 위험 요인으로 예상보다 더디게 진행 중임(IEA, 2020).

[그림 7] 사하라 이남 아프리카 지역의 연도별 풍력 증설 용량 및 전망치

단위: GW



자료: IEA (2020), Renewables 2020

주 1) Acc. case는 남아프리카공화국 정부의 풍력발전 조달(2022년 이후 매년 1.6GW 개시) 목표를 기준으로 정책 확실성이 보장되고, 다른 위험들이 경감되었다는 가정 하에 산정

2) 2023~25년 전망치는 동 기간 연평균 증설량을 의미

[표 6] 사하라 이남 아프리카 지역의 2020~25년 중 상업 운영 예정 풍력 프로젝트

국가	프로젝트	용량(MW)	예상 상업운영연도
에티오피아	Aysha Phase II	120	2021
	Assela	100	2021
	Aysha Phase I	60	2022
	Aysha Phase III	120	2022
	Adama Phase III	150	2022
케냐	Kipeto	100	2020
	Meru Phase 1	80	2023
	Lamu Country	90	2025
탄자니아	Rift Valley Mufindi	2.4	2020
	Miombo Hewani	100	2022

자료: IEA (2020), Renewables 2020



VI. 주요국 재생에너지 발전 현황

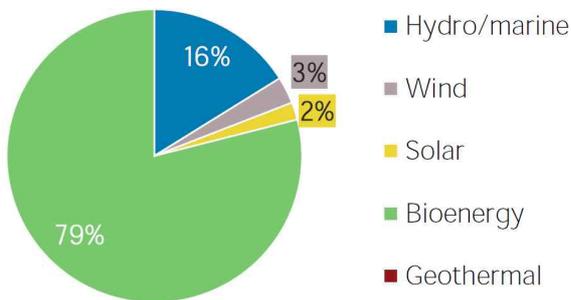
1. 이집트

- 2017년 기준 이집트의 1차에너지 공급량(4,015,686TJ) 중 석유, 가스가 각각 43%, 49%를 차지하는 등 화석연료에 대한 에너지 의존도가 매우 높은 가운데 이집트 정부는 재생에너지 중 자국 내 잠재량이 높은 재생에너지로의 에너지 다변화를 위해 노력 중임.

[표 7] 이집트 인구의 에너지 사용 현황

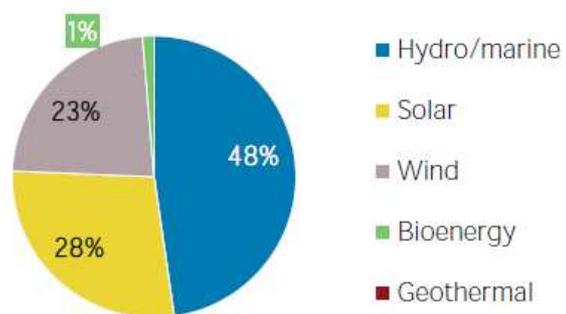
전력 보급률(2017)	취사용 청정연료 보급률(2017)	1인당 재생에너지 용량(2017)
100.0%	>95%	40.0 W/人

[그림 8] 2017년 재생에너지 공급



자료: IRENA Statistical Profile: Egypt

[그림 9] 2019년 재생에너지 용량



자료: IRENA Statistical Profile: Egypt

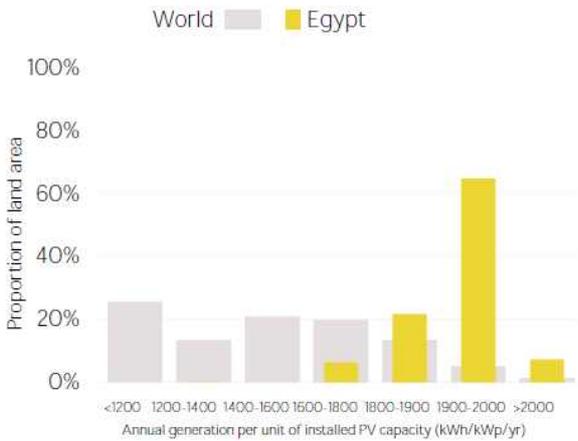
주: 2019년 총 용량(64,586MW) 중 재생에너지가 차지하는 비중은 9%(5,972MW)임.

[재생에너지 관련 주요 개발계획, 법령, 정책]

- ◆ **재생에너지 개발계획:** 전력재생에너지부는 재생에너지원을 통한 발전을 2022년까지 총 발전량의 20%, 2035년까지 42%로 확대하는 것을 목표로 함
 - * 2008년 재생에너지전략(Renewable Energy Strategy)에서 2020년까지 전체 발전량 중 20%를 재생에너지를 통해 공급하겠다고 하였으나, 달성하지 못하였음.
- ◆ **재생에너지법(2014년):** 민간 부문의 재생에너지 생산 촉진과 투자 확대를 위한 우호적인 환경 조성 마련을 위해 경쟁입찰*, 발전차액지원제도(FIT)**, Build-Own-Operate(BOO) 계약*** 등의 제도 기반 마련
 - * 신재생에너지청(NREA)에서 발전소 건설(발주) 및 운영을 담당하고, 송전공사(EETC)에서 송·배전을 총괄하고, 전력 및 소비자보호 규제청(ERA)에서 전기 요금 결정
 - ** 발전사업자(민간)의 수익 보장과 투자 안정성 제고를 통해 민간투자를 증진시키고자 도입된 제도로 태양광 및 풍력 발전만을 대상으로 하며, 개발기업과 송·배전 기업 간 장기간 전력구매계약(태양광 25년, 풍력 20년)을 체결하는 경우 발전차액 보전
 - *** 민간기업이 자금조달, 건설, 운영(소유권 有)하는 방식이며, 생산한 전력은 송전공사(EETC)에 합의된 가격으로 판매
- ◆ **기타 지원제도:** 재생에너지 사업지 선정에 정부 소유 토지 일부 할당*, 재생에너지 관련 장비·부품 수입 관세율(상품가치의 2% 또는 명시된 수입관세 중 작은 금액 적용) 일괄 하향조정(2020년 9월)
 - * 자세한 내역은 이집트 신재생에너지청에서 확인 가능



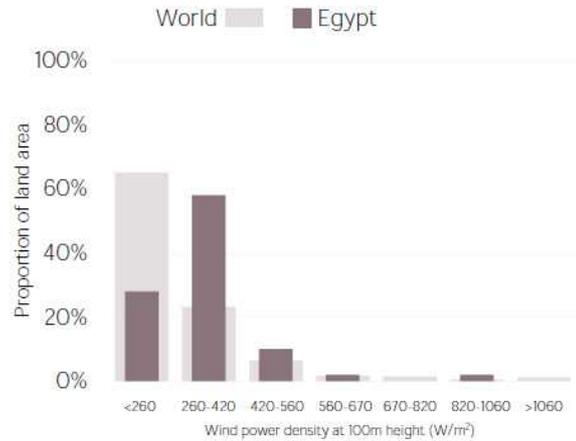
[그림 10] 태양광(열) 잠재력 분포도



자료: IRENA Statistical Profile: Egypt

주: 태양광 발전 설비용량 당 연간 생산량(kWh/kWp/yr)에 따라 7단계로 구분하였으며, 잠재력 분포도는 총 국토(또는 세계) 면적에서 생산량 구간별 면적이 차지하는 비율을 나타냄.

[그림 11] 육상 풍력 잠재력 분포도(W/m²)

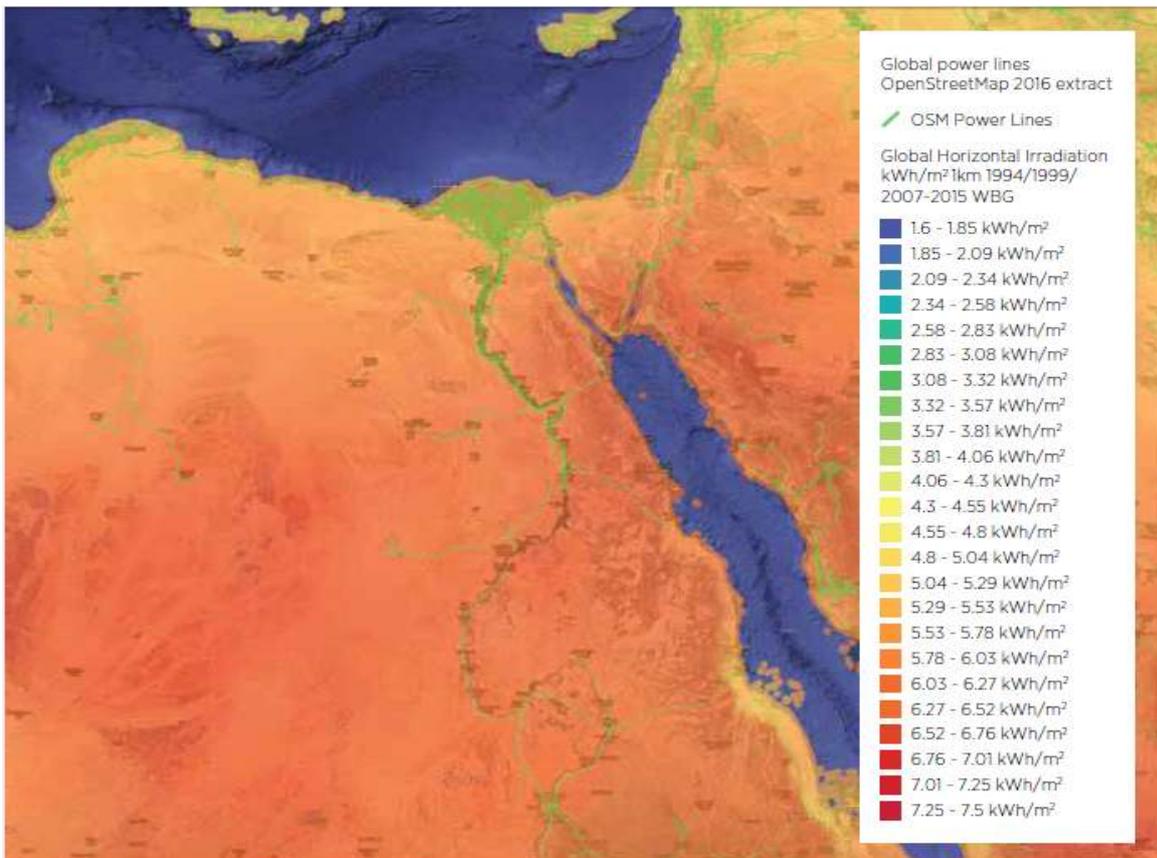


자료: IRENA Statistical Profile: Egypt

주: 지표면으로부터 100m 상공에서 측정된 풍력 밀도를 기준으로 7단계로 구분하였으며, 분포도는 총 국토(또는 세계) 면적에서 구간별 면적(풍력 밀도 기준)이 차지하는 비율을 나타냄. [420~560W/m²] 구간 이상부터는 풍력 자원이 우수한 것으로 평가됨.

- 이집트는 태양에너지를 가장 많이 받는 국가 중 한 곳으로, 국토의 96%가 사막으로 이루어져 태양에너지 개발에 적합한 곳으로 알려져 있으며, 연간 직달일조강도(direct normal intensity)는 1,970~3,200kWh/m², 연간 총복사강도(total radiation intensity)는 2,000~3,200kWh/m²/year(북에서 남)로 다양하게 분포되어 있음.

[그림 12] 태양에너지 잠재도

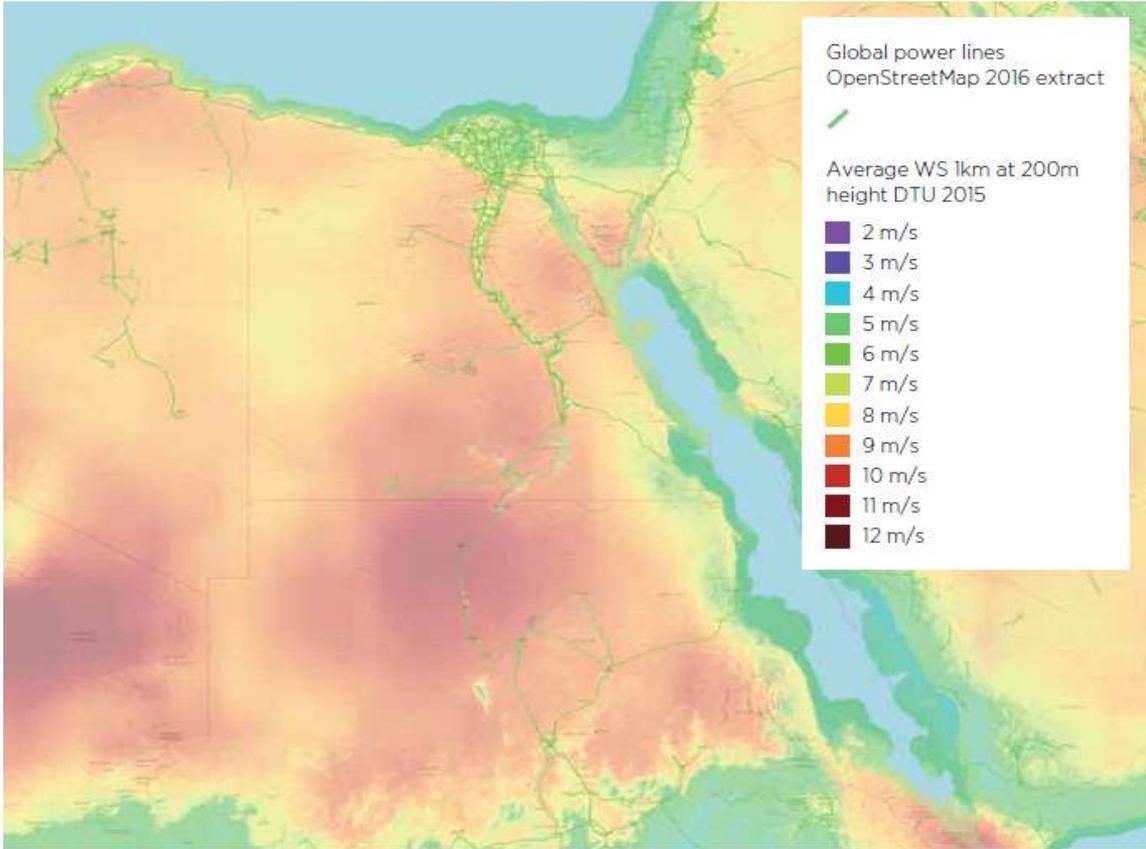


자료: IRENA (2018), Renewable Energy Outlook: Egypt. (원자료: Global Atlas for Renewable Energy)



- 이집트는 국토의 90%가 풍력발전에 적합할 정도로 풍력 잠재력 또한 높음. 특히, 수에즈만(지표면으로부터 100m 상공에서 평균 8~10m/s의 안정된 풍속 유지), Beni Suef·Menya 州(Governorate) 나일강 동·서부 인근(풍속은 5~8m/s)과 New Valley 州 El Kharga Oasis(풍속 5~8m/s) 지역의 발전가능성이 높은 것으로 평가됨.

[그림 13] 풍력 잠재도



자료: IRENA (2018), Renewable Energy Outlook: Egypt (원자료: Global Atlas for Renewable Energy)



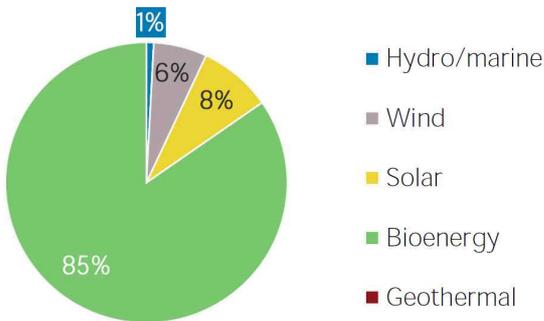
2. 남아프리카공화국

- 남아프리카공화국은 에너지 사용률*이 사하라 이남 아프리카에서 비교적 높을 뿐 아니라, 아프리카 지역에서 선진화된 에너지 효율화 및 재생에너지 관련 정책과 규제를 시행 중인 대표적 국가임.

* 2017년 기준 전력보급률: 84.4%, 취사용 청정연료 보급률: 85%, 1인당 재생에너지 용량: 98.0W/人

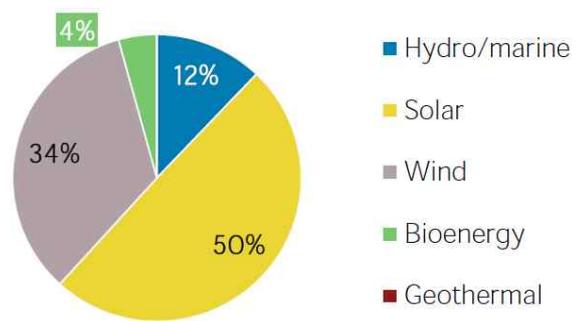
- 2017년 기준 1차에너지(5,923,215TJ)에서 재생에너지가 차지하는 비중은 6%(379,199TJ)로 석탄·기타(74%), 석유(14%), 가스(3%) 등 화석연료에 비해 비중이 현저히 낮음.

[그림 14] 2017년 재생에너지 공급



자료: IRENA Statistical Profile: South Africa

[그림 15] 2019년 재생에너지 용량



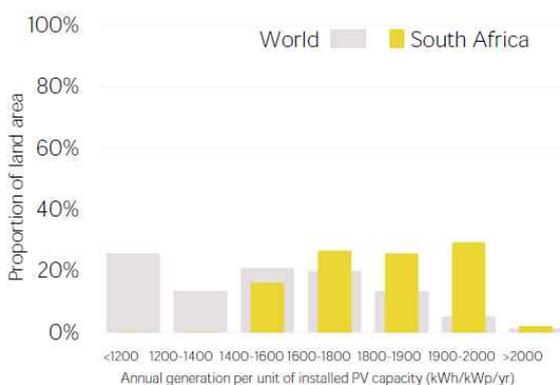
자료: IRENA Statistical Profile: South Africa

주: 2019년 총 용량(55,265MW) 중 재생에너지가 차지하는 비중은 11%(6,167MW)임

[재생에너지 관련 주요 개발계획, 법령, 정책]

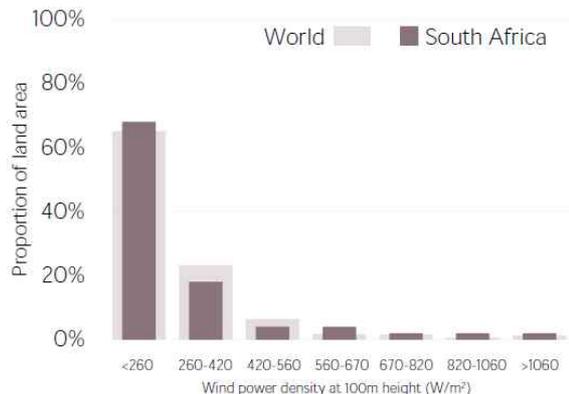
- ◆ **국가에너지법**(2008년 제정): 에너지 다변화, 지속적인 전력 공급 및 합리적인 가격 제공, 에너지 계획, 재생에너지의 발전 및 소비 확대, 에너지 인프라 투자, 에너지 관련 데이터 제공 등의 내용을 포함하고 있으며, 에너지부(DOE) 앞 에너지 자원 관리 권한 부여
 - ◆ **2차 통합자원계획(IRP) 2019-2030**(2019년): 발전원별 설비 중 태양광 발전과 풍력 비중을 2019년 2.82%와 3.8%에서 2030년 10.52%와 22.53%로 대폭 확대하고, 2030년까지 태양광 발전 6,000MW, 풍력발전 14,400MW 신규 건설(확보) 추진(단, 기건설 계획건 제외)
 - ◆ **재생에너지 독립발전사업자 조달 프로그램(REIPPPP)**(2011년): 경쟁입찰을 통해 민간 부문의 재생에너지 발전 시스템 투자를 촉진하고자 수립된 제도로, 경쟁입찰을 통해 선정된 독립발전사업자(IPP)는 Eskom(국영 전력공사)과 전력구매계약(20년)을 체결하고, 설비 건설 후 전력을 공급
- * 2019년 10월 라마포사 대통령은 Eskom의 경영난 해소 등을 위해 동사를 발전·송전·배전으로 분리하는 구조개혁(분리)방안(Roadmap for Eskom in a Reformed Electricity Supply Industry)을 발표한 바 있음

[그림 16] 태양광(열) 잠재력 분포도



자료: IRENA Statistical Profile: South Africa

[그림 17] 육상 풍력 잠재력 분포도



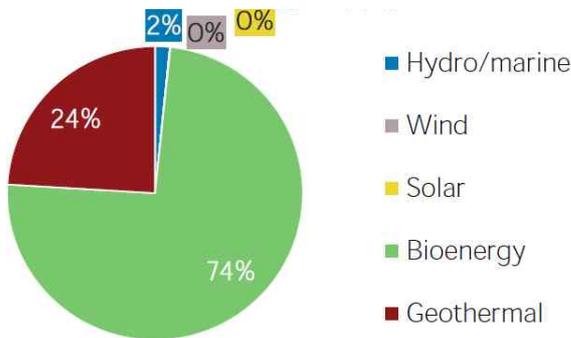
자료: IRENA Statistical Profile: South Africa



3. 케냐

- 케냐의 2017년 기준 전력 보급률은 63.8%, 취사용 청정연료 보급률은 10%로 에너지보급 확대가 시급한 한편, 지형적·지리적 이점으로 재생에너지 잠재력이 높음에도 토지보상 문제, 복잡한 행정절차 등으로 프로젝트가 빈번히 지연되고 있음.
- 아프리카 지역의 지열에너지는 Rift Vally(모잠비크~지부티)에 포진된 것으로 알려져 있으며, 잠재력은 15GW로 추산됨(김지홍, 2019). 케냐는 아프리카 내 지열 개발이 가장 발전된 나라로 우수한 기술과 경험으로 빠르게 성장 중이며 케냐 에너지부는 자국의 지열발전 잠재용량을 총 7GW로 추정하고 있음.

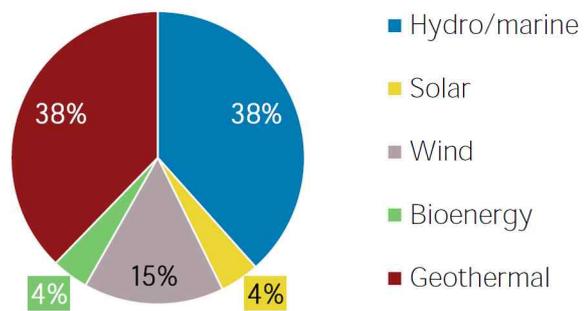
[그림 18] 2017년 재생에너지 공급



자료: IRENA Statistical Profile: Kenya

주: 2017년 기준 1차에너지(943,123TJ)에서 재생에너지가 차지하는 비중은 79%(749,666TJ)로 높으나, 현대적 재생에너지보다 전통적 방식으로 생산되는 바이오연료 및 폐기물로 구성되어 있음.

[그림 19] 2019년 재생에너지 용량



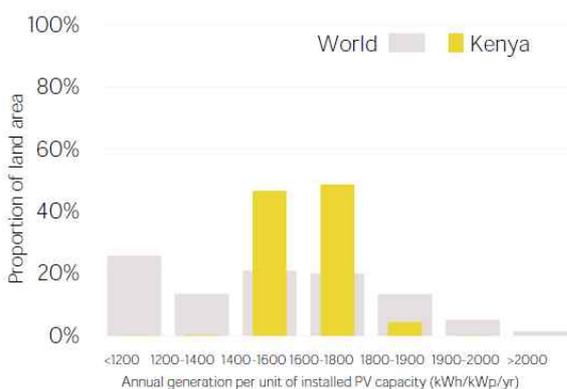
자료: IRENA Statistical Profile: Kenya

주: 2019년 총 용량(2,929MW) 중 재생에너지가 차지하는 비중은 74%(2,178MW)임.

[재생에너지 관련 주요 개발계획, 법령, 정책]

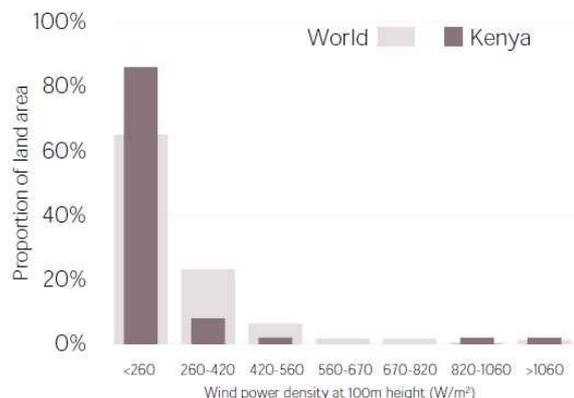
- ◆ **비전2030 3차 중장기계획(MTPⅢ,2018-22)·국가 에너지 정책(2018):** MTPⅢ는 전력산업을 필수 기간산업으로 선정하여 재생에너지 발전 용량을 2022년까지 5,221MW 증설, 송전선 건설, Last Mile Connectivity 프로젝트 시행, 재생에너지 활용 기술 확대를 하고자 함. 국가 에너지 개발정책은 환경을 보호·보전하면서 경제적·안정적·지속가능한 에너지 공급 보장을 목표로 함.
- ◆ **에너지법(2019):** 2019년 에너지법을 통해 재생에너지(특히, 지열) 발전을 촉진하고자 하며, 재생에너지 전력에 대한 발전차액지원제도(FIT, 2008 시행)를 법제화함. 또한, 재생에너지 자원에 대한 자원 지도 작성에 관한 규정을 포함함.

[그림 20] 태양광(열) 잠재력 분포도



자료: IRENA Statistical Profile: Kenya

[그림 21] 육상 풍력 잠재력 분포도



자료: IRENA Statistical Profile: Kenya

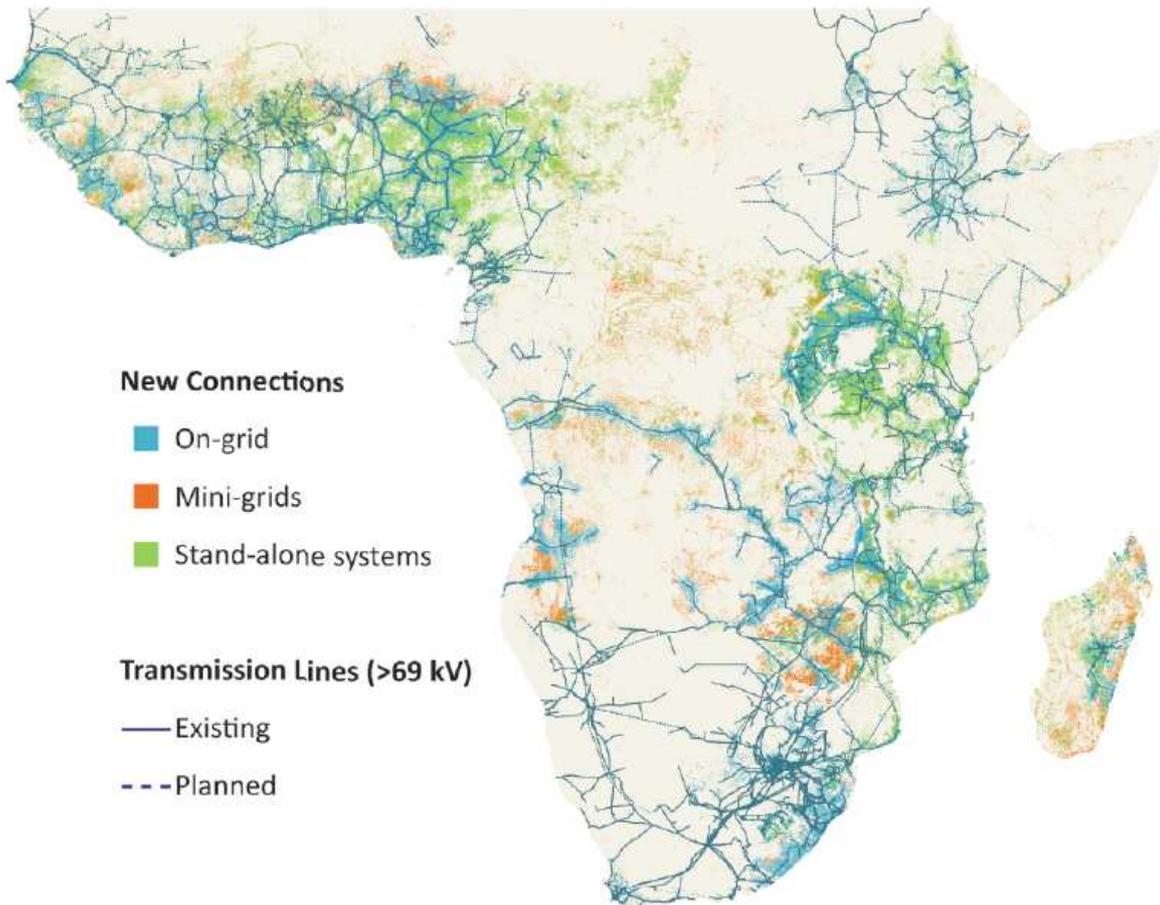


V. 시사점 및 정책 제안

국가별 자연조건을 고려한 재생에너지원 중심의 에너지믹스 및 오프그리드(독립형) 적극 육성

- 각국 정부는 지형·자연조건 등을 고려하여 국가별로 생산성·효율성이 높은 재생에너지 발전원 중심의 에너지믹스 정책을 수립하고 이행하는 한편, 최소비용으로 효과적인 전력 보급 보편화를 위해 중앙 집중식 시스템뿐만 아니라 국가 전력망을 확장하지 않고도 전력공급이 가능한 미니그리드(Mini-grid)와 독립형 시스템(stand-alone system)을 원격지(농촌 지역)를 중심으로 적극 활용할 필요성이 있음.
- 미니그리드는 소규모 독립적 분산 전원을 중심으로 전력의 생산·공급·관리가 가능한 전력망으로, 2019년 세계은행 보고서에 따르면 현재 아프리카에 1,500개의 미니그리드가 설치되어 있으며 4,000개를 추가 설치할 계획임. 한편, 이 중 절반 이상이 세네갈과 나이지리아에 설치되어 있음(ESMAP, 2019).
- 독립형 시스템은 전력망에 연결되지 않고 독자적으로 전력 공급이 가능하여 가정용으로 널리 쓰이고 있으며, 주로 태양광발전 시스템 형태로 설치됨.
- 독립형 시스템은 동아프리카 지역을 중심으로 발달되어 있으며 2018년 기준 사하라 이남 아프리카 지역의 약 500만 명이 가정용 태양광 시스템으로 전력을 공급받은 것으로 추정됨(IEA, 2019).

[그림 22] 2030년까지 사하라 이남 아프리카 지역의 전력 보급 100% 달성을 위한 최소비용 구상도



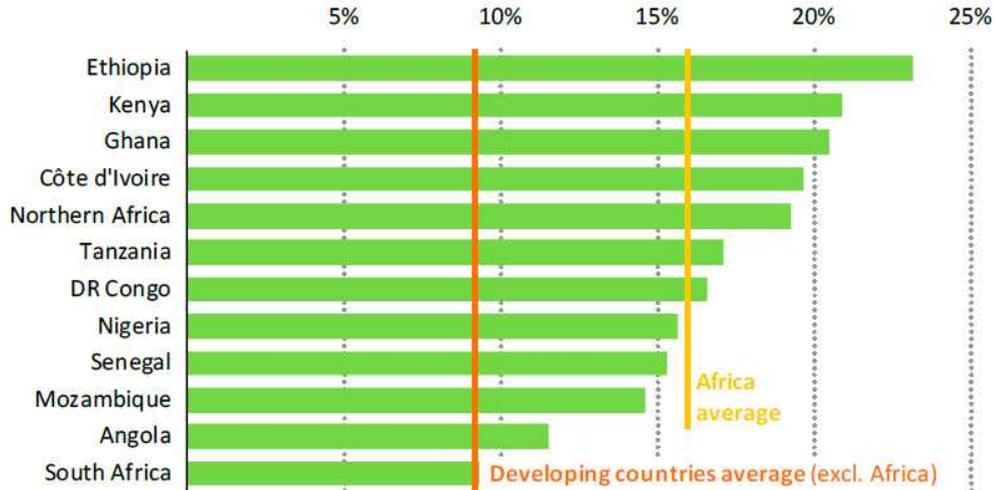
자료: IEA (2019), Africa Energy Outlook 2019



전력손실을 최소화할 위한 노력 필요

- 아프리카 지역은 국가별 전력손실률의 편차가 크지만 평균 기술적 전력손실률은 약 16%로, 타 지역의 개발도상국들에 비해 약 7%p 높음. 기술개발을 통한 송·배전 손실 최소화, 유틸리티 운영시스템 개선, 도전(盜電) 감시 등을 통해 전력손실률을 최소화하면 효율성이 크게 개선될 것으로 예상됨.

[그림 23] 일부 아프리카 국가들의 전력 시스템의 평균 전력 손실률(2018년)



자료: IEA (2019), Africa Energy Outlook 2019

제도 및 거버넌스 개선

- 토지소유권 이슈(사업지 확보), 복잡한 행정절차, 정책 불확실성 등은 재생에너지 개발사업의 주된 지연 요인으로, 정부의 적극적인 의지 아래 확고한 정책 추진, 토지보상 해결, 행정절차 간소화 등이 요구됨.
- 에티오피아에서는 토지소유권 문제로 일부 태양광발전 사업이 1년 가량 지연된 바 있으며, 케냐에서도 현재 진행 중인 2개 풍력발전 사업(총 용량 170MW 예상)이 전력구매계약(PPA) 체결 후에도 토지보상 문제로 사업이 지연되어 각각 2023년과 2025년에서야 완료될 것으로 예상됨(IEA, 2020a).
- 케냐에서는 발전차액지원제도(FiT)가 2019년 에너지법을 통해 법제화되었으나, 전력구매계약(PPA) 체결 후에도 지방정부의 사업개발 승인이 별도로 요구되는 등 복잡한 행정절차로 인해 프로젝트 위험이 증가하고 있음.

안정적인 프로젝트 자금 확보

- 유틸리티 규모의 발전 프로젝트의 원활한 진행을 위해서는 안정적인 자금 확보가 긴요하므로, 프로젝트 개발 기금 축적, 민간자본 유치, PPP 등을 통해 사업 초기에 안정적인 자금을 확보하는 노력이 필요함.
- IEA 지속가능 개발 시나리오에 따르면, 아프리카 지역에서 SDG 7.1(보편적 전력 보급) 달성을 위해서는 2021~30년 간 매년 200억 달러의 투자(분산형 전력 시스템, 중앙 전력발전, 송·배전 사업 포함)가 필요함(IEA, 2020b).

송전망 확충 등 종합적인 인프라 구축

- 재생에너지 발전 사업(특히 대규모 사업)과 관련하여 전력계통 인프라 부족으로 계통연계가 지연되지 않도록 낙후된 송·배전망 개선 사업 및 신규 송·배전망 확충 사업 등을 병행하는 종합적 시각에서의 인프라 구축이 필요함.



[참고 문헌]

박경덕 (2015), 아프리카 발전시장, 큰 장 선다, POSRI 이슈리포트, POSCO 포스코경영연구원

신보람 (2016), (주간포커스) 아프리카 국가들의 재생에너지 보급 확대 정책, 세계 에너지시장 인사이트 (2016년 41호) p. 17~33, 에너지경제연구원

정동욱 (2020), 이집트, 국내 제조업 활성화를 위한 관세조정 명령 발표, 카이로무역관, 코트라
<https://news.kotra.or.kr/user/globalBbs/kotranews/801/globalBbsDataHotClipView.do?hotClipType=jp&dataldx=185161&column=&search=&searchAreaCd=&searchNationCd=&searchTradeCd=&searchStartDate=&searchEndDate=&searchCategoryIdx=&searchIndustryCatelIdx=&page=1&row=10&searchJB=&orderByListType=list>

윤규 (2020), 케냐 전력 산업 동향, 케냐 나이로비무역관, 코트라
<https://news.kotra.or.kr/user/globalBbs/kotranews/784/globalBbsDataView.do?setIdx=403&dataldx=184750>

주남아프리카공화국 대한민국 대사관 (2019), 남아공 재생에너지독립발전사업자조달프로그램(REIPPPP) 제도,
https://overseas.mofa.go.kr/za-ko/brd/m_9948/view.do?seq=1338195&srchFr=&srchTo=&srchWord=&srchHttp=&multi_itm_seq=0&itm_seq_1=0&itm_seq_2=0&company_cd=&company_nm=&page=3

주남아프리카공화국 대한민국 대사관 (2019), 통합자원계획 2019 (IRP 2019) 주요내용,
https://overseas.mofa.go.kr/za-ko/brd/m_9948/view.do?seq=1338203&srchFr=&srchTo=&srchWord=&srchHttp=&multi_itm_seq=0&itm_seq_1=0&itm_seq_2=0&company_cd=&company_nm=&page=2

주남아프리카공화국 대한민국 대사관 (2019), 에스콤 구조개혁 방안 주요 내용,
https://overseas.mofa.go.kr/za-ko/brd/m_9948/view.do?seq=1338204&srchFr=&srchTo=&srchWord=&srchHttp=&multi_itm_seq=0&itm_seq_1=0&itm_seq_2=0&company_cd=&company_nm=&page=2

환경부 (2018), 유엔지속가능발전목표 국문본

김지홍 (2019), 아프리카 지역에서의 신재생에너지 잠재성, 환경부·한국환경산업기술원

AfDB (2018), The New Deal on Energy for Africa, AfDB

ESMAP (Energy Sector Management Assistance Program) (2019), Mini-Grids for Half a Billion People: Market Outlook and Handbook for Decision Makers, World Bank, Washington, DC, https://esmap.org/mini_grids_for_half_a_billion_people

Germany's KfW Development Bank (KfW), Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), and the International Renewable Energy Agency (IRENA) (2021), The Renewable Energy Transition in Africa

GlobalData (2015), Power Generation Technologies Capacities, Generation and Markets Database, London



IEA (2019), Africa Energy Outlook 2019, IEA, Paris

IEA (2020a), Renewables 2020, IEA, Paris

IEA (2020b), The Covid-19 crisis is reversing progress on energy access in Africa, IEA, Paris

IEA (2020c), IEA Electricity Information 2020, <https://www.iea.org/subscribe-to-data-services/electricity-statistics>

IEA (n.d), Countries, <https://www.iea.org/countries> [Access 2021.3.8~26]

IRENA (2015), Africa 2030:Roadmap for a Renewable Energy Future, IRENA, Abu Dhabi

IRENA (2018), Renewable Energy Outlook: Egypt, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi

IRENA (2020), Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050 (Edition: 2020), International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi

IRENA (n.d.), Statistical Profiles (Country Profiles), <https://www.irena.org/Statistics/Statistical-Profiles> [Access 2021.3.8~26]