

고고학과 자연과학의 만남 : 토기

신 숙 정*

목 차

- | | |
|-----------------------|--------------|
| I. 머리말 | IV. 최근의 분석경향 |
| II. 토기분석에서 자연과학의 적용 | V. 맺음말 : 전망 |
| III. 우리나라 토기분석 연구의 발달 | 참고문헌 |

I. 머리말

자연과학이 고고학에 얼마나 많은 기여를 하며 많이 적용되었는지를 토기를 통해 구체적으로 살펴보기 전에 먼저 오늘 발표의 제목에 대해 잠깐 생각해보고자 한다. “고고학과 자연과학의 만남”이란 제목은 은연중에 양자를 갈라 놓음으로써 둘 사이의 관계는 대립적이며, 이들은 서로간에 단편적인 지식을 주고 받아 활용할 수 있다는 소극적인 느낌을 줄 수 있기 때문이다. 그러나 오늘날 대부분의 학문이 그로부터 출발한 회람 철학의 전통을 생각하면 모든 학문의 뿌리는 하나이며 최종적으로 하나로 귀결될 수 있을 것이다. 이러한 관점에서 양자의 대립관계보다는 조화로우며 추구함이 바람직하다. 최근까지 많이 요구되어온 학제간 교류라는 주장도 지식의 세분화·고립화를 지양(止揚)한다는 점에서 거의 같은 의미를 담고 있다고 하겠다.

실제로 고고학과 자연과학 둘의 관계를 놓고 보자면 근대 고고학의 성립기반이 되는 이론적 근거는 대부분 지질학이나 생물학 등에서 제공받은 것이다. 더 세부로 들어가 고고학 만으로 보면, 발굴에서 얻은 자료를 동정(同定: identification)하는데 매우 여러방면의 자연과학적 지식이 필요하며, 경험과 관찰을 되풀이하여 귀납적인 지식을 얻어왔다는 점에서 이 또한 자연과학의 연구방법과 동일하다고 생각된다. 최근의 고고학에서는 여기에서 더 나아가 문화변동의 과정을 찾는데 주목하고, 그 변동과정은 법칙화가 가능하며 이를 가지고 예측이 가능한 것으로 보아왔는데 이렇게보면 고고학은 자연과학에 더욱 근접하는 듯이 보이기도 한다.

* 서울대학교박물관 특별연구원

그러나 고고학이 어느 분야의 학문인가 등을 정의하는 일은 오늘의 주제와는 매우 다른 것이다. 발표자는 다만 고고학이 그 시작부터 자연과학과 뗄 수 없는 관계에 있었으며 그 관계는 고고학의 인식 목표나 연구방법이 점점 더 자연과학에 접근함에 따라 긴밀해지고 있음에 주목하고자 한다. 이 부분에 주의를 기울여 자연과학에 더욱더 관심과 이해를 갖고 이들을 활용할 수 있도록 노력해야 할 것이다. 물론 자연과학도 고고학과의 교류를 통해 얻는 바가 많을 것인데, 무엇보다도 과학만능과 기계적인 사고에 대한 경계·반성을 할 수 있을 것이다. 양자가 서로의 사유방식과 학문적 성과를 적극적으로 활용하는 가운데 대상에 대한 통합된 지식을 얻을 수 있을 것이란 점에서, 양자간의 인식을 새롭게 할 필요성이 있다.

II. 토기분석에서 자연과학의 적용

고고학적 유물 가운데 토기를 놓고 보면 먼저 발굴(혹은 채집)된 것들을 씻고, 보존 처리하고 여기에 따라오는 부수적인 자료(탄화미, 유기물 찌꺼기, 검댕 등등)를 따로 분석하는 과정 등이 모두 분석시료를 준비하는 과정도 모두 자연과학과 관계있으나 이는 오늘 준비한 발표와는 다른 것이므로 다른 기회에 살펴보아야 할 것이다.

여기에서는 그러한 과정이 끝난 다음, 토기를 놓고 관찰하기 시작할 때 떠오르는 질문과 궁금증을 어떻게 풀이해나갔는가를 살펴보고자 한다. 고고학에서는 양적으로 많은 자료들을 관찰, 파악해나가기 위한 방법의 하나로 이들을 같은 특징을 가진 무리로 묶어나가며 이러한 특징 가운데 최소 단위를 속성(attribute)이라고 한다. 토기를 예로 들면 전체의 생김새, 크기, 높이, 두께, 아가리나 밑부분의 모습, 색깔, 무늬, 질감(texture) 등등 간단하게 생긴 하나의 토기안에 수많은 속성이 있을 수 있는데 이런 형태나 양식적인 속성 외에, 훈련된 눈과 관찰 만으로는 더 이상 나누어지지 않는 물질들에 대한 궁금증 즉 기술적인 속성에 부딪치게 되며 이것은 자연과학을 이용한 분석으로 해명된다. 예를 들면 토기만드는 바탕흙은 보통 찰기를 가진 찰흙(clay)과 굵은 입자인 비짐(혼입물: tempering material)으로 이루어지는데 이들에는 어떤 종류가 있는지, 이 재료들은 어느 곳에서 왔는지, 페인트나 슬립(slip) 처리는 되어있는지 있다면 어떤 물질을 쓴 것인지, 이러한 토기들은 실제 몇도 정도나 되는 온도에서 구워졌는지, 그런 토기를 굽는 가마의 구조와 뿔감의 종류 등등 많은 흥미있고 궁금한 문제에 부딪치게 된다. 이렇게 일반적으로 토기를 만드는데 사용된 물질을 확인하고자 할 때나 토기의 제작기술에 관한 의문은 대부분 자연과학의 지식과 방법을 빌어 해결해나가야 한다.

자연과학의 도움은 위와 같이 분류 및 제작기술의 단계에서 더 나아가 물자의 이동이나 교역의 증거를 찾아내는데 매우 유용하다. 오늘날의 고고학에서는 유물의 외관을 빠짐없이 관찰하여 그 의미를 되새기고 과거 문화사를 복원하는 데서 나아가 그 문화변동과정을 해

명하려는 의도가 강한데, 이때 가장 도움을 주는 인간행위가 바로 교역이다. 선사시대 사회의 교역이란 물건과 물건의 교환 뿐만 아니라 이를 통해 온갖 지식과 정보를 교환하며 결국 자원과 물품을 재분배하는 일로 귀결된다고 여겨지고 있기 때문이다.

문제는 그와 같은 교역의 증거를 어디에서, 어떻게 찾아내는가 하는 점인데 이 부분에서 특히 자연과학의 역할이 돋보이게 된다. 종래에는 주로 유물의 양식을 가지고 추정하여 이 질적으로 보이는 유물은 외부로 부터 반입된 것(Intrusives)이라는 결론을 내려왔다. 그러나 이와같이 자연과학의 도움이 없는 추정이란 대부분 막연하고 주관적이어서 오류를 갖거나 천편일률적이기 쉽다. 위와 같은 문제를 해결하는데 가장 흔히 쓰이는 방법은 유물의 성분을 분석하여 그 원료산지나 제작소를 찾아내는 것이다.

이같은 식으로 물자교류의 문제를 해명한 가장 고전적인 예로는 옥스포드 대학의 고고미술사학 연구실에서 실험한 경우를 들 수 있다. 여기서는 미노아와 미케네 양 지역에서 보이는 토기의 유사성이 문화적 전파나 이주에 의한 것인지 아니면 교역에 의한 것인지를 알아보고자 한 것이다. 이때 쓰인 분석방법은 발광분광분석법(optical emission spectrometric analysis)이었고 토기의 주성분을 분석하여 14개 원산지 집단이 파악되었다(Catling, H.W., 1963). 그 결과 미노아 지방의 토기는 독자적으로 만들어진 것이고 나머지 그리스 식민도시에서 출토된 것들은 이주민들이 만든 것이 아니라 교역품이었음이 확인되었다. 이 연구는 중동지역 토기분석의 효시를 이루었고, 최근에는 유물의 성분분석 결과가 축적되면서 양식상 비슷해 보이더라도 출토지가 다르거나, 외관상 전혀 다르게 보이지만 같은 곳에서 만든 것이 있다는 등의 분석결과가 널리 알려져 있다.

이렇게 볼 때 토기를 과학분석하는 목적은 기술(제작)발달의 과정을 알아보려는 것과 원산지에 대한 추정을 하려는 두가지로 크게 나눌 수 있다. 최근의 산지추정 연구는 거리와 교역된 유물 양만의 상관관계를 이차원적으로 표시해주는 데서 벗어나 지형이나 사회경제적 맥락까지도 포괄하여 유물의 분포를 삼차원적으로 표현해주는 데 까지 나아가고 있다.

Ⅲ. 우리나라 토기분석 연구의 발달

그러면 지금까지 우리나라에서 이루어진 토기분석의 예를 살펴보자. 우리나라에서 토기분석에 과학방법을 이용한 연원은 의외로 매우 깊은 편이다. 일찌기 横山將三郎은 동삼동의 조개더미유적을 시굴하였는데(横山將三郎, 1933) 그는 여기에서 출토된 토기의 비집 가운데 석영은 가열하면 열변성을 일으켜 570도 정도에서 팽창하게 된다는 것, 조가비는 800도 이상 가열하면 파괴되어 재분해(decomposition)된다는 것 등의 자연과학적 지식을 가지고 현미경으로 이들을 살펴 동삼동 토기를 구운 온도가 570-800도 정도 된다는 추정을 하였다. 이는 당시의 일반적인 연구경향과 수준에 비추어 놀라운 일이라고 할 수 있다. 최근에도 석

영이나 조가비비집이 재분해되는 온도 등을 이용하여 추정하는 토기 소성온도는 이 범위 사이에 있다.

橫山 이후, 토기분석에 자연과학을 이용한 연구는 한동안 찾아볼 수 없다가 1970년대 후반에 들어와 철기시대 토기를 분류한 연구(김양옥, 1976)가 자연과학적 토기분석의 효시를 이룬다. 이것은 철기시대 토기의 분류기준을 마련하기 위해 입자분석, 굵기, 흡수율 등 계측 방법을 사용한 연구라고 할 수 있다. 한편 자연과학자들이 중심이 되어 중성자 방사화분석(neutron activation analysis) 혹은 미량성분분석으로 신석기 부터 고대에 이르는 토기들을 성분분석하고, 이들을 통계처리하여 친연성에 따른 수목보(dendrogram)로 분류하거나, 나아가 산지추정을 시도한 것이 있으나(이철 외 1977; 이철, 1981) 당시 고고학자들의 관심과 이해도로 부터 워낙 떨어져 있던 탓이었는지 주목받지 못했다. 이러한 연구를 계승한 것이 최근에 나온 일련의 토기분석 및 분류, 이를 통한 산지추정 작업(강형태, 1985, 1989)이다.

토기분석은 1980년대에 들어와 최몽룡이 영산강지역의 민토기를 분석함(Choi, 1981)으로 부터 본격화되었다. 이 작업에서는 자연과학적 분석방법과 기기를 사용하여 민토기 바탕흙의 성분(구성원소), 토기를 구운 온도, 제작기술 등을 알아보려고 하였으며, 이러한 토기분석을 통해 최종적으로는 그 지역의 기술 및 문화발달을 추구하고 토기를 전담하여 만드는 전문장인의 존재를 확인하고자 한 것이다. 영산강유역의 민토기 분석이 기폭제가 되어 이후 여러 곳의 여러 시대 토기분석이 활발해졌으며 이제 일단 토기의 제작기술에 관계되는 의문은 상당량 해명되었다고 보인다. 즉 토기 바탕흙의 주 구성광물은 녹니석, 일라이트, 몽모리오나이트, 카올리나이트 등이며, 비집으로는 석영, 운모, 활석, 조가비 등이 대표적이다. 바탕흙의 조성을 산화물 상태로 표시하면 약 10여종의 주 구성광물이 찾아진다는 점, 미량 성분원소를 알아내는 데는 주로 중성자방사화분석(NAA:neutron activation analysis)방법을 쓰며 토기를 구운 온도는 여러 방법으로 추정되나 대표적으로 열분석방법(DTA-TGA-TEA)을 써서 알아내는데 빗살무늬토기-민토기를 구운 온도는 550-800도 사이이며 철기시대 이후의 토기는 800-1000도 사이 정도라는 점, 민토기까지는 주로 테쌍기(ring method)나 서리기(coiling method) 등의 방법으로 만들어짐을 확인한 것 등이다¹⁾.

1980년대 끝무렵에 오면서 토기분석 연구가 한 단계 나아가 재료물질의 분석연구로 부터 산지추정에 대한 연구로 관심을 돌리게 되었다. 이는 종래의 토기분석작업이 대중화되어 토기의 재질이나 제작기술에 관한 웬만한 궁금증이 다 풀려나간 현상과 맞물려 있다. 한편 그동안의 연구는 화학분석이 주도하고 해석에 기본이 되는 지질학적 연구가 이루어지지 않았는데 최근에는 지질학적 연구가 토대가 되는 연구도 나오게 되었다.

1) 최근까지의 토기분석 내용과 그 경향 및 토기분석에 주로 쓰이는 방법 등에 대해서는 최몽룡·신승경·이동영, 1996. 《고고학과 자연과학》 토기편에 자세히 정리되어 있다.

IV. 최근의 분석경향

1980년대 끝무렵 부터 토기의 과학분석연구는 새로운 차원으로 나아가게 되었다. 이는 위에서 말했듯이 토기의 재질을 파악하는 종래의 분석방법과 이로 인해 얻게된 지식이 포화상태에 이르러, 새로운 토기를 분석해도 알려지는 지식은 이미 알고있는 범위를 넘어서지 못하게 되었다는 점에 기인하는 바가 있다. 즉 자료만 추가될 뿐 해석상의 큰 의미는 없어진 것이다. 이러한 불만들을 해소하는 방향으로 연구가 나아가야겠다는 필요성에 직면하게 된 것이다.

그러나 위의 필요성 보다도 본질적으로 중요한 점은 토기분석 연구가 궁극적으로 나아가갈 방향이 물질의 동정과 제작기술의 확인에서 그치지 않는다는 점이다. 동정이나 확인작업은 당시의 사회변동을 해명하는 데에도 일조를 하겠으나 가장 기여를 하는 곳은 역시 '분류'이기 때문이다. 이리하여 산지추정 연구로 나아가게 되었다. 가장 먼저의 예로는 산지추정 연구의 필요성을 계몽하고 거기에 쓰이는 화학적·수학적 방법을 제시한 뒤 산지추정의 예를 소개한 작업이 나왔다(최몽룡 외, 1989). 그 특징으로는 통계적 분류방식과 화학분석이 결합되어 함량의 차이에 따라 대상을 몇개의 군(群)으로 나눈 뒤 이들의 산지를 찾아나가는 것이다. 다만 산지추정이란 원료산지, 제작소, 출토지 등 세 지점이 갖추어져야 하므로 폐기된 지점 한군데만 나타나는 것이 일반적인 선사시대 토기의 경우 산지추정이 쉽지 않은 것이다. 최근에는 여기서 더 나아가 가야-신라토기의 제작소가 한곳이었는지 여러 곳이었는지, 전업적 생산이었던지 등에 대한 해석까지도 시도되고 있다. 즉 울산 중산리 고분군에서 출토된 토기를 중심으로 5-6세기 무렵의 분업체제와 공장제 대량생산의 문제에 까지 접근하는 심도있는 연구를 보여주고 있는 것이다(최몽룡 외, 1995).

한편 이러한 연구들이 가진 취약점도 있는데, 분석방법과 결과 해석 전체를 화학분석에만 의존하고 있다는 점을 우선 꼽을 수 있다. 그러나 하나의 토기가 만들어진 전체 맥락을 고려한다면 그 바탕흙을 얻을 수 있었던 주위환경에 대한 조사가 제 일차로 이루어져야 할 것임은 자명하다. 특히 토기나 토기의 원료산지를 알아내기를 원한다면 더욱 토기가 출토되는 지역 부근의 암석이나 토양, 혹은 광물등이 어떻게 생겨나고 풍화되고 운반되고 쌓였는지--즉 토기원료들(clay mineral과 비집)이 만들어지는 지질학적 과정(geological processes)과 주변환경, 주로 얻어질 수 있는 위치 등에 대해 미리 파악해놓아야 할 것이다. 지질학적 분석의 장점을 예로 들자면 가령 토기 박편을 만들어 현미경으로 암석분석을 하게 되면 석영입자들의 크기나 비율에 대해 사전지식을 갖게 된다. 석영의 상태에 따라(모나거나 둥글거나 등등) 토양의 풍화정도나 비집의 사용여부 등에 대해서도 짐작할 수 있는 것이다. 그러나 처음부터 화학분석만을 하였다면 석영입자가 마연되어서 점토광물에 있는 SiO₂와 합해진 값이 나오므로 원래의 찰흙과 다른 허상을 보일 수 있다. 토양의 조직 등에 대해서도 전혀 알지 못한다.

화학분석을 주로 하는 여러 연구들에서 보면 토기에 대한 분석결과를 다음과 같이 해석하는 일이 잦다. 분석 결과 대개는 silica(SiO₂)와 alumina(Al₂O₃) 등 찰흙에 다량으로 들어 있는 구성광물(주 구성광물)은 빼고, 소량-미량으로 들어 있는 원소들에 주목하여 이들을 몇개의 무리(群)로 나누거나 이 미량원소들이 어디에서 왔는가를 추적하게 된다. 그런데 누구나 알다시피 하나의 암편(岩片) 안에도 여러개의 광물종이 있게 되며 같은 종의 광물이라도 생성과정이나 생성환경에 따라 약간씩의 함량 차이가 있을 수 있는 것이다. 더구나 최근에 발달된 여러 분석방법들은 시료의 양을 몇 g에서 몇 mg 정도로 매우 적게 요구하고 있다. 이렇게 적은 시료 가운데 매우 적은 함량의 차이, 혹은 어떤 원소의 있고 없음으로 서로 다른 곳에서 왔다는 해석을 보장받으려면 반드시 지질학적인 고찰과 관련시켜야 할 것이다.

화학분석값도 그 자체로 언제나 유효한 것은 아니다. 즉 화학분석값은 언제나 산화물 상태로 나오게 되지만 실제로는 전혀 다른 상태의 화합물로 존재할 수 있는 것이다. 예를 들면 철(Fe)과 유황(S)은 언제나 Fe₂O₃, SO₂의 산화물로 따로 있는 것이 아니라 원래는 유화철(FeS) 상태였을 수 있는 것이다. 또는 발표자가 조선시대 토기의 광물조성을 알아보기 위해 실시한 화학분석에서 MgO와 SO₂로 분리된 화합물은 가상의 상태이며 원래는 MgSO₄임이 밝혀진 경우도 있다(이희수 외, 1994). 이러한 점들을 고려하면 유적 주위의 지질과 퇴적 환경 분석이란 토기분석의 기본임을 알 수 있다. 또 어느 곳의 흙을 썼는지 유적 주위에서 거의 추정할 수 있다는 점에서 효과도 높은 편이다. 사실 그동안 박편으로 암석분석을 한 경우는 꽤 있으며 글쓴이들도 이러한 작업을 몇차례 해보았으나 유적 주위의 퇴적환경과 연관시켜 보지 못하였기 때문에 뚜렷한 정보를 얻지 못한 바 있다. 그런 점에서 비교적 만족스러웠던 작업이 미사리와 일산지역 출토토기에 대한 분석이다.

미사리유적에 대한 토기분석은 3회에 걸쳐 이루어졌는데(최몽룡 외, 1994) 아직까지 한 유적에서 나오는 토기들에 대해 세번의 분석이 이루어진 경우는 없었다고 보인다. 이러한 연구는 자료의 축적이라는 측면에서도 바람직하거나와 한번의 분석과 실험에서 오는 무리한 유추와 오류를 줄여서 실제 모습에 다가간다는 점에서 앞으로 권장되어야 할 사항이라고 여겨진다. 여기서 1·2차는 화학분석 중심이었으며 3차는 지질·암석분석을 하여 여러 분석방법을 병용함으로써 안정된 지식을 얻은 셈이다. 또한 빗살무늬토기·민토기·철기시대토기·원삼국토기 등 여러시대의 토기를 비교분석하여 시대에 따라 제작수법에 변화가 있는가도 알아보았다.

여기에서 새로이 알게된 사항은 다음과 같다. 첫째, 빗살무늬토기와 민토기의 제작수법은 거의 같아 보이나 철기시대에 들어가면 큰 변화가 오는데 토기를 구운 온도가 매우 올라가는 점도 그렇지만 바탕흙 자체가 달라진다는 점이었다. 특히 연질토기들은 대개 퇴적 점토에서 보이는 뺨(silt)질 토양을 써 여늬 토기와 확연히 구분된다. 발표자들은 일산지역에서 출토된 연질토기에서도 똑같은 현상을 확인한 바 있다(이동영 외, 1993). 이는 앞으로 와질과 도질토기 논의에도 한 시사를 줄 것으로 여겨진다.

둘째, 빗살무늬토기와 민토기는 모두 비짐을 섞으며, 종래 바탕흙에 그냥 섞여있는 것이며 따라서 비짐이 아니라고 여겨져 온 “운모” 등이 대표적인 비짐임을 알게 되었다. 이는 한강유역 빗살무늬토기 제작수법에 관련된 매우 중요한 사실이다. 한편 유적 주위의 환경으로 보아 미사리 토기의 원료 흙은 대개 팔당 쪽의 산록에서 가져온 것으로 추정되었다. 일산지역에서 출토된 토기분석 역시 같은 분석자에 의해 이루어진 작업인데 미사리에서 얻은 지식과 거의 같다. 그리고 가마터에서 직접 가져온 원토와 함께 조선토기를 분석하여 정량 분석의 허점을 알게된 분석작업이 있는데(이희수 외, 위 글) 조선토기를 구운 온도는 1100 가량이라고 밝혀졌다.

V. 맺음말 : 전망

지금까지 우리나라 선사시대 토기에 대한 과학적 분석의 예와 최근의 경향을 요약해보았다. 한국 고고학에 있어서 자연과학을 활용한 연구는 연구의 본류로 다루어지지 못하였으나 토기분류와 동정할 때의 애로사항을 해결하기 위해 과학방법을 원용하기 시작한 뒤로 최근에는 제작과정을 밝히고 원산지 추정을 할 정도로 연구의 진전을 보게 되었으며, 각 지역의 발굴보고서를 펴낼 때 대부분 토기분석 등을 시행하는데 까지 발전하였다. 여전히 ‘부록’의 상태를 벗어나지는 못하고 있으나 매우 고무적인 현상임에 틀림없다.

그러나 그렇게만 보기에는 아직도 미비한 점이 매우 많다고 할 수 있다. 분석·보고된 글들을 보면 자연과학적 지식을 이해·인용하는데 오류가 있거나 앞뒤의 말이 맞지 않거나 왜 이를 시행했는지 연구자 본인도 잘 모르는 것 같은 경우가 종종 있다. 이러하게 되는 이유로는 자연과학자와 고고학자의 견해차가 나서 일 수도 있고, (최종 해석자인)고고학자가 자연과학적 지식과 방법을 이해, 활용하는데 서툴어서 일 수도 있고, 다만 유행에 따라 분석은 하되 고고학자 본인이 무관심해서일 수도 있다. 한편 제작기술을 알아보는 방법과 분석결과가 매우 비슷하고 제한되어 색다른 자료를 대하더라도 더 이상 분석하고 싶은 의욕이나 필요성을 일으키지 않는다는 평도 가끔 듣게 되었다.

그런데 발표자는 최근에 남한강 유역의 지표조사를 하는 가운데 많은 양의 붉은간토기를 찾게 되었고, 이를 가지고 과학분석을 하는 중이다. 이를 계기로 지금까지 이루어져온 붉은간토기 분석작업 결과를 다시한번 검토하게 되었는데 이들이 그저 자료만 쌓아온 것이 아님을 알게 되었다. 즉 분석작업을 검토하는 중에 종래 자료에 대해 이전과 다른 해석이 가능하였던 것이다. 이는 발전적인 측면이라고 여겨지며 따라서 토기에 대한 과학분석이 앞으로 지속적으로 이루어져야 하겠으며 그 필요성이 더욱 제고되어야 한다는 생각을 갖게 되었다.

현재까지 이루어진 붉은간토기 분석사례는 제원 양평리 집터와 고인돌 유적의 것(Choi,1983; 최몽룡 외, 1984), 여주 혼암리 유적(최몽룡·박양진, 1985), 제원 황석리 유적

(이용조 외, 1987), 사천 소곡리 신월 유적(단국대학교 박물관, 1988), 부여 송국리 유적(조현중 외, 1988) 등 모두 6례가 있는데, 붉은간토기에서 가장 궁금하게 여겨왔던 점은

- 1) 붉은칠의 성분이 무엇인가 하는 점과
- 2) 붉은칠은 토기를 굽기전에 하는 것인가 구운 후에 바르는 것인가

하는 두가지 점이었다고 보인다. 여러 사람들이 각자 다양한 실험방법으로 도달한 분석결과를 종합해보니 붉은간토기에는 토기를 먼저 구운 다음 붉은칠을 하여 간(磨研한) 것과 굽기전에 먼저 붉은칠을 한 것의 두가지가 다 있으며(양자의 색깔과 벗겨지는 정도는 다름) 붉은칠의 성분은 주로 산화철(Fe_2O_3 ; 혹은 양평리의 경우 철을 많이 함유한 회장석)이라고 하여 그간의 추측이 옳았음을 알게 되었다. 과학적인 분석을 하지 않은 상태에서 지금까지 여러 사람들이 이에 관해 언급한 바 많은데(손보기·이용조, 1974; 강인구·이건우·한영희·이강승, 1976; 안춘배, 1977; 한영희, 1986) 위의 분석결과와 대체로 근접하였다. 이는 역시 자세한 관찰과 경험이 매우 중요함을 보여주는 대목이다.

그러나 다른 중요한 사실의 확인--예를 들면 붉은간토기를 구운 온도라거나 화학조성 등--에서는 처음에 비해 생각이 약간씩 바뀌거나 결론이 점차 변하여갔음을 볼 수 있다. 이는 그만큼 자료가 쌓임에 따라 분석이 능숙해지고 뚜렷한 견해를 확립해간 발전적인 측면이라고 여겨진다. 예를 들면 붉은간토기를 구운 온도에 대해서 발표자들은 초기에 저온형의 석영에 주목하는 것을 시작으로 황석리에서는 정밀한 소성수축 방법을 사용해보았고 최근에 오면서는 주로 XRD를 통한 점토광물의 파괴 유무 및 여러가지 열분석(DTA-TGA-TEA)을 병용하여 판단하고 있는데 이들은 공통으로 민무늬토기, 붉은간토기를 구운 온도 구간이 700-800도 사이임을 지시하고 있다. 그러나 하나의 광물이나 요소 혹은 한가지 방법에 치중하여 판단하기에는 불충분하므로 여러가지 방법을 병용하여 추정구간을 좁히는 것이 좋다. 특히 노련한 암석분석상의 판단이나 소성수축 방법²⁾ 등은 매우 도움이 된다고 보인다.

한편 분석작업들을 재검토하는 중에 처음 분석되었던 당시의 견해와 달라진 부분도 나타났다. 예를 들면 양평리나 혼암리 붉은간토기의 경우 석영과 장석의 함량비가 매우 차이나서, 사람들이 토기를 만들때 석영 중심으로 걸러쓴 것이라고 추정되어왔다. 그러나 이는 두께가 얇은 토기를 만들다보니 고온 흡을 선택하는 과정에서 굵은 입자는 빠지고(이 과정에서 굵은 입자의 장석 등은 빠져나갔다고 보인다) 바탕흙에 섞여있던 가는 모래만 남게되어 그리되었을 뿐인 것이다. 당시의 사람들이 자연상태에서 섞여서 존재하는 석영과 장석을 구별해 썼다고는 여겨지지 않는다는 점에서도 후자의 경우로 판단하는 것이 더 실제에 가까울 것이다. 그러나 보통 얇게 만드는 붉은간토기와는 달리, 두터운 붉은간토기를 만들때는 또 다르다. 예를 들면 미사리의 붉은간토기는 얇게 만들기 위해서 퇴적점토를 쓰며 따라서

2) 토기를 재가열하면 원래 구워진 온도 구간까지는 별다른 반응을 보이지 않으나 그 온도를 넘어서게 되면 수축되기 시작한다. 이 성질을 이용해서 토기의 소성온도를 추정하는 것임.

굵은 입자가 보이지 않으나 황석리나 대평리처럼 두터운 간토기는 여느 민토기와 전혀 다르지 않은 흙을 선택하기도 하는 것이다. 이런 점에서는 하나의 지역적 차이라고도 할 수 있겠다. 이러한 검토와 반성은 모두 분석자료가 쌓여나갔기 때문에 가능해진 일이다.

앞서 잠시 언급한대로 철기시대와 원삼국시대 연질토기의 바탕흙이 실트질이라는 것도 여기에서는 분석결과를 제시하는데 그쳤으나 매우 중요한 지적이라고 생각된다. 지금까지 무수히 논의되어온 와질, 도질토기론은 그 토기들의 생김새(器型), 바탕흙, 굽기, 소성온도 등에서 뚜렷한 차이가 난다는 것이지만 바탕흙, 굽기, 소성온도 등의 특성들이 모두 자연과학적 분석으로 객관화될 수 있는 것들임에도 불구하고 양자에 대한 구체적인 수치비교연구 작업 같은 것은 아직 없었다. 최근들어 토기를 직접 만들어 굽고(김미란, 1995) 이를 다시 분석하는 작업(강대갑, 1995)들이 약간씩 나타나고 있는데 전자에 의하면 와질토기는 “특정한 태토”로 구웠을 것으로 추정되었다. 필자들의 분석경험에 비추어 볼 때, ‘빨질’ 태토가 아닐까 한다. 토기의 구분이란 우리나라 역사발달 단계에 대한 이해와 긴밀히 관련있는 만큼 앞으로 이들에 대한 비교분석이 빨리 이루어져야 할 것이다.

이러한 사실들로 미루어 보건대 토기의 자연과학적 분석이 의미하는 바가 적다는 비평에는 매우 성급한 일면이 있으며, 오히려 아직까지 의미있는 해석을 할 만큼 충분한 자료 축적이 이루어지지 않았다고 할 수 있다. 더구나 고고학에 자연과학의 연구성과를 원용한다는 것이 고고학적 의문을 하루아침에 해명해준다는 의미는 아닐 것이다. 어떠한 사실의 발견(예를 들면 원삼국시대의 연질토기가 실트질이라는 것)은 더많은 의문과 궁금증을 낳게 하는데 그것이야말로 과학의 본질이 아닌가 한다. 그러나 미사리와 일산지방의 빗살무늬토기-민토기 분석예에서 보듯이 유적의 지질과 퇴적분석 그리고 암석분석을 같이 하는 동안에 옛사람들이 토기를 만들던 환경이 이해되고, 찰흙의 원료산지로 팔당을 지목할 수 있었던 점 등은 앞으로의 연구에 많은 기대를 걸게 한다. 토기분석의 분야에서라면 지금까지의 작업에 회의하기 이전에 더욱 더 자연과학과 공조하여 연구결과를 축적해나가는 것이 시급하다고 하겠다.

【참 고 문 헌】

- 강대갑, 1995, 「백제토기 연구를 위한 재료과학적 접근」, 『'95 한국 전통과학기술학회 추계 학술대회 발표요지』.
- 강인구·이건무·한영희·이강승, 1976. 『송국리』 1.
- 강형태, 1985. 『중성자방사화분석에 의한 한국 고대토기 및 자기분류』 (한양대학교 석사학위 위논문).
- 강형태, 1989. 『패턴인지에 의한 고고학적 시료의 분류법』 (한양대학교 박사학위 논문).
- 김미란, 1995. 「원삼국시대의 토기연구」, 『호남고고학보』 2.
- 김양옥, 1976. 「한반도 철기시대 토기의 연구」, 『백산학보』 20.
- 단국대학교 박물관, 1988. 『소곡리 신월의 청동기시대 무덤』.
- 손보기·이용조, 1974. 「양평군 양근리·양덕리지역 유적발굴보고」, 『팔당·소양댐 수몰지구 유적발굴 종합조사보고』.
- 안춘배, 1977. 「남강상류의 선사문화연구」, 『백산학보』 23.
- 이동영·김주용·신숙정, 1993. 「일산 새도시지역의 지질과 출토토기의 분석」, 『박물관기요』 9.
- 이용조·신숙정, 1987. 「제원 황석리유적 출토의 붉은간토기와 가지무늬토기의 고찰」(『삼불 김원룡교수 정년퇴임기념논총』 (고고학편).
- 이 철·김낙배·김성배·박혜일, 1977. 「방사화분석에 의한 한국산 고대토기의 분류」, 『미술 자료』 21.
- 이 철, 1981. 「미량성분원소의 분석에 의한 한국토기 및 자기의 연구」, 『한국과학사학회지』 3-1.
- 이희수·박충래·신숙정, 1994. 「조선시대 토기의 성분분석」, 『한국상고사학보』 15.
- 최몽룡·윤동석·이영남, 1984. 「충북 제원 양평리·도화리 출토 홍도 및 철제품의 과학적 분석」, 『윤무병박사 회갑기념논총』.
- 최몽룡·박양진, 1985. 「여주 혼암리 토기의 과학적 분석」, 『고문화』 25.
- 최몽룡·이철·강형태·이성주, 1989. 「고대유물 산지의 연구」, 『한국상고사』.
- 최몽룡·강형태, 1994. 「미사리출토 토기의 과학적 분석」, 『미사리』 1.
- 최몽룡·강형태·신숙정, 1994. 「미사리출토 토기의 과학적 분석 2」, 『위 책』.
- 최몽룡·이동영·신숙정, 1994. 「미사리유적의 지질과 출토토기의 분석」, 『위 책』.
- 최몽룡·강형태·이성주·김승원, 1995. 「신라·가야토기의 생산과 분배에 관한 연구」, 『한국상고사학보』 18.
- 최몽룡·신숙정·이동영, 1996. 『고고학과 자연과학: 토기편』 (서울대학교 출판부).
- 한영희, 1986. 「국립진주박물관 신수품 소개」, 『영남고고학』 1.
- Catling, H.W., 1963. "Spectroscopic Analysis of Mycenaean and Minoan Pottery 1,

Introductory note, A.E.Blin-Stoyle and E.E.Richard 2, Method and Interim Results," *Archaeometry* 4, 1963.

Choi Mong-lyong, 1981. "Analyses of 'Plain Coarse Pottery' from Cholla Province and the implication for ceramic technology and so-called Yongsan River Valley Culture Area," 『한국고고학보』 10·11.

Choi Mong-Lyong, 1983, "The Analyses of Plain and Red-painted polished Korean pottery sherds excavated at Yangpyongni, Chewon-gun County, Chungchong-Pukto Province," 『동아문화』 21.

横山將三郎, 1933. 「釜山俯 絶影島 東三洞 貝塚報告」 『史前學雜誌』 5-4.