

◇ 綜 說

丁若鏞의 技術思想*

송 성 수

서울대 과학사 및 과학철학 협동과정

1. 머리말

조선 후기의 실학자들은 기존의 학문풍토와 사회제도를 비판하면서 각자 자신이 처한 상황에서 여러가지 개혁안을 내놓았는데, 흔히 토지제도의 개혁을 중심으로 농업의 진흥방안을 제안했던 重農學派와 상공업의 진흥에 관한 각종 방안을 제시했던 重商學派(혹은 北學派)로 大別된다. 그러나 이같은 강조점의 차이와 無關하게 거의 모든 실학자들은 유학을 새로운 관점에서 연구하였고 중국의 새로운 文物에 관심을 가지고 있었다. 특히 중국의 문물과 관련하여 실학자들은 과학기술에 많은 관심을 기울였는데, 실학자들의 각종 저술에는 새로운 과학기술에 관한 백과사전적인 기록이 포함되어 있는 경우가 많았다.¹⁾

茶山 丁若鏞(1762-1836)도 예외가 아니어서 정약용의 저술에는 과학기술에 관한 각종 단편과 「麻科會通」과 같은 독립된 저술이 포함되어 있고 그밖의 저술 속에도 과학기술에 관한 많은 생각들이 숨겨져 있다. 이에 관해서는 이미 朴星來와 리용태가 정약용의 저작에 나타난 과학기술 사상을 꼼꼼히 추적하여 검토하였다.²⁾ 그러나 두 사람의 연구에는 과학사상에 비해 기술사상은 충분히 다루어지지 않고 있다. 반면 정약용의 기술사상과 관련된 연구로는 高柄翊이 “技藝論”을 통해 정약용의 進歩觀을 검토한 것, 成大慶이 기술관리 육성책을 중심으로 정약용의 기술사상을 다룬 것, 최규남이 「經世遺表」에 나타난 정약용의 기술진흥안을 검토한 것이 있다.³⁾ 이상의 연구 성과를 바탕으로 정약용의 기술사상을 종합적으로 정리하고 평가하는 것이 이 글의 목적이다. 이를 위하여 필자는 정약용의 “技藝論”, “城論”, “度量衡議”, “應旨論農政疏” 등의 단편

* 이 글은 1993년 1학기에 박성래 선생님의 “한국과학기술사특강”에서 필자가 제출했던 기말과제물에 바탕한 것이다. 초고를 읽어주시고 문제점을 지적해주신 충남대학교 노태천 선생님과 평택기계공업고등학교 최규남 선생님께 감사드린다.

- 1) 실학자들의 과학기술사상에 대해서는 朴星來, “韓國近世의 西洋科學 受容”, 「東方學志」 제20집(1978), 257-292; 朴星來, “星湖傳說 속의 西洋科學”, 「震檀學報」 제59호(1985), 177-197; 朴星來, “洪大容의 科學思想” 「韓國學報」 제23집(1981), 159-180; 朴星來, “丁若鏞의 科學思想”, 「茶山學報」 제1집(1978), 151-176 (이 글은 尹絲淳 編, 「정약용」(고려대학교 출판부, 1990), pp. 327-350에도 실려 있다) 등을 참조할 것.
- 2) 朴星來, “丁若鏞의 科學思想”; 리용태, “다산 정약용의 자연과학사상”, 과학원철학연구소 편, 「정다산 연구」(한마당, 1989), pp. 107-141.
- 3) 高柄翊, “茶山の 進歩觀”, 「趙明基博士 華甲記念 佛教史學論叢」(中央圖書, 1965), pp. 669-678(이 글은 尹絲淳 編, 「정약용」, pp. 313-326에도 실려 있다); 成大慶, “茶山の 技術官吏 育成論”, 姜萬吉鄭昌烈 外, 「茶山の 政治經濟 思想」(創作과 批評社, 1990), pp. 109-131; 최규남, “다산 정약용의 기술진흥안: 「經世遺表」를 중심으로”, 우리불교문화연구원, 「문화연구」 창간호(1994), 101-116.

과 「牧民心書」, 「經世遺表」 등의 저작을 검토하였다.

이하의 글은 4개의 절로 구성되어 있다. 2절에서는 “技藝論”에 나타난 정약용의 技術觀을 검토하였고, 3절에서는 관리 시절의 기술적 업적을 살펴 보았으며, 4절에서는 「牧民心書」와 「經世遺表」에 나타난 기술진흥방안을 다루었다. 그리고 5절에서는 본문의 내용을 바탕으로 정약용의 기술사상의 성격을 평가해 보았다.

2. “技藝論”에 나타난 정약용의 기술관

정약용의 기술관이 집중적으로 나타나 있는 글은 “技藝論”이다.

정약용은 인간과 다른 동물의 차이를 기술의 습득과 활용에서 찾았다.

하늘이 禽獸에게는 단단한 발굽과 예리한 이빨과 여러가지 毒을 주어서 먹이를 잡고 위험을 막게 하였는데, 인간은 별거송이로 柔弱하여 자기 생명마저 求하지 못할 듯이 하였으니, 어찌하여 하늘은 천한 금수에게는 厚하고 인간에게는 薄하게 하였는가. 이것은 인간에게는 지혜로운 생각과 교묘한 窮理가 있으므로 技藝를 익혀서 스스로 살아가게 한 것이다.⁴⁾

그리고 그는 기술이 여러 사람의 지혜를 바탕으로 장구한 세월에 걸쳐 축적된다는 것을 강조하였다.

그런데 지혜로운 생각으로 미루어서 아는 것도 限定이 있고, 교묘한 공리로 파는 것도 次例가 있다. 그런 까닭에 비록 聖人이라도 천 사람과 만 사람이 함께 論議한 것에는 능히 당해내지 못하며, 비록 성인이라도 하루아침에 능히 모든 것을 아름답게 하지 못한다. 그러므로 사람이 많이 모이면 기예는 더욱 精妙해지고 世代를 내려올수록 기예는 더욱 巧妙해지는 바, 이것은 形勢가 그렇게 되지 않을 수 없는 것이다.⁵⁾

이상의 견해는 오늘날의 관점에서 보면 너무 당연한 것이어서 별도의 평가가 필요없을 것처럼 보인다. 그러나 정약용이 살았던 시대에는 儒家의 사상이 지배적이었음을 돌이켜 본다면 그의 견해는 매우 독특하다고 할 수 있다. 우선 그는 인간과 금수의 차이를 三綱五倫과 같은 윤리에서 찾지 않고 기술에 주목하였다. 또한 그는 인간생활의 혜택이 모두 성인의 덕택이라는 전통적 사고를 받아들이지 않고 대중들의 집단적 활동을 강조하였다. 무엇보다도 그의 견해에는 시대가 지날수록 기술이 발전한다는 일종의 進步觀이 보이는데, 이는 기존의 常古思想을 거부하는 것이었다. 상고사상을 지닌 학자들은 고대가 太平聖代이고 근대로 올수록 인간생활이 더욱 못해진다 고 파악하면서, 경우에 따라 중흥의 시기를 인정할 때에도 이를 일시적인 것으로 치부해 버리고, 후대의 문물이 고대의 문물보다 우수한 것이 분명할 때에도 고대에 이미 모든 것이 알려져 있었지만 다만 勢가 미치지 못했을 따름이라고 생각하였다.⁶⁾

인간과 동물의 차이, 기술진보의 성격을 밝힌 후 정약용은 기술을 사용할 때 얻게 되는 구체적인 이익을 다음과 같이 열거하였다.

4) “技藝論”, 李翼成 譯, 『茶山論叢』(乙酉文化社, 1972), p. 46.

5) “技藝論”, 『茶山論叢』, p. 46.

6) 高橋翔, “茶山の 進步觀”, pp. 669-672.

농사의 기술이 정교해지면 차지한 땅이 적어도 곡식의 소출은 많을 것이며 노력을 가볍게 하여도 곡식은 충실할 것이며, …… 베풀는 기술이 정교해지면 드는 재료가 적어도 실은 많이 생산될 것이며 노력을 조금만 하여도 布帛은 아름다울 것이며, …… 군사의 기술이 정교해지면 …… 나라의 위태함을 보호하게 될 것이며, 의학의 기술이 정교해지면 …… 병을 살피고 약을 분별하는 데 옛사람의 잘못을 깨우칠 수 있을 것이며, 百工의 기술이 정교해지면 무릇 宮室과 기구를 제조하고 城郭과 배·수레·가마의 제도에 이르기까지 모든 것이 견고하고 편리하게 될 것이다.⁷⁾

그리고 그는 중국에서 이미 새로운 기술이 발전하고 있는데도 우리나라는 이를 도입하지 않아 기술이 정체하고 있다고 개탄하면서 일본과 琉球는 이미 중국의 선진 기술을 배워와서 富國強兵 해졌다는 예를 들었다.

우리나라에 있는 온갖 工匠의 기예는 옛날에 배워온 중국의 방식인데 수백년 이래 칼로 벤 것처럼 다시는 중국에 가서 배울 계획을 세우지 않았다. 중국에서는 새로운 방식과 교묘한 제도가 나날이 증가하고 다달이 불어나서 이미 수백년 전의 중국이 아니다. 그런데도 우리는 막연하게 서로 묻지도 않고 오직 옛날 방식을 편하게 여기고 있으니 어찌 그리 게으르기만 한가.⁸⁾

近世에도 유구 사람은 중국의 太學에 들어가서 10년 동안 전적으로 文物과 技能을 배웠으며, 일본은 江蘇와 浙江을 왕래하면서 온갖 工匠의 섬세하고 교묘한 기술을 옮겨가기에 힘썼다. 까닭에 유구와 일본은 바다 북편의 먼 지역에 있으면서도 그 기능은 중국과 대동하게 되어, 백성은 부유하고 군사는 강성하여 이웃나라가 감히 侵犯하지 못하게 되었으니, 그 나타난 효과가 이와 같다.⁹⁾

따라서 집권자들이 이미 망하고 없어진 明나라만을 존중히 생각하고 淸나라는 멸시하여 중국의 선진 기술을 배척할 것이 아니라 중국의 기술 중에서 우수한 성과를 광범위하게 배우고 도입할 것을 역설하면서, 정약용은 지금이 중국으로부터 기술을 도입하기에 적절한 시기임을 강조하였다.

마침 지금은 중국의 규척이 탁 트여 있어서 비좁지 않은데 이 때를 그냥 두고 도모하지 않다가 만약 어느 시기에 蘇軾같은 자가 있어서 中華와 夷狄의 경계를 엄하게 하여 금지하는 令을 펴도록 建議하면, 비록 禮物를 가지고 幣帛을 받들어, 그 기술의 나머지만 배우기를 바라더라도 어찌 능히 뜻을 이루겠는가.¹⁰⁾

정약용 이전에 부국강병의 애국적 입장에서 외국의 선진 기술을 적극적으로 배워와야 한다고 주장한 사람은 燕巖 朴趾源과 楚亭 朴齊家였다. 박지원은 「熱河日記」에서 「백성들에게 이익이 되고 국가에 유용한 것이라면 비록 그것이 오랑캐의 것이라 하더라도 주저없이 배워와야 한다」고 주장하였고, 박제가는 「北學議」에서 「법이 좋고 제도가 아름다우면 아무리 오랑캐라 할지라도 떳떳하게 스승으로 삼아야 한다. 하물며 그 규모의 크고 넓음과 마음가짐의 精密함과 모든 製作의 크고 원대한 것과 문장의 빛남이 아직도 三代 이래로 漢唐宋明의 옛 법이 남아있음에랴?」고

7) 「技藝論」, 「茶山論叢」, pp. 47-49.

8) 「技藝論」, 「茶山論叢」, p. 47.

9) 「技藝論」, 「茶山論叢」, p. 51.

10) 「技藝論」, 「茶山論叢」, p. 51.

역설하였다.¹¹⁾ 특히 박제가는 “기하학 및 利用厚生에 밝은 서양 사람들이 중국의 欽天監에 있으니 觀象監에서 쓰는 비용만큼으로써 그들을 초빙하여 각종 과학기술을 우리 子弟에게 배우게 하는” 방법과 “해마다 북경에 가는 사신 행차에 재주있는 사람을 열 사람씩 보내서 기구를 사오거나 기술을 배워오게 하는” 방법을 제안하였다.¹²⁾ 이러한 방안은 정약용에 의해서 더욱 구체화되어 그는 기술을 도입하기 위해 利用監이라는 국가기관을 新設할 것을 제안하였는데, 이에 대해서는 4절에서 논의하도록 하겠다.

3. 기술관리로서 정약용의 업적

정약용의 실학 발전은 크게 두 시기로 구분할 수 있다. 前期(1789-1800)는 정조의 寵愛를 바탕으로 자신의 실학이념을 실현시키려고 한 관리시절로서, 정약용은 한강의 舟橋 가설과 華城(현재의 수원)의 성곽 축조에 참여하였고, 각종 경제론적 단편들을 집필하였다. 그리고 後期(1801-1818)는 정조 逝去 이후의 유배시대로서, 정약용은 六經四書를 탐구하여 나름대로의 학설을 밝혔고, 자신의 사회개혁사상을 담은 『經世遺表』와 『牧民心書』 등을 저술하였다.¹³⁾

정약용은 1789년에 28세의 나이로 禧陵直長을 맡으면서 그의 관리생활을 시작하였는데, 이때 그는 노량진에 주교를 가설하는 공사에 참여하였다.¹⁴⁾ “舟橋司節目”에 의하면, 이 공사를 위하여 30자 너비의 甲船 60척을 나란히 붙여 놓고 그 위에 42자 길이의 縱梁을 각 배마다 5개씩, 도합 300개를 깔고 그 위에다 다시 길이 24자, 너비 1자, 두께 3치의 橫板 1,800장을 깔았으며 천명의 군사와 만전의 돈이 들었으니, 당시로는 매우 거대한 공사였다.¹⁵⁾ 정약용이 이 공사에 어느 정도 기여했는지는 정확히 알 수 없지만 주교가설에 관한 계획과 설계를 맡았던 것으로 전해진다.¹⁶⁾

이에 반해 화성 성곽의 설계와 공사과정은 정약용이 집필한 “城說”을 비롯한 여러 단편들과 공사에 관한 최종 보고서인 “華城城役儀軌”를 통해 자세히 알 수 있다. 화성은 정조가 개혁정치 세력의 본거지로 삼기 위하여 건설한 新都市로서 성곽 축조에는 수많은 인력과 비용이 동원되었는데, 화성 성곽은 성곽으로서 완비된 체제를 갖추었을 뿐만 아니라 각종 새로운 축성법이 사용되었다.¹⁷⁾

11) 尹在瑛 譯, 『熱河日記』(博英社, 1982), p. 197; 李翼成 譯, 『北學議』(乙酉文化社, 1971), pp. 28-29.

12) “附丙午所懷”, 『北學議』, p. 223; “財賦論”, 『北學議』, p. 295. 박제가의 기술도입론에 대해서는 朴星來, “朴齊家の 技術導入論”, 『震壇學報』 제52호 (1981), 202-204를 참조할 것.

13) 정약용의 생애는 修學시절, 관리시절, 유배시절, 유배 후 만년시절로 나눌 수 있다. 김석형, “다산 정약용의 생애와 활동”, 『정다산 연구』, pp. 9-36; 金泳鎬, “『與猶堂全書』의 텍스트檢討”, 韓祐勳 外, 『丁茶山研究의 現況』(民音社, 1985), p. 36.

14) 주교는 교량을 가설하기 어려운 큰 강에 많은 배들을 나란히 붙여 띄우고 그 위에 임시로 놓은 木橋이다.

15) 『正祖實錄』卷30, 正祖 14年 庚戌 7月 己卯, pp. 149-153(成大慶, “茶山の 技術官吏 育成論”, p. 115에서 재인용). “舟橋司節目”에는 形便, 水廣, 擇船, 船數, 船高, 橫板, 鋪莎, 欄干, 下碇, 槓械, 結隊, 賞罰, 期會, 槍橋의 15가지 조목이 상세하게 기술되었다.

16) 全相運, 『韓國科學技術史』〈중판〉(정음사, 1988), p. 256.

17) 화성의 축조 배경에 대해서는 김동욱 글 손재식 사진, 『수원성』(대원사, 1989), pp. 74-78을 참조할 것. 이 글에서 김동욱은 축성의 동기를 정조의 부친에 대한 효성으로 돌리기는 곤란하며 근본적인 이유는 정조의 개혁 프로그램에서 찾을 수 있다고 지적하였다. 정조가 사도세자를 자신의 아버지라 선언하고 부친의 무덤을

당시 1792년에 弘文館校理였던 정약용은 화성의 설계를 맡았다. 우선 그는 尹畊의 “堡約”, 柳成龍의 “城說”, 서양선교사 테렌스(P. Joannes Terrenz)가 구술하고 중국의 王徵이 집필한 「奇器圖說」 등 관련된 서적들을 광범위하게 조사하고 연구하여 “城說”을 집필하였다. 여기에는 건축이론과 시공기술에 관한 훌륭한 제안들이 많이 개진되어 있는데, “城說”의 내용과 「華城城役儀軌」에 나오는 “御製城華籌略”의 내용이 大同小異한 것으로 미루어 볼 때 화성을 축조하는 과정에서 정약용의 의견은 대부분 수용된 것으로 판단된다. “城說”과 “御製城華籌略”에는 分數, 材料, 壕塹, 築基, 伐石, 治道, 造車, 城制의 8가지 조목이 나오는 데 그 중에서 특기할 만한 사항은 다음과 같다.

우선 정약용은 축성의 재료로 돌을 들었다. 그는 축성의 재료로 벽돌이나 흙이나의 두 갈래 의논이 있다고 하면서, 기와를 굽는 기술이 부족하고 기와를 굽는 펄감을 구하기도 어렵기 때문에 벽돌은 곤란하며, 토성의 경우에는 흙이灰와 서로 붙지 않고 얼음이 얼 때 흙 바닥이 가라앉게 되며 비에 젖으면 성벽이 갈라지기 쉽기 때문에 흙이 재료로 적합하지 않다고 하였다. 정약용은 당시의 기술적 수준의 범위 내에서 견고한 성을 쌓을 수 있는 재료로 돌에 주목한 것이다.¹⁸⁾

또한 그는 채석장에서 때어낸 돌을 석공이 즉석에서 가공하여 大中小의 세 가지로 채석을 규격화할 것을 제안하였다. 그리하여 “큰 돌은 한 덩이에 한 차, 중간 돌은 두 덩이에 한 차, 작은 돌은 세 덩이 혹은 네 덩이씩 한 차로 나르고”, “성을 쌓을 경우에는 큰 돌을 하층에, 중간 돌은 중층에, 작은 돌은 상층에 놓는다.” 이처럼 채석을 규격화함으로써 돌을 운반하고 성을 쌓는 데 수고를 덜게 되고 경비는 줄어들며 성벽은 견고해지는 것이다.¹⁹⁾

그리고 정약용은 성의 구조를 결정함에 있어서도 종래와 같이 배가 부르면 성이 무너지기 싫다는 점을 지적하면서 적절한 성의 형태를 다음과 같이 제안하였다. “성의 높이와 두께를 3등분하여, 성을 쌓을 때 아래의 2/3까지는 점점 안으로 좁혀 각 층의 차이를 1촌으로 한 比例로 좁힌다. 위의 1/3부터는 점점 밖으로 넓혀 각 층의 차이를 3푼쯤으로 한다.” 이를 통해 그는 “아래의 차이는 돌층계처럼 안으로 좁아들어 무너질 리가 없게 되고, 위의 차이는 처마같아 뛰어 넘을 수 없게 되는” 효과를 노렸던 것이다.²⁰⁾

정약용의 기술에 관한 識見이 가장 잘 드러난 것은 기존의 수레에 대한 평가와 새로운 수레의 제안이라고 할 수 있다. 그는 大車와 雪馬의 단점을 지적하면서 游衡車를 만들어 사용할 것을 주장하였다. “큰 수레는 바퀴가 너무 높고 투박하여 돌을 싣기가 몹시 어려운 반면, 바퀴살이 약하며, 최패하기 쉽고, 비용이 너무 들어서 많이 만들 수 없다.” 반면 “썰매는 몸체가 땅에 닿아 있어서 밀고 끄는 데 많은 힘이 소모된다. 비록 散輪을 사용한다 할지라도 바퀴가 이미 낮고 작아서 웅덩이를 만나면 빠지고, …… 빙판이 아니면 제구실을 다하지 못한다.” 큰 수레와 썰매의 단점을 극복하기 위하여 정약용이 새롭게 제안한 수레는 유형거였다. 유형거는 사람이 사용하기에 편리한 크기와 모양을 가지고 있었고 바퀴, 굴대 등의 각종 부품들이 견고하였으며, 아래부분이 둥글어서 지면과 접촉하는 면적이 작았고 경우에 따라 높낮이도 조절할 수 있었다.

화성으로 옮긴 것은 당시의 수구세력인 老論에 대한 정면공격의 의미를 지니고 있으며, 萬石渠가 화성에 건설된 것은 화성을 신도시로 삼으려는 정조의 생각을 보여주는 것으로 판단된다.

18) “城說”, 『增補 與猶堂全書 I』(景仁文化社, 1969), p. 208; “御製城華籌略”, 水原市, 『國譯 華城城役儀軌 I』(新丘文化社, 1977), p. 149.

19) “城說”, 『增補 與猶堂全書 I』, p. 208; “御製城華籌略”, 『國譯 華城城役儀軌 I』, p. 151.

20) “城說”, 『增補 與猶堂全書 I』, p. 210; “御製城華籌略”, 『國譯 華城城役儀軌 I』, pp. 156-157.

이처럼 정약용은 기존의 기구가 적절하지 못할 경우에는 새로운 기구를 창안하여 사용할 것을 제안했던 것이다.²¹

“城說”을 집필한 이후에 정약용은 “甕城圖說”, “砲樓圖說”, “懸眼圖說”, “漏槽圖說”, “起重圖說”, “總說”의 여러 단편들을 서술하였다.²² “城說”이 축성에 관한 일반적인 논의를 담고 있음에 반해 그 밖의 글들은 주로 성의 부대시설에 관한 것이다. 즉 웅성은 성문을 보호하기 위하여 문 앞을 독 모양으로 둘러싼 부분이고, 포루는 적군의 시야로부터 아군을 숨기고 대포와 같은 무기를 설치하는 장소이며, 현안은 적이 성에 접근하는 것을 감시하는 장소이고, 누조는 적이 성문에 불을 지르는 것을 막기 위하여 물을 쏟아내는 장치이다.

한편 “起重圖說”에서 정약용은 起重機를 만들어 사용할 것을 제안하였는데, 유형서가 도로를 통해 물건을 실어 나르는 수레의 일종임에 반해 기중기는 여러 개의 도르래를 이용하여 무거운 물체를 작은 힘으로 들어 올리는 장치이다. 기중기를 제작할 때에도 정약용은 「奇器圖說」을 많이 참고하였지만, 그 내용을 그대로 모방하지는 않았던 것으로 보인다. 즉 「奇器圖說」에 나타난 기중기는 銅絲, 鐵絲, 銅輪을 많이 사용하고 있음에 반해 당시 우리나라의 기술적 수준으로는 철·구리 제품을 만들기 어렵지 않았으므로 정약용은 철과 구리의 사용을 최대한 줄였고, 「奇器圖說」의 많은 조항들은 너무 간단하거나 조잡하여 별 도움이 되지 못해서 정약용은 기중기의 기본원리가 잘 설명되어 있는 第8圖, 第10圖, 第11圖를 바탕으로 기중기를 고안했던 것이다. 정약용의 기중기는 과거의 것에 비해 더욱 簡便하면서도 축조 공사에 적합하게 개선된 셈이다.²³

이상에서 살펴본 것처럼 정약용은 화성 축조 공사에 참여하여 기술관리로서의 자질을 유감없이 발휘했다. 그가 다룬 기술적 문제의 범위는 축성과 관련된 거의 모든 것을 포괄하였고, 각 조목마다 문제점을 구체적으로 지적함과 동시에 현실적인 대안을 내놓았다. 그는 축성의 재료를 선택함에 있어서 당시 기술수준의 범위 내에서 견고한 성을 쌓을 수 있는 재료에 주목했고, 채석을 규격화함으로써 돌을 운반하고 성을 쌓는 데 수고와 경비를 덜고 성벽을 견고하게 하였으며, 성을 3등분하여 무너지지 않게 하고 적의 침입을 방지했던 것이다. 또한 정약용의 업적에는 기존의 기술적 가능성 중에 적절한 것을 선택하거나 규격을 정하는 것 이외에 유형거와 기중기의 제작과 같은 새로운 기술혁신도 포함되어 있었다. 기술혁신에 있어서 정약용은 선진국의 성과를 섭렵하면서도 그것을 단순히 모방하지 않고 용도에 적합하게 개량하였다.

특히 유형거를 설계할 때 무게중심에 대해서 치밀하게 고려했다는 점이나 기중기를 개량할 때 불필요한 것은 제거하고 기본원리가 되는 부분에 집중했다는 점 등에는 정약용의 과학에 대한 이해도 엿볼 수 있다. 실제로 그는 「經世遺表」에서 “기술이 數理에 기초한다”고 주장하기도 하였다.

百工의 기교는 모두 數理에 기초하는 바 句·股·弦의 銳角鈍角이 서로 먹어 들고 어긋나는 원리에 밝은 다음에야 비로소 기술을 체득할 수 있을 것이니, 진실로 장기간에 걸쳐 스승으로부터 가르침과 학습을 쌓지 않고서는 끝내 기술을 소유할 수 없을 것이다.²⁴

21) “城說”, 『增補 與猶堂全書 I』, pp. 209-210; “御製城華籌略”, 『國譯 華城城役儀軌 I』, pp. 151-156.

22) 『增補 與猶堂全書 I』, pp. 210-214.

23) “起重圖說”, 『增補 與猶堂全書 I』, pp. 212-214.

24) “冬官工曹”, 민족문화추진회, 『國譯 經世遺表 I』(1977), pp. 163-164.

그러나 정약용이 기초과학의 구체적인 개념을 제대로 이해하고 있었는지는 의문이다. 예를 들어 그는,

도르래가 무거운 물건을 움직이는 데 편리한 점이 두 가지 있으니, 힘을 더는 것이 하나요, 무거운 물건을 떨어뜨리지 않는 것이 둘이다. 도르래 하나를 설치하면 50근의 힘으로 100근의 무게를 끌어 올릴 수 있다. 만일 두 개의 도르래를 사용한다면 25근의 힘으로 100근을 올릴 수 있다. 이것은 짐 전체의 무게의 1/4에 해당하는 힘이다. 도르래의 수가 늘어남에 따라 같은 이치로 당기는 힘이 줄어든다. 지금 그림과 같이 상하 8개의 도르래를 사용한다면, 전체의 25배의 힘을 낸다.²⁵⁾

라고 하였는데, 여기에는 힘의 개념에 관한 오해가 보인다. 즉 첫 부분에서는 도르래를 사용하면 힘을 줄일 수 있다고 했음에 반해 마지막 부분에서는 더 많은 힘을 낼 수 있다고 말했던 것이다.²⁶⁾

한편 정약용은 그의 관료시절을 통해서 많은 경제론적 단편들을 집필하였는데, 그 중에서 기술과 관련된 것으로는 그가 1799년에 집필했던 “度量衡議”와 “應旨論農政疏”를 들 수 있다. 당시 그는 谷山府使로 在職하면서 이른바 “李啓心 사건”으로 불리는 軍布 징수의 비리를 밝혀 내고 군포를 받을 때 이전들이 사용한 烙印尺을 2치나 짧아내고 五禮儀圖尺에 준거한 자로 군포를 징수하였다. 이 사건을 계기로 정약용은 도량형의 전국적 통일에 관한 평소의 소신을 밝혔다.

우선 그는 15말을 1섬으로 치며 16량을 1근으로 치는 당시의 계산법이 온갖 혼란을 일으키는 기초가 되고 있음을 지적하면서 전부 10진법으로 통일시킬 것을 주장하였다. 즉 부피의 단위에서는 10勺을 1合(홉), 10홉을 1升(되), 10되를 1斗(말), 10말을 1石(섬)으로, 무게의 단위에서는 10分(푼)을 1錢, 10전을 1兩, 10양을 1斤, 10근을 1勻으로 통일해야 한다는 것이다.²⁷⁾ 그리고 그는 각종 측정기구의 종류가 各樣이고 규격이 문란하다는 것을 지적한 후, 길이에 관해서는 周尺·木尺 등을 없애고 布帛尺을 기준으로 삼고, 부피의 경우에는 市升·行升·賭地斗 등을 없애고 官斗로 통일할 것이며, 무게는 藥秤·棉花秤·肉秤 등을 없애고 銀秤을 사용할 것을 제안하였다.²⁸⁾ 도량형의 통일을 제도적으로 뒷받침하기 위하여 정약용은 전본을 工曹에서 만든 후 서울에서는 공조에서만, 지방에서는 監營에서만 도량형기를 제작할 것과 국가적 차원에서 監司를 수시로 파견하여 그것의 정확한 집행여부를 검열할 것을 강조하였다.²⁹⁾ 또한 그는 용도에 따라서는 자와 저울의 눈금을 세분하거나 확대하여 사용하기에 불편함이 없도록 할 것을 지적하였다.³⁰⁾

한편 1798년 말에 정조가 “勸農政求農書綸音”을 통해 농업의 발전을 위한 의견을 구하였을 때 정약용은 1799년에 “應旨論農政疏”를 집필하여 왕에게 바쳤다.³¹⁾ 이 글에서 그는 농사의

25) “總說”, 『增補 與猶堂全書 I』, p. 214.

26) 이 점은 金容雲과 金容局이 지적한 것이다. 『韓國數學史』(科學과 人間社, 1977), pp. 220-222. 그러나 이 점을 근거로 정약용이 기초과학에 無知했다거나 기초과학의 많은 내용을 오해하고 있었다는 식으로 확대해석할 수 있는지는 의문이다.

27) “度量衡議”, 『茶山論叢』, pp. 201-202. 한편 길이의 단위는 이미 10진법이 사용되고 있으므로 고칠 필요가 없다고 하였다. 10釐=1分(푼), 10푼=1寸(치), 10치=1尺(자), 10자=1丈.

28) “度量衡議”, 『茶山論叢』, pp. 199-200.

29) “度量衡議”, 『茶山論叢』, pp. 199-200.

30) “度量衡議”, 『茶山論叢』, pp. 201-202.

31) 이 때 박지원은 「課農小抄」를, 박제가는 자신의 「北學議」 중에서 농사와 관련된 부분을 뽑아 「進北學議」를

이치는 지극히 정밀한 것인데 우리나라의 농사는 거칠어서 노력을 많이 하여도 이익이 적다는 것을 지적하면서, 농사를 편하게 지을 수 있는 대책(便農)으로 농지의 규격화, 우량 종자의 선택, 농기구의 개량, 수리사업의 시행을 제안하였고, 농민에게 더 많은 이익을 주기 위한 대책(厚農)으로 농민착취의 시정, 부업의 권장, 도량형의 통일, 기호품 재배의 축소를, 농민의 지위를 높이기 위한 대책(上農)으로 과거제도의 개선, 商利의 억제 등을 제시하였다. 여기서는 이상과 같은 대책들 중에서 농기구와 수리사업에 관하여 살펴 보겠다.

정약용은 농민들의 어려움을 덜어 주고 생산량을 증가시키기 위하여 농기구를 광범위하게 사용할 것을 주장하면서 각종 농기구들을 소개하였다. 우선 그는 농사와 관련해서 흙덩이를 제대로 깨기 위한 쇠스랑, 모내기를 편하게 하기 위해서는 秧馬의 광범위한 사용을 제안하였다. 그리고 그는 곡식을 뺑는 작업에는 사람이 다리로 밟는 디딜방아 대신에 물방아와 밀방아를 많이 사용할 것과 수차와 풍차를 이용할 것도 주장하였다. 또한 누에를 고르게 쳐서 가공하기 좋게 하고 위생적으로 관리하기 위해서 채반을 사용할 것을 권장하였다. 그리고 벼들이 크기만 하고 정밀하지 못하다는 것을 지적하면서 평안도 지방에서 사용하는 간편하고 정밀한 벼들을 소개하였다. 이처럼 농기구들을 소개한 후에 정약용은 “지금은 農書를 詳考하여 여러가지 농기구들을 만든 다음, 그 제도를 팔방에 반포하여 차례로 시험해 보는 것이 마땅하다”고 進言하였다.³²⁾

수리사업과 관련하여 정약용은 사업의 몇 가지 원칙을 제시하였다. 그는 “防築이 많이 실패하는 것은 흙과 돌을 잇대기가 어려운 데 있는 것이 아니고, 물을 끌어 대면서 地勢의 높고 낮음을 살피지 않고, 潮水를 막으면서 찌르고 할퀴는 힘을 분별하지 못한 데에 있다”고 하였는데, 이는 제방을 쌓는데 중요한 점이 무엇인가를 적절하게 지적한 것이었다. 또한 그는 수리사업의 이익을 구체적으로 계산할 것을 주장하면서, 損益을 판단하기 어려운 경우에는 연구를 거듭하고 미리 시험하여 그 해결책을 찾아야 하며 덮어놓고 반대하는 無事安逸主義는 根絶되어야 한다고 역설하였다. 그리고 그는 가물면 나무 흙을 설치하고 장마지면 걷어 내는 호남 지방의 사례를 들고 늪이나 진펄에서는 浮田하는 방법을 제시하면서 수리사업을 할 때 융통성을 발휘할 것을 강조하였다.³³⁾

“度量衡議”와 “應旨論農政疏”에는 백성의 고통을 구체적으로 파악하고 이를 덜어 주려는 정약용의 爲民思想이 잘 나타나 있다. 예를 들어 그는 도량형이 표준화되지 않아서 백성이 탐관오리에게 “속임당할 실마리가 많음”을 걱정했고, “허리가 시큰하고 어깨가 아프며 흙탕에 더러워지고 거머리까지 달려 드는” 모내기의 고통을 덜어 주기 위해 양마의 사용을 提唱했던 것이다.³⁴⁾ 또한 정약용은 자신의 주장을 내세울 때 그것이 제도적으로 정착할 수 있는 방안을 잊지 않았다. 공조와 감영에서만 도량형기를 제작한다는 제안이나 국가가 주관해서 농기구를 만들어 각 지방에서 시험해야 한다는 제안은 그 대표적인 예이다.

써서 바쳤다.

32) “應旨論農政疏”, 『茶山論叢』, pp. 228-230.

33) “應旨論農政疏”, 『茶山論叢』, pp. 230-234.

34) “應旨論農政疏”, 『茶山論叢』, pp. 238, 229.

4. 「牧民心書」와 「經世遺表」에 나타난 정약용의 기술진흥방안

로 인하여 제대로 계승되거나 채택되지 못했다. 그러나 정약용의 기술에 대한 관심은 사회제도의 理想을 그리려 한 그의 저술을 통해 끊임없이 표출되었다. 그는 「牧民心書」에서 지방의 수령이 각종 기술을 도입하여 사용할 것을 권장하였고, 「經世遺表」에서 기술을 도입하고 개발하기 위해 각종 국가기관을 신설하거나 정비할 것을 제안하였다.³⁵⁾

「牧民心書」 “戶典 六條”의 “勸農”에는 농업기술과 농업기술자에 관한 그의 견해가 나타나 있다. 우선 정약용은 農器와 織器를 만들어 백성들의 용구를 능률적이게 하고 백성들의 생활을 넉넉하게 하는 것이 수령의 직무라고 規定하면서 徐光啓의 “農器圖譜”와 “織器圖譜”에 열거된 각종 농기구를 소개하였다.³⁶⁾ 여기서 그는 “그 제도가 모두 지극히 쉬우면서 용도는 지극히 요긴 하니 수령은 마땅히 圖譜를 살펴서 기구를 만들어 백성들에게 주어 쓰도록 할 것”과 “가래·호미·낫 등은 그 모양이 우리 것과 매우 다르니 마땅히 그것이 편리한가의 여부를 시험할 것”을 역설하였다. 이처럼 그는 舊習을 버리고 좋은 기술을 도입할 것을 주장하면서도 그것을 우리나라의 현실에 적합하도록 변형하는 데에 세심한 주의를 기울였다.³⁷⁾

농기구의 개량과 함께 정약용이 골똘하게 구상한 것은 농업의 분야별 전문화를 통해 농업기술자를 양성하려는 계획이었다. 그는 농민이 많은 일을 하면 괴로울 뿐 아니라 실효도 거둘 수 없으므로, 토지의 용도에 따라 농업을 田農(곡물 생산), 園廬(과수 농업), 圃畦(채소 농업), 蠶功(직물 제조), 虞衡(원료 생산), 畜牧(축산업)의 6科로 구분할 것을 주장하였다. 그리고 그는 각 분야마다 그 일에 전문적인 기술을 가진 지도자, 즉 農師, 園師, 圃師, 蠶婦, 衡人과 虞人, 牧人을 배치하고 그들의 성적을 제때에 考課하여 공적이 우수한 사람은 상급관직에 등용하려고 했다.³⁸⁾

6과에 속한 사람들이 진실로 마음가짐이 깊고 성실하여 그 직분을 능히 다한다면 비록 그들을 천거해서 정승과 재상을 삼는다 해도 오히려 옛 법대로인데, 어찌 察訪·監牧·堡將·城將의 직책이야 어찌 다시 말할 겨리가 되겠는가. 순차로 등용하여 수령의 벼슬을 주는 것도 그만 둘 수 없다.³⁹⁾

위 인용문의 마지막 부분에는 정약용이 지방수령을 농업기술자로 충원하려는 계획을 가지고 있었음을 엿볼 수 있다. 이러한 점은 권농을 수령의 으뜸가는 책무라고 규정한 것이나 백성을 다스리는 사람이 農師가 되어야 한다고 주장한 것에서 잘 드러난다.⁴⁰⁾

살피건대 지극히 어리석은 자는 백성들이고 지극히 정밀한 것은 농사의 이치이다. 반드시 사리에 밝고 물정에 통달한 군자가 있어서 백성을 위하여 農師가 되어 그들을 가르치고 훈도하여 토양에

35) 「經世遺表」의 초고본은 1817년에, 「牧民心書」의 초고본은 1818년에 씌어졌으나, 이 글에서는 편의상 「牧民心書」를 먼저 다루기로 한다. 두 저작의 관계와 저술 연도에 대해서는 安秉直, “「牧民心書」考異”, 「丁茶山 研究의 現況」, pp. 44, 52를 참조할 것.

36) “農器圖譜”와 “織器圖譜”는 서광계의 「農政全書」에 수록되어 있다.

37) “戶典 六條”, 茶山研究會 譯註, 「譯註 牧民心書 Ⅲ」(創作과 批評社, 1981), pp. 194-197.

38) “戶典 六條”, 「譯註 牧民心書 Ⅲ」, pp. 203-212.

39) “戶典 六條”, 「譯註 牧民心書 Ⅲ」, p. 212.

40) “戶典 六條”, 「譯註 牧民心書 Ⅲ」, pp. 177-179.

알맞은 곡물을 분별하고 농기구의 사용을 편리하게 함으로써 그들이 미치지 못한 점을 도와 준 후에야 백성들이 농사를 짓는 것이 농법에 맞게 된다.⁴¹⁾

한편 『牧民心書』의 “工典 六條”에는 3절에서 살펴 본 관리시절의 경험이 잘 나타나고 있다.⁴²⁾ 예를 들어 정약용은 政堂을 건축하는 데 필요한 작업으로 일을 주관하는 사람을 뽑는 것, 所任을 분담시키는 것, 장인을 구하는 것, 비용을 염출하는 것, 재목을 모으는 것, 흙을 마련하는 것, 用水를 확보하는 것, 石材를 채취하는 것, 기와를 굽는 것, 鐵物을 사들이는 것, 장정을 調發하는 것, 帳簿를 기록하는 것의 11가지를 든 후 각각의 조목마다 지켜야 할 원칙과 구체적인 시행 방법을 제시하였는데, 이는 그가 관리시절에 각종 공사에 참여하지 않았다면 기대하기 힘든 것으로 판단된다. 특히 터를 다지는 방법, 무거운 물건을 운반하는 방법, 석재나 목재를 3종류로 분류한 것 등은 정약용이 화성 성곽 축조 때 사용했던 방법과 大同小異한 것이었다.⁴³⁾

그리고 그는 화성 성곽 축조 때 제작하여 사용했던 유형거와 기증기의 사용범위를 더욱 확장하였다. 그는 유형거와 기증기의 광범위한 활용을 제안하면서, 그 용도로 재목을 운반하는 것, 석재를 운반하는 것, 성을 쌓는 것, 渠를 파는 것, 제방을 쌓는 것 등을 들었다.⁴⁴⁾ 더 나아가 그는 유형거를 만들 때 사용했던 방법을 田車를 제작하는 데에도 적용하려고 하였다.

수레를 만들기 어려운 것은 바퀴살과 바퀴통 때문이다. 橫板 하나와 나뭇가지 둘을 세워 스물입자 모양「卍」을 만들고, 그 가운데에 軸을 꿰고 그 둘레를 보완하여 바퀴를 만들면, 半錢을 쓰지 않고서 수레 한 대를 만들 수 있다. 이에 끌채를 대고 차체를 붙여 전거를 만들면 또한 좋지 않겠는가.⁴⁵⁾

또한 그는 도량형을 국가적 차원에서 통일할 것을 주장하면서도 현실적인 순서를 고려하였다. 그는 “지금 나라 안의 도량형은 집집마다 다르니 한 고을의 수령이 어찌 능히 바로잡을 수 있으리요”라고 하면서 도량형의 통일은 수령의 차원을 넘어서 국가의 政事임을 분명히 하였고, 도량형의 통일은 “반드시 敎化가 백성들에게 젖어든 후에야” 가능하기 때문에 한꺼번에 모든 것을 하면 “다만 소요함만 더하고 백성의 聽聞만 의혹하게 될” 것이므로 우선 국가의 재정이나 백성의 생활과 직결된 “倉에서 쓰는 斛”과 “흉년에 저자에서 쓰는 되”를 바로잡아야 한다고 역설하였다.⁴⁶⁾

“工典 六條”에는 장인을 양성하려는 계획도 나타나 있다. 정약용은 각종 기구의 제작이나 공사의 진행에 있어서 장인의 필요성이 무엇보다도 중요함을 역설하였다. 예를 들어 그는 수차를 제작하는 방법을 설명하면서 수차의 제작이 어려운 것은 “연구가 자세하지 못해서가 아니라 나라에 좋은 장인이 없었기 때문”이라고 하였고, 정당의 건축을 하면서도 “좋은 재목을 얻기는 어렵지 않으나 좋은 장인을 얻기는 실로 어려운 일”이라고 하였다.⁴⁷⁾ 그는 장인을 육성하려는 방법의

41) “戶典 六條”, 『譯註 牧民心書 Ⅲ』, pp. 177-178.

42) “工典 六條”는 “山林”, “川澤”, “繕廩”, “修城”, “道路”, “匠作”로 이루어져 있다.

43) “工典 六條”, 茶山研究會 譯註, 『譯註 牧民心書 V』(創作과 批評社, 1985), pp. 249-254.

44) “工典 六條”, 『譯註 牧民心書 V』, pp. 178, 203, 226, 252-253, 266.

45) “工典 六條”, 『譯註 牧民心書 V』, p. 291.

46) “工典 六條”, 『譯註 牧民心書 V』, p. 294.

47) “工典 六條”, 『譯註 牧民心書 V』, pp. 203, 250.

로 “三京(서울, 개성, 평양)에서 國手를 가려 뽑아 都匠을 삼는” 방법과 장인을 한 곳에 모아 함께 살게 하는 방법을 들었는데, 특히 後者의 경우에는 지역의 여건에 맞게 기술개발을 特化하려는 구상이 엿보인다.⁴⁸⁾ 예를 들어 그는 선박의 재목에 관하여 논의하면서 다음과 같이 말하였다.

선박의 재목은 반드시 封山에서 나오니 마땅히 봉산에 船廠을 건립하고 船匠을 여기서 살게 하여 배 만드는 일에 전념하게 하여야 한다. …… 이렇게 한다면 …… 여러 工匠이 함께 모여 살아 그 기술이 반드시 정교해지는 것이 하나의 잇점이고, 배를 새로 만들거나 수리하는 것이 船籍에 누락되는 일이 없음이 하나의 잇점이고, 나무베는 일에 절도가 있을 것이니 또한 하나의 잇점이다.⁴⁹⁾

『牧民心書』에는 지방행정제도의 개혁방안으로 지방관이 지키고 수행해야 할 직무가 설명되어 있는 반면, 『經世遺表』에는 중앙정부의 여러 가지 개혁방안이 제시되어 있다. 정약용의 기술진흥방안은 『經世遺表』의 “冬官工曹”에 실려 있는데, 그것의 핵심은 이용감을 설치하여 중국의 기술을 도입·보급하고 기술자를 양성하자는 데 있다. 이용감은 각종 기술을 도입하고 개발하는 기관으로서 오늘날로 치면 국가가 운영하는 과학기술연구소에 해당된다고 할 수 있다. 여기서는 이용감의 설치안과 종사자의 선발기준, 그리고 기술의 도입 및 보급과정을 살펴보기로 하겠다.

정약용은 중국으로부터 새로운 기술을 도입할 것을 주장했던 박지원·박제가·李敬愼의 견해를 간단히 언급한 후에 “오로지 북쪽에 가서 배워오는 것을 職으로 하는” 관청을 별도로 설치할 것을 제안하면서 이를 ‘이용감’이라 稱하였다.⁵⁰⁾ 정약용은 이용감에서 배워와야 할 기술로 독가마놓기, 벽돌굽기, 수레만들기, 기구만들기, 철구리 제련, 기와벽돌자기 굽기, 引重機, 기증기, 나무켜기, 돌켜기, 轉磨(연자), 轉碓(물방아), 取水, 代耕, 風碓, 輪激의 방법과 虹吸鶴飲의 제도, 모든 농기구, 직기, 兵器, 火器, 風扇, 水銃, 천문·역법에 필요한 儀器測器 등 일체의 실용기구를 들었다.⁵¹⁾ 또한 그는 빈약한 국력을 憑藉하여 관직의 증설을 반대하는 사람에 대하여 국력이 빈약하기 때문에 도리어 이용감을 급히 설치해야 한다는 것을 주장하면서도 繕工監의 郎官 4자리와 署理 10자리를 줄여서 이용감을 설치할 수 있다는 현실적인 대안을 제시하였다.⁵²⁾

정약용은 이용감에서 일할 관료로 提調 中大夫 1명, 僉正 上士 2명, 別提 中士 2명, 學官 下士 4명, 서리 2명, 조례 8명을 등용하고자 하였다. 여기서 우리는 정약용이 제시한 관리 선발의 기준에 주목할 필요가 있다. 학관은 觀象監과 司譯院에서 數理에 정통하고 중국어에 능통한 사람 각각 2명을 엄선하여 임명하는데, 그들은 해마다 북경에 들어가서 많은 돈을 들여서라도 각종 기능을 배우고 기구를 구입하는 역할을 담당한다. 학관이 도입한 기술은 이용감에 모인 솜씨있는 工匠들이 시험적으로 제작하게 되는데, 이 때 장인의 작업을 지휘하는 사람이 별제에 해당한다. 정약용은 눈썰미와 손재주가 있는 사람을 별제로 등용하려고 하였다. 그리고 제조는 제작품을 최종 평가하고 첨정은 이용감의 운영을 맡는 사람에 해당한다. 정약용은 기술관료들이

48) “工典 六條”, 『譯註 牧民心書 V』, pp.174, 250.

49) “工典 六條”, 『譯註 牧民心書 V』, p.174.

50) “冬官工曹”, 『國譯 經世遺表 I』, p.164.

51) “冬官工曹”, 『國譯 經世遺表 I』, p.164.

52) “冬官工曹”, 『國譯 經世遺表 I』, p.165.

형식적인 책임자로 머무는 것을 방지하고 소신있는 판단과 효율적인 운영을 도모할 수 있도록 그들이 수리에 밝고 익숙할 것을 요구한 셈이다.⁵³⁾

정약용은 이용감에서 채택한 기술을 “이용감→전문관청→백성”의 세단계를 통해 보급하고자 하였다. 이용감을 통하여 도입되고 시험적으로 제작된 기술은 각 전문관청으로 이전되며, 전문관청에서는 해당 제품을 만들어서 필요한 사람들에게 배분한다는 것이다. 여기서 정약용은 기술의 종류에 따라 구체적인 개발전략과 보급방법을 달리하였는데, 그것은 그가 각 기술의 특성과 당시의 기술적 수준을 감안했기 때문이다. 정약용이 검토하고 있는 기술의 유형은 주로 수공업기술로서 건축·수레 제작·造船·鑄造·紡織·製紙 기술을 포괄하였다.

앞서 보았듯이 정약용은 화성을 축조할 때 기와를 굽는 기술이 부족하여 벽돌 대신에 돌을 축성의 재료로 삼았던 경험이 있었다. 따라서 그는 성을 견고하게 쌓기 위해서 기와와 벽돌굽는 방법을 도입하여 보급해야 한다고 제안하였다.⁵⁴⁾ 먼저 이용감에서 굽는 기술을 도입하여 甄瓦署에 전달하고 견와서는 전국의 12省에 보급한다. 서울은 견와서에서, 각 성에서는 工廠을 건설하여 기와와 벽돌을 생산하여 필요한 사람에게 나누어 주고, 그 세금은 公用에 보충한다.⁵⁵⁾ 각 성에 공장을 설치할 것을 주장할 만큼 정약용은 기와와 벽돌을 굽는 기술이 시급히 보급되어야 한다고 생각했던 것이다.

또한 정약용은 이미 수레의 광범위한 활용을 주장한 바 있었는데, 이번에는 수레가 없어서 생기는 폐단을 자세히 설명하고 수레 제작을 전담하는 典軌司를 신설하자고 제안하였다. 그는 “우리나라는 3면이 바다로 둘러 있어서 水運이 편리한 까닭에 예부터 수레가 없었다”고 하면서 수운에만 의존함으로써 “풍파에 침몰하기도 하며, 편하게 건너기가 지극히 어렵고, 채류하는 비용이 많아서 이익도 적으며, 따라서 상업이 興起하지 못하고 物貨도 유통되지 못한다”고 지적하였다. 그리고 수레를 사용하지 않음으로써 생기는 難點으로 고을 관원이 馬輻만 사용함으로 비용이 많아지는 점, 이것을 빙자해서 부세를 많이 거두니 백성의 생활이 어려워지는 점, 이어나 장례 때 힘이 들고 비용이 늘어나는 점, 전쟁 때 물자를 나르는 것이 어려워 백성이 고생하는 점을 들었다. 즉 육상교통수단인 수레를 사용하여 백성의 생활을 편하게 하고 각종 행정의 폐단을 시정하자는 것이다.⁵⁶⁾

수레 제작에 관련하여 정약용은 “이용감에서 중국의 수레 제도를 배워오되 새로 창안하지 말고 중국의 제도를 한치의 어긋남도 없이 받아들이자”고 주장하였다. 중국은 수레를 사용한지가 이미 오래 되었기 때문에 수레의 제작과 운용에 익숙해져 있지만, 우리는 제작 기술이 서툴어서 변형을 하더라도 제대로 된 경우가 없으므로 우선 처음에는 그대로 모방하자고 한 것이다. 그러나 정약용은 “중국에서 들여온 기술이 익숙해지면 전제사라는 관청을 별도로 설치하여 公私에 필요한 수레를 모두 제작하자”고 하여, 모방을 통해 기술을 습득한 후에는 수레 제작을 제도화하려고 하였다. 그리고 그는 수레 제작과 관련된 기술적인 문제의 핵심은 수레 바퀴 사이의 간격에 있다고 강조하면서 수레의 크기를 표준화하여 제작과 사용에 편리를 도모하고자 하였다. 또한 그는 수레의 통행을 위해서 도로를 건설·관리·수리하는 것이 중요하다고 지적하였고, 도로의 폭을

53) “冬官工曹”, 『國譯 經世遺表 I』, pp. 163-165.

54) “冬官工曹”, 『國譯 經世遺表 I』, p. 166.

55) “冬官工曹”, 『國譯 經世遺表 I』, pp. 182-183.

56) “冬官工曹”, 『國譯 經世遺表 I』, p. 174.

규정하는 방안과 도로를 관리하고 수리하는 방안을 제시하였다.⁵⁷⁾

조선기술과 관련하여 정약용은 중국에서 기술을 직접 도입하는 방법 대신에 우리나라 沿岸에 漂着하는 외국의 배를 활용할 것을 제안하였다. 배가 표착하는 즉시 이용감 낭관을 보내 分數에 精熟하고 솜씨있는 工匠과 같이 검사하면서 배의 치수를 상세히 기록하고 사용된 재료, 틸을 메우는 방법, 양쪽 날개에 판자를 붙이는 방법 등을 물어서 기술을 습득한 후 戰艦司에 전달한다는 것이다.⁵⁸⁾ 이렇게 하면 중국에 가서 배워온 것과 같으므로 직접 중국에 가는 수고를 들고 비용을 절감하게 된다.

또한 정약용은 “내가 배를 만드는 것을 보니, 자를 쓰지 않고 다만 눈어림으로 하여 재목이 고르지 않고 이에 따라 배의 모양이 달라졌다”고 하면서 배를 규격에 맞추어 생산할 것을 주장하였다. 즉 길고 짧음, 넓고 좁음, 뾰족하고 무덤, 높고 낮음을 고려하여 배를 大中小 3가지로 분류하고 다시 각각 3등급으로 나누어 총 9등급으로 배의 규격을 정한다는 것이다. 정약용은 배를 9등급으로 나누어 제작할 때의 잇점으로 배의 등급에 맞추어 나무를 베므로 인력을 줄일 수 있는 것, 배를 고칠 때 같은 등급의 다른 배를 활용할 수 있는 점, 화물의 양을 쉽게 算定할 수 있는 점, 공정하게 세금을 거둘 수 있는 점을 들면서, 규격에 맞지 않는 배는 파괴해 버리고 어긋나게 만드는 사람에게는 罪를 주자고 하였다.⁵⁹⁾

배의 규격화를 논의한 후에 정약용은 兵船을 활용하는 방안을 제시하였다. 그는 평상시에 병선을 운용하지 않아 많은 손해가 생긴다고 지적하면서 병선도 私船과 같이 9등급으로 분류하여 稅裁을 漕運할 수 있게 하였다. 그리하면 官船의 사용료를 사선보다 싸게 하여도 그 수입으로 배를 보수하거나 제작하는 데 이용할 수 있다는 것이다. 그러나 병선에는 판자지붕이 있고 사선에는 없기 때문에 이를 위하여 정약용은 판자지붕만 미리 만들어서 船艙에 보관해 두자고 하였다. 또한 전쟁에 필요한 특수한 배의 경우에도 배를 미리 만들어 두어 약하게 하는 것보다 각 부분품을 만들고 그것에 번호를 매겨 필요한 도구와 함께 선창에 보관해 두는 방법을 제안하였다.⁶⁰⁾

주조기술에 관련하여 정약용은 지금 營門에서 돈을 만드는 일은 그 제도가 萬에 하나도 같지 않아서 私事로 주조한 것과 분별할 수 없으며, 더구나 불순물을 섞어서 돈이 쉽게 부러진다고 비판하였고, 이용감에서 중국의 鑄錢法을 도입하여 典圜署에서 화폐를 생산할 것을 제안하면서 화폐를 얇게 많이 주조하기 보다는 10배로 두껍게 만들어 공비를 줄이고 계산을 쉽게 하며 오래 쓸 수 있게 하였다. 그리고 그는 외국의 9부환법을 소개하여 금전·은전·동전 세 종류에 각각 大中小의 3등급을 매겨 총 9종류의 화폐를 만들자고 제안하였는데, 금전과 은전을 사용함으로써 화폐를 다양하게 하여 유통의 편리를 도모하고 금·은의 국외 유출을 방지하려고 하였다. 특히 그는 “우리나라는 해마다 금·은 수천만 냥을 중국에 들여 보내 비단으로 바꿔오고 있다”고 개탄하면서 방직기술을 도입하여 비단을 직접 생산해야지 금·은을 유출해서는 안 된다고 하였다.⁶¹⁾

57) “冬官工曹”, 『國譯 經世遺表 I』, pp. 174-176.

58) “冬官工曹”, 『國譯 經世遺表 I』, p. 179.

59) “冬官工曹”, 『國譯 經世遺表 I』, pp. 179-180. 이 중에서 두번째 이점은 부품의 互換性에 해당하는 것으로 보인다.

60) “冬官工曹”, 『國譯 經世遺表 I』, pp. 180-182. 이러한 방법은 배뿐만 아니라 활화살 등 모든 군사무기에 해당되는 것이었다. 「軍器論」, 『茶山論叢』, p. 42.

61) “冬官工曹”, 『國譯 經世遺表 I』, pp. 168-169.

정약용의 제안에는 전환서에서 화폐뿐만 아니라 구리로 제작되는 兵器와 樂器를 생산하는 것도 포함되어 있다. 물품의 종류는 달라도 재료나 제작과정이 비슷하기 때문에 같이 만들 수 있다는 것이다. 이를 통해 정약용은 私事로 구리 제품을 제작하는 것을 체계적으로 금지하고 동일한 재료와 도구를 사용함으로써 생산의 효율을 높이하고자 하였다. 더구나 화폐·병기·악기를 한 곳에서 만들면 자연스럽게 온갖 工匠을 모이게 할 수 있으므로 기술이 더욱 精妙해지는 것이다.⁶²⁾

그 밖에도 정약용은 방직·제지 기술 등을 이용감에서 도입하여 해당 전문관청으로 전달하고 그 관청에서 제품을 제작할 것을 제안하였다. 그는 織染局이 본래 직염을 주관하였으나 염색은 工人 한 사람으로足하다고 하면서 직염국에서 우선적으로 할 일은 염색보다는 방직 기술의 향상에 역점을 두어야 한다고 주장하였다.⁶³⁾ 그리고 그는 우리나라 종이는 天下第一이라 하고 있으나 실상은 쉽게 찢어지지 않을 뿐이고 글씨를 쓰거나 그림을 그리는 데 좋지 않다고 지적하고 중국의 제지기술을 배워 造紙署에서 종이를 만들도록 하였다.⁶⁴⁾

이상과 같이 각종 기술을 도입하고 개발하기 위해서는 많은 기술자가 필요한데, 정약용은 기술자 육성책으로 우수한 기술자에게 관직을 주는 방안을 제시하였다.

제조와 공조관서가 만든 것을 고찰하여 으뜸으로 된 자는 監督官이나 察訪을 除授하고 혹은 縣令이나 郡守로 제수한다. 그리고 큰 공이 있는 자는 陞格해서 南北漢副使로 삼으며 혹은 그 자손을 錄用한다. 이와 같이 하면 10년을 넘지 않아서 반드시 성과가 있을 것이며, 나라가 부유해지고 군사도 강해져서 다시는 天下의 비웃음을 사지 않을 것이다.⁶⁵⁾

더 나아가 정약용은 기술자를 집단화하는 구상을 가지고 있었다. 그는 선박 제조 기술자 집단의 형성을 권장하면서 강 상류와 水軍節度營에 船廠을 세우고 船匠이 모여 살게 하여 배 만드는 일에 전념하게 할 것을 제안하였으며,⁶⁶⁾ 무기 제조 기술자의 경우에는,

무릇 백성들 중에 工匠으로서 온갖 기예가 있는 자는 戶稅를 면제하고 夫役도 줄여서 邑에 모여 살도록 하며 마을에 흩어져 살지 못하도록 한다. 달마다 양식을 대어주면서 그 이름을 軍籍에다 편입시키고 守令이 가끔 그들의 기능이 교묘한가 졸렬한가를 고찰하여, 給與하는 糧穀을 增減하고 기술이 탁월한 자가 있으면 발탁하여 將官으로 삼는다.⁶⁷⁾

고 하였다. 장인들을 한 곳에 모아 생활의 편의를 제공하면서 기술이 축적되는 효과를 노렸던 것이다.

5. 정약용의 기술사상의 성격

이상에서 살펴본 것처럼 정약용은 기술에 관한 전반적인 견해를 밝혔으며, 각종 공사에 참여하

62) “冬官工曹”, 『國譯 經世遺表 I』, p. 170.

63) “冬官工曹”, 『國譯 經世遺表 I』, pp. 184-185.

64) “冬官工曹”, 『國譯 經世遺表 I』, p. 185.

65) “冬官工曹”, 『國譯 經世遺表 I』, p. 165.

66) “總論”, 『國譯 經世遺表 III』, pp. 380-381.

67) “軍器論”, 『茶山論叢』, p. 42.

여 기술관리로서의 자질을 유감없이 발휘하였고, 기술을 도입하고 개발하기 위한 각종 방안을 제시하였다.

정약용은 기술이 사용되지 않음으로써 생기는 불편함을 자주 거론하면서 기술개발에 관심을 表明하였는데, 그 裏面에는 백성의 苦衷을 덜어주고 국가의 살림살이를 富強하게 하려는 의도가 깔려 있었다. 앞에서 살펴본 것처럼 화성을 축조할 때 채석을 규격화한 것, 유형거를 제작하여 사용한 것, 도량형의 통일 방안을 내세운 것, 각종 농기와 직기의 보급을 주장한 것, 이용감을 통해 각종 수공업기술을 도입하려고 한 것 모두가 그러했다. 따라서 정약용이 기술에 주목한 것은 利用厚生과 富國強兵의 태도에서 비롯되었다고 할 수 있다.

이러한 의도를 가지고 정약용은 여러가지 기술을 개발하려고 하였는데, 그 주된 방법은 중국으로부터 기술을 도입하는 것이었다. 이용후생과 부국강병의 태도를 가지고 중국의 선진 기술을 도입하고자 하는 경향은 다른 실학자들, 특히 북학파들에게서도 충분히 엿볼 수 있지만, 정약용의 방안에는 그들의 견해보다 더욱 발전된 면이 있다. 우선 정약용은 기술도입을 위해 私的 통로를 활용하는 것을 넘어서 국가적 차원에서 제도화하는 방안을 제시하였다. 그는 이용감이라는 관청을 통해 기술을 체계적으로 도입하고 관리할 것을 제안하였고 학관·장인·별제·제조 및 참정이 각각 기술의 도입·제작·관리·평가를 담당하게 하였다. 또한 정약용의 기술진흥방안은 기술의 도입뿐만 아니라 기술을 제작하고 보급하는 것을 포함하고 있다. 이용감을 통하여 도입되고 시험적으로 제작된 기술은 각 전문관청으로 이전되며, 전문관청에서는 해당 제품을 만들어서 백성들에게 보급한다는 것이다. 특히 그가 각 기술의 특성과 당시의 기술적 수준을 감안하여 기술의 종류에 따라 개발전략과 보급방법을 달리하였다는 점은 특기할 만하다.

북학파와 정약용의 차이는 외국 기술을 수용하는 태도에서 가장 뚜렷하게 드러난다. 즉 박제가는 중국의 기술을 무조건적으로 도입하고 수용할 것을 주장했던 반면,⁶⁸⁾ 정약용은 중국의 기술을 도입하더라도 우리의 여건에 맞게 소화하고 변경하려고 노력했다. 정약용은 유형거를 제작할 때에도 우리의 지형에 맞는 크기와 모양을 고려했고, 기중기를 제작할 때에도 용도에 맞게 개선하였으며, 이용감을 통해 각종 기술을 도입할 때에도 우수한 장인들을 모아 시범적으로 제작하게 함으로써 기술의 활용 가능성을 검토하였다. 따라서 당장은 외국 기술의 도입에 의존할 수밖에 없지만 이를 점점 소화하고 개량함으로써 우리의 여건에 맞는 기술을 개발하자는 것이 정약용의 의도였던 것으로 보인다.

정약용의 기술진흥방안 중에서 빼놓을 수 없는 것은 기술자를 육성하는 방안이다. 이 점도 다른 실학자들이 여러 번 지적한 것이었지만 정약용에게 있어서는 더욱 구체화되고 획기적인 조치가 엿보인다. 즉 그는 기술자의 성적을 고과하여 우수한 자를 관리로 등용한다는 방안이나 장인들을 한 곳에 모아 생활의 편리를 제공하여 기술축적 능력을 향상시키는 방안을 제시했던 것이다. 이와 관련하여 成大慶은 정약용이 기술에 대한 소양을 갖춘 사람을 이상적인 관료로 생각했고 그 공급처가 농촌의 6과를 통해 육성되는 농업기술자와 이용감을 통해 육성되는 수공업 기술자라고 주장하였다.⁶⁹⁾ 그러나 정약용이 우대하고자 했던 기술자가 직접 생산자인 장인을 뜻하는 것인지, 아니면 하급 기술관료를 지칭하는 것인지는 분명하지 않다. 만약 前者를 뜻한다면

68) 심지어 박제가는 중국의 기술에 深醉한 나머지 우리말을 버리고 중국말을 배워야 한다는 극단적인 발언도 서슴치 않았다. “漢語”, 『北學議』, pp. 134-137.

69) 成大慶, “茶山の 技術官吏 育成論”, 특히 pp. 126, 129.

그의 제안은 신분을 초월하는 사회개혁안에 해당되며, 後者의 경우라면 양반층 내에서 기술관료의 대우를 높이지는 것을 뜻하게 된다.⁷⁰⁾ 정약용의 기술사상 중에서 또 한 가지 주목할 만한 점은 그의 기술에 관한 일반론이다. 다른 실학자들도 기술에 관해서 많은 논의를 펼쳤지만, 기술에 관한 일반론이 “技藝論”과 같은 글로 표현된 것은 정약용이 처음인 것으로 보인다. 앞서 지적했듯이 “技藝論”에는 기술과 관련된 여러가지 근대적인 견해가 나타나 있다. 예를 들어 그는 인간의 특성을 윤리가 아닌 기예에서 찾았으며, 기술을 聖人의 재주로 보지 않고 대중들의 집단적 활동으로 평가하였다. 특히 “技藝論”에서 시대가 지날수록 기술이 발전한다는 進歩觀이 보이는 점은 주목할 만하다.

그러나 정약용의 진보관을 서양의 진보관, 특히 맑스주의자들의 혁명관과 유사한 것으로 평가해서는 곤란하다. 그는 기술의 누차적인 발전이 백성의 생활을 편리하게 하고 국가의 경제를 부유하게 한다고 생각했을 뿐, 결코 기술과 생산력의 발전이 생산관계의 재편을 요구하고 생산력의 발전을 담당하는 계급이 혁명의 주체세력이 된다고 생각하지는 않았다. 그는 현재의 국가체제, 즉 국왕집권체제 내에서 사회의 개혁을 지향했지 결코 왕정의 폐지를 주장하지는 않았던 것이다. 따라서 “정다산은 자기 자신이 새로운 자연과학과 기술의 탐구에 열정을 기울여 생산력 발전에 이바지하는 산 모범을 보여 주었으며, 동시에 생산력의 직접적 담당자인 근로인민의 해방을 절규하면서 낡은 생산관계를 유지하는 데 리해관계를 가진 반동적 통치 계급에 대하여 무자비한 痛棒을 가하였다”라는 어느 북한 학자의 평가는 무리한 것으로 보인다.⁷¹⁾

그의 각종 개혁안이 기존 사회의 틀을 벗어나지 못했듯이 그가 학문을 바라보는 관점도 기존의 틀을 벗어나지 못했다. 그는 학문을 修身과 治人으로 兩分하여 身心性命에 관한 窮理를 修身之學으로, 治民·變俗·理財·兵農 등을 經世之學으로 보면서 양자를 모두 兼備할 것을 강조하면서도, “반드시 먼저 經學으로서 학문의 基抵를 닦고 나서 前史를 深獵하여 그 得失理亂의 源을 알아야 하며 또 마땅히 實用之學에 留心하여 古人의 經濟文字를 보아야 한다”고 하여 어디까지나 학문의 기초는 경학에 있으며 이용지학을 탐구할 때에도 옛사람들의 견해를 바탕으로 해야 한다고 주장하였다.⁷²⁾ 실제로 정약용이 가장 많은 노력을 기울인 것은 유학의 근본이 되는 古典의 섭취에 있었고, 자신이 수많은 기술의 도입과 개발을 역설하면서도 항상 고전에 나와 있는 사례를 빌어서 논의를 전개했던 것이다. 따라서 그의 학문체계에 있어서 기술이 차지하는 위치는 부차적인 것에 지나지 않았다고 할 수 있다.

70) 이러한 점은 최규남이 지적한 것인데, 그는 주로 後者의 가능성에 주목하고 있다. “다산 정약용의 기술진흥안”, 104-105.

71) 김광진, “다산 정약용의 사회경제사상”, 과학원철학연구소 편, 『정다산 연구』 (한마당, 1989), p. 105.

72) 韓洵, “茶山思想의 展開”, 『丁茶山研究의 現況』, pp. 18-20.