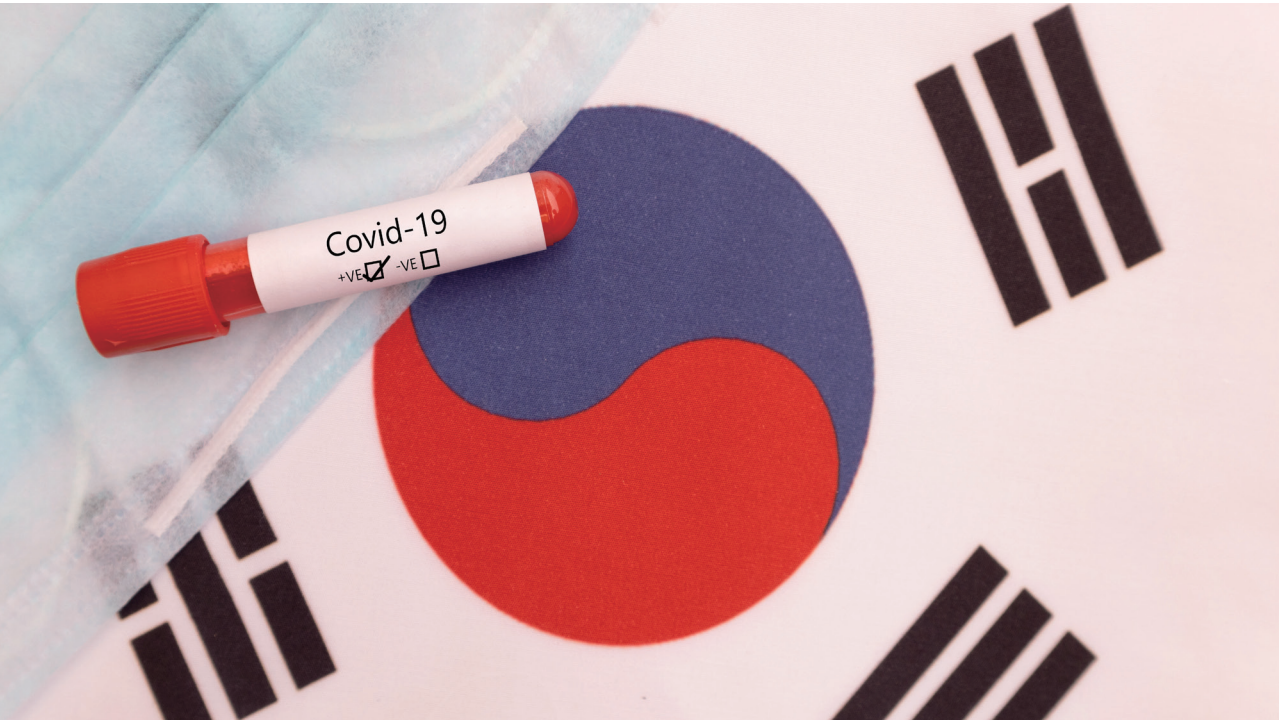


코로나19가 한국의 전력 수급에 미친 영향¹⁾

이성재 에너지경제연구원 부연구위원(james@keei.re.kr)

김수일 에너지경제연구원 선임연구위원(sikim@keei.re.kr)



1. 서론

코로나바이러스감염증-19(Coronavirus disease 2019, COVID-19, 이하 코로나19)는 2019년 12월에 중국 우한에서 처음 발견된 이후 전 세계로 빠르게 확산되면서 2020년 3월에는 세계보건기구(WHO)가 코로나19에 대해 범유행(pandemic)을 선언하였다. 우리나라도 이른 시기에 코로나19가 발생하면서 단계별 사회적 거리두기와 5인 이상 사적 모임 금지 등 코로나19 확산 방지를 위해 다양한 노력을 하였다. 이로 인해 경제 침체와 생활 행태 변화와 함께 에너지 소비 변화에도 많은 영향을 미쳤다. 코로나19로 인해 2020년 우리나라의 국내 총생산은 전년 대비 1.0% 감소하였으며, 총에너지 소비는 290.8백만 toe 수준으로 집계되어 전년 대비 4.0%가 감소하였다. 전기 판매도 전년 대비 2.2% 감소한 것으로 나타났다(에너지경제연구원, 2021.8).

1) 본고는 김수일(2021)의 에너지경제연구원 2021년도 수시과제 '코로나19가 한국의 전력 수급에 미친 영향 분석' 내용을 요약·수정·보완한 것이다.

본 연구는 코로나19의 국내 확산에 따른 경제 침체 및 행태 변화가 우리나라 전기 소비량과 소비 패턴 그리고 발전 구성에 미친 영향을 다양한 방법으로 살펴보고자 한다. 본 연구에서는 한국전력공사의 시간별 AMR(Automated Metering Rating) 데이터와 전력거래소의 시간별 발전량 데이터를 이용하여 2020년 전기 소비 및 생산을 그 이전 시기(2016~2019년)와 비교 분석한다. 이전 시기를 2016~2019년의 평균으로 설정한 것은 특정 연도와 비교가 아닌 최근 과거 평균 대비의 변화를 보기 위함이다. 또한, 전기 소비의 변화와 발전 구성의 변화 등은 전력거래소 자료를 이용하여 분석하고 코로나19 확산이 부문별 전기 소비 패턴의 변화에 얼마나 영향을 미쳤는지는 한국 전력의 AMR 데이터를 이용하여 분석한다. 이후 발전량 자료와 에너지경제연구원의 2020 장기 에너지 전망의 배출계수 등을 종합하여 온실가스 및 미세먼지 배출량도 비교 분석한다.

2. 전기 소비의 변화

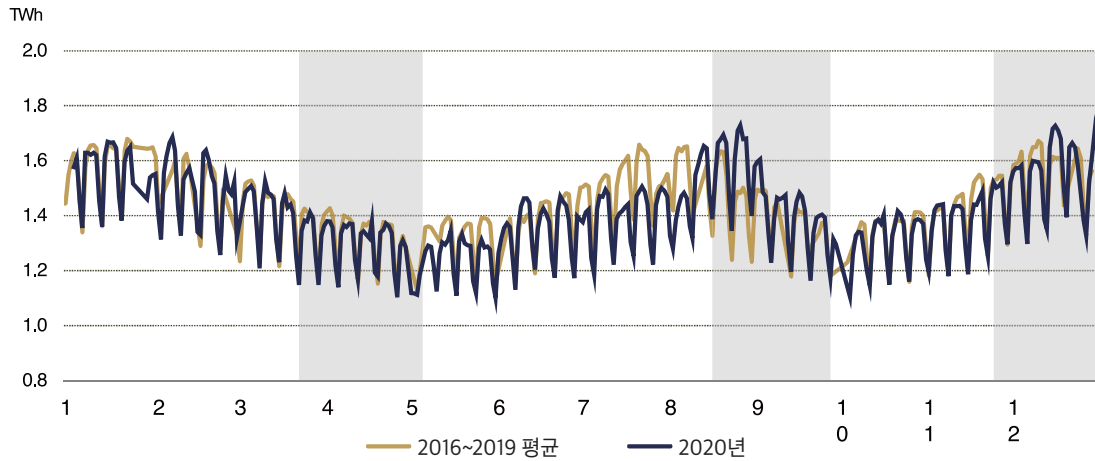
본 장에서는 전력거래소 송전단 발전량 자료를 이용하여 코로나19 이전 시기와 코로나19가 확산된 2020년의 전기 소비 변화를 살펴본다. 송전단 발전량이란 소비자의 계량기에서 측정된 소비량이 아니라 송전망에 유입되는 전력량을 측정한 데이터이다. 따라서 송전단 발전량은 네트워크 공급 손실을 포함하고 있지만, 네트워크 손실이 일정하다고 가정하면 실시간 소비 변화와 동일하게 움직이는 것으로 생각할 수 있다.²⁾ 본 장에서는 전체 소비량과 소비 행태의 변화를 관찰한다.

가. 전기 소비 변화에 대한 시각적 분석

다음 [그림 1]은 2016~2019년 평균 일일 전기 소비와 2020년의 일일 전기 소비의 변화를 보여주고 있다. 비교 형평성과 편의를 위해 각 연도의 설 연휴와 추석 연휴를 비롯하여 법정 공휴일은 제외하고, 각 연도의 요일 순서를 맞추었다. 요일 순서는 월요일이 1이고 일요일이 7로 끝난다. 한 해의 첫날은 달력의 첫 평일이며, 첫 평일의 요일에 따라 첫 주의 날짜 수가 달라진다. 예를 들어, 2020년은 1월 2일이 목요일로 첫 평일이며, 따라서 2020년의 첫 주는 1월 2일(목)~1월 5일(일)까지 나흘로 처리한다. 또한 코로나19 확산과의 비교를 위해 그림에 음영 표시로 코로나19 유행 시기를 표시하였다.

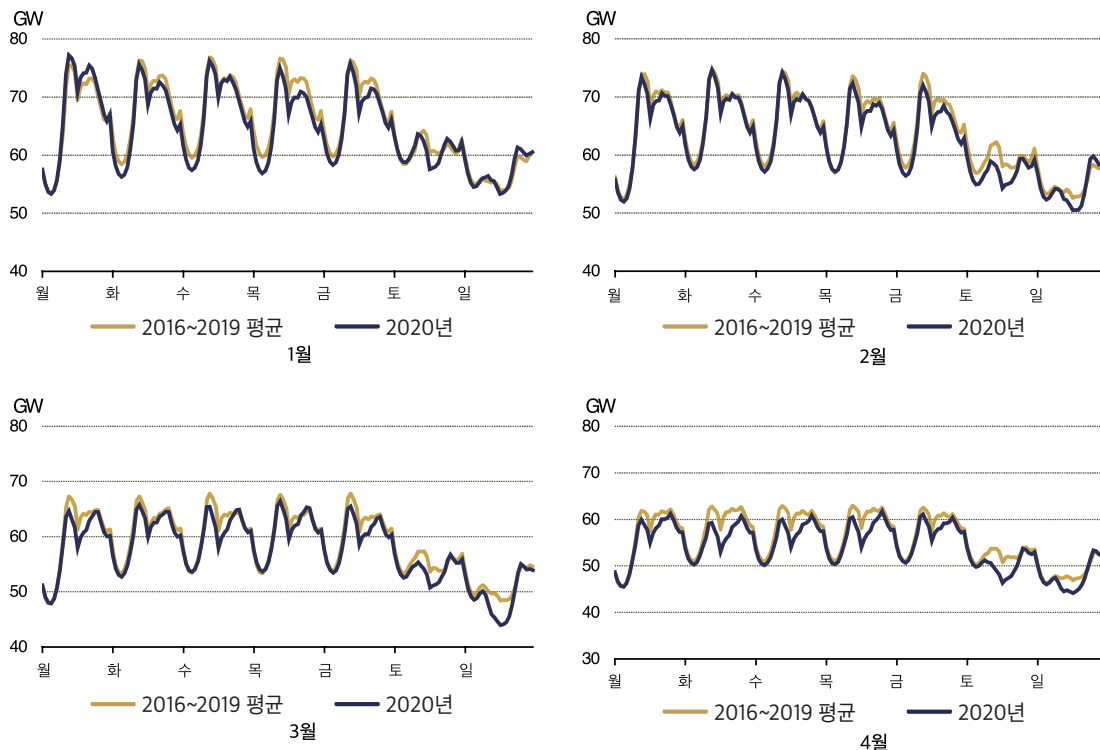
2) 최근 자가 태양광을 비롯하여 대규모 산업용 자가 발전 설비가 확대되면서 실제 소비와 전력 계통에서 파악하는 소비의 차이가 커지고 있는 상황이다. 또한 송전단 발전량 자료는 배전망을 통해 한국전력과 직접 거래하는 소규모 태양광 자료가 제외되어 있다. 따라서 소비만이 아니라 발전 부문 분석에서도 이 점을 유의해야 한다.

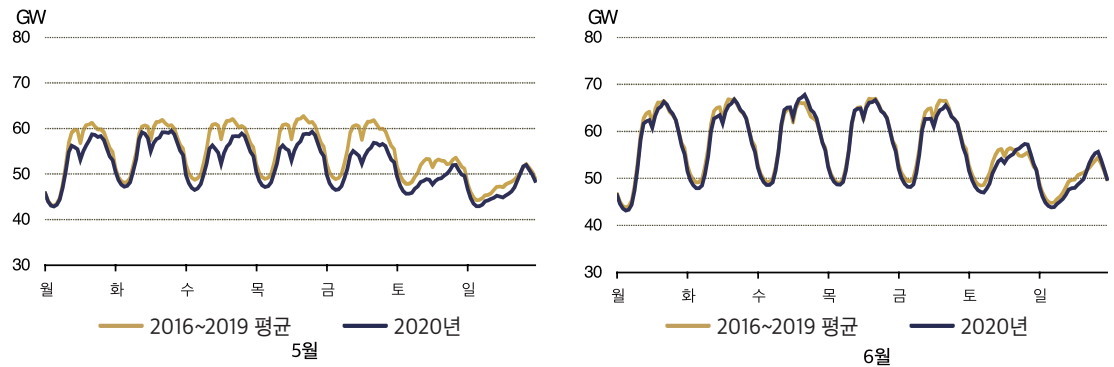
그림 1 2016~2019년 평균 일별 전기 소비와 2020년 일별 전기 소비



코로나19가 발생한 2020년의 전기 소비는 연도 전체에 걸쳐 이전 시기 평균 일일 전기 소비에 비해 전반적으로 다소 낮은 수준을 보이고 있다. 특히, 19~23주(2020년 기준 5월), 27~32주(2020년 기준 6월 말~8월 초)의 전기 소비가 이전 시기에 비해 눈에 띄게 적어졌다. 반면, 34~36주(8월 중순~8월 말)는 이전 시기 평균 전기 소비에 비해 2020년 전기 소비가 더 많았다. [그림 1]은 코로나19로 인해 전반적으로 미세하게 낮아진 2020년의 전기 소비를 보여주긴 하지만 2020년 코로나19 국내 발생의 확산 정도와 전기 소비의 감소 관계를 보여주지는 않는다.

그림 2 2016~2019년 월별 평균 주간 전기 소비와 2020년 월별 평균 전기 소비



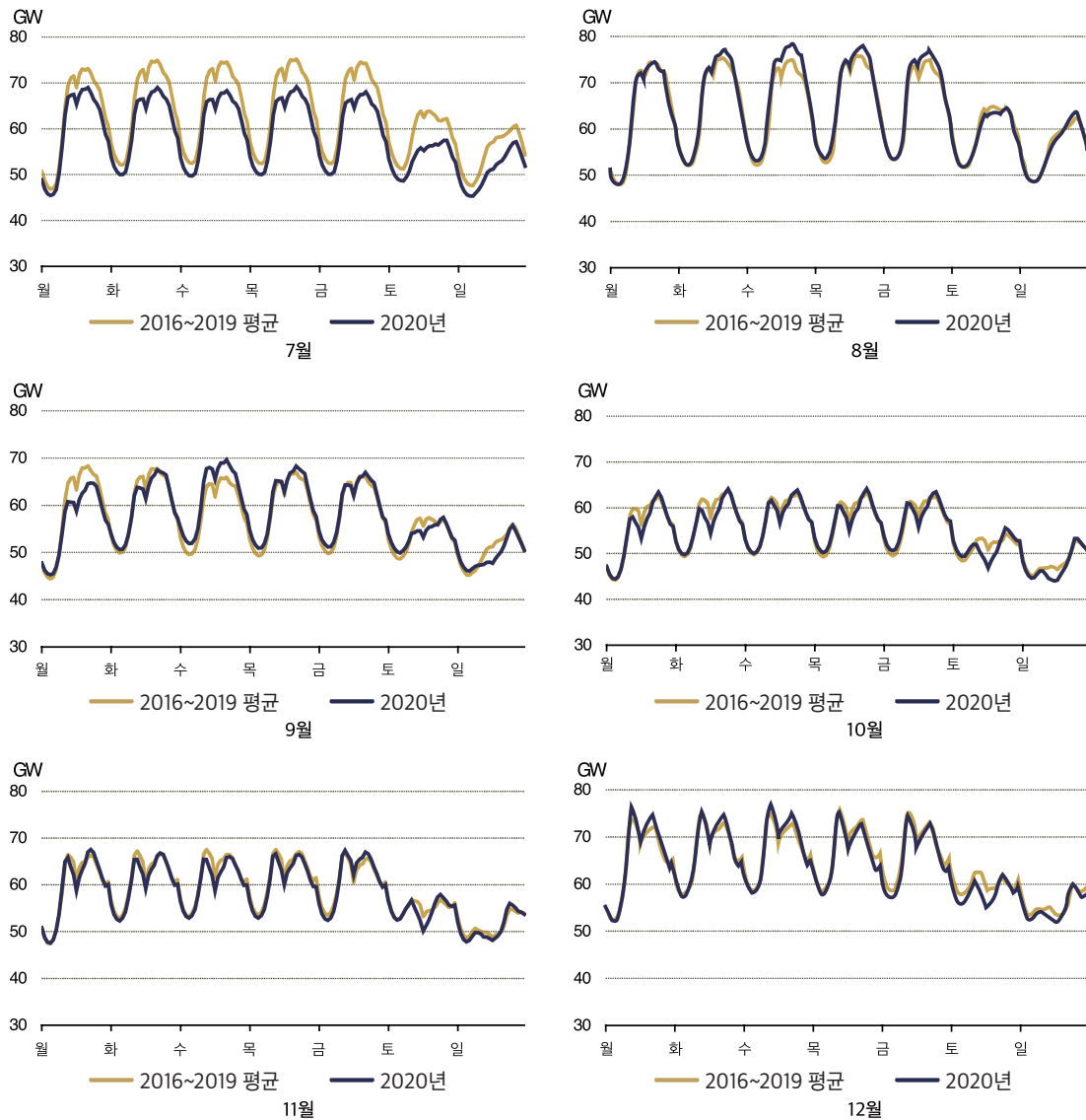


다음은 위의 데이터에서 주간 평균 소비 패턴을 추출하여 코로나19로 인해 전기 소비 패턴의 변화가 있는지를 살펴보았다. 코로나19 감염자가 폭증하기 시작한 2월이나 사회적 거리두기를 시작한 3월에는 전반적으로 이전 4년 평균에 비해서 전기 소비가 낮기는 했지만 그 차이는 크지 않았다. 전기 소비의 차이를 보인 것은 5월, 7월이며, 다른 달은 유의미한 차이를 보이지 않았다. 8월, 9월, 12월의 경우 오히려 지난 4년 평균보다 2020년의 주간 전기 소비가 더 큰 것으로 나타났다. 2020년 7월의 경우에는 2016~2019년 7월 평균 대비 냉방도일이 61.7도일이나 낮았기 때문에 냉방용 에너지 소비 감소도 일부 영향을 미쳤을 것으로 생각되나 5월에는 난방도일 차이가 크지 않아 기온 효과로는 설명이 부족하다.

2020년 주간 전기 소비의 또 다른 특징은 평균 전기 소비가 낮아지더라도 일 최저 부하는 연도에 걸쳐 별다른 차이가 없지만, 5월과 7월의 경우에는 최저 부하도 눈에 띄게 낮아졌다는 점이다. 또한 평일 전기 소비는 수평 이동 형태의 모습을 보이지만 주말 전기 소비는 소비량만이 아니라 소비 패턴의 차이도 크게 나타나고 있다. 코로나19 확산에 따른 전기 소비의 변화를 시각적으로 분석한 결과를 정리하면, 2020년 전기 소비가 전반적으로 낮아지긴 했지만 이전 4개년 평균과 비교할 때 두드러진 차이를 보이는 것은 5월, 7월에만 나타났다. 이는 전기 소비의 변화가 코로나19 감염 확진자 발생 추이나 그로 인한 국내 방역 조치 강화 시기와는 상관관계가 별로 없는 것으로 판단된다.

이러한 결과는 2020년 설 연휴와 추석 연휴의 전기 소비 패턴에서도 간접적으로 추론할 수 있다. 코로나19 감염 확산의 위기감이 덜했던 설 연휴와 코로나19 확산에 대한 위기감이 사회 전반에 퍼져있던 추석 연휴의 전기 소비를 살펴보면, 설 연휴나 추석 연휴 모두 이전 시기와 소비 패턴의 차이가 나타나지 않았다.

그림 2 2016~2019년 월별 평균 주간 전기 소비와 2020년 월별 평균 전기 소비(계속)



나. 연간 소비 및 부하 지표

다음 <표 1>은 2016년 이후 전기 소비의 주요 지표를 보여주고 있다. 전기 소비는 총 송전단 발전량에서 양수 동력을 제외한 전기 소비로 계산한다. 전기 소비는 2016년 504.5 TWh에서 2018년 532.0 TWh로 증가한 후 2019년에는 525.3 TWh로 감소하였다. 코로나19가 발생한 2020년에는 감소폭이 증가하여 511.6 TWh까지 줄어들었다.³⁾ 전기 소비의 감소는 코로나19로 인한 경제 활동 부진이 가장 큰 원인인긴 하지만, 2019년 국내총생산(GDP)이 전년 대비 2.0% 증가했음에도 불구하고 전기 소비는 1.3% 감소한 것과 비교

3) 한국전력통계의 전기 판매량 기준으로는 전년 대비 2.2% 감소한 509.3 TWh로 집계되었다.

하면 2020년은 국내총생산이 1.0% 감소에 전기 소비는 2.6% 감소했기 때문에 생산 감소에 비해 전기 소비 감소가 크지는 않았다고 할 수 있다.

표 1 연간 전기 소비량 및 소비 행태 주요 지표

변수명	2016	2017	2018	2019	2020
총 수요(TWh)	504.52	515.44	531.96	525.25	511.63
최소 부하(GW)	36.95	37.00	38.17	38.48	36.51
최대 부하(GW)	79.45	80.55	86.28	85.40	84.72
최소/최대 비율(%)	46.51	45.93	44.23	45.07	43.09
부하율(%)	72.30	73.05	70.38	70.22	68.75
90% 이상의 최대 부하 평균 지속 시간(h)	4.57	4.43	4.71	3.03	3.88
90% 이상의 최대 부하 시간 합계(h)	393	554	400	176	217
소비 변동률(%)	1.88	1.92	1.80	1.81	1.82
평균 소비 변동 증가(GW)	1.58	1.62	1.62	1.59	1.58
평균 소비 변동 감소(GW)	-1.42	-1.49	-1.50	-1.50	-1.51
최대 부하 증가(GW)	9.19	9.04	9.88	9.19	9.67
최대 부하 감소(GW)	-5.64	-5.75	-5.77	-6.00	-5.60
연속 증가하는 최대 변화(GW)	28.83	28.47	30.29	28.07	26.30
연속 감소하는 최대 변화(GW)	-26.05	-26.43	-28.76	-27.96	-29.37
연중 소비 방향 변화 횟수	2475	2380	2292	2146	1961

이에 대한 원인은 크게 두 가지로 분석할 수 있다. 첫째, 2019년 전기 소비는 산업과 서비스업 등 생산 부문에서 감소한 것에 비롯하여 가정 부문 등 전 부문에서 감소가 발생했지만 2020년에는 생산 부문의 감소에도 불구하고 가정 부문에서는 증가했다. 2019년에는 석유화학 설비 보수 등의 이유로 제조업 생산지수가 전년 대비 둔화되면서 산업 부문 소비가 정체되고 기온효과로 건물 부문의 에너지 소비도 감소하였지만, 2020년에는 코로나19로 인한 전반적인 생산활동 부진으로 산업 및 서비스 부문 소비가 줄고 수송 부문 소비도 크게 감소하였지만, 사회적 거리두기와 재택근무 증가로 인해 가정 부문의 소비는 증가하였다. 둘째, 2019년은 최고 기온은 낮아지고 최저 기온은 올라가면서 비교적 온화한 날씨 분포가 되었고 이는 가정이나 서비스 부문의 전기 소비 감소 요인으로 작용하였다. 반면 2020년은 최고 기온, 최저 기온 그리고 평균 기온 모두 2019년에 비해 약간 하락하였다. 즉, 냉방 수요가 감소할 요인이 있지만, 동시에 난방 수요 증가의 요인도 있었기 때문에 가정 부문에서는 소비 증가의 요인으로 작용하였고, 서비스 부문에서는 생산 감소 대비 에너지 소비 감소가 크지 않은 것으로 나타났다.

최대 소비의 변화도 전기 소비량과 비슷한 모습을 보이고 있다. 연간 최대 소비는 2016년 79.4 GW에서 2018년 86.3 GW로 증가한 후, 2019년 85.4 GW로 감소하였으며, 2020년에는 84.7 GW까지 하락하였다.

하지만, 2020년 전기 소비량이 전년 대비 2.59% 감소한 것에 비해 최대 소비 감소는 0.80%로 상대적으로 작은 편이다. 최대 소비 발생 시점도 2019년에는 8월 13일 17시였으며, 2020년에는 8월 26일 15시였다. 이는 코로나19로 인해 전반적으로 소비가 감소했지만, 하절기 최대 소비에는 별다른 영향을 미치지 않았다는 것을 의미한다. 또한 최대 소비에 비해 평균 전기 소비가 더 빠르게 감소하면서 부하율은 하락하였다. 반면, 최저 소비는 2019년까지 지속적으로 증가하다 2020년 5.1%가량 대폭 감소하였다.

90% 최대 소비 범위 지속 시간은 2016년 평균 4.57시간에서 2018년 4.71시간으로 증가하다 2019년 3.03시간으로 대폭 짧아졌다. 2020년에는 3.88시간으로 다시 길어졌으나 2019년 이전의 수준에 비해서는 여전히 최대 소비 범위 지속 시간이 짧은 수준이다. 최대 소비 시간도 2018년까지 400시간 가까이 또는 그 이상이었으나 2019년 176시간으로 대폭 감소하였으며, 2020년에도 217시간 수준에 머물렀다. 이전과 비슷한 최대 소비 크기, 줄어든 전기 소비량, 짧아진 최대 소비 범위 지속 시간이나 최대 소비 시간은 2020년에 전기 소비가 감소했지만 특정 조건에서 순간적으로는 전기 소비가 이전 수준과 비슷한 크기로 발생했다는 것을 의미한다.

소비 변동률은 2020년 1.82%로 그 이전 시기와 특별히 다른 점은 없다. 오히려 2017년의 소비 변동률이 1.92%로 높은 편이었다는 점이 특징이다. 2020년 평균 소비 변동은 소비 증가의 경우 1.579 GW, 소비 감소의 경우 1.511 GW로 나타났다. 그 이전 시기와 비교해서 코로나19 시기 평균 소비 증가의 크기는 줄어들고 평균 소비 감소는 증가한 것이다. 하지만 최대 소비 증가는 9.667 GW로 이전 시기 평균에 비해 커졌으며, 최대 소비 감소는 5.603 GW로 이전 평균에 비해 다소 작아졌다. 즉, 코로나19 시기 우리나라 전기 소비는 증가하는 시간대의 평균 증가 크기는 작아졌지만 최대 증가 크기가 커진 반면, 전기 소비가 감소하는 시간대에는 평균 감소 크기는 커지고 최대 감소 크기는 작아졌다는 특징이 있다.

소비가 연속해서 증가하는 최대 변화는 2020년 26.3 GW로 나타나 코로나19 이전 시기에 비해 크게 감소하였다. 반면 소비가 연속해서 감소하는 소비 최대 변화는 29.4 GW로 이전 시기에 비해 증가한 것으로 나타났다. 한편, 연중 소비 변화의 방향이 바뀌는 횟수는 꾸준히 감소하고 있었는데, 2020년에는 1961회로 이전 시기에 비해 감소폭이 확대되었다. 즉, 하루 평균 6회 이상 출력이 증가에서 감소로 또는 감소에서 증가로 바뀌었지만 코로나19 시기에는 그 횟수가 5.36회로 크게 줄어들었다.

3. 부문별 소비 패턴의 변화

3장에서는 한국전력공사의 AMR 자료를 이용하여 코로나19가 세부 부문별 전기 소비 패턴에 미친 영향을 살펴보고자 한다.⁴⁾ 한국전력공사의 AMR 자료는 AMR 기기가 보급된 소비자의 전기 구매 상황을 보여준다. 아직은 AMR 기기가 전체 소비자에게 보급된 것이 아니고 연도마다 보급량이 다를 수 있기 때문에 실

4) 실제 전기 소비 패턴은 BTM(Behind The Meter)을 포함한 소비자의 소비 행태를 파악해야 한다. AMR 데이터를 비롯하여 앞서 분석에 사용된 총 소비 자료는 BTM을 포함하지 않기 때문에 네트워크 또는 발전 설비 입장에서 보는 실시간 전기 거래 패턴이라고 할 수 있다. 여기서는 소비자의 소비 변화를 강조하기 위해서 소비 패턴이라는 용어를 사용하였다.

제 소비량과는 차이가 있지만, 세부 업종별 소비 패턴의 변화를 볼 수 있는 중요한 자료이다. 따라서 여기서는 소비량의 변화가 아니라 소비 패턴의 변화에 주목하고 있다. 전기 소비 패턴의 변화란 시간별 전기 소비의 이동을 의미한다. 다음에 설명하는 전기 소비 지수 계산 방법에 의해 시간별 전기 소비의 이동은 전기 소비 곡선의 좌우 변화로 나타난다. 즉, 전기 소비 곡선이 0을 중심으로 변동폭이 좁아지거나 커지는 것은 소비 패턴의 변화보다는 소비량의 변화를 의미한다는 점에 유의해야 한다. 우선, 제조업, 서비스업, 주택으로 구분하여 부문별 소비 패턴을 살펴보고, 다시 코로나19의 영향을 많이 받았을 것으로 예상되는 특정 업종들을 선별하여 변화를 비교하였다.

가. 분석 방법

한국전력공사에서 제공하는 AMR 데이터는 계약종별과 세부 업종별로 분류되어 있다. 세부 업종은 제조업 24개를 비롯하여 총 79개 업종으로 세분화된다. 앞서 언급한 것처럼 전체 전기 소비자의 소비 데이터가 아니기 때문에 세부 업종의 연간, 월간, 일간 대표 소비 패턴 지수를 추출하여 소비 행태를 비교한다. 일일 소비 패턴은 시간 소비 패턴 지수로 구성되며, 시간 소비 패턴 지수는 다음과 같이 계산한다.

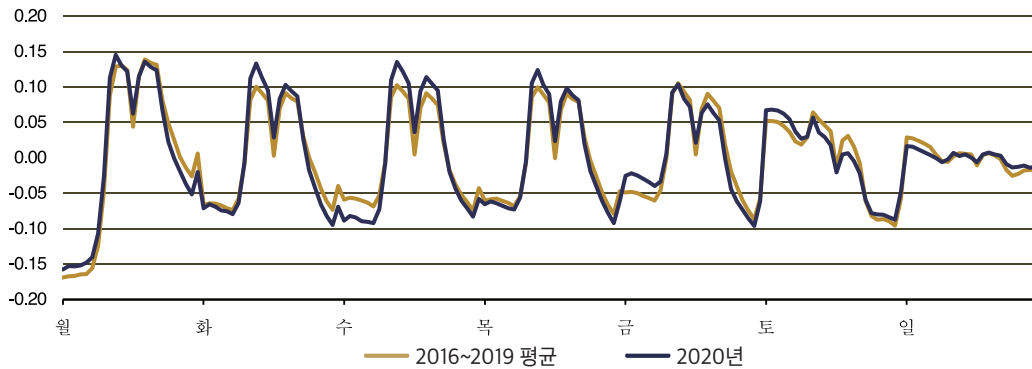
$$\hat{L}_{i,t} = \frac{AMR_{i,t} - \text{mean}(AMR_{i,t}|i)}{\text{mean}(AMR_{i,t}|i)}$$

즉, 일일 소비 패턴은 평균으로 표준화한 매시간 전기 소비와 당일 평균 소비와의 차이이다. 시간 소비 패턴 지수는 당일 평균 소비의 크기로 표준화되었기 때문에 일간 소비 변동(across-day variation)으로 인한 소비 패턴 변화 효과를 제거하고 소비 패턴의 변화를 관찰할 수 있다. 또한 시간 소비 패턴 지수를 이용하여 소비 변동성 지수인 평균 대비 표준 편차를 구할 수 있다.

나. 부문별 전기 소비 패턴 지수

제조업의 전기 소비 패턴 지수는 코로나19 이전 3년 평균과 차이가 크지 않지만, 5월과 9월이 다른 월에 비해 차이를 보이고 있다. 아래 [그림 3]은 2016년에서 2019년까지 5월 제조업의 평균 전기 소비 패턴과 2020년 전기 소비 패턴을 사례로 보여주고 있다. 2020년 제조업 전기 소비 패턴은 평균 대비 최대 소비와 최저 소비의 격차가 커졌다는 점이 특징이다. 이러한 변화는 뒤에 살펴볼 서비스업의 전기 소비 패턴 변화와는 상반된다. 서비스업에서 전기 소비 패턴의 변화를 보인 세부 업종의 경우 대부분 이전 시기에 비해 최대 소비와 최저 소비의 폭이 감소하는 모습을 보이고 있다.

그림 3 제조업 전기 소비 패턴(5월)

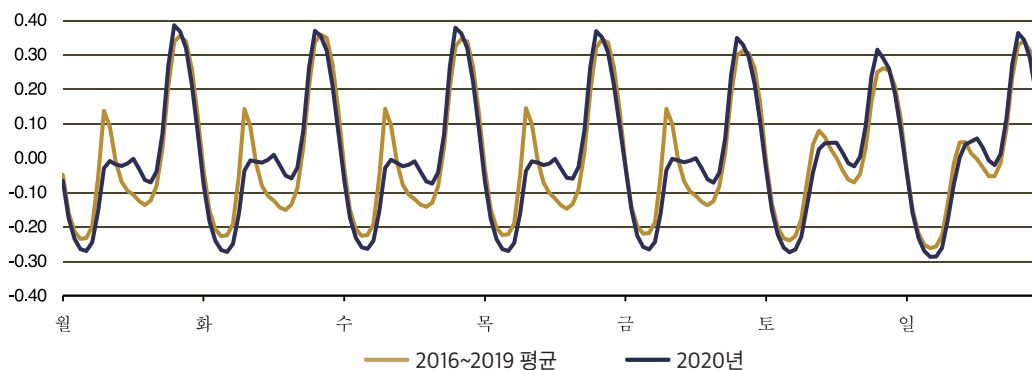


주: 한국전력공사 AMR 데이터를 이용하여 저자 작성

제조업의 최대 소비와 최저 소비의 변화는 실제 최대 소비가 커지고 최저 소비가 작아진 것으로 해석해서는 안 된다. 제조업의 경우 전기 소비 수준이 감소했지만 최대 소비와 최저 소비가 상대적으로 덜 하락하였으며, 최대 소비보다는 최저 소비의 감소가 더 컸다. 이는 총 전기 소비 패턴 변화와 유사하며, 산업용 전기 소비 비중을 고려할 때, 이러한 제조업의 소비 패턴 변화가 총 전기 소비 패턴에 영향을 미친 것을 알 수 있다. 또한 이러한 특징은 2020년 전체에 걸쳐 나타나고 있다. 즉, 제조업의 전기 소비 패턴 변화는 코로나19 감염의 확산 정도에 직접 영향을 받은 것보다는 코로나19 확산으로 인한 국내 및 국제 경기 침체 그리고 2020년 이전부터 진행되던 전기 소비 증가세 둔화 추세가 겹친 것으로 판단된다.

주택 전기 소비는 제조업 전기 소비에 비해 코로나19에 대한 반응이 즉각적으로 발생했고 그 변화도 오랫동안 유지되었다. 2020년 1월 주택의 주간 전기 소비 패턴은 그 이전 시기와 다르지 않았다 하지만 코로나19 확진자가 처음 폭발적으로 발생하기 시작한 2월 이후에 평균 소비 패턴에서 약간 변화가 생기더니, 3월 이후는 이전 연도들과 다른 형태의 소비 패턴이 나타났다. 이러한 소비 패턴의 변화는 정도의 차이는 있지만 12월 까지 유지되고 있다. [그림 4]는 2016~2019년 3월의 주택용 평균 전기 소비 패턴과 2020년 3월의 전기 소비 패턴을 보여주고 있다.

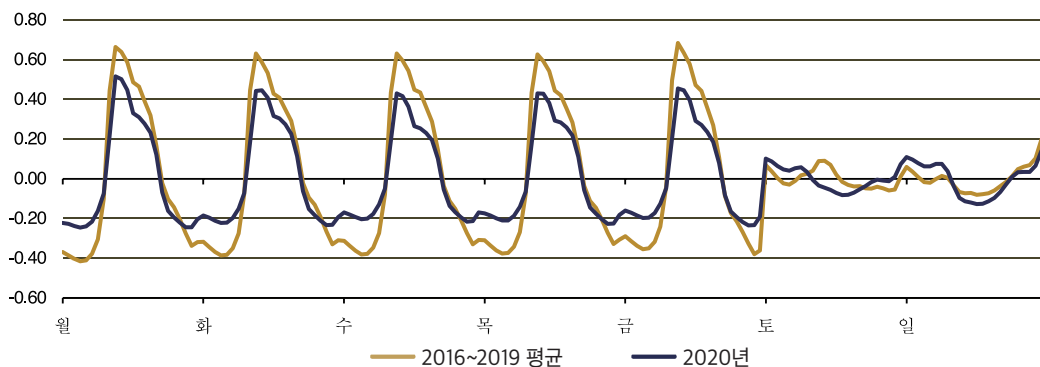
그림 4 주택용 전기 소비 패턴(3월)



주: 한국전력공사 AMR 데이터를 이용하여 저자 작성

2020년 주택용 전기 소비 패턴은 그 이전과 비교할 때 최대 소비 시점 발생 시점과 일 평균 대비 최대 소비의 비율에는 변화가 없었다. 두드러진 차이점은 이른 아침과 오전 시간대에 발생했다. 코로나19 이전 시기 주택용 전기 소비는 출근 시간 전 오전 피크를 기록하고 점심때까지 감소하였다. 하지만 코로나19 확산 이후 재택근무가 증가하면서 출근 시간 이전의 전기 소비 봉우리는 평탄화되고 점심시간까지 유지되는 현상이 발생했다. 이는 근무일과 휴일의 변화를 비교하면 확연하게 나타나는 차이이다. 또한, 평균 소비 대비 최대 소비 수준은 큰 변화가 없지만, 최저 소비 수준은 전반적으로 감소한 것도 눈에 띄는 변화이다. 이러한 변화는 냉방 소비가 급증한 여름에 일시적으로 반전되지만 2020년 연말까지 유지된 소비 패턴이다. 서비스 부문은 세부 업종별로 코로나19에 대한 반응이 다르게 나타났다. 코로나19에 대한 방역 조치에 가장 민감하게 반응한 부문은 교육 부문이었다. 2020년 초 코로나19 확산에 대한 방역 조치로 신학기를 맞은 학교들은 이전에 시행해 본 적이 없는 온라인 수업을 진행하거나 개강을 연기하기도 했다. 많은 학교에서는 건물들이 폐쇄되거나 외부인의 사용이 금지되기도 했다. 이는 교육 서비스 부문의 전기 소비를 급격하게 감소시켰다. 다음 [그림 5]는 3월의 교육 서비스 전기 소비 주간 패턴을 보여주고 있다. 2020년 교육 서비스 전기 소비 패턴의 특징은 이전 시기에 비해 소비량의 감소가 크게 발생했으며, 하루 평균 대비 최대 및 최저 소비의 폭이 크게 줄어들었다는 점이다. 하지만 시간 또는 요일별 소비 행태는 변화가 별로 없었다. 이러한 변화는 1학기가 진행 중이었던 3월에서 6월까지 뚜렷하게 나타났지만, 방학 이후 2학기의 전기 소비 패턴은 코로나19 이전의 전기 소비 패턴을 회복하였다. 한편, 또 다른 변화는 2020년 전기 소비 패턴 지수가 그 이전 시기에 비해 평균으로 수렴했다는 점이다. 이는 최저 소비에 비해 최대 소비가 크게 줄어들고 평균 소비도 최저 소비 감소에 비해 더 많이 줄었다는 것을 의미한다.

그림 5 교육서비스 전기 소비 패턴 (3월)

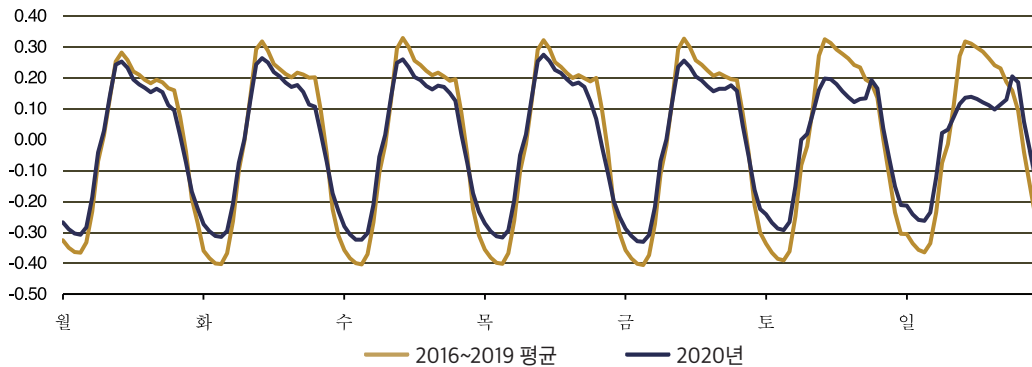


주: 한국전력공사 AMR 데이터를 이용하여 저자 작성

교육서비스와 비슷한 변화 모습을 보이는 부문은 예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스업이었다. 공연 및 스포츠 업종에서 대규모 행사가 연기 또는 지연됨에 따라 전기 소비의 감소도 크게 발생했으며, 교육 서비스와 비슷하게 최대 및 최저 소비의 폭이 크게 감소하였다. 또한 주중의 변화보다 행사가 많은 주말의 변화가 더 크게 나타났다. 교육 서비스와 다른 점은 교육 서비스의 경우 2020년 여름방학부터 이전 전기 소비 패턴으로 복귀하는 경향을 보인데 반해 예술, 스포츠 및 여가 서비스는 전기 소비 패턴의 변화가 연중 내

내 유지되었다는 점이다.

그림 6 예술, 스포츠 및 여가업 전기 소비 패턴 (3월)

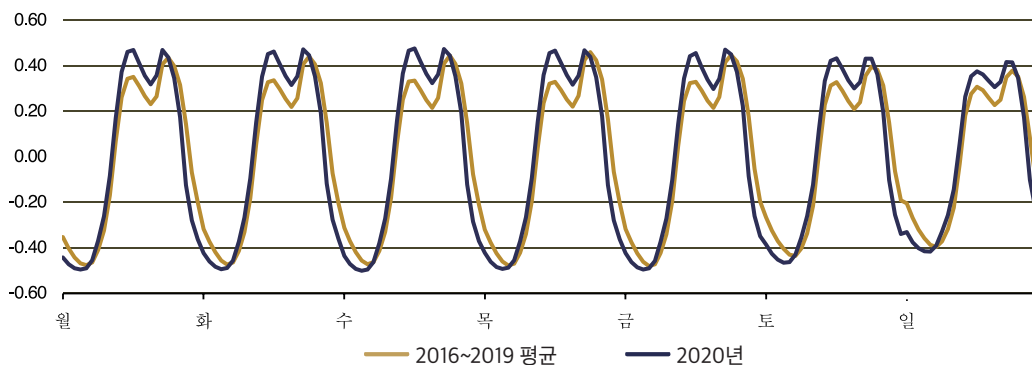


주: 한국전력공사 AMR 데이터를 이용하여 저자 작성

한편, 소매업과 음식점은 코로나19로 인한 경기 침체의 타격을 크게 받은 업종으로 알려져 있다. 영업시간 제한이나 매장 내 인원 제한 등 방역 조치로 직접적인 규제를 받기도 했다. 하지만 전기 소비 패턴의 측면에서만 보면 코로나19 방역 강화로 인해 소매업과 음식점의 전기 소비 패턴이 변한 모습을 발견할 수는 없었다. 이러한 현상은 숙박업도 마찬가지였다. 코로나19로 국내외 여행이 크게 제한되었지만, 숙박업의 전기 소비 패턴은 그다지 변화를 보이지 않았다. 다만, 음식점의 전기 소비의 경우 유독 12월에 전기 소비 패턴의 변화가 발생했다. 변화 특징으로는 이전에는 보통 저녁 시간에 최대 소비를 기록하던 것에서 점심과 저녁의 차이가 거의 없어졌으며, 저녁 이후 소비 감소 시간이 조금 빨라졌다는 점이다.

코로나19로 인해 소매업, 음식점, 숙박업 등의 매출이 줄었음에도 전기 소비 패턴에 변화가 적다면, 이는 해당 업종이 매출과 상관없이 영업을 위해 사용되어야 하는 전기 소비량이 많다고 생각할 수도 있다.

그림 7 음식점 및 주점업 전기 소비 패턴 (12월)



주: 한국전력공사 AMR 데이터를 이용하여 저자 작성

위의 세부 업종별 전기 소비 패턴 변화 분석 사례를 종합하면, 코로나19로 인해 전기 소비 패턴이 변한 업종은 제한적이며 대부분의 업종에서는 전기 소비 감소로 인한 전기 소비 곡선의 하향 이동만이 발생한 것으로 파악된다. 여기서 전기 소비 패턴의 변화는 전기 소비 시간대의 이동을 의미한다. 이러한 전기 소비 패턴의 변화는 주택용에서만 발생하였고 나머지 대부분은 전기 소비량의 변화만 발생하였다.

제조업이나 주택, 교육 서비스 등에서 관찰되는 전기 소비 패턴의 변화에 대해서는 일반적인 설명이 가능하다. 제조업의 경우 가동률 하락과 산출물 감소가 있었지만 코로나19 확산으로 인한 대규모 조업 중지 등이 발생하지 않고 공장 단위의 산발적 방역 수준이었기 때문에 소비 패턴의 변화보다는 소비량 감소가 주로 발생했다. 교육 서비스의 경우도 비대면 수업 또는 개학 연기로 인해 전기 소비가 변했지만, 건물 이용 패턴이 변한 것이 아니기 때문에 코로나19의 영향이 전기 소비 패턴의 변화가 아니라 소비량 감소로 나타났다. 반면, 주택은 재택근무와 온라인 수업 등 비대면 활동 증가로 주택 거주 시간이 늘어나고, 대면 활동을 대체하는 비대면 활동이 주로 오전 시간에 집중되어 있기 때문에 코로나19 이후 주택 전기 소비 시간대의 변화가 발생하였다. 재택근무로 인한 주택 전기 소비 변화에 상응하여 다른 부문 소비 패턴 변화가 보이지 않는 것은 재택근무가 주로 사무직에 국한되고 자발적 또는 부분적 재택근무가 추진되어 근무지의 기저 전기 소비에는 변화가 없었기 때문으로 분석된다.

한편, 소매업이나 음식점, 숙박업의 전기 소비 패턴 변화가 발생하지 않은 것은 일반적인 예상과 다른 결과이다. 특히 음식점 및 주점 같은 경우 심야 영업을 제한되었기 때문에 전기 소비 패턴의 변화를 예상하였으나 한국전력공사의 AMR 데이터에서는 이러한 현상이 발견되지 않았다. 비대면 활동 증가와 함께 늘어난 온라인 상거래로 인해 정보통신업이나 창고 및 운송 서비스업의 전기 소비 패턴도 변화가 예상되었으나 전기 소비 패턴 지수에서는 유의미한 변화를 찾을 수가 없었다. 다만, 그 변화가 현저하든 아니든 미세하든 서비스 업종에서는 최대 및 최저 소비가 평균으로 수축하는 경향을 보였다. 이는 앞서 설명한 것처럼 서비스 부문의 실제 전기 소비가 최저 부하 방향으로 줄어들었기 때문으로 분석된다.

제조업의 최저 소비는 2019년 감소한 반면, 2020년은 가장 높은 수준을 기록하였다. 제조업의 AMR 기기 보급이 이미 거의 포화 수준이기 때문에 이는 AMR 보급 수준의 변화 영향보다는 2020년 제조업 소비 패턴의 특성이라고 할 수 있다.

4. 발전 부문

4장에서는 코로나19 팬데믹이 우리나라 전력 시장에 미친 영향을 전반적으로 살펴보고자 한다. 하지만 발전 부문에 대한 상세 데이터가 부족하기 때문에 종합적이고 균형 잡힌 분석은 어려운 상황이다. 여기서는 입수 가능한 데이터에 따라 우리나라 전력 시장의 상황을 파악하고자 했다. 본 장에서는 우선 재생에너지 발전과 순 부하에 대해서 살펴본다. 우리나라에서도 재생에너지 발전이 빠르게 증가하면서 재생에너지의 출력 제한이나 덕 커브에 대한 문제를 인식하고 있는 상황이다. 따라서 변동성 비급전 재생에너지 발전을 우선 검토한 후, 발전 부문의 온실가스 및 미세먼지 배출 변화를 살펴본다.

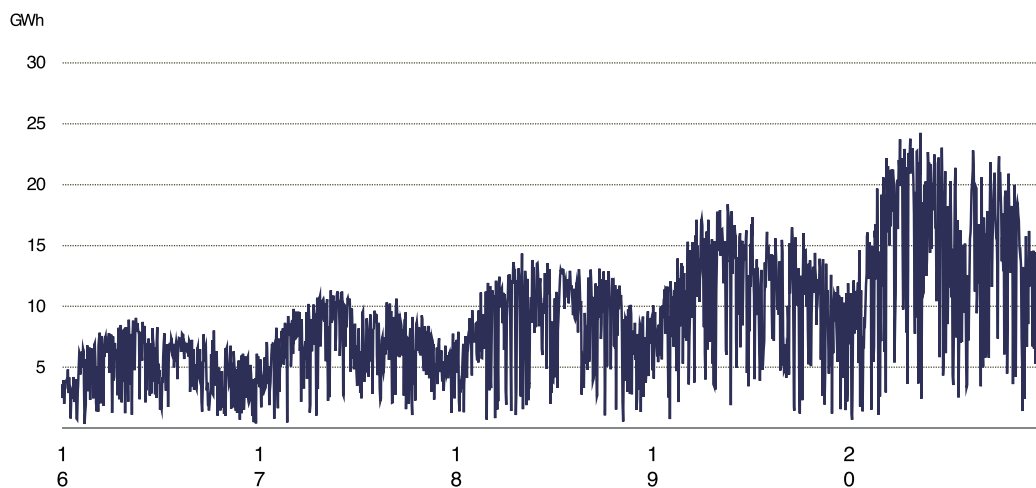
가. 재생에너지 발전과 순 부하(Net Load)

우리나라는 재생에너지 발전, 특히 태양광과 풍력의 발전 비중이 아직은 낮은 상황이지만 빠르게 증가하고 있는 상황이다. 여기서 재생에너지는 태양광, 풍력, 해양 에너지 등 변동성 재생에너지(variable renewables) 발전을 의미한다. 변동성 재생에너지 발전은 계통 안정성을 위한 출력 제한을 제외하면 생산된 전기를 제한 없이 전력망에 공급하기 때문에 코로나19로 인한 영향이 있었다고 보기 어렵다. 하지만 코로나19로 인한 전기 소비 감소 및 소비 패턴의 변화와 변동성 재생에너지 발전 증가가 결합되면서 전력 시스템의 어려움이 발생할 수 있다.⁵⁾ 따라서 전력 시스템이 대응해야 하는 부하를 추출하기에 앞서 2016년 이후 변동성 재생에너지 발전의 변화를 먼저 살펴본다.⁶⁾

태양광 발전량은 2020년 5.08 TWh로 2019년 대비 31.9% 증가하였다. 같은 기간 전기 소비가 2.6% 감소하면서 태양광 발전이 총발전량에서 차지하는 비중은 2019년 0.73%에서 2020년 0.98%로 확대되었다.⁷⁾ 아래 [그림 8]은 2016년 이후 태양광 발전의 일일 발전량 추이를 보여주고 있다. 발전량 증가 이외에 2020년 태양광 발전의 특징은 장마 기간이 길어 여름철 발전량이 상대적으로 낮았다는 점이다.

반면 풍력 발전은 2019년 2.67 TWh에서 2020년 3.13 TWh로 17.3% 증가하였다. 풍력 발전이 2020년 총발전량에서 차지하는 비중은 0.61% 수준이다. 풍력은 동절기 발전량이 많은 반면 하절기 발전량이 감소하는 모습으로 태양광과는 계절적으로 반대의 발전 패턴을 보이고 있다.

그림 8 2016~2020년 태양광 일일 발전량 추이

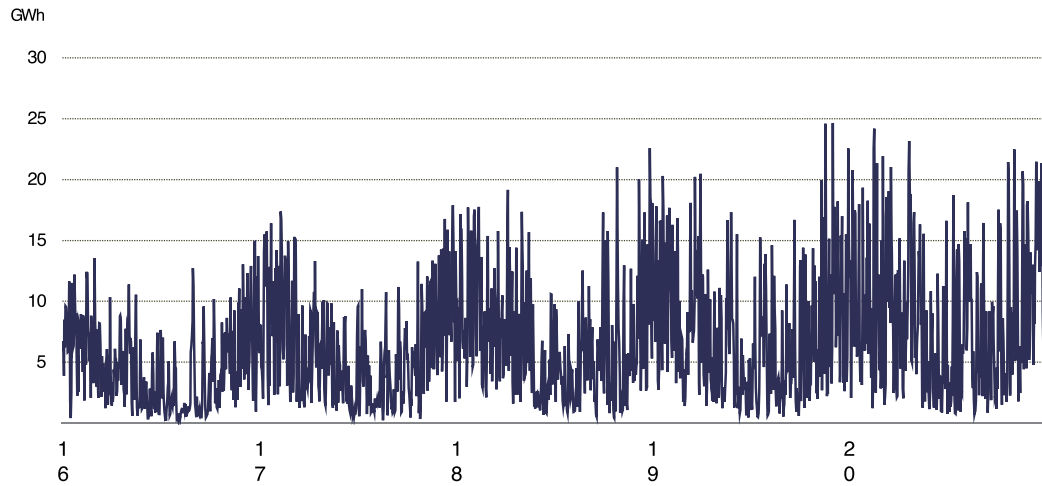


5) 재생에너지 발전 비중이 높은 국가의 경우 코로나19로 인한 급격한 소비 감소는 재생에너지의 출력 제한이 증가한 것으로 관찰되고 있다(Ruan, et al., 2021).

6) 해양에너지의 경우 발전량이 일정하고 발전 패턴이 주기적이기 때문에 태양광과 풍력만 분석하였다.

7) 송전단 발전량 대비 비중을 의미한다. 앞서 설명한 것처럼 배전망을 통해 한국전력과 직접 거래하는 소규모 태양광 발전은 포함하지 않기 때문에 한국전력통계와는 다를 수 있다.

그림 9 2016~2020년 풍력 일일 발전량 추이



누적 발전량 기준으로 태양광이나 풍력의 비중은 아직 극히 낮은 수준이지만, 시간당 발전에서 태양광 발전이 차지하는 최대 비중은 2019년 4.2%에서 2020년 6.1%까지 증가하여 발전 시스템에 미치는 영향은 수력(2020년 5.9%)보다 더 커졌다. 태양광 발전의 변동성은 발전 규모가 커지면서 줄어들고 있긴 하지만, 다른 발전원에 비해서는 압도적으로 변동성이 높은 편이다.

풍력의 경우도 태양광과 비슷한 모습이 관찰된다. 풍력도 발전량 비중에 비해서는 최대 부하 기여도가 높은 편이지만 시간당 발전에서 차지하는 최대 비중은 2.26% 수준으로 태양광보다는 낮다. 또한 풍력의 출력 변화도 태양광 발전의 출력 변화에 비해 작은 편이다.

전력 시스템이 대응하는 순 부하는 총 발전에서 변동성 재생에너지를 제외한 부하로 정의한다. 다음 <표 2>는 순 부하에 대한 주요 지표 계산 결과를 보여주고 있다. 총 발전 대비 순 부하의 크기는 재생에너지 발전이 증가하면서 점차 감소하고 있다. 이는 발전량, 최저 부하, 최대 부하에서 모두 나타나고 있지만, 특이점은 최대 부하에 비해 발전량이나 최저 부하의 감소가 크다는 점이다. 즉, 재생에너지 발전의 증가가 순 부하로 측정한 최대 부하의 감소로 이어지지 않는다는 것을 의미한다. 이는 재생에너지 발전 패턴이 전기 소비 패턴과 일치하지 않기 때문이다. 태양광의 경우 봄과 가을에 발전량이 많으며 풍력은 겨울철에 발전량이 증가한다. 반면 총 소비의 최대 부하는 태양광 발전이 감소하는 8월 또는 1월에 발생하였다.

표 2 순부하 주요 지표

변수명	2016	2017	2018	2019	2020
총 수요(TWh)	505.26	515.80	531.05	522.85	507.32
최소 부하(GW)	39.42	37.95	39.85	38.88	36.35
최대 부하(GW)	78.85	79.98	85.32	84.24	83.60
부하율(%)	72.95	73.62	71.05	70.85	69.09
90% 이상의 최대 부하 평균 지속 시간(h)	4.60	4.51	4.65	2.90	3.74
90% 이상의 최대 부하 시간 합계(h)	377.00	519.00	395.00	177.00	198.00
소비 변동률(%)	1.63	1.66	1.57	1.60	1.61
평균 소비 변동 증가(GW)	1.28	1.31	1.32	1.32	1.36
평균 소비 변동 감소(GW)	-1.29	-1.36	-1.36	-1.38	-1.34
최대 부하 증가(GW)	7.82	8.05	8.93	8.33	8.49
최대 부하 감소(GW)	-5.64	-5.64	-5.63	-5.56	-5.73
연속 증가하는 최대 변화(GW)	24.89	25.42	26.06	25.41	24.41
연속 감소하는 최대 변화(GW)	-23.07	-58.33	-63.93	-63.47	-27.22
연중 소비 방향 변화 횟수	2583	2412	2350	2228	2109

주: 전력거래소 자료를 이용하여 저자 계산

한편, 재생에너지 발전을 제외한 후 부하의 평균 시간당 출력 변화는 재생에너지 발전을 제외하기 전보다 증가하고 있다. 연속적인 출력 상승의 크기도 재생에너지 발전을 제외하면 더 커지고 있는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 출력 변화가 심한 재생에너지 발전이 증가하면서 나타나는 것으로 분석된다. 출력 변화의 방향이 바뀌는 횟수도 재생에너지 발전이 증가하면서 늘어나고 있다. 또한, 출력 변화의 증가는 부하 변동성의 증가로 나타났다. 실현 변동성으로 측정된 순 부하의 변동성은 총 발전의 변동성보다 큰 것으로 계산되었다. 이는 변동성을 측정하는 다른 지표에서도 마찬가지였다.

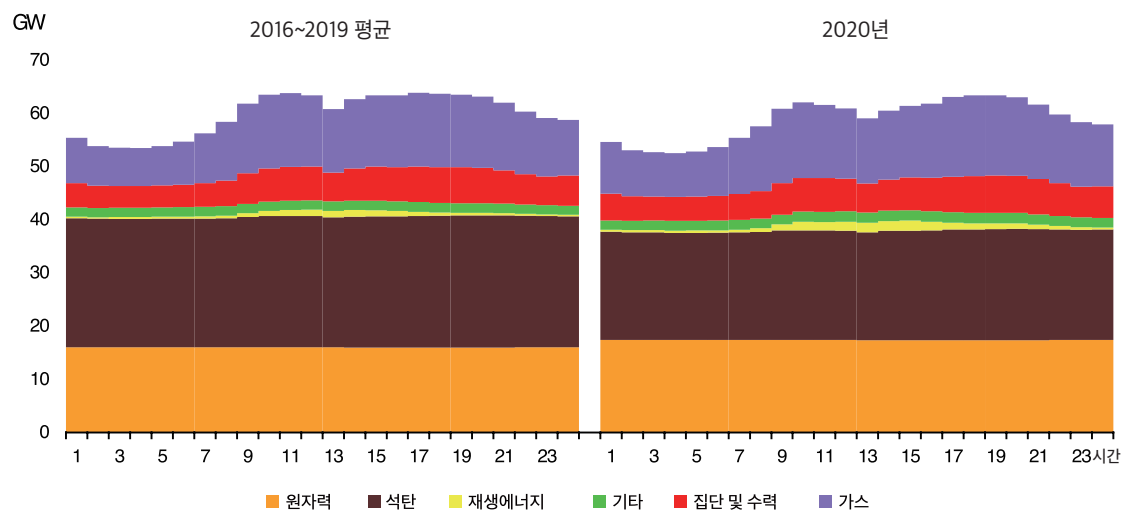
앞의 설명을 요약하면 2020년 코로나19 팬데믹의 영향으로 소비가 낮아지면서 총 발전도 감소하였고, 여기에 변동성이 심한 재생에너지 발전이 증가하면서 순 부하의 감소와 변동성이 확대되었다. 그럼에도 불구하고 재생에너지가 총 발전에서 차지하는 비중이 아직은 상대적으로 매우 낮은 편이기 때문에 재생에너지 비중이 높은 다른 국가들과 비교하여 연간 지표에서는 큰 문제점이 발생할 수준은 아니라고 할 수 있다. 하지만, 전력 시스템 입장에서는 순간적인 이상 현상이 계통의 안정성을 위협하는 상황을 초래하기 때문에 연간 지표가 아니라 보다 짧은 단위 시간의 현상을 파악할 필요가 있다. 특히 앞서 설명한 것처럼 재생에너지 발전의 패턴과 전기 소비 패턴이 상이하기 때문에 낮은 전기 소비 시기에 높은 재생에너지 출력이 발생할 수 있다. 따라서 중앙 급전 발전기의 발전원별 발전량 변화를 살펴보기에 앞서 마지막으로 태양광 발전이 가장 높은 기간만 따로 추출하여 변화 상황을 살펴본다.

시간당 태양광 발전량 자료를 토대로 볼 때 시간당 태양광 발전이 최고치를 기록한 시기는 각각 2016년 10월 9일, 2017년 5월 14일, 2018년 5월 4일, 2019년 3월 24일, 2020년 4월 5일이다. 2018년을 제외하고는 모두 일요일에 발생하였으며 2018년에는 금요일에 발생하였다. 또한 발생 시각은 모두 13시 내지는 15시였다. 따라서, 최소한 최근 태양광 발전이 최고를 기록한 시점은 봄철 일요일 낮 시간으로, 전기 소비가 연간으로도 그렇고 요일이나 시각으로도 낮은 시기라는 것을 알 수 있다.⁸⁾ 이는 계통 안정성 측면에서 관리의 어려움이 존재한다는 것을 의미한다. 태양광이나 풍력의 생산이 많은 시기가 봄철 미세먼지 대응을 위한 석탄 발전기의 운영 제한과 하절기 계통 운영을 위한 예방 정비가 집중되는 시기이기 때문이다.

나. 발전원별 발전량

코로나19 확산은 정도의 문제는 있지만 전기 소비의 감소와 전기 소비 패턴의 변화를 초래하였다. 여기에 변동성 재생에너지 발전이 증가하면서 전통적 전력 공급 설비가 실시간으로 대응하는 부하 패턴의 변화와 변동성이 확대되었다. 이러한 변화는 발전원에 따라 다른 영향을 미치게 된다. 여기서는 앞서 정의한 순 부하의 변화에 대응하는 설비를 유연탄, 중유, 원자력, 가스, 집단에너지, 수력, 기타 발전으로 구분하고 있다. 집단에너지는 유연탄, 중유, 가스로 구성되어 있지만, 열제약 발전으로 인해 발전 사업자의 발전기와는 다른 발전 프로파일을 보이기 때문에 별도로 구분하였다. 수력은 양수를 포함한 수력 발전량이다. 기타 발전은 폐기물과 바이오를 비롯한 재생에너지 화력 발전과 IGCC 및 연료전지 등 신에너지 발전을 포함하고 있다.

그림 10 2016~2019년 평균 발전 패턴과 2020년 발전 패턴



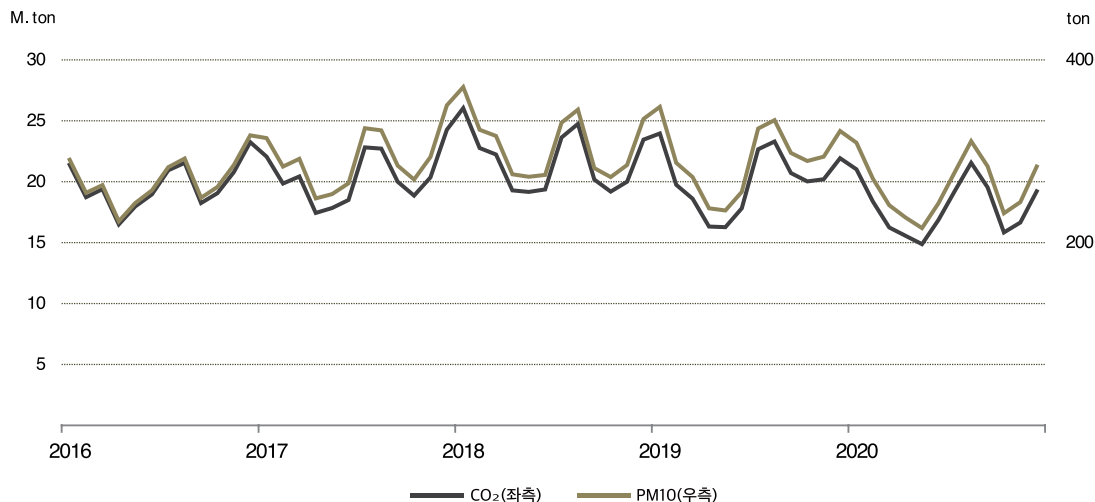
8) 일요일 전기 소비는 낮 시간이 새벽이나 밤보다 더 낮은 패턴을 보인다. 한편 풍력은 대부분 겨울철 밤 또는 새벽 시간에 최대 출력이 발생한다. 2020년의 경우 특히하게 3월 4일 최대 출력이 발생했다.

위의 [그림 10]은 2016~2019년 평균 시간별 발전과 2020년의 시간별 발전을 보여주고 있다.⁹⁾ 발전기의 특성과 계통 운영 특성상 원자력은 시간에 따른 변화가 없으며, 석탄의 평균 발전량도 시간에 상관없이 거의 고정되어 있다. 다만, 2020년의 원자력 발전은 이전 시기의 평균에 비해 증가한 반면 석탄은 크게 감소하였다. 석탄 발전의 감소는 미세먼지 종합 대책에 따른 석탄 발전 상한 제약 및 가동 중지와 전기 소비 감소에 따른 발전량 감소가 복합적으로 작용한 것으로 판단된다. 석탄 발전의 감소가 더 컸기 때문에 두 기저 발전의 합계는 2020년 감소를 보였으며, 일평균 비중도 67.97%에서 64.73%로 하락하였다. 이는 원자력 발전이 크게 감소했던 2018년보다 낮은 수준이다. 한편, 재생에너지 평균 비중이 이전보다 0.61%p 증가한 것 외에는 기저 발전 감소의 거의 대부분은 가스 발전이 대체하였다.

다. 온실가스 및 미세먼지 배출

발전원별 발전량 변화는 발전 부문의 온실가스 배출 변화를 초래한다. 여기서는 앞서 분석한 발전량 자료를 토대로 발전 부문 온실가스 변화를 분석하고 있다. 하지만, 실시간 배출 계측 정보를 구할 수 없기 때문에 연료별 배출 계수를 이용하여 배출량을 산정하고,¹⁰⁾ 이를 토대로 코로나19 이후 배출 추이의 변화를 대략적으로 살펴보고자 한다.¹¹⁾

그림 11 2016~2020년 월별 온실가스 및 미세먼지 배출 추이



위 [그림 11]는 2016년부터 2020년까지의 발전 부문 온실가스 배출과 미세먼지 배출 추정 결과를 보여주고 있다. 온실가스와 미세먼지 배출은 2018년 정점에 도달한 후 2019년과 2020년 연이어 감소했다. 온실

9) 전기 소비와 공급의 동시성으로 인해 앞 장에서 분석한 소비와 동일해야 하지만, 양수 투입이 추가되면서 소비와는 미세한 차이가 있다.

10) 온실가스 배출계수는 96 IPCC 배출계수를 적용한 '2020 장기 에너지 전망 (에너지경제연구원, 2021)'의 배출계수를 사용하였으며, 미세먼지 배출계수는 김수일·강병욱 (2020)에서 구축한 발전 부문 미세먼지 배출계수를 적용하였다. 자료의 문제로 인하여 에너지원별 평균 배출계수를 재계산하였다. 따라서 국가 배출 통계와는 차이가 있으며, 본 산정 결과는 배출량 정보를 제공하는 것이 아니라 배출 추세를 가능해 보는 보조 자료로 의미가 있다.

11) 온실가스 및 미세먼지 배출은 같은 양의 연료를 투입하더라도 발전기의 운전 상태에 따라 실제 배출량은 달라질 수 있다.

가스는 2019년 전년 대비 7.1%, 2020년은 전년 대비 11.0% 감소한 것으로 추정되었고, 미세먼지는 2019년 5.0%, 2020년 10.3% 감소한 것으로 추정되었다. 전기 소비가 각각 1.3%와 2.6% 감소한 것에 비해 온실가스 및 미세먼지 배출의 감소는 더욱 큰 것으로 나타났다. 이는 2019년과 2020년 미세먼지 대응 정책이 강화되면서 나타난 현상으로, 두 해 모두 봄철의 배출이 상대적으로 크게 감소한 것을 알 수 있다. 다음 <표 3>에서 볼 수 있듯이, 미세먼지 및 온실가스 대응 정책의 주요 대상인 석탄 발전의 배출 비중이 감소 추세에 있으며, 2020년은 특히 그 비중이 크게 감소하였다. 한편, 2020년 10월 이후의 감소는 원자력 발전의 증가에 따른 석탄 발전 감소가 주요 원인인 것으로 분석된다.

표 3 기준 시나리오 총에너지 소비 추이 및 전망

발전원	2016	2017	2018	2019	2020
석탄	78.4	81.2	78.5	78.2	75.6
석유	3.8	1.5	1.5	1.0	0.6
가스	17.8	17.4	20.0	20.8	23.7

이상의 온실가스 및 미세먼지 배출 추정 결과를 종합하면, 코로나19로 인한 전기 소비 감소가 배출 감소의 기저로 작용하는 가운데, 배출 감소의 크기를 결정하는 주요 요인은 미세먼지 및 온실가스 배출 감축 정책에 따른 석탄 발전의 감소, 원자력 및 재생에너지 발전의 증가 등을 지목할 수 있다. 각 요인들은 독립적으로 배출 감소를 결정하는 것이 아니라 어느 하나의 감소가 다른 하나의 증가를 가져오는 상호작용을 하기 때문에 요인별 분석을 하기는 까다롭지만, 코로나19의 직접적인 영향으로 인한 감소보다 2020년 정책이 배출 감소에 더 큰 영향을 미쳤다는 것은 쉽게 짐작할 수 있다.



5. 결론

코로나19 팬데믹으로 전 세계 감염 확진자가 폭증하면서 국가별로는 국경 봉쇄와 전면적 폐쇄(lock down)부터 사회적 거리두기까지 다양한 방역 조치를 시행하였다. 이러한 방역 조치는 경제 활동부터 이동 제한 등 모든 생활 행태에 변화를 초래했다. 방역 기간과 방역 수준의 정도에 따라 전기 소비 및 전력 시장은 국가마다 서로 다른 반응을 보였다. 중국은 2020년 1분기에 전기 소비가 6.5% 감소하였으며, 유럽, 일본, 미국의 전기 소비는 같은 기간 전년 대비 2.5~4.5% 감소한 것으로 나타났다(IEA, 2020). 완전 봉쇄 조치를 취한 국가에서는 기온 효과를 제거하더라도 최소 15% 전기 소비가 감소한 것으로 분석되었다. 우리나라는 코로나19 확산 방지를 위해 강력한 봉쇄 조치 대신 단계별 사회적 거리두기와 5인 이상 집합 금지 등의 조치를 취하면서 전면 봉쇄 정책을 펼친 국가에 비해서는 에너지 소비 감소가 적었다. 전력거래소의 송전단 발전량 기준으로 우리나라의 전기 소비는 2.6% 감소하였다. 우리나라의 경우 코로나19 감염자가 폭증하기 시작한 2월이나 사회적 거리두기를 시작한 3월에는 전반적으로 이전 4년 평균에 비해서 전기 소비가 다소 낮기는 했지만 차이가 크지 않았으며, 전기 소비의 차이를 보인 것은 5월, 7월이었다. 사회적 거리두기가 강화된 12월에는 오히려 지난 4년 평균보다 주간 전기 소비가 더 증가하였다. 즉, 코로나19 감염 확진자 발생 추이나 그로 인한 국내 방역 조치 강화 시기와는 상관관계가 별로 없는 것으로 보였다. 연간 최대 소비는 0.8% 하락에 불과하여 코로나19가 최대 소비에는 별다른 영향을 미치지 않았다. 반면, 최저 소비는 5.1%가량 큰 폭으로 감소하였다. 전기 소비 형태를 종합하면, 이전과 비슷한 최대 소비 크기, 줄어든 전기 소비량, 짧아진 최대 소비 범위 지속 시간이나 최대 소비 시간으로 요약할 수 있으며, 이는 2020년에 전기 소비가 감소했지만 특정 조건에서 순간적으로는 전기 소비가 이전 수준과 비슷한 크기로 발생한 것을 보여준다.

전기 소비 패턴의 변화를 부분별로 나눠서 살펴보면, 제조업과 주택은 코로나19 방역 단계의 강화 및 완화 시기와 유사하게 소비 패턴의 변화가 발생한 것이 관찰된다. 제조업은 4~6월, 8~9월, 12월에 이전 시기와는 소비 패턴이 가장 크게 달랐다. 주택의 경우도 이와 유사한 결과를 보였다. 서비스업은 코로나19 확산 이후 내내 이전의 전기 소비 패턴과는 다른 모습을 보인 것으로 추정되었다.

태양광, 풍력, 해양 에너지 등 변동성 재생에너지(variable renewables)는 발전 비중이 아직은 낮은 상황이지만 발전량이 빠르게 증가하고 있는 상황이다. 여기에 코로나19 확산은 전기 소비의 감소와 전기 소비 패턴의 변화를 초래하면서 총 발전에서 변동성 재생에너지를 제외한 순 부하는 점차 감소하고 이로 인해 변동성이 증가하는 모습이 나타났다.

연료별 배출 계수를 이용하여 배출량을 산정한 결과, 발전 부문의 온실가스와 미세먼지 배출은 2018년 정점에 도달한 후 2019년과 2020년 연이어 감소했다. 전기 소비 감소에 비해 온실가스 및 미세먼지 배출은 더욱 크게 감소했는데, 봄철의 배출이 상대적으로 크게 감소한 것을 보면 코로나19로 인한 전기 소비 감소보다는 미세먼지 및 온실가스 저감 정책으로 인한 석탄 발전의 감소가 주요 원인인 것으로 분석된다. 이상의 결과를 정리하면, 전기 소비의 감소는 코로나19로 인한 경제 활동 부진이 가장 큰 원인인긴 하지만, 2020년 국내총생산 감소를 고려하면 전기 소비 감소가 크지는 않았다고 할 수 있다. 절대적인 감소 크기도 주요 국가에 비해 크지 않았으며, 코로나19의 확산 정도와 직접적인 시간 관계도 나타나지

않았다.

코로나19의 영향으로 2020년 전기 소비가 낮아지면서 총 발전도 감소하였고 여기에 재생에너지 발전이 증가하면서 순 부하의 감소와 변동성이 확대되었지만, 연간으로 볼 때 변화 정도는 전력 시장과 전력 시스템이 우려할 정도로 크지 않았다고 할 수 있다. 하지만 전력 시스템 입장에서는 연간 혹은 누적 수치의 변화보다 순간적인 이상 현상이 계통의 안정성을 위협하는 상황을 초래할 수 있다. 특히 재생에너지 발전의 패턴과 전기 소비 패턴이 상이하기 때문에 낮은 전기 소비 시기에 높은 재생에너지 출력이 발생할 수 있다. 즉, 2020년 전기 소비 및 발전 시장의 변화는 전기 소비 패턴의 변화와 재생에너지 발전 증가가 결합되어 기존 수준을 넘어서는 최대 부하만이 아니라 이상 부하 발생이 향후 중요 문제가 될 수 있으며, 정책 담당자 및 시장 운영자는 발전 시스템의 유연성과 계통 시스템의 안정성 확보에 더욱 관심을 기울여야 할 것으로 보인다. 이는 정책 목표라는 깃발에 도달하는 것과 함께 목표에 도달하는 경로를 안전하게 준비해야 한다는 것을 강조한다.

참고문헌

국내 문헌

- 김수일, “코로나19가 한국의 전력 수급에 미친 영향 분석” 에너지경제연구원 2021년도 수시과제, 2021.
- 김수일, 강병욱, “발전 및 수송 부문 미세먼지 저감정책 효과 분석”, 에너지경제연구원, 2020.
- 에너지경제연구원, “2020 장기 에너지 전망” 2021.
- 에너지경제연구원, “KEEI 에너지수급동향” 2021.8.

외국 문헌

- IEA, “Global Energy Review 2020: The impacts of the Covid-19 crisis on global energy demand and CO2 emissions.” 2020