

3) 김제 장흥리 은곡 제철유적

(1) JGO 1 노벽

표27. JGO 1 분석 시료

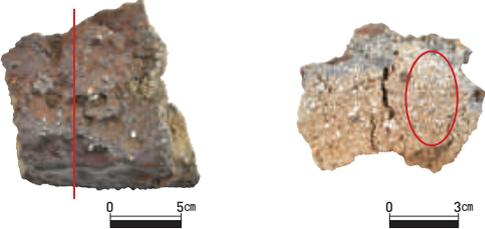
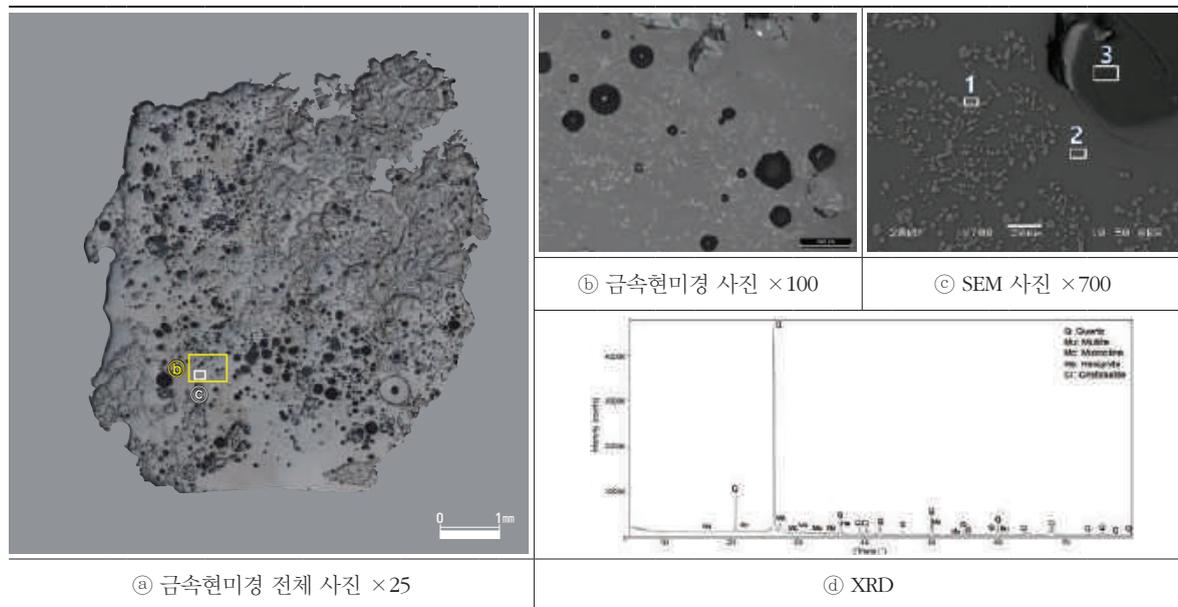
	구분	노벽
	출토 위치	-
	크기(mm)	151×139×86
	질량(g)	995.3
	밀도(g/cm ³)	2.43
특징	윗면에 슬래그가 용착된 노벽으로 바닥면은 소결된 두터운 점토층이 확인된다.	

표28. JGO 1 분석 결과



SEM-EDS wt(%)						
분석 위치	FeO	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	TiO ₂
③-1	37.62	2.30	54.32	5.29	0.47	-
③-2	12.21	-	17.28	62.93	6.84	0.74
③-3	-	-	-	100	-	-

WD-XRF wt(%)											
Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	ZrO ₂	total
1.15	0.79	14.68	72.73	0.03	6.65	0.15	0.36	0.04	3.32	0.03	99.92

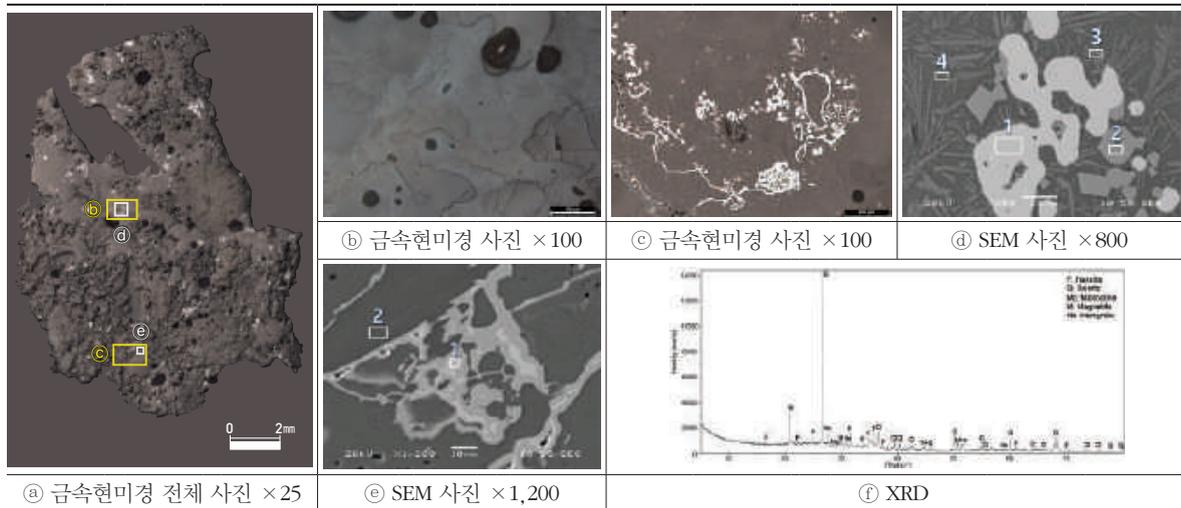
피열(被熱)된 면에는 슬래그 용융층이 확인되며 반대쪽에는 소결된 점토층이 존재하는 노벽 편이다. 절단면 관찰 결과 적갈색 노벽체와 어두운 용융부로 구분된다. 용융부에 대한 미세조직 사진(③)을 보면 전체적으로 기공과 용융되지 않은 석립들이 다수 확인되며 바탕에 밝은색의 미세한 조직들이 산재하고 있다. EDS 분석 결과 철 함량이 낮은 유리질 바탕(③-2)에 FeO가 37.62%, Al₂O₃가 54.32%로 높게 함유된 밝은색 미세조직(③-1), 용융되지 않은 석영 조직(③-3)이 확인된다. WD-XRF 분석 결과 Fe₂O₃가 3.32%, Al₂O₃가 14.68%로 확인된다. XRD 분석 결과 quartz, mullite, microcline, hercynite, cristobalite가 동정된다.

(2) JGO 2 노바닥

표29. JGO 2 분석 시료

	구분	노바닥
	출토 위치	-
	크기(mm)	198×153×70
	질량(g)	1460.6
	밀도(g/cm ³)	2.47
특징	윗면은 용융되었으며 바닥면에는 흡과 석립이 고착되어 있는 노벽으로 자성이 강하다.	

표30. JGO 2 분석 결과



SEM-EDS wt(%)											
분석 위치	Fe				C				Si		
①-1	97.73				2.09				0.19		
분석 위치	FeO	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	MnO
①-2	56.54	-	0.40	5.90	-	-	-	24.93	9.82	2.91	-
①-3	42.08	0.77	1.12	8.20	43.43	2.21	0.65	1.20	-	-	0.34
①-4	18.87	1.01	0.36	15.98	55.92	3.82	1.90	2.15	-	-	-
②-1	93.84	-	-	-	5.92	0.24	-	-	-	-	-
②-2	0.55	1.17	-	17.39	65.56	15.34	-	-	-	-	-
WD-XRF wt(%)											
Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	ZrO ₂	total
2.31	0.91	12.29	61.60	0.04	5.97	0.46	0.82	0.06	15.16	0.21	99.82

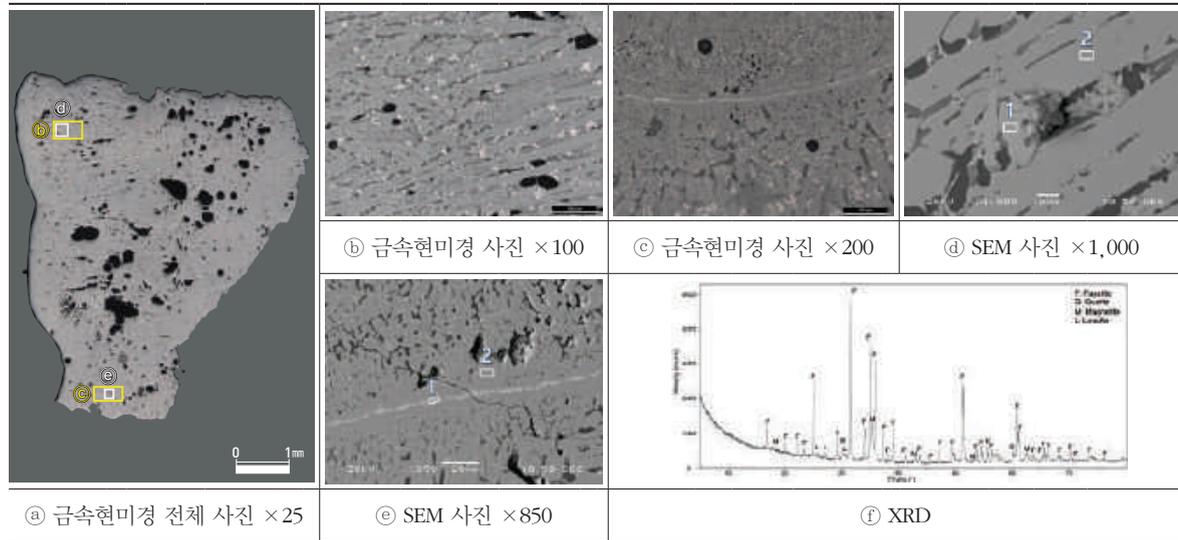
피열(被熱)된 면에는 슬래그 용융층이 확인되며 바닥면에는 석립이 붙어있는 노바닥이다. 미세조직 사진(①)을 보면 전체적으로 철 조직이 응집되어 있으며 하부로 갈수록 기공과 용융되지 않은 석립들이 증가하는 경향을 보인다. EDS 분석 결과 노벽 상부에서는 유리질 바탕(①-4)에 Fe가 97.73%인 철 조직(①-1)과 FeO가 57.73%이고 TiO₂가 56.54%, V₂O₅가 9.82%, Cr₂O₃가 2.91%인 티타늄철화합물(①-2)이 일부 확인된다. 하부에 밝게 나타나는 조직(②-1)은 FeO가 93.84%, 유리질 바탕(②-2)은 FeO 함량이 낮아지고 SiO₂ 함량은 증가하는 것으로 확인된다. WD-XRF 분석 결과 Fe₂O₃가 15.16%, Al₂O₃가 12.29%로 확인된다. XRD 분석 결과 주구성 광물은 quartz이고 일부 fayalite, microcline, magnetite, hercynite가 동정된다.

(3) JG0 3 유출 슬래그

표31. JG0 3 분석 시료

	구분	유출 슬래그
	출토 위치	-
	크기(mm)	87×56×31
	질량(g)	162.1
	밀도(g/cm ³)	3.89
특징	윗면에 물결무늬의 유출상이 확인되며 바닥면에는 흙과 석립이 붙어있다.	

표32. JG0 3 분석 결과



SEM-EDS wt(%)											
분석 위치	FeO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃				
④-1	65.99	6.79	-	-	20.11	5.56	1.55				
④-2	70.67	-	29.33	-	-	-	-				
⑤-1	94.52	1.20	2.83	-	1.45	-	-				
⑤-2	69.02	1.92	27.98	0.46	0.61	-	-				
WD-XRF wt(%)											
Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	ZrO ₂	total
0.41	0.41	3.51	20.88	0.10	1.48	0.49	2.51	0.16	68.89	0.93	99.75

윗면에 물결모양이 확인되는 유출 슬래그이다. 미세조직(①) 사진을 보면 전체적으로 기공이 많고 유리질 바탕에 주상 조직이 확인된다. 밝은색 수지상 조직이 미세하게 형성되어 있으며 하부에는 밝은색 선이 나타나는데 슬래그가 적층된 경계면으로 볼 수 있다. EDS 분석 결과 상부에는 유리질 바탕에 FeO가 65.99%, TiO₂가 20.11%, V₂O₅가 5.56%, Cr₂O₃가 1.55%인 티타늄철화합물(④-1)과 주상 조직(④-2)인 fayalite가 확인된다. 하부에서는 FeO가 94.52%인 철산화물(⑤-1)이 선을 형성하고 있으며 fayalite(⑤-2)의 철함량이 낮아진다. WD-XRF 분석 결과 Fe₂O₃가 68.89%로 확인된다. XRD 분석 결과 주구성 광물은 fayalite이며 일부 quartz, magnetite, leucite가 동정된다.

(4) JGO 4-1 노바닥

표33. JGO 4-1 분석 시료

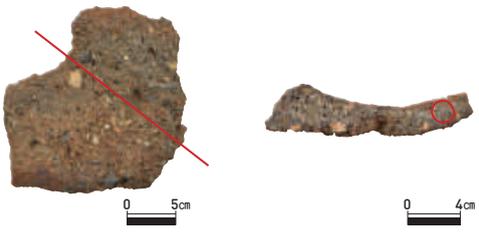
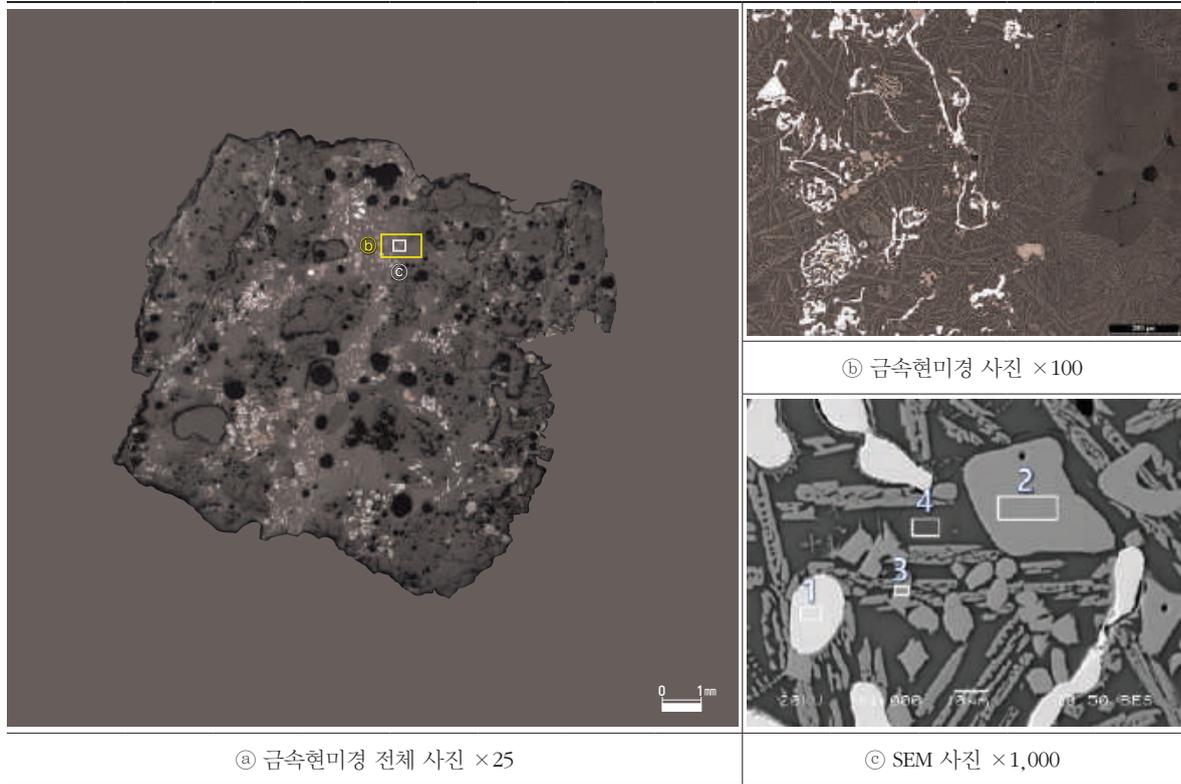
	구분	노바닥
	출토 위치	-
	크기(mm)	224×168×45
	질량(g)	1405.3
	밀도(g/cm ³)	2.84
특징	흙과 조립질의 석립이 두텁게 고착되어 있는 노바닥으로 자성이 있다.	

표34. JGO 4-1 분석 결과



SEM-EDS wt(%)												
분석 위치	Fe						C					
①-1	97.45						2.55					
분석 위치	FeO	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	MnO	ZrO ₂
①-2	61.98	-	-	7.03	-	-	-	23.06	6.27	1.66	-	-
①-3	62.66	-	0.85	1.81	32.26	0.32	-	0.61	-	-	0.49	-
①-4	20.54	0.93	-	15.90	51.64	3.56	2.56	2.26	-	-	-	2.59

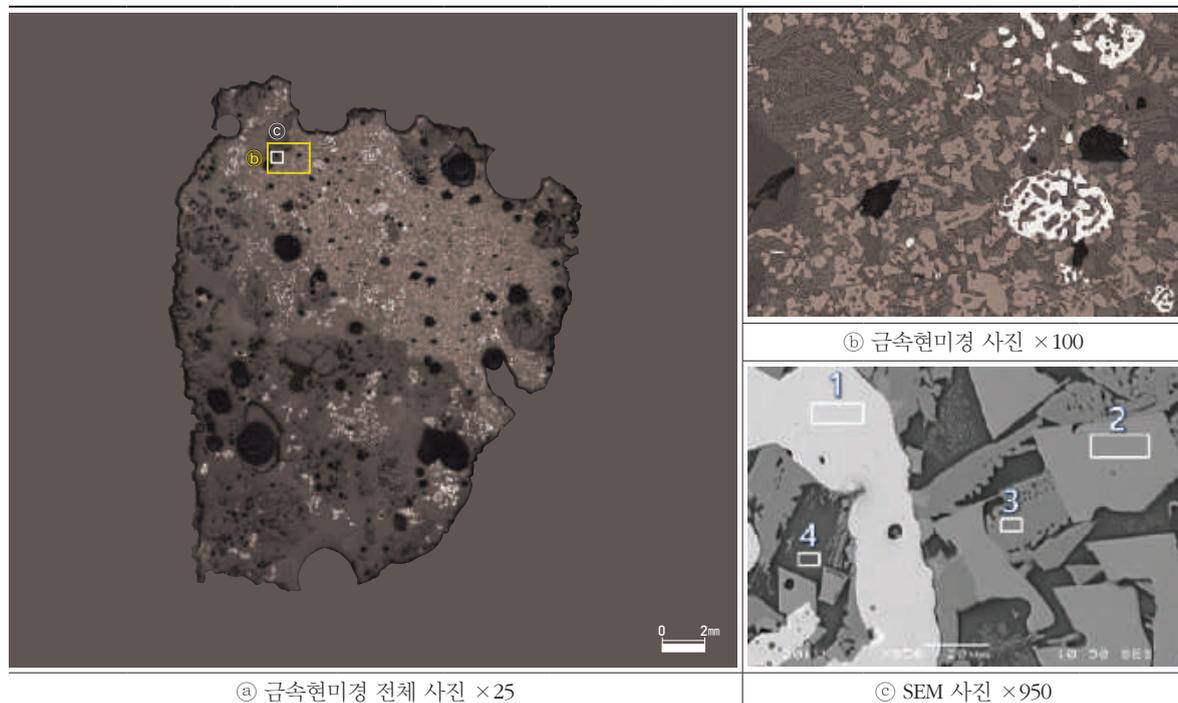
자성이 있는 노바닥으로 윗면과 바닥면 모두 석립과 토양이 붙어있다. 절단면 관찰 결과 전체적으로 조립질의 석립과 기공이 다수 확인된다. 석립이 적은 부분에서 채취한 시료의 미세조직 사진(③)을 보면 중심부에 주상 조직과 응집된 밝은색 환원철 조직이 확인된다. EDS 분석 결과 밝은색 조직(①-1)은 Fe가 97.45%인 철, 부정형 조직(①-2)은 FeO가 61.98%, TiO₂가 23.06%, V₂O₅가 6.27%, Cr₂O₃가 1.66%인 티타늄철화합물, 주상 조직(①-3)인 fayalite이다. 어두운 유리질 바탕(①-4)은 SiO₂, FeO, Al₂O₃가 주성분으로 확인된다.

(5) JGO 4-2 노바닥

표35. JGO 4-2 분석 시료

	구분	노바닥
	출토 위치	-
	크기(mm)	168×119×31
	질량(g)	819.6
	밀도(g/cm ³)	3.06
특징	흙과 조립질의 석립이 두텁게 고착되어 있는 노바닥으로 자성이 있다.	

표36. JGO 4-2 분석 결과



SEM-EDS wt(%)										
분석 위치	Fe						C			
③-1	97.06						2.94			
분석 위치	FeO	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	V ₂ O ₅	MnO
③-2	62.77	-	2.76	0.56	-	-	-	30.78	3.14	-
③-3	67.69	1.16	-	29.78	-	-	-	0.64	-	0.73
③-4	23.91	-	14.51	51.92	1.16	3.42	3.56	2.23	-	-

JGO 4-1 시료와 유사한 노바닥으로 자성이 있으며 윗면과 바닥면 모두 석립과 토양이 붙어 있다. 절단면 관찰 결과 기공이 많은 슬래그에 조립질의 석립이 혼재되어 있다. 석립이 적은 슬래그에서 채취한 시료의 미세조직 사진(①)을 보면 전체적으로 응집된 밝은색 철 조직이 확인되며 상부에는 회색 다각형 조직, 하부에는 용융되지 않은 석립이 존재한다. EDS 분석 결과 밝은색 조직(③-1)은 Fe가 97.06%인 철, 다각형 조직(③-2)은 FeO가 62.77%, TiO₂가 30.78%, V₂O₅가 3.14%인 티타늄철화합물, 주상 조직(③-3)은 fayalite로 확인된다. 어두운 유리질 바탕(③-4)은 SiO₂, FeO, Al₂O₃가 주성분으로 확인된다.