

# 역사·고고학 연구를 위한 네트워크 분석 방법론의 활용 가능성

박준영\*\*

고대 영산강유역과 가야 권역 출토  
구슬 자료를 중심으로\*

**초록** 사회학에서 본격적으로 발전한 네트워크 분석은 사람의 사회적 행위를 그들이 맺은 관계로 구성된 연결망의 특성으로 설명하려는 시도이다. 이 분석은 연구 자료를 집과 선으로 시각화하여 풍부하게 해석할 수 있는 방법론으로 활용되고 있다. 따라서 본 글에서는 역사·고고학의 물질자료 중 수량이 많은 고대 구슬을 대상으로 네트워크 분석의 활용 가능성을 살펴보았다.

고대 구슬 자료를 네트워크로 시각화한 결과 관념적으로 인식했던 구슬의 분포·유통·소비 양상을 파악할 수 있었다. 더불어 영산강유역 출토 구슬의 경우 고대 구슬의 분포 양상을 네트워크로 표현함으로써 문화권 내에서의 복합성을 추출하여 또 다른 해석의 가능성을 열 수 있었다.

네트워크 분석은 특정 자료만이 대상이 되는 것이 아니고, 분석 방식도 고정되어 있지 않다. 어느 자료에나 적용할 수 있으며, 자료의 특성에 따라서 적합한 방식을 고안하여 적용하면 된다. 앞으로 한국 역사·고고학계에서도 네트워크 분석이 활발히 이루어져 그에 대한 담론이 깊어지기를 기대한다.

**주제어** 네트워크 분석, 사회연결망분석(SNA), 고대 구슬, 유리구슬, 홍옥수구슬

\* 이 논문은 서울대학교 인문학연구원이 지원한 집담회의 성과임.

\*\* 서울대학교 국사학과 박사과정 수료

## 1. 머리말

‘4차 산업혁명’이란 용어는 2016년 세계경제포럼 회장인 클라우스 슈밥(Klaus Schwab)에 의해서 처음 사용되었다. 그에 의하면 4차 산업혁명은 디지털 혁명으로 대표되는 3차 산업혁명에 기반을 두며, 디지털·물리적·생물학적 영역 혹은 분야의 경계가 희미해지고, 융합되는 특징을 지닌다고 한다.<sup>1</sup> 즉 4차 산업혁명은 ‘초연결·초융합·초지능’이 대표적인 키워드라고 할 수 있다. 이 혁명을 뒷받침하는 기술은 인공지능(AI, Artificial Intelligence), 사물인터넷(IoT, Internet of Things), 가상현실(VR, Virtual Reality), 빅데이터(Big Data) 등이 대표적이다. 이 중 빅데이터 연구는 단순히 수많은 데이터를 의미하는 것은 아니다. 대용량의 데이터를 활용하고 분석하여 그동안 볼 수 없었던 새로운 정보와 연결성을 찾고 의미를 추출하는 작업이라고 할 수 있다. 이와 같은 연구 방법은 대부분의 연구 분야에 영향을 미치고 활용되고 있다고 하여도 과언이 아닐 것이다.<sup>2</sup>

빅데이터를 활용해서 새로운 연결성을 찾고 그 의미를 해석하려는 시도는 인문학에서도 찾아볼 수 있다. 여러 분야 중 발굴·조사를 통해 지속해서 자료가 보고되는 역사·고고학도 이에 해당한다. 역사·고고학계에서는 누적된 자료의 양이 관념적으로 이해할 수 있는 범위를 넘었기 때문에 다양한 방법론을 개발하려는 시도가 이루어지고 있다. 최근 한국고고학전국대회의 세션 중 하나였던 ‘고고학 자료에 대한 연결망(네트워크) 분석의 적

---

1 K. Schwab (2016), “The Fourth Industrial Revolution: What It Means, How to Respond”, World Economic Forum web page, World Economic Forum, 2016. 2. 14. <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>.

2 최근 한국사연구회에서 ‘4차 산업혁명 시대 한국사의 역할과 미래’라는 주제로 학술대회가 개최되었다. 역사학계에서도 4차 산업혁명 시대를 맞아 새로운 연구 방법론에 논의가 지속적으로 진행되고 있다.

용과 활용 가능성<sup>3</sup>에서는 물질 간의 관계를 어떠한 방식으로 시각화하고 이해하며 해석해야 할지 논의가 이루어졌다. 이 세션을 통해 물질자료를 네트워크로 표현하는 것은 가시적으로 명료하게 표현하기 위한 도구이자 연구 전략이며, 이를 활용해 관계를 풍요롭게 해석할 수 있음을 보여주었다.

본 글은 ‘초연결·초융합·초지능’의 흐름에 따라 물질자료를 조금 더 다양하게 활용하고, 풍부하게 해석하기 위한 시도이다. 특히 연구 방법론 중 하나로 ‘네트워크 분석’을 물질자료에 적용할 수 있을지에 관한 고민에서 비롯되었다. 연구 대상은 고대 장신구 중 하나인 구슬이다. 구슬은 유리, 홍옥수, 수정, 비취 등 여러 재료로 만들어졌는데, 그 형태도 다양하다. 구슬은 꿰어 목걸이나 가슴장식으로 사용되기도 하고, 관(冠)이나 귀걸이의 장식성을 부각하기 위해서 이용되었다. 또한 의례 행위 과정에서 중요 도구로 사용하기도 하였으며, 그 자체가 부(富)를 표현하는 수단이 되기도 한다. 구슬은 상당히 많은 자료가 축적된 것도 특징인데, 이 덕분에 다양한 논의가 가능한 물질자료로 판단된다. 구슬 자료에 네트워크 분석을 적용할 수 있는지 검토하기 위해 먼저 구슬 연구의 현황을 살펴본 뒤, 연구 방법론으로서 ‘네트워크 분석’ 방법론의 활용 가능성을 연구 사례를 통해 살펴보려고 한다.

## 2. 고대 구슬의 연구 현황

한국 학계에서 구슬은 비교적 최근부터 주목을 받기 시작했다. 주목의 계기는 무엇보다도 국제적인 연결성 때문이다. 구슬에 관한 높아진 관심도는 국립·지자체 박물관의 특별전에서 구슬이 주요 전시품으로 다루어지거나,<sup>4</sup>

3 2021년 11월 6일 한국고고학회에서 개최한 제45회 한국고고학전국대회에서 자유패널 3분과로 진행되었다.

4 대표적으로 한성백제박물관에서 2019년 12월 12일부터 2020년 3월 15일까지 개최된 ‘베트남 옥에오 문화-바닷길로 연결된 부남과 백제’ 특별전에서 구슬이 주요 전시품으로 다

더 나아가 구슬을 주제로 하는 특별전이 개최되는 사례<sup>5</sup>를 통해 짐작할 수 있다. 구슬만으로도 일반 대중에게 연구성과와 그 가치를 소개할 수 있을 만큼 연구가 일정 궤도에 올랐음을 보여준다.

구슬에 관한 연구는 상당히 다양하지만, 근래에 자주 논의되는 주제는 제작기법, 화학조성 분석, 지역성과 계층성, 생산, 유통이다. 구슬의 제작기법을 주제로 한 연구는 어떠한 기술로 구슬을 만들었는지 분석한다. 유리구슬은 구슬 표면에서 보이는 불순물이나, 내부 기포를 통해 늘리기법, 감은기법, 접은기법, 주형기법을 이용해서 제작하였음을 추정할 수 있다.<sup>6</sup> 기존에는 고대 한반도에서 거푸집이 출토된 것을 근거로, 유리구슬 전반을 제작하는 주요 기법이 주형기법이라고 인식되었다. 하지만 유리구슬의 대부분을 차지하는 환옥은 불순물과 기포를 볼 때 유리관 형태로 늘려 자른 기법으로 제작되었음이 밝혀졌다. 최근에는 제작기법을 파악하기 위해서 CT(Computed Tomography) 촬영이 이루어졌는데, 연리문구슬과 중층유리구슬의 내부를 종·횡단면으로 살펴본 결과, 눈으로 관찰할 수 없는 제작기법이 파악되었다.<sup>7</sup>

광물계 혹은 석재 구슬의 제작기법은 마연기법<sup>8</sup>과 투공 기법이 주로 논의되는 것으로 보인다. 이 중에서도 가장 활발히 논의되는 것은 투공 기

루어졌다. 국립경주박물관에서는 2020년 12월 8일부터 2021년 4월 11일까지 '오색영롱, 한국 고대 유리와 신라' 특별전을 개최하였는데, 유리구슬이 전시의 큰 부분을 차지했다.

5 국립나주박물관에서는 2021년 9월 30일부터 2022년 2월 6일까지 '금보다 귀한 옥' 특별전이 개최되었다. 본 특별전은 고대 구슬 문화가 어떠한지 그 가치와 의미를 밝히기 위한 전시이다.

6 이인숙(1990), 「韓國 古代 유리의 考古學的 研究」, 한양대학교 대학원 박사학위논문; 김주홍(2007), 「古代 琉璃玉 製作技法 研究」, 목포대학교대학원 석사학위논문; 박준영(2016a), 「韓國 古代 琉璃구슬의 特徵과 展開樣相」, 『중앙고고연구』 19, 중앙문화재단연구원.

7 박준영(2021c), 「함평 신덕 1호분 출토품을 통해 본 영산강유역 유리구슬의 역사적 함의」, 『백제학보』 37, 백제학회.

8 고민정(2016), 「청동기시대 남강유역 옥 장신구의 생산과 소비체제」, 『한·일 장신구』, 영남·구주 합동고고학대회.

법이다. 수정 다면옥과 비취(경옥) 곡옥을 대상으로 구슬의 형태를 분류하고, 다양한 투공 방식을 통해 시공간의 변화 양상이 파악하는 연구가 이루어졌다.<sup>9</sup> 또한 홍옥수 구슬은 공부(孔部) 표면에 실리콘을 쏘아 본을 뜬 뒤, SEM(Scanning Electron Microscope)으로 투공 방식을 관찰하는 연구도 제출되었다.<sup>10</sup> 투공 방식은 더블-다이아몬드 투공기법이 대부분이며, 한 방향-원통형이 특징이다.

화학조성을 검출하여 구슬의 재질을 분석하는 시도는 구슬에 관한 이해와 연구 영역을 한층 높였다고 할 수 있다. 유리구슬의 경우에는 90년대 초반에 '납-바륨유리→포타쉬유리→소다유리→납유리'라는 화학조성 변화의 큰 틀<sup>11</sup>이 마련된 후에 보존과학(고고화학) 분야에서 세부적이고 정밀한 화학적 특성이 지속해서 연구되고 있다.<sup>12</sup> 유리구슬의 화학조성을 분석하는 주요 장비는 ED-XRF(Energy Dispersive X-Ray Fluorescence Spectrometer)와 SEM-EDS(Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy)이다. 근래에는 LA-ICP-MS(Laser Ablation Microprobe-Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer)를 이용하여 미량원소를 검출하여 남아시아와 동남아시아 유리구슬의 화학조

- 
- 9 양아림(2014), 「韓半島 出土 水晶多面玉의 展開樣相과 特徵」, 『한국고고학보』 93, 한국고고학회; 최혜린(2018), 「영남지역 출토 삼국시대 비취곡옥 연구」, 『영남고고학보』 81, 영남고고학회; 박유림(2019), 「신라 고분 출토 경옥제 곡옥 연구」, 『한국고고학보』 113, 한국고고학회.
- 10 허진아(2018), 「마한 원거리 위세품 교역과 사회정치적 의미」, 『호서고고학』 41, 호서고고학회.
- 11 이인숙(1990), pp. 162-183; I. S. Lee (2009), "Characteristics of Early Glasses in Ancient Korea with Respect to Asia's Maritime Bead Trade", *Ancient Glass Research along the Silk Road* (ed. by Gan Fuxi, Robert H. Brill, and Tian Shouyun), Singapore: World Scientific Publishing Company.
- 12 김규호(2001), 「한국에서 출토된 고대유리의 고고화학적 연구」, 중앙대학교 대학원 박사학위논문; 김나영(2013), 「三國時代 알갈리 유리구슬의 化學的 特性 考察」, 공주대학교 대학원 박사학위논문; 윤지현(2015), 「원삼국 및 삼국시대 경상도 지역 출토 청색계 유리구슬의 화학조성과 특징」, 공주대학교대학원 석사학위논문; 김은아(2019), 「서울 석촌동 고분군 출토 유리구슬에 대한 특성 고찰」, 공주대학교대학원 석사학위논문.

성과 비교하는 연구도 제출되었다.<sup>13</sup> 최근에는 LA-ICP-MS를 이용해 수정 구슬의 미량원소도 점차 밝혀지는 추세이다.<sup>14</sup>

이상의 연구성과와 화학조성 자료의 축적을 기반으로 지역성과 계층성, 생산, 유통에 관한 연구가 진행되었다. 고대 마한-백제 권역(경기·호서·호남지역)은 적갈색 유리 환옥이 주로 사용되었다가 4세기 후반~5세기 전엽부터는 청색 유리 환옥으로 변화하는 양상이 관찰된다.<sup>15</sup> 반면 진한-신라 권역과 변한-가야 권역(영남지역)은 시기에 관계 없이 청색 환옥 일색인 점이 특징이다. 두 권역의 서로 다른 양상은 중층유리구슬이 마한-백제 권역에서 압도적인 출토량을 보이지만,<sup>16</sup> 비취(경옥) 곡옥은 신라와 가야 권역에서 주로 출토되는 모습과도 연결된다. 더불어 유리 환옥의 화학조성 변화는 큰 틀에서 두 지역 모두 같은 모습이지만, 5세기 이후부터는 마한-백제 권역은 High Alumina계, 신라와 가야 권역에서는 Natron계와 Plant Ash계 유리<sup>17</sup>

- 
- 13 J. Lankton and L. Dussubieux (2006), "Early Glass in Asian Maritime Trade: A Review and an Interpretation of Compositional Analyses", *Journal of Glass Studies* 48, pp. 121-144.
- 14 도진영(2021), 「가야출토 수정의 조사 및 분석」, 『가야지역 출토 수정의 과학적 분석 연구』, 국립김해박물관.
- 15 김미령(2008), 「韓半島 西南部地域의 玉 研究」, 전북대학교 대학원 석사학위논문; 박준영(2016a), p. 95.
- 16 조연지(2013), 「韓半島 出土 中層琉璃玉 研究」, 충북대학교 대학원 석사학위논문; 권오영(2014), 「고대 한반도에 들어온 유리의 고고, 역사학적 배경」, 『한국상고사학보』 85, 한국상고사학회, pp. 140-142.
- 17 유리의 성분은 망목구성물, 용제(Fluxes), 안정제 그리고 특수재료인 착색제로 나눌 수 있다. 유리의 계통은 먼저 용제로 첨가되는 성분을 통해 납(Pb), 포타쉬(K<sub>2</sub>O), 소다유리(Na<sub>2</sub>O)로 나눌 수 있으며, 하위단위는 안정제 성분으로 나눌 수 있다. 이 중 소다유리는 7개의 계통으로 나눌 수 있다. 대표적으로 High Alumina계와 Natron계 그리고 Plant Ash계이다. High Alumina계는 CaO의 함유량이 5% 미만, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>가 5% 이상인 계통이다. High Alumina계는 남아시아 또는 동남아시아에서 제작되었을 가능성이 높다. Natron계 그리고 Plant Ash계는 CaO의 함유량은 5% 이상, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>가 5% 미만인 계통인데, MgO와 K<sub>2</sub>O의 함량이 1.5%보다 낮으면 Natron계, 높으면 Plant Ash계이다. Natron계는 지중해와 연관이 있으며, Plant Ash는 사산계 유리들과 관련이 있다.

가 분포한다는 점에서 지역성을 띤다.<sup>18</sup>

권역 내부에서도 세부적인 지역성을 보이는데, 경기·호서·호남지역 내 출토 적갈색 유리 환옥의 화학조성의 차이점을 밝힌 연구<sup>19</sup>와 호서지역과 호남지역은 홍옥수 구슬의 형태에 따라서 다른 분포를 보인다는 연구가 제출되었다.<sup>20</sup> 또한 가야 권역에서는 해안을 중심으로 구슬이 집중적으로 분포한다는 점도 지적되었다.<sup>21</sup>

고대 구슬은 계층성도 반영하고 있다. 대표적으로 중층유리구슬과 연리문구슬은 고대 국가의 최상위 계층이나 각 지역의 최고 수장이 주로 소비한 것으로 추정된다. 이와 더불어 유리 환옥의 경우 황남대총이나 무령왕릉과 같은 최상층의 고분에서 다양한 색상으로 구성되어 있다는 것 또한 특징이다.

한편 구슬이 어디서, 어떤 방식으로 생산되었을지에 대한 논의는 앞서 언급한 제작방법과 연결된다. 초기철기시대에 출토되는 푸른색의 납-바륨 유리는 원료 소재를 수입해 2차 생산했을 가능성이 논의되기도 했지만, 자체 생산을 위한 기반시설, 원료조합, 용융조건 등 고려한다면 1차 생산과 2차 생산 모두가 이루어졌을 가능성은 낮다는 점이 지적되었다.<sup>22</sup> 이후 원삼국시대~삼국시대에는 유리거푸집이 출토되고, 풍납토성 경당지구의 사례에서처럼 실제 구슬을 생산했을 가능성이 있다.<sup>23</sup> 하지만 유리 환옥의 제

18 박준영(2016b), pp. 92-101.

19 김나영·김규호(2013), 「한반도에서 출토된 적갈색 유리구슬의 특성 및 유형 분류」, 『보존과학회지』 29(3), 한국문화재보존과학회.

20 허진아(2018), pp. 83-86.

21 박준영(2020), 「경남·부산지역 유리구슬의 현황과 그 의미」, 『가야 지역 출토 유리 II』, 국립김해박물관.

22 조대연(2007), 「초기철기시대 납-바륨 유리에 관한 고찰」, 『한국고고학보』 63, 한국고고학회.

23 I. S. Lee and J. Lankton (2006), "SEM-EDS and XRF Compositional Analysis of Glass and Stone Beads from the Pungnap Castle Site", 『풍납토성 VII: 경당지구 상층 폐기장 유구에 대한 발굴보고』, 한신대학교박물관.

작기법은 주로 늘이기법인데, 고대 한반도에서는 해당 기법을 사용했다는 증거가 없다는 점 또한 지적되었다. 이 기법을 사용한 구슬은 유리원료, 원형가마, 각종 도구, 각 제작 과정마다 생성되는 부산물이 발견되는 남아시아와 동남아시아에서 생산되었을 가능성이 높아 보인다.<sup>24</sup>

광물계 구슬 중 홍옥수 구슬의 투공 방식은 상당수 더블-다이아몬드 투공 기법인데, 남아시아 특유의 기술로 밝혀졌다.<sup>25</sup> 따라서 홍옥수 구슬의 상당수는 남아시아에서 생산된 구슬로 논의되고 있다. 비취로 제작된 곡옥 혹은 환옥은 원재료의 산지가 일본 니가타(新潟) 이토이가와(糸魚川)로 추정되는데,<sup>26</sup> 일본열도에서 완제품을 수입하였을 가능성과 반(半)제품을 들여와 한반도에서 제작 혹은 가공했을 가능성이 있다.<sup>27</sup>

이처럼 고대 한반도에서 사용된 구슬 중 상당수는 한반도 외부에서 생산되었을 가능성이 점차 높아지고 있다. 자연스럽게 구슬의 유통 연구는 외부에서 생산된 구슬이 어떠한 이유와 방식으로 한반도에 입수되었고, 내륙 깊숙이 유입되었는지에 관한 주제로 이어졌다. 비교적 명확한 생산지와 유리구슬의 화학조성 변화가 대륙 간에 연동한다는 점,<sup>28</sup> 기술이 공유되고 있다는 점은 ‘생산과 유통 지점’을 설정할 수 있게 하였다. 여기에 더불어 각 지점을 연결하여 유통경로를 설정할 수 있는데, 현재는 바닷길로 형성된 네트워크에 참여한 국가 혹은 집단의 정치·사회적 역학관계에 따라 입수된 것으로 추정된다.<sup>29</sup> 이와 같은 연구성과는 결국 외부와의 ‘연결성’을 강조

24 이인숙(2014), 「신라와 서역문물: 유리를 중심으로」, 『신라고고학개론 上』(중앙문화재단 연구원 엮음), 진인진; 박준영(2016a), 「한국 고대 유리구슬의 생산과 유통에 나타난 정치 사회적 맥락」, 『한국고고학보』 100, 한국고고학회.

25 허진아(2018), pp. 76-83.

26 藁科哲男·김규호·中村大介·이유진(2014), 「북천동 고분군 출토 비취계 곡옥 산지분석」, 『福泉洞古墳群 VI』, 부산대학교 박물관; 박천수(2014), 「신라와 일본」, 『신라고고학개론 上』(중앙문화재단연구원 엮음), 진인진.

27 박유림(2020), pp. 136-138.

28 박준영(2016a), pp. 154-160.

29 권오영(2014), pp. 151-154; 권오영(2017), 「韓半島에 輸入된 琉璃구슬의 變化過程과 經

하면서 고대를 바라보는 공간적 시각을 한반도에서 벗어나 남아시아까지 확장하는 데에 영향을 미쳤다.

이상 살펴본 바와 같이 고대 구슬 연구는 재질과 종류별로 여러 방법론이 적용되고 있다. 이 덕분에 구슬에 대한 다양한 주제로 논의가 진행되고, 담론이 점차 깊어지는 경향성이 보인다. 특히 구슬을 연구하기 위해서는 한반도에만 한정할 것이 아니라 가까이 있는 일본과 중국, 더 나아가 남아시아와 동남아시아까지 시야를 넓혀야 한다. 구슬에 담긴 역사적 함의는 외부에서 제작된 교역품이 여러 집단 간의 정치·사회적 역학관계에 따라 참여한 교역 혹은 교류 네트워크를 통해서 한반도까지 입수되고, 내륙 깊숙이 유통된다는 점이 핵심이다. 따라서 국내외 역학관계를 살펴보는 데 효과적이라고 할 수 있다.

더불어 구슬은 특정 학문 분야가 독점하여 연구할 수 없다. 여러 학문 분야끼리 서로 참여하여 소통하고, 논의하는 학제간 연구를 통해서야 비로소 이해할 수 있다. 앞서 언급했듯이 CT 촬영을 통해 그동안 막연하게 이해했던 연리문구슬의 제작기법을 복원한 사례, 고고화학의 성과를 토대에 역사·고고학적인 맥락을 적용하여 고대 유리구슬의 유통과정을 복원한 사례가 대표적이라고 할 수 있다. 이에 어느 고대 물질자료 보다도 여러 학문 분야가 어우러져 연구되고 있다고 평가할 수 있다.

그런데도 여전히 미진한 부분이 남아있다. 구슬 연구의 대부분은 특정 재질 혹은 종류별로 연구되고 있다. 즉 구슬에 관한 연구는 종류와 재질에 따라서 단편적인 자료를 대상으로 논의되었다. 이와 같은 경향성은 연구자

路: 초기철기~원삼국기를 중심으로, 『호서고고학』 37, 호서고고학회; 권오영(2019a), 『해상 실크로드와 동아시아 고대국가』, 세상출판사·아시아문화원; 김나영(2013), pp. 160-162; 박준영(2016a), pp. 154-164; 박준영(2021a), 「마한-백제 권역 출토 유리구슬의 생산과 유통」, 『2021년 국립나주박물관 국제학술심포지움: 아시아의 옥 문화』, 국립나주박물관; 허진아(2018), pp. 86-90; 허진아(2019), 「초기철기-원삼국시대 구슬 해상교역과 환황해권 정치 경관의 변화」, 『한국상고사학보』 106, 한국상고사학회; 이인숙(1990), pp. 189-194; 이인숙(2014), pp. 496-508.

들이 각 재질·종류별 구슬의 제작과 유통 그리고 소비 패턴이 다르며, 이에 따른 함의도 조금씩 상이하다는 것을 인식했기 때문일 것이다.

하지만 현재 구슬 연구에서 가장 큰 한계는 자료의 수량이 많다는 커다란 연구적 가치가 있음에도 종합적으로 검토하기 위한 방법론이 부재하다는 것이다. 구슬을 한 점씩 살펴본 뒤에 수량과 재질을 완벽하게 파악하는 것은 물리적으로 현재로서 쉽지 않은 작업이다. 이를 극복하여 수량과 종류를 완벽히 파악하여도, 그 자료가 무엇을 의미하는지 쉽게 이해할 수 없다. 자연스럽게 어떠한 구슬을 조합하여 사용하였는지, 더 나아가 조합 패턴이 다른 유구·유적과 연결되는지도 구체적으로 제시하기 어려운 실정이다. 이와 같은 한계로 인해 대부분 선택적으로 자료를 선별하여 유구·유적의 관계를 살펴보고 있으며, 종합적인 연구를 시도하여도 눈에 띄는 상사성과 상이성을 부각하는 정도에 그치는 모습을 볼 수 있다.

본 글은 구슬 연구의 외연을 넓히고, 한층 더 종합적인 연구를 위해서 그래프 이론을 기반으로 한 ‘네트워크 분석’이 적용되어야 함을 제안하고자 한다.

### 3. 네트워크 분석: 개념과 기본 작동 원리

‘네트워크(연결망)’는 현대인에게 상당히 익숙한 단어이다. 일반적으로 ‘네트워크’라는 단어를 사용하는 경우는 두 명 이상의 인물·집단 간에 물질·정보·연대 등이 지속해서 통하여 관계가 형성된 상황일 것이다. 즉 이미 연결된 관계를 표현할 때 흔하게 사용되는 용어임을 알 수 있다. 그렇다면 각 분야의 연구자는 왜 관계를 네트워크를 통해 시각화하고 연구하려는 것일까. 우리 주변에 존재하는 대부분이 네트워크 형태로 이미 구조화되어 있거나, 구조화할 수 있기 때문이다.<sup>30</sup> 결국 네트워크를 분석하는 것은 사

30 박기영(2017), 『소셜네트워크분석』, 청람, pp. 2-3.

람들의 사회적 행위를 그들이 맺은 관계로 구성된 연결망의 특성으로 설명하려는 시도로,<sup>31</sup> 관계의 패턴을 확인·검토하고 시각화하여,<sup>32</sup> 해석하는 방법론이라고 할 수 있다.

네트워크 분석은 1932년 미국 뉴욕 허드슨 여학교 학생들의 가출 현상을 분석하던 제이콥 모레노(Jacob Moreno)에 의해서 처음 이루어졌다. 모레노는 학생들이 가출하는 이유로 성격과 같은 개인적인 요인보다는 가출자 사회연결망(Social Network)에서의 가출 여학생들의 위치가 더 중요한 요인이었음을 주장했다. 모레노는 자신의 주장을 증명하기 위해 개인의 주관적인 감정을 그래픽으로 표현하는 방식으로 사회도측정법(Sociometry)을 사용하여 허드슨 여학교의 사회 네트워크를 시각화했다. 이후 네트워크의 시각화와 분석은 1960년대까지 인류학 분야에서 널리 이용되었고, 1970년대부터는 사회학에서 사회연결망에 관한 연구가 폭발적으로 발전했다.<sup>33</sup>

이에 비해 고고학과 고대사 분야에는 비교적 근래부터 적용되었다. 사회학적 연구의 영향을 계속 받고 있지만, 차츰 ‘교통·교류·유통·상호작용’과 같은 고고학, 고대사적 질문에 답하기 위한 연구 방법론이 개발되고 실제 자료에 적용되는 추세이다.<sup>34</sup> 실제로 최근 한국 고고학과 고대사학계에서도 최근에 네트워크 분석의 적용 가능성과 관련 성과들이 꾸준히 제출되고 있다.<sup>35</sup> 특히 2021년에는 한국고고학전국대회에서는 ‘고고학 자료에 대

31 김용학·김영진(2016), 『사회 연결망 분석』, 박영사.

32 T. Burghmans (2010), “Connecting the Dots: Towards Archaeological Network Analysis”, *Oxford Journal of Archaeology* 29(3), p. 277; 고일홍(2021), 「고고학 자료의 네트워크 분석을 통한 외래유물 유통망 검토: 영남지역 무덤 출토 오수전의 해석을 위한 융복합적 시도」, 『아시아리뷰』 11(1), 서울대학교 아시아연구소, p. 51.

33 S. P. Borgatti, A. Mehra, D. Brass, and G. Labianca (2009), “Network Analysis in the Social Sciences”, *Science* 323, pp. 892-893; 광기영(2017), pp. 18-26.

34 T. Burghmans (2010), pp. 278-284; 임동민(2021), 「네트워크 분석과 한국 고대사 연구의 접목 가능성」, 『4차 산업혁명 시대 한국사의 역할과 미래』, 한국사연구회.

35 강동석(2019), 「지석묘사회의 네트워크 구조와 성격 검토」, 『한국상고사학보』 105, 한국상고사학회; 홍은경·고일홍(2021), pp. 49-78; 박준영(2021a), pp. 97-128; 임동민(2021),

한 연결망(네트워크) 분석의 적용과 활용 가능성'에서는 물질문화 간의 관계에 대한 논의가 이루어졌다.

그렇다면 네트워크의 기본 개념과 원리는 무엇일까. 네트워크 분석에서 네트워크는 점(노드, 액터)과 선(에지, 링크)의 집합체이다. 네트워크 시각화의 기본 원리는 점과 점을 선으로 연결하여 관계를 표시하는 것이다. 따라서 두 점이 연결되어 있다면, 서로 관계가 있다고 이해할 수 있다. 이렇듯 네트워크 분석은 관계의 패턴을 시각화하여 해석하는 효과적인 방식으로, 수학의 한 분야인 '그래프 이론'을 기반으로 한다. 그래프는 관계의 네트워크 구조를 나타내며, 네트워크는 그래프와 그래프를 구성하는 점과 선에 대한 추가 정보로 구성되어 있다.<sup>36</sup>

이 중 점(노드)은 다양한 대상으로 설정될 수 있다. 사회학 혹은 사회인류학에서는 기본적으로 사람이 되고, 조직 단위가 되기도 한다. 언어학에서는 특정 언어, 외교학에서는 국가, 경영학에서는 부서나 직급·직책, 생물학에서는 세포와 유기체가 될 수 있다. 즉 연구자의 연구 대상이나 관점, 연구의 분석수준(analysis level)과 범위에 따라서 점(노드)의 대상은 다양하게 설정할 수 있으며, 대상의 속성 또한 대상에 맞게 구성할 수 있는 것이다.

점(노드)끼리 같은 속성을 공유하고 있다면 선(에지, 링크)으로 연결된다. 선(에지, 링크)은 연결 개수에 따라서 연결 정도(degree)를 표현할 수 있는데, 대표적으로 방향성(direction)을 나타내는 것이다. 또한 연결 정도의 수준에 따라서 밀도(density)를 표현하기도 하며, 연결 규모와 수준에 따라서 강도(strength)를 표현하기도 한다. 밀도가 높거나 강도가 강한 네트워크는 응집성(cohesion)이 높은 네트워크라고 한다.

「네트워크 분석과 한국 고대사 연구의 접목 가능성」, 『4차 산업혁명 시대 한국사의 역할과 미래』, 한국사연구회; 장덕원(2021), 「미호천유역 주거유적의 변화추이로 본 마한에서 백제로의 변화」, 『호서지역 고대 정치영역의 변화: 마한에서 백제로』, 호서고고학회; 홍은경(2019), 「한국 신석기시대 사회관계망분석(SNA)을 위한 예비검토」, 『고고학』 18(3), 중부고고학회.

36 T. Burghmans (2010), p. 277; 고일홍(2021), p. 51.

	A	B	C	D
A	0	0	1	0
B	1	0	0	0
C	0	1	0	1
D	0	0	0	0

방향/이진 행렬

	A	B	C	D
A	0	0	3	0
B	1	0	0	0
C	0	2	0	5
D	0	0	0	0

방향/계량 행렬

	A	B	C	D
A	0	1	1	0
B	1	0	1	0
C	1	1	0	1
D	0	0	1	0

비방향/이진 행렬

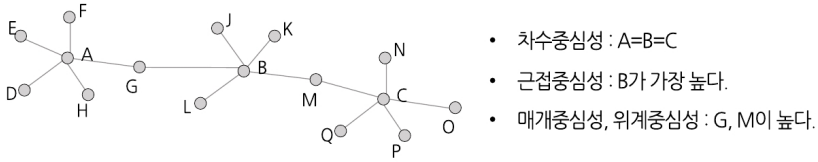
	A	B	C	D
A	0	1	3	0
B	1	0	2	0
C	3	2	0	5
D	0	0	5	0

비방향/계량 행렬

출처: 광기영(2017), p. 41.

[그림 1] 행렬의 유형

네트워크를 형성하고 분석하기 위해서는 기본적으로 행렬표(matrix table)를 작성해야 한다. 행렬표는 보통 같은 개수의 행과 열로 구성된 정방형 행렬이다. 행렬의 셀 값은 행과 열에 대응되는 두 대상의 관계를 나타낸다. 여기서 방향성에 따라서 방향(directed) 행렬과 비방향(nondirected) 행렬로 나뉜다. 방향 행렬에서 관계는 반드시 호혜적(reciprocal)일 필요가 없어, 대부분 비대칭(asymmetric) 행렬로 표현된다. 반면 비방향 행렬은 대각선을 중심으로 아랫부분과 윗부분의 셀 값이 같은 것을 지칭하는데, 대칭(symmetric) 행렬이라고도 부른다. 한번 관계의 정도 혹은 강도는 '1'(유)과 '0'(무)으로 표현하는 이진(binary) 행렬과 다양한 값을 나타내는 계량(valued) 행렬로 표현될 수 있다([그림 1]).<sup>37</sup>



출처: 손동원(2002); 강동석(2019)

[그림 2] 네트워크 중심성의 의미

이렇듯 점과 선의 집합체인 네트워크의 구조 안에서 모든 점(노드, 대상)은 같은 개수(값)로 연결되지 않는다. 같은 개수로 연결되어 있다면, 애초에 네트워크로 표현할 수 없을 것이다. 따라서 특정한 점(노드, 대상)은 다른 점보다 연결 개수가 많아지면서 네트워크 안에서 구조적인 우위를 점유한다. 네트워크 안에서 특정한 혹은 중요한 구조적 위치를 표현하는 지표가 중심성(centrality)이다.<sup>38</sup> 연결 정도·밀도·강도를 반영하는 중심성이 높다면 네트워크 안에서 영향력이 높음을 나타낸다.

중심성을 측정할 때 가장 많이 활용되는 방법은 연결 중심성(degree centrality), 근접 중심성(closeness centrality), 매개 중심성(betweenness centrality), 위세(고유벡터) 중심성(eigenvector centrality)이다. 연결 중심성은 다른 점(노드)과 많은 연결 관계를 갖는 점이 중심성이 높게 측정되는 기본적인 방식이다. 근접 중심성은 연결된 수가 많은 노드가 반드시 중심성이 높다는 기존 전제에 대한 문제의식에서 출발한 방식으로, 점과 점 사이에서 얼마나 거리가 가까운지를 측정하는 방식이다. 특정한 점이 다른 점들과 가까운 곳에 있다면, 그만큼 중심적인 역할을 맡고 있다고 할 수 있다는 것이다. 매개 중심성은 한 점이 직접적으로 연결되어있지 않은 점들 사이에서 통제·매개·중개 역할을 하는지에 대한 측정방식이다. 점과 점 사이에서 최단 거리에 위치하는 점이 중심성이 높게 나타난다. 마지막으로 위세 중심성은 점과 연결된 특정 점의 중심성 값에 가중치를 두어서 특정되는 것이다. 영향력이

— [www.kci.go.kr](http://www.kci.go.kr)

38 강동석(2019), p. 10.

있는 점과 연결되면 자연스럽게 해당 점도 영향력을 갖고 중심성이 높아진다는 원리이다.

이상으로 네트워크 분석의 기본 개념과 원리 그리고 분석 방식에 대해서 살펴보았다. 네트워크 분석의 기본적인 토대는 그래프 이론이며, 70년대 이후 사회학에서 크게 발전하였다. 따라서 네트워크 분석 방식을 곧바로 고고학과 고대사에 적용하기에는 현실적인 한계가 있다. 특히 물질자료를 대상으로 연구 목적에는 사람 간의 관계도 있지만, 주로 유물·유구·장소 간의 관계를 밝히는 것에 무게 중심이 있으므로 점(노드)을 유구나 유물로 설정하는 것이 더 효과적이다.<sup>39</sup> 따라서 고고학과 고대사에서 네트워크의 점(노드)은 ‘맥락’(유적·유구, 지역·지점) 혹은 ‘속성’(유구·유물)이 선택되며, 두 노드 간의 링크 성립 여부는 대체로 ‘유사도’(similarity)에 기반하여 측정하는 방법론이 사용되고 있다. 서로 다른 속성을 분류하고, 유사도를 측정해서 점(노드)끼리 연결하는 네트워크를 ‘일반 유사도 네트워크’(General Similarity Network)라고 부른다. 속성이 공유되었음을 나타내는 척도인 유사도가 링크의 선정 기준이 되는 이유는 데이터의 유사성이 과거 사회에서 인과적 혹은 사회적인 연관성을 반영할 수 있다는 생각 때문이다. 그러나 속성별로 그 유사도가 의미하는 바가 서로 다를 수 있음을 계속해서 인식할 필요가 있다.<sup>40</sup>

유사도를 측정할 수 있는 알고리즘은 여러 가지가 있다. 대표적으로 브라이너드-로빈슨 유사도(Brainerd-Robinson coefficient of similarity), 코사인 유사도(Cosine similarity), 유클리드 거리(Euclidean distance), 자카드 유사도

39 고일홍(2021), p. 52.

40 P. Östborn and H. Gerding (2014), “Network Analysis of Archaeological Data: A Systematic Approach,” *Journal of Archaeological Science* 46, pp. 75, 83; 고일홍·천선행(2021), 「네트워크 분석을 통한 고고학적 빅데이터의 시각화: 완주 상운리 분묘 사례를 중심으로」, 『제45회 한국고고학전국대회: 한국고고학, 한반도를 넘어서』, 한국고고학회, pp. 281-282.

(Jaccard similarity) 등이 있다.<sup>41</sup> 이와 같은 알고리즘을 통해서 다양한 방식으로 데이터를 계산하여 행렬표를 만들고 점과 선으로 구성된 네트워크로 시각화할 수 있다.

#### 4. 고대 구슬의 네트워크: 네트워크 분석이 고대 구슬에 적용된 사례

구슬 연구는 앞서 밝힌 바와 같이 여러 방향으로 진행 중이며, 특히 학제간 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 앞으로 각 분야의 연구성과가 축적된다면, 고대 구슬의 이해도는 매우 높아질 것으로 기대된다. 다만 수량이 압도적이라는 구슬 자료의 장점은 아직 제대로 활용되지 못하는 상황이다. 이를 극복하기 위해서는 ‘빅데이터’ 관점에서 수많은 구슬 자료에 접근할 필요성이 있다. 빅데이터 관점에서 접근하는 방식은 크게 4가지 이론적 기반이 있는데, ① 표본화된 데이터가 아닌 데이터 전체를 사용하는 방식, ② 다양한 질의 데이터<sup>42</sup>를 사용하는 방식, ③ 데이터가 처리되고, 다른 데이터가 결합하여 정보가 형성되는 방식, ④ 가설 검정적(hypothesis-driven) 연구에서 증거 기반 데이터 분석(evidence-based data-driven) 연구로의 패러다임 전환이 그것이다.<sup>43</sup>

‘빅데이터’ 관점에서 다량의 구슬 자료를 시각화하고 분석할 때 네트워크 분석은 효과적인 방법론으로 판단된다. 수학의 그래프 이론에 기반한 네트워크 분석은 점(노드)과 선(에지)으로 구성된 그래프를 시각화하고, 분석

41 J. C. Athenstädt, B. J. Mills, and U. Brandes (2018), “Social Networks and Similarity of Site Assemblages”, *Journal of Archaeological Science* 92, pp. 65-67.

42 양질의 표본화된 데이터만을 선택적으로 이용하는 것이 아니라 ‘지저분한’ 데이터도 이용해야 함을 의미한다.

43 고일홍·천선행(2021), pp. 279-280.

과 해석에 기반을 마련한 도구이다. 이미 형성되어 있거나, 혹은 구조화할 수 있는 관계를 점과 선으로 구성된 집합체로 만들어 연구자가 그리고 싶은 자료를 표현하거나, 인지하지 못했었던 새로운 연결성(혹은 비연결성)을 찾을 수 있다.

고고학과 고대사 학계에서는 이미 표와 지도를 통해 물질문화의 분포를 시각화하고 문화권을 설정하는 방법론을 활용하고 있다. 대상 자료의 수가 적은 경우, 표와 지도 도식으로 표현하는 것이 가능하며, 충분히 효과적이다. 하지만 대상 자료의 수가 점차 많아진다면, 2차원인 지도에서 모든 자료를 도식하기 쉽지 않고, 가시성도 떨어진다. 이와 같은 상황은 고대 한반도 전역에 널리 분포하고 있는 구슬 자료를 어떠한 방식으로 ‘시각화’해서 ‘연결성’을 찾을지에 대한 고민과도 연결된다. 각 유구·유적에 출토된 다양한 재질·종류의 구슬과 수많은 수량이 어떠한 의미가 있는지, 이를테면 특정 유구·유적의 특수한 모습인지 또는 문화권 내의 전반적인 경향인지, 어떠한 역사·고고학적 맥락 안에서 수많은 종류와 구슬이 유통·소비되었는지 등을 이해하기 위해서는 다른 유적 간, 혹은 지역권·문화권 내외에서 비교·검토해야 한다. 따라서 경향·양상·상사성·상이성 등을 이해하기 위해서는 다량의 구슬 자료를 시각화할 수 있는 네트워크 분석을 도입할 필요성이 있다.

한국 고고학과 고대사 학계에서 네트워크 분석은 걸음마 단계이다.<sup>44</sup>

44 본 글은 고고학과 고대사 학계에서의 네트워크 분석 방법론 활용 가능성을 집중적으로 논하고 있다. 따라서 해당 분야에서 도입이 최근에 이루어졌다는 의미이다. 이미 자료가 상당히 많은 근대사 학계에서는 조금 더 이른 시점부터 공이어를 중심으로 네트워크 분석이 도입되고 연구가 진행되었다. 대표적으로 허수(2014), 「어휘 연결망을 통해 본 ‘제국’의 의미: ‘제국주의’와 ‘제국’을 중심으로」, 『대동문화연구』 87, 성균관대학교 동아시아학술원; 허수(2016), 「네트워크 분석을 통해 본 1980년대 ‘민중’: 『동아일보』의 용례를 중심으로」, 『개념과 소통』 18, 한림대학교 한림과학원; 허수(2018), 「언어 연결망 분석으로 본 20세기 초 한국의 ‘문명’과 ‘문화’: 주요 언론 기사에서의 논의 맥락을 중심으로」, 『개념과 소통』 22, 한림대학교 한림과학원; 허수(2021), 「『개벽』 논조의 사회주의화에 관한 새로운 접근: 토픽 연결망 분석을 중심으로」, 『인문논총』 78(1), 서울대학교 인문학연

고대 구슬 자료에 네트워크 분석이 도입된 것도 최근에 이루어졌다. 현재 두 번의 시도<sup>45</sup>가 확인되는데, 두 사례를 통해 네트워크 분석을 적용하기까지의 문제의식과 방법론, 그리고 연구의 의의를 살펴보겠다.

#### 4.1. 5세기 후반~6세기 영산강유역 출토 유리구슬의 네트워크<sup>46</sup>

고대 역사·고고학에서 활발히 연구되고 있는 분야 중 하나가 영산강유역 문화권이다. 급증하는 발굴·조사로 인해 수많은 자료가 보고되고 있기 때문이다. 그동안 공백으로 남아있었던 영산강유역 물질자료의 경향성이 차츰 밝혀지고 있다. 다만 영산강유역 문화권의 물질자료는 상당히 다양하고 복잡한 모습이다. 특히 고분을 구성하는 분형·매장주체부·장구·장신구·무구류·의례형태 등에서 여러 요소와 계통이 복합적으로 확인된다. 다



출처: 박준영(2016c)

[그림 3] 함평 예덕리 신덕 고분 출토 구슬

구원'이 있다.

- 45 박준영(2021b), 「가야 권역 출토 구슬의 소비 네트워크」, 『제45회 한국고고학전국대회: 한국고고학, 한반도를 넘어서』, 한국고고학회; 박준영(2021c), pp. 97-128.
- 46 4장 1절은 '박준영(2021c), pp. 97-128.'의 내용 일부를 요약·정리했음을 미리 밝혀둔다.

양한 계통의 물질자료 중 어떤 요소에 무게 중심을 두는지에 따라서 영산강유역 문화권에 관한 여러 논의가 가능하다. 따라서 문화양상을 하나의 색채로 설명할 수 없기에 ‘복합성’, ‘다원성’, ‘다양성’, ‘스펙트럼’ 등으로 해당 문화권을 표현하고 있다.<sup>47</sup>

구슬 자료도 발굴·조사 성과 덕분에 차츰 누적되고 있는 모양새이다. 그중에서 1990년대에 발굴·조사되었고, 2021년에 정식 발굴·조사 보고서가 발간된 함평 예덕리 신덕 1호분<sup>48</sup> 출토 구슬은 영산강유역 구슬 문화의 양적·질적 풍부함을 보여주었다. 다만 신덕 1호분 출토 구슬은 여타 영산강유역 문화권에서 출토된 구슬과는 구별되는 양상이다. 수량은 5,000여 점에 이르고, 유리구슬이 압도적이다. 이렇듯 상당한 수량을 차지하는 이유는 유리구슬 중 소형의 녹색 환옥만으로도 5,000여 점이 넘기 때문이다. 주변 지역에서는 청색 환옥이 주류를 이루는 것과 확연히 대조적인 양상이다. 더불어 106점의 중층유리구슬과 4점의 연리문구슬은 한반도 전역을 살펴봐도 상당히 희소한 자료이다. 신덕 1호분을 이해하기 위해서는 결국 유리구슬의 출토 양상이 어떠한 의미가 있는지 살펴볼 필요성이 있었다.

영산강유역 문화권에서 유구 1기에서 구슬이 5,000여 점이 출토된 사례는 상당히 드문 현상이다. 따라서 신덕 1호분과 같은 돌출적인 양상과 주변 유구·유적을 단순히 도표를 통해 비교하는 것으로는 의미를 추출할 수 없다. 이와 더불어 신덕 1호분의 분형은 5세기 후반~6세기 전반 영산강유역에서 집중적으로 분포하고 있는 ‘전방후원형’이다. 신덕 1호분 출토 유리구슬을 이해하기 위해서는 비교 대상으로 같은 맥락을 지닌 유적을 선정해야 비로소 유리구슬의 의미를 파악할 수 있다고 판단했다. 따라서 5세기 후반~6세기 전반 전방후원형 고분과 이와 비견할 수 있는 대형분인 방형·원

47 권오영(2019), 「榮山江流域の古代政治体を見とおす多様な視角」, 『国立歴史民俗博物館研究報告』第217集; 김낙중(2009), 『영산강유역 고분 연구』, 학연문화사; 홍보식(2005), 「영산강유역 고분의 성격과 추이」, 『호남고고학보』 21, 호남고고학회.

48 국립광주박물관(2021), 『咸平 禮德里 新徳古墳』.

형분을 대상으로 유리구슬의 종류·수량의 조합양상이 어떠한 역사적 함의가 있는지 살펴보기 위해 네트워크 분석을 적용했다.<sup>49</sup>

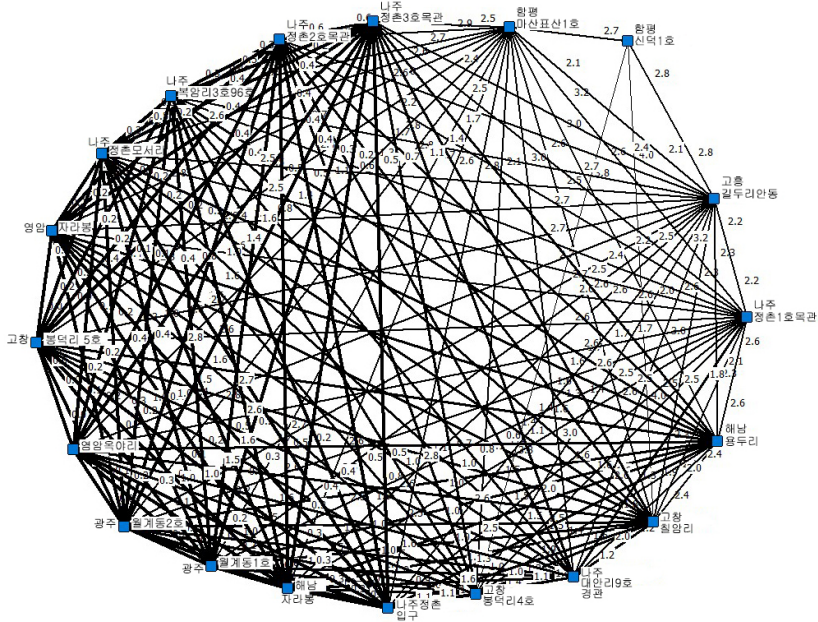
5세기 후반~6세기 전반 영산강유역의 유리구슬은 종류가 상당히 많고, 수량의 편차가 심하다. 따라서 네트워크로 시각화하고 분석하는 과정에서 여러 알고리즘을 적용했다. 먼저 ‘Z 점수(Z score) 혹은 표준화’를 적용하여 편차를 심한 데이터를 표준화했다. 이후 표준화된 자료를 행렬표 작성에 많이 사용되는 ‘유클리드 거리’(euclidean distance) 알고리즘으로 계산하였다.<sup>50</sup> 유클리드 거리 행렬표는 UCINET 6.730 버전을 통해 시각화했다(그림 4). 각 유적의 값이 비슷하면 연결성이 높다는 것인데, 연결 강도는 점(노드) 간의 선(에지)의 굵기와 수치로 표현했다.<sup>51</sup>

네트워크로의 시각화는 각 유적의 공간적 위치를 해체하고 연결 강도가 강한 유적에서 약한 유적으로 나타냈다. 그 결과 고창, 나주, 해남, 영암 일원의 유적은 각 점(노드) 간의 선(에지)의 굵기가 상당히 굵게 표현되었다. 이는 해당 지역 고분에서 출토된 구슬의 종류·수량 양상이 상당히 유사하다는 점을 보여준다. 반면 나주 정촌 고분 1호 목관, 함평 표산 1호분과 고흥 길두리 안동 고분, 신덕 1호분 순으로 선(에지)의 굵기는 가늘어지고 연결수도 줄어드는 모습을 볼 수 있다. 해당 유적 간에 네트워크는 형성되어

49 해당 연구의 대상이 되었던 유리구슬의 종류는 환옥(감청색, 청록색, 벽색, 적갈색, 녹색, 황색, 흑색), 곡옥, 관옥, 중층유리구슬, 연리문구슬이며, 유리구슬의 총 수량은 10,581점이다[박준영(2021a), pp. 107-110].

50 일반적으로 네트워크 분석에서는 거리 알고리즘은 사용하지 않고, 유사도 알고리즘을 사용한다. 다만 거리 알고리즘은 비유사도(dissimilarity)와 호환이 가능하기에[D. L. Carlson (2017), *Quantitative Methods in Archaeology Using R*, Cambridge University Press, p. 297] 시험적 적용연구로서 거리 알고리즘을 통해 네트워크 분석을 진행했음을 밝힌다.

51 유클리드 거리 알고리즘은 값이 클수록 각 대상의 거리가 멀다는 것을 의미한다. 이 값을 곧바로 네트워크로 시각화하면, 거리가 먼 단위의 강도가 높게 그려진다. 이를 보완하기 위해 UCINET 내의 여러 선택 사항 중 “reverse values” 기능을 이용하여 값이 낮을수록 강도가 높게 표현했다. 수치가 0에 가까울수록 각 점(노드) 간의 연결성이 강한 것이다. 더불어 의미 없는 연결선을 지우기 위해서 임계점(threshold)은 4로 설정했다[박준영(2021c), p. 116].



출처: 박준영(2021c), 수정 후 인용.

[그림 4] 유클리드 거리 행렬표를 네트워크로 시각화한 결과

있지만, 신덕 1호분은 영산강유역 고분 출토 유리구슬의 네트워크에서 다소 연결 강도가 떨어짐을 보여주었다.

이 네트워크의 의미는 관념적으로 이해했던 영산강유역권 내 유리구슬의 분포(혹은 유통) 양상을 시각적으로 보여준다는 데에 있다. 하지만 무엇보다도 중요한 점은 각 유적의 유리구슬 종류와 수량에 따라서 스펙트럼을 그릴 수 있다는 점이다. 유구·유적 간에 연결 강도가 낮은 순으로 본다면 “함평 신덕 1호분-고흥 길두리 안동 고분과 함평 마산리 표산 1호분-나주 정춘 고분 1호석실 1호 목관-고창, 나주, 영암, 해남 일원”이라는 스펙트럼을 추출할 수 있었다.<sup>52</sup>

고창, 나주, 영암, 해남 일원은 영산강유역 내에서 유력 정치체로 손꼽히지만, 신덕 1호분과 표산 1호분 그리고 안동 고분은 중심지와는 다소 거리가 있는 외곽에 위치한다. 특히 나주-영암 시종면 일대는 영산강유역 안에서도 중핵 세력이라고 할 수 있는데, 구슬의 종류와 수량이 상당히 유사함을 보여주었다. 반면 외곽으로 퍼질수록 다른 양상이 관찰됨을 네트워크 분석을 통해서 볼 수 있었다.

특히 신덕 1호분과 표산 1호분의 분형은 전방후원형이며, 안동 고분의 매장주체부(수혈식 석곽)도 왜계로 분류되기도 한다. 더불어 신덕 1호분과 고흥 길두리 안동 고분에서 금동식리와 금동관이 출토되었고, 표산 1호분에서는 전문도기 편이 수습되었다. 금동식리와 금동관 그리고 전문도기편은 백제와 관계가 깊다. 유리구슬의 종류와 수량에 기반한 ‘네트워크 시각화와 분석’ 결과가 이와 같은 역사·고고학적 복잡성을 끌어내는데 큰 역할을 하였다.<sup>53</sup>

#### 4.2. 가야 권역 내 구슬의 네트워크<sup>54</sup>

최근 몇 년 사이에 가야 관련 연구가 폭발적으로 증가했다. 단순히 연구 성과만 제출된 것이 아니라, 가야와 관련된 자료를 데이터베이스화한 자료집도 여러 기관에서 출판되고 있다. 또한 가야 문화를 유네스코 문화유산으로 등재하기 위한 시도가 이루어지고 있는데, 이는 해당 문화권의 자료가 체계적으로 정리되고 있음을 의미한다.

고대 가야 구슬은 국립김해박물관이 주도해서 정리가 이루어졌다. 특

53 본 연구는 중층유리구슬과 연리문구슬의 존재, 화학조성과 함께 보았을 때 함평 신덕 1호분 출토 구슬은 백제 중앙을 통해서 입수했다는 결론을 내었다. 네트워크의 연결 강도는 결국 백제 중앙과 어느 정도 연결성이 있는지에 대한 강도를 보여주는 자료라는데 의미가 있다. 해당 내용은 ‘박준영(2021c), pp. 97-128’을 참고하길 바란다.

54 이 사례는 박준영(2021b)의 일부를 정리한 것이다. 따라서 본 글에서는 간단한 결과와 의미를 제시하고, 본 연구의 구체적인 결과는 추후에 별도로 제시하도록 하겠다.

히 국립김해박물관 소장 유리구슬을 정리하는 사업<sup>55</sup>을 통해 부산·경남 지역의 유리구슬의 수량이 개략적으로 파악되었고, ED-XRF를 통한 화학조성 자료도 상당히 축적되었다. 그 덕분에 유리구슬의 분포와 화학적 특징과 변천이 잘 정리된 상황이다. 다만 유리구슬을 현황과 의미를 파악하는 과정에서 특정 재질의 구슬만을 정리하는 방식은 단편적인 모습을 조망하는 것이라는 한계가 드러났다. 이를 보완하고 구슬의 분포의미를 밝히기 위해서는 서로 다른 재질의 구슬을 종합적으로 살펴보아야 한다. 따라서 해당 연구에서는 가야 권역 전체에서 출토된 구슬의 현황을 정리한 후에 네트워크 분석을 적용했다.

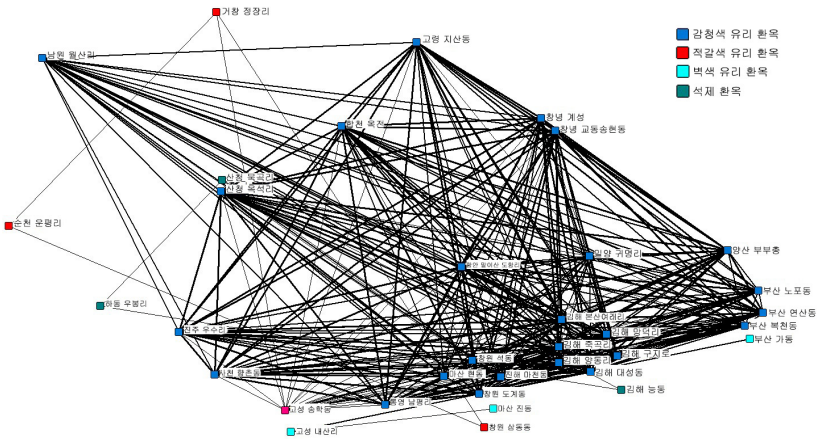
분석 대상은 가야 권역 내에서 구슬이 출토된 유적이며, 속성으로는 유리·홍옥수·수정·비취(경옥)·석재(연옥, 벽옥, 천하석) 구슬을 선정했다. 네트워크 분석을 위한 방식은 앞선 4장 1절의 방법론<sup>56</sup>을 따랐고, 네트워크로 시각화하기 위해 점(노드)을 각 유적의 실제 위치를 반영하여 배치하였다.

[그림 5-①]은 구슬 전체를 네트워크로 시각화한 그래프이다. 구슬 중 가장 많은 수량을 차지하는 것이 유리구슬이고, 그 안에서도 가장 높은 비율을 보이는 것이 환옥이다. 더불어 고대 영남지역에서는 감청색 환옥이 특징적으로 분포한다.<sup>57</sup> 이와 같은 유사성이 반영되어서 네트워크가 전반적으로 강하게 연결되어있음을 알 수 있다. 특히 김해, 부산, 창원, 합천은 감청색 유리 환옥으로 강하게 연결되어 있음을 쉽게 볼 수 있다. 그런데도 상대적으로 외곽 지역인 거창 정장리 유적과 순천 운평리 유적 그리고 옹관이 집중적으로 출토된 창원 삼동동 유적에서는 적갈색 유리 환옥을 통해 연결성이 있음이 표현되었다. 더불어 산청 목곡리 유적과 진주 우수리 유적, 그리고 마산 진동 유적에서는 석재 환옥이 주요 작용을 하여 네트워크

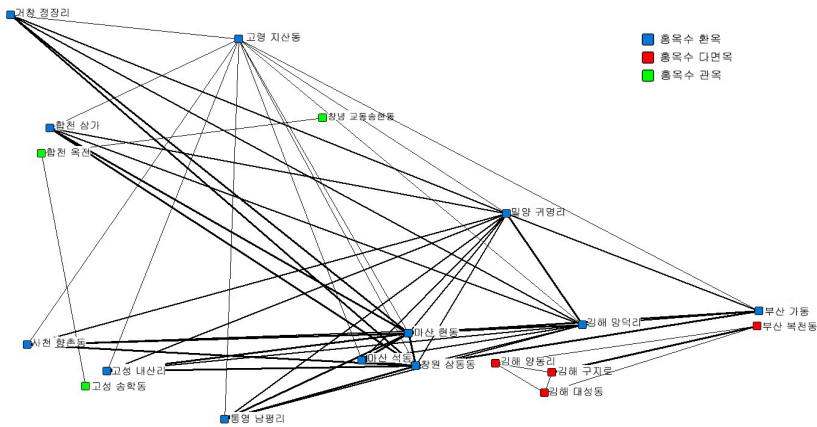
55 국립김해박물관(2019), 『가야 지역 출토 유리 I: 김해』; 국립김해박물관(2020), 『가야 지역 출토 유리 II: 부산·울산·경남』.

56 박준영(2021c), pp. 114-116.

57 박준영(2016b), p. 101.



① 가야 권역 전체 구슬



② 가야 권역 홍옥수구슬

[그림 5] 가야 권역 구슬 네트워크

가 형성되었다.

[그림 5-②]는 홍옥수구슬을 네트워크로 시각화한 그래프이다. 전반적으로 홍옥수 환옥을 중심으로 네트워크가 크게 형성되어 있다. 흥미로운 점은 바다에 가까이 있는 고성, 김해, 마산, 부산 일대의 유적들이 굵은 선으로 이어진다는 점이다. 이는 바다 가까이 위치한 유적끼리 연결성이 강함을

시사한다. 더불어 김해 구지로, 대성동, 양동리 유적과 부산 복천동 유적에서 홍옥수 다면옥을 중심으로 한 네트워크가 형성되어 있다. 다른 지역보다도 김해 일원의 대표적인 유적들과 부산 복천동 유적에 네트워크가 형성되어 있다는 점이 흥미롭다.

가야 권역 내의 구슬 네트워크는 ‘어떠한 종류’의 구슬이 ‘얼마나 사용되었는지’를 기준으로 하여 시각화한 자료이다. 특정 유적에서 출토된 구슬의 종류와 수량이 어떠한 유적과 연결성이 있는지 살펴보고자 하였다. 점(노드)과 선이 연결되는 이유로는 구슬이 특정 장소에서 입수되어 각지로 퍼져나가는 유통 양상, 유통된 이후에 각 고분을 조영했었던 인물의 구슬 취향을 나타내는 선호도, 장신구로 사용하고 의례에 한 과정에서 이용된 소비 양상, 개인 혹은 집단이 상징 자본(symbolic capital)의 의미<sup>58</sup>에서 특정 구슬과 그 구슬을 전유하여 주변 집단과 차별화(구별짓기와 허세)를 시도하는 모습 등이 반영되었을 가능성을 고려할 수 있다. 이처럼 다량의 구슬 자료를 2차원 그래프인 네트워크로 시각화함으로써 지역 간의 패턴을 빠르게 파악하고, 또 다른 해석의 가능성을 열 수 있다.

## 5. 맺음말

네트워크 분석은 ‘점’(노드)과 ‘선’(에지)으로 이루어진 그래프를 시각화하고 다양한 방식으로 해석하는 방법론이다. 본 글은 역사·고고학 자료에서의 새로운 방법론 모색 차원에서 고대 구슬 자료를 대상으로 살펴보았다. 다량의 구슬 자료에 네트워크 분석을 적용한 결과 관념적으로 인식했던 구슬의 분포·유통·소비 양상을 가시적으로 파악할 수 있었다. 더불어 영산강

58 피에르 부르디외(2013), 이상길 역, 「상징자본과 사회계급」, 『언론과 사회』 21(2), 사단법인 언론과 사회.

유역 출토 구슬의 경우 고대 구슬의 양상을 네트워크로 표현함으로써 문화권 내에서의 복합성을 추출하여 또 다른 해석의 가능성을 열 수 있었다.

네트워크 분석 대상은 특정 자료에 한정되지 않는다. 더불어 네트워크 분석 방식은 고정되어 있지 않다. 분석하고자 하는 자료에 적합한 방식을 고안하여 적용하면 된다. 다만 네트워크 분석은 이미 형성되어 있거나, 구조화된 집합체를 구현하는데 이점이 있으며, 조금 더 풍부한 해석을 가능하게 하는 도구이다. 특정 가설을 증명하는 데에 사용될 수 있지만, 그보다는 인지하지 못했었던 연결성을 찾고 다양한 해석의 가능성을 열면서 미래를 예측하는 방법론이다. 앞으로 한국 고고학과 고대사 학계에서도 네트워크 분석이 활발히 이루어져 그에 대한 담론이 깊어지기를 기대한다.

## 참고문헌

### 논저

- 강동석(2019), 「지석묘사회의 네트워크 구조와 성격 검토」, 『한국상고사학보』 105, 한국상고사학회.
- 藁科哲男·김규호·中村大介·이유진(2014), 「복천동 고분군 출토 비취계 곡옥 산지분석」, 『福泉洞古墳群 VI』, 부산대학교 박물관.
- 고민정(2016), 「청동기시대 남강유역 옥 장신구의 생산과 소비체제」, 『한·일 장신구』, 영남·구주 합동고고학대회.
- 고일홍(2021), 「고고학 자료의 네트워크 분석을 통한 외래유물 유통망 검토: 영남지역 무덤 출토 오수전의 해석을 위한 융복합적 시도」, 『아시아리뷰』 11(1), 서울대학교 아시아연구소.
- 고일홍·천선행(2021), 「네트워크 분석을 통한 고고학적 빅데이터의 시각화: 완주 상운리 분묘 사례를 중심으로」, 『제45회 한국고고학전국대회: 한국고고학, 한반도를 넘어서』, 한국고고학회.
- 곽기영(2017), 『소셜네트워크분석』, 청람.
- 국립광주박물관(2021), 『咸平 禮德里 新德古墳』.
- 국립김해박물관(2020), 『가야 지역 출토 유리 II: 부산·울산·경남』.
- 국립김해박물관(2019), 『가야 지역 출토 유리 I: 김해』.
- 권오영(2019a), 『해상 실크로드와 동아시아 고대국가』, 세상출판사·아시아문화원.

- 권오영(2019b), 「榮山江流域の古代政治体を見とす多様な視角」, 『国立歴史民俗博物館 研究報告』第217集.
- 권오영(2017), 「韓半島에 輸入된 琉璃구슬의 變化過程과 經路: 초기철기~원삼국기를 중심으로」, 『호서고고학』 37, 호서고고학회.
- 권오영(2014), 「고대 한반도에 들어온 유리의 고고, 역사학적 배경」, 『한국상고사학보』 85, 한국상고사학회, pp. 140-142.
- 김규호(2001), 「한국에서 출토된 고대유리의 고고화학적 연구」, 중앙대학교 대학원 박사 학위논문.
- 김나영(2013), 「三國時代 알칼리 유리구슬의 化學的 特性 考察」, 공주대학교 대학원 박사학위논문.
- 김나영·김규호(2013), 「한반도에서 출토된 적갈색 유리구슬의 특성 및 유형 분류」, 『보존과학회지』 29(3), 한국문화재보존과학회.
- 김낙중(2009), 『영산강유역 고분 연구』, 학연문화사.
- 김미령(2008), 「韓半島 西南部地域の 玉 研究」, 전북대학교 대학원 석사학위논문.
- 김용학·김영진(2016), 『사회 연결망 분석』, 박영사.
- 김은아(2019), 「서울 석촌동 고분군 출토 유리구슬에 대한 특성 고찰」, 공주대학교 대학원 석사학위논문.
- 김주홍(2007), 「古代 琉璃玉 製作技法 研究」, 목포대학교 대학원 석사학위논문.
- 도진영(2021), 「가야출토 수정의 조사 및 분석」, 『가야지역 출토 수정의 과학적 분석 연구』, 국립김해박물관.
- 박유림(2019), 「신라 고분 출토 경옥제 곡옥 연구」, 『한국고고학보』 113, 한국고고학회.
- 박준영(2021a), 「마한-백제 권역 출토 유리구슬의 생산과 유통」, 『2021년 국립나주박물관 국제학술심포지엄: 아시아의 옥 문화』, 국립나주박물관.
- 박준영(2021b), 「가야 권역 출토 구슬의 소비 네트워크」, 『제45회 한국고고학전국대회: 한국고고학, 한반도를 넘어서』, 한국고고학회.
- 박준영(2021c), 「함평 신덕 1호분 출토품을 통해 본 영산강유역 유리구슬의 역사적 함의」, 『백제학보』 37, 백제학회.
- 박준영(2020), 「경남·부산지역 유리구슬의 현황과 그 의미」, 『가야 지역 출토 유리 II』, 국립김해박물관.
- 박준영(2016a), 「한국 고대 유리구슬의 생산과 유통에 나타난 정치사회적 맥락」, 『한국고고학보』 100, 한국고고학회.
- 박준영(2016b), 「韓國 古代 琉璃구슬의 特徵과 展開樣相」, 『중앙고고연구』 19, 중앙문화재연구원.
- 박천수(2014), 「신라와 일본」, 『신라고고학개론 上』(중앙문화재연구원 위임), 진인진.
- 양아림(2014), 「韓半島 出土 水晶多面玉의 展開樣相과 特徵」, 『한국고고학보』 93, 한국고고학회.
- 손동원(2002), 『사회 네트워크 분석』, 경문사.
- 윤지현(2015), 「원삼국 및 삼국시대 경상도 지역 출토 청색계 유리구슬의 화학조성과 특

- 징, 공주대학교 대학원 석사학위논문.
- 이인숙(2014), 「신라와 서역문물: 유리를 중심으로」, 『신라고고학개론 上』(중앙문화재단 구원 엮음), 진인진.
- 이인숙(1990), 「韓國 古代 유리의 考古學的 研究」, 한양대학교 대학원 박사학위논문.
- 임동민(2021), 「네트워크 분석과 한국 고대사 연구의 접목 가능성」, 『4차 산업혁명 시대 한국사의 역할과 미래』, 한국사연구회.
- 장덕원(2021), 「미호천유역 주거유적의 변화추이로 본 마한에서 백제로의 변화」, 『호서 지역 고대 정치영역의 변화: 마한에서 백제로』, 호서고고학회.
- 조대연(2007), 「초기철기시대 남-바를 유리에 관한 고찰」, 『한국고고학보』 63, 한국고고학회.
- 조연지(2013), 「韓半島 出土 中層琉璃玉 研究」, 충북대학교 대학원 석사학위논문.
- 최혜린(2018), 「영남지역 출토 삼국시대 비취옥 연구」, 『영남고고학보』 81, 영남고고학회.
- 피에르 부르디외(2013), 이상길 역, 「상징자본과 사회계급」, 『언론과 사회』 21(2), 사단법인 언론과 사회.
- 허수(2021), 「『개벽』 논조의 사회주의화에 관한 새로운 접근: 토픽 연결망 분석을 중심으로」, 『인문논총』 78(1), 서울대학교 인문학연구원.
- 허수(2018), 「언어 연결망 분석으로 본 20세기 초 한국의 '문명'과 '문화': 주요 언론 기사에서의 논의 맥락을 중심으로」, 『개념과 소통』 22, 한림대학교 한림과학원.
- 허수(2016), 「네트워크 분석을 통해 본 1980년대 '민중': 『동아일보』의 용례를 중심으로」, 『개념과 소통』 18, 한림대학교 한림과학원.
- 허수(2014), 「어휘 연결망을 통해 본 '제국'의 의미: '제국주의'와 '제국'을 중심으로」, 『대동문화연구』 87, 성균관대학교 동아시아학술원.
- 허진아(2019), 「초기철기-원삼국시대 구슬 해상교역과 환황해권 정치 경관의 변화」, 『한국상고사학보』 106, 한국상고사학회.
- 허진아(2018), 「마한 원거리 위세품 교역과 사회정치적 의미」, 『호서고고학』 41, 호서고고학회.
- 홍보식(2005), 「영산강유역 고분의 성격과 추이」, 『호남고고학보』 21, 호남고고학회.
- 홍은경(2019), 「한국 신석기시대 사회관계망분석(SNA)을 위한 예비검토」, 『고고학』 18(3), 중부고고학회.
- Athenstädt, J. C., B. J. Mills, and U. Brandes (2018), "Social Networks and Similarity of Site Assemblages", *Journal of Archaeological Science* 92.
- Borgatti, S. P., A. Mehra, D. Brass, and G. Labianca (2009), "Network Analysis in the Social Sciences", *Science* 323, pp. 892-893.
- Burghmans, T. (2010), "Connecting the Dots: Towards Archaeological Network Analysis", *Oxford Journal of Archaeology* 29(3).
- Carlson, D. L. (2017), *Quantitative Methods in Archaeology Using R*, Cambridge University Press.

- Lankton, J. and L. Dussubieux (2006), "Early glass in Asian maritime Trade: A Review and an Interpretation of Compositional Analyses", *Journal of Glass Studies* (48), pp. 121-144.
- Lee, I. S. (2009) "Characteristics of Early Glasses in Ancient Korea with Respect to Asia's Maritime Bead Trade", *Ancient Glass Research along the Silk Road* (ed. by F. Gan, R. H. Brill, and S. Tian), Singapore: World Scientific Publishing Company.
- Lee, I. S. and J. Lankton (2006), "SEM-EDS and XRF compositional analysis of glass and stone beads from the Pungnap Castle site", 『풍납토성 VII: 경당지구 상층 폐기장 유구에 대한 발굴보고』, 한신대학교박물관.
- Östborn, P. and H. Gerding (2014), "Network Analysis of Archaeological Data: A Systematic Approach," *Journal of Archaeological Science* 46.

원고 접수일: 2022년 1월 20일, 심사 완료일: 2022년 2월 10일, 게재 확정일: 2022년 2월 10일

## ABSTRACT

# The Applicable Potential of Using Network Analysis Methods for Historical and Archaeological Research

Park, Junyoung\*

Focusing on Ancient Beads Excavated  
from the Yeongsan River Basin and  
Gaya Region

Network analysis, which was formerly developed in the discipline of Sociology, represents an attempt to explain the social behavior of people in terms of the characteristics of the network of relationships they have formed. This method of analysis uses nodes and edges to visualize data and has thus been widely used. This article examines the applicable potential of using network analysis to study a large quantity of ancient beads which are valuable historical and archaeological materials.

As a result of applying network analysis on ancient beads, the distribution, circulation and consumption patterns could be visualized. Prior to this, such interpretations were only conceptually recognized. Furthermore, by expressing the distribution patterns of ancient beads as a network, one example being the excavated beads from the Yeongsan River Basin, it was

---

\* Ph.D. Candidate, Department of Korean History, Seoul National University

possible to unravel more of the complexities of their ancient culture, as well as opening up other potential interpretations.

Network analysis is not only applicable to a specific type of data nor is the method a fixed one. It can be applied to any type or set of data and the details of the method can be considered and adjusted according to the characteristics of the data. The aim is for network analysis to be more widely and actively conducted and applied for studies in Korean History and Archaeology and also to deepen the discourse.

**Keywords** Network Analysis, Social Network Analysis (SNA), Ancient Beads, Glass Beads, Carnelian Bead

