

위성사진을 이용한 북한경제 연구 동향 및 과제

김병연 | 서울대학교 경제학부 석좌교수 | kimby@snu.ac.kr

최근 5년 동안 북한경제 관련 연구에서 가장 큰 변화는 새로운 연구자료와 방법론의 사용에 있다. 구체적으로 위성사진 등이 새로운 연구자료로 활용되기 시작하였고, 북한이탈주민 연구에 있어서는 실험경제학을 이용한 연구 결과가 우수 국제학술지에 발표되었다.¹⁾ 이 글에서는 이 중에서 최근 5년 위성사진 자료를 이용하여 북한경제를 분석한 결과가 국제학술지에 게재된 영문 논문을 중심으로 연구 동향을 소개하고 향후 과제를 제시한다.

위성사진을 활용한 초기 연구로서는 Park et al.(박재운 등, 2020), Cuaresma et al.(2020), 김규철(Kim, 2022)과 손성현·조준모(Son and Cho, 2021), 김다울(Kim, 2022)을 들 수 있다. 박재운 등(2020)은 위성사진을 활용하여 북한, 러시아 등의 영해에서 어선들의 불법 조업을 관찰하였다. 연구 결과 2018년에 3천척이 넘는 북한의 소형 어선이 러시아 영해에서 조업하는 것으로 평가하였다. Cuaresma et al.(2020)은 야간조도 자료를 이용하여 2012~18년 북한의 절대 빈곤율(하루 소득이 1.9달러 이하)을 60%로 평가하였다. 지역별로 빈곤율이 가장 높은 지역은 평안남도, 함경남도, 평안북도의 순이었으며 낮은 지역은 양강도, 자강도, 평양시 순이었다. 그리고 2018년의 절대 빈곤율은 2012년에 비해 약간 낮게 추정되었으나 황해북도와 자강도에서는 오히려 높아지거나 변화가 거의 없는 것으로 평가되었다.

김규철(2021)은 174개국의 자료를 이용하여 야간조도와 국민소득 사이의 관계를 추정하여 그 계숫값을 구한 후 이를 북한의 야간조도에 적용하여 1992~2013년 기간 북한 국민소득을 추정했다. 그 결과 한국은행의 추정과 달리 북한경제는 2000년대 이후 계속 성장하는 추이를 보여주어 2010년대에는 1992년보다 국민소득이 20~30% 높았다. 그리고 1990년대 중후반의

1) 실험경제학 방법론을 이용하여 북한이탈주민을 연구하여 국제학술지에 게재된 논문으로 Choi et al.(2020; 2024)을 들 수 있다.

고난의 행군의 충격도 한국은행의 추정치보다 낮게 평가되었다. 1992년 이후 북한의 일인당 국민소득은 1999년에 최저점을 기록해 1992년의 85%로 추정된 데 반해, 한국은행의 추정에 따르면 1998년이 최저점으로서 1992년의 74%로 평가하고 있다. 손성현·조준모(2021)는 북한 25개 도시의 야간조도 변화를 1992~2019년 동안 평가한 결과, 2016년부터 발효된 대북제재가 야간조도의 증가율을 감소시켰음을 발견하였다. 그리고 이 감소율은 평양과 중국 인접 도시에서는 상대적으로 낮은 반면, 광산이 있는 도시나 내륙 도시는 더 큰 것으로 평가하였다.

김다울(2022)은 2012~20년 동안 북한지역의 경제활동을 야간조도를 이용하여 평가하였다. 평양, 신의주, 천리마군, 개성 등 무역 허브와 산업이 발달한 지역의 일인당 소득이 높았지만, 2016~17년에 시행된 대북 경제제재로 말미암아 내륙이 아닌 자강도, 양강도 등 중국과 인접한 지역의 경제활동이 더 큰 충격을 받았다.

초기 연구는 야간조도를 이용하여 시계열적으로 북한경제활동을 평가할 수 있을 뿐 아니라, 데이터의 한계로 그동안 연구가 부족했던 지역경제를 연구할 가능성을 보여주었다는 점에서 의의가 있다. 그리고 야간조도를 국민소득뿐 아니라 지역별 빈곤율 연구에도 활용할 수 있음을 보여주었다.

위성사진을 이용한 초기 연구는 김지희·김규철·박상운·선장(Kim, Kim, Park and Sun, 2023)과 안동현·양재석·차미영·양현주·김지희·박상운·한성원·이은지·이수상·박성원(Ahn et al. 2023), 정희성·이서영·조예슬·김준·구자하·김용표·김연하·우정현·안다현(Chong et al. 2023)에서 더욱 발전되었다. 김지희 등(2023)의 연구는 유엔의 대북경제제재의 효과를 야간조도를 통해 추정한다. 특히 북한의 무역과 기업자료를 이용해 지역별로 제재 노출 정도를 평가하고 품목별 가격 자료를 활용해 대북 수출제재(북한의 수입)가 북한의 시장 물가에 미치는 효과를 평가하였다. 그 결과 유엔의 대북제재는 2017~19년 동안 북한의 제조업 생산과 실질소득을 각각 12.9%, 15.3% 감소시켰음을 발견하였다. 이 논문은 야간조도 자료를 무역, 기업, 가격 데이터와 결합하여 더 풍부하고 엄밀하게 경제제재의 효과를 추정했다는 점에서 북한경제 연구 성과를 한층 끌어올렸다.

안동현 등(2023)의 연구는 위성사진 자료에 머신러닝 기법을 이용해 북한지역의 경제발전 정도를 평가한 점에서 새로운 연구 방법론을 사용하고 있다. 그리고 이 방법론과 야간조도 등을 포함한 다른 방법을 통해 평가한 지역별 발전 정도를 비교하였을 때 전자의 우월성을 검증하였다. 정희성 등(2023)은 2005~18년 기간 위성으로 관찰한 북한의 대기오염 정도를 분석하였다. 더 구체적으로 이산화질소(NO₂), 이산화황(SO₂), 그리고 일산화탄소(CO)의

변화량을 관찰한 결과, 이상의 기간에 각각 3.6%의 증가, 4.4%의 감소, 0.4%의 감소가 관찰되었다. 이 논문은 이산화질소의 증가와 이산화황의 감소를 각각 북한경제 상황의 개선과 석탄 생산의 감소 때문으로 추정하고 있다. 이 연구는 대기오염 자료를 통해 경제활동을 추정하는 데 목적을 두고 있지는 않다. 그러나 이 두 지표의 밀접한 관련을 고려할 때 대기오염도 지표를 북한경제 이해에 충분히 이용할 수 있음을 시사한다. 이처럼 안동현 등(2023)과 정희성 등(2023)의 연구는 북한경제 이해를 위해 위성 자료 대상의 머신러닝, 그리고 대기오염 도라는 새로운 자료와 방법론을 제안했다는 점에서 의의가 있다.

위성사진을 활용한 연구는 향후 더욱 확대될 전망이다. 특히 북한에 관한 신뢰성 있는 통계가 매우 부족한 상황에서, 장기적으로, 또 지역별로 북한경제를 평가할 수 있다는 점뿐 아니라 북한 변화를 짧은 주기로 파악할 수 있다는 점에서도 위성사진을 이용한 연구의 수요는 계속 증가할 것이다. 그러나 동시에 주의도 필요하다. 야간조도를 통한 북한경제 평가는 북한정부의 에너지공급정책에 크게 좌우된다. 전체 경제는 후퇴했지만 북한정부가 발전소 건설에 더 많은 자원을 공급한다면 야간조도는 증가할 수 있다. 그리고 야간에 관찰할 수 있는 조도는 북한의 생산력보다 주민 후생과 더 밀접히 연관될 수 있다. 그런데 후생은 경제원조와 소비재 수입에 영향을 받으므로 국민소득과 관련성이 떨어질 수 있다.

도로, 건물, 공장 등을 직접 관찰할 수 있는 위성 자료 이용에도 정부정책과 관련된 유사한 한계가 존재한다. 정부가 건설에 자원을 더 많이 배분한다면 북한 소득은 과대평가되기 때문이다. 또한 이러한 위성 자료는 주로 자본 스톡과 관계가 있으며, 농업이나 서비스업 생산량 추정에는 한계가 있다. 공장 내 설비 관찰도 위성사진으로는 어렵다. 대기오염을 이용한 북한경제활동 추정에도 난점이 존재한다. 아직 대기오염과 경제활동 사이의 관계를 엄밀히 분석한 기초 연구가 부족할 뿐 아니라 생산설비나 방법에 따라 대기오염 정도가 달라지는 문제를 안고 있기 때문이다. 따라서 대기오염도를 통해 장기 경제활동을 추정할 때는 유의한 오차가 발생할 수 있다.²⁾ 따라서 우리는 위성 자료를 이용한 연구를 축적하면서 다양한 방법으로 평가한 자료를 비교하고 상호 검토할 필요가 있다.

2) Ezran et al.(2023)은 최근 대기오염도, 더 구체적으로는 이산화질소 배출량과 GDP 사이의 관계를 연구한 결과, 이산화질소 배출량이 국민소득의 유용한 대리변수가 될 수 있다고 주장한다.

참고문헌

- Ahn, D., J. Yang, M. Cha, H. Yang, J. Kim, S. Park, S. Han, E. Lee, S. Lee, S. Park. "A Human-machine Collaborative Approach Measures Economic Development using Satellite Imagery," *Nature Communications*, Vol. 14, Issue 1, 2023.
- Choi, Syngjoo, Byung-Yeon Kim, Jungmin Lee and Sokbae Lee. "A Tale of Two Koreas: Property Rights and Fairness," *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol. 170, Feb. 2020, pp. 212-230.
- Choi, Syngjoo, Kyu Sup Hahn, Byung-Yeon Kim, Eungik Lee, Jungmin Lee and Sokbae Lee. "North Korean Refugees' Implicit Bias against South Korea Predicts Market Earnings," *Journal of Development Economics*, Vol. 169, June 2024.
- Chong, Heesung, Seoyoung Lee, Yeseul Cho, Jhoon Kim, Ja-Ho Koo, Yong Pyo Kim, Younha Kim, Jung-Hun Woo, Dha Hyun Ahn. "Assessment of Air Quality in North Korea from Satellite Observations," *Environment International*, Vol. 171, Jan. 2023.
- Cuaresma, Jesús Crespo, Olha Danylo, Steffen Fritz, Martin Hofer, Homi Kharas and Juan Carlos Laso Bayas. "What Do We Know about Poverty in North Korea?" *Humanities & Social Sciences Communications*, Vol. 6. 2020.
- Ezran, Irene, Stephen D Morris, Martín Rama, Daniel Riera - Crichton. "Measuring Global Economic Activity Using Air Pollution," *Policy Research Working Paper 10445*, World Bank, 2023.
- Kim, Dawool. "Assessing Regional Economy in North Korea using Nighttime Light," *Asia and the Global Economy*, Vol. 2, Issue 3, 2022.
- Kim, Jihee, Kyoochul Kim, Sangyoon Park, Chang Sun. "The Economic Costs of Trade Sanctions: Evidence from North Korea," *Journal of International Economics*, Vol. 145, November. 2023.
- Kim, Kyoochul. "The North Korean Economy seen by Satellite: Estimates of National Performance, Regional Gaps based on Nighttime Light," *Journal of Asian Economics*, Vol. 78, Feb. 2022.
- Park, Jaeyoon, Jungsam Lee, Katherine Seto, Timothy Hochberg, Brain Wong, Nathan

Miller, Kenji Takasaki, Hiroshi Kubota, Yoshoki Oozeki, Sejal Doshi, Maya Midzik, Quentin Hanich, Brian Sullivan, Paul Woods, and David Kroodsma. “Illuminating Dark Fishing Fleets in North Korea,” *Science Advances*, Vol. 6, Issue 30, 2020.

Son, Sung Hyun and Joonmo Cho. “Are Economic Sanctions against North Korea Effective? Assessing Nighttime Light in 25 Major Cities,” *Pacific Affairs*, Vol. 94, No. 3, 2021.