

# 야간조도를 활용한 북한경제 연구

김다을 | 대외경제정책연구원 부연구위원 | dwk129@kiep.go.kr

## 1. 머리말

최근 북한경제 연구에 있어 비전통적 데이터를 활용하려는 시도가 확대되고 있다. 북한경제에 관한 정보를 획득하는 것이 더욱 어려워진 탓이다. 북한경제 현황을 추론하는 데 가장 많이 활용되던 무역자료는 대북제재와 코로나19로 인해 기존과 같은 정보를 제공하는 데 한계를 드러내고 있다. 북한이탈주민 인터뷰 및 서베이를 통해서도 북한경제에 대해 많은 것을 배웠으나, 2020년에 국경 통제가 심해진 이후 탈북을 하는 경우가 급감하면서 최근의 북한 상황을 파악하기 어려운 상황이다. 당국의 통제로 시장거래량이 급감한 상황에서 시장 물가자료가 시장청산가격을 잘 반영하는지에 대해서도 의문이 제기되고 있다. 북한경제를 평가할 수 있는 재료 자체가 희소해진 것이다.

비전통적 데이터는 일반적으로 텍스트, 금융거래 기록, 인터넷 사용기록, GPS 등 다양한 빅데이터를 의미하는데, 경제의 디지털화에 따른 데이터 축적과 컴퓨팅 기술의 발전에 힘입어 최근 그 활용도가 급증하였다. 특히 북한과 같이 전통적 통계자료가 희소한 경우 그 부가가치가 더 크다. 다만, 북한은 디지털화된 경제영역이 작고, 있더라도 외부에 공개되지 않아 비전통 데이터를 활용하는 데에도 어려움이 있다. 이러한 상황에서 북한경제 연구를 위해 가장 각광받고 있는 데이터 중 하나가 위성 영상이다. 위성은 국경을 차별하지 않고 관측지역을 동일한 기준에 따라 일정한 간격으로 관측해 정보 접근성이 낮은 북한에 대해서도 풍부한 정보를 제공하기 때문이다.

다양한 위성자료 중 경제학에서 가장 광범위하게 사용되고 있는 것은 야간조도 자료이다.

지구과학, 기상학 등의 과학기술 분야에서는 위성영상이 과거부터 활용되어왔으나 기술적 진입장벽이 높아 사회과학 분야에서는 많이 활용이 되지 못했다. 그러나 야간조도는 보정작업을 거쳐 분석에 바로 사용할 수 있는 형태로 자료가 제공되어 2010년대 이후 경제학 분야에서 야간조도를 활용한 연구가 많이 이루어졌다. 북한경제에 대해서도 여러 가지 위성자료 중 야간조도를 이용한 연구가 가장 활발히 이루어지고 있다.

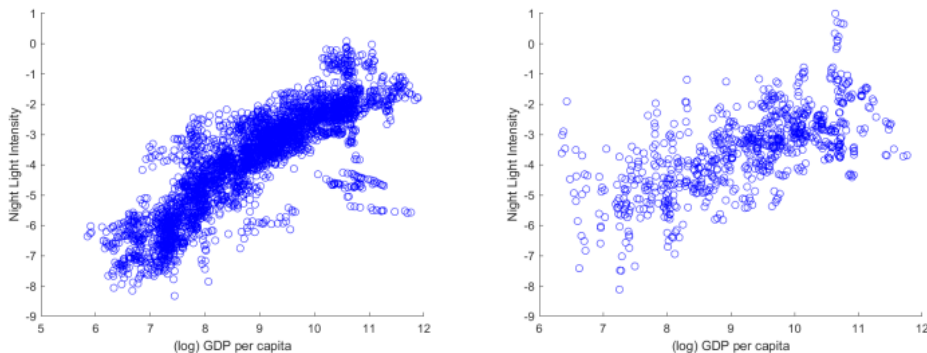
이하에서는 야간조도 자료를 개괄적으로 설명하고 야간조도를 이용한 북한경제 연구를 소개한다. 또한 야간조도를 이용해 북한을 연구할 때의 한계와 향후 방향성을 제시한다.

## II. 야간조도 개관

### 1. 야간조도의 경제적 의미 및 활용

야간조도는 고감도 위성 센서가 야간에 관측한 가시광선 및 근적외선 방출량으로 야간의 불빛 밝기를 반영한다. 야간조도는 경제활동 및 소득 수준과의 상관관계가 높은 것으로 알려져 있다. 야간에 빛을 밝히려면 전기 사용에 대한 비용을 지불해야 하고, 이는 이를 감당할 수 있는 소득수준 혹은 추가적인 이윤을 창출하는 생산활동을 의미하기 때문이다. [그림 1]은 1992~2017년 1인당 GDP와 야간조도 간의 산점도를 보여주는데, 뚜렷한 양의 상관관계를 확인할 수 있다.

[그림 1] 야간조도와 1인당 GDP의 관계



주: 좌측 그림은 1992~2013년의 DMSP-OLS 야간조도와 1인당 GDP 간의 관계, 우측 그림은 2013~17년의 VIIRS 야간조도와 1인당 GDP 간의 관계임.

자료: Hu and Yao(2019), p.11, Figure 2.

이에 기반하여 경제학 분야에서는 야간조도를 경제통계, 특히 GDP 통계가 부족한 대상을 연구하는 데 활발히 활용해 왔다. Henderson *et al.*(2012)과 Chen and Nordhaus(2015)는 GDP 통계의 측정오차를 보정하는 주요한 수단으로 사용해 야간조도가 통계 취약국의 GDP 통계를 개선하는 데 유용하게 활용될 수 있음을 밝혔다. 혹은 야간조도가 실제 빈곤수준을 대변한다고 보고 빈곤을 측정하는 데 있어 가계소득 서베이와 GDP의 적절성을 비교하는 데 이를 활용하기도 하였다(Pinkovskiy and Sala-i-Martin, 2016). 야간조도를 국가 혹은 지역 GDP를 대리하는 변수로 사용해서 정책효과나 처치효과를 분석하기도 한다.

일례로 아프리카 지역의 가뭄이 지역경제에 미치는 영향(Hodler and Raschky, 2014), 사하라 이남 지역에서 무역 접근성 및 운송비용이 지역 경제성장에 미치는 영향(Storeygard, 2016), 아프리카 독립에 따른 제도적 차이가 경제에 미친 영향(Michalopoulos and Papaioannou, 2014) 연구에서 야간조도를 지역 경제수준의 대리변수로 사용하였다. 이러한 사례에서 볼 수 있듯이 야간조도는 경제통계가 부족한 국가의 경제수준을 나타내는 변수로 활발히 활용되고 있으며, 무역접근성, 자연재해, 제도의 영향 등 북한을 대상으로 하더라도 유효한 시사점을 도출할 수 있을 주제로 많은 연구가 수행되고 있다.

## 2. 야간조도 자료의 종류

야간조도 자료에는 두 가지 종류가 있다. DMSP-OLS가 관측한 자료와 VIIRS이 관측한 자료이다. 각 자료의 특징은 <표 1>과 같다. DMSP-OLS는 미국 공군이 기상 관측을 목적으로 운영한 위성기기로, 저녁 7시 30분 이후에 관측된 자료를 사용하여 야간조도 자료가 제작 및 배포되었다. 공간해상도는 30 arc second로, 적도 기준 한 픽셀의 크기가 약 1km이다. 미국 해양대기청(NOAA)과 Earth Observation Group(EOG) 홈페이지에서는 개별 관측치를 월간 및 연간 단위로 통합하고 구름, 대기, 달빛, 오로라 등의 영향을 제거해 인위적인 빛만을 정제한 야간조도 자료를 다운로드할 수 있다.

한편, DMSP-OLS 자료는 최초의 야간조도 관측자료이지만 품질에 있어 여러 한계를 보인다. 먼저 관측 범위의 상한이 있어 대부분의 도심지역에서는 빛 포화 현상이 일어난다. 빛이 밝더라도 관측 상한치로만 기록이 되는 것이다. 빛 감지 하한 또한 높아 미광은 관측이 어려우며 빛 번짐 현상 또한 심한 편이다. 무엇보다 시간이 지남에 따라 위성 궤도가 낮/밤에서 새벽/황혼으로 변하면서 2013년 이후에는 관측 시간이 저녁 7시 30분 이전으로 빨라졌다. 이 경우 야간조도 자료를 생성하기 어려워 DMSP-OLS 자료는 2013년을 마지막으로 업데이트

<표 1> 야간조도 자료의 종류

분류	DMSP-OLS	SNPP-VIIRS
운영주체	미국 공군	미국 NASA, NOAA(해양대기청) 공동 운영
운영시기	1993~2013	2012~
관측시간	7:30 PM	1:30 AM
해상도	30 arc second (적도기준 약 1km)	15 arc second (적도기준 약 500km)
빛 포화 현상	도심에서 보편적	빛 포화 현상 없음
빛 감지 하한	~5E-10 Watts/cm2/sr	~2E-11/Watts/cm2/sr
빛 번짐 현상	심함	개선
자료제공	Earth Observation Group, NOAA	Earth Observation Group, NASA

자료: Elvidge et al.(2013)와 EOG 홈페이지를 참고해 저자 작성.

되고 있지 않다.<sup>1)</sup>

이러한 한계를 대폭 개선한 것이 SNPP-VIIRS 야간조도 자료이다. SNPP-VIIRS는 미국 NASA와 NOAA가 공동운영하고 있으며, 2012년부터 시작하여 현재까지 관측을 지속하고 있다. SNPP-VIIRS의 Day/Night Band가 관측한 값으로부터 야간조도 자료가 제작된다. 야간의 관측 시간은 새벽 1시 30분이며, 공간해상도는 15 arc second로 한 픽셀의 크기가 적도 기준 약 500m이다. EOG와 NASA가 개별적으로 구름, 대기, 눈, 달빛, 미광 등의 영향을 보정하여 야간조도 데이터셋을 제작 및 배포하고 있다. EOG는 VNL(VIIRS Nighttime Lights) 야간조도 데이터셋을 연간, 월간 단위로 제공한다. NASA는 Black Marble이라는 이름의 야간조도 데이터셋을 일간, 월간, 연간으로 제공한다. SNPP-VIIRS 야간조도 자료는 DMSP-OLS 자료의 한계로 지적되었던 빛 포화 현상이 발생하지 않으며 관측 하한도 더 낮다. 또한 빛 번짐 현상도 대폭 개선되었다.

1) DMSP-OLS는 위성 궤도가 변함에 따라 여러 기기의 후속 위성을 발사하며 관측을 지속했다. 각각 2000~07년, 2004~09년까지 야간조도를 관측하고 궤도가 변해 활용 가능한 자료를 생성하지 못하던 F15, F16 위성의 궤도가 최근 더 변해 2013년부터는 새벽 2시 30분~4시 30분에 관측을 하고 있다. 저녁 7시 30분~새벽 4시 30분 사이의 자료로 야간조도 자료를 생성할 수 있기 때문에 F15, F16의 최근 관측치를 사용해 EOG에서 2014~21년의 DMSP-OLS 데이터셋도 제공하고 있다. 그러나 7시 30분 경의 관측치와 새벽 2시 30분~4시 30분의 관측 자료 간에는 경제적 의미에 있어 간극이 크기 때문에 이 자료를 과거 값에 연결해서 사용하는 데에는 주의가 필요하다.

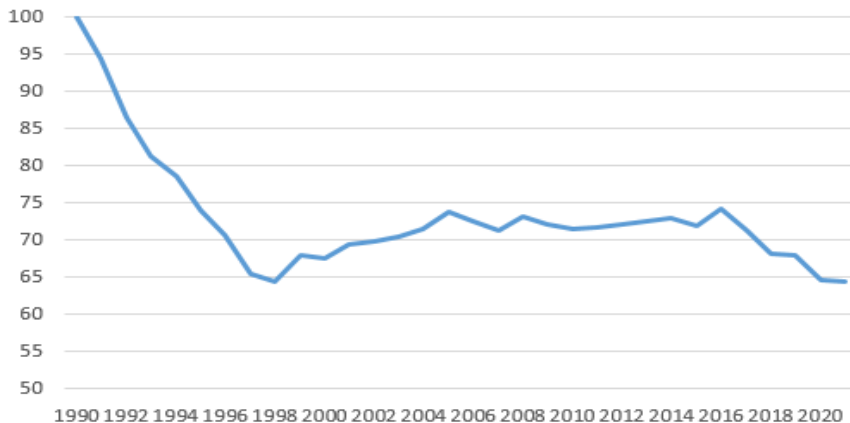
### III. 야간조도를 활용한 북한경제 연구

#### 1. 국가 단위의 연구

북한의 경제수준을 평가하는 데 가장 공신력 있고 널리 인용되는 자료는 한국은행의 북한 GDP 추정치이다. UN도 북한 GDP를 발표하지만 1990년 이후 GDP 성장률은 한국은행의 추정치를 인용하고 있다. 그런데 2010년대 이후 한국은행의 북한 GDP 추정치에 대해 여러 의문이 제기되었다. [그림 2]는 1990년 북한의 1인당 GDP 추정치를 100으로 놓고 상대적인 변화 추이를 나타낸 것이다. 이에 따르면 북한은 1998년에 고난의 행군으로 1인당 GDP 저점을 기록한 후 현재까지 최대 1990년의 75% 수준까지밖에 회복하지 못하였으며, 대북제재와 코로나19의 여파로 현재는 고난의 행군이 가장 극심했을 시기와 유사한 경제수준인 것으로 나타난다. 이는 국제기구의 조사에서 북한의 영양 및 보건 상태가 현저히 개선되고 있는 것과는 대조적이다.

Kim(2022a)은 GDP 통계와 탈북자 전언 및 영양·보건 조사가 보여주는 북한주민의 생활수준 간의 간극을 파악하기 위해 DMSP-OLS 야간조도를 이용해 1992~2013년 북한의 1인당 GDP 추세를 도출하였다. 타 국가의 1인당 GDP와 야간조도 간의 관계를 추정

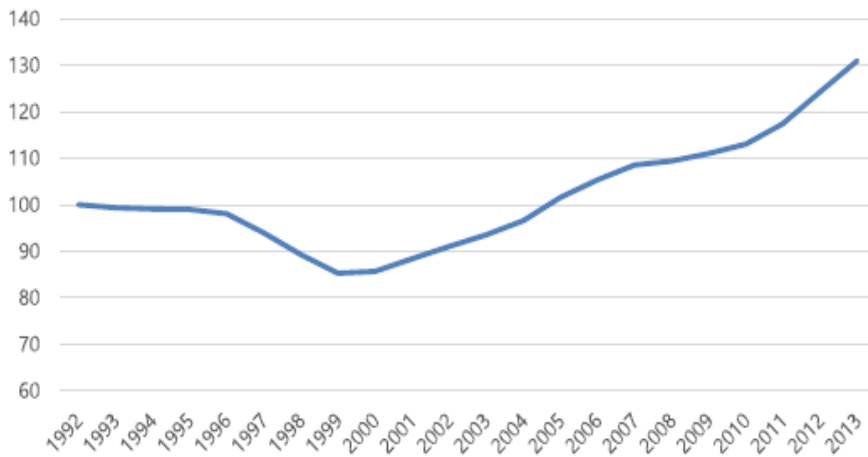
[그림 2] 한국은행 자료 기준 북한의 1인당 GDP 추세(1990=100)



자료: 한국은행 경제통계시스템을 바탕으로 저자 작성(<https://ecos.bok.or.kr/#/SearchStat>, 검색일: 2023.6.14.).

후 북한의 실물지표 수치를 해당 추정식에 대입해 1인당 GDP를 도출하는 방식이다. 연구 결과 야간조도로 추정된 북한의 1인당 GDP 추세는 [그림 3]과 같다. 1992년 수준을 2000년대 중반에 회복하고 이후 뚜렷한 성장세를 보인다 2013년에는 1992년의 약 130% 수준을 기록한 것으로 나타난다. 야간조도를 통해 2000년대 이후 북한경제를 평가할 경우 한국은행 추정치보다는 빠른 성장을 한 것으로 이해될 수 있는 것이다.

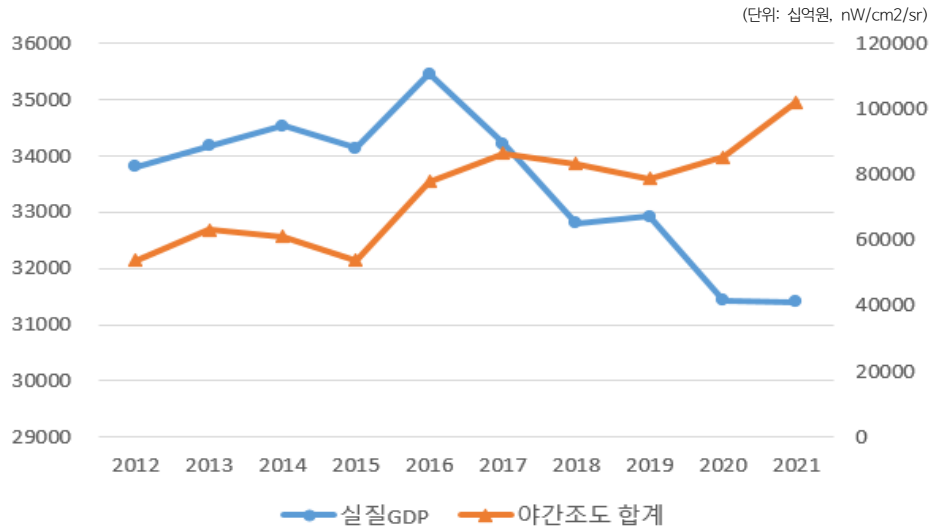
[그림 3] 야간조도를 이용해 분석한 북한의 1인당 GDP 추정치(1992=100)



자료: Kim(2022), p.13, Figure 9.

다만, 야간조도의 추세를 곧 GDP 추세로 받아들이기는 어렵다. [그림 4]는 2012년 이후 북한의 VIIRS 야간조도 총량과 GDP의 추세를 보여준다. 2016년까지는 야간조도와 GDP 간의 추세가 상당히 유사하게 움직이나, 2017년 이후 두 지표가 괴리되기 시작한다. 2016년까지는 북한의 산업생산을 제약하는 주요 요인이 전력 공급이었으나 2017년 말부터 주요 자본재 및 산업중간재 수입 제재가 실시되며 제약 요인이 변화한 데 따른 것으로 판단된다. 2017년 이후에는 전력이 충분히 공급되더라도 중간재가 부족해 산업생산을 지속할 수 없는 상황인 것이다. 야간조도와 GDP의 괴리는 코로나19 이후 더욱 확대되었는데, 2020~21년에 풍부한 강수량으로 수력발전량이 급증하면서 야간조도는 증가하였지만 생산은 더욱 침체되었다. 이처럼 북한의 야간조도를 활용하고 해석할 때에는 여러 부가적 요인을 고려할 필요가 있는데, 이는 마지막에 더욱 상세히 논의한다.

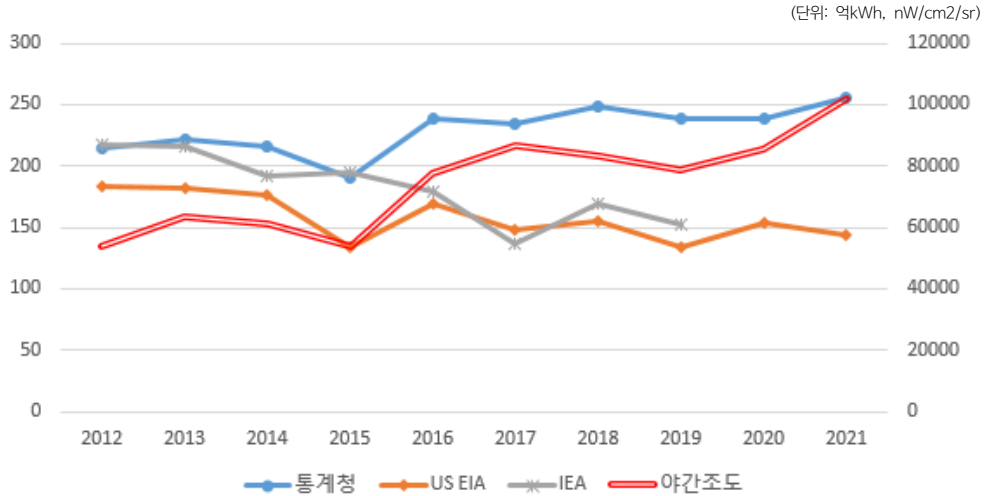
[그림 4] 2012~21년 북한의 야간조도와 GDP 추세



자료: 야간조도 합계는 EOG의 VNL2, 실질GDP는 통계청 자료를 기반으로 저작 작성.

2010년대 이후 야간조도와 연관성이 가장 높은 경제지표는 전력생산량으로 보인다. [그림 5]는 북한의 야간조도 총량과 각 기관의 북한 전력생산량 추정치 추세를 보여준다. 통계청의 전력생산량을 기준으로 할 때 2015년 급감 이후 2016년의 회복, 2017년 이후 유지 및 증가하는 전력생산량 추세와 야간조도 추세가 대체로 유사하다. 미국 에너지관리청(US EIA), 국제에너지기구(IEA)도 북한의 전력생산량 추정치를 발표하지만, 야간조도와 추세를 비교해 볼 때 US EIA 추정치는 2017년 이후, IEA 추정치는 2015년 이후 야간조도 추세와 차이를 보인다. 야간조도를 기준으로 한다면 여러 기관 중 야간조도 추세와 유사도가 높은 통계청의 전력생산량 추정치의 정확성이 가장 높다고 평가할 수 있다. 그 외 경제활동별 GDP와 야간조도의 추세 간에는 특히 2017년 이후 뚜렷한 상관관계를 찾기 어려웠다.

[그림 5] 북한의 야간조도와 전력생산량 추세



자료: 야간조도 합계는 EOG의 VNL2, 전력생산량은 통계청 북한 발전전력량 자료, IEA Electricity Information은 김지영·한혜성(2021), p.41, 〈표 1〉.

## 2. 지역 단위의 연구

북한의 지역 단위 통계자료는 매우 희소하다. 도 단위 혹은 주요 도시에 대해서는 그나마 영양·보건 서베이 결과와 인구센서스의 다양한 결과가 제공되지만, 시군구 단위까지 제공되는 통계는 2008년 UN센서스의 성별·도농별 인구수가 유일하다. 지역 단위 통계가 부족해 북한의 지역 간 격차 수준에 대해서도 정확한 평가를 하기 어렵다. 평양과 타 지역 간에 상당한 격차가 발생한다는 것은 알고 있지만 그 수준이 어느 정도인지, 평양 외 지역 간 격차 및 도농 간 격차는 어떠한지 등에 대해서는 아직 알지 못하는 부분이 많다.

야간조도를 비롯한 위성자료는 북한 전역을 보다 세밀한 픽셀 단위로 관찰할 수 있다는 장점을 가진다. VIIRS 야간조도 자료는 북한 전역을 15 arc second(적도 기준 약 500m) 단위의 픽셀로 관측하며, 이를 시군구별로 집계할 경우 시군구 단위 야간조도 값을 계산할 수 있다. Kim(2022b)은 이를 이용해 북한의 1인당 GDP를 추정하고 북한 내 지역 간 격차를 연구하였다. 야간조도는 제조업·서비스업 등의 생산활동은 잘 대변하지만 농업 생산은 잘 대변하지 못한다. 따라서 야간조도를 이용해 북한의 연도별 도시 인구수를 추정하고 각 시군의 도시 인구수 비중에 따라 북한 비농업 GDP를 각 지역에 배분하였다. 농업의 경우 농촌 인구를 농업 인구로 간주하여 지역별 농촌 인구의 비중을 구하고 농업 GDP를

각 시군에 배분하였다. 이후 지역별 농업·비농업 GDP를 합산하여 지역별 GDP 및 1인당 GDP를 도출하고, 이에 기반해 여러 불평등 지수를 도출하였다.

[그림 6]은 1인당 GRDP 추정 결과를 보여준다. 평양, 신의주, 남포, 원산, 순천, 함흥 등에서 1인당 GRDP가 높은 것으로 나타났다. 2012~20년의 1인당 GDP 변화를 보면 북중 접경지대 및 북부 산간지역의 1인당 GDP가 2015년의 전력난 및 대북제재 이후인 2018~20년에 눈에 띄게 감소하였다. 또한 개성의 1인당 GRDP는 개성공단이 운영되던 2012~16년까지는 전체 시군 중 9위였으나 개성공단 폐쇄 이후에는 13위로 순위가 하락하였다. 한편, 이를 기반으로 지역 간 격차를 계산하면 평안남도과 함경남도의 1인당 GRDP가 평양 대비 약 80% 수준으로 비평양 지역 중 높았으며, 강원도와 양강도는 평양 대비 60% 수준이었다. 또한 지역 간 격차의 발생 원인을 분해할 경우 북한 지역 간 격차의 대부분은 도 간 격차가 아닌 도 내 격차에서 발생하는 것으로 나타나 도농 간 격차는 도간 격차보다 더 크다는 것을 추측할 수 있었다.

한편, 지역 단위 야간조도를 사용해 대북제재의 효과를 분석한 연구도 다수 존재한다. Lee(2018)는 DMSP-OLS 야간조도를 사용해 1992~2013년 동안 이루어진 대북제재에 북한이 어떻게 반응하였는지 분석하였다. 분석 결과, 대북제재 지수가 높아질수록 평양지역, 대중국 무역거점, 제조업 도시의 야간조도가 밝아졌으며, 북한은 지역적 편애를 강화하고 중국으로 무역을 우회하며 대응하였음을 밝혔다.

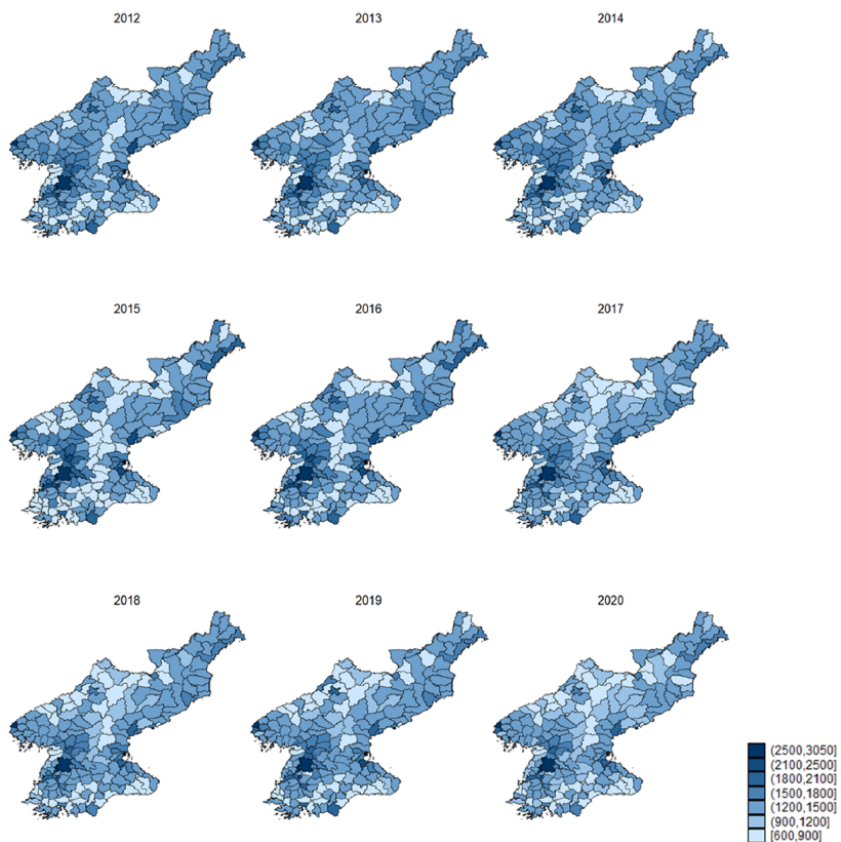
그러나 사실 대북제재의 양상은 시기에 따라 달라졌다. 2016년 이전에는 전략물자와 특정 인물을 대상으로 한 맞춤형 제재였으나, 2017년 이후 포괄적 제재로 전환되며 경제적 영향이 확대되었다. Kim *et al.*(2022)과 박영석 외(2022)는 야간조도를 이용해 2017년 이후 포괄적 대북제재의 영향을 분석하였다. 박영석 외(2022)는 Lee(2018)의 방법론을 인용해 무역, 금융, 원조, 여행 관련 제재를 포괄하는 제재지수를 도출하고, 제재지수의 변화에 따라 어떠한 지역에서 야간조도가 증가 혹은 감소하는지 분석하였다. 연구 결과, 제재가 강해질수록 평양 등 정권유지에 핵심적인 역할을 하는 집단에 더 많은 자원을 분배한다는 시사점을 도출하였다. Kim *et al.*(2022)은 무역제재의 영향에 집중해 수출·수입 제재의 타격을 더 많이 받은 산업이 많이 분포한 지역일수록 야간조도가 제재 이전 대비 덜 증가 혹은 더 많이 감소하였음을 발견하였다.

앞서 언급한 바와 같이 야간조도를 비롯한 위성자료는 지리적으로 세분화된 단위로 관측 가능하다는 장점이 있다. 이를 이용해 제재의 충격이 북한 대내적으로 어떠한 파급효과를 초래하는지 알기 어려운 상황에서 제재의 영향을 파악할 수 있었다. 또한 야간조도를 이용해

북한의 지역별 1인당 GDP를 추정하고 평양과 타 지역 간의 격차, 도농 간 격차 수준을 정량적으로 평가할 수 있었다. 다만, 일반적인 경제환경과 다른 북한경제의 특수성으로 인해 야간조도를 북한 연구에 적용할 때의 한계와 주의점 또한 존재한다.

[그림 6] 북한의 시군 단위 1인당 GRDP

(단위: USD(PPP))



자료: Kim(2022b), p.7, Figure 5.

## IV. 한계와 방향성

야간조도가 경제학에서 광범위하게 수용되고 활용된 것은 경제활동 수준과 높은 연관성을 보이기 때문이다. 그런데 북한의 경우 야간조도와 경제활동 간의 상관관계를 약화시키는 요인이 많다. 먼저, 북한은 만성적인 전력난을 겪고 있다. 강수량에 의존하는 수력발전 비중이 높고, 석탄 중심의 화력발전은 시설이 노후화되고 효율이 좋지 않아 전력생산량이 부족하며 변동성도 크다. 송전 효율도 낮은 것으로 알려져 있다. 때문에 북한의 야간조도는 경제수준의 활성화 정도와는 무관히 강수량이 많거나 전력생산이 양호한 해에는 증가하고, 그렇지 못한 해에는 감소하는 경향을 보인다. 즉, 전력 수요를 대변한다기보다 전력 공급을 대변하는 것이다. 더욱이 대북제재 이후에는 전력이 공급되더라도 중간재 부족 등 다른 요인으로 생산이 이루어지지 못하는 상황이 확대되며 전력 공급과 생산활동 간의 괴리가 커져 야간조도와 경제활동 간의 상관관계를 약화시키는 요인이 되고 있다.

전력 분배방식 또한 문제가 된다. 시장경제에서는 편익을 극대화하는 수준에서 비용을 지불하고 전력을 사용하기 때문에 야간조도가 경제주체의 선택을 반영한다. 그러나 북한에서는 당국이 전력을 독점적으로 배분한다. 우상화 시설과 궁중경제, 군사시설 등에 전력이 최우선적으로 배분되며 일반 산업시설과 주민들에게 배분되는 전력은 제한적인 것으로 알려져 있다. 북한 당국이 전력부문에서도 자력갱생을 강조하면서 태양광 패널을 구비해 자가발전을 하는 가계가 증가하고 기업소에서도 자체적인 중소형 발전소를 건설해 발전을 하는 경우가 확대되고 있는 것이 사실이다. 전력생산이 수요를 반영하는 비중이 확대되고 있는 것이다. 그러나 그 비중은 아직 높지 않다고 판단된다. 이 경우 북한에서 발생하는 야간의 불빛이 당국의 자원배분 우선순위를 보여주는 것인지 실제적인 경제활동을 대변하는 것인지에 대한 문제가 발생한다. 더욱이 야간조도가 새벽 1시 30분에 촬영된다는 점은 이러한 의문을 배가시킨다.

그렇다면 북한경제에 있어 야간조도 자료의 유용성이 없는가? 그렇지 않다. 북한에 관한 대부분의 통계가 그렇듯이 한계와 문제점을 인정하고 이를 보완하는 방식으로 분석에 활용할 경우 유의미한 시사점을 도출할 수 있다. 북한의 야간조도를 활용함에 있어서는 경제적인 의미를 가지는 야간조도를 식별하는 것이 중요한 작업이 되어야 할 것이다. 시설물 단위에서 야간조도를 관찰하는 것이 한 가지 방법이다. 북한의 주요 산업시설과 발전소, 항만, 세관 등에서 발생하는 빛은 그것이 당국이 공급하는 것이라 할지라도 경제활동과 연관되기 때문이다. 전력사정과 무관히 항시적으로 빛이 관측되는 위치와 가변적으로 빛이

관측되는 위치를 구분해 보는 것도 한 방법이 될 수 있다. 당국이 지속적으로 풍부한 전력을 공급해 발생하는 빛에 비해 경제적 수요에 따라 발생하는 빛은 변동성이 훨씬 클 것이기 때문이다. 마지막으로, 야간조도 자료와 주간 위성자료의 결합이 필요하다. 야간조도는 아무리 경제적인 의미를 식별한다 하더라도 야간에 이루어지는 제한적인 경제활동만을 보여준다. 따라서 주된 경제활동이 발생하는 주간과 결합하여 사용한다면 더 풍부하고 정확한 정보를 전달할 수 있을 것이다. 여러 한계에도 불구하고 야간조도가 제공하는 정보가 북한경제를 연구하는 데 부가가치를 지니고 있음은 명확하다. 북한경제에 대한 정보가 그만큼 희소하기 때문이다. 야간조도 자료가 북한경제에 대해 더 많은 것을 밝혀주는 ‘빛’이 되기를 기대한다.

## 참고문헌

- 김지영 · 한혜성, 「북한의 생산 및 후생 관련 통계자료」, 『KDI 북한경제리뷰』, 2021년 6월호, 2021.
- 박영석 · 강문수 · 연원호 · 김범환 · 한하린, 『대북제재의 게임이론적 접근과 북한경제에 미치는 영향』, 대외경제정책연구원, 연구보고서 21-26, 2021.
- Chen, Xi, and William D. Nordhaus. "Using luminosity data as a proxy for economic statistics," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(21), 2011, pp.8589~8594.
- Elvidge, Christopher D. *et al.*, "Why VIIRS data are superior to DMSP for mapping nighttime lights," *Proceedings of the Asia-Pacific Advanced Network*, 35(0), 2013.
- Henderson, J. Vernon, Adam Storeygard, and David N. Weil. "Measuring economic growth from outer space," *American economic review*, 102(2), 2012, pp.994~1028.
- Hodler, Roland, and Paul A. Raschky. "Regional favoritism," *The Quarterly Journal of Economics*, 129(2), 2014, p.995~1033.
- Hu, Yingyao, and Jiaxiong Yao. "Illuminating Economic Growth," *IMF Working Papers*, 2019(077), 2019.
- Kim, Dawool. "Assessing regional economy in North Korea using nighttime light," *Asia and the Global Economy*, 2(3), 2022b.
- Kim, Jihee, Kyoochul Kim, Sangyoon Park, and Chang Sun. "The Economic Costs of Trade Sanctions: Evidence from North Korea," SSRN 403257, 2022.
- Kim, Kyoochul. "The North Korean economy seen by satellite: Estimates of national performance, regional gaps based on nighttime light," *Journal of Asian Economics*, 78, 2022a.
- Lee, Yong Suk. "International isolation and regional inequality: Evidence from sanctions on North Korea," *Journal of Urban Economics*, 103, 2018, pp.34~51.
- Michalopoulos, Stelios, and Elias Papaioannou. "National institutions and subnational development in Africa," *The Quarterly journal of economics*, 129(1), 2014, pp.151~213.
- Pinkovskiy, Maxim, and Xavier Sala-i-Martin. "Lights, camera... income! Illuminating

the national accounts-household surveys debate,” *The Quarterly Journal of Economics*, 131(2), 2016, pp.579~631.

Storeygard, Adam. “Farther on down the road: transport costs, trade and urban growth in sub-Saharan Africa,” *The Review of economic studies*, 83(3), 2016, pp.1263~1295.

<웹사이트>

한국은행 경제통계시스템(<https://ecos.bok.or.kr/#/SearchStat>)

Earth Observation Group (<https://eogdata.mines.edu/products/vnl/>)

통계청 (<https://kosis.kr/index/index.do>)

US EIA (<https://www.eia.gov/international/data/world>)