

안동 미이라 지역 매장지반재료의 특성규명

황지호* · 김성수* · 박형동*

An Investigation into the Characteristics of the Burial Ground Materials around Mummies in Andong

Ji-Ho Hwang*, Sung-Soo Kim* and Hyeong-Dong Park*

ABSTRACT: Although the mummies of Lee Myeong-Jung and his wife who were a member of the Moon family, were buried in similar sites in around 1560, the degree of decay of the dead bodies and antiquities between two people were quite different. This study was focused on the cause of those differences in terms of engineering geology. Granular soil found several metered depth around the study site has good drainage ability and such characteristic could be a factor of excellent conservation of dead body. From the physical characteristics of the lime-containing material that is considered to be a barrier from water and air, it was observed that the material around dead body of wife was more compact and denser than that of husband. Such results could be a clear evidence that the lime containing material around dead body of wife was excellent barrier for keeping away from water and air. To investigate those differences of physical characteristics and constituent materials between two lime-containing materials, minerals had to be identified from the two materials. It was revealed that lime-containing material around dead body of wife contains gypsum and more calcite, which could be the reason for better barrier preventing from water and air than those around husband.

Key words : mummies, engineering geology, conservation, barrier, gypsum

주요어 : 미이라, 지질공학, 보존, 방벽, 석고

서론

미이라와 주변 매장지반재료에 대한 보고 및 연구는 외국의 경우 매우 활발히 진행되고 있으며 특히 이집트의 미이라는 그 역사가 아주 오래된 것으로 유명하다 (Wilson, 1993). 최근 국내에서도 묘지 이장 작업중이나 택지개발 조성시에 무덤 속에서 미이라가 발견되어 화제가 되고 있다. 최근에 발표된 대표적인 사례로는 1995년 11월 6일 조선일보에 게재된 예로서 경기도 파주군 금촌읍 금릉리 경주 정씨 제안공파 선산에서 묘지 이장작업을 하던 중 조선시대 중종때 정5품 찬의를 지낸 정온의 시신과 당시의 의복 30여

점이 450여년전 매장될 당시의 원형 그대로 발견되었다. 당시 정온의 시신을 원형 그대로 보존한 관은 이중 목관과 그 위를 석회관이 둘러싸고 있는 3중 구조 형태로 돼 있었다. 또한 1998년 4월 8일 중앙일보 및 조선일보 등에 게재된 예로서 경북 안동시 정상지구 택지개발 조성지역 내 야산에서 조선시대 선조때 전의감에서 벼슬을 지낸 이명정의 부인인 일선 문씨의 시신과 의류 30여점이 역시 원형 그대로 발굴되어 화제가 되었다. 이들 미이라들은 비슷한 시기에 매장된 다른 무덤들에서 시신 및 주위 물질들이 거의 부패된 상태로 발견되는 것과는 달리 온전한 상태로 보존되어 있어 관련 학계와 사회적으로 그 원인에 대한 과학적인 규명이 요구되었다. 특히 경북 안동시에서 발견된 일선 문씨의 미이라는 이명정의 시신의 바로 옆에 매장되어 있었는데, 이명정의 시신은 유골 일부만 남고 관도 완전 부패된 상태로 발굴되었는데

* 서울대학교 지구환경시스템공학부 (School of Civil, Urban, and Geosystem Engineering, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea), E-mail: hpark@gong.snu.ac.kr

반해 일선 문씨의 미이라는 온전한 상태로 발굴되어 두 시신의 부패도 차이의 원인에 대한 과학적 규명이 사회적으로 크게 요구된 바 있으며, 본 연구도 이러한 목적으로 수행되었다.

조선 선조때 전의감에서 벼슬을 지낸 이명정과 그의 아내 일선 문씨의 사망년도는 고성 이씨 문중의 족보에 의해 추정할 수 있는데, 이명정은 1563년에 사망한 것으로 기록되어 있고, 그의 아내인 일선 문씨는 남편보다 먼저 사망 (1560년대에 사망)한 것으로 추정된다 (KBS, 1998). 그리고 이들 두 시신의 매장지 사용된 관과 매장지반재료 물질을 살펴보면 두 시신 모두 우리나라 소나무로 만든 목관에 넣고 그 주변을 석회질을 포함한 회곽으로 두르고 있었다. 안동대학교 박물관팀은 목관을 둘러싸고 있는 회곽이 주변 습기 침투를 막는 중요한 역할을 한 것으로 판단하였고, 두 시신의 부패도 차이의 원인은 이 회곽의 석회분 배합이 서로 달랐기 때문으로 추정하였다 (중앙일보, 1998; 조선일보, 1998). 세종실록지리지나 국조오례의 등의 문헌에는 당시의 매장 풍습의 변화가 기록되어 있는데, 세종때 양반들 사이에서 나무뿌리, 벌레 및 뱀으로부터 시신을 보호하기 위해 석곽을 회곽으로 대체하자는 논의가 있었고, 조선 중기때에는 회곽이 서민들에게까지 권장된 것으로 기록되어 있다 (KBS, 1998).

본 연구에서는 일선 문씨의 시신이 미이라로 보존될 수 있었던 원인을 시신 주변 지반의 특성과 시신을 둘러싼 회곽물질의 특성때문으로 판단하여 이를 지질공학에 기초하여 규명하고자 하였다. 즉, 시체 부

패에 영향을 미치는 공기 및 수분침투와 직접적으로 관련된 두 시신을 둘러싼 회곽의 물리적 특성을 조사하고 두 회곽 구성물질의 동질성 여부를 판단하기 위하여 두 회곽물질 내 함유광물과 화학조성을 조사함으로써, 궁극적으로 두 시신의 부패도 차이의 원인을 지질공학적으로 규명하고자 하였다. 이 연구는 매장지반재료에 대한 공학적 규명으로 당시 매장 문화에 대한 이해에 일조할 것으로 기대되며, 장기간동안 안정된 매장재료의 특성에 대한 기본적인 자료로 활용 가능할 것이다.

지질 및 지반환경

택지개발사업을 진행중인 안동 정상지구는 행정구역상 경상북도 안동시 정하동과 정상동 일원에 해당되며, 본 지역 북측으로 인접하여 낙동강 지류가 동서방향으로 흐르고 있다. 본 지구는 주로 200 m 내외의 구릉성 산지와 전답지로 구성되며, 다수의 가옥이 포함되어 있다.

이명정 부부의 시신이 발견된 무덤은 정하1동에 해당되는데, 주변은 이미 택지조성으로 인해 변형되었지만 이곳은 약 156 m 산지로 보존된 상태이며 정상부에 송수신용 철탑이 위치하고 있고 무덤은 철탑 부근 정상부에 위치하고 있다.

연구지역 부근의 지질은 시대미상의 각종 변성암류와 이를 관입한 중생대 흑운모화강암으로 구성되며 신생대 제4기 충적층이 이들을 부정합으로 피복하고 있다 (Fig. 1). 연구지역에 광범위하게 분포하는 흑운모화강암은 부

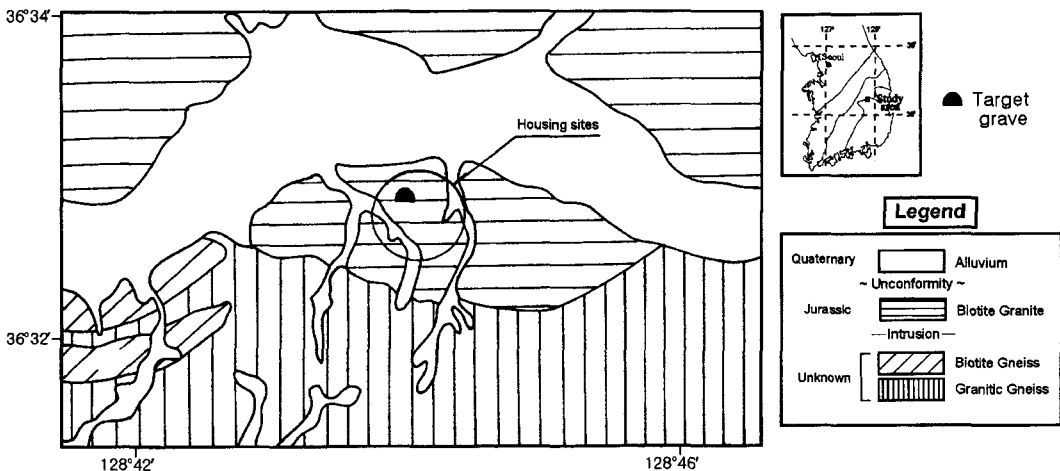


Fig. 1. Geologic map in the vicinity of the Jungsang area for housing sites (Korea Land Corporation, 1996).

분적으로 홍색장석이 함유되어 있으며, 유색광물은 주로 흑운모나 소량의 각섬석이 발견된다. 본역 하부에 광범위하게 분포하는 화강암질 편마암은 중립질 내지 조립질로서 유색광물이 대단히 적어 유백색을 띠고 약한 편리가 발달되어 있다. 이 화강편마암과 연구지역 서쪽에 분포하는 흑운모편마암은 엽상구조가 잘 발달되어 있고 부분적으로 호상구조도 잘 발달되어 있다. 한편, 주향과 경사는 인접하고 있는 편암 및 화강암질 편마암과 대체로 평행하게 발달되어 있다. 또한 신생대 제4기 충적층이 이들을 부정합으로 피복하면서 저지대에 분포하고 있다 (한국토지공사, 1996).

연구지역 주변 구릉성 산지의 토질은 표토층, 풍화잔류토층, 풍화암층, 연암층 등으로 구성되는데 한국토지공사 (1996)의 보고서에서는 표준관입시험 결과 N값 50회/15 cm를 기준으로 풍화잔류토층과 풍화암층을 구분하였다. 각 층을 심도별로 살펴보면 표토층과 풍화잔류토층은 지표면에서 대체로 9.0 m 정도의 두께로 분포하는데 갈색의 완전 풍화된 상태의 실트질 모래로 구성되고, 풍화암층은 지표면하 4.5~11.0 m 정도의 심도에서부터 지표면하 20.0 m 정도의 심도까지 약 12 m 두께로 분포하며 높은 정도의 풍화상태를 보이는 실트질 모래로 구성되고, 그 하부에 기반암층인 연암층이 분포하며 중간정도의 풍화상태를 보이는 갈색 내지 회갈색 암반으로 구성되는데 균열이 매우 심한 특징이 관찰된다 (한국토지공사, 1996). 현장에서 시신을 둘러싼 회곽물질 주변에 분포하는 지반에 대해 관찰한 결과 ISRM (1978)에 의한 풍화도에 따른 풍화등급들 중 심한풍화 (highly weathered) 내지 완전풍화 (completely weathered)에 해당되었다. 따라서 이 지역은 화강암의 풍화토인 마사토 지반이 상당한 심도까지 잘 발달되고 있는 특징이 있으며, 이 때문에 배수성이 우수하여 시신이 부패되지 않는 중요한 요인이 되고 있다.

연구방법

시료채취

1998년 4월 경상북도 안동시 정상지구 택지개발 조성당시 정하1동에서 발견된 이명정과 그의 아내 일선 문씨의 무덤 발굴 현장의 모식도는 Fig. 2와 같으며, 이명정 시신을 둘러싼 회곽물질은 대부분 훼손되었는데 반해 일선문씨 시신 주변의 회곽물질은 대부분 원형 그대로 보존되어 있었다. 동일한 장소에 매장되었

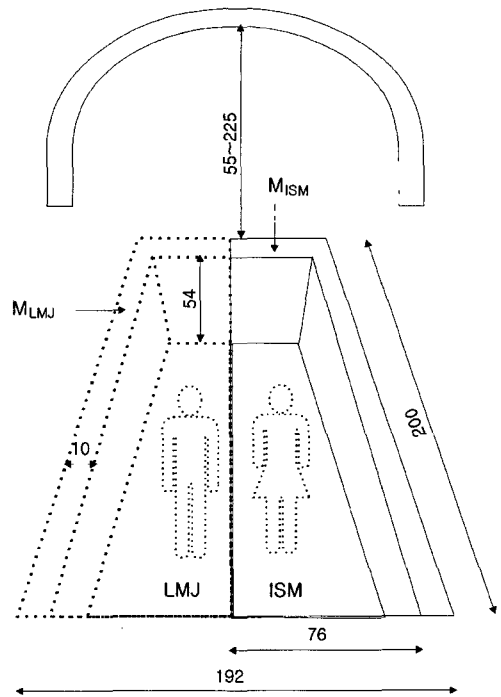


Fig. 2. Sketch map of the grave containing a naturally preserved body excavated from the Andong city (unit in cm). (M_{LMJ} : Lime-containing mixture around the body of Lee Myeong-Jung; M_{ISM} : Lime-containing mixture around the body of a member of the Moon family)

음에도 불구하고 두 시신의 부패 정도가 현격한 차이를 보이는 것은 시신의 부패에 직접적으로 영향을 미치는 공기 및 수분의 침투 정도의 차이 때문으로 판단되었으므로 1998년 4월과 2000년 3월 등 2회에 걸쳐 현장을 방문하여 두 시신의 목관을 둘러싸고 있는 회곽물질 중 일부를 시신별로 구분하여 각각 채취하였다. Fig. 2에서 M_{LMJ} 는 이명정 시신 주변을 둘러싸고 있는 회곽물질 시료이고, M_{ISM} 은 일선 문씨 시신 주변을 둘러싸고 있는 회곽물질 시료이다. 두 회곽물질 시료들은 물리적 특성분석을 위해 코어상태로 정형화할 수 있을 정도로 충분히 채취하였다.

분 석

채취한 회곽시료에 대한 분석방법 및 절차를 도시하면 Fig. 3과 같다. 먼저 현장에서 일선 문씨 시신 주위의 회곽 중 한쪽면이 그대로 보존되어 있었기 때문에 이 회곽물질을 대상으로 Schmidt hammer를 이용하여 현장강도를 측정하였다. 그리고 채취된 M_{LMJ} 와

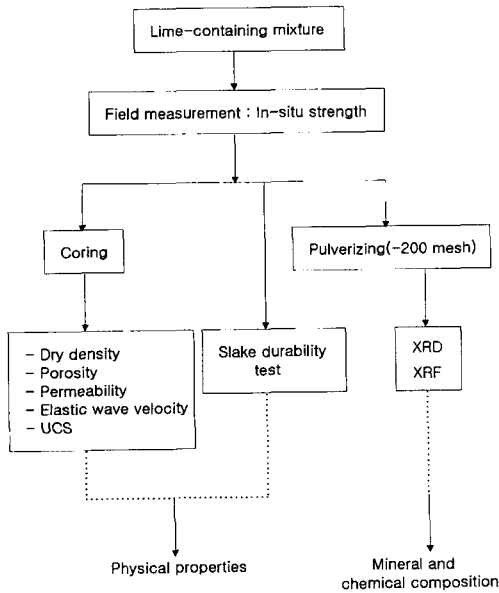


Fig. 3. Diagram showing the procedure of preparation and analysis of the lime-containing mixture samples.

M_{ISM} 시료를 대상으로 실험실에서 시체 부패에 직접적으로 영향을 미치는 수분침투와 관련된 물리적 특성을 조사하였고, 두 회곽의 구성물질에 대한 정보를 얻기 위해 함유광물과 화학조성을 분석하였다. 물리적 특성은 먼저 두 회곽시료를 코어상태로 정형화 (이명정 주변 회곽물질 코어시료 : 직경 34.6 mm, 길이 57.9 mm; 일선문씨 주변 회곽물질 코어시료 : 직경 34.7 mm, 길이 60.5 mm)한 후 건조밀도와 공극률을 측정하였고, portable minipermeameter를 이용해 투수계수를 측정하였으며, 탄성과 전달속도와 단축압축강도 (UCS: Uniaxial Compressive Strength)를 측정하였다. 또한 암석이 토양화된 정도를 확인하기 위하여 slake durability test 장비를 이용하여 두시료의 풍화인내도를 측정하였다. 그리고, 두 회곽시료중 일부를 각각 -200 mesh (75 μm)로 미분쇄한 후 X-선회절분석 (XRD)을 이용하여 광물감정을 실시하였고, X-선형광분석 (XRF)을 이용하여 화학조성을 분석하였다.

연구결과

물리적 특성

현장경도측정

현장에 그대로 보존된 일선 문씨 시신 주변의 회곽

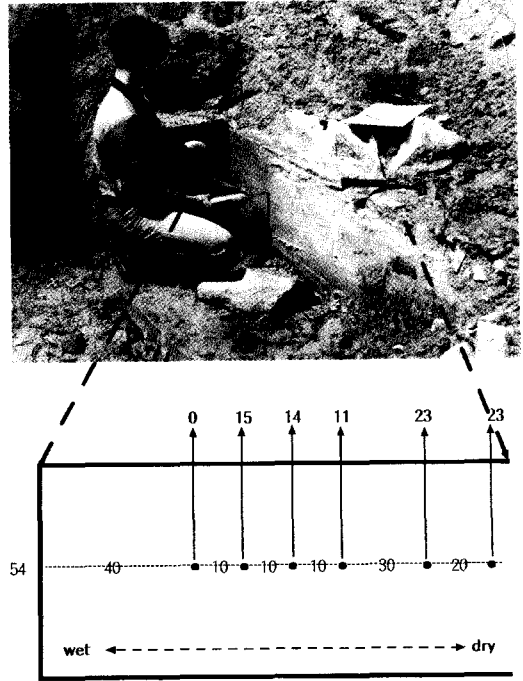


Fig. 4. Result of the measurement of the in-situ strength using Schmidt hammer (● : target points, unit in cm).

중 한쪽면의 길이방향으로 Schmidt hammer를 이용해 현장경도를 측정하였는데 (Fig. 4), 측정당시 측정면의 좌측부분은 습윤한 상태였고 우측부분은 건조한 상태였다. Schmidt hammer를 이용한 경도측정 방법은 대상 시험재료의 반발경도를 측정하는 것으로서, hammer를 시험편에 대고 누르면 규정 에너지 수준에서 스프링에 의해 시험편에 충격이 가해진 뒤 얻어진 rebound 된 높이로써 경도를 측정하는 방법이다. 측정된 결과는 역시 습윤한 상태인 좌측 부분에서는 rebound된 높이가 상대적으로 낮았고, 건조한 상태인 우측으로 갈수록 rebound된 높이가 높게 나타났는데, 우측면에서의 rebound된 높이는 23 cm이었다. 이 값을 회강암의 풍화도에 따른 Schmidt hammer 값에 의한 분류 (Lee and de Freitas, 1989)에 적용해 보면 37~48 cm의 값을 가지는 보통 풍화 (moderately weathered)와 12~21 cm의 값을 가지는 심한 풍화 (highly weathered) 사이의 값에 해당되는데, 원래 암석이 아닌 여러 물질을 배합해 제조된 회곽물질로서는 상당히 높은 값으로 판단된다.

건조밀도

먼저 채취된 두 회곽시료 중 일부를 코어상태로 정형

화 (이명정 주변 회곽물질 코어시료 : 직경 34.6 mm, 길이 57.9 mm; 일선문씨 주변 회곽물질 코어시료 : 직경 34.7 mm, 길이 60.5 mm)한 후 건조질량과 부피를 각각 측정해 두 시료의 건조밀도를 측정했는데, 건조질량은 전기로를 이용해 105°C에서 24시간 이상 충분히 건조시킨 후 측정하였다. 측정된 건조밀도는 M_{LMJ} 시료가 1.82 g/cm³로, M_{ISM} 시료는 1.85 g/cm³로 각각 측정되어, 부패되지 않고 온전한 상태로 보존된 일선문씨 시신 주변 회곽물질의 건조밀도가 상대적으로 더 높게 측정되었다.

공극률

본 연구에서 공극률은 외부에서 유체가 침투할 수 있는 공극만을 고려한 유효공극률을 측정하였는데, 가스압축진 방법을 이용해 측정하였다. 측정된 공극률은 M_{LMJ} 시료가 29%로, M_{ISM} 시료는 19%로 각각 측정되어, 온전한 상태로 보존된 일선문씨 시신 주변 회곽물질이 상대적으로 더 치밀한 구조를 가지는 것으로 측정되었다.

투수계수

투수계수는 시료 내부를 단위시간당 통과하는 유체의 양으로서 유체의 성질, 공극률과 공극의 형태, 균열의 존재여부 등에 영향을 받는다. 본 연구에서는 두 회곽시료로부터 제작된 코어시료를 대상으로 portable minipermeameter를 이용해 point 별로 투수계수를 반복적으로 측정하였고 이에 대한 평균값을 구하였다. 측정된 투수계수는 M_{LMJ} 시료가 0.18 md로 측정되었는데 반해 M_{ISM} 시료는 0.01 md 이하로서 분석한계 허용치 이하로 측정되어, 역시 온전한 상태로 보존된 일선문씨 시신 주변 회곽물질이 상대적으로 더 치밀한 구조를 가지는 것으로 측정되었다.

탄성파 전달속도

대상 시료의 입자들이 얼마나 치밀하게 밀집되어 있는가를 알아보기 위하여 시험재료의 비파괴 시험법으로 많이 활용되는 탄성파 전달속도를 측정한 결과, M_{LMJ} 시료가 1836 m/sec로, M_{ISM} 시료는 2512 m/sec로 각각 측정되어, 역시 온전한 상태로 보존된 일선문씨 시신 주변 회곽물질이 상대적으로 더 치밀하게 밀집된 구조를 가지는 것으로 측정되었다.

압축강도

두 코어시료를 대상으로 UCS (Uniaxial Com-

pressive Strength)를 측정한 결과, M_{LMJ} 시료가 46 kg/cm²으로, M_{ISM} 시료는 314 g/cm²으로 각각 측정되어, 역시 온전한 상태로 보존된 일선문씨 시신 주변 회곽물질의 강도가 상대적으로 훨씬 더 높게 측정되었다.

풍화인내도

Slake durability test 장비 (ISRM 표준규격)를 이용하여 두 시료의 풍화인내도를 측정하였는데, 이 실험은 암석이 토양입자로 얼마나 변하였는가를 확인하는데 많이 사용되는 방법이다. 즉, 그물구조의 원통드럼에 넣은 시료를 물과 접촉하며 회전하게 하여 건조와 침수의 두가지 표준 사이클에 대한 암석시료의 약화 및 분산화 저항을 측정하게 되는데, 풍화인내도가 크면 입자조직이 치밀하고 단단한 재료임을 의미한다. 본 실험에서 사용한 조건은 채취된 두 시료별로 무게 40~60 g의 덩어리 시료를 10개씩 각각 준비하여 (각 시료별 전체 중량은 450~550 g임) 원통드럼을 20 rpm으로 10분간 회전시키는 것을 1 cycle로 하여 총 2회 실험하였다. 실험 결과 M_{LMJ} 시료는 1회 실험 후 약화 및 분산된 시료가 약 30%로, 2회 실험 후 약 50%로 측정되었는데 비해 M_{ISM} 시료는 1회 및 2회 실험 후에도 약화 및 분산된 시료가 5% 미만으로 측정되었다 (Fig. 5). 이 실험결과를 Gamble (1971)이 제시한 slake 내구성 등급으로 구분하면 M_{LMJ} 시료는 1회 실험후 시료회수율이 60~85%이고 2회 실험후 시료회수율이 30~60%인 낮은 내구성 (low durability)을 가지는 그룹에 해당되는 반면, M_{ISM} 시료는 1회 실험후 시료회수율이 98% 이상이고 2회 실험후 시료회수율이 95~98%인 높은 내구성 (high durability)을 가지는 그룹에 해당된다. 이상의 결과는 역시 상대적으로 더 치밀하고 강도가 더 높은 일선문씨 시신 주

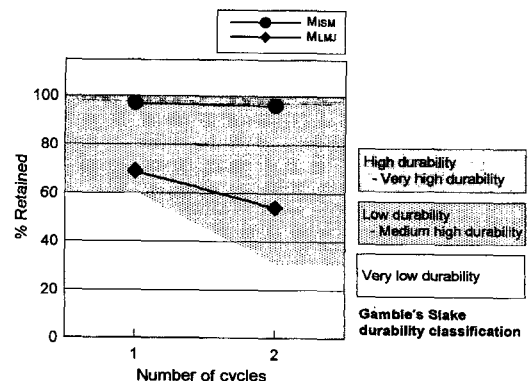


Fig. 5. Result from Slake durability test.

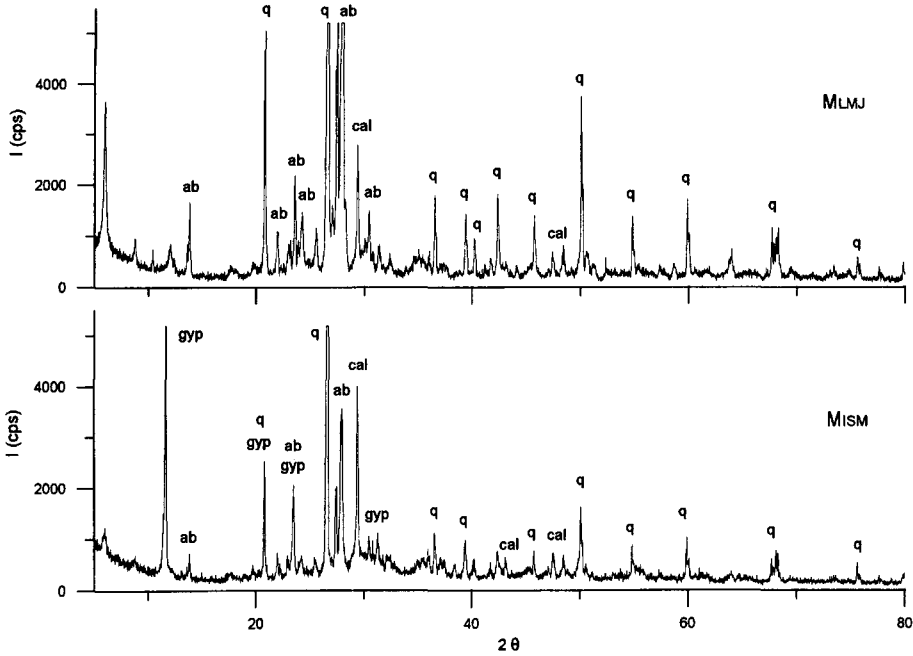


Fig. 6. X-ray diffraction patterns of lime-containing mixture around the bodies of husband, Lee Myeong-Jung (M_{LMJ}), and his wife, a member of the Moon family (M_{ISM}). (q : quartz, cal : calcite, ab : albite, gyp : gypsum)

변 회곽물질이 풍화에 대한 인내도가 상대적으로 훨씬 더 높음을 의미한다.

함유광물 및 화학조성

두 시신을 둘러싸고 있는 회곽물질에 대해 물리적 특성을 조사한 결과 예상된 대로 각각의 물성이 상당한 차이를 보였고, 이것은 두 시신을 둘러싸고 있는 회곽물질이 서로 상이했음을 의미한다. 그러므로 두 회곽물질을 구성하는 재료물질과 성분이 실제로 어떻게 다른지를 확인하기 위하여 두 회곽물질을 대상으로 함유광물과 화학조성을 각각 분석하였다.

함유광물

두 시신을 둘러싼 회곽물질 내에 함유된 광물을 조사하기 위하여 채취된 두 회곽시료를 대상으로 X-선회절분석 (XRD)을 실시하였는데, $CuK\alpha$ target으로 분석하였다 (Fig. 6). 두 시료 모두 석영, 방해석 및 albite를 공히 함유하고 있는데, 특이한 것은 M_{LMJ} 시료에서는 거의 함유되지 않은 석고가 M_{ISM} 시료에 다량 함유되어 있다는 것이다. 석고 ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$)는 회반죽과 같이 건축산업에 널리 사용되며 시멘트, 석

고보드 및 종이와 페인트 내 충전제 등으로 많이 사용되는 물질로서, 회곽물질 내에서는 주변 공기와 수분 침투를 막는 역할을 할 수 있다. 또한 두 회곽시료에 공히 존재하는 석영, 방해석 및 albite의 회절피크의 강도를 확인한 결과 M_{LMJ} 시료는 M_{ISM} 시료에 비해 상대적으로 더 많은 석영과 albite를 함유하고, 상대적으로 더 적은 방해석을 함유하고 있었다. 이상의 결과는 두 시신을 둘러싼 회곽시료의 구성물질이 서로 상이했음을 말해주며, 광물학적 관점에서 상대적으로 방해석을 더 많이 함유하면서 석고도 포함된 M_{ISM} 시료가 주변 공기와 수분 침투를 막는 밀폐환경 조성에 더 용이했을 것으로 판단된다.

화학조성

두 시신을 둘러싼 회곽물질의 화학조성을 조사하기 위하여 채취된 두 회곽시료를 대상으로 X-선형광분석 (XRF)을 실시하였다 (Table 1). M_{LMJ} 시료는 SiO_2 약 60%, CaO 약 9%, Na_2O 약 2.4%의 함량을 보인 반면 M_{ISM} 시료는 SiO_2 약 42%, CaO 약 23%, Na_2O 약 1.2%로 분석되었다. 즉 M_{ISM} 시료는 M_{LMJ} 시료에 비해 상대적으로 CaO 함량이 매우 높는데 이것은 전술한 광물학적 분석결과 방해석과 석고를 더 많이 함

Table 1. Chemical compositions of the lime-containing mixture around the bodies of husband, Lee Myeong-Jung(M_{LMJ}) and wife, a member of the Moon family(M_{ISM}) by XRF analysis (unit in %).

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	LOI	Total
M_{LMJ}	59.50	13.99	0.52	3.12	0.71	8.97	2.39	2.31	0.03	0.10	6.11	97.75
M_{ISM}	42.34	11.06	0.32	2.27	0.75	23.44	1.17	1.64	0.02	0.06	13.13	96.20

유했기 때문에 판단되며 이 때문에 LOI (Loss-on-ignition) 역시 M_{ISM} 시료가 약 13%로 M_{LMJ} 시료보다 2배 이상의 값을 가지는 것으로 판단된다. 그리고, M_{ISM} 시료가 M_{LMJ} 시료에 비해 SiO₂와 Na₂O 함량이 상대적으로 낮은 것은 상대적으로 석영과 albite를 더 적게 함유했기 때문에 판단된다. 이상의 화학조성 분석결과는 함유광물 분석결과와 잘 일치하고 있으며, 또한 두 시신을 둘러싼 회곽시료의 구성물질이 서로 상이했음에 대한 충분한 증거가 될 수 있다.

고 찰

본 연구에서는 경북 안동시 정상동에서 발굴된 이명정과 그의 부인 일선 문씨의 시신이 바로 옆에 매장되었음에도 불구하고 부패 정도가 큰 차이를 보이고 있는데, 그 원인을 지질공학적 측면에서 규명해 보았다.

먼저 연구지역 주변의 토질 구성은 화강암의 풍화토로서 ISRM (1978)에 의한 풍화등급들 중 심한풍화 (highly weathered) 내지 완전풍화 (completely weathered)에 해당되는 마사토 지반이 상당한 심도까지 잘 발달되어 있는 것이 그 특징인데, 이 마사토 지반은 배수성이 우수하기 때문에 시신이 부패되지 않는 중요한 요인이 된 것으로 판단된다.

시신의 부패 정도의 차이는 시신이 주변 수분이나 산소 등으로부터 얼마나 밀폐될 수 있는가가 중요한 열쇠이므로 시신 주변 물질 중 밀폐역할을 가장 잘 했을 것으로 판단되는 회곽물질을 두 시신별로 각각 채취하여 수분 및 공기 침투와 직접적으로 관련된 물리적 특성을 조사하였고, 두 회곽물질을 구성하는 재료물질의 상이함을 밝히기 위하여 회곽물질 내 함유광물과 화학조성을 분석하였다.

채취된 M_{LMJ} 시료와 M_{ISM} 시료에 대해 측정된 물리적 특성을 종합적으로 정리하면 Table 2와 같다. 온전한 상태로 보존된 일선 문씨 시신 주변 회곽물질이 이명정 시신 주변 회곽물질보다 상대적으로 건조밀도가 높고, 공극률이 낮으며, 투수계수가 낮고, 탄성과 전달속도가 빠르며, 압축강도도 훨씬 높게 측정되었다. 이것은 일선 문씨 시신 주변 회곽물질이 상대적으로

Table 2. summary of physical characteristics of the lime-containing mixture around the bodies of husband, Lee Myeong-Jung(M_{LMJ}) and wife, a member of the Moon family(M_{ISM}).

	M_{LMJ}	M_{ISM}
Dry density (g/m ³)	1.82	1.85
Porosity (%)	29	19
Permeability (md)	0.18	<0.01
Elastic velocity (m/sec)	1836	2512
Uniaxial compressive strength (kg/cm ²)	46	314

더 치밀하게 밀집된 구조이기 때문에 주변 수분 및 공기로부터 시신을 밀폐시키는 정도가 훨씬 더 탁월하다는 구체적 증거가 된다. 특히 일선문씨 시신 주변 회곽물질은 원래 암석이 아닌 여러 물질을 배합해 제조된 회곽물질로는 상당히 훌륭한 물성을 가지고 있었다. 또한 이러한 특성 차이 때문에 일선 문씨 시신 주변 회곽물질이 풍화에 대한 인내도도 높은 내구성 (high durability)을 가지는 그룹에 해당되는 등 이명정 시신 주변 회곽물질에 비해 훨씬 더 높게 측정되었다.

비슷한 시기에 동일한 장소에 매장된 두 시신 주변의 회곽물질의 특성 차이를 유발시키는 원인을 규명하고 궁극적으로 두 회곽물질을 구성하는 재료물질의 상이함을 밝히기 위해 두 회곽물질 내 함유된 광물분석을 실시한 결과 M_{LMJ} 시료에는 거의 함유되지 않은 석고가 M_{ISM} 시료에 다량 함유되어 있었고, 두 시료 모두 석영, 방해석, albite를 함유하고 있지만 상대적 함유량이 다른데 즉, M_{ISM} 시료는 M_{LMJ} 시료에 비해 상대적으로 방해석을 더 많이 함유하고 석영과 albite를 더 적게 함유하고 있었다. 이것은 두 회곽시료의 화학조성 분석결과와 잘 일치하고 있는데 즉, M_{ISM} 시료는 M_{LMJ} 시료에 비해 상대적으로 CaO 함량이 매우 높았고 SiO₂와 Na₂O 함량이 낮았다. 이상의 분석결과는 두 회곽시료의 구성물질이 상이했음에 대한 충분한 증거가 되며, 특히 광물학적 관점에서 상대적으로 방해석을 더 많이 함유하면서 석고도 포함된 M_{ISM} 시료가 주변 공기와 수분으로부터 밀폐환경 조성에 더 용이했을 것으로 판단된다. 외국에서도 고대 건축용 모르타르의 강도를 향

상사키기 위한 석회제조공정 기술에 대해 보고된 바 있는데 (Moropoulou *et al.*, 1996), 이 연구에서는 특별한 처리 (예 : Hot lime technology)를 거친 석회를 포함한 모르타르는 강도가 높아지며 이 모르타르 내 화학조성 및 함유광물 특성 등에 대해 보고하고 있다.

이상과 같이 두 시신 주변의 회곽물질의 특성 차이를 유발시키는 원인에 대해 규명하였는데, 이 연구결과를 바탕으로 당시 매장풍습 및 역사적 고자료들에 대한 조사와 더불어 특별한 목적을 가진 회곽물질을 만들기 위한 당시의 매장 기술 및 공법에 대한 연구가 뒤따라야 할 것으로 판단된다.

결 론

경북 안동시 정상지구 택지개발 조성시에 발굴된 이명정과 그의 부인 일선 문씨의 시신이 바로 옆에 매장되었음에도 불구하고 부패 정도가 큰 차이를 보이고 있는데, 그 원인을 지질공학적 측면에서 규명하면 다음과 같다.

1. 연구지역 주변의 토질 구성은 표토층과 풍화잔류토층이 지표면에서 약 9 m 두께로 분포하여 화강암의 풍화토인 마사토 지반이 상당한 심도까지 잘 발달되어 있는 것이 그 특징인데, 이 마사토 지반은 배수성이 우수하기 때문에 시신이 부패되지 않는 중요한 요인이 된 것으로 판단된다.

2. 두 시신의 부패에 영향을 미치는 수분 및 공기 침투에 대한 방벽역할을 했을 것으로 판단되는 회곽물질을 대상으로 물리적 특성을 조사한 결과, 온전한 상태로 보존된 일선 문씨 시신 주변 회곽물질이 이명정 시신 주변 회곽물질보다 상대적으로 건조밀도가 높고, 공극률이 낮으며, 투수계수가 낮고, 탄성과 전달속도가 빠르며, 압축강도도 훨씬 높게 측정되었다. 이것은 일선 문씨 시신 주변 회곽물질이 상대적으로 더 치밀하게 밀집된 구조임을 말해주며, 주변 수분 및 공기로부터 시신을 밀폐시키는 정도가 훨씬 더 탁월했다는 구체적 증거가 된다. 또한 이러한 특성 차이 때문에 일선 문씨 시신 주변 회곽물질이 풍화에 대한 인내도도 높은 내구성 (high durability)을 가지는 그룹에 해당되는 등 이명정 시신 주변 회곽물질에 비해 훨씬 더 높게 측정되었다.

3. 비슷한 시기에 동일한 장소에 매장된 두 시신 주변의 회곽물질의 특성 차이를 유발시키는 원인을 규명하고 두 회곽물질을 구성하는 재료물질의 상이함을 밝히기 위해 두 회곽물질 내 함유된 광물분석을 실시한 결과 M_{LMJ} 시료에는 거의 함유되지 않은 석고가

M_{ISM} 시료에 다량 함유되어 있었고, 두 시료 모두 석영, 방해석, albite를 함유하고 있지만 M_{ISM} 시료는 M_{LMJ} 시료에 비해 상대적으로 방해석을 더 많이 함유하고 석영과 albite를 더 적게 함유하고 있었다. 이것은 두 회곽시료의 화학조성 분석결과와 잘 일치하고 있는데 즉, M_{ISM} 시료는 M_{LMJ} 시료에 비해 상대적으로 CaO 함량이 매우 높았고 SiO_2 와 Na_2O 함량이 낮았

다. 이상의 분석결과는 두 회곽시료의 구성물질이 상이했음에 대한 충분한 증거가 되며, 특히 광물학적 관점에서 상대적으로 방해석을 더 많이 함유하면서 석고도 포함된 M_{ISM} 시료가 주변 공기와 수분으로부터 밀폐환경 조성에 더 용이했을 것으로 판단된다.

사 사

이 연구는 BK21 사회기반 및 건설기술 인력양성사업단으로부터 경제적 지원을 받았으며, 관심있는 연구 주제를 제공하고 실험경비를 지원해주신 SBS “순간포착 세상에 이런일이” 제작진 및 KBS “미스터리추적” 제작진에게 진심으로 감사드린다. 또한 족보자료 제공과 현장안내 등에 협조해주신 후손 이도형씨께도 감사드린다.

참고문헌

- 조선일보 (1995) 450여년전 미이라 원형 그대로 발견, 1995년 11월 6일 사회면 게재.
 조선일보 (1998) 450년전 조선중기 여자미라 발견, 1998년 4월 8일 사회면 게재.
 한국토지공사 (1996) 안동정상지구 택지개발사업 조사설계용역 토질조사보고서, 1996p.
 중앙일보 (1998) 450년 된 미라 안동서 발굴, 1998년 4월 8일 사회면 게재.
 KBS (1998) 시공을 조원한 인연-미라, 미스터리추적 27회 방영.
 Gamble, J.C. (1971) Durability-plasticity classification of shales and other argillaceous rocks, Ph.D. thesis, University of Illinois.
 ISRM (1978) Suggested methods for the quantitative description of discontinuities in rock masses, International Journal of Rock Mechanics and Mining Science & Geomechanics Abstracts, v. 15, p. 319-368.
 Lee, S. G. and de Freitas, M. H. (1989) A revision of the description and classification of weathered granite and its application to granite in Korea, Quarterly Journal of Engineering Geology, v. 22, p. 31-48.
 Moropoulou, A., Tsiourva, Th., Bisbikou, K., Biscontin, G., Bakolas, A. and Zendri, E. (1996) Hot lime technology imparting high strength to historic mortars, Construction and Building Materials, v. 10 (2), p. 151-159.
 Wilson, D.M. (1993) The collections of the British museum, British museum, London, UK, 304p.