

鐵製遺物과 製造法에 따른 基礎知識

尹東錫*

目 次	
I. 序 言	III. 鐵器製造의 現代的 解釋과 基礎
II. 鐵器의 種類와 그 製造法	知識
	IV. 結 語

I. 序 言

近代에 와서 고고학계(考古學界)의 遺蹟發掘報告書에 鐵製遺物에 관한 報告 記載가 많아지고 있다. 同時에 鐵器遺物 뿐 만이 아니고 鐵滓의 出土 如否까지 指摘하고 있을 때도 있다. 그런데 鐵器의 報告는 大概가 그 形態的 外形記述에 그치고 조금 상세한 것으로 縱 또는 橫의 斷面圖를 곁들여서 理解를 돕게 하였고 때로는 寫眞을 添付 하여 外觀을 紹介하고 있다. 그러나 製鐵이나 製銅의 製鍊遺蹟址에 대하여는 計劃的으로 發掘된 것은 거의 없고 몇 개의 鑛滓(slag) 즉 鐵滓 또는 銅滓의 出土를 報告하면서 冶鐵址 혹은 冶銅址 可能性을 示唆하고 있을 程度이다.

全國 領域에 散在하고 있는 初期鐵器時代와 三國時代의 製鐵遺蹟址들을 解明하며 理解하기 위하여 製鐵遺構의 精密한 發掘調査의 出土遺物의 化學成分의 分析 및 그 顯微鏡組織의 檢討등이 必要하다. 이러한 科學的 調査뿐 만이 아니고 共伴遺物에도 關心을 가져야하고 때로는 周邊古家에 옛날부터 내려오는 古文獻들도 注意해야 하며 때로는 近處에 있는 古老들로부터 傳聞하는 것도 도움이 된다. 問題는 이제까지 冶鐵地나 鐵器遺物에 대한 關心이 專門學界에서나 民間에서 거의 없다가 희薄하였고 또 이러한 對象物을 調査研究할 때 必要한 最小限의 基本知識이 缺如하였기 때문에 問題解決에 接近하는 方法 또는 技法에 確信이 서지 않았던 것 같다.

오늘날 先進國家에서는 한 개의 鐵器 또는 한덩어리의 鐵滓가 出土하여도 그것으로 推理되는 事項들이 많고 또 確實한 資料가 얻어지는 경우가 많다. 鐵器의 경우는 어떠한 鑛石을 原料로 使用하여 어떠한 製鍊法을 써서 鐵 또는 鋼을 만들었고 그것을 어떤 方法으로 加工하였고 때로는 必要한 熱處理를 하여 使用할 때 편하도록 하였나 하는 것까지 알 수 있다. 鐵滓의 경우도 많은 것을 推定하고 있으며 製鍊할 때 생긴 製鍊滓나 鍛造할 때 形成된 鍛冶滓나 때로는 鑄造品을 製造할 때 浮上하여 形成된 鑄物滓나 하는 것을 區分하고 製鍊滓도 原始的 製鍊을 할 때의 것이나 歷史時代 또는 近世의 것이냐를 再區分할 수 있다.

* 學術院正會員

鍛冶滓도 豫備鍛鍊過程에서 생긴 精鍊鍛冶滓(때로 大鍛冶滓)와 器物의 成形鍛造過程에서 發生한 鍛鍊鍛冶滓(一名 小鍛冶滓)를 세분하고 있을 程度로 發展하고 있다. 時代區分과 編年の 推定도 土器와 같은 精密度는 없으나 大體로 推測할 수 있을 程度로 發達하고 있는 現況이다.

鐵製遺物を 論하기 앞서서 鐵과 鋼에 대한 基礎的인 것을 說明하여 두는 것이 편리하다. 從前에 鐵이나 鋼이란 名詞이 漠然히 使用되어 왔는데 鐵이란 單語는 金屬元素로서 鐵인 同時에 鐵製品에 대한 包括的 總稱으로써 불리워 왔다. 그리고 鐵이 古代로부터 使用되어 왔으나 순수한 鐵으로써 製造된 것이 아니고 炭素와 鐵의 合金으로써 活用되어 왔다는 事實이 重要하다. 이 炭素와의 合金은 鍛鐵(때로는 純鐵) 및 鋼과 鑄鐵의 三種으로 從前부터 大別하여 왔는데 그중에서도 現在 가장 많이 支配的으로 使用되는 形態가 鋼으로서 그 때문에 때로는 鋼은 鐵의 代名詞로서 役割도 한다. 換言하면 通俗的으로 「鐵」이라 할 때도 있고 때로는 「鋼」이라 呼稱할 때도 있으나 같은 뜻으로 意味를 가지고 있다. 따라서 考古學的 文獻에 嚴密한 區別을 두지 않은 것도 그 때문이라 생각된다. 그러나 現代金屬學에 있어서 그 區別은 뚜렷하다. 즉 純鐵은 炭素를 0~0.02% 품은 α -鐵, 鋼은 炭素를 0.02~2.1% 품은 γ -鐵, 鑄鐵(또는 銑鐵)은 炭素를 2.1%~6.7% 품은 것으로 炭素含有量에 따라 區分하고 있다.

(第2圖 參照)

그런데 工學的으로는 純鐵(또는 鍛鐵)은 炭素分 約 0.1% 이하의 極히 軟하고 燒入(quenching)效果가 거의 없는 것을 말하고 鋼은 0.1~2.0%의 炭素를 품었으나 가장 많은 品種이 1% 内外를 含有하고 있으며 相當히 硬 하고 燒入效果가 있고 同時에 強度도 相當한 값을 지니고 있다. 鐵中에 더욱 많은 炭素가 含有되면(보통 2~4%) 녹는點(melting point)이 引下되고 1,200°C~1,300°C 程度에서 熔融狀態의 鐵 즉 熔鐵(一名 熔銑鐵)이 생긴다. 이것을 鑄型(형틀)에 注入하여 冷却시키면 鑄鐵製品이 된다. 이렇게 하여 以上과 같이 세가지 區分 즉, 純鐵, 鋼 및 鑄鐵로 類別하게 되었다.

그런데 이 熔鐵中에 內包된 많은 炭素를 酸化除去하고 소위 脫炭을 하여 鋼또는 純鐵(熟鐵이라 함)을 만들 수 있는 方法이 이미 古代 西漢~東漢年間に 이루어져 炒鋼法이라 稱하며 熔鐵의 酸化脫炭에 의한 劃期的인 製鋼法이며 유럽에서는 近世에 와서 發達한 Pudding 法도 이러한 方法에 屬한다.

現代 金屬學에서는 鐵을 二分하여 銑鐵(鑄鐵)과 鋼으로 大別하는 것이 通念이 되어 있다. 鍊鐵 鍛鐵 等 鍛造possible한 모든 鐵은 鋼으로 統合하고 C=2.0% 以下를 품은 學術上(austenite)를 意味하고 있다. 한편 C=2% 以上을 품은 銑鐵은 鑄鐵로서 相當히 넓은 用途 範圍를 차지하고 있다. 鐵器遺物中에는 鋼에 屬하는 것이 가장 많고 鑄鐵에 屬하는 것은 出土場所에 따라 다르나 그렇게 많지는 않다.

II. 鐵器의 種類와 그 製造法

古代鐵器의 種類를 論하기 전에 鐵器의 概念을 뚜렷하게 해 두는 것이 必要하다. 앞에서 鐵鋼의 分類에 대하여 基本的인 것을 紹介한 바 있으나 鐵器는 순수한 鐵(pure iron)이외에 普通 含有元素로써 C, Si, Mn, P, S 등과 기타 特殊元素 및 微量元素들을 품고 있다. 이들 各種 成分의 量的 比率과 組成에 따라 組織形態가 다르며 그 性質도 相異하다. 現代 金屬學에서 鐵이란 概念은 炭素含有量을 基準으로 分流하여 2.0% 以上을 鐵(鑄鐵 또는 銑鐵)이라 하고 그 以下는 鋼이라 呼稱한다는 것은 前述한 바와 같다.

古代鐵器의 경우는 塊鍊鐵(sponge iron)을 鍛造하여 製造한 것도 鋼의 水準에 미치지 못하나 鍊鐵(wrought iron)이란 것이 있어 이에 포함되나 化學成分(炭素) 破面組織에 따라 白(鑄)鐵, 斑(鑄)鐵, 灰(鑄)鐵로 三分하고 含炭素量이 2.0~4.3%일 때 亞共晶白鑄鐵로 區分되고 있다.

一般的으로 古代 鐵器類들은 主로 炭素와 珪素의 量에 따라 性質이 달라지는데 특히 그중에서도 炭素량量이 鐵器의 性質에 지대한 影響을 준다. 따라서 滲炭 脫炭 또는 熱處理 등에 의해 炭素量을 여하히 調節하느냐가 즉 鐵器 材質을 어떻게 用途에 맞게 改良하느냐가 古代鐵器製作 工程에서 最大의 課題이었을 것이다.

韓半島 初期鐵器들은 그 時初부터 塊鍊鐵(海綿鐵)을 基本材로 한 鋼을 基本材로 한 것은 물론 (銑)鐵을 素材로 한 鑄鐵을 同時에 使用하기 시작하였다는데 그 特徵이 있다. 이러한 事實은 유럽과는 判異한 狀況으로 世界的으로 가장 먼저 鑄鐵을 生産하기 시작한 中國大陸으로 부터 鐵鋼器와 거의 같은 時期에 鑄鐵製品이 搬入되었고 鐵鋼製造技術도 韓半島 領域內로 擴散, 보급되어 왔음을 意味한다고 보아야 할 것이다.

周知의 事實이지만 中國에서는 春秋時代 末期내지 戰國時代 初期부터 塊鍊鐵과 鑄鐵이 거의 同時에 出現하였다고 한다. 그 以後 끊임없는 努力으로 계속적으로 技術이 發展되었고 多樣한 鐵器製品이 나타났으니 李 象은 이러한 樣相을 第 1圖로서 系統的으로 나타내고 있다.

이 그림은 古代鐵鋼 技術發展의 系統을 나타내는 것은 물론 各種 鐵器製品을 理解하는데 도움이 될 것이며 특히 우리나라 初期 鐵器遺物의 유래와 冶鐵技術의 系譜를 解明하는데 資料가 될 것으로 믿어 重要한 項目에 대하여 說明을 添附해 두고자 한다.

塊鍊鐵 : 鐵鑛石을 比較的 낮은 溫度(900°C 전후)에서 木炭을 使用하여 固體狀態에서 還元한 것으로 거의 C, Si, Mn P, S 등의 普通元素조차 품지 않는다. 그리고 그 組織은 粗雜하고 軟하며 많은 구멍(孔隙)을 가져 一名 海綿鐵이하 稱한다. 한편 鑛石 自體가 지니고 있던 많은 불순물을 그대로 殘留시키고 있어 그중에도 가장 많은 것이 酸化第一鐵(FeO)과 珪酸鹽(silicate)의 共晶組成인 Fayalite($2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$)으로서 鑛石에 따라 다르나 來雜物의 主宗을 이룬다. 이곳까지의 工程에서 製造된 鐵은 含炭素量이 낮고 塊鍊鐵이라 부르고 있다. 이러한 塊鍊鐵은 性質이 柔軟하고 一定한

溫度에서 鍛造하여 成型하면 製品을 만들 수 있고 또 鍛造할 때 內包된 不純物과 夾雜物等 (一名 非金屬介在物-nonmetallic inclusion) 을 壓出し킬 수 있어 材質과 性能이 改善될 수 있다.

塊鍊鐵은 때로 鍊鐵 또는 熟鐵이라고도 呼稱하며 炭素가 이보다 많은 炒鋼또는 銑鐵(生鐵)과도 區別되고 있다. 塊鍊鐵은 이러한 塊鍊鐵을 木炭粉中에서 加熱하여 滲炭한 것을 말하며 많은 用途가 있다.

炒鋼은 銑鐵을 加熱하여 熔解한 소위 熔銑을 만들고 鑛滓(slag)로부터 分離시켜 爐外로 流出시킨 다음 熔融狀態를 維持하면서 大氣中에서 送風하던지(때로는 鑛石粉末을 添加하여) 또는 그대로 攪拌하여 銑鐵中の 炭素를 燃燒시켜 鋼을 만든 것이다. 現今의 冶金理論으로 말하면 酸化精鍊工程에 해당하며 熔銑을 볶아서(parch) 希望하는 炭素量에 이르게 한 것이다. 中國冶金簡史(科學出版社, 1978)에 의하면 이 炒鋼과 앞에 나온 塊鍊鐵을 比較하여 炒鋼의 우수성을 指摘하고 있다.

熟鐵에 대하여 明代에 出版된 最初の 技術書籍으로써 著名한 宋應星의 「天工開物中該當項目」을 紹介하는 것이 좋겠다. (藪內) 清譯 東洋文庫判 1982. p.270 參照)

「.....熟鐵을 만들때는 生鐵(銑鐵)이 流出될 때 數尺 떨어진 곳에 四角모양의 塘(注: 一種의 상자)를 築造하고 조금 낮게 內壁을 쌓는다. 熔鐵이 흘러서 塘中으로 내려가면 몇 사람이 버드나무(柳)棒을 가지고 塘보다 높은 단상에 오른다. 한편 海邊의 甃(泥)을 乾燥하여 細粒으로 粉碎하고 耒로 쳐서 小麥粉 정도로 한다. (注: 潮泥灰로 記載된 것도 있음) 이렇게 해서 얻은 가루를 한 사람이 손으로 재빨리 撤布하고 많은 사람이 周圍에서 柳棒으로 攪拌하면 곧 熟鐵이 생긴다.....」 1978年 北京鐵鋼學院에서 編輯된 「中國古代冶金」(p.80)에 의하면 炒鋼系 鋼鍾으로서 「炒成熟鐵」을 提示하고 있는데 前者는 比較的 炭素分이 높은 것 後者는 極히 炭素含量이 낮은 炒鋼을 指摘한다고 說明하고 있다. 結局 炒鋼法에서 生産할 수 있는 鋼種으로서 硬鋼(高炭素鋼)과 軟鋼(低炭素鋼)의 두가지를 들 수 있다는 것이다.

灌鋼은 塊鍊鐵가 銑鐵(鑄鐵)을 組合한 製鋼法에 의하여 만든 製品으로서 低炭素 塊鍊鐵을 鍛打하여 손가락幅 정도의 薄片을 만들고 길이 1.5尺정도로 끊어 數個의 鐵片을 묶어서 한 꾸러미(束)을 만든다. 그위에 銑鐵을 두고 이것을 竪爐에 넣고 送風하면 불길이 돌아 銑鐵이 먼저 溶解하고 塊鍊中으로 侵入하고 兩者가 混合하게 된다. 이때 끌어내어 두드려서 베투며, 이러한 作業을 反覆하면 鍛造possible한 鋼을 만들 수 있다.

끝으로 脫炭鋼은 鐵製品을 鑄型에 넣고 固體狀態에서 鑄鐵의 缺點인 「硬하면서 脆弱한」 素材를 脫炭하여 鋼으로서 지닌 韌性을 附與한 것이다. 脫炭은 銑鐵中の 炭素를 CO가스로서 酸化除去하는 方法을 使用하며 技術적으로 높은 水準의 技法을 구사한 加工法이라 하겠다. 國內外에 이에 屬하는 鐵器遺物이 상당수 發掘되고 있다.

韓國內에서 出土한 鐵器遺物을 金屬學的으로 大別하면 三種類로 나눌 수 있다. 즉 塊鍊鐵(鋼), 炒鋼 및 鑄鐵로 三分하여 考察하는 것이 편리하다. 우선 炭素含有量

에 따라 적은것부터 많은 鑄鐵에 이르기 까지 國內에서 出土한 各種 鐵器를 나열하면 第 1 表와 같다. 가장 炭素分이 적은 固城 鐵釘(Gp-2-1)(C=0.05%)으로 부터 最高로 많은 熊川 鐵斧(Gp-4-1)(C=4.75%)까지 28種의 各地 遺蹟에서 出土된 鐵器들을 記載하였는데 이중에는 塊鍊鐵(鋼) 炒鋼 그리고 鑄鐵製品이 包含되어 있다.

이 表中 低炭素鋼 遺物들은 塊鍊鋼 系統에 屬한다고 할 수 있다.

앞에 소개한 最少 含炭量을 가진 固城 鐵釘(Gp-2-1)은 그 현미경 組織을 보면 아직도 많은 不純物이 內包되어 있고 그 基地는 主로 ferrite로 이루어져 있으므로 材質은 상당히 軟하고 이것을 改善하기 위하여 浸炭法을 活用한 것 같다. 이 表의 5) 번은 같은 遺蹟에서 出土된 固城 鐵刀子(Gp-2-6) 으로서, 軟弱한 鐵材의 強度를 높이기 위하여 鍛打浸炭法을 適用한 것으로 塊鍊鐵 素材를 木炭芬圍氣中에서 1,000℃ 以上으로 長時間 加熱한 後 鍛打하면서 材料의 表面에 炭素를 浸透시켜 pearlite(ferrite 와 cementite의 混合物)을 形成케 함으로써 鋼의 強度를 높이고 있다. 이러한 方法으로는 表面의 強度만을 增加시킬 수 있기 때문에 鋼材의 內部까지 強化시키기 위하여 積層反覆 鍛打를 實施하였을 것으로 이 경우 鐵器의 縱斷面을 현미경으로 擴大하여 觀察하여 보니 pearlite 의 分層이 層狀으로 (layer by layer) 나타난 것을 알 수 있었다.

이러한 積層鍛打와 浸炭法을 執行한 후 空氣中에서 그대로 冷却하여도 強度의 上昇을 기대할 수 있겠지만 보다 더 높은 強度를 希望하여 당시에 도 벌써 熱處理 技術이 發達되어 適用되었던 事實을 알 수 있었다. 이곳에서 熱處理라 함은 高溫에서 鍛打作業을 한 直後 물속에 넣어 急速 冷却시키는 소위 水燒入(water quenching)을 말하는데 이렇게 發展된 鐵鋼取扱技術이 이미 韓半島 初期鐵器時代에 구사되어 있었다는 劃期的 事實은 特記할 만 하다. 그 例는 9)번의 熊川 貝塚에서 出土된 鐵鏃(Gp-4-3)에서 確認되었고 한편 馬場理에서 發掘된 鐵片에서도 볼 수 있듯이 뚜렷한 水燒入組織인 martensite 組織을 이들의 현미경 組織寫眞에서 나타내고 있다. 특히 塊鍊鐵을 무수히 反覆鍛打할 경우 結晶粒子는 더욱 미세해지고 材質은 均一化되어 向上되는데 이를 中國에서는 百鍊鋼이라 일컬었으며 漢代에 널리 普及된 鋼種이라 하는데 韓半島 南部地域에서 이러한 種類의 鋼製品이 初期鐵器時代부터 發見되고 있으며 漢代의 鐵鋼技術 導入이 示唆되고 있어 注目할 만 하다.

以上の 塊鍊鐵(鋼)系 素材들은 주로 刀子 鏃 鎌 槍 鑿 등 農具, 工具類와 武器들을 製造할 때 그 基本材料로써 使用되어 왔으며 塊鍊鐵로부터 鋼을 製造하고 그 製品을 加工完了할때까지는 많은 時間과 努力이 要求되었을 것으로 思料되며 一時에 많은 量을 生産할 수도 없다는 短點도 안고 있었을 것으로 推測된다. 이러한 缺點을 補完하고 解決할수 있었던 技術의 方法의 하나가 銑鐵製造에 의한 鑄鐵器의 登場일 것으로 생각된다.

銑鐵은 塊鍊鐵이 鐵鑛石의 還元된 海綿狀의 塊로부터 만들어지는 것과는 달리 完全 熔融된 熔湯으로 부터 얻어진 것이다. 이러한 熔解된 銑鐵(生鐵)을 얻기 위해서는 爐의 規模가 어느정도 이상 擴大되어야 하고, 爐內溫度를 높이기 위하여 長時間

의 加熱과 많은 量의 燃料이 必要하였을 것이다. 한편 이런 條件을 充足시키기 위하여 계속적으로 木炭投入이 必要하였고 過剩量의 木炭中の 炭素는 高溫狀態의 鐵中에 浸炭되어 鐵의 融點(melting point)이 降下하고 炭素含有量이 約 4%에 가깝게 되면 1,200℃ 부근에서 熔湯을 얻을 수 있을 것이다. (第 2 圖 參照)

이렇게 하여 만들어진 熔鐵을 미리 準備된 鑄型에 注入하여 冷却시키면 鑄鐵製品을 얻을 수 있다. 空氣中에서 自然冷却하면 그 破面組織은 白色인 白鑄鐵을 얻고 大端히 脆弱한(brittle)것으로 28)번의 熊川 貝塚에서 出土한 鐵斧(Gp-4-1)는 이 白鑄鐵의 代表的인 鐵器遺物이라 하겠다. 이러한 鑄造鐵器는 잘 破損되기 때문에 耐衝擊性 내지는 耐磨耗性이 要求되는 工具類나 武器로 使用하기에는 缺陷이 많음으로 後代로 내려오면서 白鑄鐵은 冷却方式을 달리하거나 때로는 熱處理를 施行하여 班鑄鐵이나 灰鑄鐵을 만들어 改良한 것이 있다. 初期鐵器에 해당하는 龍淵洞에서 出土한 遺物鐵器는 물론 其他 韓半島 各지에서 出土된 鑄鐵器들은 거의 대부분이 白鑄鐵인데 오직 雲城里에서 出土한 車軸頭만이 灰鑄鐵로 밝혀져 있다. 그러나 南韓地域에서는 表面에 球狀黑鉛이 形成됨으로써 耐磨耗性을 가진 灰鑄鐵이 發見된 例는 없다. 다만 禮安里에서 出土된 鐵斧 < 27)번 Gt-4-2> 만이 이러한 白鑄鐵의 脆弱性을 改善하기 위하여 刃部를 加熱한 후 徐冷함으로써 片狀黑鉛(Lamellar graphite)을 形成시켜 耐衝擊性을 부여하고 있다. 白鑄鐵의 缺點을 補完하기 위한 努力이 일찍부터 韓半島 南部地域에서도 있었다는 事實은 注目할 價値가 있다고 생각한다.

끝으로 東北아시아의 製鐵史에서 가장 特記할 製鋼技術은 前揭한 바 있는 炒鋼法(parching process)이다. 熔鐵을 脫炭하여 所期의 炭素量을 가진 鋼을 만드는 이 技術은 西漢~東漢間에 盛行된 革新的 製鋼法임을 前述하였다. (參照：筆者 「韓國 初期鐵器時代의 炒鋼製造技術에 관한 金屬學的 研究」 大韓民國 學術院論文集(自然科學篇) 第24輯, 1985. p.91)

바로 이 製鋼法이 韓半島에서 初期鐵器時代에도 導入되어 쓰였음이 府院洞에서 出土한 鐵鑿<15>번 Gp-5-2>의 例로서 알 수 있으며 不純物이 거의 認知되지않는 高炭素鋼이 이 方法에 의해 製造되었을 可能性이 높다. 鋼製品의 大量生産이 可能한 炒鋼法이 初期鐵器時代부터 어느 程度 本格的으로 使用되었는지 앞으로 보다 많은 研究가 뒤따라야 하겠으나 적어도 初期鐵器時代부터 三國時代로 移行하는 過渡期的인 그 어느 時點부터 이 炒鋼法이 活用되었을 可能性이 充分히 있다고 期待할 수 있다.

III. 鐵器製造의 現代的 解釋과 基礎知識

前項에서 鐵器에 對한 基本的인 事項과 古代鐵鋼技術의 系譜를 提示하여 關聯되는 中樞的 用語에 대하여 解說을 하였다. 그리고 韓國內 各 遺蹟地에서 出土한 各種 鐵器를 炭素含量이 增加하는 順序로 나열하여 表를 作成하였고 우리나라에서도 種類가 다른 鐵器가 各地에서 出土하고 있다는 事實을 紹介하였다.

本項에서는 이러한 一連의 古代 鐵器의 製造 實績을 現代 金屬學의 立場에서, 어떻게 解釋을 할 것이며 그렇게 하기위하여 必要한 基礎的인 知識은 무엇인가에 대하여 간단한 說明을 해 두고자 한다. 第 2圖는 이러한 說明을 할 때 必要하며 同時에 便利한 鐵-炭素系의 二元狀態圖이다. 이 狀態圖는 炭素量(가로 軸)과 溫度(세로 軸)에 따라 金屬鐵(Fe)이 어떠한 相(phase)으로 나타내는가를 座標로 表示하고 있는데 對象 鐵器를 解釋하는데 대단히 有用하다. 前述한 純鐵(鍛鐵), 鋼 및 鑄鐵등은 이 그림에서 明白히 나타나고 있는데 純鐵은 α -鐵의 最大 炭素含有量의 限界值인 0.02%까지의 炭素를 품을 수 있고 國內 鐵器로서는 第 1表의 1)번(GP-2-1)固城 鐵釘이 가장 가까운 化學成分을 가지고 있다. 앞에서 말한 塊鍊鐵에 가장 近接한 鐵器라 하겠다.

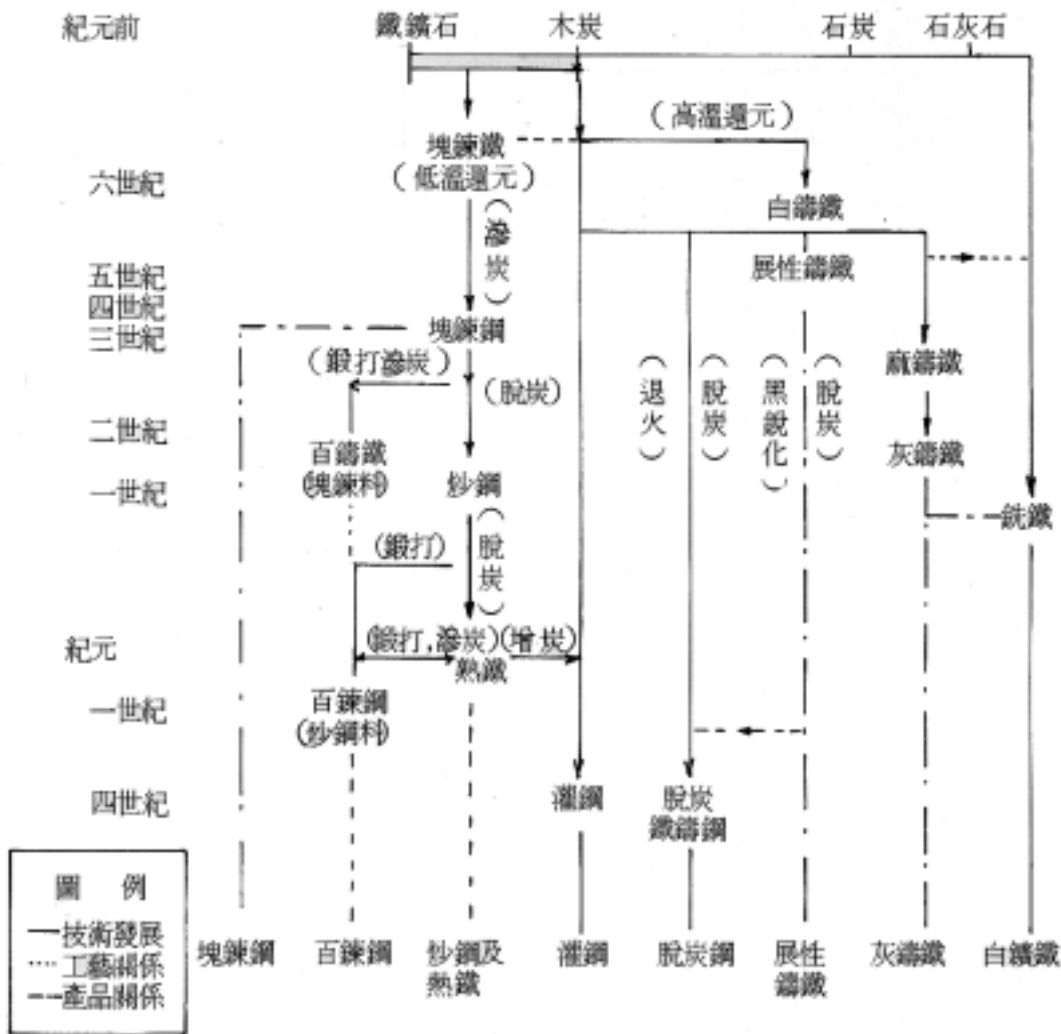
다음에 鋼은 γ -鐵(金相學에서는 Austenite라함)의 最大含炭量 2.1% 까지 품을 수 있고 第 1 表의 2)번 (GP-3-5) 朝島 II層 鐵鎌에서 21)번(Gt-4-1) 禮安里 鐵鎌까지는 鋼에 屬하는 鐵器 遺物이라 하겠다. 그런데 鋼中에는 C=0.77%에 該當하는 「共析鋼」으로 呼稱되는 鋼이 있는데 一般的으로 1個의 固溶體로 부터 2種의 固體(成分金屬)가 冷却에 따라 一定比率로 同時에 析出할 때 그 混合物을 共析이라 稱하며 鐵-炭素合金系에서 이 共析組織을 특히 pearlite라 稱하고 있다. 14)번(Dt-1-2) 石岩里 9號 小鐵塊와 15)번(Gp-5-2) 府院洞 鐵鑿 等은 이 共析鋼 屬한다 할 수 있을 것이다. 普通 共析鋼보다 낮은 炭素量을 가진 鋼을 亞共析鋼이라 부르고 2)번에서 13)번까지는 이에 屬한다 하겠고 反對로 높은 炭素量을 지닌 鋼을 超共析鋼이라 呼稱하며 16)번에서 21)번까지는 後者에 屬한다.

鑄鐵은 炭素를 2.1% 以上 約 5% 内外를 包含하며 普通 2.5~4.8%를 內包하고 있다고 보면 足하다. 우리 鑄鐵器는 22)번에서 28)번까지가 鑄鐵에 屬하며 鐵斧가 大部分이고 鐵片도 鐵斧의 破片으로 思料된다. 그 理由は 炭素分이 많을수록 脆弱하고 잘 破損되기 쉬우므로 遺蹟地에서 發掘할 때 完成品보다는 破損된 一部 鐵片만이 發見된 것으로 推定된다.

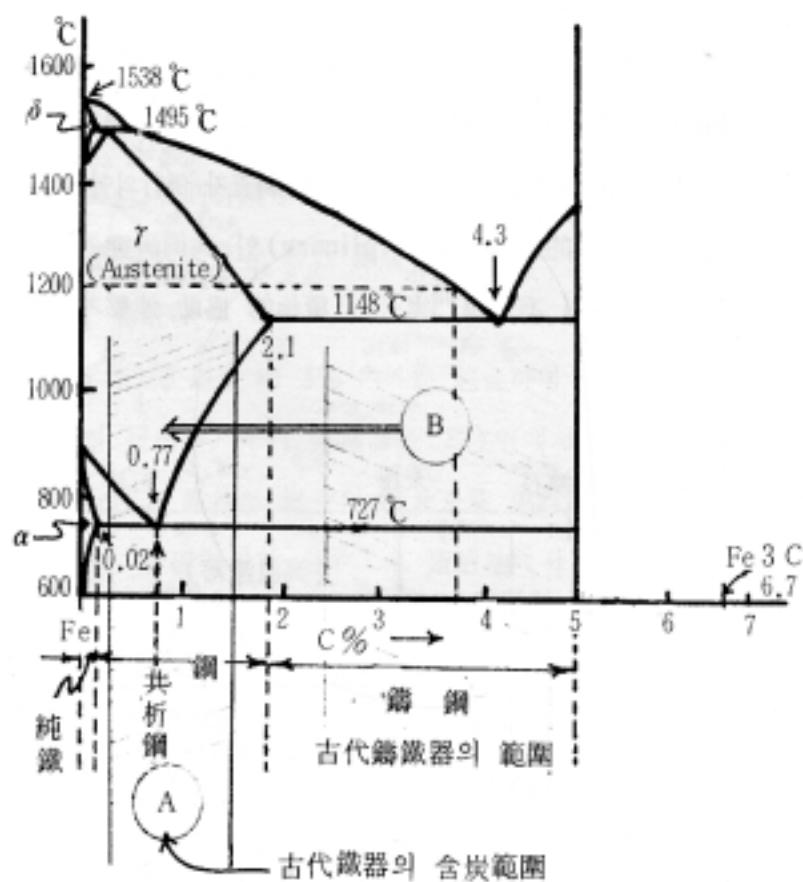
끝으로 炒鋼인데 第 2 圖의 A部分은 가장 많은 鐵器遺物들이 占領하는 部分이다. 그런데 B部의 熔解된 銑(鑄)鐵을 脫炭하여 希望하는 炭素量까지 低下시키느냐에 따라 鋼鍾이 決定될 것이다. 換言하면 亞共析鋼이나 超共析鋼이 決定될 것으로, 가장 많은 鐵器遺物들이 統計的으로 共析鋼보다 炭素分이 낮은 쪽에 많은 것을 볼 때 즉 炭素量이 0.2~0.5%의 範圍를 차지하고 있으며 塊鍊鐵을 浸炭시켜 亞共析鋼을 만들 때도 있었고 때로는 熟鐵까지 技術이 發展했을때는 炒鋼의 延長線上에서 亞共析鋼을 製造하였을 것으로 推測된다. 따라서 炒共析鋼은 炒鋼製造技術이 一次的으로 目的으로한 鋼種分野라고 解釋하는 것이 妥當할 것이다. 이러한 見解는 보다 많은 鐵器들을 分析하고 組織을 比較 檢討한 後에 確實한 結論을 내릴 수 있을 것은 물론이며 繼續的 研究가 要望되는 理由이다. 元來 鐵器는 鐵鑛石으로 부터 製鍊되어 熱處理 加工 등을 거쳐 最終製品이 完成되는 것으로 그 經路를 추적할 수 있을 때 正確한 結論을 내릴 수 있다.

IV. 結語

鐵器 遺物을 다룰 때 必要하다고 생각되는 事項을 說明하였고 中樞的 用語에 대하여 解說을 試圖하였다. 國內 各地에서 出土된 各種 鐵器를 炭素含有量의 多寡順에 따라 나열하고 純鐵(鍛鐵), 鋼 및 鑄鐵 등의 區分을 鐵-炭素二元狀態圖에 의하여 理解하도록 試圖하였으며, 鋼과 (鑄)鐵의 判別을 하는데 注力하여 混同을 招來치 않도록 焦點을 맞추었다. 時代別로 地域別로 鐵器 製造가 어떻게 始作되었고 또 發掘되었는가를 評價하려면 더욱 많은 遺蹟地 調查 및 冶鐵地 踏查와 아울러 보다 많은 出土 鐵器에 대한 科學的 調查가 併行되어야 하고 考古學과 自然科學사이의 學際領域的(interdisciplinary)인 共同研究가 무엇보다 先行되어야 할 것으로 思料되며 有關專門家 등의 積極的 協助 連繫가 어느때 보다 要望된다고 생각한다.



第1圖 中國 封建社會 前期鋼鐵冶煉技術發展 示意圖 (李象)



第2圖 Fe-C(Fe₃C) 狀態圖上的 古代鐵器 含炭範圍

第1表 鐵器遺物の 化學成分値

試料No	鐵器種類	化學成分(%)					分析位置
		C	Si	Mn	P	S	
1) Gp-2-1	固城鐵釘	0.05	0.16	0.08	-	-	橫面
2) Gp-3-5	朝島II層鐵鏟	0.10	-	-	-	0.003	칼 등
3) Gt-1-2	九政里鐵鑿	0.11	0.05	0.03	0.044	0.010	中間部
4) Gp-3-2	朝島II層鐵刀子	0.21	-	-	-	0.061	刀身
5) Gp-2-6	固城鐵刀子	0.30	-	-	-	-	刃部
6) Gy-1-1	若木里鐵槍	0.32	0.71	0.10	0.020	0.054	차루插入部
7) Gp-3-3	朝島攪亂層鐵片	0.37	-	-	-	0.059	中間部

試料No	鐵器種類	化學成分(%)					分析位置
		C	Si	Mn	P	S	
8) Gp-4-2	熊川鐵槓	0.42	0.92	-	0.031	0.004	中間部
9) Gp-4-3	熊川鐵鏟	0.44	0.67	-	0.054	0.010	扁平側部
10) Gp-2-4	固城鐵刀子	0.46	0.18	-	0.009	0.010	棟部
11) Gp-2-8	固城鐵刀子	0.56	-	-	-	0.041	刃部
12) Gp-2-7	固城鐵釘	0.58	2.42	0.03	0.005	0.075	頭部
13) Gt-1-3	九政里鐵鏟	0.60	0.25	0.04	0.051	0.009	臺部
14) Dt-1-2	石岩里9號小鐵塊	0.68	Tr	Tr	0.023	0.008	本體部
15) Gp-5-2	府院洞鐵鑿	0.81	6.31	0.05	0.163	0.055	表面部
16) Dt-2-1	貞栢洞甲號鐵銼	0.87	0.23	0.04	0.014	0.01	本體部
17) Dt-1-1	石岩里9號鐵刀片	0.87	0.04	0.02	0.036	0.008	刃部
18) Gp-3-1	朝島攪亂層鎌片	0.89	-	-	-	0.058	刃部
19) Gp-3-5	朝島I層鐵鏟	1.00	-	0.05	-	0.027	刃部
20) Gp-3-4	朝島攪亂層鐵片	1.02	-	0.02	-	0.060	中間部
21) Gt-4-1	禮安里鐵鎌	1.70	1.79	0.03	0.015	0.005	刃部
22) Gp-1-1	城山北區鐵片	2.30	0.62	0.08	0.07	0.016	中間部
23) Jo-1-1	新昌里鐵片	3.05	0.45	tr	0.246	0.035	中間部
24) Gp-1-2	城山北區鐵片	3.09	0.23	0.16	0.035	0.041	中間部
25) Gt-5-1	良洞里鐵斧	3.28	1.14	0.19	0.305	0.114	臺部
26) Gt-1-1	九政里鐵斧	3.42	0.34	0.10	0.075	0.035	刃部
27) Gt-4-2	禮安里鐵斧	3.75	4.20	0.03	0.153	0.020	臺部
28) Gp-4-1	熊川鐵斧	4.75	0.35	0.08	0.126	0.082	臺部