

김정은 시대 탄소하나(C1) 석탄화학에 대한 연구*

박종철(경상대학교 교수)**

정은이(통일연구원 부연구위원)***

논문요약

이 연구는 김정은 시대 석탄화학을 기반으로 하는 C1산업에 대한 북한 연구기관의 해설을 분석하는 것을 목적으로 한다. 제재상황의 국산화의 논리는 일제시기부터 김일성, 김정일 시기를 거쳐 김정은 시기까지도 유사한 구조이다. 일제는 아오지탄광 등에서 석탄액화 설비를 건설하여 휘발유, 항공유를 생산하였다. 제2차 세계대전 당시 미국의 제외한 영국, 독일, 일본 등은 대부분 국가는 석탄에서 탄소와 수소를 분해하여 휘발유와 같은 유기화학물질을 생산하고 있다.

김정은은 원료와 설비의 국산화라는 ‘주체’ 경제를 강조하고 있으며, 북한경제성장 은 석탄을 중심으로 이루어지고 있다. 이는 해방과 한국전쟁 이후 김일성이 주창한 구호나 고난의 행군시기 김정은이 주창한 구호와 동일하다. 이는 제재 속에서 원유를 공급받지 못하는 국가의 산업전략은 유사하다고 분석할 수 있다. 다시 말하면, 김정은 시기 북한산업은 탄소하나 석탄화학 산업을 통하여 국제사회의 제재에 적응한 것이다. 이는 제2차대전 당시 나치 독일과 일제와 유사한 방식이며, 아파르트헤이트 문제로 영국과 미국의 석유 제재를 받던 남아프리카공화국이 선택한 산업전략과 유사하다.

주제어: 원유, 기름돌(油頁岩), 액화, 가스화, 제재의 역설

* 이 논문은 『통일한국』(평화문제연구소)에 2018년 3월부터 6월까지 연재한 “북한 탄소하나 산업의 기원을 찾아서”를 수정 보완함.

** 제1저자

*** 참여저자

I. 서론

2017년 유엔 안보리 결의에 의하여 북한의 석유 수입과 석탄 수출의 제재가 심화되었다.¹⁾ 그러나 지난 1년 동안 연료부문과 화학에서 문제가 심각하게 대두되지 않고 있고, 휘발유 가격도 어느 정도 안정적으로 보이고 있다. 김정은 위원장은 2018년 4월 20일 당 중앙위원회 제7기 제3차 전원회의에서 “핵·경제 병진노선의 결속을 선언”하고, 사회주의 경제강국 건설에 총력을 집중할 데 대한 노선을 발표했다.²⁾ 2018년 4월 21일 조선중앙통신에 의하면, 당국은 ‘혁명발전의 새로운 높은 단계의 요구에 맞게 사회주의 경제건설에 총력을 집중할 데 대하여’라는 결정서를 만장일치로 채택하고 이를 위해 ‘당과 국가의 전반사업에서 사회주의 경제건설을 우선시하고 경제발전에 나라의 인적·물질·기술적 잠재력을 총동원시킬 것’을 강조했다.³⁾

로동신문에서 석탄은 북한산업의 생명선이라고 빈번하게 보도되고 있다. 김정은은 연료, 원료, 설비의 국산화를 강조하며, 탄소하나 화학산업 창설을 주장하고 있다. 특히 석탄은 북한의 전력과 발전, 제철, 화학 등 모든 산업의 핵심이 되고 있다. 2017년 ‘조선경제’에는 최근 제재에도 불구하고 북한 경제가 유지되는 원인을 원료, 연료, 설비와 국산화에 있었다고 주장하며, ‘적대세력의 봉쇄 속에서 국산화는 사활적이다’라고 설명하고 있다. 원유가 생산되지 않던 시기 석탄은 ‘검은 다이아몬드’로 불리웠다.

실제로 인조석유와 같은 유기화학물질은 석탄뿐만이 아니라 나무, 콩, 옥수수 등 모든 유기물질에서 생산이 가능한데, 태평양전쟁시기 실제로 생산되기도

1) 2017년 9월, 제6차 핵실험에 대한 제재 조치로 유엔안보리 결의 제2375호가 통과되었고, 2017년 12월, 화성15호 발사에 대한 제재조치로 유엔안보리 결의 제2397호가 통과되었다. 이 두 개의 결의안에 따라서 원유와 정제유, 기타 유류부분의 제재를 받고 있다.

2) 2018년 7월 1일 연변대에서 개최된 조선반도 국제회의에서 조선사회과학원 경제연구소의 리순철 교수 등은 “핵과 미사일이 성공했으므로 더 이상의 실험이 필요없고, 경제에 집중하는 노선”이라고 설명을 했다. “전당, 전국이 사회주의 경제건설에 총력을 집중하는 것이 우리 당의 전략적 노선”이라고 밝혔다.

3) 2018.4.21 조선중앙통신에 의하면, 노동당 중앙위원회 제7기 제3차 전원회의에서는 ‘경제건설과 핵 무력 건설 병진노선의 위대한 승리를 선포함에 대하여’라는 결정서를 만장일치로 채택했다.

했지만, 제2차대전 이후 미국의 원유공급으로 상업성이 없어졌다. 그러나 1990년대 이후 바이오에너지 산업이 활성화되면서도 다시 주목받고 있다. 북한의 C1 석탄화학산업⁴⁾에 대하여 서방측의 입장은 상업성이 없다는 논리이다.⁵⁾ 필자는 제재국면에서 북한은 제재국면의 일제, 나치독일, 남아프리카공화국과 같이 원유에 대한 접근이 가능한 나라의 상업논리와 이러한 상업논리보다는 생존과 체제유지를 위하여 최소한의 석유자체를 확보하려는 국가의 석탄 석유 생산의 논리가 다르다는 관점에서 이 문제에 접근하고 있다. 이 논문은 후자의 관점에서 북한 C1 석탄화학에 대한 개념을 정리하고자 한다.⁶⁾ 이 논문에서는 북한 '주체' 경제의 핵심이 되는 탄소하나 화학, 발전소, 제철소 등이 모두 탄소하나 석탄화학산업과 관련이 있다는 점에 착안하였다.

이러한 문제점을 바탕으로 북한에서 탄소하나 산업의 개념과 현황에 대하여,⁷⁾ 다음과 같이 탄소하나 화학의 생산기술과 산업현황을 중심으로 논문을 구성하도록 한다. 첫째, 북한 석탄산업의 특성과 제재의 역설 논쟁을 설명하고, 국제사회의 석유 제재의 돌파구로서 석탄의 역할에 관한 주장도 검토하도

-
- 4) C1산업은 사용가치가 제한적으로 변화한 석탄의 용도를 다양화하고, 대기오염을 발생시키는 황산화물과 질소산화물을 대폭 저감하고, 화학플랜트를 활용하다는 점에서 최근 주목을 다시 받고 있지만, 소요면적이 넓은 대형 장치산업으로 초기 투자비용이 높고, 전체 설비 구성과 제어가 복잡하다는 단점이 있다.
 - 5) 우리나라의 대표적인 석탄가스화 설비로는 광양제철이 1조 3천억원 투자하여 2014년 완공한 설비가 있는데 상업성을 이유로 현재 가동이 중단된 상태이다. 2017년 6월 태안의 석탄가스화 복합발전소가 국내 최초로 성공하여 시험가동을 하고 있다. 중국이 세계최대의 생산설비를 갖추고 있는데 따방 석탄 지대에 5기 1천만톤 설비를 갖추고 있고, 향후 5기를 증설하여 2천만톤까지 확장할 계획이다. 중국은 1980년대 북한의 석탄석유산업에 대한 기술협력을 하기도 했다.
 - 6) 2018년 10월 30일, 위싱턴의 박승제 박사는 미국재무부의 제재이행프로젝트의 하나로, 특히 팩트 파인딩을 신안보전략연구소(<http://www.c4ads.org>)에서 수행하고 있다. 박승제 박사는 목재나 석탄에서 석유를 추출하는 기술은 조보적인 화학기술이라며, 문제의 핵심은 문제에서 석탄석유를 생산량이 어느정도 인지 또한 상업성이 있는지가 미국정부의 관심의 핵심이라고 설명했다. 2018년 11월 13일, 필자는 위영금 박사와 면담을 했는데, 위 박사도 역시 함흥의 28비탈론 공장과 같은 석탄화학 설비에서 석탄석유가 생산이 되는 것은 맞는데, 생산량, 상업화 여부에 대한 자료의 입수가 어려운 상황이라고 했다. 위 박사는 함경남도 출신이며 흥남지역연구를 하고 있는데, 이 지역에 위치한 흥남비료공장과 같은 C1 화학분야 등을 조사하고 있다. 고등과학연구원의 유명돈 박사 역시 북한의 석탄석유 설비가 상당하다고 주장하고 있다. 이외에 위성에서 석탄화학설비와 석유설비가 혼재되어 있는 점에서 석탄화학분야에서 메탄올을 생산하고 있는 것으로 분석되고 있다고 한다. 또한 우리나라에서는 한국가스공사 미래전략사업부 남북협력 TF 등에서 북한의 석탄석유산업을 연구, 조사하고 있는데, 이들 그룹도 북한 C1산업에 대하여 위싱턴의 신안보전략연구소와 유사한 의견을 제시하고 있다.
 - 7) 북한의 탄소하나 석탄화학 산업에 관한 연구논문은 상당한 제한적인 상황이다.

록 한다. 조선사회과학원 등의 북한 관변 학자의 석탄과 경제에 관한 주장을 중심으로 기술하도록 한다. 둘째, 북한에서 탄소하나 산업기술을 이해를 위하여 북한 탄소하나산업의 기원이 되는 일제시기 아오지탄광의 인조석유산업에 대하여 설명하도록 한다. 일제시기의 석탄액화 인조석유 생산기술을 소개하고, 이와 더불어 ABPP(러시아 외무성 대외정책문서보관소)에 보관된 소련군정이 작성한 해방 전후의 화학생산량을 공개하도록 한다. 셋째, 로동신문에 게재된 해설 그리고 조선과학원 함흥분원의 해설을 중심으로,⁸⁾ 북한 탄소하나 산업의 역사, 주요 생산물, 원유 대체로서 석탄의 역할 등을 검토하도록 한다. 북한의 C1산업의 기술상황이나 상업화 수준을 북한의 공식언론과 해설만으로 이해하기 힘들다는 점에서 이 연구는 주로 북측의 공식적인 해설을 분석하는 것에 초점을 두는 한계가 있다.

II. 석탄과 석유의 상호보완적 관계

이 연구에서 석탄과 석유는 탄소와 수소의 유기화합물로 상호보완적 관계라는 논리를 전개하는데, 제III장에서 주로 로동신문을 중심으로 설명하도록 한다. 이 장에서는 제재에도 불구하고 북한 경제성장의 동력으로 석탄의 역할을 분석하도록 한다.

1. 북한 석탄의 특성

북한에서 석탄은 ‘인민경제 4대 선행부문에 속하는 ‘주체’ 산업의 핵심원료이다. 4대 선행부문은 전력, 석탄, 금속, 철도부문이며, 모두 무연탄과 매우 밀접한 관계가 있다. 이들 주체공법의 핵심은 무연탄인데, 석유나 코크스는 제재로 인하여 수입이 곤란하지만, 무연탄은 거의 무제한적으로 생산되는 자원이

8) 류병수 연출, “탄소하나화학공업과 인민생활(과학영화).” 조선기록과영화촬영소, 2017년. 이 영상은 김류성 박사와 신동철 박사의 지도하에 함흥화학공업종합대학이 후원하여 제작되었다.

다. 자립적 민족경제 부문에서 ‘주체철’, ‘주체비료’, ‘주체섬유’ 등 자체연료와 자체기술을 활용한 자립경제의 구현을 강조하고 있는데, 이는 석유를 원료로 하는 나프타가스화법을 대신하여 석탄가스화 촉매화학을 매개로 하고 있다. 한국과 미국의 많은 언론이 석탄 제재에 따라서 북한의 많은 탄광이 석탄생산이 감소했다고 주장하고 있지만, 로동신문은 거의 매주 석탄 증산을 위한 기사를 내고 있다. 예를 들어, 2018년 11월 3일 로동신문 1면에도 “석탄은 공업의 식량이다. 석탄 전선에서 생산적 양양을 일으켜 인민경제 여러 부문에 더 많은 석탄을 보내주자” 등의 특집보도가 연속적으로 보도되었다. 북한은 ‘석탄은 경제의 생명선’이라며 생산량 증대를 독려하고 있다.⁹⁾

세계적으로 석탄화학 산업이 1940년대에 전성기를 맞이하다가, 1945년 미국이 세계대전에서 승리하면서 전 세계에 값싼 원유를 공급하면서 석탄화학 산업이 축소되었다. 그러나 미국의 제재를 받으며, 더불어 석탄 매장량이 무제한적인 북한과 같은 국가에서 석탄화학 산업을 생명선이라고 볼 수 있다.

탄소하나의 생산물인 인조석유는 비전통석유의 하나이다. 석유제품은 원료에 따라서 석유를 나프타로 크래킹(NCC)하여 제품을 만드는 방식, 천연가스를 에탄올로 크래킹(ECC)하여 제품을 만든 방식, 석탄을 가스화하여 메탄올로 만드는 방식(CTO)으로 구분할 수가 있다. 석탄의 경우, 가스화를 통하여 탄소와 수소를 분해하여 촉매를 이용하여 다양한 형태로 복합결합하면 액화가 되며 무거워서 열량이 높아진다. 이러한 기술은 세계대전 이전에 개발이 완료되었다. 기술적으로 석탄의 가스화와 액화 과정에서 기술 자체보다는 고온고압에 견디는 철강구조물을 제조하는 것이 더욱 어려웠고, 일제시기 아오지콤비나트나 광양제철, 중국 따탕 등에서 시험과 운용과정에서 폭발이 있었다. 석탄, 석유, 물, 공기 등에서 수소 자체를 만드는 것은 쉬운 공정인데, 수소가 가벼우므로 직접 화학제품으로 사용하기에 한계가 있다. 따라서 촉매를 이용하여 안정적인 화학물로 만든다. 특히 석탄에서 메탄올을 만드는 과정이 핵심으로 메

9) “석탄은 공업의 식량이다. 석탄전선에서 생산적 양양을 일으켜 인민경제 여러 부문에 더 많은 석탄을 보내주자.” 『로동신문』 2018년 11월 3일.

탄올을 제조했다는 것은 다른 관련 유기화합물을 제조하는 것은 어렵지 않다. 이런 점에서 북한이 메탄올 기반의 인조석유, 비료, 섬유 등을 만드는 것은 상당한 수준이라고 추정할 수 있다.

갈탄과 무연탄과 같은 저열량 석탄에서 건류를 통하여 수분과 불순물을 제거해 고급탄(반성코크스)으로 변경한 후 수소, 일산화탄소 등으로 가스화해서 휘발유, 가스, 화학제품 등 다양한 에너지와 합성물로 변경을 한 것이라고 정의할 수 있다. 따라서 탄소하나 화학의 대표적인 기업소로는 석유를 정제하는 피현군 봉화화학(피현군), 남흥화학(라선시)과 승리화학(안주시), 석탄 액화와 가스화를 하는 2.8비날론련합기업소, 흥남비료공장, 아오지공장 등이 있다. 예를 들어 남흥화학은 신의주 백마화학에서 정제한 나프사를 원료로 석유를 생산했으나, 갈탄으로 메탄올을 생산하는 공정을 추가하였고, 흥남의 경우 무연탄에서 메탄올을 생산하는 공정이 추가되어, 지역별로 생산되는 석탄에 따라서 공정이 추가되고 있다. 더불어 석탄을 건류하여 제철소에 사용하고 있으므로 김책제철소, 성진제강도 등도 이에 포함이 되며, 더불어 이들 기업소에서 발생하는 오염물질을 집진하여 다시 합성화합물질로 생산하고 있다. 이들 화학콤비나트가 가동되기 위하여 대량의 전기가 필요한데, 전기생산을 위하여 화력발전소에서는 무연탄을 주로 이용하고 있고, 특히 석탄의 화력을 높이기 위하여 탄광뿐만 아니라 화력발전소에 건류화 공정이나 가스화 공정 설비를 건설하고 있다는 점에서 탄광과 화력발전소 역시 탄소하나 산업에 포함된다고 분석할 수 있다. 2018년 2월 20일 탈북자 K씨는 북한에 산재한 석탄화학 가스화 공정에서 연유(燃油)를 생산하고, 일부 중국에서 설비를 수입하여 인조석유를 생산하는 사영기업도 있다고 주장하고 있다.¹⁰⁾ 더불어 2018년 7월 1일 연변대에서 개최된 ‘조선반도 정세 국제회의’에서 조선사회과학원 리순철 교수 등은 북한에서 탄소하나산업을 상당부분 이용되고 있다고 주장하기도 했다.¹¹⁾

10) 탈북자 K 씨와의 인터뷰 2018.2.(서울)

11) 필자가 조선사회과학원 리순철 교수 등에게 구체적인 C1산업의 기술문제를 질문했지만, 대체로 그들은 대답하지 않았다. 이 때문에 북한의 관련 기술상황이나 상업화 수준을 이해하는 데 한계가 있다.

2010년대 도시내에 소형발전소가 대량 건설되고 있고¹²⁾, 삼림복원을 위하여 입산금지가 되면서 인민들이 난방과 취사를 저렴한 석탄에 의존하고 있다. 더불어 건류방식으로 생산하는 반성코크스, 가스화를 통한 휘발유, 철도 연료 등으로 이용되고 있다. 2017년 제재로 인하여 석탄 수출이 전면 금지됨에도 불구하고 북한당국은 석탄의 생산 증대를 강조하고 있다. 2017년 하반기 유엔 안보리 결의안 이전에 이미 2017년 2월 중국 상무부는 한시적으로 1년간 북한 석탄 수입량을 매우 제한하는 조치를 취했기 때문이기도 하다.

김정은 시기 공장과 발전소가 많이 가동되면서 국내의 석탄 수요가 증가하면서, 북한당국은 2013년 1월 석탄을 내수에 먼저 공급하고, 내수에 공급한 만큼 외국에 수출할 수 있는 수출쿼터 즉 '와크'를 배정하였다고 한다. 내수기업의 입장에서 석탄사업소의 중국으로 석탄수출문제를 대대적으로 거론할 수밖에 없는 입장이다. 2013년 장성택 숙청 당시 귀중한 자원, 석탄을 중국에 팔아먹은 매국노라는 논리가 전개되기도 했다. 북한당국으로 석탄의 내수가격을 안정과 경제발전을 위해서 석탄 수출을 통제할 필요성이 있는 것이다. 즉 이는 북한 내 석탄 공급부족 현상도 있다는 사실이다. 북핵 관련 9차례의 유엔안보리 결의에서 북한 무연탄이 전면 수출금지가 되어 있고¹³⁾, 중국 상무부도 북한산 석탄수입을 2월 19일부터 12월 31일까지 중단했다.¹⁴⁾ 2017년 경우 북한의 대중국 무연탄 수출은 전년대비 78.5% 감소했다.

그러나 석탄무역의 몇 가지 특성에 따라 제재가 북한 경제에 주는 타격이 제한적이라고 볼 수 있다. 첫째, 북한의 단일 수출품으로 최대의 외환수입품목이다. 북한의 대략 대중 수출은 약 35억 달러 수준이며, 이중 석탄이 약 40%인 14억 달러가량을 차지하고 있다. 물론 통계에 잡히지 않는 비공식 석탄무역이 2~3배가량 될 가능성이 크다. 둘째, 중국의 석탄 채굴량은 세계 1위로서

12) 북한 도시를 구글위성사진 등으로 보면 매연(대기 환경오염)이 증가하는 것으로 확인되고 있다.
 13) 민생용을 제외한 수출금지(UNSC 2270호, 제4차 핵실험), 연간 750만톤의 쿼터제한(UNSC 2321호, 제5차 핵실험), 전면 수출금지(UNSC 2375호, 제6차 핵실험, 그리고 UNSC 2397호, 화성15호 발사).
 14) "중국, 북한산 석탄 수입 전격 중단." 『한겨레』 2017년 2월 19일, <http://www.hani.co.kr/arti/international/china/783285.html>(검색일: 2018.9.7.).

연간 35억 3800만 톤(2015년)으로 전 세계 46%를 차지하고 있다. 중국은 세계최대의 석탄 생산국이면서 동시에 최대의 수입국이기도 하고, 석탄 석유 설비를 유지하고 있다. 석탄은 발전용과 제철용으로 분류되는데, 중국은 발전용의 40%를 인도네시아에서 수입하고 있고, 제철용은 호주에서 65% 정도를 수입하고 있다. 북한에서 발전용탄만 약2.4%가 수입되고 있다. 북한의 중국 수출 발전용 석탄으로 5200-5600Kcal(칼로리) 회분18-21을 기준으로 하고 있다. 저렴한 석탄을 수출하고 북한은 가격이 비싼 제철용 고열탄(코크스)는 러시아 등에서 수입을 하고 있다.

셋째, 중국 내 석탄수요가 급등하고 가격이 오르면서, ‘고난의 행군’ 이후 북한 탄광의 현대화를 위하여 대규모 중국자본과 기술이 투입되었고, 따라서 대규모 공식무역의 경우 오랜 거래를 하는 대형 기관사이에 신뢰를 바탕으로 하는 공식 무역거래이다. 넷째, 이와 반대로 중국의 입장에서 북한 석탄의 장점은 저렴한 운송비이다. 석탄은 가격이 저렴하여 선박운송에 적합하지만, 중국과 북한은 국경을 맞대고 있어 운송비의 경쟁력이 있어서, 영세업체의 경우 화물열차 ‘뽕통’이나 트럭을 이용한 운송으로도 이윤을 남길 수 있는 구조이다. 다섯째, 석탄은 가격이 매우 저렴하여 이윤이 적으므로 최소 100톤 규모로 거래가 된다. 대량 운반으로 눈에 띄는 품목으로 중국 중앙정부의 통제가 쉬운 품목이다. 즉 비공식 무역 경우, 지방의 세관이나 변경경비대와 뒷거래 없이는 밀수할 수 없는 품목이라는 점이다. 여섯째, 중국의 발전용 석탄에서 북한 석탄이 차지하는 비중은 적은 편이며, 다른 국가를 통하여 입수가 가능한 수준인 것이다. 이상의 이유로 결의안에 따른 북한 석탄산업의 위축을 주는 것을 어려울 것으로 판단이 되면, 오히려 제재 극복을 위한 석탄 증산을 위한 다양한 활동이 펼쳐지고 있고, 이는 로동신문, 조선중앙통신 등에도 보도되고 있다.

2. 제재의 역설과 북한경제의 성장에 관한 논쟁

해방 후부터 석탄화학산업을 중심으로 산업을 성장시켜야 한다는 것은 김일성, 김정일, 김정은 모두 동일하게 인식하고 있다. 이는 석유 제재를 받는 국가의 공통적인 인식이기도 하다.

“적대세력의 가장 악랄한 고립봉쇄속에서 경제건설을 다그치고 있는 우리나라의 조건에서 원료와 연료, 설비를 국산화하는 것은 경제강국건설의 운명과 관련되는 사활적인 문제이다. 원료와 연료, 설비의 국산화를 실현하여야 적대세력의 온갖 도전을 물리치고 경제강국건설을 안전하고 전망성있게, 최대의 속도로 다그칠수 있다.... 원료와 연료, 설비의 국산화를 실현하여야 그 어떤 세계적인 경제과동에도 끄떡없이 그 어떤 경제제재에도 끄떡없이 늘어나는 수요를 원만히 보장할 수 있다.”¹⁵⁾

2018년 3월 핀란드 헬싱키에서 개최된 한반도 평화를 위한 전략대화에서 최강일 외무성 북미국 부국장은 ‘제재가 상당히 일상에도 스며들고 있지만, 심각한 타격이 되지 않고 있다.’ 이 자리에서 밥 칼린(전 국무부 북한전문가)은 2달에 1회씩 평양과 지방도시를 방문했는데, ‘제재에도 불구하고 북한의 건설이 활발히 진행되고 있다’는 점을 설명하기도 했다.¹⁶⁾ 이는 필자가 면담한 중국기업인과 동일한 증언이다. 2018년 북한을 여행한 외국인들이 버스와 택시, 트럭의 운행이 증가하고 있다고 주장하고 있다.¹⁷⁾ 더불어 필자가 매년 북중국

15) 리기성·김철, 『조선민주주의인민공화국 경제개황』, 평양: 조선출판물수출입사, 2017, p. 47.

16) 2018.3.29. 세종연구소에서 경남대 김동엽 교수의 발표에 의함.

17) 2017년 타이완 출신 립지호 박사(2017. 서울)도 평양, 마식령, 원산 등을 방문했는데 차량 운행이 있었고, 자동차가 목탄차, 석탄차에서 고급 세단까지 매우 다양한 형태로 운영되고 있었다고 사진과 영상을 보여 주며 설명하였다. 제6차 핵실험 이후 북한을 방문한 2017년 재미언론인 진찬규 기자(전 한겨레 신문기자이며 수차례 방북 취재경험이 있음)이 JTBC 에 출연하여 북한 사진을 보여주었는데, 여기에서도 차량이 증가했다. 2018년 1월 26일, 필자와 모스크바대학 올레그 키리야노프 박사와 면담(북경)에서, 그는 1월 20일부터 몇 일간 신의주를 방문했는데, 택시, 버스 등의 운행이 증가했다며 증거로 사진과 영상을 제시하여 주었다. 이와 더불어 2018년 8월 필자와 중국 중앙당교, 북경대 교수 등과 북중 국경 1,300km 를 답사하였는데, 한국인, 중국인 교수 공통적으로 트럭, 버스, 택시 등의 운행이 상당하다는 의견의 일치를

경을 답사하는 과정에서도 지속적으로 택시, 트럭, 버스 등 운행이 증가하는 상황을 목격할 수 있었다.

조선사회과학원 경제연구소 리기성 교수는 일본 동양경제신문 후쿠다 기자와의 인터뷰에서 2015년 곡물생산량 589만 톤, 그리고 1인당 GDP를 2013년 1,013 달러, 2014년 1,054 달러이라고 설명했고, 그리고 그는 2015년 GDP 성장률 7.5%라고 설명하며, 2010년대 성장률을 7~8%대라고 설명했다.¹⁸⁾ 이어서 리기성 교수는 2018월 10월 AP통신과의 평양 인터뷰에서 북한의 국내총생산(GDP)이 2013년 249억 9천 800만 달러에서 2016년 295억 9천 500만 달러로, 2017년 307억 400만 달러로 늘었다는 통계 수치를 제시했다. 이에 따른 2017년 경제성장률은 3.74%가 되는 것이다.¹⁹⁾ 중국 조선족 기업인도 유사한 주장을 하기도 했다.²⁰⁾ 한국은행은 보수적으로 북한의 경제성장을 추정하는데도 불구하고 2016년 경제성장률을 3.9%로 추정하고 있다. 특히 북한 경제를 선도하는 분야가 에너지 22%의 성장이다.²¹⁾

이와 같이 북한경제의 성장부분인 연료와 에너지, 철강 문제를 해결한 핵심적인 자원은 ‘무연탄’이다. 2016년 5월, 제7차 당대회에서 “석탄가스화에 의한 탄소하나화학공업을 창설”하자는 경제건설노선이 제시되었고,²²⁾ 약 1년간의

보았다. 더불어 혜산 시내에서 태양광을 이용한 가로수도 관찰할 수 있었다.

- 18) 福田恵介, 「北朝鮮への経済制裁、現地で見た真の影響：現地エコノミストが明かす変化と経済の展望」, <https://toyokeizai.net/articles/amp/210637?page=3&fbclid=IwAR0oyjNWLWjeJ5C1qlvPoXGPpicSjIjfh2YgiS-Bao5qQCB28xfBaWjFM-U> (검색일: 2018.11.3.).
- 19) “북한 ‘스위스·싱가포르 모델 따라 교통허브 모색’.” <http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2018/10/29/0200000000AKR20181029130700009.HTML?input=1195m> (검색일: 2018.10.30.).
- 20) 2018년 10월 19일, 단둥에서 인터뷰한 김택룡 회장은 “조선학자들을 통하여 2010년대 북한경제성장률이 연평균 3-5%라는 자체 통계를 보았다. 평양 청진만이 아니라 삼지연과 같은 내륙도시도 건설부문이 성장이 두드러지고 있다”고 주장하기도 했다.
- 21) 이상의 주장과 상반되게 한국은행은 2017년 북한경제성장률을 다시 -3.5%라고 발표했다. <http://ecos.bok.or.kr/flex/EasySearch.jsp> (검색일: 2018.11.9.). 한국은행의 경제성장률 추계는 한국의 정보기관이 제공하는 생산량 정보를 바탕으로, 이를 한국가격으로 환산해서 한국 ‘원’을 기준으로 발표하고 있다. 한국은행은 원-달러 편차(바이어스)를 고려하여 달러로 환산하여 북한 생산량에 대해 발표를 하지 않고 있다.
- 22) “조선로동당 제7차대회에서 당중앙위원회 사업총화보고를 하시는 김정은 원수님.” 『조선중앙통신』 2016.4. 제7차 로동당 당대회에서 “김정은원수님께서는 조선로동당 제7차대회에서 전력소비를 줄이고 공해를 없애는 방향에서 화학공업의 기술개건을 다그치며 국내자원에 의거하는 새로운 화학제품생산기지를 전망성있게 건설할데 대하여 밝히시고 국가경제발전 5개년전략수행기간(2016년-2020년)에 탄소하나화학공업

준비기간을 거쳐, 2017년 5월에 탄소하나화학공업창설을 위한 대상건설이 시작되었다. 2017년과 2018년 신년사 등에서 김정은은 ‘탄소하나 공업은 쉽게 이야기하면 석탄에서 휘발유를 뽑아내는 화학’이라고 설명하고 있다. 이러한 실제 이러한 공업기술은 20세기 초부터 개발되었고, 세계대전 당시 나치독일과 일제는 석탄액화와 가스화 공정을 통하여 휘발유, 항공유와 화학제품을 조달하였다. 현재 상업적으로 성공한 기업은 남아프리카공화국의 국영기업 사솔(SASOL)이다. 김일성 주석도 석유화학은 외부에서 반입되지 않을 수도 있으니 석유화학설비 건설을 경계하고, 석탄액화와 가스화의 발전을 강조하고, 아오지공장과 2.8비날론공장, 흥남비료공장 등의 중요성을 강조하였다.

더불어 해외 언론이 주목하는 조선사회과학원 김철 소장의 ‘제재에도 불구하고 인민경제가 안정적이다’는 2018년 1월 조선신보의 인터뷰가 주목을 끌었다.²³⁾ 김철 교수는 국제사회의 제재에도 불구하고 경제가 성장하는 제재의 역설의 이유로 국산화, 석탄, 탄소하나 산업의 상관관계를 설명하고 있다. 김철 박사는 외신에서 자주 북한경제현황을 설명하고 있다. 그는 조총련 기관지 『조선신보』와의 평양 인터뷰 “조선이 쇠퇴가 아닌 상승의 길을 걷는 리유”를 게재하였다.²⁴⁾ 경제제재와 경제성장, 탄소하나 화학산업과 석탄의 관계를 중심으로 요약하도록 한다. 2016년 8월 20일, 김철 소장은 교도통신과의 평양 인터뷰에서 동일한 논리의 “자립경제이기에 유엔 안보리 제재 영향 적다”고 주장을 하였다.

국제사회의 강도 높은 경제제재에도 불구하고, 조선노동당 제7차대회에서 제시된 국가경제발전 5개년전략(2016~2020년)을 수행할수 있다며 몇 가지 근거를 제시하였다. 북한은 해방 이후 민족경제노선을 시종일관 실현했는데, 이는 다른 국가에 의존하지 않는 자력갱생을 의미한다. 건국 이후 지속적으로

을 창설할 때 대한 과업을 제시하였다.”

23) 2017년 11월 조선사회과학자대회에 참석한 중국측학자와 조선대학 학자 등을 대상으로 김철 박사는 탄소하나 산업에 대하여 강연을 했다고 한다.

24) 김지영(인터뷰), “사회과학원 경제연구소 김철 소장: 조선이 쇠퇴가 아닌 상승의 길을 걷는 리유.” 『조선신보』, 2018년 1월 5일.

제재를 받아져서, 이를 극복한 방법을 개발했다. 국제사회가 북한의 외화수입을 막으면 경제가 침체한다고 전망하지만, 대외경제의존이 낮고 국산화율이 높아서 외화가 많이 필요 없다.

에너지 부문의 경우, 화력발전소는 국내에 원천이 없는 석유 대신 자체에 풍부한 석탄을 원료로 하고 있으며, 전국 각지의 크고 작은 수력발전소들을 건설했다. 25) 화력발전소에서도 새로운 과학기술 성과를 도입하여 대북제재에 파열구(破裂口)를 내고 있는데, 대단히 큰 발전설비를 신설하는 공사가 마무리 단계에 들어선 평안북도 북창화력발전소의 경우, 국가과학원 열공학연구소에서 개발한 산소착화기술을 도입해 증전 보일러 점화에 증유를 쓰던 방식을 벗어나 증유를 쓰지 않게 되고 있다. 이러한 착화기술을 많은 화력발전소에 보급하면 증유소비 비중을 줄이고 있다.26)

금속공업에서도 국내 무연탄에 의거한 주철 생산을 보다 적극적으로 진행하면서 증전에 수입 코크스로 용광로를 운영하던 것에서 탈피, 황해북도 황해제철연합기업소가 개발한 코크스를 쓰지 않는 산소열법 용광로에 소 쇳물을 대량생산하고 있다. 같은 방식이지만 생산능력이 더 큰 용광로가 함경북도 김책제철연합기업소에 건설되고 있다. 제재가 강화되는 가운데 철강재 생산에 필요한 내화물이나 첨가제의 국산화도 이루어지고 있다고 한다. 풍부한 철광석을 이용하여 주철을 생산하고 있다.27)

국가경제발전 5개년 전략기간에 석탄에 의거한 탄소하나(C1)화학공업이 창설되면 원료와 자재의 생산량이 증가를 목표로 하고 있다. 탄소하나화학을 통해 석탄에서 휘발유를 생산하는 나라들이 많은데, 국가과학원 함흥분원 메타놀

25) 2017년 경제개발에도 최근 200여 개의 소규모 화력과 수력발전소를 건설했다고 설명하고 있다. 북한 역사상 가장 대규모인 단천발전소가 2017년 함경남도에 건설이 시작되어 국가경제발전 5개년전략기간에 완공하기로 되어 있는데, 수백 km의 물길굴(수로 터널)을 형성하고 장진강과 허천강, 가림천을 비롯한 강과 하천의 물을 효과적으로 이용하기 위해 기본 연제(댐)과 발전소들이 건설중이다.

26) 북한 화력발전소는 석탄을 기본 연료로 하고 있지만, 착화유의 경우 증유가 필요한데 이를 줄이는 기술과 더불어 발전소 주변에 건류공정이나 가스화 공정 설비를 건설하였다.

27) 북한은 탄소하나의 하나인 건류방식으로 반성 코크스를 생산하여, 외국에서 수입하는 코크스를 대체하고 있고, 수차례 조선중앙방송에 보도되었다.

(메탄올)연구소에서 오래전부터 연구하고 시험적인 생산도 진행하는 등 자체로 할 수 있는 기술준비가 되어 있다.

‘고난의 행군’ 시기 불가피하게 원료와 자재를 다른 나라에서 수입했는데, 이후 외화가 늘어나면서 원료와 자재를 쉽게 조달하려고 한 결과 외국제품이 많아져 말그대로 수입병에 걸린 것이라면서 지금의 “국산화바람은 비정상적 정상화”이다. 고난의 행군 시기와 달리, 현재 조선경제는 성장하여 궤도에 들어섰다. 이를 둘러싸고 제재에도 불구하고, 쌀과 휘발유 가격과 같은 물가와 환율이 안정되어 있다.

조선중앙통신과 노동신문에 대상사업소와 관련 연구소와 관련된 다양한 기업들이 보도되고 있는데, 남흥청년화학연합기업소(평안남도)²⁸⁾와 2.8비날론연합기업소(함경남도) 등이 사례로 거론되고 있다.

남흥청년화학연합기업소에서는 석유성분인 나프사를 수증기분해하여 에틸렌, 프로필렌을 만들었다. 그런데 석탄가스화에 의한 탄소하나화학공업이 창설되게 되면 석유에 의존하지 않고서도 에틸렌, 프로필렌을 얻고, 기존 설비를 이용하여 고압폴리에틸렌수지 생산공정, 에틸렌옥시드 생산공정, 아닐론을 생산할 수 있다. 이렇게 되면 경공업공장에 필요한 다양한 박막들과 PP수지, PP섬유, 세척제, 아닐론, 인건사 등을 생산하게 되는 것이다.²⁹⁾ 2.8비날론연합기업소의 첫 생산공정은 석탄과 석회석으로부터 카바이드를 만드는 것인데 이 공정에는 전기가 많이 들고 공해도 적지 않다. 탄소하나화학공업이 창설되면 이 공정이 없어지게 된다. 즉 전력소비를 크게 줄이고 석회석을 쓰지 않는 것으로 하여 비용도 절감할 수 있다. 앞으로 2.8연합기업소에서는 전기문제로 인한 지장을 받음이 없이 각종 화학제품과 비날론을 생산할 수 있게 된다.³⁰⁾ 그 외 순천화학연합기업소³¹⁾ 등이 있다.

28) “박봉주총리 남흥청년화학연합기업소 현지료해.” 『노동신문』 2016년 8월 8일.

29) 김지영, “조선에서의 탄소하나화학공업의 창설, 김화식 화학공업성 부상 인터뷰.” 『조선신보』 2017년 11월 20일. <http://www.korea-np.co.jp>(검색일:2018.3.16.).

30) 김지영, 위의 글.

31) 김영일(순천화학연합기업소), “탄소하나화학공업창설의 맨 앞장에.” 『노동신문』, 2016년 9월 20일.

III. 일제시기 아오지의 인조석유 생산기술

일제시기 일본 전국 각지와 더불어 조선북부 아오지, 흥남 등과 만주 푸순 탄광 등에서 인조석유공장이 설치되고, 이를 통하여 중일전쟁과 태평양전쟁을 수행하였다. 당시 생산기술에 대한 이해를 돕기 위하여 인조석유 생산설비를 학계에서 주도적 역할을 한 도쿄제국대학의 오시마(大島義清) 교수와 1939년 3월 일본 중의원에서 요나이(米内) 해군상의 기술 설명을 중심으로 정리하여, 이 논문을 읽는 독자의 이해를 높이도록 한다.³²⁾ 당시 독일을 중심으로 유럽의 인조석유 개발은 일본과 마찬가지로 주로 아래와 같이 3가지 방법으로 인조석유 생산기술이 발전하고 있었다.

로동신문과 경제연구 등에는 석탄 ‘액화’라는 단어가 거의 나오지 않고 있다. 해군성이 아오지에 건설한 설비가 액화였는데, 현재 북한은 이러한 방식을 사용하지 않는 것으로 추정이 되는 대목이다. 오히려 독일에 풍부했던 갈탄과 성분이 유사한 북한 석탄에서 독일과 같이 가스화를 강조하고 있다.

첫째, 건류법(乾溜法), 2차레 건류방식에 의한 타르와 휘발유, 항공유 추출, 유혈암에서 인조석유 추출의 2가지 방법 : 갈탄과 같은 석탄이나 유혈암을 공기와 접촉을 끊고 가열하여 저온에서 건류(乾溜)하여 대량의 타르(Tar)를 회수하는 방법이다. 19세기 말부터 유럽에서 개발되기 시작했고, 1차 저온 건류방식으로 열을 가하여, 저온건류 코크스(semicoke 또는 coalite)로 가공하여 고회력의 난방용 고체연료로 사용하였다. 2차 고온 건류하여 반성코크스(김정은 시기 북한에서 많이 이용)로 가공하기도 한다. 이때 생산된 타르(역청(瀝靑, liqing), 아스팔트 피치)에 수소(수소첨가법)를 첨가하여 항공유 등을 생산하기도 하였다. 그래서 당시 아오지나 무순에 저온건류로와 수소첨가법을 위한 내열로가 운송이 용한 가까운 위치에 설치된 것이다. 이와 더불어 조선 북부와 만주에 산재한 셰일석유인 유혈암(기름돌, shale)도 저온 건류에 의하여 인조석

32) “液体燃料自給自足 近く完成を見ん 人造石油事業採算化 : 衆議院予算總會 米内海相答弁,” 『大阪毎日新聞』 1939년(昭和14년) 3월 21일.

유, 즉 세일오일로 만들 수 있다.

북한에서 코크스가 거의 채탄되지 않으므로 분단 이후 김정일 시기까지 칼로리가 낮고 저렴한 발전용 석탄을 수출하고, 값비싼 코크스를 소련에서 수입하여 강철을 생산했다. 고난의 행군 시기 북한에서 제철소를 사용 중단하면서 대부분 가동력이 하락하였다. 따라서 철광석을 값싸게 수출을 하고, 비싼 가공된 철강을 수입하는 구조가 되었다. 그러나 김정은 시기 제철소 복구가 이루어짐에 따라서 북한 내에서 강철 생산이 가능하게 되면서, 철과 석탄, 전기 등의 수요가 급증하게 되었다. 김정은은 만리마 속도를 표어로 내걸며, ‘주체철’을 생산하고 있다. 주체철의 핵심은 외국에서 수입한 값비싼 코크스를 사용하지 않고 있고, 저온건류로 만든 반성코크스를 이용한다는 생산방식이다.³³⁾ 따라서 유엔 안보리의 석탄 제재결의와 중국상무부의 석탄수입제한조치에도 불구하고, 북한에서 최근 대폭 석탄 수요가 증가하는데 한 몫을 하고 있는 것이다.

둘째, 수소첨가법(水素添加法, 베루기우스 법, Hydrogenation): 내열강철통에 석탄을 잘게 분쇄하여 넣고 직접 고온고압을 가하여 수소를 첨가하는 액상화 방법이다. 독일의 베루기우스가 1913년 개발하였다. 일본질소산업 등 전문화학회사는 수소첨가법을 이용한 인조석유공정에 도입하였다. 해군성, 노구치의 일본질소가 아오지에 건설한 설비로서 당시 일본은 비밀로 간주하였고, 대전이후 미국은 독일과 일본의 이러한 기술을 비밀로 간주되고 자료를 봉인하였다. 일제는 “독일은 석탄에 끓이고 직접 수소를 주입해서 원유(Paste와 같은 죽 상태)와 같은 상태로 만드는 기술을 `직접 액화 기술`이라고 이해했고, 아오지에 직접액화 설비를 건설하였다. 따라서 아오지의 화학설비는 효율이 낮았다고 분석되고 있다. 세계에서 현재 수소첨가법을 상업적으로 성공한 남아프리카 공화국 사술이 유일하다.

33) 2018년 11월 6일, 진주에서 이종석 박사(전 통일부 장관)는 “북한에 역청탄은 거의 없다. 그러나 갈탄과 무연탄을 혼합하여 반성코크스로 합성하여 철강을 만드는 제강소에 공급하고, 이를 주체철이라고 부른다. 북한 석탄은 질소 함유량이 낮아서 반성코크스를 생산하는 것이 가능하다”고 설명했다.

셋째, 가스화(피샤 도르프 방법): 석탄을 일산화탄소와 수소(H₂+CO)로 가스화하여, 촉매(철)를 이용하여, 탄화수소로 인조석유를 만든다. 이때 다양한 화학생산물을 제조하는 방법이다. 1921년 독일 가이자 빈루에르무 연구소 석탄부분이 기초기술을 개발하고, 1923년 인조석유를 추출하였다. 미쓰이 등 재벌은 주로 가스화 공정을 도입하였다.³⁴⁾ 해군성은 독일방식과 달리 독자적으로 ‘철’계의 촉매를 활용한 촉매화학의 방식이다.

해방공간에서 김일성 측이 확보한 조선 북부의 석탄 등을 이용한 탄소하나 공업의 자료를 소개하도록 한다. 일제는 국방목적으로 대부분의 자료를 기밀취급하였고, 해방후 미군정부는 나치 독일과 일제의 석탄 탄소하나 산업을 폐쇄시키거나 관련 자료를 기밀로 비밀 처리하였다. 자료가 상당히 부족하지만, 소련군정이 작성한 조선 북부의 석탄을 이용한 탄소하나 공업의 “1946년 6월 1일자 북한 상황 보고”³⁵⁾를 통하여 해방 전후의 석유와 인조석유 생산현황을 이해할 수 있다. 한국전쟁 이후 일본의 고급기술자가 아오지 등 북한과 만주의 주요산업시설에서 일본에 귀환하여 북한과 만주의 기술 수준이 서방에 알려지기 시작했고, 1970년대 석유위기로 인하여 세계 각국에서 석탄석유 설비를 재건설하면서 일제와 나치 독일의 기술이 다시 주목받았고, 이런 기술을 바탕으로 각국은 석탄석유 실험용 설비를 재건설하게 되었다. 흑백차별문제로 미국과 영국의 차별은 받는 남아프리카공화국은 냉전시기 핵개발의 성공과 더불어 상업적으로 석탄석유 개발에 성공하였는데, 국영기업 사술도 역시 나치독일의 기술을 기반으로 했다. 흑백화해로 서방의 제재가 해제되고 난후 남아프리카공화국의 석탄석유 기술은 중국, 러시아 등 각국에 전수되었다.

34) 金城徳幸, 宮寺博, 柿本雅明, 『エネルギー環境分野の技術潮流:石炭液化技術の経緯と発展(Technology Trend in Energy and Environment : History of Coal Liquefaction Technology)』, 2008. 오시마 교수는 1915년부터 2년간 프린스턴 대학에 유학했고, 1918년 귀국하여 저온건류에서 발생하는 저온 타운, 일탄타르, 부산물(폐기물) 등의 이용에 관한 연구를 하였다.

35) ABIP(러시아 외부성 대외정책문서보관소), ф.0480, on.2, п.2, л.7.

<표 1> 해방 전후 조선 북부의 화학공업의 주요 지표 (단위: 톤)

공업 부문 및 개별 기업소들	기업소 소재지	기업소 수			제품 형태	단위	연간 생산량			노동자 수		비고
		합계	가동 상황				계획	45년 8월 15일 이전	46년 6월 1일 현재	45년 8월 15일 이전	46년 6월 1일 현재	
			45년 8월 15일 이전	46년 6월 1일 현재								
카바이드-시안 아미드 공장	Дзюнс ен-1 삭주-1	2	2	2	칼슘 카바이드	"	22,000	15,000	16,800	3,200	3,100	
					칼슘 시안아미드		20,000	12,000	7,200			
합성연료 및 유기물 공장	아오지(Ка йкан)-1 영안(Эйа н)-1	2	2	-	메탄올과 에탄올	"	25,000	5,000	-	5,000	2,000	연료 생산량은 아오지 공장의 경우에만 표시되어 있음.
					윤활유		10,000	35,000				
					석탄 연료		50,000	42,000				
					포르말린		확정 안 됨.	확정 안 됨.				
					우로트로핀		확정 안 됨.	확정 안 됨.				
석유증류 공장	원산	1	1	보조 작업장 작업	직접 증류한 벤진	"					700	태평양함대가 관리하는 공장의 석유제품 생산량은 가공되는 원유의 총량에 따라 표시되어 있다.
					등유							
					디젤 연료		18,000	15,000	-			
					윤활유		-	-	-			
					정제 알콜		-	1,600	1,500			
					세탁비누		-	450	300			
					코크스		-	-	1,500			
파라핀 조	개	-	-	300,000	-							
주정 공장	평양-1 원산-1	2	2	2	정제 알콜	[관독 불가]	[관독불가]	3,600	2,800	270	250	[관독불가]

IV. 석탄 가스화를 기반으로 하는 탄소하나 산업에 대한 해설

로동신문에 2016년 12월부터 2017년 1월까지 5회로 연재된 김일성종합대학 강좌장(필자: 학장) 김태문 교수의 해설이 주목을 끌고 있다.³⁶⁾ 북한의 탄소하나 화학은 앞 장에서 설명한 일제시기 인조석유기술개발을 주도한 오시마 교수나 요나이 해군상이 설명한 석탄의 건류, 가스화를 기반으로 하고 있고, 1930년대에 비하여 상당한 진전을 이룬 것으로 분석된다. 최근 북한에서는 비날론뿐만 아니라 특히 제철소에서 폐가스를 재활용하는 기술이나 발전소에서 착화유를 석탄에서 생산하는 기술 등을 독자적으로 개발한 것으로 평가된다. 한국전쟁과 고난의 행군 시기 상당부분 파괴가 되었다는 점에서 전면적으로 재건한 시설이 많은 것으로 추정이 된다. 북한은 탄소하나산업이 많은 발전을 했다고 치더라도, 김정은 시대의 탄소하나 산업이 일제의 석탄화학을 기반으로 하고 있고, 1940년대 비하여 석탄의 건류와 가스화가 상당한 수준으로 발전했다고 분석할 수 있다. 이하에 나오는 로동신문 등과 비교해보면, 수소첨가법에 기반하여 아오지에 건설된 설비방식은 김정은 시대 북한 언론에 보도되지 않고 있다. 김일성 시기 아오지 방식의 석탄화학 산업의 재건을 강조하였지만, 기술자료가 제한적으로 공개되고 있어 북한 기술 수준을 이해한 데 어려움이 있다. 공식매체의 보도로 추측해보면 수소첨가법의 기술개발보다는 건류와 가스화 방법을 중심으로 탄소하나 화학을 육성하고 있는 듯하다.

1. 정의

로동신문에 탄소하나 화학산업이란 석탄, 기름돌 등을 건류, 액화, 가스화 공정과 촉매(특히 철과 니켈 등)를 통하여 휘발유 등 다양한 유기화합물을 합성하는 공정을 의미한다. 해방 이후부터 김일성은 석유화학의 발전을 반대하고

36) 로동신문과 조선중앙통신은 공식매체이면서, 일반 인민대중을 상대로 하고 있다. 따라서 북한에서 탄소하나 산업은 일반 주민을 대상으로 광범위하게 교육되는 것으로 추정된다.

석탄화학을 기반으로 하는 화학산업을 발전시킬 것을 주장하였다. 특히 김일성은 1970년 2차례의 석유위기 시기 전 세계 원유공급과 수송망을 장악하고 있는 미국의 세력권에 편입되는 것을 우려하여 모든 원료, 연료, 설비의 국산화를 강조하였다.³⁷⁾

탄소하나 화학에 대한 북한에서 최초 문건은 1991년 12월 천리마에서 김정일이 강조했다는 내용으로 김정은의 탄소하나의 정의와 동일하다.

“수학, 물리학, 화학, 생물학을 비롯한 기초과학을 발전시켜 그것이 나라의 과학기술을 발전시키는데 더 잘 이바지하도록 하여야 한다. 탄소하나화학이란 탄소원자가 1개로 된 물질인 일산화탄소나 메탄올 그리고 메탄과 같은 화합물로부터 여러가지 화학제품들을 만들어내는 기술을 말한다. 공업적으로는 석탄이나 천연가스에서 일산화탄소와 수소가 혼합된 합성가스를 뽑아내고 이것을 여러가지로 가공하여 에틸렌글리콜, 에타놀, 초산, 탄화수소 등 유기화학제품을 만들어내는 기술공정이다. 이런 유기화합물은 석유로 만들어 냈지만, 원유자원이 제한이 있다.

1913년 메탄올을 합성하여 공업화하였고, 이후 일산화탄소와 수소의 합성가스를 이용하여 인조석유를 생산했다. 더불어 원유에서 생산하던 아닐론을 비롯한 화학섬유와 합성고무, 폴리에틸렌수지 등을 석탄이나 천연가스에서 생산되고 있다.”³⁸⁾

이러한 김일성, 김정일, 김정은의 석탄화학산업을 위한 강조는 동일한 방식이다. 김정은도 역시 “인민경제의 자립성과 주체성을 보장하는 데서 중핵적인 문제는 원료와 연료, 설비의 국산화”를 강조하고 있다. 김정은은 탄소하나 화학산업을 대하여 “전략수행기간 석탄가스화에 의한 탄소하나화학공업을 창설하고 갈탄을 이용하는 석탄 건류공정을 꾸리며 회망초(灰芒硝)를 출발원료로 하는 탄산소다공업을 완비하여 메탄올과 합성연유, 합성수지를 비롯한 화학제

37) 김태문, “탄소하나화학공업에 대하여(1): 탄소하나화학공업에 대한 리해.” 『로동신문』 2016년 12월 4일.
38) 김용현, “탄소하나 화학이란.” 『천리마』, 12월호, 1991.

품생산의 주체화를 높은 수준에서 실현하여야 합니다.”고 했다.³⁹⁾

탄소하나 화학의 개발은 세계적 추세이다. 유기화학은 원유나 천연가스를 원료로 하여 에틸렌이나 프로필렌 등의 원료를 생산하고 있다. 그러나 원유나 천연가스는 매장량이 한계가 있기 때문에, 석탄, 기름돌 등을 이용하여 탄소 화합을 생산하고 있다. 이러한 화합물로는 일산화탄소, 탄산가스, 메탄, 메탄올, 포름알데히드 등이 있다. 이런 화합물 분자는 모두 탄소원자를 하나씩만 가지고 있어서 탄소하나 화합물이라고 한다. 이들 탄소하나에 탄소를 붙여서 탄소 2개 또는 그 이상의 탄소 X개를 가진 유기화합물이나 고분자화합물을 합성할 수 있다. 예를 들어, 탄소하나(C1)이 들어있는 일산화탄소와 수소를 촉매를 이용하여 반응을 시키면 휘발유가 된다. 탄소하나를 가진 화합물에서 가스화 공정과 촉매를 이용하여 복잡한 화합물을 합성하는 합성화학이 연구되고 있다. 이런 합성화학에서 핵심 물질이 석탄에서 생산한 탄소하나이므로 이를 ‘탄소하나 화학’이라고 정의하고 있다. 이처럼 탄소하나 화학은 일산화탄소, 메탄올과 같이 분자안에 한개의 탄소를 가지고 있는 화합물로부터 2개 이상의 탄소를 가진 유기화합물을 만드는 합성화학이다.⁴⁰⁾

1975년 “탄소수 1의 화학”라는 특집연구가 나오면서, 탄소하나 화학이라는 용어가 처음으로 사용되었다. 20세기 초 일산화탄소를 이용한 유기합성화학은 석탄화학공업에서 개발되었다. 그 당시 일산화탄소와 수소를 합성하여 메탄올과 휘발유 등을 생산하는 기술이 공업화되었다. 그러나 원유가 광범위하게 공급되면서, 현재는 일부 국가에서만 제한적으로 석탄화학 연구를 진행하고 있다. 즉 원유는 처리하기 쉽다는 점에서 화학공업의 가장 적합한 원료로 되었다. 그러나 1970년대 두 차례의 원유위기를 겪으며 세계 화학공업은 원료문제에서 심각한 도전에 부딪치게 되었다. 세계적으로 원유자원이 고갈되어 가고 화학공업원료에 대한 수요가 증가하면서 화학공업의 기본원료원천으로 되어온 원유를 대신하는 석탄과 기름돌 등을 다시 주목하게 된 것이다. 현재 석유와

39) 김태문, “탄소하나화학공업에 대하여(1): 탄소하나화학공업에 대한 리해.”

40) 김태문, 앞의 글.

천연가스 채취상태로 볼 때 매장량이 50년 정도이지만, 석탄을 화학공업에서 이용할수 있는 기간은 250년 이상이다.⁴¹⁾

2. 석탄 가스화와 촉매화학의 역사

석탄이나 기름돌(유혈암, 셰일) 등을 석유로 합성하거나 화학공업의 원료로 사용하려며, 가스화 공정을 거쳐 다양한 촉매를 사용해야 한다. 이러한 유기화학물의 합성방법을 탄소하나 화학산업이라고 정의한다. 인간은 오래전부터 농산물, 목재 등 천연 유기화합물을 원료로 하고, 이런 원료를 발효와 건류 등의 방법으로 유기화합물을 생산하였다.

19세기 후반기부터 유기화학공업은 석탄과 타르를 원료로 이용하여 유기화학물을 새로운 방법으로 합성했다. 그 시기부터 서유럽을 중심으로 일산화탄소와 수소로부터 다양한 유기화합물들을 합성하기 위한 연구개발이 이루어졌다. 1918년 독일에서 메탄올의 합성에 대한 연구가 성공되었고 1923년 공업화에 성공했다. 메탄올 합성을 기반으로 1936년 휘발유의 대량 생산이 시작되었다. 1930-41년, 일산화탄소를 이용하는 유기화합물 합성이 매우 발전하였다. 당시 탄소하나 화학의 기본이 되는 석탄 가스화 공정에서 메탄올 생산과 초산으로의 합성은 핵심 연구였다.

메탄올에서 초산을 합성하는 기술은 1941년 바스프법이 개발되어 1960년 공업화되었다. 이후 바스프법의 결함을 극복하는 합성기술로서 로디움 촉매를 이용한 몬산토법이 개발되었다. 로디움 촉매는 생산량이 적고 값이 비싸기 때문에, 그 이후 로디움 촉매를 대체하여 이리디움 촉매가 개발되었고, 1980년 이후에는 니켈 촉매가 연구되었다.⁴²⁾

1970년 메탄올로부터 초산비닐을 합성하는 공정이, 1974년 메탄올로부터 프로피온산을 합성하는 공정이, 1983년 초산합성 과정에 생산되는 부생성물로

41) 김태문, 위의 글.

42) 김태문, "탄소하나화학공업에 대하여(2): 탄소하나화학공업의 역사." 『로동신문』 2017년 1월 8일.

부터 초산무수물을 합성하는 공정이 건설되어, 메탄올로부터 저급올레핀(에틸렌, 프로필렌과 부틸렌)을 제조하는 공정도 확립되었다.

메탄올에서 포름알데히드로의 합성기술은 여러 국가에서 공업화되었고, 최근 포름알데히드를 정제하여 폴리포름알데히드수지를 합성하는 것도 공업화되었다. 가스화에서 생산된 메탄올을 이용하여 휘발유를 제조하는 공정(MTG)이 1983년에 건설되었고, 최근 합성가스에서 직접 휘발유를 생산하는 공업화가 시작되었다. 1985년 합성가스로부터 직접 에틸렌글리콜과 글리세린을 합성하는 기술의 공업화가 성공되었다. 탄산가스에서 메탄올 합성 연구는 지구온난화 문제와 관련하여 중요한 의의가 있다. 1980년대부터 시작된 탄산가스에서 메탄올 합성 연구는 현재 일산화탄소로부터의 메탄올 합성 기수로 발전하였다. 여기에서 특히 액상착체 촉매가 주목되고 있다. 그외 메틸아민, 할로겐화합물 등 다양한 화합물들이 C1화학에 기초하여 공업적으로 생산되고 있으며 규모가 확대되고 합성 생산물 종류도 다양해지고 있다. C1 화학의 획기적인 합성법이 개발되면서 연료와 다양한 화학제품이 생산되고 있다.⁴³⁾

3. 가스화를 통한 원료, 연료, 설비의 국산화

김일성은 “인민경제의 자립성과 주체성을 보장하는 데서 중핵적인 문제는 원료와 연료, 설비의 국산화를 실현하는 것입니다.”라고 강조하였다. 석탄에서 일산화탄소(CO)와 수소를 가스화하여 핵심원료인 합성가스를 생산하는 것이다. 전세계 약 70가지 종류의 석탄가스화 공정이 개발되어 있다.

그 외 밀폐식 카바이드로에서 나오는 가스(일산화탄소와 탄산가스), 용광로와 전기로에서 나오는 폐가스도 원료로 활용하고 있다. 최근 제철소 등에서 발생하는 공업 부산물이나 오염물질로 간주되는 용광로나 전기로의 폐가스 등을 재활용하여, 메틸알콜, 에틸알콜, 초산 등 유기화합물을 생산하고 있다. 대

43) 김태문, 위의 글.

표적인 생산물은 연유(휘발유, 디젤유), 초산과 그 유도체, 에타놀을 비롯한 저급알콜, 에틸렌글리콜과 글리세린을 비롯한 다가알콜, 개미산과 그 유도체, 에틸렌과 프로필렌을 비롯한 저급올레핀, 벤졸과 톨루올을 비롯한 방향족탄화수소, 고급파라핀, 연료첨가제, 히드록시산과 그 유도체 등이 있다. C1 화학산업의 핵심은 석탄을 가스화 공정으로 합성가스를 생산하여 탄화수소를 합성하는 것으로, 다양한 촉매제를 이용하여 화학제품을 생산하는 것이다.⁴⁴⁾

4. 가스화 공정의 독자 기술개발과 공업화

북한은 가스화 공정을 통하여 유기화학의 핵심이 되는 에탄올과 메탄올을 생산하고 있다. 1923년, 일산화탄소와 수소를 반응시켜 탄화수소를 합성하는 반응은 독일의 피셔(피셔)와 트롭슈(트로프)가 발명하였다. 이 반응에 의하여 포화탄화수소와 산소를 포함하는 다양한 유기화합물을 생산할 수 있다.

1918년 합성가스에서 메탄올로의 합성방법이 최초로 개발되었다. 석탄가스화 공정에서 저온 저압 공정으로 메탄올 합성기술을 개선하여 생산원가를 낮추고 석탄소비량을 줄이는 연구를 진행하고 있다. 즉 가스화 공정에서 합성설비 대규모화와 다양한 촉매의 개발이 핵심사안인 것이다.⁴⁵⁾

석탄 합성가스로부터 탄소수가 각각 다른 알코올을 합성하고 있다. 탄소수가 1부터 5까지의 알코올들은 휘발유첨가제로 사용되고 있고, 석탄으로부터 직접 휘발유를 얻는 공정도 소유하고 있다. 이 공정에서는 피셔-트로프 합성법과 메타놀로부터 휘발유를 얻는 모빌법의 단점을 극복하고, 북한은 두 방법의 장점만을 살린 직접법을 개발하였다고 주장하고 있다.

그리고 메틸 3급 부틸에테르를 합성하고 있는데 휘발유첨가제이면서 그 자체로 내연기관 연료로 사용하고 있다. 1985년 합성가스로부터 직접 에틸렌글

44) 김태문, “탄소하나화학공업에 대하여(3): 탄소하나화학공업의 원료원천.” 『로동신문』 2017년 1월 22일.

45) 김태문, “탄소하나화학공업에 대하여(4): 합성가스로부터 직접 만들수 있는 화학제품들.” 『로동신문』 2017년 1월 29일.

리콜과 글리세린을 합성 기술이 공업화되었다. 또한 옥소합성으로 올레핀에 합성가스를 작용시켜 탄소수가 1 개 더 많은 알데히드를 생산하고 있다. 알데히드로부터 고급알콜을 만들어 가소제, 계면활성제 등 다양한 유기화학제품을 생산하고 있다. 이와 더불어 염화비닐과 같은 할로겐화합물, 메틸아민 등도 공업 생산하고 있다.⁴⁶⁾

5. 메탄올 기반의 화학상품: 섬유, 수지, 농약, 의약품, 휘발유 등

북한은 석탄에서 추출한 메탄올을 용매로 섬유, 수지, 농약, 의약품, 휘발유 등 다양한 유기화학제품을 합성하고 있다. 메탄올 기반의 화학제품은 초산과 그 유도체, 탄소수가 2 부터 4 까지의 저급 올레핀, 방향족 탄화수소, 디메틸 에테르, 메틸 3 급 부틸에테르, 포름알데히드, 합성휘발유, 에탄올 등이 있다. 메탄올에서 초산을 합성하여, 초산으로 비날론과 같은 합성섬유, 농약, 칠감용 매 등의 생산하고 있다. 일반적으로 원유에서 초산이나 카바이드를 추출하고 있지만, 북한은 석탄에 의존하고 있다. 또한 메탄올에서 저급올레핀과 방향족 탄화수소를 합성하고 있다. 저급올레핀에 속하는 에틸렌과 프로필렌은 석유화학공업의 출발물질로서 폴리에틸렌과 폴리프로필렌, 아크릴산, 아닐론, 스티롤, 염화비닐수지 등을 합성하고 있다. 벤졸과 톨루올, 크실롤과 같은 방향족탄화수소로 농약이나 물감, 합성섬유, 페놀 등을 합성하고 있다. 북한은 방향족탄화수소의 대량생산을 목표로 하고 있다.⁴⁷⁾

메탄올로부터 디메틸에테르와 메틸 3 급 부틸에테르를 합성하고 있다. 디메틸에테르는 내연기관의 연료 화합물이며, 메틸 3 급 부틸에테르는 휘발유 첨가제이며, 내연기관의 연료로도 사용할 수 있다. 메탄올에서 포름알데히드를 생산하는 기술은 많은 국가에서 공업화되어 있고, 최근 북한에서도 포름알데히드

46) 김태문, 위의 글.

47) 김태문, "탄소하나화학공업에 대하여(5): 메타놀로부터 만들수 있는 화학제품들." 『로동신문』 2017년 2월 12일.

를 좀더 정제하여 폴리포름알데히드수지를 생산하고 있다. 에너지문제와 관련하여 메탄올로부터 MTG공정 공업화를 통하여 휘발유를 생산하고 있다.⁴⁸⁾

V. 결론

일부 국내 국책기관과 언론은 국제사회의 대북제재로 인하여 심각한 타격을 입었다고 주장하기도 하지만, 이와 반대로 앞에 제시한 북한의 경제연구소는 북한 경제가 어느 정도 안정되어 있다는 주장도 있다. 북한 경제에 대한 통계가 공개되지 않아서 여전히 논쟁적이기는 하지만, 제재에도 불구하고 북한경제는 쌀, 휘발유, 환율 등의 기본 지표는 유지되고 있다. 유엔 결의의 석탄 금수와 석유 금수는 상보적 관계이며, 실제로 2018년 김정은 신년사 등 북한당국은 여전히 석탄이 부족하며 석탄 증산을 독려하고 있는 상황이다. 즉 석탄을 해외에 수출을 하지 못하고 있는데도 불구하고, 석유를 대체하기 위하여 북한당국은 지속적으로 석탄 증산을 요구하고 있는 것이다. 대부분 국가는 탄소화합물을 석유를 분해하여 얻는데 비하여, 북한은 석탄을 액화 혹은 가스화 과정에서 촉매를 이용하여 탄소 화합물을 생산해 내고 있다. 김정은 시기 이를 ‘탄소하나 화학’을 전략산업으로 주목하고 있다.

탄소하나 산업은 19세기 말부터 유럽에서 발전시켰고, 북한 지역은 일제시기 아오지, 흥남비료공장 등에서 일본군이 사용할 많은 항공유, 휘발유 등을 생산해 냈다. 해방후, 원유 입수가 제한적이었던 북한은 김일성의 지시에 따라서 지속적으로 석탄화학을 발전시켰다. 고난의 행군 시기 이후, 국내 산업이 붕괴되면서 물자는 해외에 의존했다. 그러나 김정은 시기 국산화가 강조되면서 원료, 연료, 설비의 국산화가 진행되고 있다. 전력과 발전, 탄광, 제철 등 모든 산업분야에서 가스화 공정을 설치하여 연료와 원료가 석탄과 기름들에서 추출한 탄소하나 화합물, 특히 메탄올에 기반하여 복합 탄소합성물을 생산하고 있

48) 김태문, 위의 글.

다. 이는 국제사회의 제재에 북한산업이 적응한 결과이다. 즉 2017년 유엔안보리의 석탄과 석유 제재가 강화되었지만, 북한 물가가 일정정도 유지되고 있는 동력이 되고 있는 것이다. 이는 제2차대전 당시 나치 독일과 일제와 유사한 방식이며, 흑백차별 문제로 영국과 미국의 석유 제재를 받던 남아프리카공화국이 선택한 산업전략과 유사하다.

김정은 시기 석탄화학을 대규모화 하면서, 국제사회의 석유 제재에 대비하였다. 즉 제재의 역설로 현재 북한 경제는 일정한 성장을 하고 있는데, 경제성장의 원동력은 원유를 대체한 석탄화학, 즉 탄소하나 산업이다.

참고문헌

- 김용현, “탄소하나 화학이란.” 『천리마』 12월호, 1991.
- 김지영, “사회과학원 경제연구소 김철 소장(평양, 인터뷰): 조선이 쇠퇴가 아닌 상승의 길을 걷는 이유.” 『조선일보』 2018년 1월 5일. <http://www.korea-np.co.jp>(검색일:2018.3.16).
- _____, “조선에서의 탄소하나화학공업의 창설, 김화식 화학공업성 부상 인터뷰.” 『조선일보』 2017년 11월 20일. <http://www.korea-np.co.jp>(검색일:2018.3.16.).
- 김태문, “탄소하나화학공업에 대하여(1): 탄소하나화학공업에 대한 리해.” 『로동신문』 2016년 12월 4일.
- _____, “탄소하나화학공업에 대하여(2): 탄소하나화학공업의 역사.” 『로동신문』 2017년 1월 8일.
- _____, “탄소하나화학공업에 대하여(3): 탄소하나화학공업의 원료원천.” 『로동신문』 2017년 1월 22일.
- _____, “탄소하나화학공업에 대하여(4): 합성가스로부터 직접 만들수 있는 화학제품들.” 『로동신문』 2017년 1월 29일
- _____, “탄소하나화학공업에 대하여(5): 메타놀로부터 만들수 있는 화학제품들.” 『로동신문』 2017년 2월 12일.
- 류병수 연출, “탄소하나화학공업과 인민생활(과학영화).” 조선기록과학영화촬영소, 2017.
- “液体燃料自給自足近く完成を見ん人造石油事業採算化 : 衆議院予算総会 米内海相答弁,” 『大阪毎日新聞』, 1939(昭和14), 3, 21.
- 金城徳幸, 宮寺博, 柿本雅明, 『エネルギー環境分野の技術潮流:石炭液化技術の経緯と発展 (Technology Trend in Energy and Environment: History of Coal Liquefaction Technology), 2008.
- ABIP, ф.0480, on.2, n.2, д.7, лл.1-179.
- 福田恵介, 「北朝鮮への経済制裁」現地で見えた真の影響: 現地エコノミストが明かす変化と経済の展望, https://toyokeizai.net/articles/amp/210637?page=3&fbclid=IwAR0oyjNWLWjeJ5ClqlvPoX_GPpicSiJIh2YgiS-Bao5qQCB28xfBaWjFM-U(검색일: 2018.11.3.).
- “북한 ‘스위스·싱가포르 모델 따라 교통허브 모색.’” <http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2018/10/29/0200000000AKR20181029130700009.HTML?input=1195m>(검색일: 2018.10.30.).
- <http://ecos.bok.or.kr/flex/EasySearch.jsp>(검색일: 2018.11.9.).

Abstract

A Study on the C1 Coal Chemistry of Kim Jong-Un Era

Jongchol Park(Professor, Gyeongsang National Univ.)

Eunlee Joung(Research Fellow, KINU)

The purpose of this study is to analyze explanations of a North Korea research institute about the C1 industry based upon coal chemistry of Kim Jong-Un era. The logic of localization of sanctions is similar from the Japanese Aggression Period through the period of Kim Il-Sung and Kim Jong-Il to the period of Kim Jong-Un.

Kim Jong-Un is emphasizing subjective economy called the localization of material and facility, and economic growth of N. Korea is being realized around coal. This is the same as the slogan that Kim Il-Sung has advocated after the liberation and Korean War or the slogan that Kim Jong-Un has advocated during the N. Korean's Famine. It can be analyzed that industrial strategies of nations who do not receive crude oil under sanctions are similar. In other words, industry of N. Korea during Kim Jong-Un era adjusted to sanctions through the C1 coal chemical industry. This is a similar way as Nazi Germany and Japanese imperialism and similar to the industrial strategy South Africa has selected who faced oil sanctions of Britain and the U.S. because of apartheid.

Keywords : Crude Oil, Liquefaction, Carbonization, Gasification,
Paradox of Saction

투고일: 2018년 11월 19일, 심사일: 2018년 12월 4일, 게재확정일: 2018년 12월 17일