



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

문학석사 학위논문

고대 제방의 축조 기술 연구

2021년 8월

서울대학교 대학원
고고미술사학과 고고학전공
조미래

고대 제방의 축조 기술 연구

지도교수 김 종 일

이 논문을 문학석사 학위논문으로 제출함
2021년 7월

서울대학교 대학원
고고미술사학과 고고학전공
조 미 래

조미래의 석사 학위논문을 인준함
2021년 7월

위 원 장 이 준 정

부위원장 김 종 일

위 원 김 장 석

고대 제방의 축조 기술 연구

본고에서는 발굴조사된 삼국시대 제방을 연구 대상으로 삼아 축조 공정과 기술을 검토했다. 그간의 제방 연구는 주로 축조 기술, 기술의 확산에 초점을 둔 채로 진행되어 왔다. 이 중 제방의 축조 기술 연구는 다른 성토구조물과 함께 논의되거나 개별 유적 분석에 그치는 경우가 대부분이었고, 기술 확산과 관련된 연구는 문헌 자료를 토대로 관련 논의가 진행된 경향이 있다.

이번 연구를 통해 제방 자료의 고고학적 분석을 진행하면서 기존 논의를 1차적으로 검토하였는데, 작업 연쇄(*Chaîne Opératoire*)의 틀을 중심으로 진행하였다. 이를 통해 제방의 축조 공정을 세분화 및 표준화 할 수 있었으며 표준화된 공정을 통해 제방의 축조 기술을 재검토 할 수 있었다. 그리고 각 제방에 사용된 축조 기술을 세부적으로 비교하고 분석하면서 유적 간의 공통점과 차이점을 추출했다.

상세 검토 및 분석 결과 기준에 따른 상이한 내용을 확인할 수 있었다. 축조 공정 단계를 구분하지 않고 사용된 기술을 토대로 각각의 제방을 상호비교했을 때 전반적으로 유사한 양상이 나타난 반면, 공정 단계별로 각각을 비교했을 때 비교적 분명한 차이가 나타남을 확인할 수 있었다.

이러한 결과는 고대 제방 축조 시 사용된 기술의 종류는 한정적이었으나 그러한 기술의 구체적인 사용 양상은 유적별로 다양하게 나타나는 것으로 이해될 수 있다. 이는 동일한 기술일지라도 각 제방의 축조 환경을 둘러싼 여러 요인에 따라 축조 기술을 응용하거나 변형하여 사용하였을 가능성을 시사한다. 이러한 양상은 ‘광역적 유사성 내 개별적 변이’로 설명할 수 있는데, 이러한 과정을 통해 당대에 이루어진 광범위한 축조 기술의 수용과 확산, 그리고 다양성까지 다룰 수 있었다.

주요어 : 제방, 성토구조물, 작업 연쇄, 축조 공정, 축조 기술

학 번 : 2017-20672

목 차

I. 머리말	1
II. 연구 목적과 방법	4
1. 연구사 검토 및 문제제기	5
2. 연구 방법	14
III. 축조 공정 및 기술의 검토	17
1. 작업 연쇄와 축조 공정	17
2. 제방의 축조 기술 분석	29
1) 김제 벽골제	31
2) 함안 가야리 제방	38
3) 김해 봉황동 제방	43
4) 밀양 구위양지	47
5) 울산 약사동 제방	50
6) 상주 공검지	54
7) 제천 의림지	60
IV. 축조 기술의 비교분석	67
1. 공정 단계별 축조 기술의 비교	67
2. 종합적 해석	76
1) 광역적 유사성	77
2) 개별적 변이	79
V. 맺음말	84
참고문헌	86
Abstract	93

표 목 차

<표 1>	제방의 축조 기술에 대한 연구사 정리	6
<표 2>	축조 공정 단계별로 기술 추출	15
<표 3>	축조 공정 단계의 구분 없이 기술 추출	15
<표 4>	작업 연쇄의 요소	17
<표 5>	축조 공정 1단계(기반 가공)에 주로 사용되는 축조 기술	22
<표 6>	축조 공정 2단계(기초부 조성)에 주로 사용되는 축조 기술	23
<표 7>	축조 공정 3단계(기초 성토)에 주로 사용되는 축조 기술	25
<표 8>	축조 공정 4단계(본격 성토)에 주로 사용되는 축조 기술	27
<표 9>	제방 속성표	68
<표 10>	삼국시대 제방의 축조 공정 단계별 사용된 기술	70
<표 11>	삼국시대 제방에 사용된 기술	73
<표 12>	삼국시대 제방의 분류	73

그림 목 차

〈그림 1〉 삼국시대 제방의 위치	16
〈그림 2〉 제방 축조와 연쇄적 의사결정	19
〈그림 3〉 제방 축조 공정 모식도	21
〈그림 4〉 청주 태성리 토성 동벽의 기반 삭토	22
〈그림 5〉 부산 연산동 M3호분의 치환 공법	22
〈그림 6〉 풍납토성 V지점 내벽 VI토루 석축 하단부 말목지정	23
〈그림 7〉 압성토 공법	23
〈그림 8〉 부엽공법의 재현	24
〈그림 9〉 7세기 사야마이케(狹山池)의 부엽공법	24
〈그림 10〉 부산 연산동 M3호분의 토제	26
〈그림 11〉 이마시로즈카(今城塚) 고분의 표토블록	26
〈그림 12〉 영암 옥야리 방대형고분 제1호분 남편의 점토블록	26
〈그림 13〉 달성 성하리 1호분 점토블록 구획렬	26
〈그림 14〉 일본 카메이(龜井) 제방의 토낭	27
〈그림 15〉 울산 약사동 제방의 폐각층	27
〈그림 16〉 풍납토성의 교호성토	28
〈그림 17〉 판축공법 개념도	28
〈그림 18〉 김제 벽골제 조사 현황도	31
〈그림 19〉 벽골제 수위 5m에서의 담수면적	31
〈그림 20〉 김제 벽골제 1지점 18·19 Tr.	32
〈그림 21〉 김제 벽골제 1 Tr. 북벽	32
〈그림 22〉 김제 벽골제 3 Tr. 1차 부엽층 단면	34
〈그림 23〉 김제 벽골제 1 Tr. 부엽층 평면	34
〈그림 24〉 김제 벽골제 1 Tr. 점토블록	35
〈그림 25〉 김제 벽골제 I지점 N4E1 Gr. 표토블록	35
〈그림 26〉 김제 벽골제 N1E1 Tr. 교호성토	35
〈그림 27〉 김제 벽골제 1 Tr. 동벽 교호성토	35
〈그림 28〉 김제 벽골제 I지점 N1E2 Gr. 보축 제방의 북쪽 단면	36
〈그림 29〉 김제 벽골제 I지점 N1E2 Gr. 보축 제방 북쪽 단면과 토낭	37
〈그림 30〉 김제 벽골제 I지점 N1E2 Gr. 보축 제방 토낭	37
〈그림 31〉 김제 벽골제 N1E2 Gr. 보축 제방 교호성토	37
〈그림 32〉 김제 벽골제 N1E2 Gr. 보축 제방의 북쪽 단면 세부	37
〈그림 33〉 함안 가야리 제방 추정 위치	38
〈그림 34〉 함안 가야리 제방 조사지역 위치	38
〈그림 35〉 함안 가야리 제방 1 Tr. 남장벽	39

<그림 36> 함안 가야리 제방 2 Tr. 북장벽	39
<그림 37> 함안 가야리 제방 3 Tr. 남장벽	39
<그림 38> 함안 가야리 제방 2 Tr. 북장벽	40
<그림 39> 함안 가야리 제방 1 Tr. 압성토 공법	40
<그림 40> 함안 가야리 제방 3 Tr. 남장벽 II층 부엽층 단면	41
<그림 41> 함안 가야리 제방 3 Tr. 남장벽 II층 목본류 부엽층	41
<그림 42> 함안 가야리 제방 4 Tr. 남장벽 VII·VIII층 단면의 점토블록	42
<그림 43> 함안 가야리 제방 4 Tr. 남장벽 VII·VIII층 점토블록	42
<그림 44> 조선후기 지방지도 내 김해 봉황동유적의 위치	43
<그림 45> 김해 봉황동유적 위치	43
<그림 46> 김해 봉황동 68호 제방 전경 북쪽→남쪽	44
<그림 47> 김해 봉황동 68호 제방	44
<그림 48> 김해 봉황동 제방 기초 성토층	45
<그림 49> 김해 봉황동 제방 본격 성토층	45
<그림 50> 밀양 구위양지 위치	47
<그림 51> 밀양 구위양지 조사 구역	47
<그림 52> 밀양 구위양지 2 Tr. 동장벽 토층도	48
<그림 53> 밀양 구위양지 부엽층	48
<그림 54> 밀양 구위양지 부엽층 상층, 중층	48
<그림 55> 밀양 구위양지 점토블록	49
<그림 56> 밀양 구위양지 2 Tr. 토층	49
<그림 57> 울산 약사동 제방 평면	50
<그림 58> 울산 약사동 제방의 저수면적 복원도	50
<그림 59> 울산 약사동 제방 종단면도	51
<그림 60> 울산 약사동 제방 기초부 조성층과 기초 성토층 내 패각층	52
<그림 61> 울산 약사동 제방 심 조성	53
<그림 62> 울산 약사동 제방 초본류의 부엽층	53
<그림 63> 울산 약사동 제방 목본류 부엽층	53
<그림 64> 울산 약사동 제방 교호성토	53
<그림 65> 상주 공검지	54
<그림 66> 상주 공검지의 수축	54
<그림 67> 상주 공검지 초축 제방 Pit 3 단면	55
<그림 68> 상주 공검지 초축 제방 단면	55
<그림 69> 상주 공검지 말목	56
<그림 70> 상주 공검지 말목 세부	56
<그림 71> 상주 공검지 부엽층 단면	57
<그림 72> 상주 공검지 부엽층 평면	57
<그림 73> 상주 공검지 부엽층의 받침목과 말목	57

<그림 74> 상주 공검지 목재시설층 전경	58
<그림 75> 상주 공검지 목재시설층 세부	58
<그림 76> 상주 공검지 초축 제방 단면 토층	59
<그림 77> 상주 공검지 초축 제방의 추정 토제	59
<그림 78> 상주 공검지 수문 추정 복원도	60
<그림 79> 아스카(飛鳥)와 나라(奈良)시대 사야마이케의 동통(東桶)	60
<그림 80> 제천 의림지 1972년 조사 구역	61
<그림 81> 제천 의림지 1972년, 2013년 조사 구역	61
<그림 82> 제천 의림지 서쪽 제방 단면	62
<그림 83> 제천 의림지 남쪽 제방(1구역 서벽) 단면	63
<그림 84> 제천 의림지 2호 탐색갱 북벽의 기반층	64
<그림 85> 제천 의림지 3호 탐색갱 북벽 내 집토블록	65
<그림 86> 제천 의림지 부엽층	65
<그림 87> 제천 의림지 1구역 북벽 단면	65
<그림 88> 제방의 제작 공정(operational sequence) 복원	66
<그림 89> 제방 축조에 영향을 주는 다양한 요인	82

I. 머리말

제방·토성·고분은 거대 성토구조물(盛土構造物)¹⁾로 통칭할 수 있다. 이러한 성토구조물의 축조는 높은 수준의 기술력과 많은 노동력을 필요로 하는데, 이와 관련된 내용은 금석문과 문헌자료를 통해 쉽게 찾아볼 수 있다. 영천 청제비 비문에 의하면 청제의 초축에는 7,000명, 보축에는 두 달에 걸쳐 14,276명의 노동력이 동원되었음을 알 수 있다²⁾. 그리고 삼국사기 기사 내용에는 김제 벽골제의 보수에 7개 주(州)의 백성들이 동원된 내용이 기록되어 있다³⁾. 이처럼 대규모 노동력이 동원되는 거대 토목구조물의 축조는 중앙집권체제 성립의 지표가 될 수 있으며 국가 재정의 확충 및 농업 중심의 경제 기반 확립, 토목 기술 및 공구의 발달 양상을 보여주기도 한다(노중국 2015: 141-142). 특히, 이러한 요소 중에서도 토목공학적 지식을 지닌 기술자 집단의 형성은 성토구조물 축조에 매우 중요한 배경이 될 수 있다. 예를 들어 위나라 유희(劉徽)가 주석을 붙여 편찬한 구장산술(九章算術) 5장의 상공(商工)편에서는 토목 기술과 노동력에 대한 언급이 수치와 함께 구체적으로 기술되어 있다(유희, 김혜경·윤주영 역 1998: 7-10). 우리나라의 경우 경주 남산 신성비에 장척(匠尺), 문척(文尺), 면착상(面捉上), 족착상(足捉上), 작상인(作上人) 등 신라의 기술자 집단을 지칭하는 것으로 보이는 명칭이 확인되며(권오영 2014: 10; 이종욱 1974), 백제에서는 전문기술자들에게 박사라는 관직을 수여하고 기와를 만드는 전문기술자를 와박사(瓦博士)라 칭하는 등 국가 차원의 관리가 이루어졌음을 알 수 있다.

1) 성토구조물이란 흙을 주재료로 삼아 축조한 구조물을 의미한다(권오영 2011: 3). 이는 고야마다 고이치(小山田宏一)가 쓴 토구조물(土構造物)과 유사한 개념이고(小山田宏一 2009), 권오영(2011: 3)은 토축(土築)에 중점을 두어 성토구조물이라는 용어를 썼다. 이는 이후 거대 토목구조물이라는 용어로 다시 바뀌는데, 여기에서는 축조 재료의 확장과 더불어 고분·토성·제방 및 대형 건물지 축조를 그 범주에 포함했다(권오영 2013: 65).

2) 永川菁堤碑 貞元銘, 丙辰銘

3) 『三國史記』 권10, 신라본기10, 원성왕 6년 춘 1월 기사

최근 고분·토성·제방의 발굴조사가 활발하게 이루어짐에 따라 고대 성토구조물의 축조 기술에 대한 연구도 주목받고 있다. 과거에 제거의 대상으로 인식되었던 고분의 봉토가 당대 과학기술의 집합체로 인식되기 시작하면서(조영현 1993) 제방과 토성의 축조 기법도 주목받게 되었다. 이러한 관심은 정치체 간 기술 확산에 대한 연구로 확장되었는데(권오영 2004; 권오영 외 2019; 성정용 2010; 전용호 2014; 青木敬 2013), 축조 기술을 매개로 한 당대 기술 확산에 대한 연구는 주로 문헌사에 기반한 경우가 많았다. 물론 고대 국가 간 기술 확산의 증거를 보여주었다는 점에서 문헌자료가 의미 있는 것은 사실이나, 문헌기사는 개별 사건을 그대로 반영했다기보다 오랜 시간에 걸쳐 반복적으로 일어난 사건들을 압축적으로 표현했다는 점에서 한계가 있다(김종일 2010: 17). 최근 성토구조물 관련 발굴조사 자료가 비약적으로 증가하고 있고, 국외의 최신 조사 성과들도 소개되고 있는데, 이제는 연구 대상을 고고학 물질자료로 확장하여 그 양상을 구체적으로 검토해 볼 필요가 있다. 제방은 다른 성토구조물에 비해 많은 연구가 이루어지지 않았고 개별 유적의 분석에 그친 연구가 대다수이다. 그리고 토성이나 고분과 달리 물에 대응하는 기술이 추가된다는 점에서 다양한 축조 기술들을 종합적으로 살펴볼 수 있다. 특히 제방의 개축과 보축은 절개하여 완전히 새롭게 다시 성토하는 것이 아니라, 물과 닿는 부분을 지속적으로 덧대어 성토하는 방식이기 때문에 초축 당시의 성토 방식을 잘 확인할 수 있다는 특징이 있다. 이러한 점에 착안하여 고고학 자료를 통해 한국 고대 제방의 축조 기법을 검토하면서 당대 기술의 수용과 확산, 응용이라는 일련의 과정을 살펴보고자 한다.

선행 연구를 참고할 때, 이러한 연구의 수행을 위해서는 크게 두 가지 문제를 고려할 필요가 있다. 첫째로는 축조 기술을 설명하기 위한 종합적 논의의 틀이 마련되어야 하고, 둘째로는 그러한 종합적 틀을 기반으로 하여 축조 기술을 효과적으로 비교 및 검토할 수 있는 방법이 필요하다. 이를 위해 먼저 작업 연쇄(*Chaîne Opératoire*) 개념을 토대로 ‘작업 공정의 세분화’와 ‘끊임없는 선택과 의사결정’에 주목했다. 또한 정립된

개념을 바탕으로 관련 용어를 가다듬고 대상 자료를 분석하여, 유적 간 비교를 활성화할 수 있는 새로운 논의의 틀을 제시하고자 한다. 이 같은 방법을 통해 궁극적으로는 고대 제방 축조 집단 간 사용된 기술의 유사점과 차이점을 추출하고, 이것이 갖는 고고학적 의미에 대해 살펴보고자 한다.

II. 연구 목적과 방법

제방은 물을 저장하여 경작지에 관개하거나 물의 유입을 차단하여 경작지를 보호·확대하는 시설로(성정용 2015: 79-86), 제체(堤體)⁴⁾ 내로 물이 스며드는 것을 방지하고 높은 수압을 견뎌야 하며 저습한 곳에 안정적으로 축조되어야 한다. 같은 성토구조물에 속하는 토성은 외부의 적으로부터 내부를 보호하기 위해 축조된 방어시설로, 고분이나 제방보다는 폭을 좁게 쌓아야 하기 때문에 횡압력을 잘 견뎌야 하며 지형에 따라 급경사나 계곡과 같이 저습한 곳에도 안정적으로 축조할 수 있어야 한다(권오영 2014: 9; 권오영 외 2019: 28). 고분은 고대 국가 성립 단계에 나타나기 시작한 높은 봉토가 있는 무덤이다(국립문화재연구소 2009: 68). 성곽과 제방은 실용적 기능이 강조되는 반면, 고분은 여기에 과시 기능이 더해진다(권오영 2014: 33). 무덤은 더 크게 더 높이 쌓아야 하고, 동시에 매장주체부는 다량의 토압을 견뎌야 한다.

이와 같이 세 종류의 성토구조물은 각기 다른 기능을 수행하지만 흙을 주재료로 한 성토재(盛土材)를 사용하여 높이 쌓아 올린다는 점과 더불어 목적에 부합하는 다양한 성토 기술이 각기 사용된다는 특징이 있다. 고대 사람들은 여러 시행착오 속에서 관련 성토 기법을 터득하거나 기술자 집단의 이주에 따라 기술을 습득 혹은 선택적으로 수용 및 응용하여 적용했을 것이다. 여기에 주목하여 축조 기술 자체와 더불어 그러한 기술의 선택적 수용과 응용 양상을 상세히 살펴볼 필요가 있다.

본 장에서는 성토구조물에 대한 선행 연구를 제방을 중심으로 정리하면서 제방 연구에 영향을 준 다른 성토구조물의 연구에 대한 논의가 어떻게 이루어져 왔는지 함께 검토해보고자 한다.

4) 제방의 본체

1. 연구사 검토 및 문제제기

그동안 제방을 다룬 연구는 축조 시기 및 주체, 제방의 기능, 제방 축조와 정치체 발달 간의 상관관계 등을 주제로 하여 진행되어 왔다. 한편 제방의 고고학적 조사는 근래에 와서 본격화되고 있는데, 아직까지는 축적된 자료의 절대적인 양이 다른 성토구조물에 비해 부족한 실정이며 방대한 규모에 비해 부분적인 발굴조사만 이루어져 전모를 파악하기에는 어려움이 따른다. 그리고 조사 과정에서의 출토 유물이 많지 않고 장기간 사용되면서 잦은 개보수가 이루어지기 때문에 시기 파악에도 어려움이 따른다. 그렇기 때문에 그간의 연구는 주로 문헌자료에 기반한 경우가 많았으며 후대의 자료를 그보다 이전 시기 대상에 적용한 연구가 이루어지기도 하였다. 본 절에서는 제방의 축조 기술에 대한 연구와 축조 기술의 확산 과정에 대한 연구로 크게 나누어 기존 연구를 검토하고자 한다.

한국에서의 제방 연구는 일본 오사카 사야마이케(狹山地)⁵⁾의 발굴조사 성과가 소개되면서 관심이 시작되었고, 고분 및 토성의 발굴조사와 토목구조물의 축조 기법 연구가 활발하게 진행됨에 따라 본격화되었다. 이러한 성과와 맞물려 제방의 발굴조사도 함께 이루어졌고, 관련 자료가 축적되면서 제방의 축조 기술을 다룬 연구도 이루어지게 되었다. 그러한 연구 대부분에서 제방뿐만 아니라 토성과 고분을 함께 다루고 있다. 권오영(2011, 2012, 2013)은 삼국시대 거대 토목구조물인 제방·토성·고분을 대상으로 성토재와 성토 방식, 축조 공정을 비교했다. 신희권(2014b)은

5) 일본 오사카 사야마이케(狹山地)는 1987년부터 조사가 이루어진 저수지 제방이다. 616년에 처음 축조되었고 이후 6번의 개수(改修)가 있었다. 제방 내 물을 배출하는 시설인 목통(木桶)이 확인되었고 이것의 연륜연대측정에 따라 초축 시기를 판정할 수 있었다. 개수의 경우, 연장되거나 새로 설치된 목통의 연륜연대측정, 문헌기록, 출토 유물 등을 기반으로 그 시기 판정이 가능했다. 특히 초축부터 8세기까지 부엽공법이 확인되고 있으며, 이는 고대 중국, 한반도, 일본 간 기술 공여에 대한 논의를 제공했다(大阪府狹山池博物館 2002; 小山田宏一 2009; 狹山地調査事務所 1998).

다양한 축조 기술 중에서도 부엽공법(敷葉工法)⁶⁾에 초점을 맞추어 삼국시대 성토구조물에서 이것이 사용된 사례를 정리했다. 그리고 사용 위치에 따른 부엽공법의 특성과 효과를 규명하고자 했다. 손재현(2015a·b)은 또 다른 축조 기술인 토괴(土塊)⁷⁾를 대상으로 하여, 이것이 사용된 삼국시대 성토구조물을 분석하고 그 사용 목적과 의미를 규명했다.

이와 달리 제방을 주요 연구 대상으로 삼은 경우도 있다. 이보경(2014)은 삼국~조선시대 관개 제방의 축조 공정과 기법을 다루었다. 이보경의 연구에서는 울산 약사동유적의 발굴조사에 기반하여 논지를 전개하고 있는데, 통시적으로 제방 유적을 다루었다는 점과 제방을 제외한 다른 성토구조물의 연구 성과들을 적극적으로 참조하여 제방의 축조 기법을 다루면서 종합적인 연구를 시도했다는 점에서 의의가 있으나, 약사동 제방에 대한 분석에 비해 다른 유적들은 상대적으로 소략하게 다루어졌다. 이를 제외한 제방 연구는 각 유적의 발굴조사와 함께 개별 축조 공정과 기법을 다룬 경향이 있다(표 1). 이와 같이 제방은 거대 성토구조물 속에서 단편적으로 다루어져 왔고, 대부분이 개별 유적 분석에 그치고 있다.

<표 1> 제방의 축조 기술에 대한 연구사 정리

연도	저자	논저
1974	정인구	義林池 築堤에 關한 一考察
1976	윤무병	김제 벽골제 발굴보고
1982	정인구	천여년의(千餘年前) 댐 축제기술과 용두산의 임상 변천
1992	윤무병	김제 벽골제 발굴보고
2008	권순강 등	함안 가야리 제방유적
2008	小山田宏一	敷葉工法の再檢討
2009	양동윤 등	지화학적으로 고찰한 의림지 축조 전의 환경변화와 제방축조 재료

6) 성토 기법 중 하나로, 흙과 잎이 붙어있는 작은 가지를 펼쳐 층을 겹겹이 쌓아 올려 흙의 강도를 높이는 기법이다(이희범 2012: 4).

7) 성토구조물 축조 시 사용되는 덩어리 형태의 흙이다. 입자 구성과 제작 방법에 따라 블록(토낭, 점토블록, 표토블록)과 점토브릭으로 나뉜다(손재현 2015a: 52).

연도	저자	논저
2010	권석호 등	울산 혁신도시 개발사업 2구역 1차 C2-B구간 유적내 울산 약사동 제방
2010	김주용 등	의림지 형성과정과 제방축조 연구
2010	권오영	고대 성토구조물의 축조 기술과 의림지
2012	진만강	김제 벽골제(사적 제111호) 중심거 학술발굴조사
2012	김찬영	상주 공검지 발굴조사 성과
2012	김찬영	상주 공검지 제방 유적
2015	성정용	우리나라 先史~中世水利施設의 類型과 發達過程
2013	어창선	堤川 義林池 築造方法과 年代에 관한 一考察
2014	이보경	三國~朝鮮時代 貯水池 堤防의 構造와 築造方法
2015	김진만·손수원	공학적 분석에 의한 고대 수리시설 제방 원형복원
2016	진만강 등	김제 벽골제 발굴조사 개요
2019	권오영 외	한국 전통시대의 토목문명
2019	손수원·김진만	공학적 분석을 통한 벽골제의 축조과정 복원
2019	최경규	아라가야 토목구조물의 기술적 특징과 그 의미
2020	김민환·장명호	한일 고대 水利 유적의 비교 연구

이러한 제방 연구는 토성 및 고분 연구와 밀접한 관련이 있다. 토성과 고분 봉토의 발굴조사와 함께 축적된 축조 기술에 대한 지식이 제방 연구로 확장되었고, 이 과정에서 토목고고학 및 건축공학에 대한 관심과 함께 융복합적 연구도 진행되었기 때문이다.

토성 연구는 발굴조사가 이루어진 개별 토성의 축조 기술, 축조 시기 및 주체에 대한 관심이 초창기 연구의 주류를 이루었으나 발굴조사 성과가 증가함에 따라 축조 기술의 시·공간적 변천 양상에 대한 연구로까지 연구 대상과 범위가 확장되었다. 특히 축조 기술을 추출하고 그러한 축조 기술에 따른 시·공간성을 규명하는 방향으로 연구가 많이 이루어졌다. 이혁희(2013)는 한성백제기 토성에서 나타나는 다양한 축조 기술, 물질문화, 축조 주체의 관계를 규명하고, 동시기에 서로 다른 축조 기술이 나타나는 이유를 축조 주체의 차이에서 비롯된 것이라 보았다. 심정보는 토성의 축조 기술을 삭토법(削土法), 성토법(盛土法), 판축법(版築法)으로 구분했다. 삭토법은 자연적으로 형성된 급경사면을 깎아 내어 성벽으로 활용하는 기법, 성토법은 성벽이 축조될 곳의 내·외면을 ‘U’자형으로 굴

착하여 그곳에서 채취한 흙으로 성토하는 방식⁸⁾, 판축법은 일정한 구간마다 협판을 세우고 기둥으로 고정시킨 후 내부에 점질토와 사질토를 교차로 다져가면서 수평으로 쌓아 올리는 기법이다(심정보 2009: 106-116). 이중 가장 선진적인 기법으로 여겨지는 판축법에 대해 많은 연구가 주목했다. 전문적인 토목공학 및 건축공학에 대한 이해가 부족했던 시기의 발굴 사례에서 “토성=판축법”이라는 공식이 제기된 이후, 이 같은 경향이 토성 연구의 주된 흐름으로 자리 잡아 왔다. 그러나 발굴 사례가 증가하고 토목공법과 건축공학과와의 연계를 통한 세밀한 조사가 진행되면서, 기존에 판축법이라 보고되었던 많은 유적이 실제로는 판축법이 아닌 것으로 판명되었다. 이에 따라 토성의 축조 기술을 판축으로만 설명하고자 하는 기존의 흐름에 문제를 제기하면서 토성 축조에는 다양한 건축 기법이 사용되었음을 주장한 연구 또한 제기되었다(권오영 2011; 이혁희 2013). 백종오(2004)와 오강석(2007)은 고구려와 신라의 성곽은 석축, 백제의 성곽은 토축으로 판단하는 기존의 이분법적 구분에 문제를 제기했고, 이러한 차이를 기술의 발전에 따른 것이 아니라 자연환경에 따른 축성재료의 차이라는 주장을 제기했다.

한편 삭토법, 성토법, 판축법이라는 세 가지 구분법과 더불어 당대에 사용되었던 축조 기술에 대한 좀더 세부적인 접근이 필요하다는 주장도 제기되었다. 연구자들은 판축법에서 눈을 돌려 다양한 축조 기법들을 분석하기 시작했다. 권오영(2002)은 한성백제기 판축토성은 풍납토성뿐이고 대부분의 토성이 삭토법이나 성토법을 이용하여 축조되었음을 주장하면서, 교호성토, 토괴, 부엽공법 등 다양한 축조 기법에 주목했다(권오영 2014). 김진만 등(김진만 외 2012)은 함안 성산산성 축조에 사용된 부엽공법의 기능을 공학적으로 규명했고, 신희권(2014b)은 지정 작업, 기초 다짐, 지정목 시설과 잡석 다짐, 부엽법, 부석법 등의 축조 기법을 설명했다. 심규훈(2016)은 기저부 정지 공정, 기저부 조성, 체성 축조, 피복 및 마감 공정에서 채용된 다양한 축조 기법을 분석했다.

8) 판축법과 구분되는 용어로 사용되기도 한다. 즉, 일정한 두께로 흙을 성토하고 다진 흔적이 보이지 않은 성토 방식을 가리킨다(손영식 2009: 236).

삼국시대 고분 연구의 주제는 매장주체부의 구조와 부장품, 그리고 편년에 초점이 맞춰져 있었다. 봉토 조사와 축조 기술에 대한 연구는 2000년대 이래로 본격화되었다. 조영현은 고분의 구획축조(區劃築造)⁹⁾ 방식과 그 기능을 검토한 바 있다(조영현 1993, 2002a, 2002b, 2010). 이후 영남지역과 호남지역을 중심으로 대형 봉토분이 발굴조사 되면서 봉토의 축조 기술에 대한 연구도 활발하게 이루어졌다. 홍보식(2012a)은 영남지역의 횡혈식·횡구식석실분을 대상으로 봉토 조성 과정과 토목 기술을 검토하고, 그것의 지역성과 계승 관계를 규명했다. 그리고 봉토 조성에 사용된 다양한 토목 기술들을 분석하고, 그것과 현대 토목 기술과의 연관성을 규명하고자 했다(홍보식 2012b). 김강남(2012)은 금호강 유역 봉토분의 축조 방식과 그것의 시간성 및 지역성을 검토한 바 있고, 홍진석(2011)은 영산강 유역 고분의 분구 축조 과정과 변천을 규명하고자 했다. 심현철(2013, 2016, 2020)은 신라 적석목곽묘의 축조 공정을 복원하면서 봉토의 축조 기술도 함께 다루었다.

한편 지속적인 봉토분 발굴조사를 통해 축적된 자료를 토대로 봉토의 축조 기술을 체계적으로 정리하고자 하는 시도도 등장한다. 김진호(2012)는 고분의 축조 기술에 담긴 과학적 원리를 정리하면서 다양한 성토 기법, 성토재의 종류 및 기능을 설명했다. 대한문화재연구원(2013)에서는 그동안 조사된 삼국시대 고분의 축조 기술을 집성했다.

이러한 축조 기술에 대한 많은 연구 성과들을 토대로 축조 기술의 이동 및 확산에 대한 연구도 이루어졌다. 고고학적으로 이 주제를 다룬 연구를 크게 세 가지로 정리할 수 있는데, 각각 판축법, 부엽공법, 성토재를 다룬 연구들이다. 먼저 판축법은 중국 고대 용산문화기(龍山文化期)부터 확인되는 기법이고, 우리나라에서는 삼국시대부터 본격적으로 나타나기 시작했다(김용민 1997). 특히 백제에 이 기법이 널리 보급되었으며 토성뿐만 아니라 건물지의 기단, 지하 기초부 등에도 사용되었다(윤무병

9) 조영현(2010: 98)은 구획축조를, 규모가 큰 건축물의 축조 과정에서 하나의 공정에 많은 인력이 작업할 때 작업 범위를 구분하고 거기에 맞추어 할당된 인력들이 동시에 작업하는 것이라 정의했다. 그러나 이는 이러한 작업 경계의 기능 외에도 봉토를 견고하게 성토하는 효과를 지닌다(손재현 2015a).

1992). 민덕식(1991)은 이러한 관축법이 요동, 만주를 거쳐 한반도에 들어온 중국계 방형 토성과 관련된다고 보았다. 한사군 설치를 계기로 한반도에 그러한 부류의 토성이 등장하고 이와 함께 관축법도 전래되었다는 것이다(민덕식 1991). 그러나 새로운 기술이나 문화의 이전이라는 명제를 한사군의 설치라는 문헌기사에만 의존하여 설명하고자 하는 방식은 재고되어야 한다. 한편 관축법의 경우 고대 중국에서 시작되어 시차를 두고 삼국의 백제와 일본으로 확산되는 양상이 고고학적으로도 확인되고 있다. 다만 관축법이라는 기법이 어떠한 경로나 과정을 통해 전래되었는지에 대해 구체적으로 규명하고자 한 연구는 거의 없다.

마찬가지로 부엽공법도 중국에서 비롯되어 한반도를 거쳐 일본으로 전해진 것으로 알려져 있다. 중국에서는 양소문화기(仰韶文化期)와 같이 아주 이른 시기부터 부엽공법이 나타나고 한반도에서는 백제 풍납토성에서 확인된 바 있다. 그러나 신희권(2008)은 두 유적 간의 시차가 크기 때문에 기술 전래와 관련하여 이 둘을 직접 연결시키기 어렵고, 중국 전한(前漢) 시기 저수지 제방에 사용된 부엽공법이 백제로 전래된 것이라 보았다. 그리고 6~7세기에 이러한 부엽공법이 일본 큐슈(九州)와 긴키(近畿) 지역에 전해진 것으로 확인된다(권오영 2013). 일부 연구자들은 여기에서 더 나아가 동북아시아에서 부엽공법이 전래된 경로와 과정을 추정한 바 있다. 예를 들어 권오영(2014)은 안풍당(安豊塘)을 축조한 왕경(王景)이 중국에서 낙랑으로 이주한 후 다시 중국으로 돌아간 사실을 토대로 하여 안풍당 축조에 사용된 부엽공법이 전해진 것으로 보았다. 이 밖에도 전국시대 고조선과 연이 물리적으로 접촉하는 과정에서 기술이 전해졌거나 한사군 설치 이후 낙랑을 거쳐 백제로 기술이 유입된 것으로 보기도 한다(충청남도역사문화연구원 2007: 516). 이렇게 한반도로 전해진 부엽공법은 백제 자들의 이주와 함께 일본으로 전해진 것으로 알려져 있으며, 일본에서 부엽공법이 확인된 유적이 백제계 이주민과 관련된다는 사실이 이를 뒷받침한다(권오영 외 2019: 148).

성토재인 토괴는 마한, 가야, 신라, 일본 고분에서 확인되어 기술 확산의 양상을 보여준다(국립나주문화재연구소 2012: 325). 권오영은 토괴를

비롯한 백제 중앙의 성토 기술이 도래계(渡來系) 집단을 통해 일본으로 전해진 것으로 파악하였다(권오영 2011, 권오영 외 2019). 전용호(2014)는 토괴를 영산강 유역의 토착 기술로 보고, 이를 한반도와 서일본 간 토괴 기술 이동의 근거로 보았다. 아오키 타카시(青木敬 2013, 2016, 2017) 역시 일본 고분에서 확인되는 토괴가 한반도의 고분 축조 기술에 영향을 받은 것으로 이해하고 있다.

기술의 확산에 관한 연구들은 대개 문헌자료¹⁰⁾에 기반하여 논의를 전개해 왔다. 기술이 중국에서 한반도를 거쳐 일본으로 전해졌다는 것은 많은 연구자들이 인정하는 바이다(권오영 외 2019: 485). 전국시대 고조선과 연이 물리적으로 접촉하는 과정, 위만의 망명, 한사군의 설치(충청남도역사문화연구원 2007: 516)와 함께 중국의 기술서(九章算術)와 기술자 집단이 한반도로 유입되었다는 것이다(권오영 외 2019: 484). 그러나 중국에서 한반도로의 기술 확산은 대부분 간접 근거에 따른 추론이고, 기술의 이동 과정과 맥락에 대한 고고학적 접근도 상세하게 다루어지지 않았다.

이와는 대조적으로 한반도에서 일본으로 전해진 축조 기술에 대한 근거는 다양하고 구체적인 편이다. 백제 멸망 이후 대규모 난민이 발생하여 그들 중 상당 부분의 세력들이 일본으로 건너갔고, 그 과정에서 축조

10) 『日本書紀』 권10, 應神天皇 7년(276) “7년 가을 9월 高麗人, 百濟人, 任那人, 新羅人이 함께 來朝하였다. 그 때 武內宿禰에게 명하여 여러 韓人들을 이끌고 연못을 만들게 하였다. 때문에 이 연못을 이름하여 韓人池라 불렀다.” (국사편찬위원회 한국사데이터베이스, http://www.history.go.kr, jm_001_0060_0030)

『古事記』 중권, 應神 “이 왕대(응신조)에 또한 신라인이 건너왔다. 이로써 건내숙이에게 인솔하여 못을 만들게 하고 백제지라고 하였다.” (국사편찬위원회 한국사데이터베이스, http://www.history.go.kr, jm_001r_0060_0030)

『日本書紀』, 권22, 豐御食炊屋姬天皇 推古天皇 10년(602) “겨울 10월 백제 승려 觀勒이 왔다. 이에 曆本과 天文·地理書 및 遁甲·方術書를 바쳤다. 이 때 晷生 3, 4명을 선발하여 관록에게 배우도록 하였다. 陽胡史의 선조인 玉陳은 曆法을 익혔고, 大友村主 高聰은 天文·遁甲을 배웠으며, 山背臣 日立은 方術을 배워, 모두 배움에 성취가 있었다.” (국사편찬위원회 한국사데이터베이스, http://www.history.go.kr, jm_001_0190_0180)

기술의 유입도 함께 이루어졌는데, 그 근거로 일본 큐슈(九州)와 세토나 이해(瀬戸内海)의 토성들에서 확인되는 백제의 축성 기법(권오영 외 2019: 169), 일본 큐슈 지역에서 급증한 성과 제방의 축조 주체가 백제계 유민(答本春草, 憶禮福留, 四比福夫)임을 보여주는 기록, 백제의 기술자 집단이 왜의 야마토(大和) 지역에 이주하여 정착한 기록(大府立狹山池博物館 2002: 29), 고구려·백제·신라·가야인들을 동원하여 연못을 축조하고, 이를 한인지(韓人池)라고 불렀다는 기록이 있다(권오영 2013: 65; 서정석 2013: 363). 또한 나라현 사츠마이케(薩摩池)에서 그 축조 주체가 한반도계 이주민 집단이었음을 보여주는 목간이 출토된 바 있다(奈良縣立橿原考古學研究所 2008).

앞선 연구사 검토를 통해 보완해야 할 부분을 크게 세 가지로 요약할 수 있다. 첫 번째는 성토구조물 차원에서 축조 기술 연구에 대한 비교 논의의 틀을 마련할 필요가 있다는 것이다. 토성과 고분을 시작으로 하여 거대 성토구조물의 축조 기술에 대한 연구가 일정 정도 진전을 이루었지만 제방의 경우 개별 유적 단위를 중심으로 이루어진 연구가 대부분이다. 축조 기술 연구는 개별 유적 연구를 넘어서서 각 지역이나 시대의 건축 기술을 보여줄 수 있는 좋은 자료이다. 많은 양의 자료가 축적되었기 때문에 제방의 비교, 나아가 거대 성토구조물의 비교분석이 가능한 시점이고 이를 위한 방법론을 마련해야 할 필요가 있다.

두 번째는 고대 한반도 내 기술의 수용·확산·응용에 대한 논의가 필요하다는 것이다. 최근에 축조 기술 연구가 국가 간 기술의 이동에 대한 논의로 확장되었다. 이런 논의는 대부분 문헌자료를 중심으로 진행되어 왔고, 고고학 물질자료에서 나타나는 유사한 축조 기술의 존재가 그 근거로 제시되며 기존의 논지를 강화해 나가고 있다. 이러한 연구에서는 전문 기술자 집단¹¹⁾이 중국에서 한반도를 거쳐 일본으로 이동했다는 것

11) 중국의 경우, 부엽공법을 이용하여 한나라의 수리시설 작피(芍陂)의 수리를 주도한 왕경(王景)이라는 인물이 있는데, 그의 가문은 대대로 기술자 집안이었다(권오영 2013: 65). 일본의 경우, 각 시대별로 측량 기술자를 지칭하는 직위로 산사(算師), 도사(圖師), 회도사(繪圖師)가 있었다(권오영 2014: 10). 이러한 전문 기술자, 즉 장인이라 불리는 사람들은 직접 기술을 구사할 뿐만 아니라 시공 업

을 상징하며 기술 전래가 이루어진 것을 전제로 삼고 있다. 이에 따라 한·중·일 간 기술의 이동이라는 광범위한 차원에서 논의가 반복되고 있다. 하지만 그러한 큰 차원의 논의를 진행하기에 앞서, 각 정치체와 축조 집단 내에서 기술이 어떠한 방식으로 수용·확산·응용되었는지 먼저 살펴보고 이를 고고학 물질자료를 통해 구체적으로 분석할 필요가 있다.

세 번째는 축조 기술에서 나타나는 유사점과 차이점에 대한 다른 해석이 필요하다는 것이다. 일반적으로 고분 및 토성 연구에서는 축조 기술의 차이를 축조 시기와 집단의 차이로 연결하는 경향이 있다. 토성이나 제방은 출토 유물이 갖는 편년의 속성이 시간성으로 곧바로 치환되기 어렵기 때문에, 이러한 성격의 유구는 축조 기술을 통해 시·공간성을 연구하는 것이 더욱 정확성을 가질 수 있다. 그럼에도 불구하고 이러한 유사점과 차이점이 나타나는 요인은 비교적 다양할 수 있으며 이를 합리적으로 설명하기 위해서는 다양한 형태의 방법론과 해석의 틀이 요구된다. 특히 기술의 확산과 관련된 논의에서는 기술의 유사성에 주안점을 둔 연구가 진행되어 왔는데, 이러한 연구에서는 각 기술이 갖는 차이점에 대해 제대로 논의되지 못했다. 그러나 이러한 차이점은 동일한 기술을 지닌 속성이라도 주위에 산재한 다양한 요인들에 따른 기술의 변형·응용의 양상을 보여줄 수 있다는 점에서 매우 중요하다. 그리고 이러한 속성들을 표준화된 방안으로 추출하여 대조할 수 있다면 그것이 갖는 의미에 대해서 여러 가지 진전된 논의를 진행할 수 있을 것으로 판단된다.

이러한 문제의식을 토대로 제방 유적의 고고학적 분석을 수행하여 제방 축조 기술의 구체적 양상을 밝히고, 기술 수용의 전반적인 흐름과 함께 확산 과정에서 확인되는 다양한 고고학적 양상을 살펴보고자 한다. 이러한 목적을 달성하고자 첫째, 기존 연구에서 논의되고 있는 축조 기술의 수용 및 확산을 제방이라는 고고학 자료로 설명 가능한가? 둘째, 기존 연구에서 다뤘던 축조 재료 및 기술의 속성 분석을 통해 제방 유적의 시·공간성을 추출할 수 있는가? 셋째, 유사점과 차이점이 나타나는 요인을 검출하여 그것의 원인과 배경을 설명할 수 있는가? 설명할 수 있

무, 건축 설계 및 감독 역할까지 겸했을 것으로 보인다(김동욱 2013).

다면 어떠한 방식으로 분석할 수 있는가? 라는 세 가지 연구 질문을 활용하고자 한다.

2. 연구 방법

앞서 제기한 문제를 해결하기 위해 먼저 두 단계에 걸친 분석을 수행하고자 한다. 첫 번째는 제방의 축조 공정 분석을 위해 작업 연쇄(*Chaîne Opératoire*)를 참고하여 ‘축조 공정 단계별로 사용된 각각의 기술’을 정리하고, 이를 대상 유적 간의 비교분석을 위한 기초 방법론으로 삼고자 한다. 작업 연쇄란 원재료를 사용 가능한 물질로 만드는 제작 공정을 분석하여, 각 단계에 쓰인 기법(technical action)을 추출하고 그 기저에 담긴 사회적 맥락을 파악하기 위한 고안된 방법론이다(Cresswell 1990: 46; Ryan 2009: 12). 이는 언제, 어디서, 어떠한 결정이 내려지고, 어떤 요인이 매 순간의 선택에 영향을 주는지 밝히는 데에 도움을 준다. 이러한 접근은 제방이라는 고고학 자료를 분석하는데 유용한 틀이 될 수 있다. 제작 공정 분석은, 단순히 기술을 구사한 행위(physical action)의 순서뿐만 아니라 기술자들이 공유하거나 공유하고 있지 않은 행위와 지식, 그들의 선택을 포함하고 있다. 그렇기 때문에 제방의 순차적 축조 공정을 복원하고 각각에 사용된 기술을 추출함으로써, 특정 기법의 선택에 영향을 준 다양한 요인에 대한 분석이 가능하다고 본다. 여기에 더해 각각의 제방에서 추출되는 기술 선택의 공통점과 차이점에 주목하여 각 유적에서 확인되는 기술 사용의 구체적 양상을 설명할 수 있다. 한편 Kloukinas(2014: 31)가 다른 사례를 통해 지적하였듯이, 작업 연쇄는 제방 축조 과정에서 나타나는 의사결정과 그것에 영향을 준 모든 요소를 파악할 수 있게 해주는 만능 도구가 아니다. 보통 작업 연쇄를 활용한 연구에서는 각 단위별 공정에서 이루어진 아주 미세한 행위(gesture)를 추출하는 것에 주안점을 두고 있지만, 실제 연구 사례에서 그러한 미세 단위의 분석까지 수행한 경우는 많지 않다. 이러한 점에 주의하면서 작업 연쇄의

틀로 한국 고대 제방의 축조 과정을 세분하여 살펴보되, 제작 공정의 관점으로 건축물을 인식하면서 해당 건축물의 축조에 사용된 기술적 요소와 특징을 중심으로 그것이 갖는 의미를 당대의 사회적 특성과 연결 지어 이해하고자 한다.

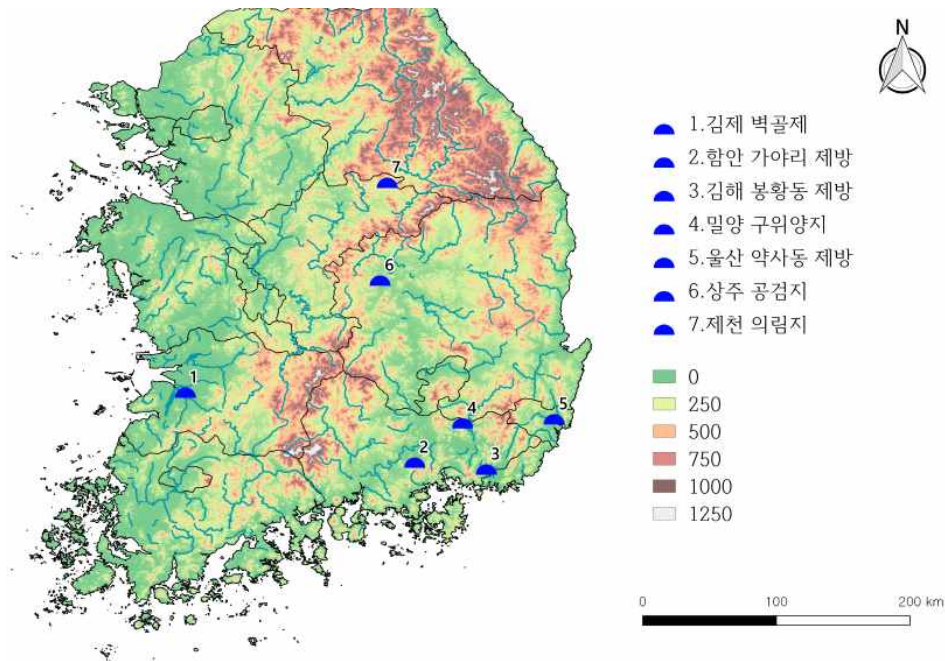
두 번째는 분석된 자료를 기초로 하여 제방 간의 비교분석을 수행하고자 한다. 먼저 축조 공정 단계를 인식하며 각각의 공정에서 나타나는 축조 기술을 추출하여 표준화된 기준을 수립하여 제방을 비교하고, 다음으로 축조 공정 단계를 구분하지 않고 사용된 기술의 종류만을 고려하여 제방의 비교분석을 수행할 것이다(표 2·3). 이러한 분석을 통해 유적별로 각각의 공정에서 사용된 기술의 속성을 파악하여 유적 간의 유사점과 차이점을 추출하고, 여기에서 나타나는 특징을 분석하여 이것이 갖는 의미를 구체적으로 살펴보고자 한다.

<표 2> 축조 공정 단계별로 기술 추출

축조 공정	제방 A
1단계	기술 a, 기술 b, 기술 c
2단계	기술 b
3단계	기술 c, 기술 d
4단계	기술 b, 기술 e

<표 3> 축조 공정 단계의 구분 없이 기술 추출

제방 A
기술 a, 기술 b, 기술 c, 기술 d, 기술 e



<그림 1> 삼국시대 제방의 위치

분석 대상으로는 발굴이 이루어진 삼국시대 제방인 김제 벽골제, 함안 가야리 제방, 김해 봉황동 제방, 밀양 구위양지, 울산 약사동 제방, 상주 공검지, 제천 의림지이다. 제방은 작업 연쇄에서 이야기하는 순차적 행위를 복원하기에 적합한 연구 대상이다. 물론 원재료의 취득 과정 등 축조와 관련된 모든 사항들을 추출하는 것은 불가능하지만 토층의 단면 분석을 통해 순차적 공정의 복원과 기술 사용의 구체적 양상 파악은 가능하다. 그리고 제방은 다른 성토구조물인 고분이나 토성에 비해 연구가 많이 이루어지지 않았고 개별 유적 연구에 그친 경우가 대부분이었기에 종합적인 비교분석이 반드시 필요하다고 판단했다.

한편 고대로부터 현재에 이르기까지 폭넓은 시간과 지역에서 물의 사용 방법에 주목해왔다. 특히 고대로부터 농경은 생업에 중요한 구성 요소였기 때문에 물의 효과적 이용을 위한 수리시설의 축조 역시 중요한 문제였을 것이다. 제방의 축조 공정 및 기술 분석은 단순히 축조 기술의 추출에만 머물지 않고, 그러한 시설을 설치했던 사람들의 의도나 행위 자체에서 공유되었던 요소까지 도달할 수 있다는 점에서 의의가 있다.

III. 축조 공정 및 기술의 검토

1. 작업 연쇄와 축조 공정

제방의 축조 기술은 고대에서부터 이어져 온 전통 토목 기술로, 예나 지금이나 제방의 주재료는 콘크리트 홍수벽 등 특수한 경우를 제외하고 흙이다. 제방은 붕괴 및 침수되지 않아야 하며 제방 위로 물이 넘쳐도 안 된다. 현대 제방 축조 공법에 따르면 제방 설계에 있어 체체 안정성, 투수(透水) 안정성, 사면 및 정상부의 내침식성 확보가 우선적으로 이루어져야 하는데(우효섭 외 2018: 267-269), 이는 과거에 제방을 축조할 때에도 적용되는 사항이었을 것이다.

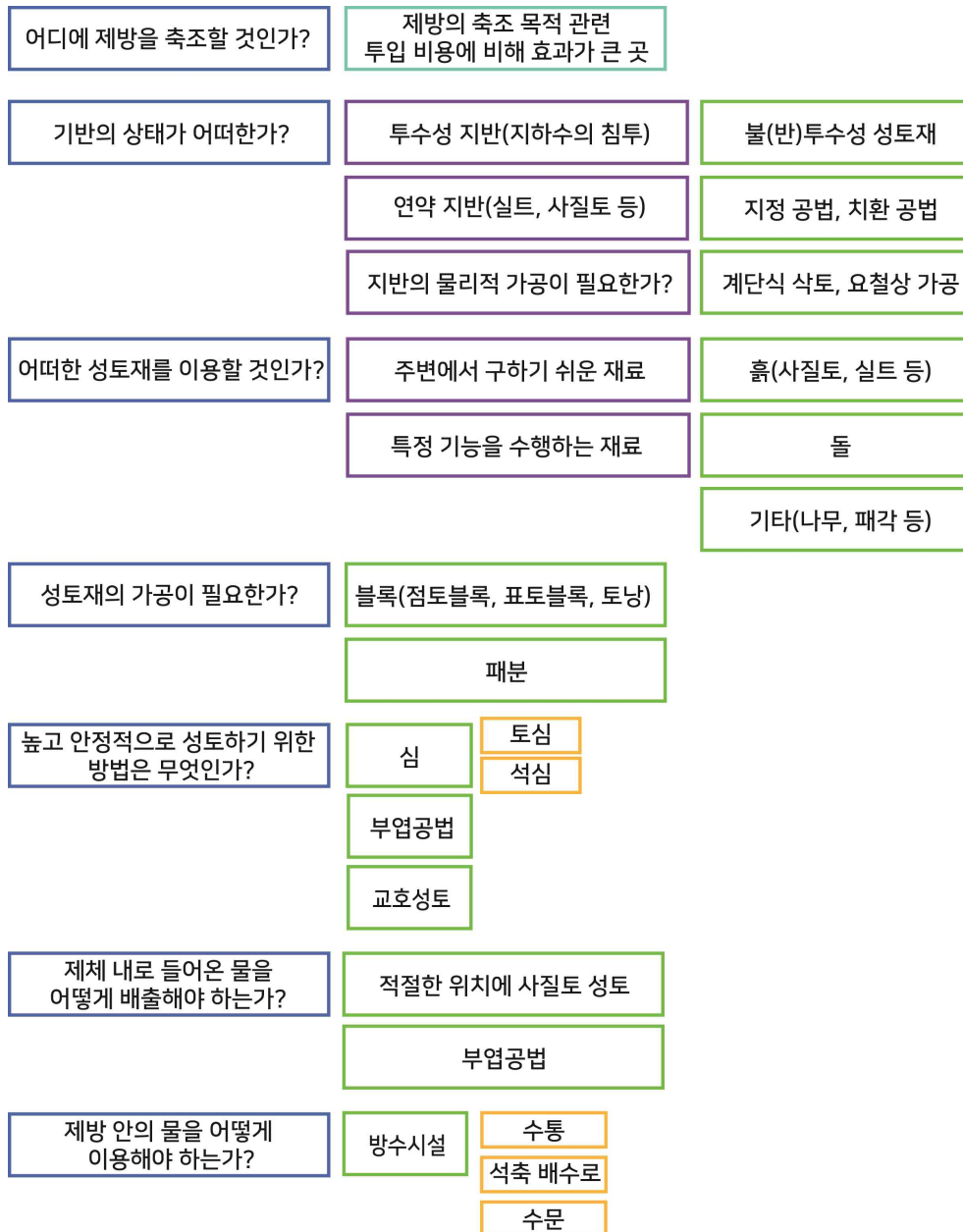
작업 연쇄의 관점에서 제방은 하나의 완성된 건축물이지만 그것의 축조에는 수많은 의사결정과 선택의 연속적 과정이 반영된다. 보통 작업 연쇄에서는 원재료의 조달에서 시작하여 원재료의 가공, 물질의 사용 및 보수, 폐기까지를 다루는데(Ryan 2009: 34), 이 가운데 축조 공정의 복원 및 단계별 기술 추출과 관련하여 앞의 두 단계와 관련된 요소들을 살펴보면 <표 4>와 같다.

<표 4> 작업 연쇄의 요소(Sillar and Tite 2000: 4 수정 후 인용)

	요소	의미	사례
①	원재료	.	흙, 돌, 나무 등
②	도구	원재료 채취·운반·가공	담가(擔架) ¹²⁾ , 달구 등
③	에너지	원재료 변형, 도구 사용 에너지	물, 햇빛, 연료, 손 등
④	기술	도구 및 원재료 가공 에너지	계단식 삭토, 판축법, 부엽공법, 토괴 등
⑤	작업 연쇄	원재료를 소비 가능한 완성품으로 만드는 일련의 행위들	기술 사용 순서 및 위치, 기술 반복 횟수 등

여기에서는 <표 4>의 다섯 가지 요소 중 원재료, 기술, 작업 연쇄에 초점을 맞추고자 한다. 축조 공정 및 기술을 검토하기 위해서는 원재료의 조달부터 살펴보아야 하나 발굴 자료가 갖는 한계점 때문에 그것까지 추적하기는 쉽지 않다. 사용된 도구의 경우, 민족지 자료나 문헌자료를 통해 추정할 수 있으나 구체적 물질자료로 그 전모를 확인하기에는 한계가 있다. 이와 같은 이유로 이 연구의 목적에 부합하고 제방 발굴 자료로 검토 가능한 부분, 즉 어떠한 축조 기법을 통해 원재료들을 가공했고 그러한 과정들이 어떻게 작업 연쇄를 이루고 있는지를 살펴보아야 한다. 이를 위해 제방의 축조 공정을 일정한 작업 단계로 나누고 각 단계별로 특정 기술이 어떻게 쓰였는지 검토하고자 한다. 『하천설계기준·해설』(한국수자원학회 2009: 356-406)과 발굴 자료를 토대로 제방의 축조 시 고려해야 할 사항을 정리하면 <그림 2>와 같다.

12) 물건을 운반하는 기구로, 김제 벽골제 보축 관련 층위에서 확인된 바 있다 (전북문화재연구원 2017a).



<그림 2> 제방 축조와 연쇄적 의사결정

과거 사람들이 제방을 축조할 때, 처음부터 이러한 사항들을 모두 고려하지는 못했을 것이다. 여러 차례 시행착오를 겪는 과정에서 습득된 기술자의 경험을 공유하며 축조 기술에 대한 지식을 터득했을 것이며 구체적으로는 축조 과정에서 개선을 도모하며 흙의 전단강도(剪斷強度)¹³⁾,

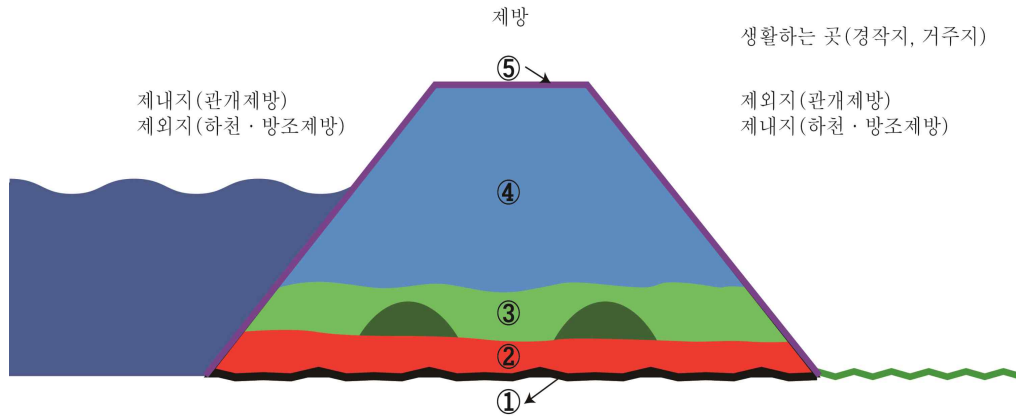
투수성(透水性), 안식각(安息角)¹⁴⁾, 나뭇가지와 나뭇잎의 효용, 성토재의 기능 등에 대한 지식을 점차 획득해나갔을 것이다.

한편 제방 관련 연구를 살펴보면, 발굴보고서와 논문에서 각 단계별 축조 공정 및 기법에 대한 용어가 연구자에 따라 다르게 사용되고 있다. 즉 동일한 공정이나 기법을 서로 다른 용어로 표현하거나 서로 다른 기법을 동일한 용어로 사용하고 있는데, 용어 사용의 혼란은 각 단위 축조 공정에 사용된 기술을 비교하는데 있어 어려움을 야기한다. 이런 어려움을 극복하기 위해 축조 공정의 세분화 및 표준화와 더불어 기존 연구를 참조하여 용어에 대한 정리를 수행하고, 이를 바탕으로 자료를 분석하기로 한다.

제방은 층위 양상, 토질, 축조 기법 등을 비교하여 각 공정을 구분하는 것이 일반적이다(전북문화재연구원 2017a: 28). <그림 2>와 그동안의 제방 연구를 참고하면, 이보경(2014)이 제시한 제방 축조 공정안은 큰 틀에서 여러 연구를 종합할 수 있는 시각을 제공한다. 이보경(2014)은 제방 축조 공정을 기반 가공-기초부 조성-기초 성토-본격 성토-피복 공정으로 이해하였고 이를 정리하면 <그림 3>과 같다. 이보경의 안(2014)을 참고하여 축조 공정을 5단계로 표준화하고 서로 다르게 사용되는 축조 기술 용어를 정리하고자 한다.

13) 물체가 하중에 저항하는 최대 능력이다. 흙 상부에 위치한 구조물의 외력이 가해지면, 흙 내부에 전단 응력이 생기고 이 응력 때문에 파괴에 이른다. 한편 전단 응력이 생기면, 그에 대응해 버티는 힘인 전단 저항이 생긴다. 이 전단 저항의 한계를 전단 강도라 한다(이송 외 2004).

14) 흙이나 돌로 쌓는 구조물은 중력에 의해 흘러내리는데, 일정 경사각을 이루게 되면 더 이상 붕괴가 진행되지 않는다. 이때 수평면과 사면의 경사각을 안식각이라 한다. 안식각은 재료에 따라 다르게 나타난다. 흙의 경우 그 종류와 수분 함량에 따라 다른데 최대 45도를 넘지 못하고, 작은 돌은 최대 48도이다. 흙은 돌보다 안식각이 낮기 때문에 안식각을 높이기 위한 다양한 기술(관측법, 교호성토, 부엽공법 등)이 적용된다(권오영 2014: 14).



<그림 3> 제방 축조 공정 모식도(이보경 2014: 8 도면 2 수정 후 인용)
 ①기반 가공 ②기초부 조성 ③기초 성토 ④본격 성토 ⑤피복

<그림 3>의 제내지(堤內地)와 제외지(堤外地) 용어는 일반적으로 하천 제방을 기준으로 설정된다. 하천 제방은 하천이 주거지나 경작지로 범람하는 것을 방지하기 위해 축조된 구조물로, 물이 있는 곳을 제방의 바깥쪽이라 하여 제외지, 사람들이 있는 곳을 제방의 안쪽이라 하여 제내지라 부른다(우효섭 외 2018; 한국수자원학회 2009). 그러나 관개·저수지 제방은 물을 가두기 위해 축조된 구조물로, 물이 있는 곳을 제방의 안쪽이라 하여 제내지, 관개가 이루어지는 곳을 제방의 바깥쪽이라 하여 제외지라 불러야 한다(우리문화재연구원 2012a: 46).

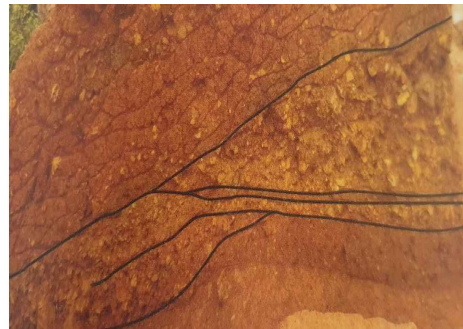
이 연구에서는 전체 축조 공정과 다섯 공정 각각에 사용된 축조 기술에 대한 상세한 접근을 시도하였다. 제방 축조의 첫 공정은 기반을 가공하는 단계이다. 기반 가공은 제방 축조 예정 지점의 기반층을 가공하는 작업으로, 기존에는 정지층 마련, 기초지반 및 층따기 작업, 부지 가공, 기반층 조성 등의 용어로 사용되었다. 제체의 성토를 시작하기에 앞서 지표면의 안정을 위해 구 지표를 제거하거나 기반에 인위적 행위를 가한 작업을 이 공정으로 파악할 수 있다. 축조 공정 1단계에 주로 사용되는 축조 기술을 정리하면 <표 5>와 같다.

<표 5> 축조 공정 1단계(기반 가공)에 주로 사용되는 축조 기술

축조 기술	설명
구 지표면 제거	<ul style="list-style-type: none"> 표토층은 다양한 생물이 부패해서 만들어진 유기물과 광물질이 혼합된 층 → 구조물 축조에 불안정
기반 삭토 계단식 삭토 요철상(凹凸狀) 가공 <그림 4>	<ul style="list-style-type: none"> 연약지반 삭토 혹은 암반면 굴착 → 마찰계수 증가 → 미끄러짐 현상 방지 및 성토층과의 접촉력 강화(우리문화재연구원 2010, 2013)
치환 공법 <그림 5>	<ul style="list-style-type: none"> 연약지반(유기질이 많은 토층, 실트층 및 사질토층, 매립층 등) 제거 후 그 부분에 돌, 양질의 사질토를 채우고 다져서 단단한 지반으로 치환(김진호 2012: 35)
말목지정(地釘) 공법 <그림 6>	<ul style="list-style-type: none"> 연약지반에 다수의 말목 시설 → 말목의 체적(體積)만큼 흙을 배제하여 압축 → 전단강도 및 지반 밀도 증가(권오영 2014: 12)
압성토 공법 <그림 7>	<ul style="list-style-type: none"> 성토구조물의 범면¹⁵⁾ 말단부에 계단식으로 덧대기 성토 연약지반에 성토 → 체체가 그 자체 중량으로 인해 지반으로 눌러 침하 → 비탈 끝 부근의 지반 상승 → 이를 방지하기 위해 본체 양측에 단을 지어 성토함으로써 지반 보강(곽중철 2010; 우리문화재연구원 2010; 홍보식 2012b)



<그림 4> 청주 태성리 토성 동벽의 기반 삭토(우리문화재연구원 2020: 30 사진 9)

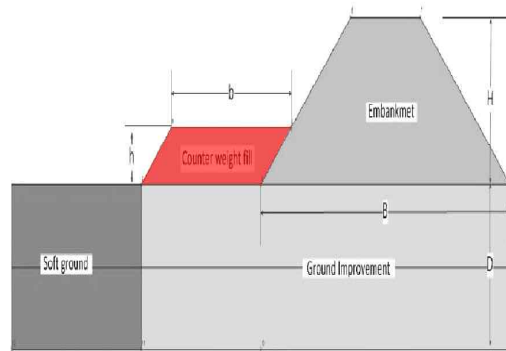


<그림 5> 부산 연산동 M3호분의 치환 공법(부산박물관 조사, 홍보식 2013: 61 사진 11 재인용)

15) 경사면 부분을 가리킨다.



<그림 6> 풍납토성 V지점 내벽 VI토루 석축 하단부 말목지정(국립문화재연구소 조사, 신희권 2014a: 108 사진 2 재인용)



<그림 7> 압성토 공법(박종철 외 2015: 54 Fig. 4 수정 후 인용)

두 번째 단계는 기초부 조성이다. 이는 기반층과 제체가 닿아 있는 층으로 기반에서 용출하는 지하수나 지표수의 침투를 방지하는 공정이다(전북문화재연구원 2017a). 제방은 물을 저장하거나 막는다는 기능 때문에 물이 흐르는 길목 혹은 물의 영향을 받는 곳에 축조되는 경우가 많다. 그렇기 때문에 다른 성토구조물과 달리 일차적으로 기반층을 통한 물의 유입에 대응해야 하는 공정이 필요하다. 이 공정은 기존에 기저부 조성, 지반 정지 작업, 기초 마련 등의 용어로 사용되었다. 축조 공정 2 단계에 주로 사용되는 축조 기술을 정리하면 <표 6>과 같다.

<표 6> 축조 공정 2단계(기초부 조성)에 주로 사용되는 축조 기술

축조 기술	설명
부엽공법(敷葉工法) <그림 8·9>	<ul style="list-style-type: none"> • 흙과 잎이 붙어있는 나뭇가지, 잎 등의 목본류와 초본류 시설(이희범 2012: 4) • 초본류의 높은 섬유질 → 흙의 구속력 강화(우리문화재연구원 2012a) • 목본류의 높은 인장력(引張力)¹⁶⁾ → 흙의 접착력·내부 마찰각 증가 → 흙의 전단강도 증가 → 미끄러짐 현상 방지(김진만 외 2012, 우리문화재연구원 2012a)

	<ul style="list-style-type: none"> • 흙의 단위 중량 감소 → 하중 경감 → 성토 높이 증가(김진만 외 2012) • 원활한 배수 유도(김진만 외 2012)
불(반)투수성 성토재	<ul style="list-style-type: none"> • 투수가 불량한 성토재 → 차수(遮水) 효과 • 기반의 지하수와 지표수의 제체 내 침투 차단(곽종철 2010; 이보경 2014)



<그림 8> 부엽공법의 재현(大阪府狹山池博物館 2002: 22 사진 8)



<그림 9> 7세기 사야마이케(狹山池)의 부엽공법(大阪府狹山池博物館 2002: 22 사진 9)

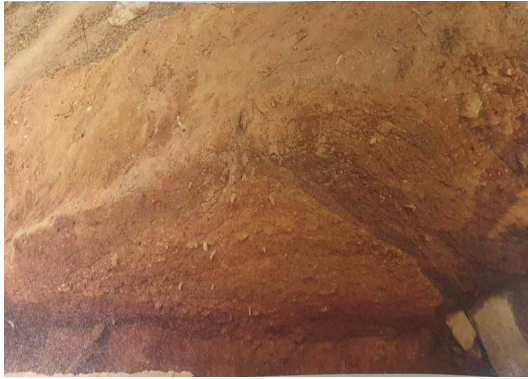
세 번째 단계는 기초 성토이다. 이는 제체의 심(芯)¹⁷⁾을 조성하거나 본격 성토 이전에 제체의 외연을 획정하거나 수평면을 만드는 공정이다. 기존에 하부 성토, 제방 전체 범위 성토, 제체 하부 조성, 심 형성 등의 용어로 사용되었다. 축조 공정 3단계에 주로 사용되는 축조 기술을 정리하면 <표 7>과 같다.

16) 물체를 양쪽에서 잡아당겼을 때 그에 저항하여 내부에서 반대 방향으로 작용하는 힘

17) 성토구조물의 골격이 되는 부분으로, 일반적으로 중심의 구조물 혹은 볼록한 토제(土堤) 형태로 나타난다.

<표 7> 축조 공정 3단계(기초 성토)에 주로 사용되는 축조 기술

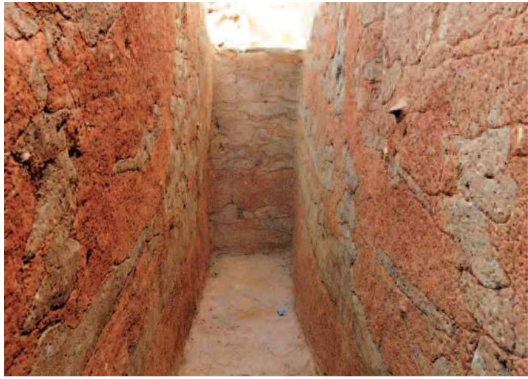
축조 기술	설명
심(芯)	<ul style="list-style-type: none"> • 코어(core) 역할의 심을 호형(弧形) 혹은 제형(梯形)으로 조성 후, 그곳에 부가하여 성토 • 토제와 형태 및 기능 유사
토제(土堤) <그림 10>	<ul style="list-style-type: none"> • 삼각형, 반구형, 제형 등의 형태로 독 조성 후, 그 위에서 안쪽으로 내경하도록 성토(홍보식 2013: 69) • 암반을 삼각형 모양으로 가공하는 경우도 존재(김진호 2012: 53) • 미끄러짐 현상 방지, 중앙에 집중되는 하중 분산, 성토되는 흙과의 접착력 증대, 내부에서 바깥으로 밀려 나오는 토압에 효과적으로 대응(김진호 2012: 54)
점토블록 <그림 12·13>	<ul style="list-style-type: none"> • 점질토를 주재료로 하여 사질토 및 물을 혼합하여 만든 덩어리 형태의 반투수성 성토재 • 점질토와 사질토를 섞어 제작하므로 각각의 단점 상쇄 • 블록 형태의 성토 → 요철면 형성 → 미끄러짐 현상 방지, 상부 성토층과의 접착력 증대 • 면이 고르지 않은 곳에 점토블록을 이용하여 수평면 형성 • 물이 닿는 부분을 불투수성 성토재로 성토 → 미끄러짐 현상 발생, 횡압력 증가, 배수 시간의 증가 → 하중 증가 → 이를 방지하기 위해 반투수성 성토재인 점토블록 사용(손재현 2015a)
표토블록 <그림 11>	<ul style="list-style-type: none"> • 지표에 불을 질러 채취한 성토재 혹은 표토까지 함께 채취한 성토재 • 표토의 유기 물질이 지지 역할 수행(손재현 2015a: 83)
토낭 <그림 14>	<ul style="list-style-type: none"> • 사질토와 점질토를 섞어서 바깥을 초분류로 감싼 성토재(손재현 2015b: 6)
패각(貝殼) 혹은 패분(貝粉) <그림 15>	<ul style="list-style-type: none"> • 패각 내 탄산칼슘이 수분과 반응하면 석회처럼 견고화 • 공극 많은 투수층 형성 → 제체에 침투한 물 배수(우리문화재연구원 2012a)



<그림 10> 부산 연산동 M3호분의 토제(부산박물관 조사, 홍보식 2013: 70 사진 13 재인용)



<그림 11> 이마시로즈카(今城塚) 고분의 표토블록(손재현 2015a: 68 그림 61 재인용)



<그림 12> 영암 옥야리 방대형고분 제1호분 남편의 점토블록(국립나주문화재연구소 2012: 65 사진 44)



<그림 13> 달성 성하리 1호분 점토블록 구획렬(대동문화재연구원 2015: 128 사진 54-③)



<그림 14> 일본 카메이(龜井) 제방의 토낭(손재현 2015a: 56 그림 43 재인용)

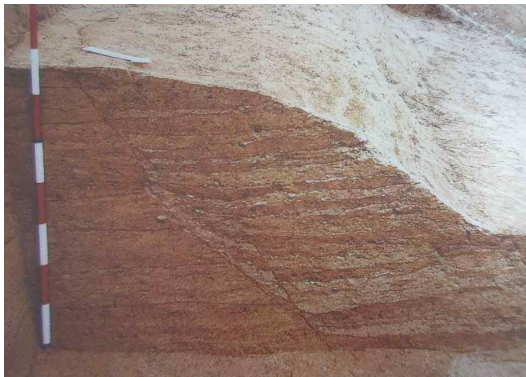
<그림 15> 울산 약사동 제방의 패각층(울산 약사동 제방 전시관, 2019.12.2 1. 본인 촬영)

네 번째 단계는 본격 성토이다. 이는 물을 일정량 가두기 위해 제방의 높이를 높이고 단면적을 넓히는 공정으로, 기존에 상부 성토, 단면적 확대 등의 용어로 사용되었다. 축조 공정 4단계에 주로 사용되는 축조 기술을 정리하면 <표 8>과 같다.

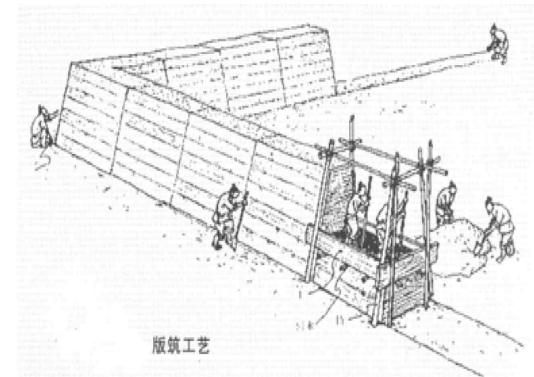
<표 8> 축조 공정 4단계(본격 성토)에 주로 사용되는 축조 기술

축조 기술	설명
<p>교호(交互)성토 <그림 16></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 두께가 얇은 띠 형태로 성질이 다른 흙을 교대·반복 성토(김진호 2012: 51) • 사질토와 점질토의 단점 상호 보완 <ul style="list-style-type: none"> -사질토는 하중을 견디는 힘이 강하고 배수가 양호하지만, 분산이 잘 되고 물이 흐르는 유로가 형성 -점질토는 응집력은 강하지만, 변형이 심하고 물이 포화되면 토압이 증대(국립중앙과학관·한신대학교 2012: 87) • 성토층 간 접착력·인장력 증가(김진호 2012: 51) • 밀도가 낮은 층으로 침투한 물을 지반 아래로 배수(권오영 외 2019; 김진호 2012; 홍보식 2013) • 밀도가 다른 흙을 교호 성토 → 밀도가 낮은 층의 흙 입자 내 공간으로 물이 흘러서 지반 아래로 배수(김진호 2012: 51)

호상(弧狀)성토	<ul style="list-style-type: none"> • 성분이 상이한 호상(弧狀)의 성토 단위들을 서로 연결하여 물리면서 성토 • 성토층 간 접착력 증대 → 중횡의 압력에 효과적 대응 (권오영 외 2019: 291)
관축(版築) <그림 17>	<ul style="list-style-type: none"> • 영정주(永定柱)와 횡장목(橫長木)¹⁸⁾으로 틀을 만들어, 그 안에 점질토와 사질토를 교대로 쌓은 후 달구질하는 작업 반복(권오영 2013; 김진호 2012; 신희권 2014a) • 흙 입자 내 물과 공기를 빼내어 입자 간 간극을 줄여¹⁹⁾ 땅을 단단하게 만듦(김진호 2012; 이혁희 2013) • 삼국시대 제방에서 완전한 의미의 관축이 확인된 사례는 아직 없음
유사관축	<ul style="list-style-type: none"> • 관축의 요소인 영정주, 횡장목, 달구질의 존재가 모두 확인되지는 않고 일부만 확인(국립중앙과학관·한신대학교 2012: 40) • 관축에 가까울 정도로 점질토와 사질토를 교차로 다져서 성토(김진호 2012: 40)



<그림 16> 풍납토성의 교호성토(국립 문화재연구소 조사, 김진호 2012: 52 재인용)



<그림 17> 관축공법 개념도(中國傳統 建築形制與工藝 2006, 박원호·서치상 2009: 7 그림 9 재인용)

18) 영정주(永定柱)는 흙을 다지는 작업 구간을 나누는 기둥이고, 횡장목(橫長木)은 구획을 나누는 시설이다.

19) 이를 토질의 압밀현상(壓密現象)이라 한다. 일반적으로 흙은 흙, 물, 공기로 구성되어 있다. 흙 입자 간 공극이 넓으면 압력에 의해 쉽게 변형되기 때문에 입자 간 공극을 줄여 단단하게 만들 필요가 있다. 즉, 흙에 에너지를 가해 흙 입자 사이의 공기를 배출함으로써 흙의 밀도를 높이는 것을 토질의 압밀현상이라 한다(김진호 2012: 44-45).

다섯 번째 단계는 피복(被覆)이다. 이는 제체의 붕괴 위험을 낮추고, 침윤선(浸潤線)²⁰⁾을 떨어뜨리기 위해 제방 전체를 피복하는 공정이다. 차수를 위해 제방 바깥을 불(반)투수성 성토재로 피복하고 제방 안팎으로 잡목을 심고 돌을 포설함으로써 제체가 붕괴될 위험을 낮추고, 침윤선을 떨어뜨린다(우리문화재연구원 2012a; 이보경 2014).

2. 제방의 축조 기술 분석

본 절에서는 앞서 이야기한 작업 연쇄에 기반하여 삼국시대 제방의 축조 공정과 기술을 분석하고자 한다. 주지하다시피 삼국시대 제방 축조 기술과 관련한 문헌 기록은 많지 않다. 상대적으로 문헌 기록이 많이 남아 있는 조선시대의 경우에도 제방의 축조 공정이나 기법에 대해 상세히 기록한 것은 거의 없다. 제방과 관련된 조선시대의 문헌 자료를 통해 추출할 수 있는 내용은 다음과 같다.

- 제방의 수축(修築)과 관련되어 명문화된 법령(元六典·續六典)이 존재했다(『文宗實錄』, 1450. 10. 3.).
- 성토 재료로 돌, 목재, 흙이 사용됐다(『大典通編』, 戶典, 田宅).
- 붕괴를 막기 위해 안팎에 잡목을 많이 심고, 바깥쪽에는 나무를 간살 모양으로 세워 제방을 받치고, 제방 아래에는 돌이나 소나무 가지를 쌓았다(『賑恤廳堤堰事目』).
- 처음에는 수통 시설이 없었고, 수축할 때 수통(목통)을 추가로 설치했다. 상·중·하 세 개의 목통을 만들어서 저수량의 다소에 따라 통하고 막게 했고, 그 아래 좌우 수도(水道)에는 돌을 깔아서 그곳으로 물을 빼내어 물이 넘치는 것을 방지했다(『世祖實錄』, 1459. 8. 22.; 『文宗實

20) 물은 수위가 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동한다. 그렇기 때문에 물이 채워져 있는 곳에서 그렇지 않은 곳으로 제체를 횡단하여 물이 이동하게 되는데, 이때 제체 내 물의 흐름을 침윤선이라 한다. 이 침윤선을 따라 흐름이 발생하면, 주변의 흙 입자가 이탈하여 바깥으로 빠져나가게 된다. 이러한 현상이 지속되면 결국 제방이 붕괴된다(이송 외 2004: 278).

錄』, 1451. 8. 12.; 『正祖實錄』, 1778. 1. 13.; 『英祖實錄』, 1774. 5. 26.
)²¹⁾

이처럼 제방 관련 기사는 축조 공정이나 기법에 관한 상세한 설명 대신 제방의 중요성, 효능, 관개체계, 수축 시점 및 필요성, 제방 관리에 대한 지방관 평가와 관련된 내용이 주류를 이루고 있다. 제방의 붕괴를 막기 위한 아주 대략적인 방안 정도만 설명하고 있을 뿐 제방의 축조 공정 및 기술에 대해 성문화된 규정은 남아 있지 않은 것으로 보인다. 이와 같은 한계점을 극복하기 위해서는 발굴자료를 적극 참고해야 한다.

제방은 고분과 달리 한 번의 축조로 끝나지 않는다. 제방은 많은 양의 물을 막거나 저수하는 시설이기 때문에 제방의 붕괴는 주변 취락이나 경작지에 큰 피해를 야기하기 때문에 지속적인 보수가 반드시 이루어져야 하는데, 이는 제방의 초축 시점 규명을 어렵게 만드는 요인으로 작용한다. 즉 제방은 초축 이후 수차례에 걸쳐 개보수가 이루어지고, 홍수를 대비하기 위한 목적 등으로 인한 보강도 상시 이루어진다. 이 외에도 제방이 오랜 기간 동안 사용된다는 점, 제방 내에서 출토되는 유물의 수량이 적다는 점 역시 제방 초축 시점 파악에 있어 어려움으로 작용한다. 제방 내 유기물의 탄소연대측정에 따라 신빙성 있는 축조 시기 추정이 가능해졌으나 이 역시 하나의 가능성일 뿐, 축조 연대를 적극적으로 설명해주지 못한다. 그렇기 때문에 제방의 축조 시기를 가늠할 때, 문헌 기사, 성토층 내부의 출토 유물, 성토층 내부 잔존 유기물에 대한 방사성탄소연대 분석 등을 종합적으로 고려할 필요가 있다.

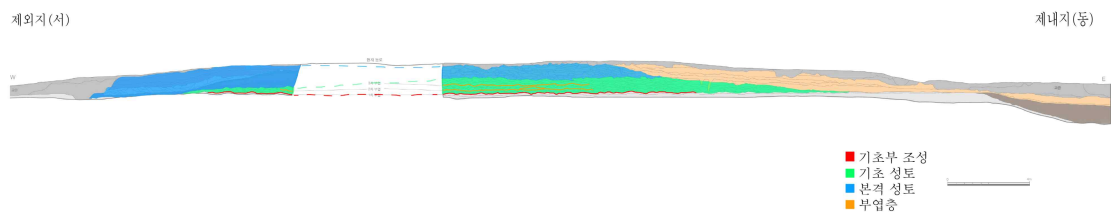
이 절에서는 기존의 발굴보고서, 현대 제방 설계 기준, 문헌자료를 활용하여 제방 축조 기술을 추출하고, 앞서 언급한 단계별 축조 공정을 기반으로 자료를 분석하여 그 안에서 나타난 기술 선택의 연쇄적 과정도 복원하고자 한다. 마지막 단계인 피복 공정은 주기적으로 보수가 이루어지기 때문에 초축 당시의 상태로 남아 있지 않을 가능성이 높다. 이러한 점을 고려하여 자료 분석 시 피복 공정을 제외한 네 단계의 축조 공정을 분석하기로 한다.

21) 원문 및 국역은 국사편찬위원회 한국사데이터베이스를 참고했다.

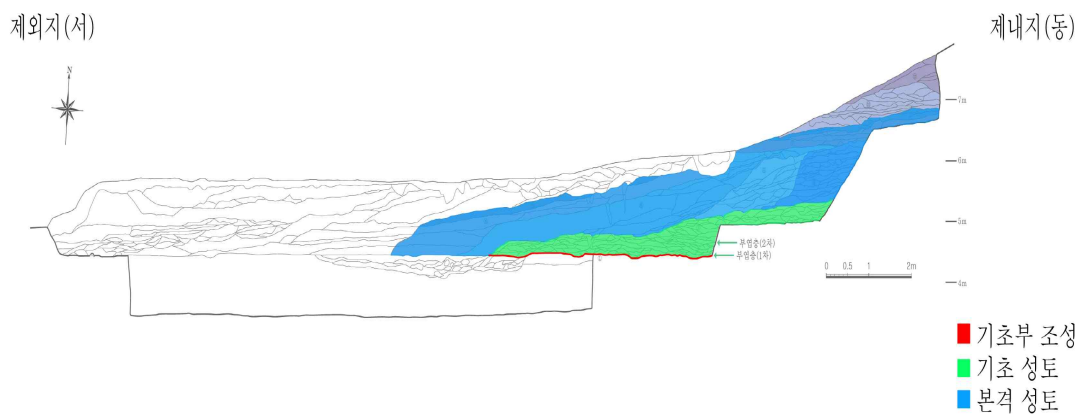
라는 주장이 양립하고 있다. 여기서는 관개 제방설을 채택하여 제내지와 제외지 용어를 설정했다.

(1) 초축 제방

김제 벽골제는 해발고도 4m 내외의 평지에 축조된 제방이고, 제방 성토 시 기반토에서 굴착한 흙(실트), 구릉지대에서 채취한 흙(사질점토), 주변에서 채취한 흙(실트 및 점질토)이 사용되었다(전북문화재연구원 2017a: 116-117). 조사자는 피복 공정을 제외한 나머지 축조 공정을 기반 가공-기초부 조성-기초 성토-본격 성토로 나누어 설명하고 있는데, 여기서는 4단계 축조 공정안을 기준으로 하여 사용된 기술을 정리하고 작업 연쇄를 복원하기로 한다.



<그림 20> 김제 벽골제 1지점 18·19 Tr.(전북문화재연구원 2017a: 29 도면 10 수정 후 인용)



<그림 21> 김제 벽골제 1 Tr. 북벽(전북문화재연구원 2015: 53 도면 8 수정 후 인용)

①기반 가공: 기반층은 실트로 이루어진 습지이며, 지속적인 유수(流水)의 유입으로 인해 기반 가공 공정까지 확인할 수 없었다(전북문화재연구원 2017a: 115). 실트는 응집력은 강하지만 수분을 흡수하면 유동성이 높아진다(국립중앙과학관·한신대학교 2012: 87). 이러한 실트로 구성된 기반층은 연약지반에 해당되며 이러한 지반을 보강하기 위한 기법이 필요하다. 또한 이곳은 지속적으로 유수가 유입되는 입지이기 때문에 유수가 제체 내로 침투하는 것도 방지해야 한다.

②기초부 조성: 기반층 위에 전반적으로 초분류의 부엽층을 시설했고, 그 기능을 크게 두 가지로 볼 수 있다. 첫째, 기반의 유동성이 높기 때문에 부엽층을 전반적으로 시설함으로써 마찰력을 높여 미끄러짐 현상을 방지할 수 있다. 둘째, 입지가 대부분 습지이기 때문에 부엽층을 성토함으로써 유입되는 물을 외부로 원활하게 배출할 수 있다. 한편 제방의 진행 방향과 나란하게 부엽층 옆에 고랑을 둔 것이 확인된다. 조사자에 따르면 이는 성토된 흙이 밖으로 밀려나지 않게 하고, 상부에 성토된 불(반)투수성 성토재와 부엽층을 밀착시키기 위한 시설로 볼 수 있다(전북문화재연구원 2015: 51). 그러나 제방 내 다른 구간이나, 여타 다른 제방에서도 확인되지 않아 정확한 기능을 파악하기는 어렵다.

성토 이전, 부엽층의 전반적인 시설을 통해 기반의 용출에 대응하고 있기에 이를 기초부 조성 단계로 볼 수 있다.



<그림 22> 김제 벽골제 3 Tr. 1차 부
 융층 단면(전북문화재연구원 2015: 60
 사진 46)



<그림 23> 김제 벽골제 1 Tr. 부융층
 평면(전북문화재연구원 2015: 55 사진
 36)

③기초 성토: 전반적으로 블록 형태의 성토와 부분적으로 부융층이 확인된다. 암회색·회(자)색실트가 점토블록과 표토블록의 형태로 성토되어 있다(전북문화재연구원 2017a: 32). 이러한 점성이 강한 불(반)투수성 성토재는 기초지반을 통해 제체 내로 침투하는 물을 차단하고 상부에 성토되는 흙과의 접착력을 높인다. 한편 하부의 부융층이 고르지 않게 나타나는데, 이곳을 블록 형태로 성토함으로써 수평면을 형성할 수 있다. 그리고 블록 형태의 흙은 요철면을 형성하여 미끄러짐 현상을 방지하고 상부에 성토되는 흙과의 접착력을 높이는 효과도 있다.

구간별로 차이가 있으나 최대 두 차례에 걸쳐 부융층이 나타난다. 이 공정의 부융층은 기초부 조성 단계와 달리 시설된 범위가 좁고 두께도 얇다는 특징이 있다. 본격 성토 이전 제체의 외연을 확정하고 있고, 상부의 본격 성토와 구분되기에 이 부분을 기초 성토 단계로 볼 수 있다.



<그림 24> 김제 벽골제 1 Tr. 점 토블록(전북문화재연구원 2015: 63 사진 51)



<그림 25> 김제 벽골제 I지점 N4E1 Gr. 표토블록(전북문화재연구원 2017b: 54 사진 26)

④본격 성토: 실트와 사질점토를 교차로 성토한 교호성토 기법이 사용되었는데, 이는 성토층 간의 접착력을 높이기 위함이다.



<그림 26> 김제 벽골제 N1E1 Tr. 교호성토(전북문화재연구원 2014: 32 사진 22)



<그림 27> 김제 벽골제 1 Tr. 동벽 교호성토(전북문화재연구원 2015: 63 사진 50)

(2) 보축 제방

초축 제방의 동쪽에서 호상(弧狀) 형태의 보축 제방이 확인된다. 보축 제방은 초축 제방과 진행 방향, 성토 방식, 축조 연대에 차이가 있다. 제방 성토에는 주변 구릉지에서 채취된 석비레토양(사질점토)과 실트질의 기반토(실트)가 사용되었다(전북문화재연구원 2017b: 68). 조사자는 피복

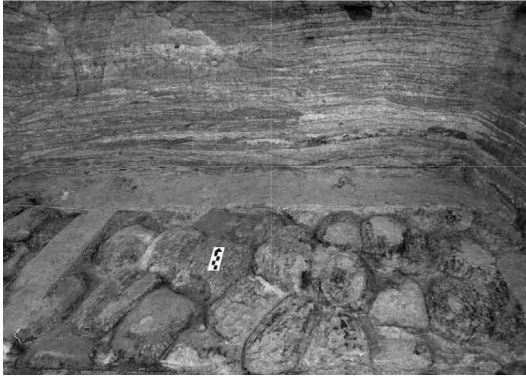
공정을 제외한 나머지 축조 공정을 기반의 가공-기초부 조성-제체 조성으로 나누어 설명하였는데, 여기에서는 4단계의 축조 공정을 기준으로 하여 각 공정에 사용된 기술을 파악하기로 한다.



<그림 28> 김제 벽골제 I지점 N1E2 Gr. 보축 제방의 북쪽 단면(전북문화재연구원 2017a: 81 사진 82)

- ①기반 가공: 기반층은 흑회색점토와 유기물 등으로 구성된 습지이나 별도의 기반 가공 공정은 확인되지 않았다(전북문화재연구원 2017a: 117).
- ②기초부 조성: 초축 제방에서 연약지반에 대응하기 위해 부엽층을 시설한 것과 달리 보축 제방에서는 기반층 상면에 토낭²⁵⁾을 배치했다. 토낭은 전반적으로 확인되지 않고, 초축 제방과 연결한 곳, 보축 제방이 돌출된 부분에서 나타나는데(전북문화재연구원 2017a: 117), 주로 지반 침하 방지, 요철면 형성, 견고한 성토의 기능을 수행하였을 것으로 판단된다. 한편 토낭이 사용되지 않은 부분에서는 불(반)투수성 성토재가 사용되었는데, 이는 습지 기반층의 차수를 위한 것으로 보인다.

25) 보고서에서는 초본류를 이용한 부대(負袋)라는 의미에 초점을 맞추어, ‘초낭(草囊)’이라는 명칭이 사용되었다(전북문화재연구원 2017a).



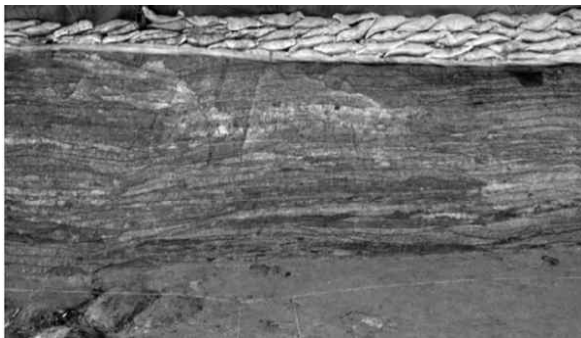
<그림 29> 김제 벽골제 I지점 N1E2 Gr. 보축 제방 북쪽 단면과 토낭(전북 문화재연구원 2017a: 91 사진 93)



<그림 30> 김제 벽골제 I지점 N1E2 Gr. 보축 제방 토낭(전북문화재연구원 2017a: 92 사진 94)

③기초 성토: 기초 성토는 심을 조성하거나 본격 성토 이전에 제체의 외연을 확정하거나 수평면을 만드는 공정인데, 여기서는 그러한 공정이 명확하게 구분되어 확인되지 않는다.

④본격 성토: 토낭 혹은 불(반)투수성 성토재를 사용하여 기반층 상부를 성토한 기초부 조성 공정 이후, 다른 성분의 흙을 교차하여 성토하는 교호성토 기법을 이용했다.



<그림 31> 김제 벽골제 N1E2 Gr. 보축 제방 교호성토(전북문화재연구원 2017a: 90 사진 91)



<그림 32> 김제 벽골제 N1E2 Gr. 보축 제방의 북쪽 단면 세부(전북 문화재연구원 2017a: 91 사진 92)

2) 함안 가야리 제방²⁶⁾



<그림 33> 함안 가야리 제방 추정 위치(우리문화재연구원 2013: 5 사진 4 수정 후 인용)

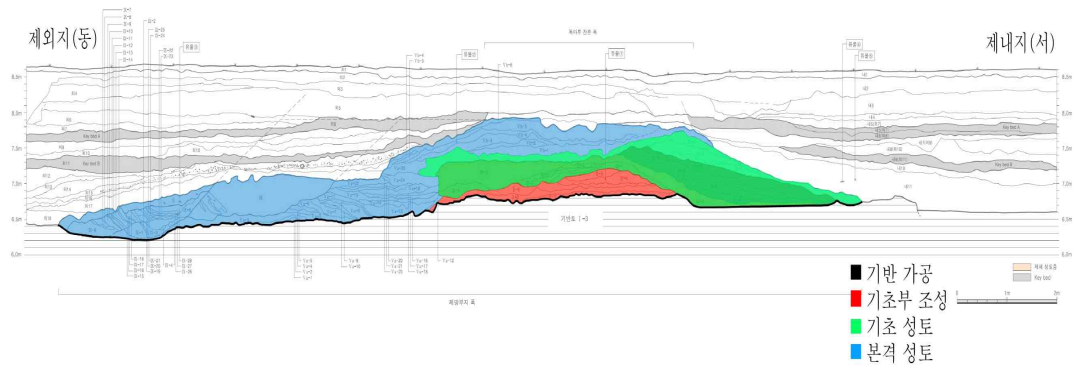


<그림 34> 함안 가야리 제방 조사 지역 위치(우리문화재연구원 2013: 21 도면 2 수정 후 인용)

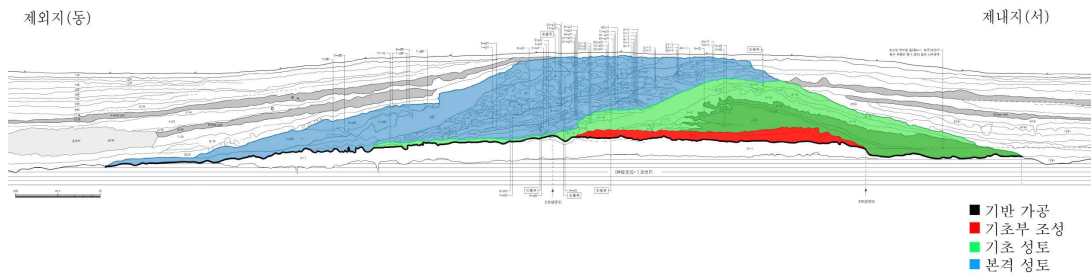
함안 가야리 제방은 해발고도 8~10m 내외의 양 구릉 사이의 골짜기(谷口)를 막아 조성되었다. 제방 성토 시 기반층 정지 과정에서 확보된 흙과 인근 습지에서 채취된 사질실트~실트질점토가 사용되었다(우리문화재연구원 2010, 2013). 조사자는 피복층을 제외한 나머지 축조 공정을 기초지반 및 층따기-기초성토-단면적 확대 혹은 기초지반 및 층따기-기초 성토-본격성토-단면적 확대로 설명하고 있으나 여기서는 4단계의 축조 공정을 토대로 각각의 공정에 사용된 기술을 정리하기로 한다.

함안 가야리 제방은 여러 구간이 발굴조사 되었는데, 조사 구간별로 세부 성토 방식에서 차이점이 확인된다. 여기에서는 공통점을 중심으로 축조 공정과 기술을 분석하되, 특정 구간에서만 나타나는 차이점도 함께 살펴보기로 한다. 또한 함안 가야리 제방은 홍수 범람을 막는 하천 제방임으로 물의 영향을 받는 곳을 제외지로 설정하여 분석을 진행하기로 한다.

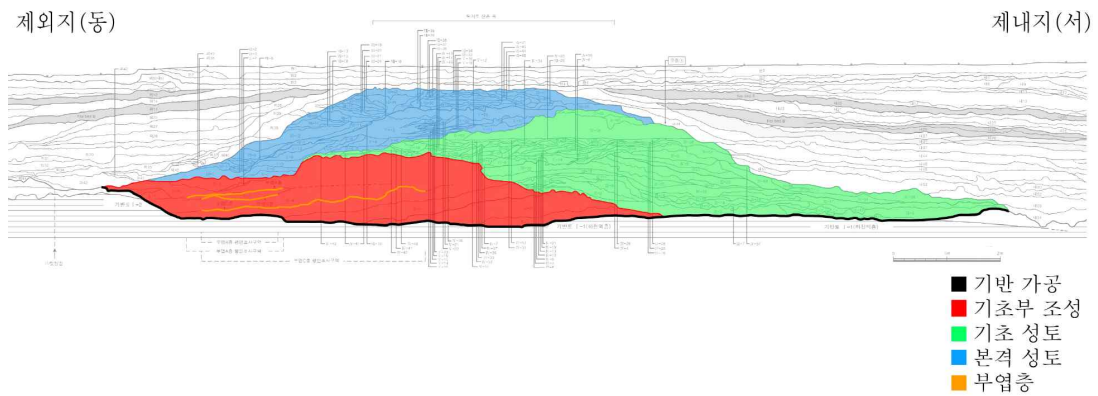
26) 우리문화재연구원(2010, 2013) 조사



<그림 35> 함안 가야리 제방 1 Tr. 남장벽(우리문화재연구원 2010: 57 도면 15 수정 후 인용)

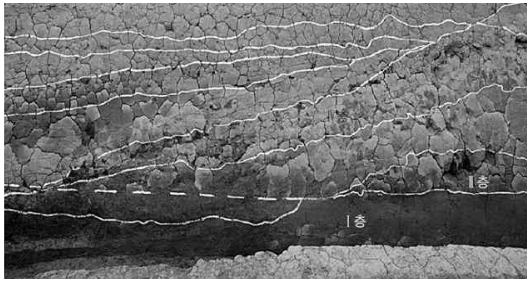


<그림 36> 함안 가야리 제방 2 Tr. 북장벽(우리문화재연구원 2010: 65 도면 16 수정 후 인용)

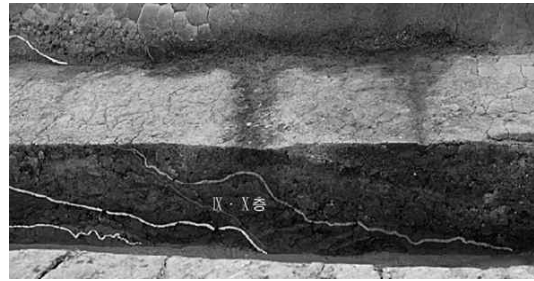


<그림 37> 함안 가야리 제방 3 Tr. 남장벽(우리문화재연구원 2010: 71 도면 17 수정 후 인용)

①기반 가공: 기반층은 사질실트~실트질사, 사혼입 실트의 자연퇴적층인데, 부분적으로 투수성층인 하천역층이 나타난다(우리문화재연구원 2010, 2013). 기반을 요철 형태로 가공하여 마찰력을 높여 미끄러짐 현상을 방지하고 기반층과 성토층의 접착력을 높였다. 그리고 특정 구간에서는 제외지 쪽 제방 사면 말단부에 계단식으로 덧붙여 성토하는 압성토 공법이 확인된다. 다른 제방에서는 구체적으로 보고되지 않았으나 대부분의 제방이 연약지반에 입지하기 때문에 대부분 압성토 공법이 사용되었을 것으로 추정된다.



<그림 38> 함안 가야리 제방 2 Tr. 북장벽(우리문화재연구원 2010: 65 도면 16)



<그림 39> 함안 가야리 제방 1 Tr. 압성토 공법(우리문화재연구원 2010: 226 사진 18)

②기초부 조성: 가공된 기반층에서는 사다리꼴 형태의 돌출부가 확인되는데, 돌출부 상부로만 성토 범위가 한정되고, 제내지 쪽으로는 성토 방향이 치우친 양상이 트렌치 1과 2에서 확인된다. 성토에는 실트와 같은 불(반)투수성 성토재를 사용하였으며 기반층의 조성 방식을 통해 침투수를 차단하고 제체와의 접착력을 높이고자 했다.

한편 기반층이 하천역층으로 구성되어 지하수가 많이 용출되는 구간(3 Tr.)은 두 가지 부분에서 다른 구간과는 성토 방식에서 차이를 보인다. 첫째, 불(반)투수성 성토재와 함께 부엽공법의 사용이 확인되며 다른 구간에 비해 성토층이 두껍다. 이는 지하수가 제체 내로 침투하는 것을 막기 위한 목적으로 판단되는 한편, 유동성이 높은 성토재의 단점을 보완하기 위해 부엽층을 시설한 것으로 보인다. 부엽층은 불(반)투수성 성토

재가 두껍게 성토된 제외지 쪽에서만 부분적으로 확인된다. 대략 세 번에 걸쳐 부엽층이 시설되었는데 하부에는 목본류가, 상부에서는 초본류가 주로 사용되었다. 그리고 하부에서 상부로 갈수록 부엽층의 정형성이 떨어지고(우리문화재연구원 2010: 79) 시설 범위도 좁아지는 양상을 보인다. 둘째, 다른 구간과 달리 해당 구간의 성토 방향이 제외지 쪽으로 치우쳐 있으며 일부 구간에서는 블록을 활용한 성토의 흔적도 확인된다.



<그림 40> 함안 가야리 제방 3 Tr. 남장벽 II층 부엽층 단면(우리문화재연구원 2013: 9 원색사진 13)



<그림 41> 함안 가야리 제방 3 Tr. 남장벽 II층 목본류 부엽층(우리문화재연구원 2010: 8 원색사진 11)

③기초 성토: 제내지 쪽으로 치우쳐 성토가 이루어졌고, 불(반)투수성 성토재가 주재료로 사용되었으며 점토블록²⁷⁾이 부분적으로 시설되었다. 점토를 다량 사용하면 차수의 효과는 더 많이 얻을 수 있겠지만 침출수의 원활한 배출은 어려울 수 있다. 이 경우 점토블록과 같은 성토재를 활용한다면 성토층 내부에 공극이 생겨 침투수의 배출을 원활하게 도울 수 있다. 그리고 점토블록을 사용하여 요철면을 형성함으로써 성토 단위

27) 조사자는 기반토 블록 등을 가리켜 토낭이라 하고 있다. 그러나 토낭은 ‘사질토와 점질토를 적절히 섞어 초본류로 감싼 불균질적인 덩어리(손재현 2015a: 56)’이다. 여기서는 흙 덩어리를 감싼 유기물 흔적이 확인되고 있지 않아, ‘점질토를 주재료로 하여 사질토 및 물을 섞어 만든 덩어리 형태의 성토재’인 점토블록이라 부르는 게 적절할 것으로 보인다(손재현 2015a: 48, 67-68).

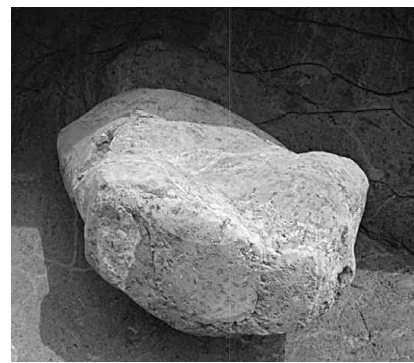
간 미끄러짐 현상도 방지할 수 있다(손재현 2015a: 94).

이 구간에서는 전반에 걸쳐 심을 조성한 뒤, 거기에 덧대어 성토하는 양상이 확인된다. 이 단계의 심 조성은 이전 단계에서 수행한 작업들과 밀접한 관련이 있다. 트렌치 1·2 의 경우, 1단계 공정(기반 가공)에서 특정 부분이 돌출되도록 기반 가공이 이루어지고, 2단계 공정(기초부 조성)에서는 그 부분을 중심으로 성토가 진행되며 3단계 공정(기초 성토)에서는 그 범위를 중심으로 하여 심 조성이 이루어지는 양상을 확인할 수 있다. 이는 계획적인 축조와 더불어 각 공정 단계가 서로 연동되어 있음을 시사한다. 한편 트렌치 3의 경우, 3단계가 아닌 2단계 공정에서 두꺼운 성토가 이루어지면서 심을 형성하였다. 그리고 3단계 공정에서는 2단계 공정에서 마련된 심에 덧대어 성토함으로써 심을 확장하였다.

④본격 성토: 불(반)투수성 성토재와 투수성 성토재를 교호성토한 양상이 두드러진다. 이 공정에서는 점토블록이 부분적으로 사용되는데, 이는 요철면을 형성하여 층간의 배수를 돕기 위한 목적이다. 그리고 제외지 쪽으로는 점성이 강한 흙을 덧대어 가며 성토하였는데, 이는 일종의 차수벽 역할을 하여 제방의 침윤선을 떨어뜨리는 효과를 얻기 위한 목적으로 판단된다.



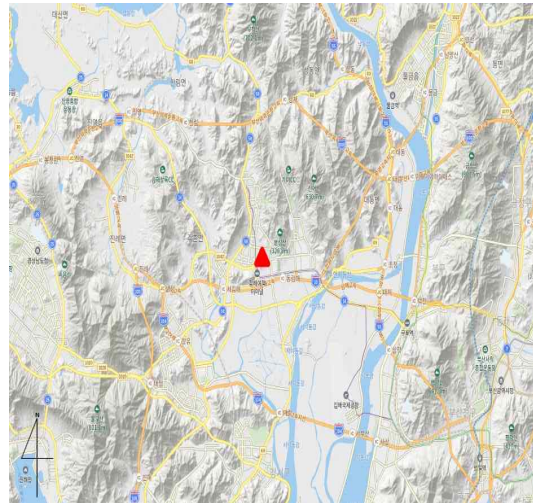
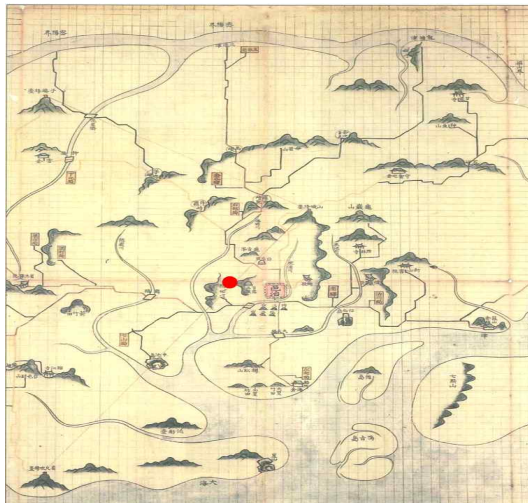
<그림 42> 함안 가야리 제방 4 Tr. 남장벽 VII·VIII층 단면의 점토블록(우리문화재연구원 2010: 248 사진 62)



<그림 43> 함안 가야리 제방 4 Tr. 남장벽 VII·VIII층 점토블록(우리문화재연구원 2010: 248 사진 63)

이상의 내용을 종합적으로 정리하면 먼저 가야리 제방의 전반적인 성토는 제내지에서 제외지 방향으로 이루어졌다. 기초부 조성층과 기초 성토층까지는 제내지 쪽으로 치우쳐 성토가 이루어진 반면, 이후 단면적을 넓히는 본격 성토부터는 제외지 쪽을 중심으로 성토가 이루어진다. 이는 물의 영향을 직접 받는 제외지를 강화하기 위한 목적으로 추정된다. 그러나 하상퇴적층을 기반층으로 삼는 면 중 지하수가 지속적으로 용출되는 구간에서는 이와는 다른 양상을 보이는데 제외지에서 제내지, 다시 제외지 방향으로 성토가 이루어진다. 이 구간에서는 다른 곳과는 달리 기초부 조성층이 제외지 쪽으로 치우쳐 있는 반면, 기초 성토 단계에서는 제내지 방향, 본격 성토 단계에서는 제외지 쪽을 중심으로 성토가 이루어진다.

3) 김해 봉황동 제방²⁸⁾



<그림 44> 조선후기 지방지도 내 김해 봉황동유적의 위치(경남고고학연구소 2007a: 21 도면 3)

<그림 45> 김해 봉황동유적 위치(네이버지도)

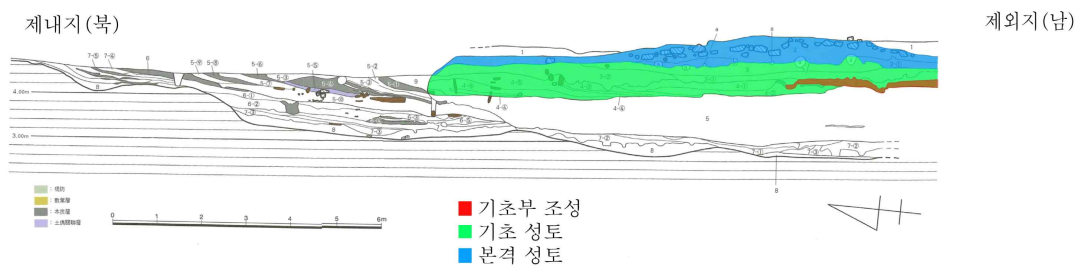
김해 봉황동 제방은 해발고도 4m 내외의 구릉 말단을 따라 형성된 저

28) 경남고고학연구소(2007) 조사, 현 삼강문화재연구원

습지에 축조되었다. 제방의 일부 구간만 부분적으로 발굴조사되어 축조 공정의 전모를 상세히 알기는 쉽지 않다. <그림 44>와 <그림 45>를 참고하면 제방은 두 산 사이에 축조되었고, 이것이 관개 제방이라면 제방의 북쪽이 제내지, 남쪽이 제외지가 된다. 그런데 김해 봉황동 제방도 김제 벽골제와 마찬가지로 바다를 접하고 있어, 해수의 침입을 방지하기 위한 방조 제방일 가능성도 배제할 수 없다. 여기서는 관개 제방설을 채택하여 제내지와 제외지 용어를 설정했다. 조사자는 축조 기법 및 성토 재에 따라 경사지게 석축된 상단부와 평탄하게 토축된 하단부의 두 공정으로 축조된 것으로 보고하였다(경남고고학연구소 2007a: 118).



<그림 46> 김해 봉황동 68호 제방 전경 북쪽→남쪽(경남고고학연구소 2007b: 15 원색도면 5 수정 후 인용)

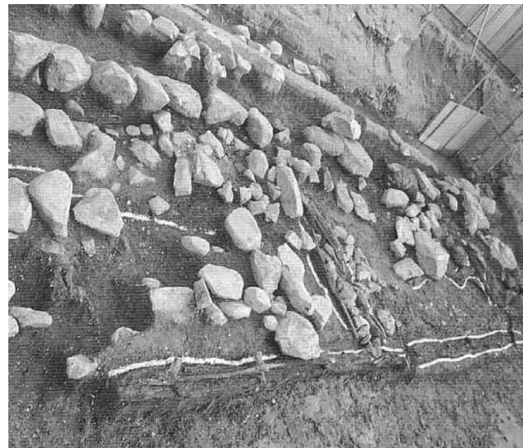


<그림 47> 김해 봉황동 68호 제방(경남고고학연구소 2007a 별지도면 1 수정 후 인용)

- ①기반 가공: 기반층이 저습지이나, 기반층의 조사가 이루어지지 않아 기반 가공 여부를 확인할 수 없었다.
- ②기초부 조성: 도면에서 확인되는 부엽층(4층)은 그 위치로 보았을 때 기초부 조성과 관련된 층으로 볼 수 있으나 이와 관련된 도면이나 사진을 확인할 수 없었다.
- ③기초 성토: 제방 하단부가 평탄하게 토축되었다는 점에서 이를 본격 성토 이전에 평탄면을 조성하는 공정으로 볼 수 있다. 제방 하단부는 잔나뭇가지로 만든 목조구조물 시설 후 점성이 강한 흙과 패분을 섞어 채워(경남고고학연구소 2007a: 119) 조성하였는데, 패분 내 탄산칼슘은 물과 반응하면 석회처럼 굳어 강도를 높이는 효과를 얻을 수 있다.
- ④본격 성토: 제방 상단부는 통나무로 만든 목조구조물 시설 후 석재를 주재료로 삼되, 사질실트를 함께 채워 조성하였다. 아래쪽에는 중·소형의 석재를 경사지고 불규칙하게 조성하였으며 정상부에는 대형의 석재를 일렬로 시설했다(경남고고학연구소 2007a: 118).



<그림 48> 김해 봉황동 제방 기초 성토층(경남고고학연구소 2007b: 78 도판 49-4)



<그림 49> 김해 봉황동 제방 본격 성토층(경남고고학연구소 2007b: 76 도판 47-4)

김해 봉황동 제방은 토축 위에 석축이 나타나고, 목조구조물이 사용되었다는 점에서 특징적이다. 그리고 석축은 삼국시대 제방의 주요 성토

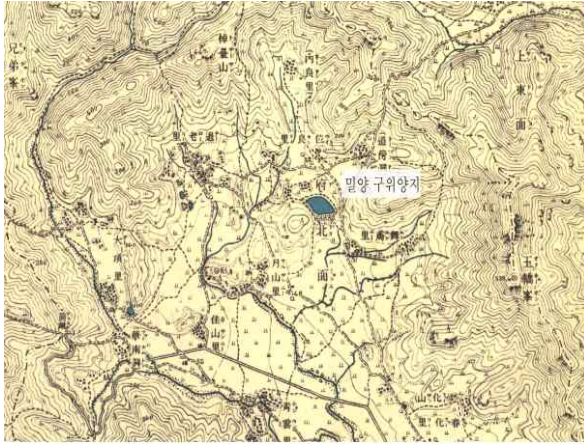
기법이 아니기 때문에 그 기능을 다각도로 고민해볼 여지가 있다. 고려 시대에 축조된 양산 물금 황산언에서 석축 기법이 확인되는데 그곳에서는 석재가 심으로 사용된다(동아세아문화재연구원 2012). 그렇기 때문에 김해 봉황동 제방에서 확인되는 석축부는 후대에 조성되었을 가능성이 있다.

한편 남북방향의 冂자형 석조 배수로가 제방 상단부(석축부)에서 4열, 하단부(토축부)에서 5~6열이 확인되는데(경남고고학연구소 2007a: 119) 이는 방수로(放水路)²⁹⁾일 가능성이 있다. 이러한 관개체계의 흔적이 모든 제방에서 확인되는 건 아니지만, 영천 청제비 비문의 병진년(丙辰年) 부분의 “상배굴리(上排掘里)”라는 기록을 통해 당시 관개체계의 일면을 추론해 볼 수 있다. 비문에 따르면 제체의 위쪽에는 수통(水桶)이 있었고 아래쪽에는 하배굴리(下排掘里)가 존재했을 가능성이 높다. 이렇듯 수통을 설치한 사례는 조선시대의 기록³⁰⁾과 상주 공검지, 일본 오사카 사야마이케유적에서 실물로 확인된 바 있다.

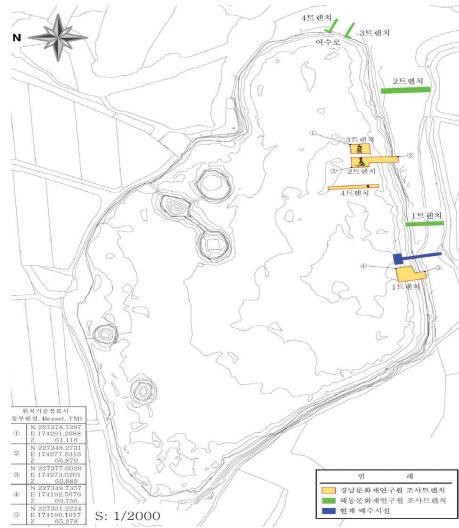
29) 제방 내에 가둔 물을 효율적으로 사용하기 위해 물을 흘려보내도록 인공적으로 만든 물길

30) 『文宗實錄』, 9권, 문종 1년(1451년) 신미 8월 12일 기사 “물구멍에는 목통(木桶)을 사용하여 수축하고 그 중간에 공간을 두되 무릇 상·중·하 세 곳을 만들어서 저수량의 다소에 따라 통하고 막게 하여서...(중략)...” (국사편찬위원회 한국사데이터베이스, <http://www.history.go.kr>)

4) 밀양 구위양지³¹⁾



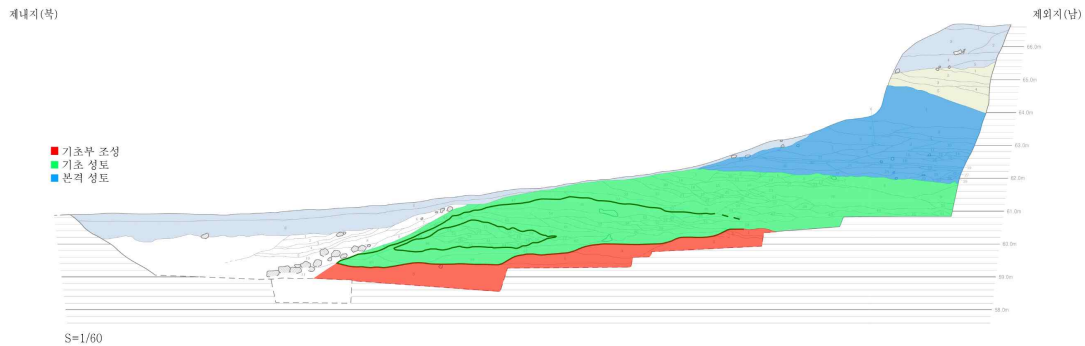
<그림 50> 밀양 구위양지 위치(조선총독부, 1924, 『朝鮮五万分一地形圖』)



<그림 51> 밀양 구위양지 조사 구역(경남문화재연구원 2014: 36 도면 1 수정 후 인용)

밀양 구위양지는 해발고도 60m 내외의 양 구릉 사이의 골짜기(谷口)를 막아 조성한 산곡형(山谷形) 저수지이고, 그 기능은 관개 제방이었을 것으로 추정된다. 제방 성토에는 기반층의 주요 구성 토양인 회황갈색실트가 주로 사용된 것으로 보아 근거리에서 구할 수 있는 성토재를 주재료로 삼았던 것으로 보인다. 후대 수축과 자연 삭평으로 인해 초축 제방의 상부는 거의 유실된 상태이다. 조사자는 피복면을 제외하고 축조 공정을 기반층의 가공-기초조성-1차 성토-2차 성토로 나누어 설명하고 두 차례에 걸친 수축층이 있음을 보고하였다(경남문화재연구원 2014: 61-64). 여기서 4단계의 축조 공정을 기준으로 각 공정에 사용된 축조 기법을 정리하고자 한다.

31) 해동문화재연구원(2011), 경남문화재연구원(2014) 조사



<그림 52> 밀양 구위양지 2 Tr. 동장벽 토층도(경남문화재연구원 2014: 47 도면 3 수정 후 인용)

- ①기반 가공: 제방은 연약지반(습지)에 축조되었는데, 지하수의 침출로 인해 기반 가공을 확인할 수 있는 면까지 조사가 이루어지지 못했다(경남문화재연구원 2014: 61). 기반이 유동성이 높은 연약지반이기 때문에 제체가 안정적으로 축조되기 위해서는 그러한 유동성을 보완하기 위한 기술이 사용되었을 가능성이 높다.
- ②기초부 조성: 목분류, 초분류, 실트를 교대로 쌓아 올린 부엽공법이 사용되었다. 기반층이 습지이기 때문에 부엽공법을 사용함으로써 침출수의 원활한 배수를 돕고, 상부의 토압을 분산시키며 다른 성토층과의 접착력도 높였던 것으로 판단된다.



<그림 53> 밀양 구위양지 부엽층(경남문화재연구원 2014: 6)

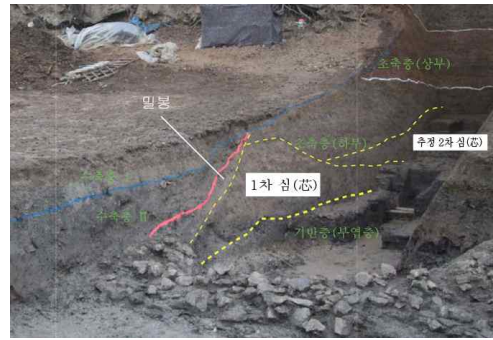


<그림 54> 밀양 구위양지 부엽층 상층, 중층(경남문화재연구원 2014: 92)

③기초 성토: 차수를 위해 불(반)투수성 성토재가 사용되었다. 그리고 본격 성토층과 달리 기초 성토층에서는 점토블록³²⁾이 사용되었다. 일차적으로 제내지 쪽에 심을 형성하고 이를 중심으로 심을 확대하는 방식으로 성토가 이루어졌다. 조사자는 1차 심 외에 2차 심의 존재를 언급하고 있으나 도면이나 사진에서는 분명하게 확인되지 않는다. 다만 1차 심의 재료로 점토블록이 사용된 것을 확인할 수 있었다.



<그림 55> 밀양 구위양지 점토블록 (경남문화재연구원 2014: 7)



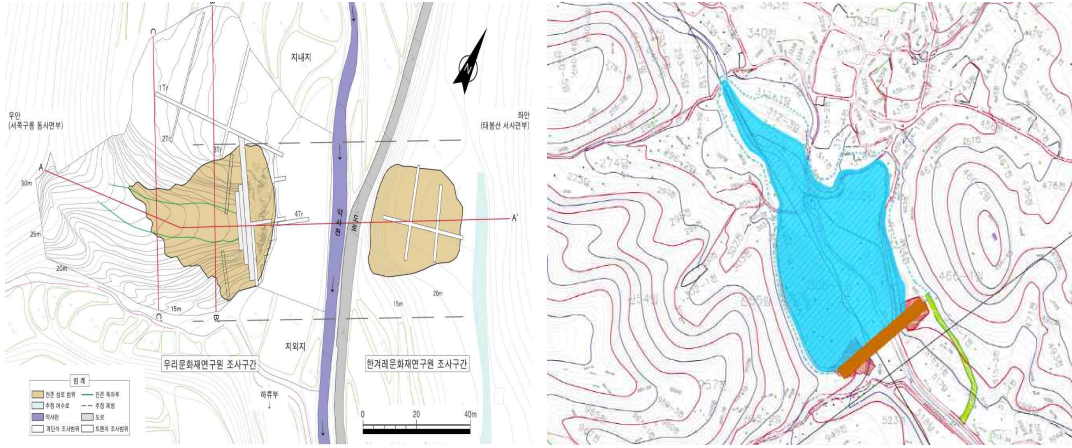
<그림 56> 밀양 구위양지 2 Tr. 토층 (경남문화재연구원 2014: 71 도면 10)

④본격 성토: 사질점토와 점질토를 수평으로 교대하여 다지는 교호성토 기법³³⁾을 사용하여 높이를 높였다.

32) 조사자는 이질토 블록을 가리켜 토낭이라 하고 있다. 그러나 흙 덩어리를 감싼 유기물 흔적이 확인되고 있지 않아, ‘점질토를 주재료로 하여 사질토 및 물을 섞어 만든 덩어리 형태의 성토재’인 점토블록이라 부르는 게 적절할 것으로 보인다(손재현 2015a: 48, 67-68).

33) 권오영(2010)은 판축의 조건으로, 물성이 다른 흙이 수평·교대로 쌓인 흔적, 달구질 결과 생긴 요철면, 영정주와 횡장판의 존재를 들었다. 조사자는 판축이라는 용어를 사용했으나, 권오영(2010)이 언급한 판축의 조건에 부합하지 않기 때문에 교호성토라는 용어를 쓰고자 한다.

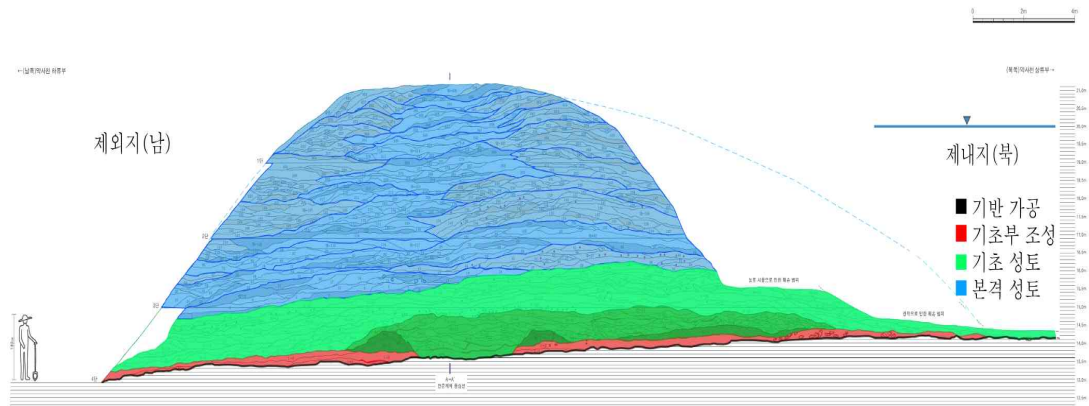
5) 울산 약사동 제방³⁴⁾



<그림 57> 울산 약사동 제방 평면(우리문화재연구원 2012a: 51 도면 8) <그림 58> 울산 약사동 제방의 저수면적 복원도(우리문화재연구원 2012a: 407 도면 296 수정 후 인용)

울산 약사동 제방은 약사천 양안의 구릉(谷口)을 막아 해발고도 12.8~14.2m에 축조되었으며 주요 기능은 관개 제방으로 추정된다. 제방 성토시 습지 및 하천에서 채취한 암갈색~흑갈색의 실트와 역혼입실트, 산지에서 채취한 이암과 근거리 기반층 중, 습지에서 채토한 흙이 주로 사용되었다(우리문화재연구원 2012a: 53-54). 조사자는 피복층을 제외한 축조 공정을 부지의 가공-기초부 조성-기초 성토-본격 성토로 나누어 설명하고 있는데, 여기서는 4단계의 축조 공정을 기준으로 각각에 사용된 기술을 정리하기로 한다.

34) 우리문화재연구원(2012), 한겨레문화재연구원(2013) 조사



<그림 59> 울산 약사동 제방 종단면도(우리문화재연구원 2012a: 59 도면 11 수정 후 인용)

①기반 가공: 기반층은 역(礫)혼입실트질사층, 역이 다량 혼입된 사층으로 구성된 산사면 및 하상 퇴적물로 구성되었다. 구지표층을 제거하고 기반을 계단식으로 삭토하여 기반의 역(礫)을 노출시켜 마찰력을 높이고 미끄러짐 현상을 방지했다(우리문화재연구원 2012a: 53-54, 401). 조사자는 양안(兩岸) 사이의 곡저부에 역이 노출되어 있다고 보고했는데, 이는 함안 가야리 제방의 사다리꼴 암반돌출면과 유사한 양상으로 볼 수 있다. 가야리 제방에서는 암반돌출면이 기초부 조성과 기초 성토의 범위, 심이 성토될 범위의 확정과 관련되는데 반해, 울산 약사동 제방에서는 암반돌출면의 위치와 범위를 확실히 알 수 없었다. 다만 돌출부가 일종의 토제 역할을 하여 하중 분산의 기능을 수행하였을 가능성이 있다.

②기초부 조성: 암갈색~흑갈색 점질실트와 역혼입실트를 제방 부지 전반에 걸쳐 수평 성토하였다(우리문화재연구원 2012a: 54). 이러한 점성이 강한 실트는 지반 누수를 방지하고 상부 성토층과의 접착력을 높인다. 또한 점질실트와 역혼입실트를 함께 사용하는 것은 층간의 접착력을 높이는 효과도 얻을 수 있다.



<그림 60> 울산 약사동 제방 기초부 조성층과 기초 성토층 내 폐각층(약사동제방유적전시관 2017: 29)

③기초 성토: 제체의 심을 만든 뒤 수평면을 조성하는 순서로 성토가 이루어졌는데, 폐각 성토, 요철상 심 조성, 부엽공법, 교호성토 기법이 사용되었다. 제내지 쪽에 폐각류를 넓게 시설하였는데, 이는 공극이 많은 투수층을 형성함으로써 제체에 침투한 물의 배수를 원활하게 하기 위함이다. 이러한 배수 과정에서 폐각의 석회성분이 물과 반응하여 녹으면서 제체의 강도를 향상시켰던 것으로 보인다. 그리고 기초부 조성 단계에서 확인되는 실트층 중앙의 일부를 재굴착하여 양옆에 호상(弧狀)의 토제를 조성하였다. 폐각층을 포함하여 토제는 총 3개소에서 확인되었는데, 이는 상부 성토층과의 접착력을 높여 층을 일체화하고 침투수를 심 사이로 모아 배출하는 기능을 수행했던 것으로 추정된다(우리문화재연구원 2012: 406). 그리고 토제 사이와 그 위를 실트와 역혼입사토를 사용해 교호성토함으로써 또 하나의 심을 조성하고 있는데, 이 과정에서 부분적으로 초분류를 활용한 부엽공법이 확인되었다.

다음으로 앞 단계에서 조성된 심을 중심으로 하여 그것을 피복하는 방식으로 이후의 성토가 이루어졌는데, 이는 수평면을 형성하기 위함이다. 이 단계에서는 실트와 역혼입사질실트의 교호성토와 목분류를 활용한 부엽층이 확인된다. 이러한 부엽공법은 층간의 접착력을 높여 점성이 강한 실트의 유동성을 제어하고, 인장력을 높여 제체를 견고하게 만들기 위해서 사용되었다. 한편 기초부 조성 단계와 기초 성토 단계의 심 조성 공정에서는 초분류, 기초 성토 단계의 수평면 형성과 본격 성토 공정에서

는 목분류가 주로 사용되는 경향이 관찰된다. 그리고 부분적으로 점토블록(우리문화재연구원 2012a: 59; 손재현 2015a: 51)의 사용도 확인된다.



<그림 61> 울산 약사동 제방 심 조성(울산 약사동 제방 전시관, 2019.12. 21. 본인 촬영)



<그림 62> 울산 약사동 제방 초분류의 부엽층(약사동제방유적전시관 2017: 30)

④본격 성토: 전반적으로 호상(弧狀)의 성토가 연속하여 이루어졌고, 각각의 단위 내에서 역이 일부 포함된 실트와 역이 다량 포함된 사질실트를 교호성토한 양상이 확인된다. 그리고 부분적으로 역혼입사토와 목분류를 중횡으로 부설한 부엽층이 나타난다. 한편 부분적으로 점토블록(우리문화재연구원 2012a: 64; 손재현 2015a: 51)도 확인된다.



<그림 63> 울산 약사동 제방 목분류 부엽층(약사동제방유적전시관 2017: 30)

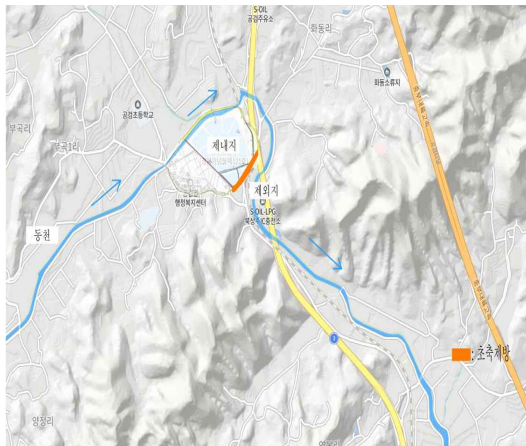


<그림 64> 울산 약사동 제방 교호성토(우리문화재연구원 2012b: 24 사진 16)

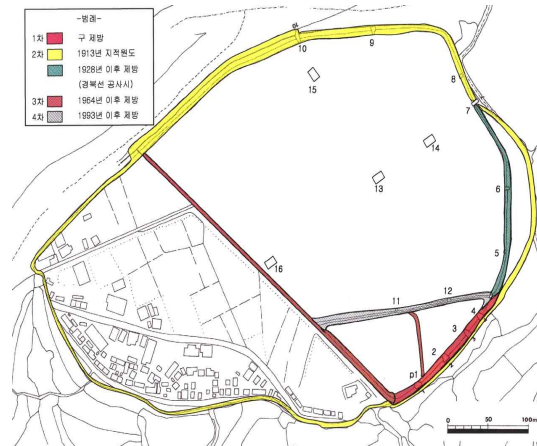
추정 방수로와 여수로도 확인된다. 방수로는 제내지의 물을 제방 바깥으로 방수하기 위해 제방 하부 혹은 중간에 시설한 것이다(이보경 2014:

37). 내부의 물을 외부의 수로로 연결하기 위한 시설로 약사동 제방에서는 기초 성토 공정 중에 설치된다. 제체의 양쪽부터 성토하고 중앙에 방수로를 시설하여 양쪽을 잇고 전체적으로 피복한 양상으로, 횡단면에서 그 흔적이 확인된다. 여수로는 제내지의 물이 넘쳐서 제방이 붕괴되는 것을 막기 위해 제방 독 상면에 미리 물길을 만든 것으로, 주로 제방과 구릉이 만나는 구릉 사면 기반암을 굴착하여 축조한다(이보경 2014: 37). 조사자는 약사동 제방과 태봉산의 경사 변환부에서 기반암과 사면 퇴적층을 굴착한 구릉 여수로로 보고 있다(우리문화재연구원 2012a: 63~64, 67, 404~405 수정 후 인용; 한겨레문화재연구원 2013: 103).

6) 상주 공검지³⁵⁾



<그림 65> 상주 공검지(네이버 지형 지도, 경상북도문화재연구원 2013: 46 그림 1 수정 후 인용)

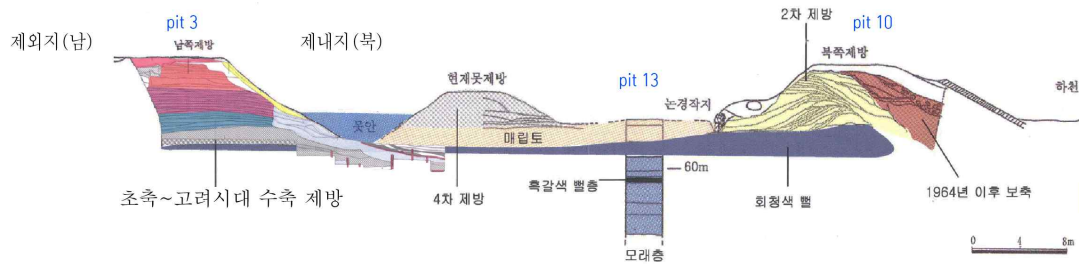


<그림 66> 상주 공검지의 수축(경상북도문화재연구원 2013: 46 그림 1)

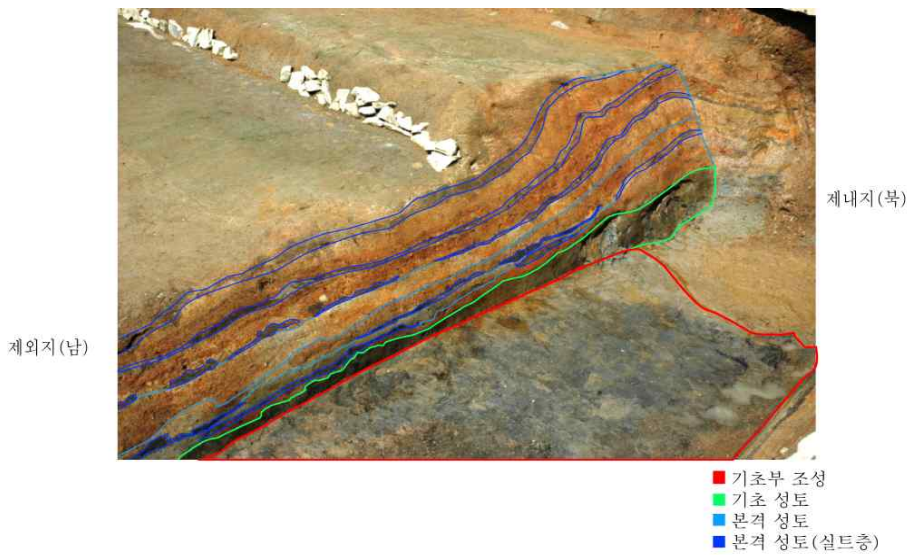
상주 공검지는 낮은 구릉들을 연결하여 해발고도 61m 지점에 축조되었는데, 주요 기능은 관개 제방으로 추정된다. 제방 성토에는 주로 입자가 조밀하고 점성이 강한 사질점토, 점질토, 실트가 사용되었다. 조사자는 피복층을 제외한 축조 공정을 기초 보강공법층-성토층-성토 보강층

35) 경상북도문화재연구원(2005, 2013) 조사

혹은 기초부-기초 보강공법층-성토층-성토 보강층로 나누어 보고하였다 (경상북도문화재연구원 2013; 김찬영 2012). 여기서는 4단계의 축조 공정을 기준으로 각각에 사용된 기술을 정리하기로 한다.



<그림 67> 상주 공검지 초축 제방 Pit 3 단면(경상북도문화재연구원 2005: 14-15 도면 3-4 수정 후 인용)



<그림 68> 상주 공검지 초축 제방 단면(경상북도문화재연구원 2013: 5 원색사진 3 수정 후 인용)

①기반 가공: 제방은 하상퇴적층 상부에 축조되었는데, 지속적인 지하수의 용출로 기반 가공을 확인할 수 있는 면까지 조사가 이루어지지 못했다(경상북도문화재연구원 2013: 55-57). 한편 제방의 기저부 아래에서 제내지 안쪽으로 말목을 박고 나뭇가지를 엮은 양상이 확인된다. 그 위치

가 제체 성토층의 하부가 아니라 제내지의 내부, 즉 나뭇가지부설층과 목재시설층이 이어지는 부분이라는 점에서 그 기능을 파악하기 쉽지 않다. 말목지정 공법으로 연약지반의 밀도를 증가시키는 기능을 수행했을 가능성을 배제할 수 없으나 아직 분명하게 그 기능을 추정하기에는 무리가 따른다.



<그림 69> 상주 공검지 말목(경상북도문화재연구원 2013: 25 사진 6-1)

<그림 70> 상주 공검지 말목 세부(경상북도문화재연구원 2013: 26 사진 7-1)

②기초부 조성: 이 공정은 하부의 회갈색사질토 및 깻돌로 구성된 층과 상부의 나뭇가지 부설층(부엽층)으로 나눌 수 있다. 조사자는 기반층(하상퇴적층)에서 올라오는 물을 배수하기 위해 사질토와 깻돌을 이용하여 두껍게(1.5m) 성토했다고 본다(경상북도문화재연구원 2013: 59-61, 70). 그러나 일반적으로 제방 혹은 토성을 하상퇴적층 상부에 축조할 경우 물의 침투를 막기 위해 점성이 강한 흙을 이용한다. 또한 사질토만을 사용하여 두께 1.5m로 두껍게 쌓는 것은 제체의 붕괴를 야기할 수 있기 때문에 사질실트 혹은 사질점토가 주재료였거나 혹은 국지적인 현상이었을 가능성이 높다. 한편 배수 목적이 아니라 미끄러짐 현상을 방지하기 위해서 사질 성분이 포함된 흙을 두껍게 쌓아 기초부를 조성하였을 가능성

도 있는데, 이 경우에도 1.5m 높이를 사질토만을 사용해서 성토하기 어렵고, 제체의 강도를 현저히 낮출 수 있기에 가능성은 높지 않다. 이 층위로 총 다섯 개의 나뭇가지 부설층(부엽층)이 나타나는데, 잎이 달린 나뭇가지가 포함된 3~5개의 층을 일정한 두께로 층층이 쌓고 사이사이에 사질토, 사질점토, 실트층의 순서로 성토하였다. 그리고 부엽층 중간중간에서는 말목이 확인되는데 이는 나뭇가지 부설층을 고정시키는 역할을 했던 것으로 보인다(경상북도문화재연구원 2013: 59-61, 70).



<그림 71> 상주 공검지 부엽층 단면
(경상북도문화재연구원 2013: 92 사진 18-1)



<그림 72> 상주 공검지 부엽층 평면
(경상북도문화재연구원 2013: 6 원색사진 4-1)



<그림 73> 상주 공검지 부엽층의 반침목과 말목(경상북도문화재연구원 2013: 96 사진 22-1)

한편 기초부 조성층 내 나뭇가지 부설층은 제방의 본격 성토 범위보다 4~5m 바깥까지 이어지고 이로부터 5~6m 지점에 통나무 등의 목재시설이 확인되는데(경상북도문화재연구원 2013: 61, 70), 그 기능은 아직까지 불분명하다. 기초부 조성층과 성토층은 어느 정도 범위 차이가 있는데, 이는 두 시기로 나뉘는 방사성탄소연대 측정 결과로 설명할 수 있다. 즉, 기초부 조성층(기초 보강공법층)과 성토층의 일부는 공검지의 초축, 바깥의 성토 보강층은 고려 명종 때의 수축과 관련된 층위로 해석할 수 있다(김찬영 2012: 425).



<그림 74> 상주 공검지 목재시설층 전경(경상북도문화재연구원 2013: 4 원색사진 2-2)

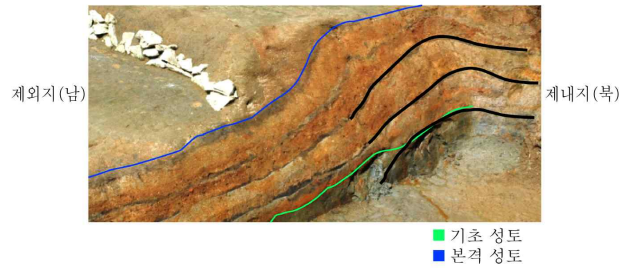


<그림 75> 상주 공검지 목재시설층 세부(경상북도문화재연구원 2013: 98 사진 24-2)

③기초 성토: 상주 공검지에서는 제체의 심 축조나 수평면 형성에 해당하는 기초 성토 공정이 뚜렷하게 관찰되지 않는다. 다만, 기초부 조성층 위에서 30cm 두께의 실트 성토층이 확인되는데(경상북도문화재연구원 2013: 55), 이것이 기초 성토에 해당될 가능성이 있다. 실트와 같은 불(반)투수성 성토재의 사용은 하상층으로부터의 차수, 성토층 간 접착력 증가 효과가 있다. 그리고 제내지 쪽에서는 토제 형태의 성토가 확인되는데, 이는 점토블록을 활용한 성토층일 가능성이 있다.



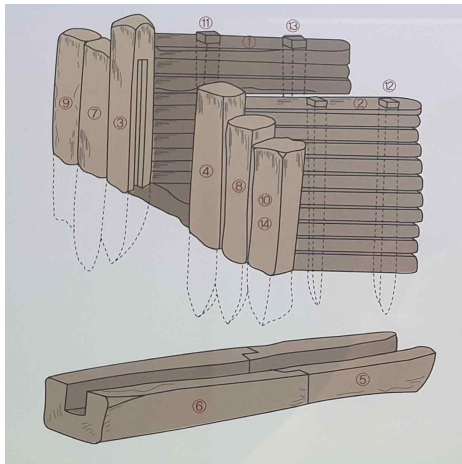
<그림 76> 상주 공검지 초축 제방 단면 토층(경상북도문화재연구원 2013: 53)



<그림 77> 상주 공검지 초축 제방의 추정 토제(경상북도문화재연구원 2013: 5 원색사진 3 수정 후 인용)

④본격 성토: 실트층을 일정 간격으로 쌓고, 그 사이사이에 점질토, 사질 점토, 사질토 등을 번갈아 쌓는 등 물성이 다른 흙을 교호성토하여 층간의 접착력 증대를 도모하였다. 그리고 기초 성토 단계에서 조성된 토제를 기준으로 그 상부를 다시 토제 형태로 반복 성토하면서 하나의 축조 단위로 삼은 양상도 함께 관찰된다.

한편 제내지에서 목재 14점이 출토되었는데, 이는 방수시설(수문 혹은 수통)로 추정된다. 이러한 방수시설은 일본 오사카 사야마이케유적의 발굴조사를 통해 그 양상이 상세하게 밝혀진 바가 있다.



<그림 78> 상주 공검지 수문 추정 복원도(상주 공검지 역사관, 2019.09.29. 본인 촬영)



<그림 79> 아스카(飛鳥)와 나라(奈良)시대 사야마이케의 동통(東桶)(大阪府狹山池博物館 2002: 11 사진 7)

7) 제천 의림지³⁶⁾

제천 의림지는 해발고도 309m 지점에 축조된 제방으로, 용두산에서 발원한 수원을 활용하여 만든 저수지이다. 용두산의 계곡 중 가장 폭이 좁은 곳에 제방이 축조되었는데, 관개 제방³⁷⁾으로 기능했던 것으로 추정된다.

36) 정인구(1974, 1982), 충북대학교박물관(2000), 국립중원문화재연구소(2014) 조사

37) 의림지의 기능에 대해서 관개용과 홍수방지용으로 의견이 나뉜다. 성경용(2009)은 의림지가 능선 말단부의 최단거리를 연결하여 조성되었고, 그 앞에 형성된 넓은 충적지를 관개했을 것이라 보았고, 이홍중(2010)은 고지형을 검토함으로써, 의림지가 축조된 시기가 중심 물줄기의 매몰에 따라 인위적 물 공급이 필요한 때라 보았고, 홍수방지를 위해서는 다른 위치에 축조하는 것이 훨씬 효율적이었을 것이라 본다. 한편, 양기석(2009), 김재호(2013)는 제천이 집중 다우 지역이고 경지면적도 논보다 밭이 훨씬 많다는 점을 들어, 의림지가 홍수 시 수위조절을 위한 기능을 수행했다고 본다(국립중원문화재연구소 2014: 81-85).



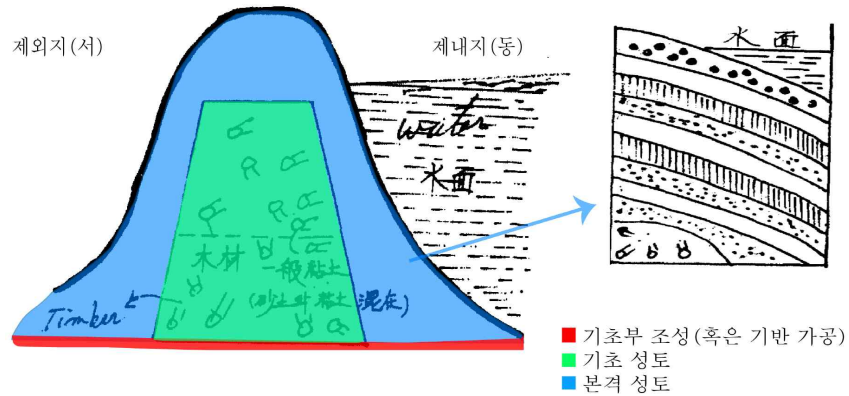
<그림 80> 제천 의림지 1972년 조사 구역(정인구 1974: 32 그림 5 수정 후 인용)



<그림 81> 제천 의림지 1972년, 2013년 조사 구역(국립중원문화재연구소 2014: 21 사진 2 수정 후 인용)

의림지에 대한 조사는 1972년, 2013년 총 두 차례 진행되었다. 1972년에는 제방의 서쪽 구간이, 2013년에는 제방의 남쪽, 제외지 부분에 대한 발굴조사가 이루어졌다. 2013년 조사 구역이 제방의 중심부에서 제외지 쪽으로 많이 벗어나 있었기에 축조 공정의 전반과 상세한 축조 기법의 전모를 파악하기에는 어려움이 따른다. 특히 이 부분은 훗날 수축된 부분일 가능성이 제기되기도 하였는데, 해당 구간이 물의 영향을 직접적으로 받지 않는 곳이어서 많은 수축이 이루어지지 않은 것으로 보인다. 1972년과 2013년의 조사 결과는 크게 두 부분에서 차이를 보인다. 첫째, 1972년도 조사의 경우 내부의 심을 조성하여 덧대어 성토헤나가는 방식으로 축조 공정을 설명했지만, 2013년도 조사에서는 성토공정을 하부 성토와 상부 성토로 구분하여 설명하였다. 둘째, 1972년도 조사에서 제내지의 모든 층위에서 부엽층이 관찰되는데 반해, 제외지 부분에서는 사질토만을 사용하여 단순 성토한 양상이 주로 확인되었다. 하지만 2013년 조사에서는 제외지의 하부층에서만 부엽층이 확인되었다. 이러한 차이는 조사 위치의 차이로 인한 결과였을 가능성과 절개면의 단면적 때문에 발생한 일종의 착시현상일 가능성이 있다. 이처럼 의림지의 축조 공정과

축조 기법에 대한 전모를 파악하기 어려운 것은 사실이나, 일단 확인된 자료를 두 부분으로 나누어 축조 공정과 각 공정에 쓰인 기술들을 정리해보고자 한다.



<그림 82> 제천 의림지 서쪽 제방 단면(정인구 1982: 66, 67 도면 2, 4 수정 후 인용)

(1) 1972년 조사(정인구 1974, 1982)

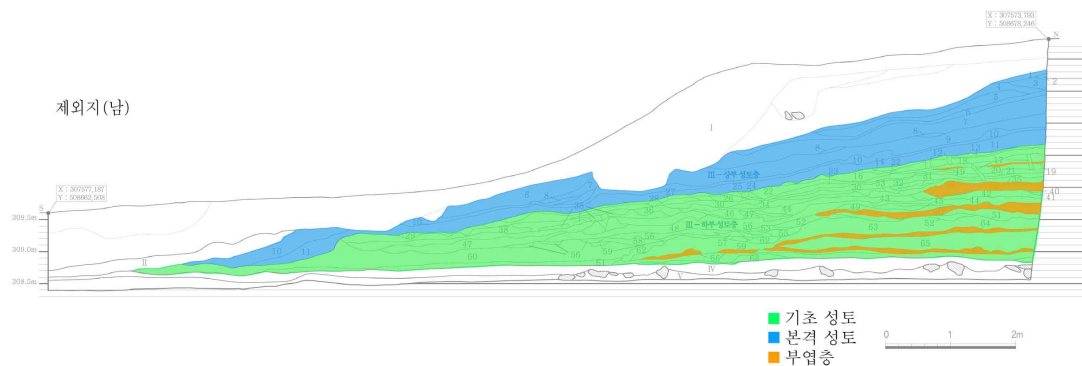
①+②기반 가공 및 기초부 조성: 기반층은 자갈과 굵은 모래로 구성된 하상퇴적층이고, 이 층을 깊게 굴착하여 점질토를 성토했다(정인구 1982: 66). 기반층을 굴토하여 다른 성분의 흙을 채우는 기법은 연약지반 치환과 관련되는데, 일반적으로 연약한 점질토를 양질의 사질토로 치환하는 양상으로 나타난다. 혹은 기반층으로부터의 침수를 막기 위해 점질토를 이용하여 기초부를 조성했을 가능성도 있다. 그러나 이를 보여주는 사진이나 도면 등이 남아 있지 않아 분명하지 않다.

③기초 성토: 점토층 위에 점토와 대경목(大徑木)을 중횡으로 부설하여 심을 조성했다(정인구 1982: 66). 생목은 섬유질이 풍부하여 층간의 인장력을 높여주고 접착력과 마찰력도 향상 시켜준다.

④본격 성토: 심에 덧대어 사향식으로 성토하였는데, 제내지와 제외지의 축조 기법에는 차이가 있다. 물의 압력을 지속적으로 견뎌야 하는 제내지 인접 부분은 점질토층-사질토층-초본류의 부엽층 순으로 2회 반복

성토하는 등(정인구 1982: 67)의 부엽공법과 교호성토 기법이 사용되었다. 한편 조사자는 불다짐층의 존재를 거론하였으나 그 양상을 확인할 수 있는 근거를 제시하지는 않았다. 2013년 조사에서 이러한 기법은 확인되지 않았다. 반면, 상대적으로 수압의 영향을 덜 받는 제외지 부분은 사질토를 주재료로 하여 성토해나간 양상이 확인된다. 한편 조사자는 중간 단계에서는 점질토로 피복하고, 최종 단계에서는 사질토로 피복하였다고 서술하였는데, 이는 점질토가 수중이나 토양 속에서는 질기고 탄력적이지만 바깥으로 노출되어 건조되면 균열이 생겨 강도가 약해지기 때문이다(정인구 1982: 67).

(2) 2005, 2013년 조사(국립중원문화재연구소 2014)



<그림 83> 제천 의림지 남쪽 제방(1구역 서벽) 단면(국립중원문화재연구소 2014: 71 도면 12 수정 후 인용)

①기반 가공: 기반층은 하상퇴적층(역층)이고 굴곡진 모양으로 나타난다. 조사자는 역층이 굴곡을 이루며 돌우어진 상태로 확인되는 것에 대해 토제로 볼 가능성을 제기했으나, 최종적으로는 이를 자연 퇴적층으로 보고했다(국립중원문화재연구소 2014: 30). 그러나 기반암을 가공하여 요철면과 암반돌출면을 형성하는 기법은 이미 함안 가야리 제방과 울산 약사동 제방의 사례에서도 확인된 바 있음을 고려할 때, 제천 의림지의 기반면 역시 특정 기능을 얻기 위한 인위적 가공이 이루어졌을 가능성이 높다.



<그림 84> 제천 의림지 2호 탐색갱 북벽의 기반층(국립중앙문화재연구소 2014: 32 사진 15 수정 후 인용)

②기초부 조성: 별도로 확인되지 않는다.

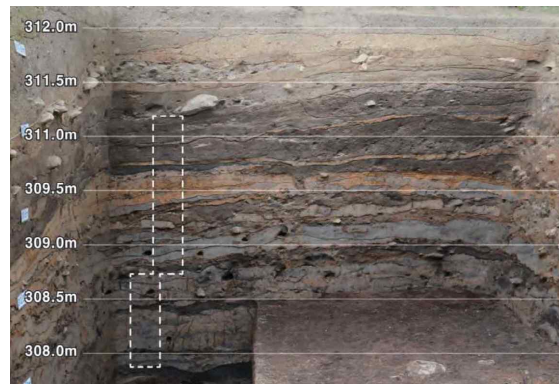
③기초 성토: 조사자는 기초 성토 공정에서 회색 계열의 실트와 암갈색 계열의 사질토를 교호성토한 양상이 나타난다고 보고하였으나(국립중앙문화재연구소 2014: 62) 3호 탐색갱 북벽을 참고할 때, 점토블록이 주요 성토재로 사용된 것으로 보인다. 기초 성토층에서는 사질점토보다 실트의 비율이 높게 나타나고 교호성토는 본격 성토층에서 좀더 뚜렷하게 관찰된다. 한편 기반층에서 확인되는 요철면의 상부는 점토블록을 주재료로 하여 성토하여 수평면을 형성한 것으로 보이는데, 이를 통하여 층간의 접착력이 높이며 미끄러짐 현상을 방지하였다. 그리고 점토블록으로 구성된 층 사이사이에 목본류의 부엽을 부분적으로 시설했는데, 이는 층간의 접착력을 높여 점성이 강한 흙의 유동성을 제어하고 인장력을 높이는 효과가 있다. 그리고 남쪽 제방 서벽의 북편에서 심 조성이 확인되는데, 심 조성에는 부엽공법이 주요하게 사용되었고, 그렇게 조성된 심을 중심으로 흙을 덧대어 가며 성토해나간 양상이 관찰되었다.



<그림 85> 제천 의림지 3호 탐색갱 북벽 내 점토블록(국립중원문화재연구소 2014: 38 사진 30)

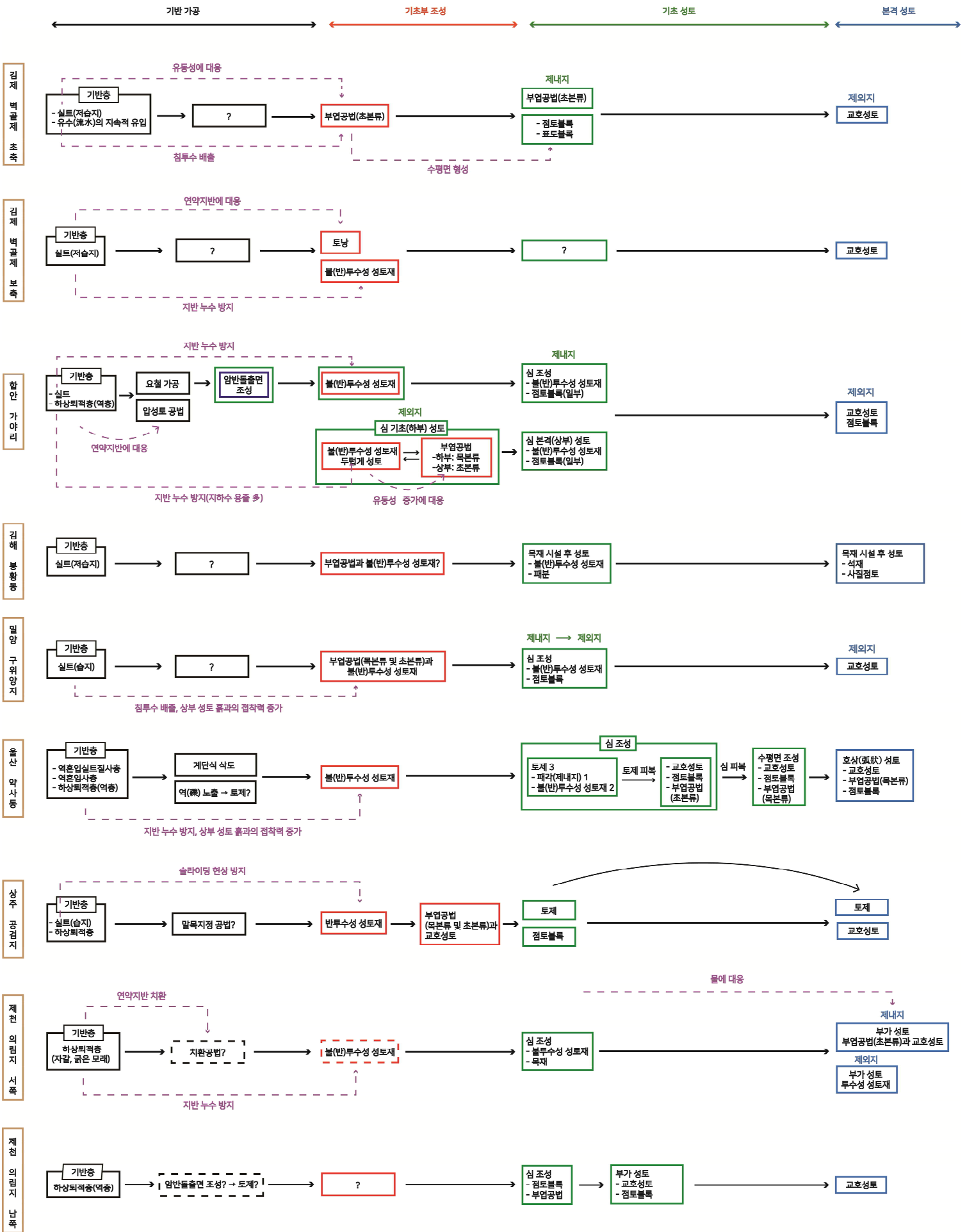


<그림 86> 제천 의림지 부엽층(국립중원문화재연구소 2014: 66 사진 64)



<그림 87> 제천 의림지 1구역 북벽 단면(국립중원문화재연구소 2014: 68 사진 68)

④본격 성토: 실트와 사질점토의 교호성토가 이루어졌다. 부엽층은 확인되지 않고, 사질점토를 두껍게 성토하고 그 사이에 실트를 얇게 깬 것이 특징적이다. 한편, 제방 서쪽 말단부에서는 자연 암반을 이용하여 만든 여수토가 확인된다(국립중원문화재연구소 2014: 83).



<그림 88> 제방의 제작 공정(operational sequence) 복원

IV. 축조 기술의 비교분석

본 장에서는 그간의 분석 내용을 종합하여 삼국시대 제방 축조의 공정을 재검토하고, 이 과정에서 사용된 축조 기술을 정리하면서 그것이 갖는 의미에 대해서 살펴보기로 한다.

1. 공정 단계별 축조 기술의 비교

지금까지 살펴본 삼국시대 제방의 속성, 축조 공정과 기술을 정리하면 <표 9>, <표 10>과 같다. 분석된 대부분의 제방이 시간적으로 신라 혹은 통일신라기에 속한다. 제방은 그 특성상 끊임없는 보수가 필요하고, 붕괴되어 방치된 채 오랜 시간이 지나 다시 축조하는 경우도 있다. 따라서 통일신라 이후 전 지역에 걸쳐 대대적인 제방 정비와 보수가 이루어짐에 따라 거의 모든 제방에서 신라의 흔적이 관찰되는 것일 수도 있다. 하지만 신라가 삼국시대 다른 정치체보다 제방 축조에 많은 공력을 들였을 가능성도 배제할 수는 없다. 한편 제방의 축조 시기, 축조 주체, 기능에 따른 뚜렷한 특징은 확인되지 않는 것처럼 보인다. 대부분의 제방이 큰 틀에서 유사한 축조 공정과 한정된 축조 기술을 가지고, 축조 환경에 맞춰 건축되었는데, 특히 부엽공법은 대부분의 제방에서 공통적으로 확인된다. 고분이나 토성과 마찬가지로 제방 또한 축조 기술을 토대로 축조 주체의 특징을 추출할 수 있을지에 대한 의문은 항상 존재해 왔다. 토성이나 고분과는 달리 제방의 성토재는 흙으로 한정되는 경우가 많고, 물을 저수하거나 막는다는 기능적 특성이 더욱 강하게 반영되기 때문에 토성 및 고분의 축조 기술과는 다른 점이 존재할 수밖에 없었다. 그렇기 때문에 수리시설의 축조 방식이 시기 혹은 축조 집단에 따라 반드시 다양한 형태로 세분되지 않았을 수도 있다.

<표 9> 제방 속성표

		김제 벽골제	함안 가야리 제방	김해 봉황동 제방	밀양 구위양지	울산 약사동 제방	상주 공검지	제천 의림지		
축조 시기	문헌자료	초축	4세기 ³⁸⁾	5~6세기	5세기	6세기 초·중반 ³⁹⁾	6~7세기	7세기 후반 ⁴⁰⁾	7~10세기	
		보축	330년			임진왜란 이전 축조, 1634년 수축		고려시대 이전 축조, 1195년 수축	?	
	출토유물	?	와질토기편, 연질호 구연부편, 연질토기 동체부편과 저부편, 도질호 구연부편 등	고배, 장경호 (5세기)	?	회청색 도질 및 경질토기 등(5~6세기)	?	단각고배 등 (6세기 중엽~7세기 중엽)		
	AMS	초축	4~6세기	5~6세기 ⁴¹⁾	.	530~540년	6~7세기 ⁴²⁾	초축	7세기 후반	2세기 말~5세기 초
		보축	7~8세기					보축	11~12세기	4세기 말~6세기 초
축조 주체		백제 ⁴⁴⁾ 마한	아라가야 ⁴⁵⁾	금관가야 ⁴⁶⁾	신라	신라	(통일)신라	(통일)신라		
(추정)기능		관개 방조	하천 범람 방지 ⁴⁷⁾	관개 방조	관개	관개?	관개	관개 홍수 방지		
입지		평지(수심이 어느 정도 깊은 담수 환경)	저구릉 곡부	구릉 말단 (곡간지)	저구릉 곡부, 산곡형	저구릉 곡부	저구릉 곡부	구릉 곡부		
해발고도		4m	8~10m	4m	60m	12.8~14.2m	61m	309m		
(잔존)평면형태		‘一’자형	‘S’자형	‘一’자형	‘一’자형	‘一’자형	‘一’자형	‘一’자형		
(잔존)제원		길이 2.5km, 둑마루 폭 16~18m, 기저부 폭 36.7m, 잔존 높이 4.2~4.5m	둑마루 폭 5m, 기저부 폭 14.12~21.46m, 높이 1.64~2.6m	길이 25m, 기저부 폭 12m	길이 250m, 둑마루 폭 20m, 기저부 폭 40m, 높이 5.8m	길이 155m, 둑마루 폭 8~12m, 기저부 폭 35~37m, 높이 8m	길이 180m, 둑마루 폭 5m, 기저부 폭 18m, 높이 5.4m	길이 170m, 둑마루 폭 ?m, 기저부 폭 45.7m, 높이 12m		
추정 규모		길이 3250m, 둑마루 폭 10m, 기저부 폭 21m, 높이 5.7m ⁴⁸⁾	전체 길이 285m, 둑마루 폭 5m, 높이 10.6m	.	.	높이 22.3m	.	.		
기반층		점질토~실트로 구성된 습지	-점성 강한 사질 실트~실트질사, 사혼입 실트 -부분적으로 하상퇴적층	습지 추정	습지	-역혼입실트질사층 -산사면 및 하상 퇴적물	하상퇴적층, 습지	하상퇴적층		

	김제 벽골제	함안 가야리 제방	김해 봉황동 제방	밀양 구위양지	울산 약사동 제방	상주 공검지	제천 의림지
성토제	-기반토 -주변 구릉지대의 흙	-기반토 -주변 습지에서 기원한 점성 강한 흙	-회색~흑색 계열의 사질점토 -석재 -패각 등	기반토	-습지 및 하천 기원의 암갈색~흑갈색 점질실트, 역혼입실트 -산지 기원의 이암 -근거리 습지의 흙 -패각	사질점토, 점질토, 실트	.

38) 『삼국사기』에 따르면, 벽골제는 백제 비류왕 29년(330)에 처음 축조되고 신라 원성왕 6년(790)에 증축되었다. 그리고 고려시대(1010~1031, 1143)와 조선시대(1415) 때도 증축이 이루어졌다. 유물은 대부분 편으로 출토되어 그에 기반한 시기 판정이 쉽지 않고, 방사성탄소연대측정 결과가 축조 시기 판단에 도움을 주고 있다. 초축 제방의 제체 기저부에서 확인된 부엽층 유기물의 연대가 4~6세기 값을 보이는데 이는 330년이라는 초축 기록과는 차이가 있다. 보축 제방의 초낭(草囊)에서 출토된 유기물 연대는 7~8세기인데 이는 790년의 증축 기사와 부합한다. 한편 수문(水門)에서 출토된 기와나 분청사기편은 1415년 대단위 수문 보수 공사 기록과 부합한다(전북문화재연구원 2015: 69-70).

39) 밀양 구위양지는 수축에 관한 기록만 남아있다. 『密州旧誌』에 따르면, 이 제방은 임진왜란 이전에 축조되었고 1634년에 수축된다. 초축 시기를 추정할 수 있는 유물이 거의 출토되지 않았고, 기반층 위에 성토된 부엽층의 유기물 탄소연대 측정치에 따르면 초축 시기를 530~540년으로 볼 수 있다(경남문화재연구원 2014: 67-68).

40) 문헌에 따르면 공검지는 고려시대 이전에 축조되고 1195년에 수축되었다. 기초부 조성층에 사용된 초분류 및 목재의 탄소연대 측정치가 7세기 후반, 제내지에서 출토된 목재의 연대 측정치가 7세기 후반과 11~12세기로 양분되는데, 각각을 초축과 수축 시기로 볼 수 있다(경상북도문화재연구원 2013).

41) 기반층 위에 성토된 부엽층의 유기물 탄소연대 측정치에 따르면 초축 시기를 5세기~6세기 중엽으로 볼 수 있다(우리문화재연구원 2010).

42) 부엽층 내 목분류 등의 탄소연대(우리문화재연구원 2012a: 68)

43) 부엽층 내 유기물의 방사성탄소연대 측정값이 2세기 말~5세기 초, 토양 속 유기물에 대한 측정값이 4세기 말~6세기 초로 나왔으며(국립중원문화재연구소 2014: 88-92), 시추조사에 따른 방사성탄소연대 측정값이 7~10세기로 나왔다(한국지질자원연구원 2009). 발굴조사 지점이 제방의 외측부 일부에 해당하기 때문에 시추조사에 따른 방사성탄소연대 측정값을 따르는 것이 적절하다고 본다.

44) 김제 벽골제의 축조 주체는 당시 백제의 마한 병합이 진행 상황과 관련된다(전북문화재연구원 2015: 69-70).

45) 가야리 지역이 아라가야의 왕궁지로 비정되는 것과 관련된다(우리문화재연구원 2010: 132-133).

46) 주변으로 김해 수로왕릉, 대성동 고분군, 대성동유적, 봉황동유적이 분포하여 그 축조 주체를 금관가야로 볼 수 있다(경남고고학연구소 2007: 416).

47) 물의 영향을 받는 제외지 쪽에 이루어진 덧대기 성토 작업, 제외지 부분에서 확인되는 홍수 범람의 흔적, 이곳이 홍수 범람이 많은 지역이라는 문헌 기록이 그 근거이다.

48) 『신동국여지승람』의 「벽골제중수비문(1415)」

<표 10> 삼국시대 제방의 축조 공정 단계별 사용된 기술

축조 공정 제방	1단계 (기반 가공)	2단계 (기초부 조성)	3단계 (기초 성토)	4단계 (본격 성토)
김제 벽골제 (초축)	조사상 한계로 확인 X	-부엽공법: 초본 류, 전반 -부엽층 옆 고랑	-블록: 점토블록 과 표토블록, 전 반 -부엽공법: 초본류, 부분, 최대 두 차 례	교호성토
김제 벽골제 (보축)	조사상 한계로 확인 X	-블록: 토낭, 부분 -불(반)투수성 성토재	.	교호성토
함안 가야리 제방	-요철 가공 -암반돌출면 조성 -압성토 공법	-불(반)투수성 성토재 -부엽공법(특정 구간): 목본류(하 부) 및 초본류(상 부), 부분, 3회 -블록: 극히 일부	심 조성: 불(반) 투수성 성토재, 점토블록(부분)	-교호성토 -블록: 점토블록, 부분
김해 봉황동 제방	조사상 한계로 확인 X	부엽공법?: 부분	목재 시설 후 성 토: 불(반)투수성 성토재와 패분	목재 시설 후 성 토: 식재와 사질 점토
밀양 구위양지	조사상 한계로 확인 X	부엽공법: 목본 류 및 초본류, 전반, 최대 세 차례	심 조성: 불(반)투 수성 성토재, 점 토블록	교호성토
울산 약사동 제방	-계단식 삭토 -기반의 역 노출 (토제?)	불(반)투수성 성토재	심 조성 ①토제 3개: 패 각, 불(반)투수성 성토재 ②토제 피복: 교 호성토, 점토블록, 부엽공법(초본류, 부분) ----- 수평면 조성: 교 호성토, 점토블록, 부엽공법(목본류, 부분)	호상 성토: 교호 성토, 부엽공법 (목본류, 부분), 점토블록

축조 공정 제방	1단계 (기반 가공)	2단계 (기초부 조성)	3단계 (기초 성토)	4단계 (본격 성토)
상주 공검지	말목지정?	반투수성 성토재 -부엽공법: 목본류 및 초본류, 전반?, 여러 차례, 말목 -목재시설층	-토제 -점토블록	-토제 -교호성토
제천 의림지 (1972년 조사)	치환공법?: 기반층 굴착 후 불(반)투수성 성토재 성토	불(반)투수성 성토재	심 조성: 불(반)투수성 성토재, 목재	-체내지: 부엽공법(초본류, 2회?)과 교호성토 -체외지: 투수성 성토재
제천 의림지 (2013년 조사)	암반돌출면 조성?(토제?)	.	-심 조성: 점토블록, 부엽공법(목본류, 부분, 여러 차례) -교호성토	교호성토

<표 10>을 토대로 하여 각 제방에 사용된 기술의 양상을 비교하고자 하는데, 이를 수행하고자 먼저 사용된 기술을 바탕으로 각 공정 단계별 제방의 비교 작업을, 다음으로는 공정 단계를 구분하지 않고 사용된 기술을 바탕으로 각각의 제방을 비교해보겠다.

축조 공정 1단계(기반 가공)에서는 지하수의 끊임없는 용출 등의 이유로 기반층까지 조사가 이루어지지 못한 경우가 많다. 그래서 대부분의 제방에서 어떤 기반 가공 기술이 사용되었는지 명확히 확인할 수 없었다. 다만 가야리, 약사동, 공검지, 의림지에서 관련 기술의 사용이 확인되는데, 가야리, 약사동, 의림지(2013년 조사)에서는 암반돌출면 조성이 확인된 반면, 공검지와 의림지(1972년 조사)에서는 각각 다른 기술이 사용되었다. 가야리, 약사동, 의림지는 입지와 기반층은 유사하나 축조 시기 및 주체, 제방의 기능, 규모는 다르다. 특히 가야리와 약사동에서는 요철 가공과 계단식 삭토 기법이 공통적으로 사용되었다는 점에서 유사성이 크다. 이들은 입지, 해발고도, 사용된 기반층이 유사하게 나타난다.

축조 공정 2단계(기초부 조성)에서는 부엽공법이 사용이 공통적으로 확인된다는 점에서 벽골제(초축), 가야리, 봉황동, 구위양지, 공검지가 유

사하다. 그러나 기반층을 제외하고 축조 시기 및 주체, 기능, 입지 및 해발고도, 규모에서 이 다섯 개를 관통하는 공통점을 찾기는 어려웠다. 그리고 약사동과 의림지(1972년 조사)는 다른 축조 기법은 사용되지 않고 불(반)투수성 재료만을 사용하여 성토가 이루어졌다는 점에서 유사성을 띤다. 이 둘은 축조 주체, 입지, 제방의 규모, 사용된 기반층에서 유사한 점이 많다. 한편 벽골제(보축)는 토낭이 주요 성토재로 사용되었다는 점에서 다른 제방들과는 구별된다.

축조 공정 3단계(기초 성토)에서는 블록을 사용한 공법이 공통적으로 확인된다는 점에서 벽골제(초축), 가야리, 구위양지, 약사동, 공검지, 의림지(2013년 조사)가 유사하다. 그러나 사용된 기반층이 유사하다는 점을 제외한 나머지 부분에서는 공통점을 찾기 어려웠다. 가야리, 구위양지, 약사동, 의림지는 공통적으로 심을 조성하고 있으나 기반층 이외에 다른 요소에서는 유사점이 거의 관찰되지 않았다. 약사동과 의림지(2013년 조사)는 블록과 심 조성뿐만 아니라 부엽공법과 교호성토도 함께 쓰였다는 점에서 유사성을 확인할 수 있다. 특히 이 두 제방은 다른 제방들과는 달리 부엽공법이 2단계가 아닌 3단계에 사용되었다는 점에서 특징적이다. 이 둘은 축조 주체, 입지, 제방의 규모, 사용된 기반층에서 유사성이 관찰된다. 한편 봉황동은 다른 제방에서는 사용되지 않는 기술이 쓰였다는 점에서 특징적이다.

축조 공정 4단계(본격 성토)에서는 봉황동을 제외한 모든 제방에서 교호성토의 사용이 확인되었다는 점에서 유사성을 지닌다. 그러나 이 제방들을 공통적으로 관통하는 요소는 사용된 기반층의 특징이 유사하다는 점뿐이다. 특히 약사동과 의림지(1972년 조사)는 교호성토 외에도 부엽공법이 쓰였다는 점에서 유사도가 높다. 이 제방들은 축조 주체, 입지, 규모, 사용된 기반층의 특징이 유사하다. 한편 봉황동에서는 다른 제방의 축조에 사용되지 않는 기법이 확인되며 다른 제방에서 사용된 공통적인 기술의 흔적이 확인되지 않는다는 점에서 차별성이 두드러진다.

<표 11> 삼국시대 제방에 사용된 기술

축조 기술 제방	부엽공법	교호성토	블록	심	기타
김제 벽골제(초축)	○	○	○ (점토 및 표토)	·	부엽층 옆 고랑
김제 벽골제(보축)	·	○	○ (토낭)	·	·
함안 가야리 제방	○	○	○ (점토)	○	요철 가공, 암반돌출면 조성, 압성토 공법
김해 봉황동 제방	○	·	·	·	목재 시설, 패분, 석재
밀양 구위양지	○	○	○ (점토)	○	·
울산 약사동 제방	○	○	○ (점토)	○	계단식 삭토, 기반의 역 노출, 토제
상주 공검지	○	○	○ (점토)	·	말목지정?, 목재시설, 토제
제천 의림지(1972년조사)	○	○	·	○	치환공법?
제천 의림지(2013년조사)	○	○	○ (점토)	○	암반돌출면 조성?(토제?)

축조 공정 단계를 구분하지 않고 제방에 쓰인 기술을 살펴보았을 경우 (표 11) 거의 모든 제방에서 부엽공법과 교호성토, 그리고 블록을 사용한 공법이 공통적으로 확인된다.

<표 12> 삼국시대 제방의 분류

	유사한 제방	공통 축조 기술	공통 요인
축조 공정 1단계 (기반 가공)	함안 가야리 제방 울산 약사동 제방 제천 의림지(2013)	암반돌출면 조성	입지, 기반층?
	함안 가야리 제방 울산 약사동 제방	요철 가공, 계단식 삭토	입지, 해발고도, 기반층?

	유사한 제방	공통 축조 기술	공통 요인
축조 공정 2단계 (기초부 조성)	김제 벽골제(조축) 함안 가야리 제방 김해 봉황동 제방? 밀양 구위양지 상주 공검지	부엽공법	기반층?
	울산 약사동 제방 제천 의림지(1972)	불(반)투수성 성토제만	축조 주체?, 입지, 규모?, 기반층?
축조 공정 3단계 (기초 성토)	김제 벽골제(조축) 함안 가야리 제방 밀양 구위양지 울산 약사동 제방 상주 공검지 제천 의림지(2013)	블록	기반층?
	함안 가야리 제방 밀양 구위양지 울산 약사동 제방 제천 의림지(1972) 제천 의림지(2013)	심 조성	입지, 기반층?
	함안 가야리 제방 밀양 구위양지 울산 약사동 제방 제천 의림지(2013)	블록, 심 조성	입지, 기반층?
	김제 벽골제(조축) 울산 약사동 제방 제천 의림지(2013)	블록, 부엽공법	규모?, 기반층?
	울산 약사동 제방 제천 의림지(2013)	블록, 심 조성, 부엽공법, 교호성토	축조 주체?, 입지, 규모?, 기반층?
	축조 공정 4단계 (본격 성토)	김제 벽골제(조축) 김제 벽골제(보축) 함안 가야리 제방 밀양 구위양지 울산 약사동 제방 상주 공검지 제천 의림지(1972) 제천 의림지(2013)	교호성토
울산 약사동 제방 제천 의림지(1972)		교호성토, 부엽공법	축조 주체?, 입지, 규모?, 기반층?

	유사한 제방	공통 축조 기술	공통 요인
<p style="text-align: center;">축조 공정 1~4단계 (공정 구분 X)</p>	김제 벽골제(초축) 함안 가야리 제방 김해 봉황동 제방 밀양 구위양지 울산 약사동 제방 상주 공검지 제천 의림지(1972) 제천 의림지(2013)	부엽공법	기반층?
	김제 벽골제(초축) 김제 벽골제(보축) 함안 가야리 제방 밀양 구위양지 울산 약사동 제방 상주 공검지 제천 의림지(1972) 제천 의림지(2013)	교호성토	기반층?
	김제 벽골제(초축) 김제 벽골제(보축) 함안 가야리 제방 밀양 구위양지 울산 약사동 제방 상주 공검지 제천 의림지(2013)	블록	기반층?
		블록, 교호성토	
	함안 가야리 제방 밀양 구위양지 울산 약사동 제방 제천 의림지(1972) 제천 의림지(2013)	심	입지, 기반층?
		심, 교호성토	
	김제 벽골제(초축) 함안 가야리 제방 밀양 구위양지 울산 약사동 제방 제천 의림지(1972) 제천 의림지(2013)	부엽공법, 교호성토	기반층?
	김제 벽골제(초축) 함안 가야리 제방 밀양 구위양지 울산 약사동 제방 상주 공검지 제천 의림지(2013)	부엽공법, 블록	기반층?
		부엽공법, 교호성토, 블록	
	함안 가야리 제방 밀양 구위양지 울산 약사동 제방 제천 의림지(2013)	부엽공법, 심	입지, 기반층?
블록, 심			
교호성토, 블록, 심			
부엽공법, 교호성토, 블록, 심			

지금까지의 비교분석 결과를 정리하면 <표 12>와 같은데, 이를 종합하면 다음과 같다. 첫째, 축조 공정 단계별로 사용된 기술을 기반으로 제방들을 상호 비교했을 때, 다양한 그룹으로 불규칙하게 나뉘는 양상을 보였으며 반복되는 패턴을 찾기 어려웠다. 둘째, 축조 공정 단계를 구분하지 않고 사용된 축조 기술을 기반으로 제방들을 상호 비교했을 때, 일부를 제외한 대부분의 제방이 하나로 그룹화되는 양상을 보였다. 이는 각 제방의 축조 과정에서 많은 기술들이 공유되었다는 점을 시사한다. 셋째, 축조 시기 및 주체의 유사성이 축조 기술의 유사성으로 이어지지 않는 경우가 대부분이다.

2. 종합적 해석

제방을 비롯한 성토구조물의 연구는 축조 기술을 추출하여 시기와 집단성을 부여하는 것이 일반적이었다. 그러나 이 과정에서 유구의 형성 및 폐기과정에 대한 면밀한 분석 없이 관습적으로 성격을 부여해왔다는 문제점이 있다. 즉, 특정한 축조 기법이나 주요 축조 재료를 대상으로 시기나 축조 주체에 대한 성격 부여를 해왔다는 것이다. 이러한 연구는 각 정치체 간 축조 기술의 차이점을 분석하는데 도움을 줄 수 있지만 지나치게 차이점에만 주목하여 공통성이 갖는 의미를 소홀히 다룰 수 있다는 한계점이 있다. 이 같은 점에 주목하여 삼국시대 제방의 축조 기술을 세부적으로 분석해본 결과 대부분의 제방에서 공통된 기술 사용이 확인되었다. 하지만 이를 축조 공정 단위로 세분하여 개별 비교분석을 시행했을 경우 판이한 결과값을 보이는데, 이러한 세부 차이를 축조 시기나 주체로 연결하기 어려웠다. 이러한 결과는 시기나 집단성에 주목한 선행 연구들의 방식대로는 설명되기 어렵다. 종합적 분석 결과는 ‘광역적 유사성 내 개별적 변이’로 요약할 수 있는데, 이를 좀더 자세히 들여다볼 필요성이 있다.

1) 광역적 유사성

기존 연구에서는 중국, 한국, 일본 순의 전문 기술자 집단의 이동을 상정하며 기술 전래가 이루어진 것을 당연한 전제로 삼아 한·중·일 사이에 이루어진 기술의 확산이라는 광범위한 차원에서 논의가 전개되어 왔다. 그러나 이러한 거대한 흐름을 설명하기 전, 먼저 한반도의 정치체들이 사용하던 기술의 분명한 특징들을 파악해야 한다. 이들 간에 형성되어 있던 축조 기술의 흐름이 어떻게 작동하는지 살펴본 이후에야 국가 간 기술 확산이라는 큰 흐름 또한 구체성을 가질 수 있기 때문이다. 그래서 이 연구에서는 성토구조물의 일환으로서 제방이 갖는 기술사적 의미를 먼저 파악하고자 하였다.

앞의 분석 결과 중 축조 공정 단계를 구분하지 않고 제방에 쓰인 기술을 살펴본 경우(표 11), 거의 모든 제방에서 부엽공법과 교호성토를 공통적으로 채택하고 있으며 이 외의 많은 제방에서도 블록, 심을 사용하고 있다는 것을 알 수 있다. 일반적으로 삼국시대 토축구조물 축조 시 사용되는 기술 및 성토재로 삭토법(계단식 삭토, 수직 삭토 등)⁴⁹⁾, 요철상 가공, 압성토 공법, 치환 공법, 말목지정 공법, 부엽공법, 구획성토⁵⁰⁾, 제상(堤狀)기법⁵¹⁾, 심, 판축 기법, 유사판축 기법, 블록, 브릭, 패각, 교호성토 등이 있다. 이중 부엽공법, 교호성토, 블록, 심이 대부분의 제방에서 공통적으로 확인되는 기술이고, 이는 제방 축조 시 이러한 기술들을 이용하여 성토한다라는 지식이 축조 집단마다 갖추어져 있었다는 것을 의미한다. 즉 광역적 유사성이란 제방 축조 시 사용되는 기술이 한정적이었던 것이다.

49) 삭토법이란 자연 지형의 안팎을 깎는 기법으로 계단식 삭토법, 수직 삭토법 등이 있다. 계단식 삭토법은 원지형의 경사면을 계단식으로 삭토함으로써 하중을 분산하고 미끄러짐 현상을 방지하는 기법이다. 수직 삭토법은 원지형을 L자형으로 삭토하는 기법이다(국립중앙과학관·한신대학교 2012: 37).

50) 봉토 축조 시 일정 부분씩 구역을 미리 나누어서 계획적으로 성토하는 방식이다(홍보식 2013: 71).

51) 토체를 쌓고 거기에 기대어 봉토를 쌓는 기법이다(김진호 2012: 48).

또한 축조 공정 단계의 유사성도 확인된다. 처음에 설정한 표준화된 축조 공정 단계안에 따라 대부분의 제방의 성토 양상을 설명할 수 있었다. 이는 당시에 제방을 축조할 때 계획적인 축조가 이루어졌고, 축조 집단 내에 이미 그러한 축조 순서에 대한 대략적인 틀이 마련되어 있었다는 것을 보여준다.

어떠한 경로를 통하였든 각각의 정치체가 특정 축조 기술을 접한 시기, 수용한 시기, 적용한 시기, 응용한 시기는 다양하게 나타날 것이다. 그러나 결과적으로 보았을 때 축조 시기 및 주체에 차이가 있음에도 한정된 축조 기술이 반복적으로 유사하게 사용된다는 것을 확인할 수 있었다. 이는 기존 연구에서 이야기한 바와 같이 국가 간 기술의 이동에 따른 결과로 볼 수 있는 한편 제방 자체의 기능, 제방이 축조되는 입지나 기반층의 유사성 때문에 나타난 결과로도 볼 수 있다. 제방의 축조 기술은 다른 성토구조물인 고분과 토성에서도 확인되는데, 각 성토구조물의 기능, 입지, 성격 등에 따라 사용된 기술에 차이가 있다는 점이 앞의 내용을 뒷받침할 수 있다. 먼저 제방은 입지와 차수 및 원활한 배수라는 기능 때문에 고분이나 토성과 비교했을 때 불(반)투수성 성토재와 부엽공법이 여타 다른 사례에 비해 더 많이 확인되는 경향이 있다. 그런데 제방의 입지와 유사하게 저습지 구간에 축조된 토성(함안 성산산성, 서울 풍납토성)에서도 부엽공법의 사용이 확인된 바 있다. 다음으로 고분에서는 특히 심과 유사한 기능을 수행하는 토제가 빈번하게 나타나는데, 이는 매장주체부에 가해지는 토압의 분산 목적과 관련된다. 마찬가지로 토성의 축조에서도 이러한 기술들이 다양하게 사용되었으나 고분이나 제방과 달리 관축법이 사용된다는 특징이 있다. 그리고 블록 공법은 세 가지 성토구조물 모두에서 빈번히 사용되었던 축조 기법이다. 제방에서는 미끄러짐 현상 방지, 원활한 투수의 유도를 통한 수압의 분산, 토성에서는 토제의 재료, 미끄러짐 현상 방지, 고분에서는 투수 방지, 수평면 형성, 미끄러짐 현상 방지 등을 목적으로 사용되었다. 그리고 토성은 다른 성토구조물에 비해 표토블록의 사용 빈도가 높는데, 이는 점토블록의 주재료인 실트를 구하기 어려운 주변의 환경과 관련된다(손재현 2015a:

85-98).

이러한 광역적 유사성이라는 결과는 제방의 기능, 입지 등의 요인으로 인해 제방 축조 시 사용할 수 있는 기술의 한정성과 성토구조물 축조 기술의 확산과 함께 각각의 기능과 축조 여건에 맞게 기술이 선택된 결과로 설명할 수 있다. 나아가 당시 제방을 축조하는 데에 있어 삼국시대 각 정치체가 일정한 기술 수준을 보유하고 있었다는 것을 파악할 수 있다.

2) 개별적 변이

동일한 축조 기술에서 시작했을지라도 그것이 어떠한 자연·사회·문화적 맥락에서 쓰이는지에 따라 다른 방식으로 응용 및 변형되어 나타날 수 있다.⁵²⁾ 이는 자연환경의 차이에서 비롯되기도 하며, 이 외의 고급 기술에 대한 지식이 일종의 권력으로 작동하게 되면서 각 집단 간 정보 전달이 온전하지 않았을 가능성도 있다. 그렇기 때문에 일방적인 기술의 전파라 하더라도 수요자의 능동적인 수용·적용·응용 과정이 수반되기 때문에 같은 기술임에도 구체적인 사용 양상은 다르게 나타날 수 있다. 여기서는 이러한 양상을 개별적 변이의 측면으로 설명하고자 한다.

삼국시대 제방 축조는 한정된 축조 기술 안에서 이루어진 결과라는 측면에서 전반적인 유사성을 띠고 있지만, 세부 구성 요소에서 나타나는 다양한 변이 또한 존재한다. 그 이유는 제방을 건설하는 과정에서 기술뿐만 아니라, 그 기술을 구현하는 데에 영향을 미친 환경적 요인도 중요한 요소로 작용하였기 때문이다. 입지, 토목공학적 기본 환경, 주위의 건축 재료 등의 요소들이 인간 선택의 폭을 제한하는 한편, 제방 축조라는 목적을 수행하는 과정에서는 결정적인 요소들로 작용하였을 것이다. 이러한 측면을 삼국시대 제방에서 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 먼저, 단위별 축조 공정에 대한 구분 없이 축조 기술을 살펴보면 대부분의 제

52) 기술은 초현 당시 속한 네트워크가 다른 네트워크에 편입되면서 다르게 작동할 수도 있다(브루노 라투르 외 2010: 141).

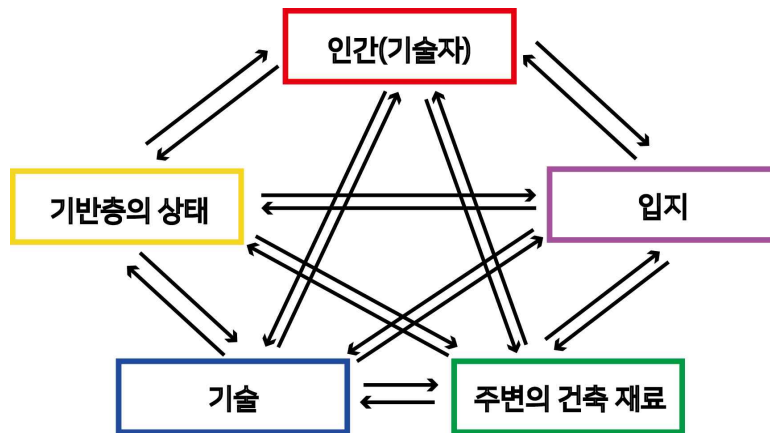
방에는 비슷한 기술이 사용되었던 것으로 파악되지만(표 11), 축조 공정 각 단계를 구분지어 살펴보면 다양한 양상이 관찰된다(표 10). 예를 들어 거의 모든 제방에서 채택한 기술인 부엽공법은 제방별로 사용된 단계가 다르며, 공정 2~4단계에 걸쳐 폭넓게 사용되고 있다. 부엽공법은 흙의 전단강도·접착력 증가, 흙의 단위 중량 감소, 원활한 배수의 유도 등 다양한 기능을 수행한다(표 6). 주로 2단계에 사용되는 경향이 있으나 3~4단계에 쓰이는 경우도 있다. 특히 울산 약사동 제방과 제천 의림지에서는 부엽공법이 2단계 공정에 쓰이지 않고 3~4단계에 쓰였다는 것이 특징적이다. 2단계 공정에 사용된 부엽공법은 작업 대상물의 입지적 특성 중 기반층과 밀접한 관련이 있는 것으로 추정되는데, 주로 기반에서 물이 용출하는 것에 대응하거나 연약지반을 보강하기 위한 목적으로 사용되었다. 제방은 보통 계곡이나 물이 흐르는 길목에 축조되기 때문에 대부분의 유적에서 이러한 지반의 특성을 확인할 수 있다. 이러한 지반의 한계를 보완하고자 부엽공법을 사용하는데, 그 목적은 원활한 투수의 유도, 상부 성토층과의 접착력 증대에 있다. 이와 달리 3~4단계 사용된 부엽공법의 경우, 기반층을 보강하기 위한 목적이 아니라 토압을 분산시켜 제체의 성토 높이를 높이고 미끄러짐 현상을 방지하기 위함이다.

이렇듯 동일한 축조 기술이어도 서로 다른 공정 단계에 상이한 목적으로 사용되기도 하며, 그 기술을 사용하는 방식에도 차이점을 지닌다. 예를 들어 부엽공법은 특정 층에 걸쳐 전반적으로 사용되거나 부분적으로 사용된 경우로 나뉘는데, 이는 공정 단계와 관련된다. 대체로 2단계에서 그 사용 범위가 광범위하고 3~4단계에서는 그 범위가 국소적인 경향을 보인다. 그리고 부엽의 재료나 시설 횡수도 공정 단계별, 각 제방별로 다양하게 나타난다. 이는 블록 기법의 사용 방식에서도 나타나는 양상이다. 블록은 수평면 혹은 요철면 형성, 전단강도 증가, 하층의 균등 분산, 미끄러짐 방지를 목적으로 사용되는데, 재료에 따라 점토블록, 표토블록, 토낭으로 나뉜다(손재현 2015a). 제방 축조에는 전 과정에 걸쳐 점토블록이 사용되는 경우가 많은데, 이는 주변의 채토 환경과 관련된다. 제방은 보통 곡부 혹은 습지에 조성되어서 주변에서 실트를 채토하는 것이

비교적 수월하다. 따라서 김제 벽골제에서 점토블록 외에 표토블록이나 토낭이 확인된 점은 주목할 만하다. 마찬가지로 3단계의 심은 제방 축조 시 그 위치가 일관되게 확인되지 않으며 사용된 재료에도 차이가 있다. 그리고 제내지와 제외지 중 어느 면을 중심으로 심의 축조가 시작되고, 또 어느 방향으로 성토가 이루어지는지, 심을 구성하는 재료가 무엇인지 등에 따라 제방별로 다양한 양상이 확인된다.

다음으로, 성토에 사용된 재료에도 차이점이 있다. 예를 들어 김해 봉황동 제방은 다른 제방들과 달리 돌이 주요 성토재로 사용되었다. 이는 주변에서 흙보다 돌을 구하기 쉬웠던 환경, 돌로 축조하는 기술에 대한 지식이 갖추어져 있었을 가능성 등으로 설명할 수 있다. 또한 김해 봉황동 제방과 울산 약사동 제방에서는 다른 곳에서 사용되지 않은 패각 혹은 패분이 성토재로 사용되고 있다. 이 역시 주변에서 패각을 접하기 쉬웠던 환경, 그에 따라 패각의 기능에 대한 지식이 갖추어진 것이 어우러져 나타난 결과로 보인다.

다음으로, 제방의 조사 구간에 따라 축조 양상도 다양하게 나타난다. 예를 들어 함안 가야리 제방은 하천을 따라 길게 축조되어 기반층의 상태가 일정하지 않은데, 기반이 하상퇴적층(역층)으로 구성된 구역에서만 2단계에 부엽공법이 사용된다. 그러나 이를 단지 기반층의 상태에서 기인한 양상으로만 볼 수 없는데, 울산 약사동 제방과 제천 의림지 역시 기반층이 하상퇴적층(역층)으로 구성되어 있지만 2단계에 부엽공법이 사용되지 않았기 때문이다. 한편 가야리 제방에서는 기본적으로 제내지에서 제외지 방향으로 축조가 이루어지나, 기반층이 하천역층인 구간에서만 제외지에서 제내지 방향으로 축조가 이루어진다. 제천 의림지의 경우, 두 차례(1972년, 2013년)에 걸쳐 다른 구역(서쪽, 남쪽)이 조사되었는데 성토 양상이 판이하게 나타난다. 이는 조사자의 조사 방식에 따른 차이, 절개면의 위치 및 단면적 차이, 당시 제방을 축조할 때 특정 요인 때문에 구간별로 다른 성토 방식을 쓸 수밖에 없었기 때문에 나타난 양상으로 볼 수 있다.



<그림 89> 제방 축조에 영향을 주는 다양한 요인

이와 같이 축조 기술의 변형·응용 양상이 확인되는데, 이를 주변 환경에서 구할 수 있는 성토재의 종류, 기술에 대한 이해 수준의 차이, 각각의 상황에 필요한 기술의 차이 등에 따른 결과로 설명할 수 있을 것이다. 또한 앞 단계에서 이루어진 선택이 뒤의 선택지를 제한한다는 작업 연쇄의 특징도 이러한 양상을 이해하는데 도움을 준다. 성토구조물이 축조되는 기반의 상태가 1·2단계 공정의 기술 선택에 영향을 주고, 연쇄적으로 2단계 공정에 사용된 기술이 3단계 공정에 사용될 기술의 선택 폭을 제한할 수 있으며, 각 공정 단계 안에서도 매 순간마다 이전의 선택이 차후의 선택에 영향을 미쳤을 것이다. 이는 제방을 축조하는 기술자, 기반층의 상태, 입지, 기술, 주변의 건축 재료 등 다양한 요소들 간 끊임 없는 상호작용의 일면을 보여주기도 한다(그림 89).⁵³⁾

53) 이 부분은 행위자-네트워크 이론(Actor-Network Theory)과 관련될 수 있다. 이 이론은 인간과 비(非)인간적 요소들을 동등하게 보고 그들의 상호작용으로 형성된 다양한 종류(heterogeneous)의 네트워크에 주목한 방법론이다(브루노 라투르 외 2010: 7, 9). 그리고 이를 고고학에 적용한 것이 대칭적 고고학(Symmetry Archaeology)인데, 여기에서는 비인간 행위자(actor)가 우리의 일상 생활을 방해하거나 도와준다고 본다(Olsen 2003: 88). 이것들을 참고하면, 인간과 유사하게 비인간 요소도 행위능력(agency)을 지닐 수 있기에, 인간이 비인간적 요소를 완전히 통제(control)하는 것은 불가능하다. 우리는 특정 목적을 달성하기 위해 늘 새로운 기술을 도입하지만 그것을 완벽히 통제하여 적용할 수 없

여기서 언급한 요소들 외에 제방 축조와 각각의 작업 공정에 영향을 준 다양한 요소들이 있었을 것이나 그러한 것들을 전부 밝혀내는 것은 현실적으로 쉽지 않다. 그동안의 연구에서 주목하지 않았지만 다양하게 나타나는 기술의 사용 양상을 추적하고 그것에 대한 설명을 시도하고자 했다는 것에 작은 의미를 둘 수 있을 것이라 생각한다.

고, 도입된 기술을 시행착오 없이 바로 사용할 수도 없다(브루노 라투르 외 2010: 142). 즉 제방의 축조를 기술자(인간), 기반층(비인간), 불(반)투수성 성토재(기술=비인간), 부엽공법(기술=비인간) 등의 상호작용으로 볼 수 있는 것이다.

이러한 이론들을 도입하여 본 자료를 해석하기에는 아직 한계가 있지만, 추후에 자료가 더 축적되어 많은 수의 성토구조물을 비교 검토할 경우에 이러한 이론이 필요할 가능성이 제기된다.

V. 맺음말

최근 거대 성토구조물 축조 기술에 관한 논의가 활발하게 진행되고 있다. 연구의 경향은 축조 기술의 파악에만 그치는 것이 아니라 당대 정치 체 간 기술 확산에 이르는 등 연구의 폭도 넓어지고 있다. 이에 따라 다양한 이론과 방법론이 새롭게 요구되고 있다. 하지만 그간 기술 확산에 대한 주된 논의는 문헌자료를 토대로 전개되어 왔음은 주지의 사실이다. 물론 한편에서는 토목공학적 접근을 토대로 축조 기술의 연구가 이루어지고 있지만 여기에는 개별 기술이나 유적을 주 연구 대상으로 한정하고 있다는 문제가 있다. 따라서 축조 기법의 연구를 넘어 다양한 방식과 관점의 연구가 진행될 필요성이 있다. 그 이유는 한국 고대 성토구조물은 해당 정치체가 다양한 정치·사회적 맥락에서 당대의 과학 기술을 적용하여 이루어낸 결과물이며 따라서 이에 대한 연구는 해당 사회의 정치·경제·사회적 특징을 이해할 수 있는 단서를 제공할 수 있기 때문이다.

이 연구는 이러한 문제의식에서 출발하여 고대 제방을 연구 대상으로 삼아 당대 기술 사용의 양상을 고고학적으로 검토하고, 기술의 수용 및 확산 과정을 자세히 살펴봄에 여기에 담긴 다양성을 규명하고자 했다. 먼저 자료를 이해하고 정리하기 위한 틀로 작업 연쇄를 채택하여 축조 공정의 세분화 및 표준화를 시도했고, 이를 기반으로 각각의 유적을 분석하여 제방의 축조 공정을 복원했다. 여기에서 추출된 1차 자료의 검토 결과를 바탕으로 유적 간 축조 기술의 비교분석 작업을 수행했고, 그에 따른 분석 결과를 종합적으로 이해하고자 했다.

제방을 비교분석한 결과는 크게 두 가지 양상으로 정리할 수 있다. 각 축조 공정 단위별로 사용된 기술을 상호 비교했을 때, 제방들은 여러 그룹으로 불규칙하게 분절되는 양상을 보였다. 하지만 축조 공정 단계를 세분하지 않고 상호 비교했을 경우 대부분의 제방이 단일 그룹화되는 양상을 보였다. 이는 고대 제방 축조에 쓰인 기술의 종류는 제한적이었거나 비슷했던 반면, 그러한 기술들이 동일 단계에 같은 방식으로 사용되지 않고 축조 주체마다 그 기술을 참고하되 각각의 사정에 따라 변용하

였을 가능성을 시사한다. 이러한 양상은 광역적 유사성 내 개별적 변이라는 개념으로 설명할 수 있다.

위와 같은 방법을 통해 선행 연구와 발굴조사된 자료를 면밀하게 재검토하였고, 그 결과값을 통해 기존 연구에서 주목받지 못한 점에 대한 재해석을 수행하는 동시에 개별 유구에 대한 축조 기술 분석, 종합적 축조 기술 분석, 작업 연쇄의 적용을 통한 논의 영역의 확장을 시도하고자 하였다. 검토한 자료를 기반으로 작업 연쇄를 복원하였고, ‘축조 공정별 사용된 기술의 비교’라는 성토구조물 차원에서 비교를 위한 방법론을 제시했다. 그리고 기존 연구에서 이야기되고 있는 기술의 확산이라는 현상 외에도 그 안에서 나타나는 기술의 다양한 사용 양상도 확인할 수 있었다.

한편 주어진 자료를 바탕으로 각 제방의 작업 연쇄를 복원했으나 특정 기술을 선택한 이유, 동일한 단계에서 제방별로 다른 기술이 사용되는 이유를 상세히 규명하지 못했다는 데에 아쉬움이 있다. 그리고 깊이 있는 토목공학적 분석 및 해석의 부재, 기술 선택에 영향을 준 다양한 요소들에 대한 면밀한 고려 부족, 초축 시기 판단의 어려움 등과 관련된 어려움이 많았던 것은 사실이다. 향후 이러한 미진했던 점들을 보완하고 이번 연구를 발판 삼아 분석 대상 유적과 지역의 확장과 더불어 동아시아와 다른 성토구조물 차원으로 연구의 확장을 꾀하고자 한다. 이를 통해 당대의 거대 성토구조물에 담긴 축조 기술을 단순히 하나의 기술로만 이해하는 것이 아니라, 그 사회 속에 내재된 지식의 결정체로 이해하며 그 맥락 속에서 전개된 다양한 요소들의 상호작용과 의사결정의 일면으로 이해하는데 기여해 나가하고자 한다.

참 고 문 헌

- 경남고고학연구소, 2007a, 『金海 鳳凰洞 遺蹟: 金海 韓屋生活體驗館 适成 敷地 内 遺蹟 發掘調査 報告書-本文, 圖面』, 慶南考古學研究所 遺蹟發掘調査報告書.
- _____, 2007b, 『金海 鳳凰洞 遺蹟: 金海 韓屋生活體驗館 适成 敷地 内 遺蹟 發掘調査 報告書-圖版』, 慶南考古學研究所 遺蹟發掘調査報告書.
- 경남문화재연구원, 2014, 『밀양 구위양지』, 學術調査研究叢書 第106輯.
- 경상북도문화재연구원, 2005, 『(상주 공검지 복원·정비사업부지 내) 유적 발(시)굴조사 약보고서』.
- _____, 2013, 『공검지 제방 유적』, 學術調査報告書 第204冊.
- 곽중철, 2010, 「청동기시대~초기철기시대의 수리시설」, 『韓國古代의 水田 農業과 水利施設』, 한국고고환경연구소 편, 한국고고환경연구소 학술총서 8, 231-315쪽, 서울: 서경문화사.
- 국립나주문화재연구소, 2012, 『영암 옥야리 방대형고분 제1호분 발굴조사 보고서』.
- 국립문화재연구소, 2009, 『韓國考古學專門事典: 古墳篇』.
- 국립중앙과학관·한신대학교, 2012, 『삼국시대 성곽축조기술에 반영된 거 래과학기술 원리』.
- 국립중원문화재연구소, 2014, 『堤川 義林池 시·발굴조사보고서』, 學術研究叢書 第13冊.
- 권오영, 2002, 「방어취락의 발전과 토성의 출현」, 『강좌 한국고대사』 7, 韓國古代史研究會 편, 서울: 가락국사적개발연구원.
- _____, 2004, 「物資·技術·思想의 흐름을 통해 본 百濟와 樂浪의 교섭」, 『漢城期 百濟의 物류시스템과 對外交渉』, 한신대학교학술원, 225-258쪽, 서울: 학연문화사.
- _____, 2010, 「고대 성토구조물의 축조 기술과 의림지」, 『의림지의 역사적 가치와 활용양상』, 충북대학교 중원문화연구소 편, 의림지 국

- 제학술회의, 청주: 충북대학교 중원문화연구소.
- _____, 2011, 「고대 성토구조물의 성토방식과 재료에 대한 시론」, 『漢江考古』 5: 75-94.
- _____, 2012, 「고대 성토구조물의 재료에 대한 재인식」, 『백제와 주변세계』, 강정원·노중국·성주탁 교수 추모논총 간행위원회, 668-679쪽, 과천: 진인진.
- _____, 2013, 「삼국시대 거대 토목구조물의 축조 기술-성과 제방을 중심으로」, 『연산동고분군의 의의와 평가』, 부산광역시 연제구청·부산대학교 박물관 국제학술심포지엄, 63-84쪽, 부산: 부산대학교박물관.
- _____, 2014, 「토목기술과 도성조영」, 『삼국시대 고고학개론 1』, 대한문화재연구원 엮음, 대한문화재연구원 학술총서 5, 8-61쪽, 과천: 진인진.
- 권오영·심광주·홍보식·성정용·이영철·조운재·배병선·곽동석, 2019, 『한국 전통시대의 토목문명』, 과주: 들녘.
- 김강남, 2012, 「5~6세기 금호강유역 봉토분의 축조방식과 성격」, 영남대학교 대학원 고고학과 석사학위논문.
- 김동욱, 2013, 『(한국의 탐구)조선시대 건축의 이해』, 서울: 서울대학교출판부.
- 김용민, 1997, 「부소산성의 성벽축조 기법 및 변천에 대한 고찰」, 『한국상고사학보』 26: 89-140.
- 김재호, 2013, 「제천 의림지(義林池)의 수리사적(水利史的) 특징과 의의」, 『민속학연구』 32: 61-80.
- 김종일, 2010, 「고고학에서 이주의 개념과 물질문화의 변이」, 한국고고학전국대회 발표문, 11-33쪽.
- 김진만·이희범·양숙자, 2012, 「지반공학적 연구를 통한 함안 성산산성의 부엽공법 조사」, 『韓國考古學報』 83: 130-151.
- 김진호, 2012, 『과학이 깃든 고대고분: 청소년을 위한 역사과학여행』, 과천: 진인진.

- 김찬영, 2012, 「상주 공검지 제방 유적」, 『유적조사발표회 2012』, 한국고고학회, 412-426쪽.
- 노중국, 2015, 「한국고대 수리시설의 역사성과 의미」, 『新羅文化』 45: 123-147.
- _____, 2017, 「한·중·일 고대 수리시설과 약사동 제방」, 『울산 약사동제방유적전시관』, 약사동제방유적전시관, 88-103쪽.
- 대동문화재연구원, 2015, 『달성 성하리유적 II』, 學術調查報告 第73輯.
- 동아세아문화재연구원, 2012, 『梁山 勿禁 黃山堰』, 發掘調查 報告書 第63輯.
- 민덕식, 1991, 「三國時代 築城法에 관한 몇가지 試考」, 『백산학보』 38: 23-84.
- 박원호·서치상, 2009, 「판축토성(版築土城)의 기원과 변천에 관한 시론」, 『한국건축역사학회 춘계학술발표대회 논문집』, 275-287쪽.
- 박종철·장용채·백인철·정동환, 2015, 「연약지반상 압성토의 최적단면 및 측구위치 결정을 위한 해석적 연구」, 『한국지반신소재학회 논문집』 14(1): 51-58.
- 백종오, 2004, 「百濟 漢城期 山城의 現況과 特徵」, 『백산학보』 69: 135-176.
- 브루노 라투르 외, 홍성욱 역음, 2010, 「인간·사물·동맹: 행위자네트워크 이론과 테크노사이언스」, 서울: 이음.
- 서정석, 2013, 「백제산성이 일본 ‘朝鮮式山城’에 끼친 영향」, 『역사와 담론』 67: 151-195.
- 성정용, 2009, 「고대 수리시설의 발달과정과 의림지의 특징」, 『의림지의 탄생배경과 그 역사성』, 충북대학교 중원문화연구소, 111-124쪽.
- _____, 2010, 「고대 수리시설의 발달과정으로 본 의림지의 특징과 의의」, 『중원문화연구총서』 14: 103-126.
- _____, 2015, 「우리나라 先史~中世水利施設의 類型과 發達過程」, 『한국상고사학보』 87: 77-98.
- 손영식, 2009, 『한국의 성곽』, 서울: 주류성.
- 손재현, 2015a, 「韓國 古代 盛土構造物에서 土塊의 사용과 그 의미」, 한신대학교 대학원 국사학과 석사학위논문.
- _____, 2015b, 「한국 고대 성토구조물에서 토괴의 기능과 의미」, 『중앙

- 고고연구』 17: 1-46.
- 신희권, 2008, 「중한(中韓) 고대(古代) 축성방법(築城方法) 비교(比較) 연구(研究)-서산성지(西山城址)와 풍납토성(風納土城)의 비교를 중심으로-」, 『호서고고학』 18: 56-77.
- _____, 2014a, 「관축토성(版築土城) 축조 기법(築造技法)의 이해(理解): 풍납토성(風納土城) 축조 기술(築造技術)을 중심(中心)으로」, 『문화재』 47(1): 102-115.
- _____, 2014b, 「삼국시대 토축구조물의 부엽법(敷葉法) 연구」, 『白山學報』 98: 357-389.
- 심규훈, 2016, 「백제성곽의 축조 기법 연구」, 공주대학교 대학원 사학과 석사학위논문.
- 심정보, 2009, 『백제 산성의 이해』, 서울: 주류성.
- 심현철, 2013, 「新羅 積石木槨墓의 구조와 축조 공정」, 『韓國考古學報』 88: 72-119.
- _____, 2016, 「적석목곽분의 축조 과정과 매장 프로세스(process)」, 『고고학지』 22: 59-83.
- _____, 2020, 「新羅 積石木槨墓 研究」, 부산대학교 대학원 고고학과 박사학위논문.
- 약사동제방유적전시관, 2017, 『울산 약사동제방유적전시관』.
- 양기석, 2009, 「제천 의림지의 역사성과 가치」, 『의림지의 탄생배경과 그 역사성』, 충북대학교 중원문화연구소, 3-22쪽.
- 오강석, 2007, 「百濟 漢城期 城郭 研究」, 세종대학교 대학원 역사학과 석사학위논문.
- 우리문화재연구원, 2010, 『咸安 伽倻里 堤防遺蹟』, 우리문화재연구원 학술조사보고 24책.
- _____, 2012a, 『蔚山 藥泗洞 遺蹟-本文』, 학술조사보고 53책.
- _____, 2012b, 『蔚山 藥泗洞 遺蹟-寫眞』, 학술조사보고 53책.
- _____, 2013, 『咸安 伽倻里 堤防遺蹟 2』, 학술조사보고 64책.
- _____, 2020, 『청주 다락~태성간 도로확·포장공사 구간 내

- 문화재 발굴(정밀)조사 약식보고서』.
- 우효섭·오규창·류권규·최성욱, 2018, 『(인간과 자연을 위한) 하천공학』,
과주: 청문각·교문사.
- 유휘, 1998, 『(동양 최고의 수학서) 구장산술』, 유휘 엮음, 김혜경·윤주영 역,
서울: 서해문집.
- 윤무병, 1992, 「김제 벽골제 발굴보고(發掘報告)」, 『백제연구총서』 2: 345
-376.
- 이보경, 2014, 「三國~朝鮮時代 貯水池 堤防의 構造와 築造方法」, 부산
대학교 대학원 고고학과 석사학위논문.
- 이송·채점식·김홍철, 2004, 『(새로운) 토목시공학』, 서울: 기문당.
- 이종욱, 1974, 「南山新城碑를 통하여 본 新羅의 地方統治體制」, 『역사학
보』 64: 1-69.
- 이혁희, 2013, 「漢城百濟期 土城의 築造技法」, 한신대학교 대학원 국사
학과 석사학위논문.
- 이흥중, 2010, 「의림지 충적지의 고지형 분석」, 『의림지의 역사적 가치와
활용양상』, 충북대학교 중원문화연구소, 25-31쪽.
- 이희범, 2012, 「함안 성산산성의 부엽공법에 대한 지반공학적 연구」,
부산대학교 대학원 사회환경시스템공학과 석사학위논문.
- 장철희·김현준·성정용, 2015, 「地形과 水文學的分析을 통해 본 古代水利
施設의 農業生産力연구」, 『한국상고사학보』 89: 71-86.
- 전라문화유산연구원, 2020, 『김제 벽골제유적』, 조사연구보고서 제69책.
- 전북문화재연구원, 2014, 『김제 벽골제 I』, 유적조사보고 77.
_____, 2015, 『김제 벽골제 II』, 유적조사보고 82.
_____, 2017a, 『김제 벽골제 III』, 유적조사보고 87.
_____, 2017b, 『金堤 碧骨堤 IV』, 유적조사보고 94.
- 전용호, 2014, 「영암 옥야리방대형고분의 대외교류상과 연대관」, 『고
분을 통해 본 호남지역의 대외교류와 연대관』, 제1회 고대 고분
국제학술대회, 국립나주문화재연구소.
- 정인구, 1974, 「의림지 축제에 관한 일고찰」, 『한국산림과학회지』 23(1):

- 29-33.
- _____, 1982, 「천여년전(千餘年前)의 땀 축제기술과 용두산의 임상 변천」, 『한국전통조경학회지』 1(1): 63-73.
- 조영현, 1993, 「封土墳의 盛土方法에 관하여: 區分盛土現象을 中心으로」, 『영남고고학보』 13: 31-54.
- _____, 2002a, 「韓日封土墳의 築成方式に關する研究」, 福岡大學 博士論文.
- _____, 2002b, 「皇南大塚과 天馬塚의 區劃築造에 대하여」, 『영남고고학보』 31: 83-116.
- _____, 2010, 「羅州伏岩里3號墳의 區劃築造」, 『한국고고학보』 77: 97-126.
- 충청남도역사문화연구원, 2007, 『백제의 건축과 토목』, 공주: 충청남도역사문화연구원.
- 한겨레문화재연구원, 『울산 약사동 원약 유적』, 학술조사보고서 16.
- 한국수자원학회, 2009, 『하천설계기준·해설』, 서울: 한국수자원학회.
- 한국지질자원연구원, 2009, 『제천 의림지 제4기 지질환경 및 자연과학분석 연구』.
- 홍보식, 2012a, 「황혈식·황구식석실분의 봉분 조성 방식 검토」, 강정원·노중국·성주탁 교수 추모논총 간행위원회, 644-667쪽, 과천: 진인진.
- _____, 2012b, 「삼국시대 고총고분의 봉분 조사방법과 과제」, 『한국고고학전국대회 발표문』, 285-294쪽.
- _____, 2013, 「고총고분의 봉분 조사 방법과 축조기술」, 『삼국시대 고총고분 축조 기술』, 대한문화재연구원 엮음, 12-87쪽, 과천: 진인진.
- 홍진석, 2011, 「영산강유역 고분의 분구 축조과정」, 목포대학교 대학원 고고문화인류학과 석사학위논문.
- 황상일, 2017, 「김제 벽골제 지역 Holocene 충적평야 지형발달과 초축 벽골제 기능에 대한 논의」, 『金堤 碧骨堤 IV』, 123-139쪽.
- 奈良縣立橿原考古學研究所, 2008, 「薩摩遺跡第8次調査 現地説明會資料」.
- 大阪府狹山池博物館, 2002, 『大阪府狹山池博物館 常設展示案内』, 第2版.
- 小山田宏一, 2009, 「日本 古代 水利遺蹟의 保存과 活用事例-大阪府 狹山池 土木遺産의 保存과 繼承」, 『의림지의 탄생배경과 그 역사

- 성』, 충북대학교 중원문화연구소·한국 제4기 학회, 제천 의림지 국제학술회의, 163-172쪽, 청주: 충북대학교 중원문화연구소.
- 青木敬, 2013, 「日本古墳の墳丘築造技術とその系統」, 『蓮山洞古墳의 意義와 評價』, 國際學術심포지엄 資料集, 釜山大學校博物館, 29-59쪽.
- _____, 2016, 「분구규격(墳丘規格)·축조법(築造法)」, 『일본 코훈시대 연구의 현상과 과제』 上, 박천수 역, 354-377쪽, 과천: 진인진.
- _____, 2017, 『土木技術の古代史』, 東京: 吉川弘文館.
- 狹山地調査事務所, 1998, 『狹山地』.
- Cresswell, R., 1990, 'A new technology' revisited, *Archaeological Review from Cambridge* 9(1): 39-54.
- Kloukinas, D., 2014, Neolithic building technology and the social context of construction practices: the case of northern greece, ProQuest Dissertations Publishing.
- Olsen, B., 2007, Keeping things at arm's length: a genealogy of asymmetry, *World archaeology* 39, 579-588.
- Ryan, K., 2009, The significance of choice in the Late Dorset technology of domestic architecture, ProQuest Dissertations Publishing.
- Sillar, B., Tite, M.S., 2000, The challenge of 'technological choices' for materials science approaches in archaeology, *Archaeometry* 42: 2-20.

Abstract

An Examination on the Building Technologies of Embankments from the Ancient Period of Korea

Jo, Mirae

Department of Archaeology and Art History

The Graduate School

Seoul National University

This thesis explores the building processes and technologies of seven embankments (excavated from 1972 to the present) from the ancient period of Korea. The existing works on embankments predominantly deal with the building techniques and the dispersal of such methods. Comparably less research has been conducted on the embankments themselves. Moreover, research on the dispersal of such technological methods have been based on historical records more so than the archaeological data.

Recognizing such limitations, this research analyzes the archaeological materials, with particular focus on identifying and cataloguing the building techniques of the embankments. The underlying questions were threefold: 1) Is it possible to track and identify the dispersal of technologies to other parts of the Korea Peninsula through the assessment of the archaeological materials? 2) Why do existing studies regard similarities or differences of

construction technologies to be representative of specific periods or cultures? 3) How can we explain the factors that bring about similarities and differences of technologies? To approach these questions, first, this research examined the building techniques per stage (four in total) through the lens of *Chaîne Opératoire*. Second, it identified the similarities and differences among the embankment sites based on the building techniques that were used.

The findings from this research are as follows. The first is that, when the techniques applied to embankment construction are considered as a whole (i.e. without taking into consideration the different stages - four in total - of the construction processes), significant similarities can be found among embankments in terms of the techniques used. The second is that if one breaks down the construction processes into four stages, then numerous differences can be identified. Such findings indicate that while the types of techniques used for constructing the embankments were limited, the way in which the techniques were used varied according to each embankment site. This reveals that, despite the common use of broadly similar technologies, modifications were clearly made when applying each technique to each stage of construction according to the purpose of each construction stage, as well as the surrounding environment. The conclusion is that amidst the broad similarities, differences can be clearly observed, indicating both the dispersal of the construction technologies as well as the diverse uses of them.

Keywords: Embankment, earthen structure, *Chaîne Opératoire*, building process, building technology, Ancient period of Korea

Student Number : 2017-20672