

홍대용과 공학교육

노태천

충남대학교 공과대학 기술교육과

(2002. 2. 25. 접수)

Hong Dae-Yong and Engineering Education

Rho, Tae-Cheon

*Technology Education, College of Engineering,
Chungnam National University*

(Received February 25, 2002)

국문요약

홍대용은 서양의 과학기술이 수학적 원리와 정밀한 관측에 근거하고 있음을 확인하고, [주해수용(籌解需用)]이라는 수학책을 저술함으로써 수학자로 일컬을 만 하다. 그리고, 홍대용은 동양의 자연관과 우주관을 비판적으로 수용·검토하고, 서양의 과학사상에 근거하여 무한우주설을 포함한 여러 가지 진취적 과학사상을 제시함으로써, 조선후기의 자연과학자로 인정할 수 있는 업적을 남겼다. 또한, 실천을 중요시한 홍대용은 서양식 혼천의와 자명종을 이해·수용하고 기술자의 도움을 받아 제작하여, 자신의 개인관측소(籠水閣)에 설치할 정도로 기술자로서의 면모도 갖추었다. 홍대용의 과학자 및 기술자로서의 측면을 통하여, '수학적 사고, 창의적 구상, 실천적 활동' 등을 21세기 한국의 우수한 기술자를 양성하기 위한 교육방향으로 설정하여도 좋을 것으로 판단된다.

Abstract

The 18th century Joseon(朝鮮) science philosopher Hong Dae-Yong(洪大容, 1731-83) tried to create his own scientific system, while partially keeping the Eastern view of nature and accepting Western science and technology. Most of all, he confirmed that Western science and technology was based on mathematical principles and accurate observation and wrote a math book, [Juhaesuyong(籌解需用)]. Therefore, we have good reason to call him a mathematician.

He produced so many achievements that he can be considered a natural scientist in the late Joseon era; he accepted the Eastern view of nature critically and sometimes

refused it. He also suggested new and various scientific thoughts, including an infinite universe theory, on the basis of Western scientific thought. Hong Dae-Yong emphasized the importance of practice. He understood the principle of the Western Honcheonui(渾天儀) and manufactured an alarm clock with a craftsman's help. He was an excellent engineer and he set a personal observatory.

Considering the level of scientific technology at that time, it is reasonable to regard Hong Dae-Yong as a 'scientific technologist in the 18th century Joseonera', well equipped as a mathematician, a natural scientist, and an engineer.

In conclusion, it is with 'mathematical thinking, creative conception, and practical activities' that Hong Dae-Yong maintained throughout his life that we can set a guide to produce excellent Korean scientific technologists and engineers in the 21st century.

1. 머리말

18세기 조선의 과학사상가로 알려진¹⁾ 담헌 홍대용(湛軒 洪大容:1731-1783)의 학문적 업적은 다양한 측면에서 평가되고 있다. 예를 들면, [을병연행록]을 남기고 [해동시선(海東詩選)]을 편찬한 문학가로, 거문고와 서양의 철현금(鐵絃琴)을 연주한 예술가로, 수학책인 [주해수용(籌解需用)]을 저술한 수학자로, 지구설(地球說)·지전설(地轉說)·인력설(引力說)·무한우주설(無限宇宙說)

등과 같은 과학사상을 제시한 자연과학자로, 혼천의와 자명종과 같은 관측기구를 제작한 기술자로 이해된다. 홍대용에 대한 이러한 평가와 아울러 그의 철학사상·실학사상·과학사상·문학·예술 등에 대한 연구도 광범하게 진행되고 있다.²⁾

이 글에서 필자는 홍대용을 18세기 조선후기를 대표하는 '과학기술자'로 평가하고,³⁾ 홍대용의 일생과 남긴 저서를 분석하여, 오늘날의 공학자 또는 기술자들이 배우고 본 받아야 할 사항이 무엇인지를 제시하려고 노력하였다.⁴⁾ 다시 말하면, 홍대용

- 1) 홍대용에 대한 학문적 평가(과학사상가)는 [한국민족문화대백과사전](25권)에 실린 박성래의 글을 참고하였다.
- 2) 홍대용에 대한 연구는 크게 나누어, 그의 철학·실학사상, 과학사상, 정치·사회사상, 문학 및 예술 등에 관한 연구로 정리할 수 있다. ① 철학·실학사상에 대한 연구는 주로 홍대용의 철학 및 실학사상의 형성배경이나 특징 등을 다루고 있다. 대표적인 박사학위논문으로는 강춘화(2000)와 김문용(1995) 등이 있다. 강춘화(2000)는 인식과 실천의 관계에서 주희의 설을 따르고, 왕수인을 비판하면서, 독자적이고 완벽한 인식론의 체계를 형성하지는 못하였으나 탈성리학적이고 실학적인 인식론의 단초를 보여주었음을 밝혔다. 또한, 김문용(1995)은 홍대용의 실학사상을 방법론·자연관·인간관·사회관으로 구분하여 논술한 후에, 內外無分論에 입각하여 인간·중국·우주 중심주의를 부정하고, 氣一元論에 입각하여 여러 사회개혁을 입안하였음을 밝혔다. ② 홍대용의 과학사상에 대해서는 주로 자연관·우주론 등에 대한 특징과 역사적 의의를 다루고 있다. 대표적으로는 전상운(1975)과 박성래(1981) 등의 글이 있다. 이들은 홍대용의 지전설·우주무한설 등에 대한 과학사적 의의를 밝히고 있다. 전상운(1975)은 홍대용이 서양의 우주론에서 시사받기는 하였으나, 자기 나름의 사고적 체계를 세우고 결론에 도달하였음을 밝혔으며, 박성래(1981)는 서양선교사들이 틀렸다고 소개한 지전설이 올바른 이론이라고 판단했음에 의의를 두었다. 이밖에도, 홍대용의 정치·사회사상·천문사상·수학·문학·예술 등에 대한 연구가 있으나, 이곳에서는 언급을 생략하기로 한다.
- 3) 이 글에서 '과학기술자'라는 용어는, '과학자와 기술자(scientist and engineer)' 또는 '과학적 기술자(scientific engineer)' 등 두 가지 의미를 동시에 가지고 있다고 본다.
- 4) 이 글은 "담헌 홍대용과 과학기술"이라는 주제로 개최된 '한국기술교육대학교 개교10주년 기념학술세미나'(2001.10.25)에서

이 만약 오늘에 다시 태어나 우리나라의 공과대학에서 학생을 가르친다면, '우수한 엔지니어의 양성을 위하여 어떠한 내용을 어떻게 가르칠 것인가'라는 관점에서 이 글을 작성하였다. 필자 나름대로의 논리적 비약과 억측을 배제할 수는 없지만, 홍대용의 실학정신과 과학기술자로서의 활동을 오늘에 되살리는 측면에서 본고를 작성하였다. 동학제현의 질정을 바란다.

2. 수학적 사고

홍대용은 율력(律曆)·전곡(錢穀)·갑병(甲兵) 등을 포함하여 산수(算數)와 같은 쓸모있는 학문을 중요시하여,⁵⁾ 서양 수학책의 내용을 발췌하고 재편집한 [주해수용(籌解需用)]을 저술하였다.(한영호 2001:88)

2.1 수학의 중요성

홍대용은 천지(天地)의 모습을 알기 위해서는 수학으로 계산하고 관측기구로 측정해야 하며,⁶⁾ 계산과 관측의 성패는 관측기구의 정교함에 달려 있다고 하였다.⁷⁾

이렇게 홍대용이 계산과 관측의 중요성을 강조한 이유는, '서양의 학문이 수학으로 근본을 삼고 의기(儀器)로써 온갖 형상을 관측함으로써, 천하

의 멀고 가까움과 높고 깊음, 크고 작음, 가볍고 무거움을 모두 눈앞에 집중시켜 마치 손바닥 보는 것처럼 할 수 있다'고 생각하였기 때문이다.⁸⁾

수학과 천문학을 강조한 홍대용은 35세(1765년) 때 북경에 들어가기 이전부터 이미 청년시기에 [수리정온(數理精蘊)]⁹⁾ 등과 같은 여러 종류의 서양 수학책을 구하여 읽었을 것으로 추측된다.(한영호 2001:69-70) 그리고, 홍대용은 잡자리에서도 사물의 이치를 따지는 공부에 열중하고, 어려운 상수(象數) 문제를 풀기 위해서 밤샘을 하였다고 한다.¹⁰⁾

이렇듯, 18세기 조선의 실학자 중에서 누구보다도 수학을 강조하고, 수학적 원리에 의해서 천문 관측기구를 만들어서 관측해야 함을 강조한 홍대용으로부터 우리는 공학교육에서 수학적 사고가 중요함을 배워야 할 것이다.

2.2 수학책의 저술

18세기 조선의 실학자들은 실사구시(實事求是)와 실용의 근본이 되는 수학에 관심을 가졌는데, 수학 중에서도 서양 역법(曆法)의 기본이 되는 기하학에 관심을 가지게 되었다.(한영호 2001:66) 서양의 기하학을 본격적으로 조선에 소개한 홍대용의 [주해수용]은 기하학을 실생활에 어떻게 활용할 것인가에 서술의 초점을 두었다.

홍대용이 동양의 산학과 서양 기하학을 종합하

발표된 원고를 일부 수정한 것이다. 당시, 학술세미나에서는 다음과 같은 4편의 논문이 발표되었다. ① 담헌 홍대용의 생애와 사상(김태준), ② 담헌의 올병연행록(이현희), ③ 담헌 홍대용과 과학기술사(박성래), ④ 담헌 홍대용과 과학기술교육(노태천). 필자는 홍대용의 사상과 저서에 기초하여 홍대용과 과학기술교육을 관련시키는 글을 발표하였다.

- 5) '正心誠意固學與行之體也, 開物成務非學與行之用乎. 揖讓升降固開物成務之急務. 律曆算數錢穀甲兵其非開物成務之大端乎. 今高明以律曆算數錢穀甲兵, 爲小道則似矣. 獨無奈其自任' (與人書 二首)[국역 담헌서(I)](내집3권, 書).
- 6) '欲識天地之體狀, 不可意究不可以理索. 唯製器以窺之籌數以推之' (測量說)[국역 담헌서III](외집6권, 籌解需用外編下).
- 7) '工欲善其事, 必先利其器. 推步之得失, 專係於儀器之利' (製器)[국역 담헌서III](외집6권, 籌解需用外編下).
- 8) '今泰西之法本之以算數參之, 以儀器度萬形窺萬象. 凡天下之遠近高深巨細輕重, 舉集目前如指諸掌. 則謂漢唐所未有者非妄也' (劉鮑問答)[국역 담헌서IV](외집7권, 燕記).
- 9) [수리정온(數理精蘊)]: 1723년 매곡성(梅穀成:1681-1763)과 하국종(何國宗:?-1766)이 편찬한 상(5권)?하(40권)편과 기타(표8권)를 포함하여 도합 53권으로 구성된 중국의 수학서. 천문학의 [역상고성(曆象考成)], 음악서인 [율려정의(律呂正義)]와 함께 강희제(康熙帝:재위1662-1722)가 명하여 완성된 3부작 [(御製)율력원원(律曆淵源)](전100권)의 일부를 이루고 있다.
- 10) '每於枕上加窮格之工, 至象數尙?難解處, 往往徹曉失眠' (從兄湛軒先生遺事)[국역 담헌서(IV)](외집10권, 附錄).

여 저술한 [주해수용]은 일반 산술과 대수학, 삼각법 그리고 측량기술 등을 구체적인 사례와 수치를 예제로 삼아서 풀이한 책이다. (홍이섭 1944:406-7, 김문용 2000:67)

그런데, 홍대용의 [주해수용]은 단순히 중국 수학책의 내용을 소개하는 데 그치지 않고, 삼각법과 기하학에 기초한 측량술과 의기(儀器)를 제작하는 방법 등을 중점적으로 다루고 있다. 이렇듯, 홍대용은 이미 평면기하학에 대해서 전문가의 경지에 도달해 있었기 때문에 그를 수학자라 부를 수 있다. (한영호 2001:89)

수학을 중요시하고 수학책을 저술한 홍대용은 서양의 기하학을 다양한 천문기구의 제작과 자신의 과학사상을 피력하는데 응용하였다. 홍대용이 동양의 수학과 서양 기하학에 보인 남다른 관심과 노력은 18세기 조선에서는 매우 드문 일이었음에 틀림없다. 아울러, 수학적 사고를 활용할 대상은 자연이었기 때문에, 홍대용은 자연스럽게 동양의 자연관과 우주론 그리고 서양의 과학사상에 관심을 갖게 되었을 것이다. 수학을 강조하고 수학책을 저술한 홍대용으로부터 공학교육에서 수학적 사고가 중요함을 시사 받을 수 있다.

3. 창의적 구상

오늘날과 같은 지식기반사회에서는 창의력과 문제해결력이 무엇보다도 중요하다. 창의력과 문제해결력을 길러주는 공학교육에 있어서는 우선 창의적 사고와 창의적 아이디어를 포함한 창의적 구상(構想)에 관심을 가져야 할 것이다.¹¹⁾

3.1 창의적 사고

홍대용은 사서삼경(四書三經)에서 의심나는 바를 묻고, 의문이 있는 곳을 철저하게 따지는 진지한 태도를 견지하였으며¹²⁾ '맛이 없는 곳에서 맛이 생기듯이, 의문이 없는 곳에서 의문을 찾아야 한다'고 말하였다.¹³⁾

홍대용은 석실(石室)서원에서 공부를 시작한 12세(1742년) 이후 9년만인 21세(1751년) 때에 윤증(尹拯)의 문집을 읽고, 윤증과 송시열(宋時烈)과의 노소분당(老少分黨)에 관한 논쟁에 대하여 의문을 품었다. 이 문제에 대해서 홍대용은 송시열을 비판함으로써 스승인 김원행(金元行)으로부터 꾸지람을 들었다. 이와 관련하여 홍대용은 어른 앞에서라도 반드시 질문에 따라 자신의 소견을 분명히 밝히도록 권하였다.¹⁴⁾

노론의 집안에서 태어나 노론계통의 문하에서 공부한 홍대용이 노론의 대부(代父)나 다름없던 송시열을 비판했다는 사실은, 그가 공부하는 과정에서 창의적 사고 특히, 비판적 사고에 충실하였음을 보여주고 있다.

홍대용은 학문의 성장과정에서 기존의 모든 절대화된 우상을 단계적으로 파괴하였으며, (유봉학 1982:214) 중국의 세 선비(嚴誠?潘庭筠?陸飛)와 만남의 자리에서는 양명학을 긍정적으로 이해하는 태도를 보이기도 하였다. 동시에, 홍대용은 책만 달달 외우고 실행은 하지 않는 세속의 주자학자들을 비판하였다.

주자학이나 양명학 등에 대한 비판적 사고와 태도는 동양 전래의 비과학적 견해에 대한 비판으로 이어졌다. 홍대용은 음양오행설, 풍수지리설은 물론 재이설(災異說) 등을 미신이라고 비판하였

11) 여기서 창의성이란 곤란한 문제를 인식하고, 그것을 해결하기 위하여 아이디어를 내고, 가설을 세우고, 검증하며, 그 결과를 전달하는 과정으로 정의할 수 있다. 또한, 창의적 구상은 창의적 사고와 창의적 아이디어로 나누어 볼 수 있다. 여기서 창의적 사고는 어떤 주장의 근거나 전제 또는 이유를 살피고 따져서 이성적인 태도에서 그의 주장에 동의할 것인가 혹은 그렇지 않은가를 판단하는 비판적 사고와 관련이 있다.

12) [국역 담헌서I](내집1권)에는 '心性問', '小學問疑', '家禮問疑'를 비롯하여, '四書問辨', '三經問辨' 등이 포함되어 있다.

13) '疑生於無疑, 味生於無味, 然後可謂能讀書矣' <與梅軒書> [국역 담헌서II](외집1권, 杭傳尺牘).

14) '雖尊長之前, 必索言明辨, 務盡己見切, 勿含糊苟, 同以爲欺罔' <自警說> [국역 담헌서I](내집3권, 說).

다. (박성래 1981:169) 그리고 홍대용은 종래의 유교적, 중세적 천문학이론이었던 천원지방설(天圓地方說), 천동지정설(天動地靜說), 지구중심설(地球中心說), 천지개폐설(天地開閉說), 분야설(分野說) 등의 비과학적 견해를 비판하였다. (정성철 1974:267)

주자학을 포함한 동양의 자연관을 비판함으로써 홍대용은 동양과 서양의 과학사상을 이해하고 수용할 수 있는 창의적 사고를 하였다고 평가된다. 창의적 사고를 통하여 홍대용은 당시의 어떤 실학자보다도 자연과 우주에 대한 창의적 아이디어를 구상할 수 있었을 것이다.

3.2 창의적 아이디어

주자학을 비판적으로 수용하고 서양의 과학사상을 이해한 홍대용은 지구설·지전설·인력설·무한우주설을 주장하게 된다. 18세기 당시 조선에서는 서양 천문학에 대한 믿음이 없었으면, 지구설(地球說)을 받아들이거나 주장하기가 힘들었을 것이다. 홍대용이 주장한 지구설은 세계의 중심이 어느 한 곳에만 정해진 것이 아님을 깨닫게 하는 우주관으로, 이를 통하여 중국 중심의 세계관을 부정하였다.

또한, 홍대용은 헤라클레이토스(Herakleitos)의 지전설(地轉說)을 부정적으로 소개한 [오위력지(五緯曆指)] 등의 한문서학서(漢文西學書)를 보고, 지전설을 긍정적으로 바꾸어 생각할 정도만큼의 독창성을 가지고 있었다. (박성래 1981:172) 다시 말하면, 홍대용은 '틀리다고 소개된 학설'을 맞다고 생각해낸 독창적 과학자였다.' (Park Seong-Rae 1979:39)

그리고, 홍대용은 태양과 달에 고등생물이 살고 있다고 생각하였으며, 무한한 우주 속에 무수한 지적 존재의 세계가 있을 것이라는 무한우주론(無

限宇宙論)과 다원세계설(多元世界說)을 주장하였다. 이러한 홍대용의 주장은 서양의 과학자인 티코 브라헤(Tycho Brahe:1546-1601)의 설과 비슷하다. 그러나, 티코는 지구를 유한한 우주의 중심으로 보려하였으나, 홍대용은 우주를 무한하다고 생각하여 우주의 중심 자체를 논리적으로 불가능하게 만들었다. (박성래 1981:175)

동양의 사상과 자연관에 대한 비판적 사고로부터 출발하여, 서양의 과학사상을 긍정적으로 수용하고, 자신의 과학사상을 독창적으로 발휘한 홍대용을 18세기 조선후기의 과학자로 볼 수 있을 것이다. 아울러, 자연관과 우주론에서 보인 홍대용의 창의적 아이디어들은 오늘날 공학교육에서 중요시되고 있는 창의적 사고와 창의적 아이디어의 창출과 관련된 훌륭한 예로 볼 수 있다.

4. 실천적 활동

수학과 천문관측기구에 남다른 관심을 가졌던 홍대용은 29세(1759년) 때부터 기술자인 나경적(羅景績)과 안처인(安處仁)의 도움을 얻어 관측기구를 제작하기 시작하여 32세(1762년) 때에 비로소, 혼천의(2대)와 자명종을 완성하여 고향(天原郡修身面長山里)에 설치하는 등 기술자로서의 역할을 수행하였다.

4.1 실천의 중요성

홍대용은 배움(學)이란 앎(知)과 행(行)을 겸해야 하기 때문에, 생각만 하고 행하지 않으면 이루는 바가 없다고 하였으며,¹⁵⁾ 실행과 실천을 강조하면서, 실심(實心)과 실사(實事)로써 실지(實地)를 밟아야 함을 강조하였다.¹⁶⁾ 또한, 홍대용은 글을 읽은 후에는 반드시 읽은 바대로 실천해야 함을 강조하였으며,¹⁷⁾ 북경에서 만난 친구(嚴誠)에

15) '學固有兼知行, 一(中略)一思而不習, 其事則無所成而已' (憲問) [국역 답헌서 I] (내집 1권, 論語問疑).

16) '惟其實心實事, 日踏實地, 先有此真實本領, 然後凡主敬致知修己治人之術, 方有所措置, 而不歸虛影' (答朱朗齋文藻書) [국역 답헌서 II] (외집 1권, 杭傳尺牘).

17) '嘗曰讀書若不於吾身?驗, 則未免書自書我自我, 終無實效. 每讀一章, 輒自內省吾於此句分上, 行得幾分乎已. 行得一分即又求進得二分, 勉勉不已, 然後真積力久, 自致成熟' (從兄湛軒先生遺事) [국역 답헌서 IV] (외집 10권, 附錄).

게 책을 읽은 후에 실행하는 큰 일이 있음을 말하였다.¹⁸⁾ 석실서원의 동문(同門) 친구(周道以)에게 주는 글에서도 홍대용은 ‘행(行)하라’는 글자를 줄 정도로 실천과 행동을 강조하였다.¹⁹⁾

홍대용은 어떠한 분야를 배우고 행할 것을 주장했을까. 홍대용의 집안사람(諸父兄弟)들은 대부분 박사업(博士業)이나 문장업(文詞)으로 유명하였으나, 오직 홍대용은 육예(六藝:禮樂射御書數)에 뜻을 두어 상수(象數)와 명물(名物) 그리고 음악을 깊이 연구하였다.²⁰⁾ 북경에서 만난 친구(潘庭筠)도 홍대용이 시문(詩文)에서부터 기술(技術)에까지 능숙하지 아니한 바가 없다고 평하였다.²¹⁾ 홍대용 자신도, 어려서 배우고 커서 행해야 할 대상으로 ‘율력(律曆)·산수(算數)·전곡(錢穀)·갑병(甲兵)’ 등을 열거하였다.²²⁾ 여기서 육예 중 사예(四藝:射御書數)는 구체적으로 율력·산수·전곡·갑병 등을 말하며, 이들은 오늘날의 과학(science) 및 기술(technology)과 관련이 깊다고 보아도 좋을 것이다. 또한, 홍대용은 군자도 한가지 이상의 기술(一才一藝)을 가져야 하며,²³⁾ 작거나 하찮은 기술(技藝)이라도 소홀히 해서는 안됨을 경계하였다.²⁴⁾

4.2 천문의기의 제작과 실천적 행동

실천을 중요시한 홍대용은 혼천의를 제작할 수

있었던 나경적(羅景績)과 함께 혼천의(2대)와 자명종 등 천문관측기구를 제작하여, 고향에 세운 개인 천문관측소(籠水閣)에 설치하였다. 홍대용 자신이 직접 제작하지는 않았다고 하더라도, 주도적으로 제작을 이끌고 제작과정에 참여하였음은 확실하다.

또한, 홍대용은 [주해수용]의 <농수각의기지(籠水閣儀器志)>라는 글에서 천문관측기구인 통천의(統天儀), 혼상의(渾象儀), 측관의(測管儀) 및 구고의(句股儀)를 제작하는 방법을 기록하고 있다. 여기서 측관의(測管儀)는 구면상(球面上)의 혼천의를 평면으로 옮긴 것으로, 서양의 천문관측 기술을 충실히 반영하고 있으며, 천체의 고도(高度), 절기(節氣)와 일출입(日出入) 시각 등을 구하는 관측기구이다. (한영호 외 1999:152)

이 밖에도 홍대용은 16세(1746년) 때부터 거문고를 배운 뛰어난 연주자였으며, 36세(1766년) 때는 북경의 남친주당을 방문하여 파이프오르간을 처음 보고도 연주해보이기도 하는 등 예술가적 능력을 가지고 있었다. 또한, 홍대용은 42세(1772년) 때 친구(박지원) 앞에서 서양의 철현금(鐵絃琴, 洋琴)으로 우리 가락을 연주하기도 하고,²⁵⁾ 서양의 파이프오르간을 나라에서 돈을 대어 만들라고 명하면 만들 수 있다²⁶⁾고 말하는 등, 실천적 행동가로서의 면모를 보이기도 하였다.

18) ‘適宜看書講學之外，體驗踐履之功，一(中略)一不知讀書盡後便去行之方大有事在’ <與鐵橋書> [국역 담헌서II] (외집1권, 杭傅尺牘)

19) ‘人能行其所知，何古人之不可及哉，讀精一便去精一，讀敬義便去敬義，吾與子行之一字’ <贈周道以序> [국역 담헌서I] (내집3권, 序).

20) ‘德保諸父兄弟，治博士業，亦有以文詞著名，德保獨有志於古六藝之學，象數名物音樂正變研窮覃思妙契神解，天文?次日月來往象形制器占時測候不爽毫釐’ <湛軒洪德保墓表> [국역 담헌서IV] (외집10권, 附錄).

21) ‘洪君博聞強記於書，無所不窺，律曆戰陣之法，濼洛關?之宗旨，無不究心，自詩文以及技術無所不能’ <湛軒記> [국역 담헌서(IV)] (외집10권, 附錄).

22) ‘且壯而行者，行其所以學也，幼而學者，學其所以行也，正心誠意固學與行之體也，開物成務 非學與行之用乎，揖讓升降固開物成務之急務，律曆算數錢穀甲兵其非開物成務之大端乎，今高明以律曆算數錢穀甲兵，爲小道則似矣，獨無奈其自任’ <與人書 二首> [국역 담헌서(I)] (내집3권, 書).

23) ‘古之君子雖不器，於一才一藝而曷嘗有無能底君子乎，此所以無補於世，而見笑於俗輩，是以六藝之教，固當并行於灑掃之節而不容或廢也’ <小學問疑> [국역 담헌서I] (내집1권).

24) ‘夫技藝之於人小數也，猶且始勤終怠，大言於前而自棄於後人必笑，其惡以爲是不足與有爲也，小數尚然而?於天下之大道乎’ <與人書> [국역 담헌서I] (내집3권, 書).

4.3 교육제도에 대한 개혁안

홍대용은 공학 교육과 관련하여 구체적인 방안을 제안하였다고 평가할 수는 없지만, 교육제도와 관련하여 [임하경륜(林下經綸)]²⁷⁾에서 당시의 교육제도를 개혁하려는 여러 가지 안을 제시하였다.

홍대용은 조선 전국 각지에 8세 이상의 모든 학동이 입학할 수 있는 초등학교(齋)를 세울 것을 주장하였다. 이곳에서 양반과 상민의 자제를 구분하지 않고, 효제충신(孝弟忠信)과 4가지 예(四藝: 射御書數)를 가르치도록 하였다. 후자의 4가지 예(藝)는 오늘날의 과학기술과 관련이 깊은 과목이다.

또한, 초등학교에서 재주가 많고 행실이 뛰어난 학동은 중등학교와 대학을 거쳐서 관직에 추천하도록 하였다. 당시 관리를 선발하는 방식인 과거제도를 따르지 않고 학식과 재능에 따라 양반과 상민을 가리지 않고 추천으로 관리를 임명하도록 하였다.

이상적인 교육제도와 관련하여 홍대용은 다음과 같은 몇 가지 개혁적인 방안들을 주장하였다.

첫째, 사농공상(士農工商) 어떠한 신분을 막론하고 모든 백성은 직업을 갖고, 노동을 해야 하며, 양반이라도 일을 하지 않으면 처벌해야 한다고 주장했다. 둘째, 학식과 재능이 많은 자는 발탁하여 관리로 임명하도록 하였다. 특히, 생각이 교묘하고 손재주가 있는 사람은 기술자(匠人)로 발탁하도록 주장하였다. 셋째, 어떠한 신분의 백성이라도 공적인 일에 대하여 나라에 건의할 수 있는 발언권을 갖도록 하였다.

실천을 중시한 홍대용은 동서양의 기하학과 과학기술에 기초하여 여러 가지 천문관측 기구를 제작할 수 있었던 기술자(engineer)로 보아도 좋을 것이다. 특히, 홍대용은 서양 악기를 연주하고 제

작할 수 있는 능력을 갖추는 등 실천적 행동인으로서의 면모를 가지고 있었다. 이를 통하여 공학 교육에 있어서 실천적 활동의 중요성을 시사 받을 수 있다.

6. 맺음말

18세기 조선의 과학사상가였던 홍대용은 동양의 자연관을 부분적으로 지켜 가면서 서양의 과학기술을 수용하여 자기 나름의 자연관과 우주론의 체계를 세우려고 노력하였다. 특히, 홍대용은 서양의 과학기술이 수학적 원리와 정밀한 관측에 근거하고 있음을 확인하고, [주해수용]이라는 수학책을 저술함으로써 수학자로 일컬을 만 하다. 그리고, 홍대용은 동양의 자연관과 우주관을 비판적으로 수용·검토하고, 서양의 과학사상에 근거하여 무한우주설을 포함한 여러 가지 진취적 과학사상을 제시함으로써, 조선후기의 자연과학자로 인정할 수 있는 업적을 남겼다. 또한, 실천을 중요시한 홍대용은 서양식 혼천의와 자명종을 이해·수용하고 기술자의 도움을 받아 제작하여, 자신의 개인관측소(籠水閣)에 설치할 정도로 기술자로서의 면모도 갖추었다. 따라서, 홍대용은 당시 조선의 과학기술적 수준으로 보아 수학자, 자연과학자, 기술자의 면모를 고루 갖춘 '18세기 조선의 과학기술자'로 볼 수 있다.

결론적으로, 홍대용이 일생을 통하여 견지했던 '수학적 사고, 창의적 구상, 실천적 활동' 등은 21세기 한국의 우수한 기술자를 양성하기 위한 교육방향으로 설정되어도 좋을 것이다. 끝으로 필자는 홍대용의 교육사상을 포함하여 교육의 목표·내용·방법·평가 등에 대한 홍대용의 주장들을 분석하지 못하여, '교육자로서의 홍대용'을 부각

25) 『歐選鐵絃琴, 吾東謂之西洋琴, 西洋人稱天琴, 中國人稱番琴, 亦稱天琴, 此器之出我東, 未知何時而以其土調解曲, 始于洪德保』(銅蘭涉筆)(熱河日記).

26) 今吾略能言之而亦不能盡其妙, 如蒙國家發帑命造, 則庶幾能之云(天主堂)(熱河日記)(黃圖紀略).

27) [임하경륜(林下經綸)]은 홍대용이 야인의 입장에서 정치의 경륜과 포부를 밝힌 글로써, 통치기구, 통치권자의 권한, 백성의 의무, 측정법, 병제와 병법 등에 관한 견해를 서술한 책이다. (조일문 역 1975, [임하경륜?의산문답], 건국대학교출판부) 원문은 [국역 담헌서I](내집3권, 補遺)에 실려있다.

시키지 못하였음을 이 자리에서 밝힌다.²⁸⁾

[참고문헌]

[1] 강춘화 2000. <홍대용의 실학적 인식론에 대한 연구>. 고려대학교 박사학위논문.
 [2] 김문용 1996. <홍대용의 자연 이해>[실학의 철학]. 예문서원, 275-294쪽.
 [3] 김문용 2000. <홍대용 자연관의 방법론적 전환>[과학사상], 제33호, 66-81쪽.
 [4] 김태준 1982. [홍대용과 그의 시대]. 일지사.
 [5] 김태준 1987. [홍대용 평전]. 민음사.
 [6] 김태준 1998. [홍대용]. 한길사.
 [7] 김태준·박성순 2001. [산해관 잠긴 문을 한 손으로 밀치도다]. 돌베개.
 [8] 박성래 1978. <한국근세의 서구과학 수용>[동방학지], 20, 257-292쪽.
 [9] 박성래 1979. <홍대용의 우주론과 지전설>[한국과학사학회지], 제1권제1호, 83-84쪽.
 [10] 박성래 1981. <홍대용의 과학사상>[한국학보]23, 159-180쪽.
 [11] 신용하 1991. <홍대용의 사회신분관과 사회 신분제도 개혁사상>[한국문화], 제12집. [조선후기 실학파의 사회사상연구](지식산업사, 1997)에 재수록.
 [12] 원준재 1988. <담헌 홍대용의 교육사상 연구>. 인하대학교 교육학석사학위논문.
 [13] 유봉학 1982. <북학사상의 형성과 그 성격>[한국사론], 8집, 183-246쪽.
 [14] 유봉학 1995. [연암일과 북학사상연구], 일지사.
 [15] 전상운 1975. <담헌홍대용의 과학사상-그의 지전설 재론>[이을호박사정년기념 실학논총].
 [16] 정성철 1974. [실학파의 철학사상과 사회정

치적 견해(상·하)], 사회과학출판사.
 [17] 천관우 1958. <홍대용의 실학사상>[문리대학보], 제11집.
 [18] 천관우 1965. <담헌 홍대용>[한국의 인간상], 신구문화사.
 [19] 천관우 1965. <홍대용 지전설의 재검토>[효성조명기박사 화갑기념 불교사학논총].
 [20] 한영호 2001. <서양 기하학의 조선 전래와 홍대용의 [주해수용]>[역사학보], 제170집, 53-89쪽.
 [21] 한영호·남문현 1997. <조선조 중기의 혼천의 복원연구:이민철의 혼천시계>[한국과학사학회지], 제19권 제1호(1997.6), 3-19쪽.
 [22] 한영호·남문현·이수용 2001. <조선의 천문시계연구>[한국사연구], 113, 57-84쪽.
 [23] 한영호 외 1999. <홍대용의 측관의 연구>[역사학보], 제164집, 125-164쪽.
 [24] 홍대용(조일문 역) 1975. [임하경륜?의산문답]. 건국대학교출판부.
 [25] 홍대용(민족문화추진회 역) 1974. [담헌(I-V)](고전국역총서), 민족문화추진회.
 [26] 홍대용(소재영·조규익·장경남·최인황 주해) 1997. [주해 을병연행록], 태학사.
 [27] 홍이섭 1946. [조선과학사], 정음사.
 [28] Park, Seong-Rae 1979. <Hong Tae-yong's Idea of the Rotating Earth>[한국과학사학회지], 제1권 제1호, 39-49쪽.
 [29] 洪以燮 1944. [朝鮮科學史], 三省堂.
 [30] 戴內淸 1968. <李朝學者之地轉說>[朝鮮學報], 第49輯, 427-434面.
 [31] 小川晴久 1975. <洪大容의宇宙無限論>[東京女子大學比較文化研究所紀要], 38.
 [32] 小川晴久 1979. <地轉說에서 宇宙無限論으로>[東方學志], 제21집, 55-90쪽.

28) 홍대용의 교육사상에 대한 논문에서, 원준재(1988)는 홍대용이 知德을 갖춘 선비의 양성을 교육목적으로 하였고, 의무교육 제도를 주장하였으며, 능력과 적성에 따른 직업교육제도를 주장하였고, 교육평가방법도 과거보다는 말과 행동을 평가하도록 주장하였음을 밝히고 있다. 필자는 홍대용의 교육사상을 재조명하기 위한 글을 준비하고 있다. 본고에서는 주로 홍대용의 생애와 저서 속에서 시사받을 수 있는 공학교육에 대한 견해들을 정리하였음을 밝힌다.