Research on Paleotopographic Soil Map Analysis of Historic Sites and Decoding of Aerial Photographs

Euihaeng Heo¹ and Wooyoung Chang^{2*}

¹Research Professor, Suwon University Museum, Hwaseong 18323, Korea

²Researcher (Geoarchaeology), Gyeongju National Research Institute of Cultural Heritage, Gyeongju 38170, Korea

*Corresponding author: dfcwooyoung@korea.kr

ABSTRACT

Received: May 3, 2021

Revised: May 21, 2021

Accepted: May 21, 2021

ORCID

Euihaeng Heo

<https://orcid.org/0000-0003-2516-4426>

In research on archaeology, locating archaeological relics involves a methodology called “paleotopographic analysis.” In this analysis, past aerial photographs are decoded and combined with a synthesis of topographical data such as soil and geological maps and archaeological stratum data. However, there continues to be a lack of methodological research and discussions on validating the analysis. There is a need, therefore, to establish the criteria for geological classification and the reading of a site’s morphological features to present objective evidence of paleotopographic analysis through aerial photographs. In this respect, soil maps of the Soil and Environmental Information System of Korea published by the Rural Development Administration can be used as an important source of analysis. The soil map applies methods similar to paleotopographic analysis, which helps in identifying the macroscopic topographical features of a site. Once the classification of topography via soil maps is complete, the fine topography and traces of historical sites can be identified by decoding aerial photographs. The classification of micro-geographical features can be read based on color tone and color and types of arable land. Topographic classification largely divides sites into mountainous areas and lowlands, and finer topographical features can be identified within this. Analyzing the color tone and color used in different shades of black and white can help in identifying the different types of landscape depicted by them. On farmlands, Buried fine topographical features can be examined by observing and analyzing the direction of ridges between cultivation fields. Fine topographies identified thus based on these decoding criteria should again lead to the reading and interpretation of natural and artificial traces. Human activities are observed by (a) distinguishing traces of artificial structures in mountainous terrains; (b) identifying landforms, fine highlands, fine lowlands, and waterways in lowlands; and (c) traces of artificial landforms. Once the criteria and interpretation of these decoding results are clarified, discussions on human settlements based on topography as well as on finding archaeological relics underneath the soil become feasible.

Keywords: Aerial photography decoding, Paleotopographic analysis, Soil map, Topography classification

Example of Gyeongju topography classification. [1]: Hwang and Yoon (2013), [2]: National Academy of Agricultural Sciences (2014), [3]: Chang (2020).

Introduction

한국 고고학계에서 유적의 존재 가능성을 확인하고자 하는 고민은 고지형 분석이라는 새로운 방법론을 만들었다 (Lee and Takahashi, 2006). 이 방법론은 이제 유적의 존재 가능지의 파악을 벗어나 입지와 과거 토지의 이용 방식에 대한 연구의 확장으로 나아갔다 (Lee and Takahashi, 2008; Chang et al., 2010; Korean Institute for Archaeology & Environment, 2011, 2017; Lee and Ahn, 2016; Lee, 2016, 2019, 2020; Heo, 2017, 2020; Jungwon National Research Institute of Cultural Heritage, 2019; Lee et al., 2019; Chang, 2020; Heo and Chang, 2020). 실제 저습한 지형에서 많은 유적의 발굴과 해석으로 이어지고 이제는 새로운 방식의 분석 방법론의 적용으로 진행되고 있다 (Heo, 2017). 주목할 점은 지형과 유적의 관찰과 분석을 넘어 다양한 자료와의 비교 검증을 진행하면서 고지형을 통한 유적 입지 연구가 깊어지고 있다는 것이다. 특히 농촌진흥청에서 제공하는 토양도는 그 비교 검증자료로 그 중요도가 증가하고 있다.

대한민국은 지난 50여 년간의 토양조사로 세계에서 가장 정밀도가 높은 토양도를 보유하고 있으며 다양한 축척의 토양도를 전산화하여 제공하고 있다 (National Academy of Agricultural Sciences, 2010; Park et al., 2010). 이러한 토양도는 대토양군을 중심으로 충적평야 지역에서 유적을 예측하는 기준으로 소개되었고 (Jeong and Gwak, 2010; Yu and Lee, 2011; Lee and Gwak, 2012), 여기에 더해 항공사진 판독을 실시하여 유적을 예측하는 지형환경분석 (Chang et al., 2010)을 병행하는 방법론 연구의 확대로 이어지고 있다 (Yu and Lee, 2011). 이처럼 토양도는 고고학계에서 적용의 유용도가 인식되면서 본격적으로 유적의 분석과 해석에서 그 이용이 증가하였다. 특히 전국단위의 토양조사 결과를 바탕으로 작성된 분포지형 및 토양도는 발굴조사 보고서에서의 인용이 적극 이루어지고 있는 실정이다. 무엇보다 유적의 입지 조건을 이해하는데 있어서 토양도는 꼭 필요한 정보를 담고 있다. 하지만 유적의 세밀한 분석에서는 한계가 있기에 새로운 분석방법론의 적용에 대한 논의가 필요하다.

고지형 분석에 분포지형도와 토양도는 특히 도성의 분석에 매우 유용한데, 옛 지형 뿐 아니라 공간 활용의 모습을 이해하는데 가장 기초적 접근자료를 제공할 수 있기 때문이다. 제주 도성 지역 일원의 고지형을 토양조사 결과를 활용하여 추정한 연구 사례 (Lee, 2019)는 이러한 고지형분석의 확장된 연구의 적용이라고 볼 수 있다. 하지만 고지형 연구는 아직 많은 연구자에게 적용과 활용이 보편적이지 못하다. 분석을 위한 다양한 기기와 소프트웨어가 필요하기 때문이다. 그러한 점에서 고지형분석에서 가장 기본적으로 진행해야 할 지형분류가 이미 이루어진 농촌진흥청의 분포지형도와 토양도를 적극 활용할 필요가 있다. 여기에 더해 항공사진을 판독하여 유적지와 그 주변의 미세한 흔적 등을 읽어낼 수 있다면 입지 해석에 대한 신뢰성 있는 파악이 가능하다.

이 글은 유적의 고지형을 살펴보는 데 있어 농촌진흥청의 토양도 활용과 고고학계의 항공사진을 통한 유적지 판독이라는 병행적 방법론의 논의를 진행하고자 한다. 거시적 관점에서 분포지형도와 토양도의 적용을 실시하고, 미시적 관점에서 항공사진의 판독을 통해 매물 미지형과 유적의 존재 가능성을 탐색하는 기준 마련을 구체화하고자 한다. 특히 항공사진의 분석은 지형·지리학계의 판독 방법 적용, 실제 입체시 관찰을 통해 나타난 고지형 결과 내용을 바탕으로 판독 기준의 구체적 안을 보여주하고자 한다. 위 분석법으로 다양한 지형이 관찰되는 삼국시대 도성지역 (고구려, 백제, 신라)을 중심으로 한 사례를 제시하고자 한다.

Materials and Methods

토양도를 활용한 유적 고지형 분석 경상북도 경주시, 서울특별시 송파구, 충청남도 부여군을 대상으로 농촌진흥청에서 발행한 1:5,000 극세부정밀토양도를 유적의 고지형 분석 사례로 사용하였다. 토양 특성 중에서 분포지형, 토양통을 주로 참고하였고 유적과 관계된 옛 물길은 배수등급, 토심 등을 보조자료로 활용하였다. 또한, 1:5,000 지형도, 1913년 발행 지적원도, 1954년 발행 1:10,000 항공사진을 분석하여 보완하였다.

항공사진 판독을 통한 유적 고지형 분석 (Gyeongju National Research Institute of Cultural Heritage, 2019) 고지형 분석은 항공사진과 지형도 등을 바탕으로 수치지도·측선단면도·수계망·표고·기복량·가시권 분석 등을 고지형 환경분석 시스템 (Korean Institute for Archaeology & Environment et al., 2014)과 GIS시스템으로 구체화 하였다. 관련 분야인 지구물리학·지리학·지질학과 등과 협력하여 연구를 진행하기도 하며, 고고학적 발굴조사를 통해 결과를 확인하였다.

조사·분석의 계획 단계에서 예측한 결과는 완료 후 상당 부분 달라질 수 있는데, 이러한 이유로 발굴조사를 통해 지형과 유적 간의 관계를 직접적·단계적으로 해석하고 보완해야 한다. 이러한 과정은 선사-고대-현대로 연결되는 유적에 대한 입체적인 복원안을 제시하기 위한 것으로 고지형 분석의 지향점이다.

Results and Discussion

경주 선상지에서 하천의 존재 국립농업과학원 토양도 분포지형 안 (National Academy of Agricultural Sciences, 2014)은 농촌진흥청이 전국단위로 구축한 정밀토양조사 결과를 토대로 작성되었다. 흙토람 토양환경지도에는 전국단위의 분포지형, 배수등급, 논·밭 저해요인, 토양심도 등 발굴조사와 하천 추정에 유용한 정보가 공개되어 있다. 위 정보들은 도성의 입지분석에 유용하게 적용할 수 있는데, 특히 도성 내 여러 유적지를 분포지형과 토양관련 자료 등과 비교할 경우 고지형 양상과 함께 검토할 수 있다.

Fig. 1은 경주 선상지를 분류한 지형도와 토양도 및 토양통을 기초한 하천 복원안을 제시하고 주요 유적인 월성, 동궁과 월지, 황룡사의 입지를 검토하였다. 경주 신라 왕경의 분포지형은 산악지, 구릉지, 산록경사지, 곡간지/선상지, 하성평탄지, 홍적대지로 분류하고 있다. 여기서 유적이 집중한 경주 충적평야부는 선상지 (호계)와 하성 평탄지 (덕천, 고천, 통천, 신흥 등)로 크게 분류된 것을 볼 수 있다. 특히 황룡사와 월성의 동-서 지역에 분포하는 하성평탄지는 경주 선상지의 형성 이후에도 여러차례 하천활동이 있었음을 알려주는 중요한 근거가 된다 (Fig. 1-②). 환경사 관점의 지형환경분석 안 (Lee and Takahashi, 2008)을 보면 이 지역 근처로 Dump mark (항공사진에서 어렵게 관찰되는 과습지)가 확인되었는데, 이 과습지는 삼국통일 직후 대규모 토목·건축행위로 축조한 동궁과 월지 (사적 제18호)지역에 해당한다. 이 주변으로 흘렀던 하천의 존재를 선상지 용천천이라 하여 부정하는 자연지리학 연구성과 (Yoon and Hwang, 2004; Hwang and Yoon, 2013)에서는 이 과습지를 선상지 중위면과 저위면의 경계부에 해당하는 것으로 파악하면서 인공연못인 월지는 용천천으로부터 물을 공급한 것으로 추정 (Hwang and Yoon, 2013)하였다 (Fig. 1-①). 한편, 월지가 굴착되어 만들어진 기반 자체가 하천 범위 (Lee, 2019; Chang, 2020)일 가능성도 논의되었다. 견해 차이는 있지만 이 과습지역은 토양도에서 논 저해 요인인 ‘석력’ 범위와 일치하고 있어 하천이 흘렀던 곳으로 볼 수 있는 근거가 마련되었다.

경주 북천 옛 물길 범위를 세 갈래로 복원한 안 (Chang, 2020)은 토양도에서 분류한 하성평탄지를 선상지가 형성된 이후 북천 퇴적으로 인식하고 토양통 분포를 근거로 옛 물길의 범람원 복원안을 제시했다 (Fig. 1-③-①②③하천).

Fig. 1. Example of Gyeongju topography classification. ①: Hwang and Yoon (2013), ②: National Academy of Agricultural Sciences (2014), ③: Chang (2020). (A: Wolseong earthen fortress, B: Donggung palace and Wolji pond, C: Hwangryong-sa temple)

Fig. 2. Example of topography classification. ①: Songpa-gu, Seoul, ②: Buyeo-gun, Chungcheongnam-do. (A: Pungnap earthen fortress, B: Mongchon earthen fortress, C: Buso mountain, D: Gunnamji pond)

Fig. 2는 백제 도성으로 알려진 서울과 부여에 토양도를 제시하고 풍납토성과 몽촌토성 등의 입지를 검토하였다. 백제의 도성 지역 중 한성백제 지역의 토양도 또한 의미 있는 내용을 볼 수 있다. 이 지역은 현재 도심지 조성으로 인해 과거의 지형 자체를 볼 수 없다. 하지만 토양도를 보면 구릉지와 선상지, 한강에 접한 하성평탄지의 여러 지형이 표시되어 있다. 특히 풍납토성이 위치한 지형은 홍적대지 지형에 해당하고 그 범위가 성곽의 규모와 일치하는 점이 주목된다. 홍적대지의 서쪽으로는 하성평탄층이 넓게 형성되었는데 한강의 범람과 퇴적으로 형성된 것을 볼 수 있다. 풍납토성은 을축년 대홍수 (1925년 7 - 9월)로 원지형의 많은 부분이 훼손되었는데 그러한 흔적도 토양도에서 명확히 볼

수 있다. 무엇보다 현재 풍납토성의 서쪽 지형은 거의 사라진 모습인데 이전에는 구릉지와 선상지의 지형 그리고 과습한 지형 등이 확인된다는 점에서 미세 고지형분석에 앞서 지형의 모습을 복원하는데 토양도를 통한 분석과 해석은 중요하다.

부여의 사비도성 지역에서도 토양도는 의미 있는 자료로 활용될 수 있다. 특히 부여 시가지가 위치한 지역은 토양도를 통해 과거 지형의 형태를 많은 부분 파악할 수 있다. 사비 왕궁이 자리한 곳으로 파악되는 관북리와 구아리 일대는 북쪽의 부소산에서 뻗어 내려오는 나지막한 구릉지형과 선상지 그리고 하성평탄지의 존재를 볼 수 있고, 부여 군청과 궁남지가 자리한 곳의 지형은 나지막한 구릉지와 미고지로서의 홍적대지 그리고 왕포천에 의해 형성된 하성 평탄지의 많은 부분을 볼 수 있다. 이러한 지형의 흔적은 부여 지역의 홍수 범람 범위를 파악한 연구에서도 그 근거가 분명해졌다 (Lee, 2012). 홍수 범람의 범위를 보면 구아리와 궁남지가 위치한 하성 평탄지로 범람의 모습을 볼 수 있고 부여 군청이 자리한 서쪽의 홍적대지는 범람의 피해가 적다는 점에서 매몰된 미지형이 이전에도 존재하였음을 알 수 있다.

이상의 도성지역 내 토양도를 보면 거시적 관점의 지형분류가 충분함을 볼 수 있고, 과거 지형의 입지를 파악하는데 매우 유용하게 쓰일 수 있음을 볼 수 있다.

유적과 고지형의 항공사진 판독기준 토양도는 과거 지형의 존재를 파악하는 데 유용하지만 산지와 충적지형 내 존재하는 미세한 지형의 흔적을 찾기에는 여전히 한계가 있다. 이를 위해서는 고고학에서 적용되는 고지형분석 방법을 적용할 필요가 있으나, 아직 지형과 유적의 형태를 파악하는 구체적 기준이 없다. 따라서 적절한 판독 기준의 마련이 필요하다. 이 기준을 통해 유적 지형의 객관적 근거 제시의 타당성을 일정 정도 만족할 수 있을 것이다.

이번 장에서는 산지와 구릉지의 지형, 충적 지형으로서 저평지 지역을 대상으로 지형과 유적의 항공사진 판독 기준을 마련하고자 한다.

Rampart (Fig. 3, Fig. 4) 산지 지형에서 유적과 관련한 흔적은 구조물이나 대지의 존재를 살필 수 있다. 구조물로서의 대표적 사례는 성벽이 될 것이다. 도성 분석에 있어 성벽의 존재는 내외부 지형의 형태와 토지 활용 양상을 볼 수 있다.

성벽은 항공사진에서 그 흔적을 명확하게 볼 수 있지만 도심 및 마을에 축조된 성벽과 산지 능선을 따라 축조된 성벽은 그 모습을 명확히 보기 어렵다. 성벽의 후대 훼손이 가장 큰 원인이지만 항공사진 이미지를 대축적으로 촬영하여 이미지 화소가 문제가 되기도 한다.

하지만 성벽의 흔적을 판독하는 몇 가지의 기준을 마련할 수 있다.

첫째, 산지에서 나타나는 흰색선과 흑백선의 존재가 확인되면 돌출된 선형의 구조물로서 성벽을 인식할 수 있다. 이는 촬영의 기후조건과 연관되는데 구조물의 높은 부위에는 햇빛의 투사로 인해 흰색의 선형 형태로 나타나지만 낮은 부위는 그림자로서 검은색의 선형 형태로 확인되기 때문이다. 그렇다고 이러한 흔적을 모두 구조물로 볼 수는 없다. 동일한 흰색의 선형 흔적이 관찰되었다 하더라도 입체시 관찰을 통해 보면 대개 산 능선부를 가로지르는 林道로 확인되는 경우가 많다. 하지만 이 두 형태는 미세한 형태적 차이로 판독할 수 있다. 항공사진에서 관찰되는 선의 형태와 선 주변의 잔상은 중요한 판독기준이 된다. 다소 반듯하게 뻗은 선과 좌우측의 잔상이 적게 나타나는 경우는 성벽의 가능성이 크지만, 임도는 구불구불한 선 형태이고 선의 좌우측으로 잔상(노이즈)이 많이 확인된다. 물론 임도가 포장된 경우에는 그 구별을 분명히 하기 어렵지만, 매우 선명한 선의 모습과 폭이 다소 크게 나타나는 특징이 있다.

Fig. 3. Construction of houses inside and outside the ramparts and planting of trees. ① Wolseong earthen fortress (1954), ② Mongchon earthen fortress (1966), ③ Pyongyang castle (1954), ④ Pungnap earthen fortress (1966).

Fig. 4. Rampart traces. (Left: Pyongyang castle_1954, Right: Gongsan castle, Gongju_1954)

둘째, 수목 및 건물이 선상의 모습으로 배치된 곳이나 지점 등은 성벽과 관련한 흔적으로 나타난다. 대체로 평탄지형에 축조된 성벽은 토축이나 토석혼축으로 이루어진 경우가 많다. 풍납토성과 몽촌토성, 월성 등의 성벽 근처에서는 성벽 가까이 가옥이 뽐뽐하게 축조되었거나 수목 등이 열을 지어 식재되었다. 가옥의 밀집 조성은 단단한 토성으로서의 안정된 기반을 고려한 취락민의 토지 활용 모습을 볼 수 있고, 수목의 식재는 성 내부의 마을을 보호하기 위한 裨補樹 신앙의 성격 등을 추정해 볼 수 있다.

셋째, 능선 사이 곡부를 가로지르는 선형의 흔적은 성벽이나 제방 등의 구조물일 가능성이 크다. 하지만 곡부에 축조됨으로써 지형 유실로 인해 그 흔적이 잘 확인되지 않으며 성벽의 흔적이 남았다 하더라도 임도와 같은 모습으로 관찰되는 경우가 많다. 따라서 이 지형에서의 성벽 흔적은 주변 성벽 라인의 연결 흔적과 지형 등을 같이 살펴주어야 한다. 단 곡부 지형에서 성벽을 판단할 수 있는 기준은 지형 단차를 볼 수 있는 선형라인의 존재, 그 위 아래 나타나는 색조 차이를 통해 살필 수 있다.

실례로 Fig. 5의 삼국시대 백제 동나성 3차 조사구역(부여군) 내 성벽은 곡부에 축조되었다. 항공사진에서는 성벽의 흔적을 명확히 볼 수 없지만 경작지 내 독의 단차 흔적으로서 좌우 색조의 차이를 명확히 볼 수 있고, 주변 성벽 라인의 연결흔적이 명확하게 관찰됨으로써 충분히 판독이 가능하였다.

Fig. 5. Marks of ramparts through small valleys.

넷째, 능선 정상부 라인에서 벗어난 몇 개의 선형 흔적도 성벽으로 나타나는 경우가 있다. 대부분의 성벽 흔적은 앞선 판독 기준으로도 충분히 해석이 가능하지만, 간혹 산지 지형의 정상부를 성벽으로 오인하기도 한다. 특히 해발고도가 높은 산지 지형은 정상 능선의 폭이 좁아 마치 성벽과 같은 형태로 관찰되기 때문이다. 60년대 항공사진에서 이와 같은 모습을 많이 볼 수 있는데 이때에는 50년대 항공사진과 비교를 통해서 그 오류를 최소화할 수 있다. 이미지 화소가 낮은 항공사진 자료가 오히려 지형의 형태와 흔적을 잘 표현하기도 한다.

산지 지형 내 구조물과는 달리 대지도 유적을 살피는 데 있어서 중요하다. 이 흔적의 판독은 사진에서 관찰되는 색조를 통해 가능하다. 이들은 대체로 밝은 색조의 모습으로 나타나는데 평면 방형 및 장방형 등의 모습을 띠고 일정 범위의 면적을 갖춘 공통된 특징이 있다. 다만 밭 경작지와 건물축조를 위한 대지 조성지와는 구분이 필요하다. 경작지는 대개 산지와 구릉지형 전 면적 어디에서도 나타나지만 주로 지형사면에 걸쳐 조성된 경우가 많다. 반면에 인위적 대지 조성지로서 평탄지는 능선 정상을 중심으로 일정 형태와 면적으로 관찰된다. 단 절토된 단차 지형 부근은 사면 붕괴로 인해 형태가 일그러진 모습이 있다.

평탄대지와 원지형은 수목의 식재에서도 차이를 보인다. 평탄지형은 지반이 노출되어 수목의 성장이 더딘 모습이어서 주변과는 달리 다소 밝은 모습으로 관찰되는 데 비해, 원지형은 수목의 식재가 빼곡함으로써 검은 색조의 모습으로 확인된다.

산지 지형 내 또 다른 인위적 흔적으로 점상의 모습을 관찰해야 한다. 이러한 곳은 분묘의 장소로서 주로 이용되었다. 도성지역 부근의 산지 및 구릉지형에서 일정 범위로 집적된 형태의 점상 흔적이 관찰되면 이는 군집된 분묘군으로 볼 수 있다 (Fig. 6).

마지막으로 산지와 구릉지형의 형태와 분지하는 산맥의 흐름을 이해하는 것이 필요하다. 이때에는 분포지형도와 같이 살펴보게 되면 유용한 결과를 얻을 수 있다. 문화유적지로서 도성 및 분묘의 조성은 지형의 형태와 방향에 의해 크게 영향을 받는다. 입지라는 관점에서 보면 이 유적들은 주로 남향을 선호하고 북향을 지양한다. 특히 삼국시대 왕릉급 입지를 보면 풍수지리적 관점의 지형을 선호하는 경향이 강한데, 그러한 점에서 산지와 구릉 지형 판독에는 이러한 부분을 이해하고 바라볼 필요가 있다.

Fig. 6. Fine traces of mountainous area in Nangsan, Gyeongju (1954).

Arable land plots and weirs 충적지형에서 옛 지형의 존재는 경작지의 모습을 판독함으로써 충분히 살필 수 있다. 구체적 판독은 경작지의 독 방향과 폭, 각 경작면에서 색조, 주변 지형과의 관계를 기준으로 한다.

경작지의 독 방향과 폭은 매몰 미지형의 형태와 방향 등을 파악하는 데 유용하다 (Fig. 7).

산지 및 구릉지와 연결되는 충적지형에서는 매몰된 지형 (선상지 및 산록완사면)을 볼 수 있다. 매몰된 지형이 존재하면 경작지는 대체로 독 사이의 거리가 짧고 평면은 세장방형의 형태로 나타난다. 지형 경사에 맞춘 경작지 조성과 연관한다. 지형경사의 완급이 경작지 폭의 광협 구성에 영향을 주기 때문이다.

경작지의 색조 차이는 미지형의 단차, 논밭 경작지의 구분, 구하도 및 습지 환경 등의 흔적을 파악할 수 있는 판독 기준이다. 지형의 단차는 위·아래 경작지에서 상대적인 색조 차이를 나타낸다. 위쪽의 경작지는 밝은 색조를 띠는 경향

이 강하며 그 아래 경작지는 어두운 색조를 띠는 경우가 많다. 특히 어두운 계열의 색조는 단차를 확인할 수 있는 기준인데, 여기서도 두 형태적 모습을 살필 수 있다. 하나는 상부의 경작지 독 아래 그림자로 나타나는 것인데 하부 경작지에 위쪽 독의 그림자가 비쳐지는 현상이다. 이때의 그림자는 선형의 형태로 나타나며, 그림자 폭은 좁은 편이다. 또 다른 흔적으로서 어두운 색조가 넓게 관찰되는 현상이다. 이러한 흔적은 물길이 흐르던 곳일 가능성이 크다. 이때, 단차가 하천활동으로 깎인 지형처럼 남겨진 모습이 많다. 만일 구하도가 있었다면 경작지는 동일한 어두운 색조가 연속해서 관찰되어야만 한다.

지형단차의 판독 이외에 색조를 통한 차이는 논과 밭을 구분할 수 있다. 또한, 매몰된 경작지의 존재 추정에도 도움을 준다. 논 경작지는 대체로 색조가 어둡게 관찰되는데 경작지에 포함된 습윤한 토양 조건이 반영된 것으로 볼 수 있다. 반면 밭 경작지는 밝은 색조로 나타나는데 논 경작지와는 달리 건조한 환경의 토양 조건으로 인한 색조 차이로 할 수 있다. 이러한 색조는 층적지형 모두의 경작지에서 관찰되지만 산지 및 구릉지형에서는 보다 더 밝은색으로 나타난다.

Fig. 7. Geographical form according to the direction and width of the bank of arable land (Buyeo_1966).

이처럼 항공사진에서 색조의 판독기준을 마련함으로써 지형의 형태를 읽을 수 있는데 넓은 범위로 분석지를 살펴보면 밝은 계열의 색조가 많이 관찰되는 곳은 미고지의 존재가 높게 나타나고 어두운 색조가 많이 나타나는 곳은 미저지로 존재하였을 가능성이 크다.

물길흔적은 항공사진에서 분명한 판독기준을 마련할 수 있다. 무엇보다 색조의 연속성을 통해 그 흔적을 판독한다. 구하도는 하천활동이 오래전에 멈춘 하천지형으로 진한 색조의 흔적으로 많이 관찰된다. 설혹 연속된 색조가 끊어진 모습처럼 관찰되기도 하지만 전체적인 방향성을 찾게 되면 물길 방향과 규모 등을 대략 살펴볼 수 있다. 이러한 판독을 통해 자연 하천과 인공 수로로서의 구분도 가능하다. 자연 하천은 구하도와 미고지 사이의 미곡부 등에서 많이 나타나며 인위적인 하천은 해자나 연못지, 기타 수로 등의 형태로 관찰된다.

자연 하천은 자연제방과 단구 등의 여러 충적지형에서 관찰되는데, 특히 도성 지역에서 이들이 갖는 의미는 중요하다. 하도 방향에 따른 도성의 구획과 공간 활용의 축을 결정하는 기준이 되기 때문이다. 실례로 백제 도성지역으로서 부여의 동쪽에는 왕포천은 자연하천과 인공수로의 흔적을 모두 보여주는 사례이다. 왕포천은 부여 나성 내부로 흐르면서 자연하천으로서 여러 물길의 흔적을 남기고 있다. 여기에 더해 궁남지 방향으로 향하는 입수로의 흔적이 같이 나타나고 있다 (Fig. 8).

마찬가지로 경주의 신라 왕경 지역에서도 북천과 남천, 형산강이 만든 여러 하도 흔적 등을 확인할 수 있다 (Fig. 9).

Fig. 8. Abandoned channel and waterway traces (Wangpocheon stream near Gunnamji pond in Buyeo_1947).

Fig. 9. Various micro morphology formed by stream flows (Namcheon stream in Gyeongju_1968).

두 지역 모두 주변의 경작지와는 달리 진한 색조를 띠는 모습이 연속되어 관찰되는 공통점이 있다.

그렇다고 물길 흔적은 모두 구하도로만 관찰되지 않는다. 미고지 사이에 형성된 곡부지역으로 남겨지기도 하는데, 그 모습 또한 색조 차이와 경작지의 논둑 방향 등을 통해 살필 수 있다. 경주 傳 내물왕릉(사적 제188호)이 자리한 지역에는 북쪽으로 연속되지 않은 경작지가 관찰되는데, 진한 색조의 경작지가 끝나는 부분은 미고지로 확인되고 있어, 이곳부터 흘러 내려온 지표수가 지나는 곡부였다고 추정할 수 있다.

이러한 물길 흔적은 일정 지점에 이르러 습지 지형을 형성하기도 한다. 습지 지형의 모습은 구하도와는 달리 여러 방향으로 진한 색조를 띠며 넓게 펼쳐진 모습으로 관찰된다. 습지 또한 자연 습지와 인공 습지로 구분할 수 있다. 특히 인공 습지는 도성 내 연못지로 존재했을 가능성이 있다. 주변 지형이 자연 흐름을 반영할 수 있는지 그리고 습지의 사방에서 입출수로의 흔적이 확인되는지를 파악해야 한다.

도성지역 내 습지 지형은 인공 흔적으로 많이 확인된다(Fig. 10). 고구려의 평양성에서는 명확하게 연못으로 확인되고 있어 판독이 어렵지 않지만, 풍납토성의 남쪽 성벽 근처에서는 방형의 습지 형태로 확인되고(Fig. 11) 부여의 사비도성과 신라 월성 내부의 남쪽 지역 미저지에서도 부정형의 형태로 펼쳐진 습지 지형으로 관찰된다. 후자의 두 도성 지형 내 습지 지형은 자연지형으로 볼 수 있지만 여러 방향에서 습지로 흘러오는 입출수로의 흔적의 존재는 인공으로 만든 연못지로 해석할 수 있다.

Fig. 10. Pond in the capital city of three kingdoms period. ① Pyongyang castle (1954), ② Pungnap earthen fortress (1966), ③ Gunnamji pond (1947), ④ Wolseong earthen fortress. (1954) (*Arrows are traceable to entry and exit water)

Fig. 11. Aerial photographs analysis of Pungnap earthen fortress during the Baekje Hanseong period (Heo, 2017).

이상 항공사진의 판독을 진행함으로써 도성 지역 내 지형의 형태와 여기에 존재하는 다양한 유적의 흔적을 파악해 보았다. 그러한 흔적에 대한 모습과 항공사진 판독기준안은 Table 1로 제시하였다. 이러한 판독기준안을 통해 도성의 분석 뿐 아니라 유적의 존재 파악에도 상당한 참고가 될 것으로 기대된다.

Table 1. Criteria for decoding of site and paleo morphology.

Decoding topography	Decoding element	Decoding criteria	Topography traces	Site elements
Mountainous and Hill	Form	Soil map, Topographic map	Mountainous and Hill, Pediment	
	Color	Bright	Hill and Pediment	Above structure, Field, Flat terrain
		Dark	Mountainous	Under the structure
	Texture	Clear	Mountainous	Structure
		Unclear	Hill	Forest road
	Liner traces	Clear	Mountainous ridge	Structure
		Unclear	Hill ridge	Forest road

Table 1. Criteria for decoding of site and paleo morphology. (Continued)

Decoding topography	Decoding element	Decoding criteria		Topography traces	Site elements
Alluvial and low-flat terrain	Form	Soil map, Topographic map		Fine landform, Fine low vally, Channel, Wetland	
	Color	Bright		Fine landform	Settlement
		Dark		Fine low vally, Channel, Wetland	Arable land
	Arable land shape	Direction	Continuous	Fine low vally, Channel, Wetland	Pond
			Discontinuous	Fine landform	
		Width	Narrow	Slope terrain	
			Wide	Flat terrain	

상기의 분석기준안을 바탕으로 진행된 도성의 사례를 보면 그 정확도와 신뢰도를 가늠할 수 있다. 백제 한성 시기의 대표적 도성으로서 풍납토성에 대한 항공사진 분석은 유적의 고지형적 특징을 명확히 살펴볼 수 있었다 (Heo, 2017). 성벽의 형태는 뚜렷하게 확인되며, 여기에 존재하였던 성문과 문지 등의 위치와 방향 등을 추정할 수 있었다. 성 내부의 지형은 크게 두개소의 미고지와 이를 구분하는 소곡저, 3단의 지형 단차와 미저지 등을 확인하였다. 외부 지형으로는 해자의 흔적과 함께 제방 및 호안시설로 추정되는 흔적 등도 살펴볼 수 있었다. 이러한 항공사진 분석을 통해 나타난 도성의 모습은 유실된 성벽의 복원과 함께 성 내·외부의 지형을 이용하여 공간을 구성하는 여러 모습 등도 같이 파악할 수 있다. 특히 내부 공간 활용의 모습으로서 발굴조사된 도로를 기준으로 동서남북의 배치와 계획의 모습을, 지형의 고저차에 따른 북동쪽과 남서쪽의 미고지로 궁전과 종묘구의 존재 가능성을, 그 외의 지역은 일반 및 관아지의 조성지로서의 가능성을 살펴볼 수 있었다. 그리고 도성 내 휴식의 공간으로서 남성벽 근처로 궁원지와 관련한 연못지 및 입출수로 등의 흔적 등도 파악하였다. 도성의 분석에 상기한 항공사진의 판독기준안 마련은 충분한 해석으로 이어질 수 있다는 것을 볼 수 있다.

Conclusions

그동안 도성유적과 고지형의 관계는 유적조사와 항공사진 분석을 중심으로 한 고지형 연구가 진행되었다. 역사학계와 자연지리학에서 바라보는 경주 선상지의 해석에서 일부 논쟁도 있었지만, 항공사진 분석과 층위 단면조사, 퇴적상을 추정하는 토양조사 결과 등의 보완을 통해 점차 실마리를 풀어가고 있다 (Chang, 2020). 이제 항공사진 분석과 현장 유적조사는 취락유적의 입지조사 (Chang, 2016; Lee, 2016)와 도성 유적의 내부공간 분석 (Heo, 2017)을 넘어서 지형경관 (Heo, 2021), 고대 도시의 수해와 치수를 고찰 (Chang, 2021)하는 데까지 유효한 연구법으로 적용되고 있다. 유적 내 주거구역과 농경지, 구유로를 추정할 때 항공사진 분석은 효과가 있지만, 이에 앞서 더 넓은 범위의 옛 물길과 그 범위를 찾기 위한 분석은 정밀 토양도와 위성사진을 이용하여 분석함으로써 더 높은 정확도를 보여줄 수 있다. 각 유적의 대상에 따라 상황에 맞는 축척으로 바라본다면 토양도와 고지형분석은 반드시 필요한 조사·연구법이 될 것으로 예상된다. 앞으로 토의하고 보완할 점도 많지만 농촌진흥청이 전 국토를 대상으로 구축한 토양조사 결과와 고고학계에 미치는 영향은 결코 간과할 수 없다.

Acknowledgement

This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (NRF-2020S1A5B5A16083376).

References

- Chang, W.Y. 2016. Location of bronze age settlement sites in the alluvial plain of the Korean Peninsula. *J. Handayama Geogr. Archaeol.* 4:1-11.
- Chang, W.Y. 2020. Preliminary study on paleochannels and site formation process in Gyeongju Bukcheon stream. *J. Res. Inst. Silla Culture* 57:123-153.
- Chang, W.Y. 2021. Preliminary study on flood damage and flood control based on historical records and archaeological data. *Proceedings of the Silla Historical Society 197th Conference*. Silla Historical Society.
- Chang, W.Y., W.Y. Lee, and H.J. Lee. 2010. The application of geoenvironmental analysis for alluvial plain site investigation. *J. Korean Field Archaeol.* 8:81-126.
- Gyeongju National Research Institute of Cultural Heritage. 2019. status and application of paleo morphology research. A Symposium between Wolseong and Silla Wanggyeong in Gyeongju.
- Heo, U.H. 2017. Pungnap earthen fortress plan and the use of intra-space: A geomorphological approach. *HOSEO KOKOHAK* 38:36-63.
- Heo, U.H. 2020. The paleo topography of Neungheodae and its surrounding areas using 3D terrain analysis. *The Paek-San Hakpo* 116(1):67-90.
- Heo, U.H. 2021. Topographic landscape and site conditions of the Songjeong-dong site, in Donghae. *Archaeology: J Jungbu Archaeol. Soc.* 20(1):177-198.
- Heo, U.H. and W.Y. Chang. 2020. Geoarchaeological/historical geographical approach to the construction location of the Goguryeo stele in Chungju. *Prehistory and Ancient Hist.* 63:31-59.
- Hwang, S.I. and S.O. Yoon. 2013. A study of landuse on the alluvial plain of Alcheon through the paleogeomorphological analysis. *National Research Institute of Cultural Heritage R&D Research Report*.
- Jeong, Y.T. and J.C. Gwak. 2010. Archaeological use of soil survey data. *Research Methodology of Burial Cultural Heritage in Korea 6*. National Research Institute of Cultural Heritage.
- Jungwon National Research Institute of Cultural Heritage. 2019. Report on paleo morphology analysis in the area around the Chilcheung Seoktop stone pagoda in Tappyeong-ri, Chungju. *Report of Excavation Investigation of Site in the Vicinity of Chilcheung Seoktop Stone Pagoda in Tappyeong-ri, Chungju (Korean Institute for Archaeology & Environment)*. Report No. 20.
- Korean Institute for Archaeology & Environment, S.K. Jeong, and Y.J. Kim. 2014. Paleo morphology analysis system. *Korean Intellectual Property Office* KR10-1438518B1.
- Korean Institute for Archaeology & Environment. 2011. *Academic Research Report on Pungnap earthen fortress and paleo morphology environment analysis of surrounding area*.
- Korean Institute for Archaeology & Environment. 2017. *Yeongi Daepyeong-ri site*. Korean Institute for Archaeology & Environment. Report No. 70.
- Lee, H.J. 2016. Landuse patterns of archaeological sites located on the natural levee: A study case of the Daepyeongri site. *J. Cent. Inst. Cult. Heritage* 20:1-23.
- Lee, H.J. 2020. A study of reconstructing ancient landscape in the Mongchontoseong fortress and Seokchondong sites during the Hanseong-Baekje period. *HOSEO KOKOHAK*. 47:138-167.

- Lee, H.J. and H.K. Ahn. 2016. A study of location of Samseongdong earthen fortress. *J. Korean Field Archaeol.* 27: 89-126.
- Lee, H.J. and M. Takahashi. 2006. A Prediction Survey Report on the Distribution of paleo morphology and historic sites in alluvial plain areas of administrative-centered complex cities. Korean Institute for Archaeology & Environment of Korea University Report 1.
- Lee, H.J. and M. Takahashi. 2008. Gyeongju · Bulguk · Angang. Analysis of topographical environment in the mid-western region of the Korean peninsula. Korean Institute for Archaeology & Environment of Korea University Report 6. Seogyong. Seoul.
- Lee, H.J., H.K. Ahn, and B.R. Cho. 2019. Landscape of Ungjin as a captial of Baekje. *PAEKCHE- MOONHWA* 60: 91-119.
- Lee, J.J. 2019. Restoration of the paleo morphology of the sites around Wolseong seen through archaeological methods. A Symposium between Wolseong and Silla Wanggyeong in Gyeongju. Gyeongju National Research Institute of Cultural Heritage.
- Lee, J.J, and J.C. Gwak. 2012. Layer in archaeological site: Theory, interpretation and practice. Sapyoung, Seoul.
- Lee, S.H. 2012. Topographic restoration of Sabi capital city. *Prehistoric and Ancient Hist.* 37:107-156.
- National Academy of Agricultural Sciences. 2010. Korean soil information system (<http://asis.rda.go.kr>). National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon.
- National Academy of Agricultural Sciences. 2014. Taxonomical classification of Korea soils. Rural Development Administration.
- Park, S.J., Y.K. Son, S.Y. Hong, C.W. Park, and Y.S. Zhang. 2010. Spatial distribution of major soil types in Korea and an assessment of soil predictability using soil forming factors. *J. Korean Geomorphol. Assoc.* 45(1):95-118.
- Yoon, S.O. and S.I. Hwang. 2004. The geomorphic development of alluvial fans in the Gyeongju city and Cheonbuk area, Southeastern Korea. *J. Korean Geogr. Soc.* 39(1):56-69.
- Yu, B.R. and B.K. Lee. 2011. Locational analysis and use of alluvial plain sites -Focusing on examples from the Yeongnam area-. *J. Korean Field Archaeol.* 10:73-118.