

목 차

I. 머리말	1
1. 과업의 배경	1
2. 과업의 필요성 및 목적	7
3. 과업의 범위	8
가. 공간적 범위	8
나. 내용적 범위	8
4. 과업 수행 방법	10
5. 과업 기간	12
6. 과업 수행진 구성	12
II. 화석산지 현황	14
1. 일반 현황	14
가. Mill Caynon Tracksite	14
나. Western Colorado Tracksite	15
2. 화석산지의 지질 개요	18
가. Mill Canyon Tracksite의 지질	18
나. Western Colorado Tracksite의 지질	20
III. 화석산지 현장 조사	24
1. Mill Canyon Tracksite 야외 조사	24
2. Western Colorado Tracksite 야외 조사	33
가. 조각류 공룡 발자국 화석	37
나. 안킬로사우르스 발자국 화석	38

다. 공룡 발자국 이외의 발자국들	40
1) 수영 흔적 화석의 특징	40
2) 익룡 수영 흔적의 특징적인 형태	41
3) D-E NCA의 익룡 수영 흔적	42
4) D-E NCA의 악어 수영 흔적	47
5) 거북 수영 흔적의 특징적인 형태	52
6) D-E NCA의 거북 수영 흔적	52
3. 야외 조사의 기간 및 성과	53
IV. 국내·외의 유사 화석산지	60
1. 두 발가락 공룡 발자국 화석산지	60
2. 수영 흔적 화석산지	70
V. 화석산지 관리 기법 조사	79
1. 국내의 화석산지 관리 및 활용 현황	79
2. 미국의 화석산지 관리 및 활용 사례	87
가. Florissant Fossil Beds National Monument	87
1) 화석산지의 현황	87
2) 관리 및 운영 실태	91
나. Red Gulch 쥐라기 공룡 발자국 화석산지	104
1) 화석산지의 현황	104
2) 관리 및 운영 실태	105
다. Dinosaur Ridge	111
1) 화석산지의 현황	111
2) 관리 및 운영 실태	112
VI. 공룡 발자국 레플리카 제작	124
1. 레플리카 제작 방법	124

가. 실리콘 몰드 제작법	124
1) 외부 몰드(외형) 제작	125
2) 내부 몰드(내형, 복제품) 제작	125
나. 라텍스 몰드 제작법	125
다. 석고 몰드 제작법	126
라. 인상재	127
1) Alginate 인상재	128
2) Silicon 인상재	129
마. 에폭시 본드	130
바. 폴리에스터 수지	130
사. 탈형 시스템	131
2. 레플리카 제작	132
 VII. 결론 및 제언	 142
1. 연구 결과	142
2. 결론 및 제언	143
 VIII. 참고문헌	 145

표 차 례

표 1. 화석 관련 지정 문화재 목록	4
표 2. 한반도 백악기 공룡해안 화석산지	6
표 3. 과업의 내용과 대상 지역	9
표 4. 화석산지 좌표, 고도, 채집 표본 및 도면 번호	54
표 5. Western Colorado의 표본 목록 및 세부 사항	56
표 6. 국가별 두 발가락 공룡 발자국 화석산지	62
표 7. 중생대에서 산출되는 두 발가락 공룡 발자국 화석산지	63
표 8. 해남 우항리 공룡 화석산지 시설 현황	80
표 9. 진주 가진리 새 발자국과 공룡 발자국 화석산지 현황	81
표 10. 고성 덕명리 공룡 발자국 화석산지 현황	83
표 11. 화성 고정리 공룡알 화석산지 현황	84
표 12. 보성 비봉리 공룡알 화석산지 현황	85
표 13. 화순 서유리 공룡알 화석산지 현황	86
표 14. 미국 화석산지의 시설 현황과 특징	123
표 15. 각종 인상재의 종류, 조성 및 용도	127
표 16. Alginate 인상재의 종류와 사용 방법	128
표 17. 실리콘 인상재의 치수 안정성	130

그 림 차 례

그림 1. 세계유산 상징 도안	1
그림 2. (사)한국지질유산연구센터와 미국 University of Colorado 간의 협약서	10
그림 3. Mill Canyon Tracksite(좌)와 화석산지 조사 모습	11
그림 4. Western Colorado 화석산지 1차 야외 조사 모습	11
그림 5. Western Colorado 화석산지 2차 야외 조사 모습	12

그림 6. Mill Canyon Tracksite의 위치	14
그림 7. Mill Canyon Tracksite의 안내판	14
그림 8. Mill Canyon Tracksite의 지질도	14
그림 9. Western Colorado Tracksites의 위치	15
그림 10. Western Colorado Tracksites 지역의 지질도	16
그림 11. 화석산지 조사에 사용된 지형도	17
그림 12. Cedar Mountain, Barro Canyon과 Dakota formations의 분포(좌)와 Cedar Mountain과 Dakota formations의 노두 분포(우)	18
그림 13. Grand County 지역 Cedar Mountain Formation의 주상도	19
그림 14. 콜로라도 Delta의 남서쪽 약 11km에 위치한 Delta와 Montrose 카운티 경계에서 아주 가까운 25 Mesa Road의 Dakota Group의 대표적인 층준	21
그림 15. Mill Canyon Tracksite의 전경	24
그림 16. Mill Canyon Tracksite에서 산출되는 수각류 보행렬	25
그림 17. Mill Canyon Tracksite의 다양한 수각류 공룡 발자국 화석	25
그림 18. Mill Canyon Tracksite의 수각류 발자국과 보행렬 도면	26
그림 19. Mill Canyon Tracksite의 두 발가락 공룡 발자국 보행렬	27
그림 20. Mill Canyon Tracksite의 두 발가락 수각류 발자국	28
그림 21. Mill Canyon Tracksite의 두 발가락 수각류 발자국	29
그림 22. 용각류와 수각류 발자국 화석이 함께 산출되는 모습	30
그림 23. 용각류 앞발자국	30
그림 24. Mill Canyon Tracksite의 두 발가락 수각류, 조각류, 용각류 앞발자국 보행렬	31
그림 25. Mill Canyon Tracksite의 발자국 화석 분포도	32
그림 26. 현장 조사 전 회의 모습과 화석산지에 대한 의견 교환	33
그림 27. Banner Road 화석산지 전경	34
그림 28. Banner Road 화석산지와 조각류 공룡 발자국 화석	35
그림 29. Banner Road 화석산지의 조각류 보행렬, 주상도 및 수각류 공룡 발자국	36
그림 30. 다양한 장소에서 산출된 조각류 발자국 화석	37
그림 31. 노두에서 분리되기 직전의 안킬로사우르스 발자국 캐스트(좌)와 채집 후(우)	38
그림 32. 캐스트 형태로 산출되는 안킬로사우르스 발자국 화석	39

그림 33. 안킬로사우르스의 보행렬	39
그림 34. 안킬로사우르스의 앞발자국(D)과 뒷발자국(E)	40
그림 35. 익룡의 수영 흔적 화석	43
그림 36. 특징적인 뒷발가락의 길이 비율($\text{II}=\text{III} > \text{I}=\text{IV}$)이 나타나는 익룡의 수영 흔적 ...	44
그림 37. 5개의 전석 표본에 보존된 익룡 수영 흔적	45
그림 38. 잘 발달된 물갈퀴 흔적을 보여주는 익룡 뒷발자국 수영 흔적	46
그림 39. 악어 수영 흔적	48
그림 40. 악어 수영 흔적	49
그림 41. 3개의 발가락 흔적을 가진 전형적인 악어 수영 흔적	50
그림 42. 길이 6m, 폭 1-2m의 층리면에 보존된 악어 수영 흔적	51
그림 43. 캐스트 형태로 보존된 거북 보행렬	53
그림 44. 연구 기간 및 성과	54
그림 45. 데이노니쿠스류의 공룡. 데이노니쿠스, 드로마에오사우르스, 벨로시렙터, 마이크로 렙터	61
그림 46. 데이노니쿠스류의 발가락 골격	61
그림 47. 두 발가락 공룡 발자국과 보행렬. 좌로부터 콜로라도 Gateway, 유타 Grand County, 유타 아치스 국립공원(A와 B), 중국 시쑤안(<i>Velociraptorichnus sichuanensis</i>), 모로코 Ait Blal에서 산출	64
그림 48. 좌로부터 폴란드 Mlynarka Mt(<i>Velociraptorichnus</i> ichnosp.), 중국 간수, 독일 Obernkirchen 지역에서 산출된 두 발가락 공룡 발자국 화석	65
그림 49. 모로코에서 발견된 두 발가락 공룡 발자국(Ishigaki and Lockley, 2010)	65
그림 50. 아프리카 니제르 Agadez에서 산출된 두 발가락 공룡 발자국	66
그림 51. 중국 산둥 지역에서 산출된 두 발자국 공룡 발자국	66
그림 52. 중국 간수 지역에서 산출된 두 발가락 공룡 발자국	67
그림 53. 경남 남해군 창선면 추도에서 발견된 두 발가락 공룡 발자국	67
그림 54. <i>Dromaeosauripus hamanensis</i> 의 보행렬과 발자국	68
그림 55. 경남 창선면 가인리에서 발견된 두 발가락 공룡 발자국	69
그림 56. 경남 사천시 서포면에서 발견된 두 발가락 공룡 발자국	69
그림 57. 경남 진주시 지수면(좌)과 경남 고성군 동해면(우)에서 발견된 두 발가락 공룡 발	

자국	70
그림 58. 경남 사천시 신수도에서 발견되는 익룡의 발자국과 굽힌 자국	71
그림 59. 경남 사천시 서포면 비토리에서 산출된 악어와 거북의 수영 흔적	71
그림 60. 경남 사천시 서포면 비토리에서 산출된 악어류 발자국 화석	72
그림 61. 악어류 발자국 화석	73
그림 62. 조룡류 발자국 화석과 현생 <i>Alligator</i> 의 발자국	73
그림 63. 서포면에서 산출된 거북 수영 흔적	74
그림 64. 다양한 거북 발자국 화석	75
그림 65. 현생 거북의 발자국	76
그림 66. <i>Emydhipus</i> (A)와 <i>Chelonipus</i> (B)의 차이	76
그림 67. 사천시 서포면 자혜리에서 산출된 악어 수영 흔적	77
그림 68. 사천시 서포면에서 산출된 악어의 수영 흔적	78
그림 69. 해남 우항리 공룡 발자국 화석산지 전경	81
그림 70. 화석 문화재 전시관 I의 내부	82
그림 71. 화석 문화재 전시관 II의 내부	82
그림 72. 고성 덕명리 공룡 발자국 화석산지 전경	83
그림 73. 화성 고정리 공룡알 화석산지 전경	84
그림 74. 보성 비봉리 공룡알 화석산지와 비봉 공룡 공원 전경	85
그림 75. 화순군 북면 서유리 공룡 발자국 화석산지 전경	86
그림 76. Florissant Fossil Beds National Monuement의 위치	87
그림 77. Florissant Formation에서 산출되는 화석	88
그림 78. 대형 그루터기 목재 화석	89
그림 79. 과거의 나무 화석 위에 현재의 나무가 자라고 있는 모습	90
그림 80. Florissant Fossil Beds National Monument의 화석산지 안내판	92
그림 81. Florissant Fossil Beds National Monument의 방문자 센터	93
그림 82. 방문자 센터의 간단한 교육 자료	93
그림 83. 화석산지에서 풍부하게 산출되는 화석 표본	94
그림 84. 화석산지에서 산출되는 다양한 화석 표본	94
그림 85. 방문자 센터의 기념물 우편엽서와 화석산지의 지질 개요 설명판	95

그림 86. 대형 그루터기 목재 화석 위에 보호각과 교육장을 설치한 모습	96
그림 87. 보호각 내부의 교육장 모습	97
그림 88. 교육장 내부의 로비와 안내 패널	98
그림 89. 산출 지점을 연결하는 산책로	99
그림 90. 화석이 산출되는 지층(Florissant Formation)	99
그림 91. 화석 산출 지층 앞의 안내판	100
그림 92. 현재의 식생과 자연 환경을 알려주는 안내판	100
그림 93. 화석산지의 현재와 과거의 생물상을 비교하여 설명한 안내판	101
그림 94. Florissant Fossil Beds National Monument 홈페이지의 교육 프로그램	102
그림 95. Florissant Fossil Beds National Monument의 홈페이지	103
그림 96. Red Gulch 쥐라기 공룡 발자국 화석 산지의 위치	104
그림 97. Red Gulch 화석산지 전경	105
그림 98. Red Gulch 화석산지 안내판	106
그림 99. Red Gulch 화석산지 진입로	107
그림 100. 화석산지에 마련된 바비큐 장비와 그늘막 벤치	108
그림 101. 화석산지의 특색을 살린 진입로	108
그림 102. Red Gulch 화석 산지와 관람 데크	109
그림 103. Red Gulch 관람 데크의 안내판	109
그림 104. 관람 데크에서 발자국 화석을 관찰할 수 있도록 만든 관찰용 파이프	110
그림 105. 발자국 화석산지에 음료수를 반입하지 못하도록 설치한 음료 받침대	110
그림 106. Dinosaur Ridge 화석산지의 위치	111
그림 107. Dinosaur Ridge의 동쪽 사면	112
그림 108. 화석산지 안내판	113
그림 109. Dinosaur Ridge 방문자 센터	114
그림 110. Dinosaur Ridge 전시관	114
그림 111. Dinosaur Ridge 방문자 센터 기념품점	115
그림 112. Dinosaur Ridge 방문자 센터의 공룡 조형물과 휴식 공간	115
그림 113. Dinosaur Ridge 방문자 센터 외부에 실물로 전시된 공룡 척추뼈	116
그림 114. Dinosaur Ridge 방문자 센터의 화석 표본과 학습 코너	116

그림 115. Dinosaur Ridge 기념품점에서 판매하는 화석 레플리카	117
그림 116. Dinosaur Ridge의 발자국 화석산지	118
그림 117. Dinosaur Ridge의 발자국 화석산지에서 현장 교육	118
그림 118. Dinosaur Ridge 발자국 화석산지의 전망대	119
그림 119. Dinosaur Ridge의 발자국 화석 산지 2지점	119
그림 120-121. Dinosaur Ridge의 관람 프로그램 진행 모습	120
그림 122. Dinosaur Ridge 홈페이지	121
그림 123. 복제 대상 화석의 표면을 청소하고 라텍스 도포	133
그림 124. 라텍스 도포 작업	133
그림 125. 라텍스를 도포한 모습	134
그림 126. 라텍스 도포 후 천을 덧대어 강화하는 모습	134
그림 127. 경화된 라텍스 제거 작업	135
그림 128. 경화된 라텍스 제거 작업	136
그림 129-130. 완성된 라텍스 몰드	137
그림 131. 익룡의 수영 흔적 화석 라텍스 몰드	138
그림 132. 익룡 수영 흔적의 석고 캐스트	138
그림 133. 두 발가락 공룡 발자국의 라텍스 몰드와 석고 캐스트	139
그림 134. 두 발가락 공룡 발자국 라텍스 몰드와 석고 캐스트	139
그림 135. 제작된 라텍스 몰드와 석고 캐스트	140
그림 136. 공룡 발자국 라텍스 몰드	140
그림 137. 완성된 수각류 발자국 레플리카	141
그림 138. 완성된 조각류 발자국 레플리카	141

I. 머리말

1. 과업의 배경

유네스코(UNESCO, 국제연합교육과학문화기구)는 1972년 인류 보편적 가치를 지닌 자연유산 및 문화유산들을 발굴 및 보호, 보존하고자 세계 문화 및 자연유산 보호 협약(Convention concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage; 약칭 ‘세계유산협약’)을 채택하였다. 세계유산(World Heritage)은 세계유산협약이 규정한 탁월한 보편적 가치를 지닌 유산으로서 그 특성에 따라 문화유산, 자연유산, 복합유산으로 분류한다(UNESCO, 1972; 그림 1).



그림 1. 세계유산 상징 도안.

문화유산은 기념물, 건조물군, 유적지로 분류한다. 기념물은 건축물, 기념적 의의를 갖고 있는 조각 및 회화, 고고학적 성격을 띠고 있는 유물 및 구조물, 금석문, 혈거 유적지 및 혼합 유적지 중 역사, 예술 및 학문적으로 현저한 세계적 가치를 갖는 유산을 말한다. 건조물군은 독립된 또는 연속된 구조물들, 그의 건축성, 균질성 또는 풍경 안의 위치로부터 역사상, 미술상 현저한 보편적 가치를 갖고 있는 유산이며, 유적지는 인공의 소산 또는 인공과 자연의 결합의 소산 및 고고학적 유적을 포함한 구역에서 역사상, 관상상, 민족학상 또는 인류학상 현저한 보편적 가치를 갖고 있는 유산이다.

자연유산은 1) 무기적 또는 생물학적 생성물들로부터 이룩된 자연의 기념물로서 관상상 또는 과학상 현저한 보편적 가치를 갖는 것과 2) 지질학적 및 지문학적 생성물과 이와 함께 위협에 처해 있는 동물 및 생물의 종의 생식지 및 자생지로서 특히 특정 구역에서 과학상, 보존상 나아가서 자연의 미관상 현저한 보편적 가치를 갖는 것, 그리고 3) 과학, 보존, 자연미의 시각에서 볼 때 뛰어난 보편적 가치를 주는 정확히 드러난 자연 지역이나 자연 유적지를 말한다.

복합유산은 문화유산과 자연유산의 특징을 동시에 충족하는 유산을 말한다

(UNESCO, 1972).

이와 같은 세계유산은 세계적으로 보전할 가치가 있는 문화적, 자연적 유산을 후손들에게 보존하여 물려주기 위해 세계 여러 나라의 정부가 유네스코와 맺는 약속이라 할 수 있다. 따라서 한 나라에서 많은 세계문화유산을 가지고 있다는 것은 그 나라의 선조들에 의해 많은 찬란한 문화가 있었다는 것을 의미하며, 이는 그 나라 국민의 역사적, 민족적 자긍심과 깊은 관계가 있다고 할 수 있다. 반면에 세계자연유산은 각 나라의 자연환경 중에서 세계적으로 보존해야 할 만한 가치가 매우 높은 지역을 객관적으로 비교·검토하여 선택적으로 지정하기 때문에 세계문화유산과 많은 차이가 있다. 즉 세계자연유산은 어느 한 지역 자체가 아름답다는 이유만으로 지정되는 것이 아니라, 한 지역이 지질학적, 생물학적인 가치가 다른 지역에 비해 매우 뛰어나기 때문에 지정된다(우경식, 2003).

한 예로 슬로베니아에는 매우 유명한 두 개의 관광 동굴이 있다. 이 두 동굴은 서로 매우 인접해 있으나 한 동굴만이 세계자연유산으로 지정되었다. 많은 관광객들의 입장에서 보면 세계자연유산으로 지정되지 않은 포스토이나(Postojna) 동굴이 스코치안(Scocjan) 동굴보다 훨씬 더 아름다운 경관을 보여주고 있다. 하지만 스코치안 동굴이 세계자연유산으로 지정된 이유는 이 동굴 내에 세계에서 가장 깊은 협곡이 존재하기 때문이다. 즉, 세계자연유산은 주관적으로 판단될 수밖에 없는 미적인 관점보다는 객관적, 학술적 가치에 더 많은 중점을 두고 있다. 따라서 국내에서 많은 사람들에게 의해 사랑을 받고 있는 지역이라 할지라도 그 지역이 세계적인 관점에서 꼭 보존되어야만 하는 중요한 학술적 가치를 가지고 있지 않다면 세계자연유산으로 지정되기는 매우 어렵다. 이러한 이유 때문에 세계자연유산으로 지정되는 것은 세계문화유산에 비해 매우 어렵다(우경식, 2003).

세계자연유산의 지정은 4가지 분야로 나누어 신청할 수 있다. 첫째는 어느 특정한 지역이 지구의 역사와 변화 과정을 보여줄 수 있는 지역이어야 하고, 둘째는 그 지역이 생물의 진화나 독특한 생물상 및 생태계를 보여주어야 하며, 셋째는 그 지역의 경관이 뛰어나거나 초자연적인(독특한) 현상을 보여주어야 하고, 넷째는 그 지역에 멸종위기의 생물들이 다수 존재하여야 한다. 이 4가지 중에서 한 분야로 신청할 수 있지만, 두 분야 이상으로도 세계자연유산 지정을 신청할 수도 있다(우경식, 2003).

현재 전 세계의 세계유산은 총 165개국에 936건이 등록되어 있다. 이 중 문화유산은 725건, 자연유산은 183건, 복합유산은 28건이며, 위험에 처한 세계유산은 35건, 공동 등재 세계유산은 25건이다. 우리나라의 세계유산은 석굴암과 불국사(1995년), 해인사 장경판전(1995년), 종묘(1995년), 창덕궁(1997년), 수원 화성(1997년), 경주 역사 유적 지구(2000년), 고창·화순·강화 고인돌 유적(2000년), 제주 화산섬과 용암동굴(2007년), 조선 왕릉(2009년), 한국의 역사 마을: 하회와 양동(2010년)이 있다. 현재 10개의 세계유산 중 세계자연유산은 1곳이며, 나머지 9곳은 문화유산이다(문화재청, 2012a). 이외에 세계유산 잠정목록에 올라 있는 우리나라의 유산은 강진 도요지, 남한산성, 서남해안 갯벌, 염전, 대곡천암각화군, 설악산 천연보호구역, 남해안 일대 공룡 화석지, 중부내륙산성군, 공주·부여 역사 유적지구, 익산 역사 유적지구, 외암마을, 낙안읍성, 우포늪, 한국의 서원이다. 우리나라의 세계유산은 제주도를 제외하고는 모두가 문화유산이다. 현재 문화재청에서는 서남해안 갯벌, 설악산천연보호구역, 남해안 일대 공룡 화석지, 우포늪을 세계유산 잠정목록에 등록하여 이의 정식 등록을 위해 노력하고 있다.

우리나라의 공룡에 관한 연구 역사는 공룡 알 화석이 1972년에 양승영 교수팀에 의해 발견된 것이 처음이다(허민 외, 2009). 공룡 알 화석이 경남 하동에서 처음 발견된 이후 1973년 경북 의성군 청로리에서 국내 최초로 공룡뼈가 김항묵에 의해 발견되었고, 1980년에 인근에서 늑골(갈비뼈) 화석을 추가로 발견하였다(허민 외, 2009). 공룡 발자국 화석은 1982년 1월 29일 경북대학교 양승영 교수팀이 국내에서 처음으로 발견하였다. 따라서 국내의 공룡 관련 화석의 연구 역사는 경남 하동에서 공룡알이 발견된 이후 40년의 짧은 연구 역사를 가지고 있다. 하지만 40년 동안 공룡에 관한 연구가 꾸준히 진행되어 온 것은 아니다. 최초의 공룡알과 공룡뼈가 산출된 이후 공룡 발자국 화석이 발견되기까지 10년의 공백 기간이 있었다. 그리고 1996년 전남 해남 우항리에서 공룡, 익룡, 새 발자국 화석이 산출되어 본격적으로 연구되기 전까지 또 약 10년 이상의 공백기가 있었다. 이후 16년간 남해안을 중심으로 공룡 발자국 화석 등에 관한 연구가 활발하고 집중적으로 이루어졌다. 실질적으로 지난 16년간 공룡 발자국, 익룡 발자국, 새 발자국 화석산지가 다양한 곳에서 산출되었고, 이에 관해서는 괄목할 만한 학술적 성과를 나타내고 있다.

이에 따라 문화재청에서는 보존가치가 있는 주요 화석들에 대해서 중요도와 학술

적 가치 등을 기준으로 천연기념물, 시도 기념물, 시도 문화재 자료 등으로 분류하여 지정·보존하고 있다(표 1). 현재까지 화석과 관련하여 문화재로 지정되어 보존되고 있는 것은 모두 33개이다. 천연기념물이 22개(67%), 시도 기념물이 5개(15%), 문화재 자료가 6(18%)개이다. 이들 중 신원생대의 화석이 1개(3%), 고생대의 화석이 1개(3%), 중생대의 화석이 29개(88%), 신생대의 화석이 2개(6%)이다. 중생대의 공룡, 익룡, 새와 관련된 화석들이 전체의 88%를 차지하고 있다.

표 1. 화석 관련 지정 문화재 목록(문화재청, 2012b)

연번	종목	명칭	지질 시대	소재지
1	천연기념물 제146호	칠곡 금무봉 나무고사리화석 산지	중생대	경북 칠곡군
2	천연기념물 제195호	제주 서귀포층 패류화석 산지	신생대	제주 서귀포 시
3	천연기념물 제222호	함안 용산리 함안층 새 발자국 화석산지	중생대	경남 함안군
4	천연기념물 제373호	의성 제오리 공룡 발자국 화석산지	중생대	경북 의성군
5	천연기념물 제390호	진주 유수리 백악기 화석산지	중생대	경남 진주시
6	천연기념물 제394호	해남 우항리 공룡·익룡·새 발자국 화석산지	중생대	전남 해남군
7	천연기념물 제395호	진주 가진리 새 발자국과 공룡 발자국 화석산지	중생대	경남 진주시
8	천연기념물 제411호	고성 덕명리 공룡과 새 발자국 화석산지	중생대	경남 고성군
9	천연기념물 제414호	화성 고정리 공룡알 화석산지	중생대	경기 화성시
10	천연기념물 제416호	태백 장성 전기 고생대 화석산지	고생대	강원 태백시
11	천연기념물 제418호	보성 비봉리 공룡알 화석산지	중생대	전남 보성군
12	천연기념물 제434호	여수 낭도리 공룡 발자국 화석산지 및 퇴적층	중생대	전남 여수시

연번	종목	명칭	지질 시대	소재지
13	천연기념물 제464호	제주 사람 발자국과 동물 발자국 화석산지	신생대	제주 서귀포시
14	천연기념물 제474호	사천 아두섬 공룡 화석산지	중생대	경남 사천시
15	천연기념물 제475호	고성 계승사 백악기 퇴적구조	중생대	경남 고성군
16	천연기념물 제477호	하동 중평리 장구섬 화석산지	중생대	경남 하동군
17	천연기념물 제487호	화순 서유리 공룡 발자국 화석산지	중생대	전남 화순군
18	천연기념물 제499호	남해 가인리 화석산지	중생대	경남 남해군
19	천연기념물 제508호	웅진 소청도 스트로마톨라이트 및 분바위	원생대	인천 웅진군
20	천연기념물 제512호	경산 대구 가톨릭대학교 스트로마톨라이트	중생대	경북 경산시
21	천연기념물 제534호	진주 호탄동 익룡·새·공룡 발자국 화석산지	중생대	경남 진주시
22	천연기념물 제535호	신안 압해도 수각류 공룡알 둥지 화석	중생대	전남 신안군
23	경상남도 기념물 제68호	함안 외암리 공룡 발자국 화석	중생대	경남 함안군
24	경상남도 기념물 제105호	고현리 공룡 발자국 화석	중생대	경남 창원시
25	경상북도 기념물 제136호	경산 은호리의 스트로마톨라이트 화석	중생대	경북 경산시
26	경상남도 기념물 제170호	호계리 공룡 발자국 화석	중생대	경남 창원시
27	경상남도 기념물 제241호	사천 자혜리 화석갯지렁이초	중생대	경남 사천시
28	울산광역시 문화재자료 제6호	천전리 공룡 발자국 화석	중생대	울산 울주군

연번	종목	명칭	지질 시대	소재지
29	울산광역시 문화재자료 제12호	유곡동 공룡 발자국 화석	중생대	울산 중구
30	울산광역시 문화재자료 제13호	대곡리 공룡 발자국 화석	중생대	울산 울주군
31	경상남도 문화재자료 제203호	통영 읍도 공룡 발자국 화석	중생대	경남 통영시
32	경상남도 문화재자료 제204호	거제 외도 공룡 발자국 화석	중생대	경남 거제시
33	경상남도 문화재자료 제205호	함안 대치리 공룡 발자국	중생대	경남 함안군

이 중에서 남해안 일대 공룡 화석산지 중 5곳을 선정하여 ‘한반도 백악기 공룡해안(Korean Cretaceous Dinosaur Coast)’로 지정하여 유네스코 세계자연유산에 정식으로 등재하기 위하여 2008년에 세계유산등재신청서를 제출하였다. 유네스코 세계유산 등재를 신청한 유산은 한반도 남부 지역에 위치한 지리학적-고생물학적 중요성을 지닌 5곳의 화석산지로 구성하였다(표 2).

표 2. 한반도 백악기 공룡해안 화석산지(문화재청, 2008)

화석산지	후보 지명된 유산(ha)	완충 지대 면적(ha)	유산의 전체 면적(ha)
해남 공룡·익룡·새 발자국 화석산지	63.0	301.1	364.1
화순 공룡 발자국 화석산지	3.3	21.7	25.0
보성 공룡알 화석산지	18.5	79.1	97.6
여수 공룡 발자국 화석산지	19.0	531.8	550.8
고성 공룡·새 발자국 화석산지	19.8	41.9	61.7
전체	123.6	975.6	1,099.2

이 5곳의 화석산지에 대해서 한국 백악기 공룡 해안 세계유산 등재 신청서(문화재청, 2008)에서는 화석산지 모두 현재 및 백악기의 한국과 동아시아 지형의 중요한 부분을 형성하며, 학문적 연구와 공공 교육의 관점에서 그 중요성이 매우 높고,

생흔화석학(Ichnology)의 관점에서도 이 화석산지들은 세계적으로 중요성이 크며, 북미와 유럽의 유사 화석산지에 필적하거나 혹은 보다 우수하다고 하였다. 그러나 2009년 6월 한국의 백악기 공룡 해안(Korean Cretaceous Dinosaur Coast)의 실사를 담당한 유네스코 세계유산위원회(WHC) 자문 기구인 세계자연보전연맹(IUCN)에서 ‘등재불가’ 판정을 내려 세계유산 등재 심사 직전에 신청을 공식 철회해야만 했다.

2. 과업의 필요성 및 목적

유네스코와 세계자연보전연맹 실사에서 등재 불가의 판정이 내려진 주요 이유 중 하나는 공룡 발자국 화석에 대한 ‘국제적 비교 연구’가 부족하다는 것이다. 이와 같은 사유는 전세계적으로 공룡 발자국 화석을 연구하는 연구자들의 숫자가 적은 것과 관련이 있다. 1996년 해남 우항리의 공룡 발자국 화석산지를 발굴하여 연구를 시작한 이후 우리나라에서는 비록 많지 않은 연구 인력이지만 세계적인 학술적 성과를 거두었고, 현재도 활발하게 연구를 진행 중이다. 그 결과, 우리나라의 공룡 발자국 화석산지가 세계적으로 학술적 가치가 높다는 것이 밝혀졌다. 반면에 국외의 경우는 발자국 화석에 대한 연구가 활발하지 않아 어떤 부분에서 국제적으로 비교 우위에 있는지를 정확히 비교할 수 있는 대상이 없다. 따라서 국외에서 산출되는 공룡 발자국 화석과 국내의 공룡 발자국 화석에 대한 연구를 통해 우리나라의 공룡 발자국 화석이 국제적으로 비교해 보았을 때에도 탁월한 우수성과 학술적 가치가 있음을 밝혀낼 필요가 있다.

따라서 본 연구의 목적은 다음과 같다.

첫째, 한반도 백악기 공룡 해안(KCDC) 세계자연유산 등재를 위한 학술적 토대 및 국제 비교 연구 자료를 확보하는 것이다.

둘째, 국외의 중요 공룡 발자국 레플리카 제작을 통한 연구 및 전시용 자료를 확보한다.

셋째, 국제 공동 연구를 통해 국제 학술지(SCI) 및 국제 학회 등에 게재하고 발

표하여 우리의 자연유산에 대한 학술적 가치를 제고한다.

넷째, 선진 국가의 화석산지 관리 기법을 확보하여, 국내의 화석산지 보존과 활용에 적용할 수 있게 한다.

3. 과업의 범위

가. 공간적 범위

본 과업의 대상은 미국 유타주 Moab에 위치한 Mill Canyon Tracksite와 콜로라도 서부 지역에서 산출되는 공룡 발자국 화석산지이다. 이들 화석산지에서는 육식 공룡 및 초식 공룡의 발자국이 산출되며, 특히 Mill Canyon Tracksite에서는 세계적으로 드물게 산출되는 두 발가락 육식 공룡 발자국 화석이 산출된다. 콜로라도주 서부에는 국내에서는 발견되지 않은 안킬로사우르스 발자국 화석과 익룡, 악어, 거북, 조각류, 수각류 발자국 화석 등이 대규모로 발견된다. 따라서 이들 지역에서 산출되는 발자국 화석이 본 연구의 주요 대상이다.

나. 내용적 범위

본 과업의 주요 내용은 화석산지 현장 조사, 국제 비교를 위한 자료 수집 및 정리, 화석산지 관리 기법 조사, 중요 공룡 발자국 레플리카 제작의 4가지로 구분된다.

- ◆ Western Colorado Tracksites와 Mill Canyon Tracksite 현장 조사
 - 고생물학 연구 : 화석을 대상으로 한 야외 조사 및 화석 연구
 - 지질 조사 : 화석 산출지의 퇴적학적 지질 조사
 - 조사 지역 전체 및 개별 화석산지 도면(mapping) 작업
 - 개별 발자국에 대한 정밀 조사(측정, 사진 촬영, locality별 주상도, 좌표 등)
- ◆ 국제 비교 연구를 위한 자료 수집 및 정리

- Mill Canyon Tracksite 등 유사 성격의 외국 화석산지 자료 수집
- 국내외 유사 성격의 화석산지 비교 분석(특히, 국내외의 두 발가락 육식 공룡 화석산지 포함)

◆ 화석산지 관리 기법 조사

- 미국 주요 화석산지 관리에 대한 자료 조사 및 국내 적용 가능성 분석

◆ 중요 공룡 발자국 레플리카 제작

- 두 발가락 육식 공룡 발자국 화석 등 중요 공룡 발자국 레플리카 제작

표 3. 과업의 내용과 대상 지역

	구 분	내 용	비 고
1	현 장 조 사	<ul style="list-style-type: none"> - 조사 지역 전체 및 개별 화석산지 도면(맵핑) 작업 - 개별 발자국에 대한 기록(측정, 사진 촬영 등) 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Mill Canyon Tracksite ◇ Western Colorado
2	공룡 발자국 레플리카 제작	<ul style="list-style-type: none"> - 두 발가락 육식 공룡 발자국 등 중요 공룡 발자국 레플리카 제작 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Mill Canyon Tracksite ◇ Western Colorado
3	화석산지 관리 기 법 조 사	<ul style="list-style-type: none"> - 미국 주요 화석산지 관리에 대한 자료 조사 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Dinosaur Ridge ◇ Florissant Fossil Beds National Monument ◇ Red Gulch Dinosaur Tracksite
4	국제비교연구를 위한 자료 확보	<ul style="list-style-type: none"> - Mill Canyon Tracksite 등 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Didactyl dinosaur track

4. 과업 수행 방법

본 과업은 국제 비교 연구를 원활히 수행하기 위해 (사)한국지질유산연구센터 (Korea Geoheritage Research Center)와 미국의 University of Colorado at Denver 사이에 공동 연구 협약을 체결하였다(그림 2).

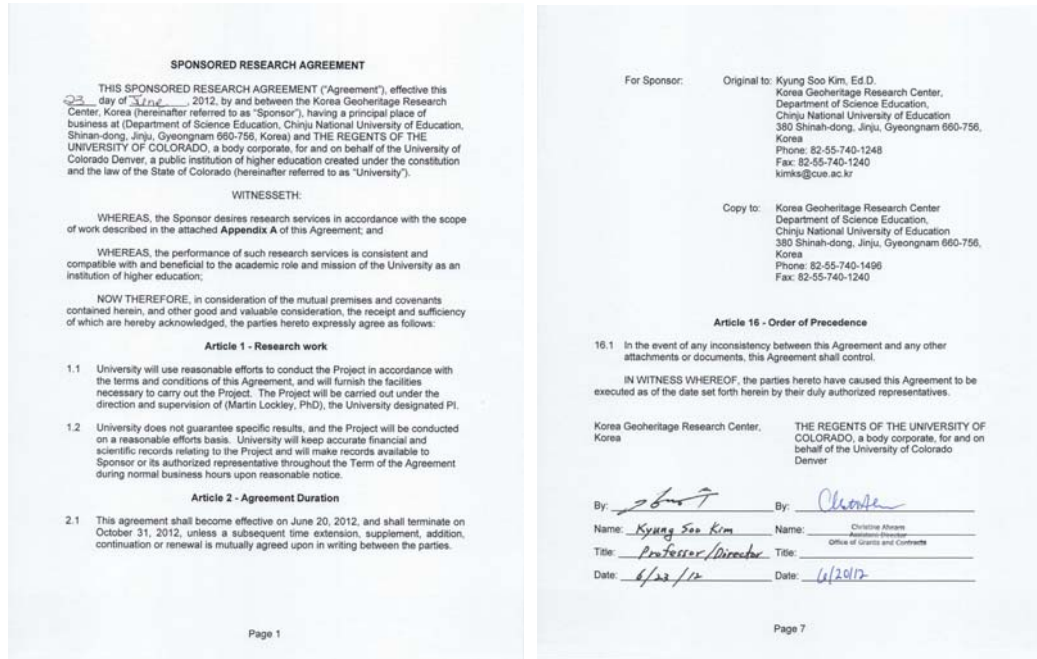


그림 2. (사)한국지질유산연구센터와 미국 University of Colorado 간의 협약서.

본 과업 내용은 화석 산지에서의 조사와 레플리카 제작, 미국의 화석산지 관리 기법 조사 및 연구 자료 확보이다(표 3). 현장 조사는 미국 Colorado 서부 지역에서 발견된 공룡 발자국 화석과 Utah의 Moab 지역의 Mill Canyon 지역에서 발견된 공룡 발자국 화석에 대해 현지 조사를 실시하였다. 현지 조사에서는 조사 지역에 분포하는 발자국 화석에 대해서 전체 및 개별 도면(mapping) 작성, 사진 촬영, tracing 작업, 표본 채집, GPS 좌표 획득, 발자국 화석 측정 등의 작업을 실시하였다(그림 3-5).

발자국 화석의 레플리카 작업은 야외 조사와 실험실에서 실시하였다. 표본의 크기가 커서 채집이 불가능한 표본은 야외에서 라텍스를 이용하여 몰드를 제작하였다. 야외에서 제작된 몰드는 실내에서 석고를 이용하여 캐스트를 제작하였다. 작은

표본은 가능한 직접 채집하여 연구실로 운반하였다.

미국의 화석산지 관리 기법에 관한 조사는 이번 연구에서 Dinosaur Ridge, Florissant Fossil Beds National Monument, Red Gulch Dinosaur Tracksite 3곳을 대상으로 실시하였다. 국제 비교 연구를 위한 연구 자료는 문헌 자료와 인터넷 및 관련 연구자들에게 이메일을 발송하여 수집하였다.



그림 3. Mill Canyon Tracksite(좌)와 화석산지 조사 모습.



그림 4. Western Colorado 화석산지 1차 야외 조사 모습.



그림 5. Western Colorado 화석산지 2차 야외 조사 모습.

5. 과업 기간

본 과업의 기간은 2012년 4월 20일부터 2012년 11월 15일까지 7개월간이다.

6. 과업 수행진 구성

본 용역의 책임 연구원은 공룡 발자국 화석 관련 내용의 연구 경험이 있는 고생물학 박사학위 소지자로 하고, 미국 현지 조사의 특수성을 감안하여 미국 내 공룡 발자국 관련 저명 고생물학자를 포함하여 4명으로 구성하였다.

연구진 구성은 다음과 같다.

책임연구원 : 김경수(진주교육대학교 과학교육과 교수 겸 한국지질유산연구센터 센터장)

터장, 고생물학 전공)

연구원 : Martin G. Lockley(University of Colorado at Denver 교수, 고생물학 전공)

연구보조원 : Karen J. Houck(University of Colorado at Denver 연구원, 퇴적학 전공)

연구보조원 : 문성국(한국지질유산연구센터 연구원, 경북대학교 대학원, 박사과정)