

지형학적 측면에서 GIS분석을 이용한 관방유적의 방어기능에 관한 연구: 공주 공산성을 사례로

한유민* · 박지훈**

A Study on the Defensive Function of Ancient Fortresses Using GIS Analysis From A Geomorphological: A Case Study of Gongsanseong Fortress

Yumin Han* · Jihoon Park**

요약 : 본 연구에서는 관방유적인 공산성을 대상으로 최초로 지형학적 측면에서 GIS분석을 이용하여 공산성의 방어기능을 정량적으로 밝히고자 하였다. 이를 위해 공산성 내 3개 지점(공산정, 광복루, 추정왕궁지)을 대상으로 가시권을 분석하였다. 그 결과는 다음과 같다. ① 공산정에서 최장가시지점의 직선거리는 4km이며, 이동시간은 60분이다. 광복루에서 최장가시지점의 직선거리는 3.9km이며, 이동시간은 57분이다. 그리고 추정왕궁지에서 최장가시지점의 직선거리는 약 2.9km이며, 이동시간은 약 43분이다. ② 공산성을 공격하는 적의 이동경로는 크게 2개(이동경로 A, B)로 확인되었다. 이동경로 A와 이동경로 B에서 공산성으로 진입하는 적의 동태를 최초로 식별되는 데에는 각각 공산성 도달 90분과 65분 이전인 것으로 밝혀졌다. ③ 국궁의 최대 유효사정거리를 고려하면, 공산성에서 북쪽 방어에 유리한 최장지점은 금강 하도 부근이며 이와 같은 지형은 적군이 이동하기에 상대적으로 어려운 환경이다. 따라서 공산성은 북쪽을 방어하기에 매우 유리했을 것으로 생각된다. 본 연구는 향후 유사한 관방유적의 방어 기능 연구에 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

주요어 : 공산성, 방어, 가시권, GIS분석, 지형분석

Abstract : This study aims to quantitatively assess the defensive capabilities of the ancient fortress, Gongsanseong, from a visibility perspective using GIS analysis and terrain analysis. The study focuses on three locations within Gongsanseong fortress (Gongsanjeong, Gwangbokru, and presumed palace site). The results are as follows: 1. From Gongsanjeong, the straight-line distance to the maximum visible point is 4 km, with a travel time of 60 minutes. From Gwangbokru, the straight-line distance to the maximum visible distance is 3.9 km, with a travel time of 57 minutes. Finally, from the presumed palace site, the straight-line distance to the maximum visible distance is approximately 2.9 km, with a travel time of about 43 minutes. 2. Two main enemy routes (A and B) for attacking Gongsan fortress were identified. The earliest detection of enemy movements towards the fortress occurs within 90 and 65 minutes before reaching the Gongsanseong fortress for routes A and B, respectively. 3. Considering the maximum effective shooting range of traditional Korean archery, the most advantageous northern defense point from the castle is near Geumgang River, which presents a challenging terrain for enemy movement. Therefore, Gongsanseong fortress would have been highly advantageous for defending the northern side. This study could serve as fundamental data for future research on the defensive functions of similar historical sites.

Key Words : Gongsanseong Fortress, Defense, Visibility, GIS analysis, Terrain analysis

*공주대학교 일반대학원 지리교육과 박사과정(Ph. D. Student, Department of Geography Education, Kongju National University, unong52@gmail.com)

**공주대학교 사범대학 지리교육과 교수(Professor, Department of Geography Education, Kongju National University, pollenpjh@kongju.ac.kr)

I. 서론

1. 연구배경 및 목적

관방유적은 외침을 대비하기 위해 축조한 시설물로, 산성, 보루, 돈대, 포대, 봉수 등을 포함한다(김호준, 2010). 국토의 약 70%가 산지와 구릉으로 이루어진 우리나라에는 다양한 관방유적이 많이 분포하고 있다.

이와 같은 고고학분야에서 관방유적의 의미를 밝히고 관리 및 활용방안에 대한 대표적인 연구들은 다음과 같다. 양시은(2020)은 해남지역의 관방유적을 대상으로 역사적인 의미와 유적의 발굴, 보존에 대한 방안에 대해 연구했으며, 윤성호(2023)는 한강 유역내의 발굴된 관방 유적들을 대상으로 역사, 문화적 중요성에 대해 연구했으며, 이준성(2021)은 임진강과 한탄강 유역에서 발견된 고대 관방유적을 대상으로 유적들의 활용방안에 대한 연구를 실시하였다. 이밖에도 관방유적에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다.

특히 우리나라에서는 적의 침략방어를 위한 산성의 가시 기능이 예전부터 관심의 대상이 되어왔지만, 고고학과 역사학이 중심이 되는 기존 연구들(정해준, 2000; 유채춘, 2013; 김성태, 2017)에서는 정성적인 측면이 주로 연구되었다. 이는 산성이 어느 정도의 방어 능력을 수행할 수 있는지에 대해서는 구체적으로 이해하기 어려운 상황이므로 이를 보완하기 위한 지형학적 관점에서 산성 가시기능의 정량적 분석연구 필요성이 제기되었다.

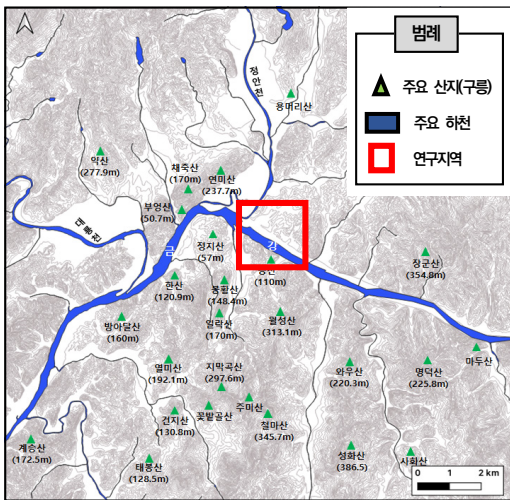


그림 1. 공산성의 위치와 주변지형

또한 웅진시대 왕성으로 알려진 공주 공산성은 방어 산성이지만, 지형학적 관점에서 현재 어느 정도의 방어 기능을 보유하고 있는지에 대해 정량적으로 밝혀지지 않았다.

따라서 본 연구는 관방유적의 방어기능에 관한 사례 연구로서 공산성을 대상으로 최초로 지형학적 측면에서 GIS분석을 이용하여 공산성의 방어기능을 정량적으로 밝히고자 하였다. 이를 위해 가시권의 관점에서 공산성으로 침입하는 적들의 주요 이동경로, 공산성에서 최초로 적들의 동태가 식별되는 지점(이하 최장가시지점)과 공산성까지의 이동소요시간을 분석하고자 한다.

2. 연구지역

공산성은 충남 공주시 금성동·산성동·옥룡동에 위치한 백제시대 성곽으로 북쪽으로 금강을 끼고 있어서 경관이 아름답고, 보존상태가 우수하여 유네스코의 세계 문화유산으로 등재되었다. 특히 공산성은 백제 웅진도읍기의 왕성으로서 당시 다른 나라들과의 문화교류를 통해 백제시대 발달한 토목건축 기술의 전파를 확인할 수 있다(공주시 문화관광 홈페이지).

공산성은 표고 약 13~112m, 경사도는 0.4~46.5°의 금

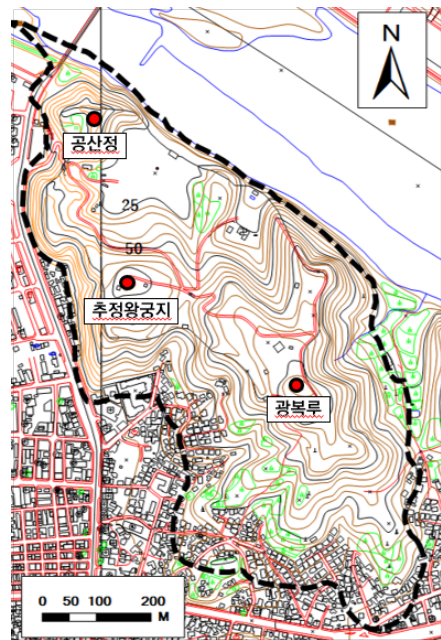


그림 2. 공산성의 지형

강사면에 입지하며, 특별히 우세한 사면향은 분포하지 않는다. 그리고 공산성 일대에는 구릉 또는 산지(이하 구릉)이 약 34%, 범람원이 9.7%, 금강과 지류하천이 약 33%를 차지한다(박지훈, 2012).

공산성 일대 주요 분포지형의 면적 현황(박지훈, 2012)을 보면, 구릉이 약 34%, 선상지(또는 곡저평야) 약 23.2%, 범람원은 전체의 약 9.7%를 차지하고 있다. 그리고 연구 지역 위를 흐르고 있는 금강과 그 지류하천의 면적이 전체의 약 33%로서 매우 넓게 나타난다. 따라서 연구지역에서 구릉, 저지(선상지, 곡저평야, 범람원), 하천(금강과 그 지류)의 면적이 거의 유사하여 적어도 해당 범위 내에는 구릉환경, 저지환경, 하천환경의 영향을 고르게 받았을 것으로 추정된다.

본 연구는 1960년대의 지형도를 바탕으로 해발고도가 가장 높은 공산을 기준으로 동서방향 5km, 남북방향 5km를 연구지역을 설정하였다.

3. 연구 방법

1) 문헌분석

본 연구지역인 공산성을 대상으로 방어의 기능을 파악하기 위해 공주지역의 문헌들(공주대학교 박물관, 2009; 국립공주박물관, 2013; 공주시청, 2021)과 지형도 및 관련 보고서를 분석하였다. 1921년과 1922년에 발행된 1:50,000 공주·광정리 도엽의 지형도 그리고 1973년과 1971년에 국토지리정보원에서 발행된 1:25,000 공주·마곡·의당·하봉 도엽의 지형도를 분석하였다.

또한 백제시대 적의 예상 이동경로를 추정하기 위해 기존문헌(공주대학교 산학협력단, 2022)을 통해 얻은 조선시대 삼남대로의 도로체계를 추출한 후 구축한 구 도로체계를 현존하는 가장 오래된 측량지도인 일제강점기 지형도에 중첩시켰다.

더 나아가 백제시대 군제 및 무기체계에 대한 구체적인 연구가 미비하여 물질자료가 남아있는 정재성(2011)의 연구를 바탕으로 조선시대 국궁의 최대 유효 사정거리 120보(149.724m)에 해당되는 약 150m 범위를 전제로 하여 공산성의 최대 방어지점을 분석하였다.

2) 가시권 분석

(1) 육안 가시권 분석을 위한 현장답사

육안 가시권 분석을 위해 선정된 3개 지점(공산정, 광

복루, 추정왕궁지)을 중심으로 현장답사를 실시하여 이를 바탕으로 육안 가시권의 범위를 산정하였다. 특히 조망지점에서 가시권 확보에 유리한, 구름이 많지 않은 맑은 날을 선정하여 2021년부터 2022년(1년 간) 월 2회 현장답사하였다.

(2) 공간분석을 이용한 가시권 분석

공간분석을 이용한 가시권 분석은 ESRI사의 Arc GIS pro 2.9의 가시권분석 툴인 'Geodesic Viewshed tool'을 이용하여 1960년대 등고선을 기반으로 구축한 DEM을 대상으로 분석하였다.

가시권분석은 관측 지점에서 목표 지점간의 다양한 고도변화를 고려하여 목표 지점의 가시 여부를 판단하고, 나아가 전체 지역에서의 가시권 범위를 파악할 수 있는 GIS 분석 기법 중의 하나로, 해발 고도의 차이와 관측 지점의 높이, 관측 지점에서의 조망 반경 및 거리, 각도, 목표 지점 사이의 각종 지형지물의 판독 여부 등 다양하고 복잡한 변수들을 종합적으로 고려하여 가시 여부 및 가시권의 규모(면적)를 결정해야 하는 종합적인 지리정보 분석방법이다(길승호·양병이 2013).

본 연구에서는 설정된 연구지역(가로 5km, 세로 5km) 중에서 공산성 내 미지형(해발고도 등)과 공간배치를 고려하여 가시권이 가장 좋을 것으로 예상되는 세 개의 지점인 공산정, 광복루, 추정왕궁지를 연구지점으로 설정하고, 군사적 측면에서 육안으로 목표물 실체의 정보획득에 유효 거리인 반경 4km(이판섭, 2006)를 기준으로 분석하였다.

II. 분석결과

1. 육안가시권 분석

공산성 3개 지점에서의 육안가시권 분석결과는 다음과 같다. 먼저 공산정의 가시권 분석 결과, 최장가시방향은 A지점(공산정)으로부터 A'지점을 북서방향으로 가로지르고 있으며, 최장가시거리에서 확인되는 시설물은 청룡리의 정안천 1교인 것으로 확인되었다.

공산정에서 정안천 1교까지의 이동거리는 약 4km이다. 그리고 이동소요시간은 만약 적들이 정안천 1교 부근에서 공산성까지 도보로 진격한다고 가정하면, 약 1시

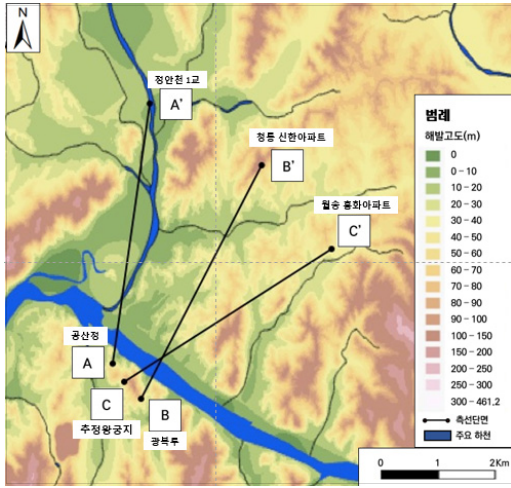


그림 3. 측선단면지점 표고분포도

간 정도 소요될 것으로 추정된다. 가시구간에서 확인되는 지형으로는 금강과 그 지류하천인 정안천에 의해 형성된 범람원과 대소의 구릉들이 다수 분포하고 있다.

광복루의 가시권 분석 결과, 가시방향은 B지점(광복

루)으로부터 B'지점을 북동방향으로 가로지르고 있으며 최장가시거리에서 확인되는 시설물은 청룡리의 '청룡신한1차아파트'로 확인된다. 광복루에서 '청룡신한1차아파트' 부근까지의 이동거리는 약 3.9km이다. 그리고 이동소요시간은 만약 적들이 '청룡신한1차아파트' 부근에서 공산성까지 도보로 진격한다고 가정하면, 약 57분 정도 소요될 것으로 추정된다. 가시구간에서 확인되는 지형으로는 금강과 그 지류하천인 중산천에 의해 형성된 범람원과 크고 작은 구릉들이 다수 분포하고 있다.

추정왕궁지의 가시권 분석 결과, 가시방향은 C지점(추정왕궁지)으로부터 C'지점을 북동방향으로 가로지르고 있으며 최장가시거리에서 확인되는 시설물은 '월송흥화아파트'로 확인된다. 추정왕궁지에서 '월송흥화아파트' 부근까지의 이동거리는 약 2.9km이다. 그리고 이동소요시간은 만약 적들이 '월송흥화아파트' 부근에서 공산성까지 도보로 진격한다고 가정하면, 약 43분 정도 소요될 것으로 추정된다. 가시구간에서 확인되는 지형으로는 다른 지점과 큰 차이는 없다.

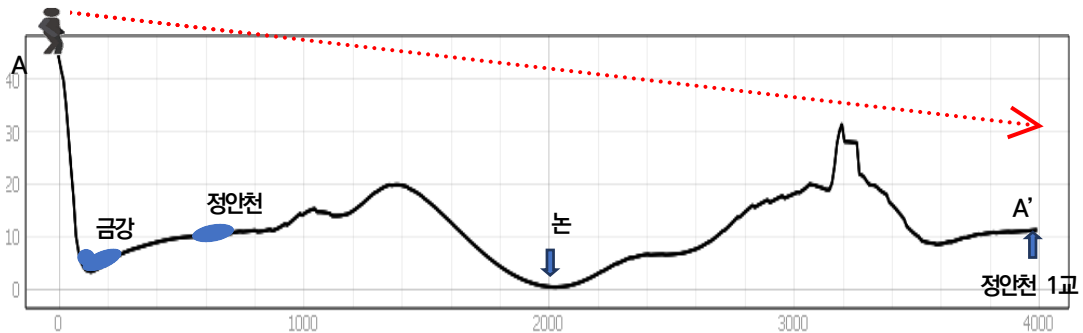


그림 4. A-A' 측선단면도(조망지점 A: 공산정)

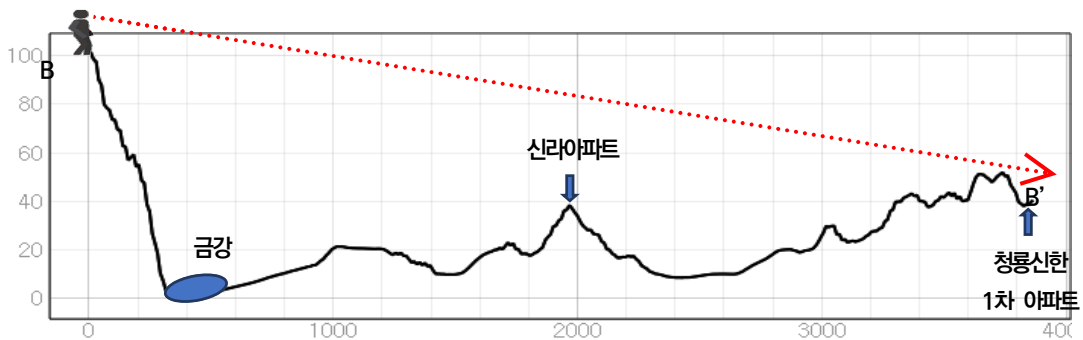


그림 5. B-B' 측선단면도(조망지점 B: 광복루)

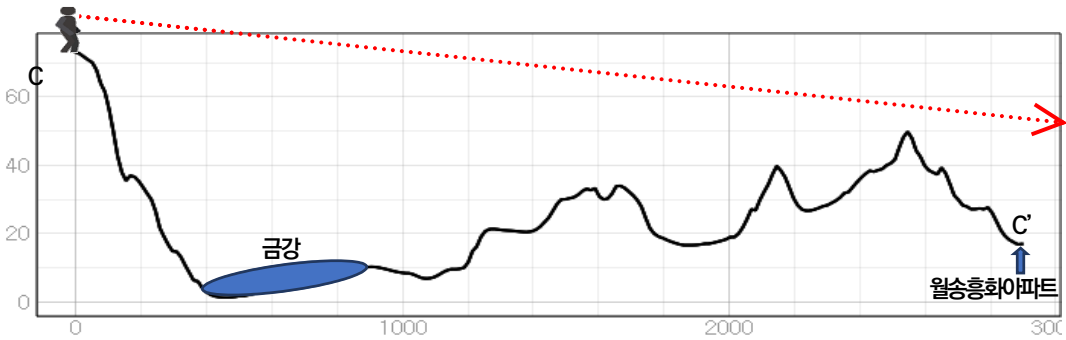


그림 6. C-C' 측선단면도(조망지점 C: 추정왕궁지)

표 1. 공산성에서 본 최장가시지점 현황

조망지점	A(공산정)	B(광복루)	C(추정 왕궁지)
최장 가시지점	정안천 1교(A')	신한1차아파트(B')	공주 월송홍화아파트(C')
직선거리	4km	3.9km	2.9km
이동시간*	60분	57분	43분

* 이동시간: 직선거리를 도보로 이동했을 때 환산한 시간

2. 공간분석을 이용한 가시권 분석

1) 공산정에서 본 가시권 분석

공산정에서 본 가시권 분석결과, 가시 범위는 주로 금강의 북-북동쪽으로 편중되어 있어 금강의 북쪽이 남쪽보다 가시 범위가 넓은 것으로 나타났다. 이에 비해 금강 이북의 북서지역의 경우 연미산에 가로막혀 가시 범위가 좁은 것으로 확인되었다. 또한 총 가시면적은 약

21km²이며, 공산정에서부터 북단, 북동단, 동남단, 남단까지의 최장가시거리는 약 7km, 7.5km, 10km, 3.6km로 파악되었다.

2) 광복루에서 본 가시권 분석

광복루에서 본 가시권 분석결과, 가시 범위는 북서쪽을 제외한 7개 방위의 가시범위가 넓은 것으로 나타났다. 이에 비해 북서쪽의 경우 연미산에 가로막혀 조망범

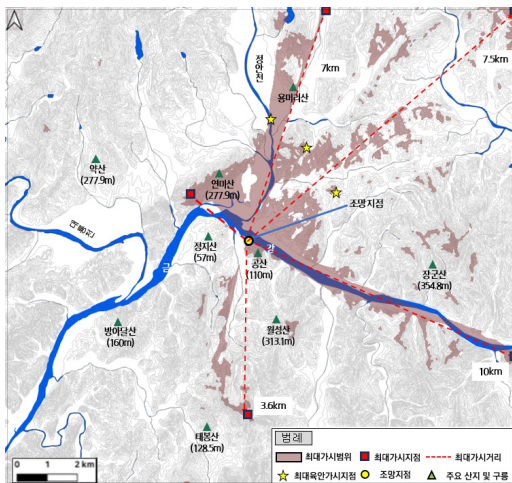


그림 7. 공산정 가시권 범위

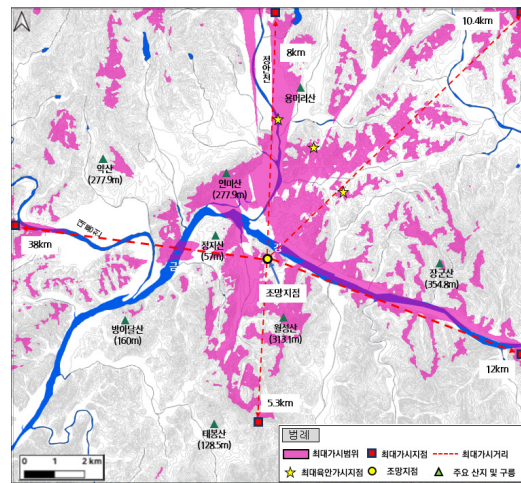


그림 8. 광복루 가시권 범위

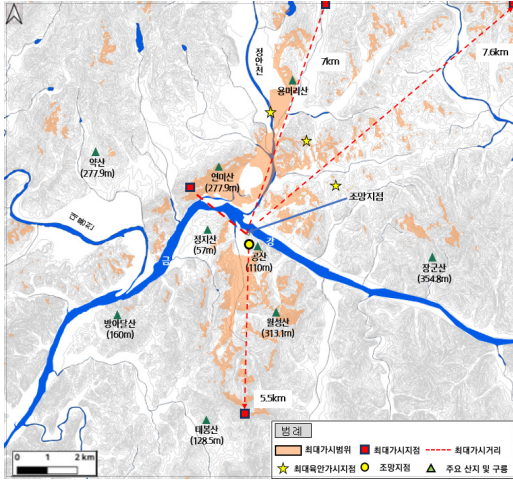


그림 9. 추정왕궁지 가시권 범위

위가 좁은 것으로 확인되었다. 또한 총 가시면적은 약 28km²이며, 광복루에서부터 북단, 북동단, 남단, 서단까지의 최장가시거리는 약 8km, 10.4km, 5.3km, 38km로 파악되었다.

3) 추정왕궁지에서 본 가시권 분석

추정왕궁지에서 본 가시권 분석결과, 가시 범위는 주로 금강의 북쪽과 남쪽 권역의 가시범위가 넓은 것으로 나타났다. 또한, 총 가시면적은 약 28km²이며, 추정왕궁지에서부터 북단, 북동단, 남단까지의 최장가시거리는 약 7km, 7.6km, 5.5km로 파악되었다.

III. 고찰

1. 적의 이동경로 추정

공산성의 북쪽에서 침입하는 적들의 이동경로를 추정하였다. 먼저, 일제강점기 지도 위에 조선시대에 즐겨 이용했던 삼남대로의 길을 중첩시켜 적들의 이동경로를 2개(A, B) 확인하였다. 즉, 적들은 여름철에 빈발한 금강의 범람으로 인하여 이동하는데 상대적으로 유리한 ‘이동경로 A’를 선택했을 것으로 추정되며, 그 외 계절에는 ‘이동경로 B’를 이용했을 가능성이 컸을 것으로 생각된다. ‘이동경로 A’의 거리는 약 11km이며, 이동소요시간은 약 2시간 35분이다. 만약 적들이 ‘이동경로 A’로 침입할

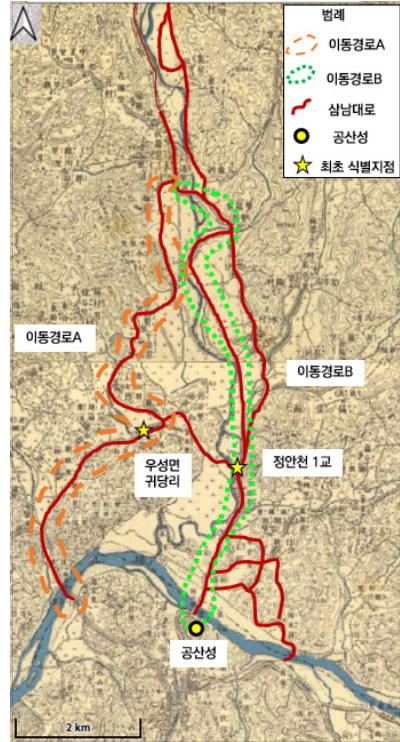


그림 10. 적의 이동경로 추정

경우, 공산성에서 적의 동태를 식별 할 수 있는 지점은 우성면 귀산리 일대이다. 우성면 귀산리 일대에서 공산성까지의 이동거리는 약 6km이며, 걸어서 이동하는데 소요되는 시간은 약 1시간30분인 것으로 확인되었다.

‘이동경로 B’의 거리는 약 9km이며, 이동소요시간은 약 2시간 1분이다. 만약 적들이 ‘이동경로 B’로 침입할 경우, 공산성에서 적의 동태를 식별 할 수 있는 지점은 정안천 1교 지점이다. 정안천 1교에서 공산성까지의 이동거리는 약 4.3km이며, 걸어서 이동하는데 소요되는 시간은 약 1시간 5분인 것으로 확인되었다.

2. 공산성 최대방어지점

백제시대 근제 및 무기체계에 대한 구체적인 연구가 미비하여 물질자료가 남아있는 정재성(2011)의 연구를 바탕으로 조선시대 국궁의 최대 유효 사정거리인 120보(약 150m)를 전제로 하여 공산성의 성곽을 따라 150m의 범위를 고려하여 최대 방어지점을 분석하였다.

국궁의 최대 유효 사정거리를 고려하면, 공산성에서

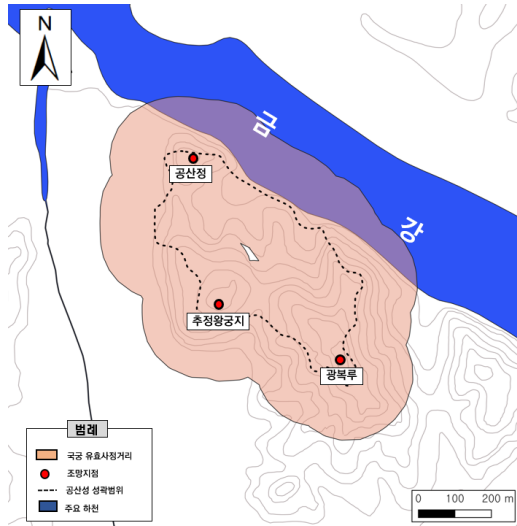


그림 11. 공산성 최대 방어지점

방어에 유리한 최장지점은 동쪽으로 은개고개 부근, 서쪽으로 미나리공원 부근, 남쪽으로 공산의 남사면과 계곡 부근, 북쪽 및 북동쪽으로 금강 하도 부근으로 확인되었다. 따라서 적이 북쪽에서 공산성으로 공격한다고 가정할 때, 적군의 '이동경로 B'는 금강 하도부근에 해당되므로 공산성에서 방어하기에 매우 유리했을 것으로 밝혀졌다. 따라서 적들이 북쪽에서 '이동경로 B'로 공산성을 침입할 때, 공격의 사정권 안에 포함되므로 공산성 측면에서는 방어에 매우 유리했을 것으로 파악된다.

IV. 결론

웅진시대 왕성인 공주 공산성은 방어산성으로 알려져 있다. 그러나 지금까지 어느 정도의 방어기능을 보유하고 있는지에 대해서 지형학적 관점에서 정량적으로 밝힌 연구는 거의 없다. 따라서 본 연구에서는 GIS분석과 지형분석을 이용하여 가시권의 관점에서 최초로 공산성의 방어기능을 정량적으로 밝히고자 하였다.

이를 위해 먼저, 공산성 내에서 외부 적들의 동태를 식별하기에 가장 적합한 3개 지점(공산정, 광복루, 추정왕궁지)을 선정하였다. 그 후 GIS분석을 이용하여 그곳들로부터 적의 동태를 최초로 식별할 수 있는 가장 먼 지점(이하 최장가시지점)을 추출하였다. 이를 바탕으로 외부 적들이 공산성을 공격하기 위해 이동하는 경로(이하 이동경로)와 도달 소요 시간을 밝히고자 하였다. 그

결과는 다음과 같다.

1. 공산정에서 최장가시지점은 정안천 1교이며, 그곳까지의 직선거리는 4km이며, 이동시간은 60분이다. 광복루에서 최장가시지점은 '청룡신한1차아파트'이며, 광복루에서 그곳까지 직선거리는 3.9km이며, 이동시간은 57분이다. 추정왕궁지에서 최장가시지점은 '공주월송홍화아파트'이며, 추정왕궁지에서 그곳까지 직선거리는 약 2.9km이며, 이동시간은 약 43분이다.
2. 적들의 추정 이동경로는 크게 2개(여름에는 이동경로 A, 봄·가을·겨울에는 이동경로 B)로 확인되었다. 적들이 이동경로 A로 공산성을 침입할 경우, 공산성에서는 도달하기 약 90분 이전, 이동경로 B로 침입할 경우, 도달하기 약 65분 이전에 적들을 동태를 식별할 수 있다는 것이 밝혀졌다.
3. 적들이 북쪽에서 공산성으로 공격한다고 가정할 때, 공산성에서 적들이 사정권에 들어오는 지점(방어에 유리한 최장지점)은 국궁의 최대 유효 사정거리(약 150m)를 고려하면, 금강 하도 부근이다. 이곳은 금강의 범람이 빈번하게 발생하는 지형환경이므로 적들이 민첩하게 이동하기에는 상대적으로 어려운 환경이었을 것으로 추정된다. 따라서 공산성은 방어하기에 매우 유리한 지형환경을 보유하고 있다고 할 수 있다.

본 연구는 공산성을 사례로 GIS분석과 지형분석을 이용하여 최초로 가시권 관점에서 방어기능을 정량적으로 밝힌 연구로서 향후 관방유적의 관련 연구에 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 추정된다. 그리고 향후 백제시대 무기체계에 대한 관련 연구가 활발하게 이루어진다면, 공산성의 방어기능에 대한 연구가 추가적으로 진행될 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

공주대학교 박물관, 2009, 「문화유적 분포지도」, 공주시·공주대학교
 공주대학교 산학협력단, 2022, 「공주삼남길, 백의종군길 관광상품 개발 연구용역 보고서」, 공주대학교 산학협력단

공주시청, 2021, 「공주시지 2021」, 공주시청.
국립공주박물관, 2013, 「제59회 백제문화제 기념 가을 특별 전시, 공산성 공주 역사기행 1번지」, 국립공주박물관.
길승호·양병이, 2013, “영양 서석지원 (瑞石池園) 의 경관요소를 통한 외원 규모 추정 및 프랙탈 구조 (Fractal Structure),” 한국조경학회지, 41(5), 57-67.
김성태, 2017, “삼각산 중흥산성에 대한 역사고고학적 고찰” 서울과역사, 17, 205-247.
김호준, 2010, “관방유적 조사방법론-산성 성벽을 중심으로,” 중부고고학회지, 10(1), 113-145.
박지훈, 2012, 「공주지역에 있어서 옛 유적의 입지유형과 입지요인」, 한국연구재단.
양시은, 2020, “해남지역 관방유적의 역사적 의미와 활용방안” 호남고고학회지, 66, 82-109.
유재춘, 2013, “인제 한계산성의 역사와 유적에 대한 연구한 글로보기” 한국성곽학보, 23, 32-73.
윤성호, 2023, “한강유역 고대 관방유적 조사, 연구 현황,” 한국고대학회지, (71), 33-58.
이준성, 2021, “군사시설 소재 고대 관방유적의 관리, 활용 방안-임진강,한탄강 유역을 중심으로,” 고조선단군학, 45, 211-236.
이판섭, 2006, “三國時代 山城의 監視半徑에 대하여” 호서고고학회지, 0(15), 61-80.
정재성, 2011, “전통시대 활쏘기 문화의 특성 소고” 무예연구, 5(1), 71-89.

정해준, 2000, “예산지역 백제산성의 특징 -고고학적 특징과 지방통치를 중심으로,” 23, 32-73.
공주시 문화 관광홈페이지, <http://www.gongju.go.kr/tour>
국토지리정보원 국토정보플랫폼, <https://www.ngii.go.kr>
네이버 지도, <https://map.naver.com>
문화재청 국가문화유산포털, <http://www.heritage.go.kr>
카카오 맵, <https://maps.kakao.com>

교신 : 박지훈, 32588, 충청남도 공주시 공주대학로 56, 공주대학교 사범대학 지리교육과(이메일: pollenpjh@kongju.ac.kr)

Correspondence: JiHoon Park, 32588, 56 Gongjudae-hak-ro, Gongju-si, Chungcheongnam-do, Korea, Department of Geography Education, College of Education, Kongju National University (E-mail: pollenpjh@kongju.ac.kr)

투고접수일: 2024년 5월 27일
심사완료일: 2024년 6월 10일
게재확정일: 2024년 6월 24일