



남부아프리카지역의 전력망 연계 특징과 시사점

공 지 영 에너지경제연구원 전문연구원 (jkong@keei.re.kr)

1. 서론

세계 각 지역에서 국가간 전력망 연계와 이를 기반으로 하는 전력시장 통합이 활발히 이루어지고 있다. 그러나 이미 잘 아는 바와 같이 동북아지역에서는 이에 대한 오랜 논의와 다양한 구상에도 불구하고 국가간 전력망 연계 사업이 실제 사업화 단계로 발전하지 못하고 있다.

2017년 5월 출범한 문재인 정부는 동북아 국가간 경제협력 및 에너지·교통 네트워크 연계를 주요 국정운영 과제중 하나로 추진하고 있으며, 이를 실현하기 위한 방안 중의 하나로 동북아 슈퍼그리드(super grid)가 제시되었다.¹⁾ 동북아 슈퍼그리드는 1990년대부터 역내 국가들에서 다양한 이름 및 형태로 지속적으로 논의되어 왔고, 그 중에 한국, 중국, 일본, 그리고 러시아 간에 추진되고 있는 슈퍼그리드 사업이 4개국 기업과 연구기관 차원에서 활발히 논의·추진되고 있다.

동북아 슈퍼그리드 구축은 장기적으로 각국의 전력

시장과 관련된 상이한 법, 제도, 정책 등을 조화시키고 이후에 통일된 규범(조약, 규정, 규칙 등)을 제정하고, 역내 통합 전력시장을 구축·운영하는 데 기반이 될 것이다. 또한, 역내 국가간 전력망 연계는 경제적 편익을 얻으려는 목적 이외에 역내 평화와 화합을 도모하려는 정치적 목적도 포함할 수 있다.

본고는 우리보다 앞서 전력망 연계 및 통합 전력시장 구축을 추진 중인 남부아프리카지역의 사례(Southern African Power Pool, SAPP)를 살펴보고, 동북아지역에 주는 시사점을 도출한다. 남부아프리카 지역은 비록 지역협의체가 존재하지만 EU처럼 견고하지 않고, 전력망 연계 작업과 전력거래가 관련국간 협정에 의해 이루어지고²⁾, 그리고 무엇보다 역내 풍부하고 저렴한 발전원을 공동 개발·이용하려는 강한 의지가 있다는 점에서 동북아지역에 시사하는바가 크다고 할 수 있다.

본고의 구성은 총 4장이며 다음과 같다. 2장에서는 남부아프리카지역의 전력망 연계 특징에 대해 설명하

1) 신 정부의 국정과제 목표 중에서 90번 '한반도 신경제지도 구상 및 경제통일 구현', 98번 '동북아플러스 책임공동체 형성'과 관련됨. 국정기획자문위원회, "문재인정부 국정운영 5개년 계획", 2017, 참조

2) 유럽지역은 EU규범 제정을 통해 참여국의 전력시장 자유화 이행을 강제하면서 전력시장 통합을 추진하고 있으나, 남부아프리카 지역은 참여국의 다수가 전력시장 구조가 수직통합된 상태에서 역내 국가들이 전력망 연계 사업을 추진함(이성규·공지영, 2017).

고, 3장에서는 남부아프리카지역의 국가간 전력망 연계에 따른 편익을 살펴보고, 그리고 국가간 합의 도출에 영향을 미치는 긍정적·부정적 요소에 대해 분석한다. 마지막으로 4장에서는 이를 기반으로 정책적 시사점을 도출한다.

2. 남부아프리카지역의 전력망 연계 특징

가. 남부아프리카 전력풀(Southern Africa Power Pool, SAPP) 운영

아프리카 지역에는 현재 4개 지역별 전력풀(SAPP(남부), WAPP(서부), CAPP(중부), EAPP(동부))이 있으며, 이중 SAPP가 가장 안정적으로 운영되고 있다. 남부아프리카 국가들은 1995년에 체결된 SAPP 설립에 관한 정부간 양해각서(2006년에 개정), 유틸리티 기업간 양해각서(2007년에 개정), 운영회원간 협약(2008년 개정), 운영 가이드라인(2014년 체결), 그리고 시장 가이드라인 및 규제(2016년 체결) 등을 통해 SAPP을 형성하고, 운영체계를 마련했다.³⁾ 이러한 정부 및 전력기업간 협정들은 1992년에 발족한 남아프리카개발공동체(SADC)를⁴⁾ 기반으로 마련·체결되었다. 그래서 운영회원(operating member)간 분쟁 해결은

SADC 내 중재재판소를 통해 이루어지도록 규정하고 있다. SADC 회원국의 에너지부 장관회의는 SAPP의 신규회원 등록을 결정하고, 전력망 연계와 관련된 각국의 정책들을 조정하는 역할을 담당한다.

SAPP의 운영회원(operating member)은 각국 정부가 지정한 전력기업이면서 최소 1개 다른 국가의 회원과 전력망 연계가 되어있는 기업으로 구성된다. 이들 정식회원은 참여국간 각종 합의(정부 및 기업간 MoU, 운영회원간 협약, 운영 가이드라인 등) 사항들을 의무적으로 준수해야 한다. 비운영회원(non-operating member)은 유틸리티 기업간 양해각서에만 서명한 기업을 말한다.

각국의 전력시장은 수직통합된 국영전력기업에 의해 독점화되어 있다. 또한, 아프리카 국가들은 전력난 해결을 위해 외국기업을 포함한 민간부문의 투자 유치를 위해 노력하면서도 한편으로는 강력한 규제를 통해 시장을 통제하고 있다.

2016년 말 현재 SAPP의 참여국은 12개이며, 회원사는 16개 전력기업(이중 9개 기업은 운영회원, 3개 기업은 비운영회원)이다. 그리고 SAPP 회원으로 모잠비크와 잠비아의 2개 독립발전사업자(Independent Power Producer, IPP)와⁵⁾ 모잠비크와 잠비아의 2개 독립송전회사(Independent Transmission Company, ITC)가⁶⁾ 참여하고 있다.

3) Johnson Maviya(2017) p. 7 참조

4) 남아프리카개발공동체(Southern African Development Community, SADC)는 1992년 출범한 지역공동체로 아프리카 남부지역의 경제개발과 안보·평화를 위해 지역통합과 빈곤퇴치를 목표로 하고 있음. 2017년 기준 앙골라, 보츠와나, DR콩고, 레소토, 마다가스카르, 말라위, 모리셔스, 모잠비크, 나미비아, 세이셸, 남아공, 스와질란드, 탄자니아, 잠비아, 짐바브웨 등 총 15개국이 회원국임. 네이버 지식백과 참조. (<http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=69375&cid=43667&categoryId=43667>, 검색일 2017년 11월 22일)

5) 모잠비크 독립발전사업자인 Hidroelectrica de Cahora Bassa의 자본 대부분은 국가가 소유하고 있으며, 또 다른 IPP인 LHPC는 잠비아 전체 발전용량에서 차지하는 비중이 2.2% 수준임. 남아공의 Eskom은 4개 IPP와 특별협정을 체결해서 376MW의 전력을 자사에 공급하도록 했지만, 아직까지 관련법이 제정되지 않고 있음(SAPP(2016) 참조).

6) MOTRACO는 모잠비크전력공사 EDM, 남아공전력공사 Eskom, 스와질란드 전력공사 SEC에 의해 설립된 합작기업으로 남아공 전력을 모잠비크와 스와질란드에 송전하는 역할을 담당함. (MITRACO 홈페이지, 2017)



2016년 말 현재, 역내 9개국의 전력망이 주변국과 연계되어 있으며, 앙골라, 말라위, 탄자니아 등은 주변국들과 전력망 연계를 추진 중에 있다. SAPP의 참여국 중에 DR콩고는 EAPP(동부아프리카 전력풀)과 CAPP(중부아프리카 전력풀)에, 그리고 탄자니아는 EAPP에도 각각 참여하고 있다.⁷⁾

SAPP 참여국들 간에 전력망 연계가 이루어진 9개국은 크게 3개 권역으로 나누어지고, 각 권역마다 1개

의 계통운영자(system operator)가 존재한다. 권역 A에는 보츠와나, 레소토, 모잠비크 남부지역, 나미비아, 스와질란드, 남아공 등이 포함되며, 계통운영자는 Eskom(남아공)이고, 권역 B에는 짐바브웨와 모잠비크 북부지역이 속하며 계통운영자는 ZESA(짐바브웨), 권역 C에는 DR콩고와 잠비아가 포함되며, 계통운영자는 ZESCO(잠비아)이다.⁸⁾

SAPP의 총 발전설비용량은 2016년에 1,864MW를

〈표 1〉 SAPP의 참여기업 현황

업체명	상태	국가
Botswana Power Corporation (BPC)	OP	보츠와나
Electricidade de Mozambique (EDM)	OP	모잠비크
Electricity Supply Corporation of Malawi (ESCOM)	NP	말라위
Rede Nacional de Transporte de Electricidade (RNT)	NP	앙골라
Eskom (Eskom)	OP	남아프리카공화국
Hidroelectrica de Cahora Bassa (HCB)	IPP	모잠비크
Lesotho Electricity Corporation (LEC)	OP	레소토
Mozambique Transmission Company (MOTRACO)	ITC	모잠비크
NamPower (Nam Power)	OP	나미비아
Societe Nationale d'Electricite (SNEL)	OP	DR콩고
Swaziland Electricity Company (SEC)	OP	스와질란드
Tanzania Electricity Supply Company Ltd. (TANESCO)	NP	탄자니아
ZESCO Limited (ZESCO)	OP	잠비아
Copperbelt Energy Cooperation (CEC)	ITC	잠비아
Lunsemfwa Hydro Power Company (LHPC)	IPP	잠비아
Zimbabwe Electricity Supply Authority (ZESA)	OP	짐바브웨

주: OP(Operating Member)는 운영회원, NP(Non-Operating Member)는 비운영회원, ITC(Independent Transmission Co.)는 독립송전회사, IPP(Independent Power Producer)는 독립발전사업자를 나타냄.

자료: SAPP, SAPP Annual Report 2016, 2016

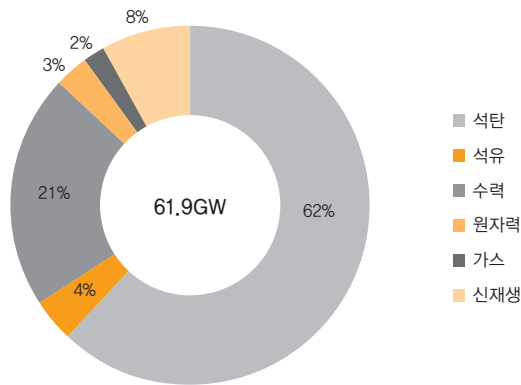
7) 오승환(2016) p.5 참조.

8) IRENA(2014) p.17 참조.

신규로 추가하여 61,859MW에 이르며, 이 중 남아공이 차지하는 비중은 76%로 가장 크고, 다른 국가들은 각각 5% 미만을 차지한다. SAPP 역내 전체 발전용량에서

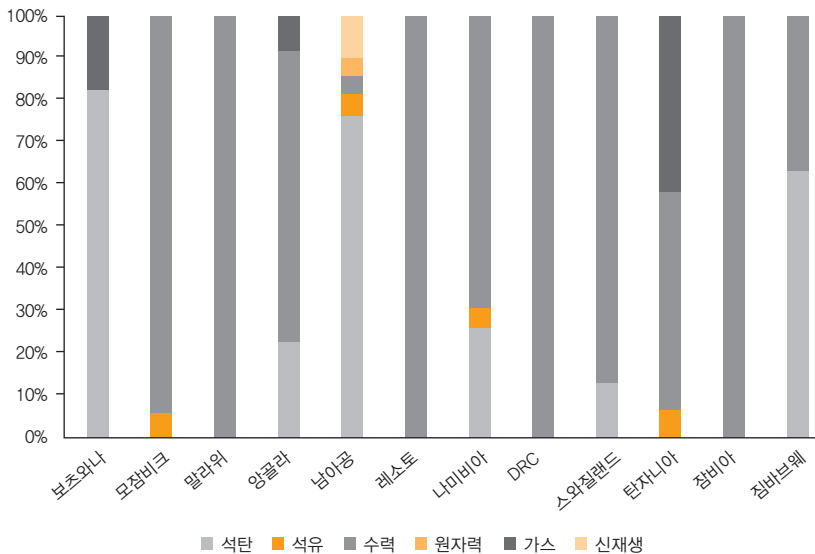
석탄발전 비중이 62%로 가장 크고, 그 다음으로 수력 21%, 신재생에너지 8%, 석유 4%, 원자력 3%, 가스 2% 순이다. 국가별 전원구성을 보면, 보츠와나, 남아공, 짐

[그림 1] SAPP 참여국 전체 전원구성(2015년)



자료: SAPP, SAPP Annual Report 2016, 2016

[그림 2] SAPP 참여국별 전원구성 비교(2015년)



자료: SAPP, SAPP Annual Report 2016, 2016



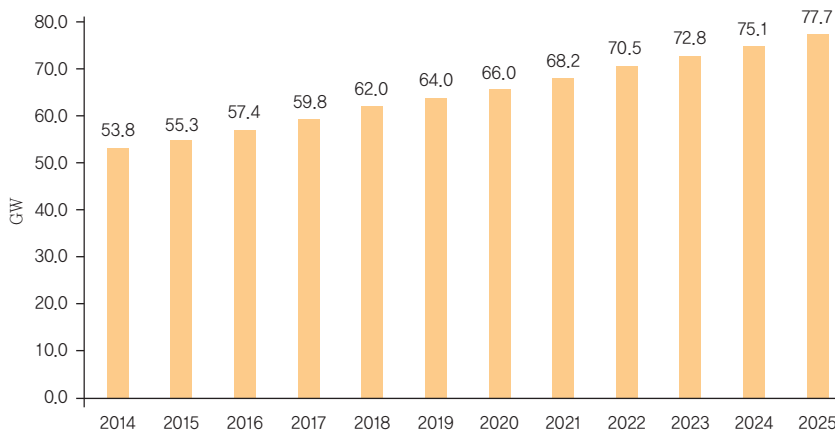
바브웨 등은 석탄발전 비중이 크고, 잠베지(Zambezi)강과 콩고강 유역에 위치한 국가들은 수력발전 비중이 크다. 또한, 남아공은 신재생에너지와 원자력도 개발하고 있으나 실제 차지하는 비중은 크지 않다.

SAPP 지역의 전력수요는 경제성장과 인구증가에 의해 지속적으로 증가하고 있으며, 2015년에 5,593MW, 2016년에 6,514MW의 전력이 부족하였다. 남아공을 제외한 대부분의 국가들이 심각한 전력부족 상황에 처

해 있고, 최근 들어서는 남아공도 일시적으로 부족상태를 경험하고 있다. SAPP는 남부아프리카지역의 전력수요가 2025년까지 연평균 3.1% 증가하며, 2020년에 66.0GW, 2025년에 약 77.7GW에 이를 것으로 전망했다. 그러나 2015년 SAPP 실제 전력수요와 전력수요 전망을 비교하면 실제치가 전망치를 크게 상회하는 것을 확인할 수 있다.⁹⁾

SAPP 역내 전력수요 전망에서 각국의 전력보급률

[그림 3] SAPP 참여국 전체의 전력수요 전망(2014년~2025년)



자료: SAPP, SAPP Annual Report 2016, 2016

개선 노력도 커다란 요인으로 작용한다. SAPP 12개 참여국 중 6개국의 전력보급률은 30% 이하이다. 2014년 SAPP 평균 전력보급률은 2005년보다 9%p 상승하여 37% 수준이며, EAPP(38%) 및 WAPP(37%)와 비슷한 수준이다. 하지만, 잠비아를 비롯한 일부 참여국들의 비도시 지역의 전력보급률은 5% 미만에 이른다.

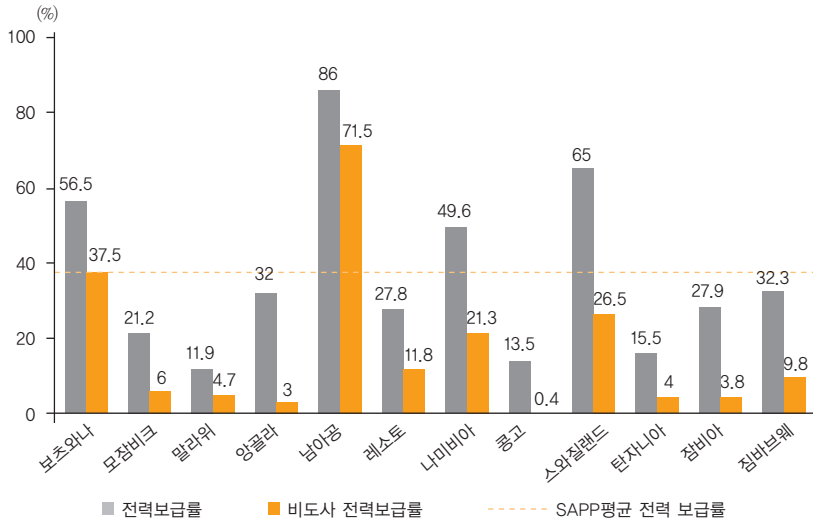
나. SAPP 통한 전력거래 특성

1) 국가간 전력망 연계의 높은 의지

SAPP의 성공적 형성·운영 요인으로 남부아프리카 국가들의 상이한 전력부하 구조와 전원구성, 그리고 국

9) SAPP(2016) p.42 참조.

[그림 4] 2014년 SAPP 참여국들의 전력 보급률



자료: 세계은행 DATA 홈페이지(<https://data.worldbank.org>)

가경제 발전 위한 주변국간 경제협력 및 전력거래에 대한 강한 의지가 제시된다.¹⁰⁾ 그래서 역내 국가간 전력망 연계에 따른 편익이 상당히 큰 것으로 평가되었다.

SAPP 참여국들은 SAPP을 통해 부족한 전력의 일정부분을 해결하고 있다. 주요 전력 공급국은 남아공과 잠비아이다.¹¹⁾ SAPP 참여국들은 역내 발전원(주로 수력발전) 공동 개발과 국가간 송전망 건설 사업을 시급히 계획·추진하려고 하지만, 투자자금 마련이 가장 큰 장애요인이다. 2016~2022년 동안 SAPP에서 승인된 발전용량은 총 34,816MW에 달한다.¹²⁾ 국가간 송전망

확충 사업이 짐바브웨-잠비아, 모잠비크-말라위, 잠비아-탄자니아, 앙골라-DR콩고, 모잠비크-남아공, 나미비아-앙골라 등지에서 추진되고 있다. 특히, 남아공 Eskom는 DR콩고와 콩고강 유역 수력발전설비 확충¹³⁾, 모잠비크와 잠베지강 유역 수력발전설비 확충, 그리고 보츠와나와 석탄화력발전소 건설 사업 등을 공동으로 추진하고 있다.

SAPP의 남부지역에 속하는 남아공과 짐바브웨는 석탄자원이 풍부해서 석탄화력발전 잠재력이 크고¹⁴⁾, 북부지역에 속하는 잠베지(Zambezi) 강 유역(DR콩고,

10) UN(2006)

11) 2015년 기준 전력수출량은 남아공이 4,909GWh로 가장 많고, 그 다음으로 잠비아(3,441GWh), 짐바브웨(1,231GWh) 순임(SAPP (2016)).

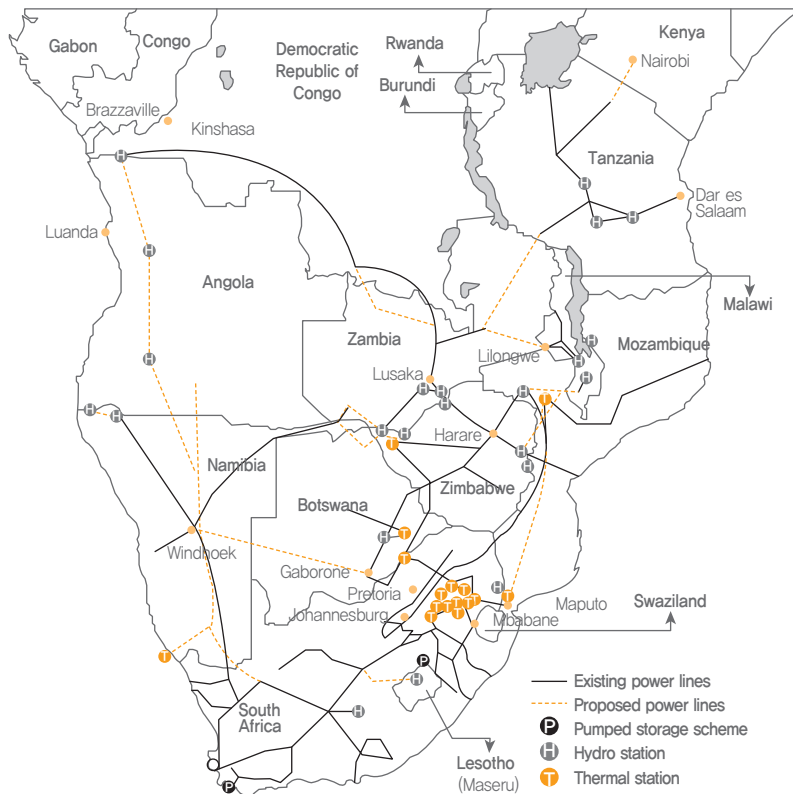
12) Musara Beta(2016) p.3 참조.

13) 콩고강 유역에는 이미 건설·가동 중인 Inga-1, Inga-2 이외에 추가적으로 Inga-3, Grand Inga 수력발전설비 건설 사업이 추진 중인. Inga-3의 발전용량은 10,000~12,000MW이며, 사업자가 선정되는 대로 건설을 시작하여 2024~25년에 완료될 계획임. 입찰 참여자는 중국이 주도하는 컨소시엄과 스페인이 참여하는 컨소시엄이 있음. 동 사업에는 남아공 정부와 세계은행이 자금을 지원하고 있음. (Reuters(2017a),(2017b))

14) BP(2017) p.36 참조.



[그림 5] SAPP의 전력망 연계 현황



자료: IRENA(2014)

잠비아, 짐바브웨, 모잠비크)에는 약 54,188MW의 수력발전 잠재력(이중 7,003MW가 개발)이 있다.¹⁵⁾ 국가 간에 연계된 송전선을 통해 우기에는 북부지역의 수력 발전에서 생산된 전력이 남부지역으로 공급되고, 반대로 건기에는 남부지역의 화력발전 전력이 북부지역으로 송전된다. 1991년~1992년에 아프리카지역에 최악의 가뭄으로 북부지역 국가들이 심각한 전력부족 사태를 경험했는데, 이를 계기로 수력발전에 크게 의존해

있던 국가들을 중심으로 역내 전력망 연계를 위한 강한 움직임이 나타났었다.

또한, 남부아프리카지역 국가들은 공통적으로 일부 특정 광물자원과 석유·가스 자원에 대한 의존도가 상당히 높은 편인데, 이들 자원을 채굴·가공하는데 역내 많은 전력이 소비되고 있다. 자원 채굴·가공업은 대부분 외국기업에 의해 이루어지고 있으며, 국가 경제성장의 가장 커다란 부분을 차지한다.

15) ECA(2009) p.10 참조.

〈표 2〉 콩고강과 잠베지강 유역의 수력발전 잠재력

유역	지역	잠재력(MW)	발전설비(MW)
Congo	Inga	40,000	2,468
Zambezi (Zambia/Zimbabwe)	Batoka Gorge	1,600	
	Devil's Gorge	1,240	
	Kariba	2,130	1,470
	Mupata	1,200	
	Kafue Gorge	1,740	990
	Itezhi tezhi	120	
Zambezi (Mozambique)	Cahora Bassa	3,275	2,075
	Mepanda Uncua	1,780	
	Lupata	654	
	Boroma	444	
합계		54,183	7,003

자료: ECA, South African Power Pool(SAPP) Transmission and trading case study, 2009

2) 국가재정과 국제금융기구를 통한 투자비 조달

SAPP에 속해 있는 발전설비와 송배전망은 수직통합된 국영기업에 의해 소유·운영되고 있다. 그래서 역내 국가간 전력망 연계 사업비는 관련국 정부 재정에서 일부 조달되었다. 부족한 재원은 국제금융기구(세계은행, 유럽투자은행, 지역개발은행 등)에 의한 신용제공과 선진국 정부의 공적개발원조에 의해 충족되었다. 최근에는 아프리카지역 인프라 건설 사업에 PPP(Public Private Partnership) 방식이 활발히 도입되고 있다. 이 경우에는 일반적으로 정부, 전력기업, 국제금융기구, 민간투자자 등이 PF(project financing)에 참여하게 된다. 한편, 민간투자자의 참여는 상당히 미진한 편인데, 주된 이유는 정부의 가격규제, 높은 정치적·행정적 위험, 인프라 미비로 인한 막대한 초기 투자비 등이 지적된다. SAPP 참여국은 민간투자를 유치하기 위

해 자국시장을 자유화하고 전력설비를 확충하는 것보다 SAPP을 통해 인접국으로부터 전력을 수입하는 것을 더 선호한다.

3) 사업추진 주체

SAPP 내 국가간 송전선 건설과 계통운영 주체는 대부분 관련국 사업주체(정부, 전력기업)들 간 합의에 의해서 결정된다. 개별 참여국 내 설비 건설과 계통운영은 자국 국영기업에 의해서 이루어졌다. 그러나 남아공, 모잠비크, 스와질란드 간 전력망 연계 사업은 특수목적회사(SPC)인 MOTRACO를 통해서 추진되었다.

모잠비크에 소재하며 1998년에 설립된 MOTRACO의 지분구성은 모잠비크전력공사(EDM) 33.3%, 남아공전력공사(Eskom) 33.3%, 스와질란드 전력공사

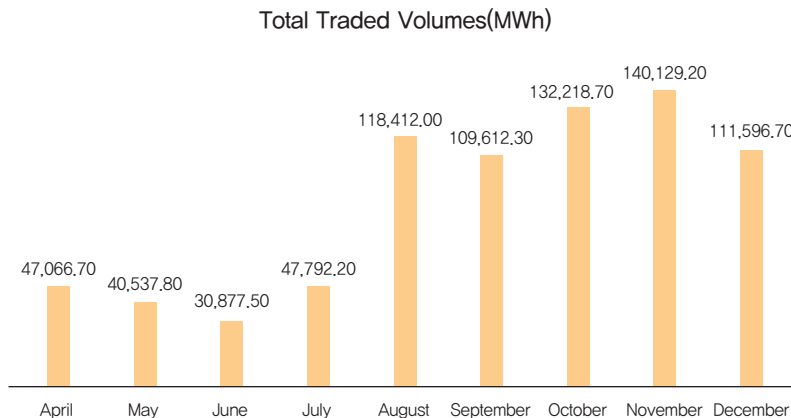


(SEC) 33.3%으로 되어 있다. MOTRACO는 Eskom 으로부터 전력을 구입하여 모잠비크 알루미늄 생산기업인 Mozal에 판매하고, 또한 Eskom 전력을 EDM 과 SEC에 송전한다. 1997년에 모잠비크 정부와 남아공 정부는 모잠비크에 고압 송전선 건설과 수력발전원 개발을 위한 정부간 협정을 체결했다. 그리고 같은 해 Mozal은 남아공 Eskom과 전력도입에 관한 매매계약을 체결했다. Mozal은 모잠비크 내에서 최대 전력소비자이며, 남아공 Eskom(주된 발전원 석탄화력발전)과 모잠비크 EDM(주된 발전원 수력발전)로부터 필요한 전력을 공급받는다. Mozal은 현재 모잠비크 전체 수출의 30%를 담당하고, 전력생산량의 45%를 소비한다.¹⁶⁾

4) 전력거래 방식

SAPP에서 전력거래는 쌍무계약, 단기에너지시장(Short-Term Energy Market, STEM 2001년 도입), Post-STEM(2002년 도입)¹⁷⁾, 하루전 시장(2009년 도입), 당일시장(2016년 도입)에서 이루어진다. 모든 SAPP 회원(16개 기업)은 쌍무계약(2012년 실제 계약건수는 15개)을 통해 전력거래를 하고 있다. 하루전 시장에는 8개 회원기업(BPC(보츠와나), CEC(잠비아), EDM(모잠비크), Eskom(남아공), SEC(스와질란드), Nam Power(나미비아), ZESA(짐바브웨), ZESCO(잠비아) 등이 참여하고 있다. 하루전 시장에서 월별 거래량의 경우, 8월~12월 동안 거래량이 1월~7월 동안 거

[그림 6] SAPP 하루전 시장의 월별 거래규모



자료: Johnson Maviya, Meeting growing power demands through Southern African regional integration, SAPP, April, 2017

16) MOTRACO 홈페이지 참조.

17) 단기에너지시장 및 POST-STEM에서는 SADC 조정센터(SADC Coordination Centre)가 판매자를 대신하여 잉여전력을 인터넷플랫폼에 공고하고, 구매의사를 밝힌 업체들 중 송전용량 등을 고려하여 판매자와 최종 매칭 추진(ECA(2009)).

량보다 훨씬 많다. 11월 거래량이 140,129MWh로 가장 많고, 6월 거래량이 30,878MWh로 가장 적다. 현재 SAPP 참여국의 낮은 전력시장 자유화 수준이 역내 전력거래 증대에 부정적 영향을 미치고 있다.

그리고 SAPP에서 송전요금은 2003년에 도입된 거리용량방산제에 의해서 결정되고 있다.¹⁸⁾ 거리용량방산제는 단거리 송전에 주로 사용되고, 송전혼잡비용을 고려치 않는다는 단점이 있다. 이를 개선하기 위해 현재 유럽에서 사용되고 있는 Transit Key 방식과 Nodal pricing 방식이 개발 중이다.¹⁹⁾

3. 국가간 전력망 연계에 따른 편익과 참여국간 합의사항

가. 국가간 전력망 연계에 따른 편익

일반적으로 국가간 전력망 연계를 포함한 역내 전력 협력은 상호 공동이익 창출과 비용 및 위험의 공동 부담을 전제로 한다. 이러한 전력협력은 역내 국가간 전력망 연계를 통한 전력유통, 발전원(발전연료 포함) 공동개발 및 이용, 송전설비 유지·보수 지원 등의 형태로 이루어진다. 그리고 국가간 전력망 연계는 목적과 방식에 따라 연계 되는 편익과 비용도 다를 수 있다.

역내 국가들이 각각 개별적으로 전력시스템을 운영 하는 것보다 하나의 통합된 전력시스템을 구축하여 전

원개발과 계통운영을 하게 되면, 발전설비의 보다 효율적인 급전, 최대부하의 역내 동시 발생가능성 감소, 필요한 전력예비력 절감, 보다 경제적인 발전, 계통 신뢰도 향상, 수력발전소의 효율적 관리, 경제적인 발전설비 보수·유지, 단기 발전비용 감축 등의 편익이 가능하다.²⁰⁾ 특히, 참여국 개별전력 시스템의 최대부하 발생 시간대와 계절대가 상이한 경우에 개별 시스템의 최대부하 합보다 통합된 시스템의 최대부하가 적게 된다. 전력예비력 필요량에 있어서도 한 시스템의 초과용량이 다른 시스템에 기여할 수 있으므로 개별시스템의 예비력 요구량의 합보다 통합 시스템의 예비력 요구량이 적게 된다.²¹⁾ 그러나 참여국들이 각자 전원계획을 독자적으로 수립하고, 비용 최소화 원칙에 따라 전원개발을 하는 경우에는 전력시스템 통합에 따른 위와 같은 편익들을 전혀 누릴 수 없다.

또한, 전력유통을 목적으로 한 전력망 연계도 발전원 가 절감, 계통신뢰도 향상, 효율적 급전 등을 위한 소극적 연계(영국↔프랑스간 HVDC 연계)와 역내 화력 및 재생에너지 발전원 개발과 인접국으로 수출, 전원입지 난 회피, 전원 투자비 절감 등을 위한 적극적 연계(브라질↔파라과이 HVDC 연계)로 나타날 수 있다.²²⁾

따라서 국가간 전력망 연계를 계획·추진하는 경우에는 각국의 전력시스템, 거래규모, 계절별·시간대별 전력수요, 참여국 전력시스템의 발전비용 등을 고려해서 연계 방식과 통합 정도 등을 협의해야 한다.

남부아프리카지역 국가간 전력망 연계의 직접적인

18) SAPP는 전력공급업체와 구매자간의 거리 및 송전량의 규모를 기반으로 통과세(transit fee) 결정 후 가격을 산정하는 방법

19) 전력거래소(2015.12), p.27 참조.

20) 김현제(2006), p.82, 참조.

21) 김현제(2006), p.76 참조.

22) 윤재영(2006) 참조.



목적 또는 편익은 낮은 전력보급률 문제의 공동 해결, 발전원 개발 및 송전선 건설에 따른 경기활성화와 고용 창출, 그리고 대규모 수력발전댐 건설을 통한 가뭄 및 자연재해에 대한 지역 차원의 대처능력 향상 등에 있다. 다만 각국 정부의 규제하에 있는 전력시장과 미지한 전력산업 구조개편 등은 한계점으로 보인다.

나. 사업 추진에 필요한 참여국간 합의 사항

국가간에 전력망을 연계하기 위해서는 참여국 사업 주체(정부, 기업 등)간에 다수의 협정 및 계약 체결이 요구된다. UN(2006)은 참여국간 합의 사항들을 크게 몇 가지로 분류했다.

첫째는 참여국 정부간 다양하고 구체적인 합의가 있어야 한다. 역대 풍부한 발전원의 공동 개발 및 이용, 전력수급 안정과 발전원의 친환경적·효율적 구성, 경기활성화와 신규 고용창출 등과 같은 편익의 공유와 전력망 연계에 따른 다양한 형태의 위험(전력망 불안정 등)들을 공동으로 부담·해결한다는 참여국 정부간에 합의가 우선적으로 이루어져야 한다. 그러나 국가간 합의는 경제적 편익 못지않게 기본적으로 상대방 국가가 연계된 전력망을 안보상의 위협수단으로 이용하지 않을 것이라는 상호간의 신뢰 내지는 안전장치들이 전제되어야 가능할 것이다. 특히, 자원민족주의가 강한 국가와의 발전원의 공동 개발 및 이용을 위한 합의는 상당히 어려울 수 있다. 그리고 전력망을 연결하려는 국가들 간에 역사적·정치적·군사적 분쟁요인이 존재하는 경우에는 국가간 또는 국가내 경제주체간 합의가 불가능할 수도 있다. 남아프리카지역의 경우에는 역내 국가들이 남아프리카공화국(이하 '남아공') 경제에 크게 의존하고 정치·외교적 영향력 밑에 있으며, 역대 풍부한 수력자원과 남아공의 화력발전 자원의 공동 이용에

따른 경제적 편익이 크다는 점이 국가간 전력망 연계의 주된 동인으로 작용했다.

둘째, 국가간 전력망 연계에 따른 정성적·정량적 혜택 및 위험들을 사전에 파악하는 작업(기술적·경제적·환경적·정치적 타당성 조사 등)이 있어야 하는데, 조사 작업 및 결과에 대한 객관성과 공정성을 충족시키기 위한 조사주체 선정, 추진절차, 자료·정보 공개 등에 대한 합의가 있어야 한다. 아프리카지역의 경우에는 UN, World Bank 등의 국제기구가 자체 자금과 외부 전문인력을 동원해서 조사 작업을 하거나, 또는 SADC와 ASEAN처럼 지역협의체가 있는 경우에 협의체 내에 전문가그룹을 공동 구성하고 필요한 일부 자금을 국제금융기구로부터 지원받아 작업을 했다. 그 외의 경우에는 관련 기업들이 공동으로 자체 자금과 인력을 투입해서 조사를 수행하게 된다. 이러한 방식으로 도출된 조사결과에 기초해서 역내 국가(특히 정부)들은 동 사업에 참여·추진할 것인지를 결정하게 된다.

셋째 정부간 합의가 있는 이후에는 구체적인 사업모델(business model)을 수립하기 위한 분야별·단계별 합의(협정서, 계약)가 사업추진 기업과 정부 차원에서 함께 이루어져야 한다. 무엇보다 송전선 건설과 운영 주체를 어떤 형태로 조직할 것인지에 대한 합의가 있어야 한다. 참여국들이 특수목적회사(Special Purpose Co, SPC)를 설립할 수 있고, 각국이 송전선 건설과 운영을 자체적으로 수행할 수도 있다. 한 국가의 전력망 운영은 국가 주권의 문제이며, 또한 이는 전력안보와도 직결되기 때문에 사업모델 결정 또는 합의에는 많은 시간과 노력이 따르게 된다. 이러한 사업 주체의 유형에 따라 투자비 조달 방식도 달라질 수 있는데, SPC 설립의 경우에는 지분구성에 있어서 합의가 복잡하고 어렵게 이루어질 수 있다. 전력망 연계의 경우에는 대규모 투자비가 필요하고, 참여주체도 정부와 국영기업인 경

우가 일반적이어서 국가 재정 투입에 따른 참여국내 정치적 합의가 필요할 것이다. 그리고 기업간에 거래량과 가격, 송전요금 등에 대한 협의도 진행되어야 한다.

넷째, 국가간 전력망 연계로 인해 발생하는 각종 편익, 비용, 위험 등을 참여국간 그리고 개별 참여국 내 경제주체들 간에 어떻게 배분할 것인가에 대한 합의가 이루어져야 한다. 이는 구체적으로 전력거래 규모, 가격, 송전요금 등의 결정과 투자비, 송전손잡비용 등의 산정으로 나타날 것이다. 또한, 송전선로 결정 과정에서 선로가 지나가는 지방정부·주민과 중앙정부·전력기업간 합의도 요구될 것이다. 특히, 아프리카 국가들처럼 정부 및 국영기업 내 부정부패가 만연하고, 의사결정 과정에 투명성이 크게 떨어지는 경우에는 이를 극복할 수 있는 안정장치(예, 자료·정보의 공개 등) 마련에 대한 합의가 필요할 것이다.

다섯째, 국가간 연계 송전선을 안정적이고 공정하게 운영·유지하기 위한 기술적·제도적 장치들을 마련하기 위한 참여국 정부 및 기업간 합의가 있어야 한다. 가장 이상적인 형태는 독립적인 계통운영기관을 조직하고, 송전선 유지·보수를 담당하는 회사를 공동으로 설립하는 것이다. 그러나 현실적으로 이것이 어려운 경우에는 참여국들이 각자 자국내 송전선을 운영·관리하게 될 것인데, 이런 경우에는 기술적·경제적·정치적 문제로 인해서 송전문제가 발생했을 때 이를 조정·해결하는 구체적이고 강제력을 갖는 방법에 대한 참여국간 합의가 있어야 한다. 또한, 이와 관련해서 발생한 비용분담 문제도 합의 사항에 포함되어야 한다. 또한 아프리카지역의 경우, 송전선이 중앙정부의 통제 밖에 있거나 분쟁발생 가능성이 높은 지역을 통과할 수 있는데

해당지역 주민들이 자신들의 이해를 관철시키기 위해 송전선을 물리적으로 파손·장악하려는 여지를 사전에 차단할 필요가 있다. 예를 들면, 가능한 분쟁 지역은 송전선 건설에서 제외시키고, 이것이 불가피한 경우에는 송전선 노선, 건설 및 운영 기업 선정 또는 SPC 설립, 송전요금 산정 등을 위한 협의에 지역주민 대표를 참여시키고, 그리고 경제적 편익을 공정하게 배분하는 것도 효과적일 것이다.

마지막으로 참여국간에 관련 정보 및 자료 공유(범위, 방법, 기간, 시점 등)와 정확한 제공에 관한 합의가 필요하다. 특히, 각국의 발전 및 송전 비용, 전원계획, 설비 운영, 전력 가격 등과 관련된 정보와 자료가 상대방에 제공되어야 한다. 경우에 따라서는 특정국가의 정치적으로 민감한 정보에 대한 접근도 요구될 수 있다.

다. 참여국간 합의 도출에 영향을 미치는 요소

역내 국가간 전력망 연계가 잘 이루어지는 지역 또는 국가는 다음과 같은 특징을 갖고 있다.²³⁾ 첫 번째는 주변국과 외교적·정치적·경제적으로 협력을 활발히 하는 국가와 역내 국가간에 협력 역사가 긴 지역은 전력망 연계가 훨씬 수월할 수 있을 것이다. 이들 지역은 대부분 지역협력체가 존재하고, 지역통합 수준도 높다. 유럽 국가와 EU가 여기에 해당될 것이다. 남부아프리카지역도 남아공을 중심으로 국가간 협력이 잘 이루어졌다고 볼 수 있다. 둘째는 장기 전력수급계획을 정기적으로 수립하는 국가는 자국의 정책목표(친환경 에너지 공급 시스템 구축 등)를 실현시키기 위해 주변국의 발전원을 활용하는 것에 대해 사전에 충분히 검토 할

23) UN(2006), p.91-93 참조.



수 있기 때문에 전력망 연계 사업을 지속성을 갖고 추진할 수 있을 것이다. 남부아프리카지역은 SAPP 차원에서 역내 발전설비 및 송전선 건설의 중장기 계획이 합의·수립되고 있다. 셋째는 정부 또는 사업추진 기업 내 최고 정책결정권자의 강한 사업 추진의지(예, 신정부의 신북방정책 구상)도 중요한 요소이다. 이는 사업을 신속하고 일관성 있게 추진하는데 크게 도움이 될 것이다. 남부아프리카 국가들은 전력부족 사태가 경제발전의 최대 걸림돌로 되고 있기 때문에 자국내 발전원 개발과 송전선 확충을 정책 최우선 순위에 놓고 있다. 넷째는 국제기구나 지역협의체 활동에 적극적으로 참여하는 국가들 간에 전력망 연계도 성공 가능성이 높을 것이다.

반대로 다음과 같은 정치적 요소들은 국가간 전력망 연계에 장애물로 작용할 수 있다. 첫째, 역내 국가간 역사적 상호불신과 경쟁관계, 국경분쟁 등이 있는 경우에는 이러한 미해결 요인들이 전력망 연계를 위한 정부 간 협상에 직접적으로 영향을 미칠 수 있다. 남아프리카 지역은 역사적으로 정치적 분쟁이 있었음에도 성공적으로 전력 연계 사업을 추진하였다고 평가받는다. 특히 역내 역사적·정치적·군사적 분쟁 요인이 다양했음에도, 국가간 송전망이 단절된 경우는 남아공과 모잠비크간 Cahora Bassa HVDC 단절 1건에 불과하다.²⁴⁾ 하지만 이 사건은 국영기업이 송전망을 독점하는 경우 정치적 위험 요소가 될 수 있음을 시사한다. 남아공은 1991년 아파르트헤이트 근간법을 폐지하고, 1992년 SDDC에 가입하였다. 둘째, 개별 참여국 내 이해집단간, 중앙정부와 지방정부간에 마찰이 심한 경우에는 주변국과 합의 자체가 불가능하거나, 합의가 되었다고

해도 수송안보 상에 문제(송전선 파손, 장악 등)가 발생할 소지가 높다. 특히 전력망 연계에 따른 경제주체들 간에 편익과 비용을 배분하는 과정에서 오랜 시일이 걸릴 수 있고, 이는 상대방 국가에 대한 자국의 신뢰를 잃게 할 수도 있다. 아프리카 국가들은 전체적으로 중앙정부의 통제 밖에 있는 부족들이 다수 존재하고, 부족간 물리적 분쟁도 자주 발생하고 있다. 또한, 중앙정부와 부족/마을공동체 간에 토지소유권이 법적으로 명확하지 않는 경우가 많다. 셋째, 사업 참여국간 정치 체제가 상이하며, 이것이 정부간 합의에 장애물로 작용할 수 있다. 상대국의 행정·경제·사법 체제가 자국과 다르게 운영되기 때문에 상대국을 신뢰하지 못할 수도 있다. 특히, 서로 상이한 연계 송전선 소유·운영 방식을 이해하고 일치시키는데 긴 시일이 걸릴 수 있다. 아프리카 많은 국가들이 냉전시대에 사회주의 체제를 받아들였고, 소연방이 붕괴하면서 다시 자본주의 체제로 돌아섰다. 그래서 일부 국가에서는 아직까지 사회 전반에 사회주의 의식과 제도가 상당부분 많이 남아 있는 경우도 있다. 넷째, 앞서 언급했듯이 자원민족주의가 강한 국가와 전력망 연계 사업을 추진하는 것도 어려울 수 있다. 이들 국가는 자국 내 에너지 자원을 자국 이익을 위해서만 활용되어야 한다고 생각하기 때문에 인접국과 공동으로 사용하는 것에 대해 강한 거부감을 보일 수 있다. 또한, 일본처럼 지역적으로 분절된 시장에서 각자 독점적인 영향력을 행사하는 전력기업들은 인접국과의 전력망 연계에 소극적일 수 있다. 한편, 아프리카 자원부존국들은 아직까지 자원민족주의를 뚜렷하게 내세우지 않고 있지만, 자체적으로 개발 능력을 확보하게 되면 기존 정책변화도 예상된다.

24) 당시 남아공은 백인 우위의 인종차별정책인 아파르트헤이트를 실행하여, 주변국과의 관계가 악화됨. 이로인해 남아공과 모잠비크간 Cahora Bassa HVDC는 17년 동안 단절됨.(ECA (2009))

4. 결론 및 시사점

유럽, ASEAN, 아프리카 등 전력망 연계사업이 여러 지역에서 추진되고 있으나, 지역별 추진 특징은 모두 다르게 나타난다. 이 중 남부아프리카 지역의 전력망 연계사업은 전력부족 문제 해결, 전력수급 안정, 전력보급률 개선, 국가경제 활성화 등 다양한 경제적 편익이 기대된다. 하지만 이를 개발하기 위한 투자비 마련에서 어려움을 겪고 있으며, 주요 요인으로 국영전력 기업의 독점화와 불안정한 투자환경이 있다.

남부아프리카 국가들의 전력망 연계 사례를 보면서 동북아 슈퍼그리드 추진에서 몇 가지 시사점을 도출할 수 있다. SAPP 국가 중 모잠비크와 잠비아를 포함한 8개국은 수력발전 비중이 지나치게 높아 계절적 요인(우기와 건기 등)에 취약하다. 특히 예기치 못한 가뭄으로 심각한 전력공급 부족 사태를 경험한 바 있어, 이를 보완하기 위한 전력망 연계 사업 추진의 필요성이 더욱 강조되고 있다. 최근 동북아시아 국가들은 친환경 에너지 전환정책을 추진하면서 역내 신재생에너지에 대한 공동 개발 및 이용에 대한 높은 의지를 보이고 있다. 하지만 지구온도 및 해수면의 상승 등 기후변화로 인한 가뭄, 폭염, 폭우 등 이상기후 현상이 빈발하고 있다.²⁵⁾ 국가간 전력망 연계가 선행된다면 공동 개발된 신재생에너지 발전을 좀 더 안정적으로 활용할 수 있을 것이다.

다음으로 남아공의 아파르트헤이트 정책은 주변국과의 외교적 분쟁을 발생시켰다. 이로 인해 모잠비크는 정치적 보복 수단으로 남아공과 양국간 연결하는 송전선 중 자국 구간을 단절하였다.²⁶⁾ 동북아 지역의 경

우 한-중-일 전력망 연계 사업은 정치적 보복 수단으로 국가간 송전선을 활용할 가능성은 희박하다. 하지만 남-북-러 전력망 연계사업에서는 러시아의 우크라이나 사례와 북한과 우리나라가 분쟁국가라는 점이 리스크로 작용한다. 이를 극복하기 위해 MOTRACO와 같이 공동소유 형태의 SPC를 고려할 수 있다. 이와 같은 방법이 어렵다면 각국이 자국 내 송전선에 대한 모든 권한을 가질 경우 비경제적인 이유로 특정국이 송전선을 단절하는 것에 대한 제도적 보장 장치를 협정서에 추가할 수 있다.

마지막으로, 국가간 전력망 연계를 전문적·지속적으로 논의할 수 있는 플랫폼이 필요하다. SAPP 설립에 앞서 SADC 차원에서 국가간 전력망 연계와 역내 통합전력망 구축에 대한 논의가 이루어졌다. 지역협의체가 있는 지역에서는 대부분 에너지부장관회담 산하에 전문가그룹과 민관 포럼을 만들어서 각종 타당성 조사, 정부간/기업간 합의도출 위한 기반조성 등을 수행했다. 현재 동북아시아에는 지역협의체가 존재하지 않기 때문에 이러한 역할을 담당하는 공식 조직이 없지만, 현재 Asian Super Grid에 대해 관련 기업, 연구기관, 정부담당자 등이 참여해서 논의 하는 동북아에너지 포럼이 매년 개최되고 있으므로 이를 역내 플랫폼으로 발전시키는 것도 효과적인 것이다.

참고문헌

〈국내 문헌〉

김현제, “동북아에너지협력 연구: 국가간 전력망 연계

25) 기후변화센터 홈페이지(<http://www.climatechangecenter.kr/>) 참조.

26) 남아공과 모잠비크는 17년간 전력거래가 이루어지지 않았으며, 남아공의 아파르트헤이트 폐지 및 SADC 가입 이후 1998년 단절 구간이 복원됨. (Johnson Maviya (2017)).



- 모의분석과 평가(1차년도),” 에너지경제연구원, 2006
- 국정기획자문위원회, “문재인정부 국정운영 5개년 계획,” 대한민국정부, 2017
- 오승환, “아프리카 전력 인프라 시장 현황 및 시사점,” KEMRI 전력경제 REVIEW SPECIAL REPORT, 2016
- 윤재영, “동북아전력망 연계 현황 및 각국의 대응,” 한국전기연구원, 2006.4.27
- 이성규 · 공지영, “ASEAN 다국간 전력망 연계사업의 추진 과제와 시사점,” 세계 에너지시장 인사이트, 제 17권 제 34호, 2017
- 전력거래소, “2015년 해외 전력시장 동향: 유럽,” 2015.12
- 〈외국 문헌〉
- BP, “BP Statistical Review of World Energy 2017,” June 2017
- ECA, “South African Power Pool(SAPP) Transmission and trading case study,” Economic Consulting Associates, 77307 v11, 2009
- IRENA, “Analysis of Infrastructure for Renewable Power in Southern Africa,” 2014
- Johnson Maviya, “Meeting growing power demands through Southern African regional integration,” SAPP, 2017
- Musara Beta, “SAPP Promoting a Regional Electricity Market,” SAPP, 2016
- Reuters, “Congo to double capacity of Inga 3 hydro project in bid to cut costs,” Reuters, 2017b
- _____, “DRC delays Inga 3 hydro project to 2024/25,” CNBC AFRICA, 2017a
- SAPP, “SAPP Annual Report 2016,” 2016
- UN, Multi Dimensional Issues in International Electric Power Grid Interconnections, 2006
- 〈웹사이트〉
- <https://www.cnbcfric.com/news/2017/07/04/drc-delays-inga-3-hydro-project-202425/>
- <https://www.reuters.com/article/congo-energy/congo-to-double-capacity-of-inga-3-hydro-project-in-bid-to-cut-costs-idUSL8N1K32GZ>
- MOTRACO 홈페이지, <http://www.motraco.co.mz/index.php/en/>
- 기후변화센터 홈페이지, <http://www.climatechangecenter.kr/>
- 네이버 지식백과, <http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=69375&cid=43667&categoryId=43667>
- 세계은행 DATA 홈페이지, <https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.ACCS.ZS>