

남북한 신재생에너지기술 협력방안

Cooperation of New & Renewable Energy Technology between South and North Korea

김상현

(한국에너지기술연구원 책임연구원)

Summary

From the present geographical environment of Korean peninsular the Republic of Korea is worse than the an island country of Japan in the point of Northeastern Asia energy network. Therefore the energy cooperation with South and North Korea is direct connect to the Northeast Asian Energy Network.

It is most important that North Korea promotes the economics by themselves through the solving of their energy problem with South Korea.

Therefore, at the moment it is necessary to support North Korea with the cooperation of energy technologies that could be useful to set up the Northeast Asia Energy Network and which is important to form the energy system of Korean peninsular.

In this paper to importance of cooperation for energy technology and the present of economics and energy demand/supply in North Korea and energy technology of North Korea & the comparison energy technology level of the both countries and cooperation between South and North Korea is described.

1. 서론

현 정부의 국정 청사진 중에 동북아시아협력 구상은 미래지향적인 정책으로서 우리나라가 동북아시아 국가들과의 협력을 통해 물류의 중심 국가를 구현함으로 국민소득 2만 불 시대를 열겠다는 의지를 보이고 있다. 한편 지속적인 남북한간 경제협력확대를 통해 남북 쌍방의 신뢰구축과 한반도의 번영을 추구하는데 많은 노력을 기울이고 있다.

특히 남북한간 협력은 민족의 화해와 공동번영이라는 명제 외에 내실 있는 동북아협력에 있어서도 선행되어야 중요한 사항이다. 이는 동북아협력에 있어 남한이 처한 지리적인 상황이 섬나라인 일본보다 훨씬 불리한 입장에 있기 때문에 남북한협력이 동북아협력의 관건이 된다고 할 수 있다.

남북한간 협력사업 중에 에너지협력문제는 남북 쌍방의 공동이익을 구현할 수 있을 뿐 아니라 동북아시아 권역국가의 에너지자급자족과 다자간CDM(Clean Development Mechanism)의 효과를 달성할 수 있는 중요한 사안이다.

알려진 바와 같이 북한은 외화부족, 식량부족, 에너지부족 등으로 1990년 이래 1998년

까지 연속 마이너스 경제성장을 거듭해 왔다. 특히 에너지부족은 전반적인 산업활동을 위축시킴으로 수출감소, 외화부족, 민생빈곤 등 연쇄적인 어려움을 가중시키고 있다.

따라서 동북아 에너지협력이라는 큰 틀을 수립, 발전시키기 위해서는 먼저 북한이 에너지난을 극복할 수 있도록 도와주어야 한다.

본 논문에서는 남북한간 1차 에너지원의 교류 및 2차 에너지원인 전력의 교류지원을 제외한 신재생에너지에 관해 순수한 협력을 골자로 한 대안을 제시함으로써 현시점에서 참여하게 문제되고 있는 북한의 선군정책과 관련한 정치적인 배경 때문에 협력에 장애가 되고 있는 전력지원과 같은 직접적인 형태의 협력이 아닌 신재생에너지와 같은 학술적 기술교류를 통해 북한 스스로 어느 정도 에너지문제를 해결할 수 있도록 해야 한다.

2. 남북한간 에너지기술협력의 중요성

남북한간 에너지기술협력은 북한 에너지난을 극복하는데 도움이 될 뿐 아니라 온실가스배출 세계 10위국인 우리나라에도 큰 도움이 된다.

대북에너지기술교류사업은 공적협력사업의 성격이며 장기적으로는 통일비용을 절감하고 민간경협의 투자환경을 조성할 수 있는 장점과 함께 기후변화협약이 가시화될 2013년-2017년중에 남한이 이행해야할 온실가스 감축의무 부담을 북한과 공유함으로써 다자간 CDM효과를 달성할 수 있다.

금명간 참여하게 대립양상을 보이고 있는 북핵문제가 해결되고 남북간 상호 신뢰구축과 평화공동번영의 정치철학이 구현되게 되면 전력의 송전설비인프라구축과 피크타임 시 전력교환 등이 가능하고 석유, 가스, 석탄과 같은 에너지자원의 공동이용을 위한 구매, 비축에 관한 이른바 한반도 통합에너지구상의 논의가 활발하게 이루어질 것이다.

그러나 현 시점에서 남북한간 에너지기술교류협력은 화력, 소수력, 풍력에 의존하고 있는 지역단위 전력생산 및 수요상태의 북한에게 도움이 되는 실효성 있는 접근이 필요하다.

다행히 남북한 쌍방은 에너지기술개발에 많은 유사점을 지니고 있기 때문에 협력은 쉽게 이루어질 수 있다. 즉 우리나라의 대체에너지기술개발계획과 북한의 신재생에너지5개년계획은 분산형 전원공급이라는 공통점을 가지고 있다.

남한은 1988년부터 2002년까지 태양광발전기술을 비롯하여 11개 대체에너지분야에 총 2,482억원을 투입하여 기술개발을 해온 결과, 대체에너지사업은 IT, BT, NT산업과 함께 21세기 첨단 산업으로 급부상하고 있다. 용융탄산염 연료전지(MCFC)기술은 세계 3위 수준에 있으며 수소저장, 이용기술을 제외한 대부분의 기술은 선진국 대비 80% 수준의 경쟁력을 확보하고 있다. 이들 기술 중 태양열, 태양광, 바이오, 폐기물 에너지분야의 핵심기술은 실용화 내지 상용화단계에 진입해 있다.

북한에 비해 상대적으로 우위에 있는 남한의 기술력과 실제 시범사업을 통해 검증된 태양광, 태양열, 풍력 등은 북한의 신재생에너지기술개발에 상당한 도움을 줄 수 있다.

또한 북한이 주에너지원으로 이용하고 있는 석탄은 남한이 기술개발에 심혈을 기울이고 있는 CO₂, SO_x, NO_x 등 배가스 저감기술과 북한이 오래 동안 개발해 온 석탄의 액화 및 가스화 기술 등이 남북간 기술교류를 통해 상당한 실효를 거둘 수 있다.

이러한 학술적 교류 외에 북한의 심각한 연료난 해결을 위해 우리나라가 60-70년대

규격화 및 기계화생산을 성공적으로 추진했던 연탄제조기술과 고효율 연탄보일러기술을 보급하고 부수적으로 연탄가스재해방지기술을 보급은 민간기업이 참여할 수 있는 분야이다.

3. 북한 경제와 에너지 현황

1950년대에 고속성장을 기록했던 북한 경제는 60년대 이후 성장이 둔화되기 시작하여 70년대 전반 일시적으로 회복하였으나 70년대 후반부터 다시 주저앉아 침체상태가 지속되다 90년대에 들어와 더욱 악화되었다. 그러나 1999년 처음으로 6.2%의 플러스 성장을 기록한 후 서서히 회복국면을 맞이하고 있는데 이는 우리 정부의 대북경협확대와 경제악화를 극복하기 위한 북한당국의 정책변화에 기인된 것으로 본다. 그럼에도 불구하고 북한의 에너지부족은 심각한 상태에 있는 것만은 확실하다.

에너지의 공급량 감소는 북한 산업전반의 생산능력을 하락에 결정적인 영향을 미쳤다. 더욱이 북한의 산업구조가 에너지다소비형인 중공업으로 구성되어 있어 에너지부족이 경제침체의 큰 원인이 되고 있다.

북한의 에너지부족원인은 80년대 사회주의 경제권의 붕괴로 인한 수급사정의 악화와 같은 환경변화 외에 에너지지급정책으로 꾸준히 추진해 온 소위 주탄종유정책에 그 원인이 크다. 즉 석탄 의존도가 총에너지소비의 70%가 상회하는 가운데 석탄생산량의 지속적인 감소는 경제활동에 영향을 가져왔다. 석탄생산의 감소는 채탄장비의 노후화와 외화부족으로 인한 신규설비의 미도입, 탄광의 심부화, 채탄을 위한 전력부족으로 인해 1990년 23.4%의 석탄생산량이 감소한 이후 계속해서 감소하는 상황이다.

〈표 1〉 북한의 국민소득 추이(1990~2002)

(단위 : 억 달러, 달러, %)

연도	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
명목GNI											
북한(A)	231	229	211	205	212	223	214	177	126	158	168
남한(B)	2,523	2,949	3,143	3,452	4,017	4,881	5,183	4,740	3,168	4,021	4,552
(B)/(A)	10.9	12.9	14.9	16.8	18.9	21.9	24.2	26.8	25.1	25.5	27.1
1인당GNI											
북한(A)	1,142	1,115	1,013	969	992	1,034	989	811	573	714	757
남한(B)	5,886	6,810	7,183	7,811	8,998	10,823	11,380	10,307	6,742	8,581	9,628
(B)/(A)	5.2	6.1	7.1	8.1	9.1	10.5	11.5	12.7	11.9	12.0	12.7
경제성장률											
북한	-3.7	-3.5	-6.0	-4.2	-2.1	-4.1	-3.6	-6.3	-1.1	6.2	1.3
남한	9.0	9.2	5.4	5.5	8.3	8.9	6.8	5.0	-6.7	10.7	8.8

자료 : 통계청 『남북한 경제사회상 비교』

전력 생산 역시 1990년 이후 계속해서 감소하고 있다. 수력발전 및 화력발전 중심의 전력생산구조는 각기 갈수기와 동절기에 가동이 어렵고 석탄의 부족으로 정상가동이 어

려운데 전력 감소 원인이 있다. 특히 석탄화력발전은 설비의 노후화와 함께 저질탄의 대량사용으로 효율성이 크게 떨어져 시차를 두고 부분 송전을 하고 있어 제조업 분야에 결정적인 타격을 주었다.

에너지공급의 어려움은 북한의 핵심 산업인 철강, 시멘트, 화학, 비료 등 에너지다소비형 중화학공장의 가동률을 크게 감소시키는 결과를 가져왔다.

북한의 에너지공급 구성비는 석탄이 70%에 달하고 전력이 16%, 석유가 10%, 기타 4%로 되어 있다. 발전량은 1999년부터 소폭 회복되었으나 2001년의 경우, 1989년의 266.2억 kWh에 비해 24.3%나 줄어든 201.5억 kWh에 그치고 있으며 실제 발전 능력은 1/4정도로 추정되고 있다.

〈표 2〉 북한의 에너지공급 추이

구분	단위	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
석탄생산량 (전년비증감률)	만톤 %	3,315 -23.4	3,100 -6.4	2,920 -5.8	2,710 -7.2	2,540 -6.3	2,370 -6.7	2,100 -11.4	2,060 -1.9	1,860 -9.7	2,100 12.9	2,250 7.1	2,310 2.7
발전량 (전년비증감률)	억kWh %	277.4 4.2	263.0 -5.0	247.0 -6.1	221.3 -10.5	231.3 4.5	230.0 -0.4	212.7 -7.4	192.7 -9.4	169.5 -11.9	185.7 9.2	194.0 4.5	201.5 3.9
원유도입량 (전년비증감률)	만톤 %	252 n.a.	189 -25.0	152 -19.5	136 -10.5	91 -33.0	110 20.8	93.6 -14.6	50.6 -46.2	50.4 -0.4	31.7 -36.6	39.0 23.0	57.9 48.5

자료 : 한국은행, 『북한 GDP 추정결과』 각 년도

4. 북한의 에너지기술 현황과 남북한 기술수준 비교

가. 석탄의 채탄, 연소 및 배가스처리기술

북한의 석탄은 무연탄, 갈탄, 니탄이 대표적이며 특히 무연탄층이 잘 발달되어 있다. 무연탄은 5,260-7,800Kcal/kg의 높은 열량과 8.00-25.85%의 유기회분과 3.50-9.15%의 휘발분을 지닌 양호한 에너지원이며 잠재매장량이 11,740백만톤에 달하고 있다.

북한의 채탄기술 역시 상당한 수준에 와 있다. 갱내에서 지표 선착장까지 벨트콘베어 및 원격조정 감시체계 수립, 고속 굴진기와 적재운반차의 도입, 막장 강력 콘베어와 대형채탄설비의 도입, 특히 다단계 운반체계로 되어 있는 탄광들과 기술적으로 낙후한 탄광들을 종합적으로 기계화 및 자동화를 추진하는 수준이다. 다만 외화부족으로 인해 설비의 개체와 유지보수가 어렵고 아직까지 낙후된 많은 탄광은 갱목부족과 전력부족으로 석탄의 생산량이 급감하고 있다. 그럼에도 불구하고 여전히 석탄은 북한의 주요 에너지로서 역할을 할 것이며 석탄화력발전소의 발전효율 향상기술과 배가스처리기술 등은 꾸준히 연구가 진행될 것이다.

석탄을 주에너지원으로 하는 북한은 온실가스배출량이 세계평균치보다 30%가 높은 것으로 자체 평가하고 있다.¹⁾ 인구 2천2백만의 북한은 1인당 에너지소비량이 0.70TOE로 한국의 1/5 수준이지만 1인당 CO₂배출량은 7.51톤(한국 9.17톤)으로 거의 한국과 같은 양을 배출하고 있다.²⁾ 또한 열량이 낮은 저급탄 활용문제가 CCT개발을 추진하고 있는 당위성으로 지적되고 있다.

이와 관련하여 최근 북한이 개발한 CFBC는 저급석탄의 이용, 고품질의 석탄과 유류 절약, 석탄 회분을 적극 활용하는데 경제성이 있는 것으로 판단되고 있으며 특히 온실가스와 NO_x 및 분진배출 억제 등 환경친화성 기술로서 앞으로 노후 분탄 보일러는 순환유동층보일러로 교체해 나갈 계획이다.

북한은 1970년대 유동층연소(FBC)기술을 개발하여 상용화하였으며 1990년대에 들어서는 순환유동층연소(CFBC)기술을 개발, Pilot Plant 실험을 마치고 최근에 산업분야에 적용하고 있다.

북한의 유동층기술 개발현황은 1975년에는 열효율이 고정층 및 이동층 석탄연소 및 Stoker 보일러 보다 높은 5t/h규모의 저질탄 유동층연소 실증실험을 통해 증기 발생량이 평균 30%-50%를 높인 이래 10t/h급, 35t/h급 유동층보일러를 개발하였다.

현재 북한은 가용기간이 다된 210t/h 및 320t/h분탄 연소발전 보일러가 대부분으로 연소효율이 90%이하이며 공해물질 배출량도 환경기준을 초과한 것으로 평가되고 있어 북한이 20년간 연구개발한 순환유동층연소보일러(CFBC)가 수명이 다된 기존 노후보일러의 개체대상으로 부상되고 있다.

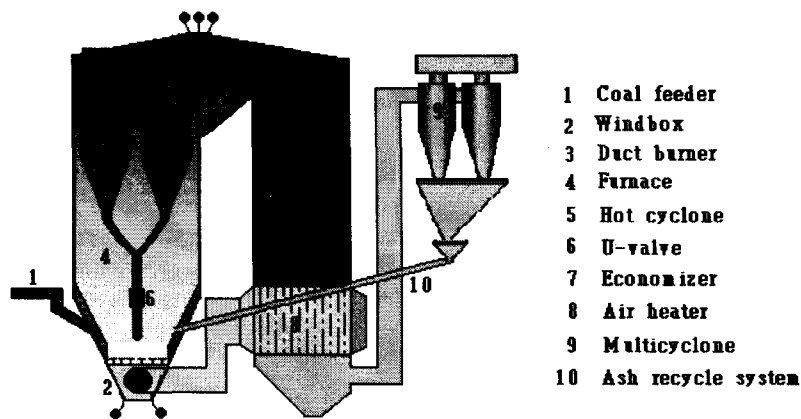
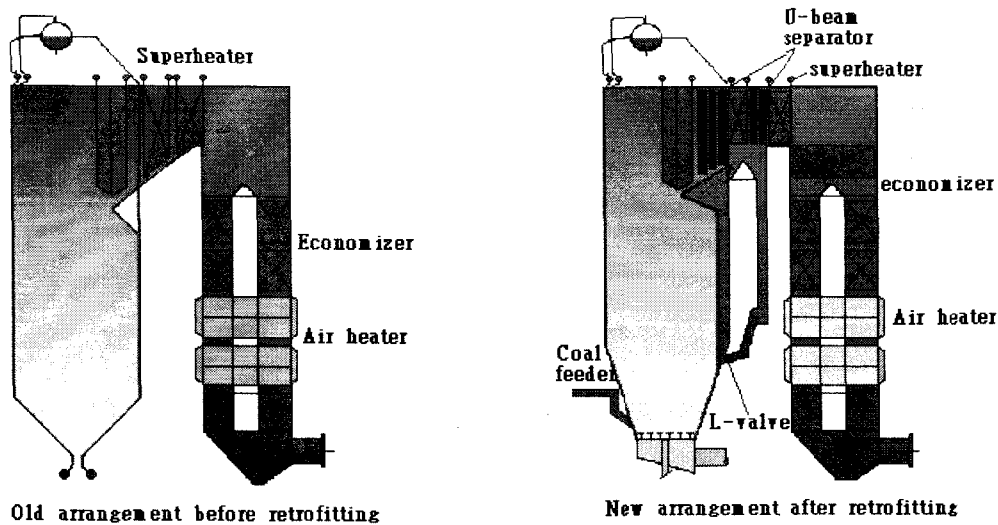


Figure 90MWth CFBC

[그림 1] 북한이 개발한 90MW급 순환유동층 연소보일러

1) 2002년 9월에 북한 과학원 열공학연구원이 발표한 “DPRK의 Clean Coal Technology 현황과 전망” 참조

2) 한국에너지정보센터 “에너지총설, 동북아 주요 에너지지표 비교” 참조



[그림 2] 210톤/시간당 분탄 보일러를 개조한 순환유동층 연소보일러

북한에서는 순환유동층 연소보일러 외에 석탄 가스화기술도 중요한 기술로 활용되고 있다. 2MWe pilot발전의 경우 지하에서 열량이 16~20MJ/Nm³, /y의 갈탄을 연간 42,000ton을 이용하여 가스를 발생한 결과 저열발열량 3.5~5.3MJ/Nm³, H₂ 13-15%, CO 8-13%, O₂ 1-1.5%, 수분 50-150g/Nm³을 얻었다.

나. 풍력발전기술

풍력발전은 현재 기술을 기준해보면 대체에너지원 중에 자장 경제성이 높은 에너지원이다. 최근 북한이 상당한 관심을 갖는 분야는 풍력발전에 의한 전력개발사업이다. 현재 북한은 평양시 강서구역에 200개소, 황해남도에 190개소의 풍력발전기를 설치 운영하고 있는 것으로 추정된다. 그러나 대부분 10kWh급 미만의 소형으로 전력수급에 큰 도움을 주지 못하고 있다.

현재 50W급, 100W급, 1kW급 등 소형풍력발전기를 개발하여 북한 전 지역에 800~1,000개의 발전기를 설치하여 야간조명 및 농업용 펌프에 이용하고 있다.

4.5kW급에서 90kW급 용량의 풍력발전기는 대부분 수입제품으로 해안지역에 설치 운영하고 있다. 그러나 고르지 못한 바람의 조건과 유지기술의 낙후 때문에 수입산 풍력터빈은 기대성과에 미치지 못하고 있으며 투자부족과 최신정보의 미흡으로 많은 문제점을 안고 있다.

신재생에너지 기술개발 풍력발전기술 계획에 따르면 전기공학연구소, 기계연구소, 지리연구소와 김일성대학을 중심으로 표준형 100kW급 풍력발전기 설계와 제작을 목표로 연구 중에 있으며 대형풍력발전기 운영시 안정성 확보를 위한 연구가 추진되고 있다. 또한 풍력자원지도 편찬과 1MW시범 풍력단지 건설을 위한 최적한 장소를 선정 등 국지용 전력개발이 이루어지고 있다. 주요 연구사업은 다음과 같다.

- 풍력에너지 자원평가를 위한 컴퓨터 시뮬레이션
- 정확한 풍력 매개변수 측정방법 및 통계 자료 처리
- 터빈 날개 설계 및 제작, 날개의 복합재료

- 발전기 회전자 시스템의 견고성, 안정성 및 유연성 측정방법
- 속도제어 양식, 컴퓨터 지원 제어 시스템
- 전체 풍력터빈 시스템의 역학상의 안정성
- 특수 발전기 개발
- 격자 운전 안정성 및 개별 운전 특성
- 풍력터빈 건치방법(조립 및 결합)



북한의 10KW급 풍력발전 설치장면



제주행원에 가동중인 750KW급 풍력발전

남한은 300kW급 국산화개발에 성공했으며 2005년까지는 민간기업이 750kW급 중형 풍력발전기를 개발하고 2012년까지는 대형화하여 3MW급을 개발, 경제성을 확보할 계획이다. 현재 제주도를 비롯하여 86기(13,259kW)의 풍력발전기가 설치, 가동 중에 있는데, 이들 풍력발전기는 대부분 외국에서 도입된 것으로 평균 설비비가 1,200\$/kWh수준으로 선진국 평균 765\$/kWh에 비해 1.5배나 높기 때문에 보급이 부진한 실정이다.

고성능회전자, 증속기 및 발전유도장치, 계통연계장치의 국산화단계에서 기술자립과 고도화를 통한 풍력발전의 고부가가치산업화가 가능하다. 정부는 최근 풍력발전을 2012년까지 국내발전용량의 3.0%수준인 2,250MW까지 보급할 계획으로 대형풍력단지 조성 및 해양풍력발전시스템 개발에 주력하고 있다.

다. 태양광발전기술개발

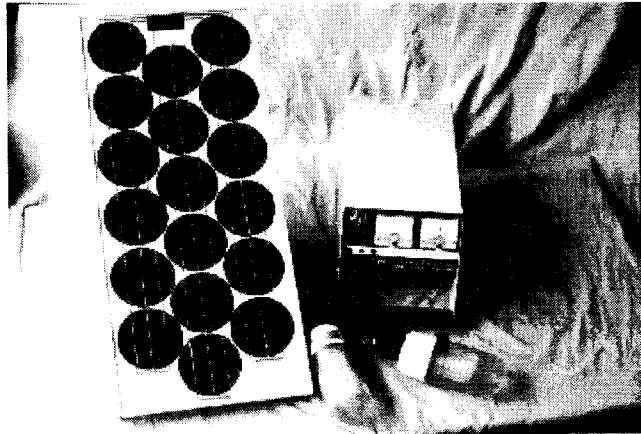
태양광발전은 태양전지(Cell)를 이용하여 전기를 생산하는 발전기술이다. 따라서 태양광발전의 핵심기술은 태양전지에 있다. 기술추이는 박막태양전지의 조기 상용화 시기가 예상되지만, 아직까지는 실리콘계 태양전지가 주류를 이루고 있다.

북한은 1980년대 후반부터 비정질 실리콘 태양전지 연구를 시작하여 20×20cm²크기의 모듈을 자체 개발하였다. 1990년대에 들어서는 단결정Si 태양전지를 개발하였으나 Si웨이퍼의 생산이 어려워 태양전지 개발은 상당기간 지체될 것으로 전망되고 있다.

북한은 전자공학연구소와 김일성대학을 중심으로 비정질 실리콘 태양전지 개발 및 1MW급 태양광발전 생산을 목표로 태양전지의 변환효율을 8%, 생산단가 2~2.5달러/Wp하여 연구를 추진하고 있으며 1MW/y 생산라인 설계와 시범사업을 통해 4만 가구

에 조명용으로 공급할 계획을 갖고 있다. 주요 연구사업은 다음과 같다.

- 광 흡수 및 스펙트럼 감응 개선
- 빛 유도 야기 담체의 발생
- 전기 충전효율 향상
- 직렬회로 저항감소



북한이 개발한 비정질 실리콘 태양전지

남한은 70년대 초부터 대학과 연구기관을 중심으로 기초연구를 시작한 이래 1988년부터 본격적인 연구를 추진하여 태양전지, 태양광발전용 연축전지 성능개선, 태양광발전용 직·교류변환장치의 핵심기술을 확보하였다. 특히 반도체기술을 바탕으로 한 단결정 실리콘(Si)태양전지(Solar Cell)은 효율 20.5%의 세계 최고수준으로 평가받고 있다. 태양광발전의 보급률을 높이기 위해 2002년부터 태양광발전에 의해 생산되는 전력에 대해 일반 화력발전소의 발전원가와의 차액을 정부가 보조해 주는 '차액보전제도'를 도입하여 보급을 촉진하고 있다.

대체에너지원별 세부추진계획에 따르면 오는 2012년까지 보급형 고효율 태양광발전시스템을 개발하여 주택 10만호와 공공건물 및 산업체 등에 총1.3GW의 태양광발전시스템을 보급할 계획이다. 현재는 광주, 대구를 Solar City로 지정하여 3kW급 주택용 태양광발전시스템을 보급하고 있다.

태양광발전시스템은 지형과, 자연환경 도시형태에 따라 선택방향이 다른데 미국에서는 독립형을 중심으로 보급하고 있으며 일본, 독일은 계통연계형이 중심을 이루고 있다.

태양광발전의 남북한 차이점은 지역단위의 전력공급시스템 형태인 북한은 독립형인 반면 우리나라는 한국전력의 기존 전력계통선에 연계하는 형태인 점이 다르지만 태양전지 기술, 제어시스템기술, 축전지 등은 남북 공히 필요한 기술로서 기술교류가 필요하다.

라. 태양열이용기술

태양열이용은 집열온도에 따라 저온분야와 중,고온분야로 분류할 수 있으며 100℃이하의 저온은 건물난방 및 급탕, 농수산분야에 이용되고 300℃이하의 중온은 건물냉난방, 산업공정열, 폐수처리 등에 이용되며 300℃이상의 고온은 열발전용으로 이용된다. .

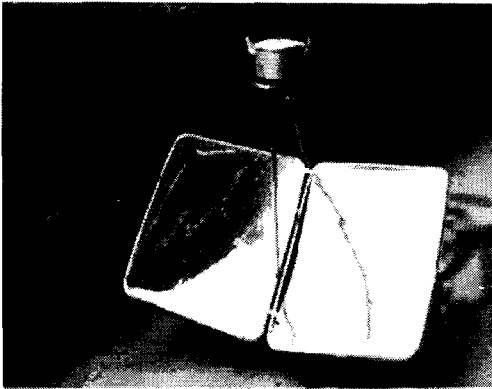
북한은 고온을 얻기 위한 집광형 태양열시스템에 대한 연구는 아직 없으며 중저온 태

양열집열기 등이 초보연구단계에 머무르고 있다.

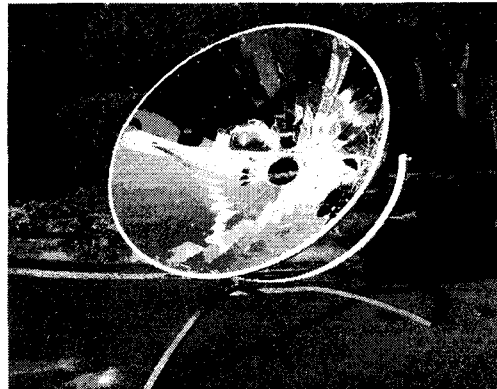
북한은 소규모이기는 하지만 1980년부터 태양열집열기를 제작하여 온수공급, 난방, 농산물 건조 등에 일부 사용하였으나 저급한 단열재, 표면 코팅재의 미개발 등으로 효율성과 내구성에 문제가 발생하였으며 투자부족과 제품의 높은 가격은 생산과 보급의 한계를 드러내 보이고 있다.

북한은 향후 5년 동안 열공학연구소와 재생에너지개발센터, 김책공대와 자연과학대학을 중심으로 고효율 저가의 태양열집열기를 개발하여 주택 및 공공시설에 이용할 계획을 가지고 있다. 주요연구사업은 다음과 같다.

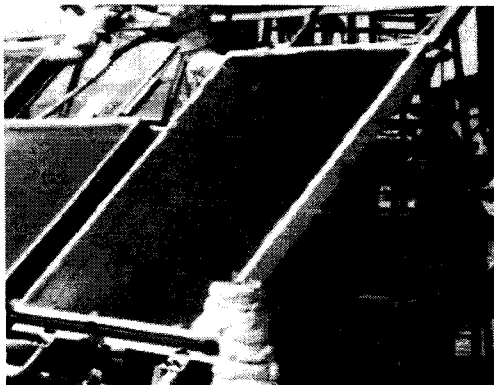
- 변환효율 40%이며 온수온도 45℃이상인 평판형집열기 개발
- 변환효율 50%이며 온수온도 100℃이상인 진공관형 태양열집열기 개발
- 바이오 가스 시스템과 결합한 태양열 난방, 조명 및 취사를 위한 표준형 태양열집열기 개발



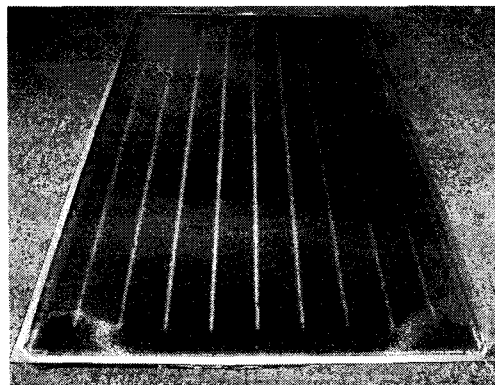
북한이 개발한 태양곤로



한국이 개발한 태양곤로



북한이 개발한 평판형 집열기



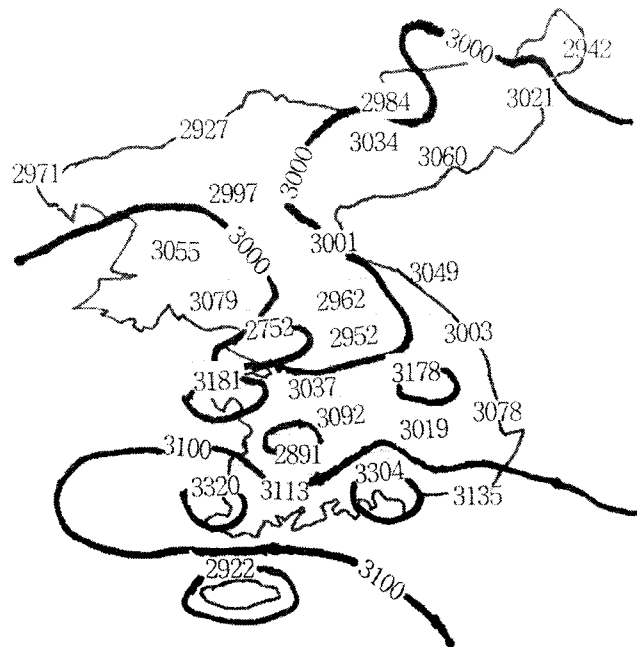
한국이 개발한 평판형 집열기

남한의 태양열산업은 90년대 초반에 본격적으로 추진되어 가정용, 골프장용, 양어장용 태양열온수기가 2001년말 현재 189천대(약128만m²)가 보급되었으며 정부의 시범사업

을 중심으로 공공건물의 난방, 급탕을 위한 태양열집열기가 보급되고 있다. 그러나 태양열산업은 국산제품의 효율, 내구성, A/S면서 취약할 뿐 아니라 타에너지와의 가격경쟁력이 미흡하여 수요창출에 어려움이 따르고 있다.

태양열산업은 남북간 기술교류 외에 우리 정부가 대북 물적지원 시 태양열 온수기 및 태양열 집열기를 지원하게 되면 수요창출에 따른 국내 태양열산업의 활성화를 기할 수 있다.

참고로 한반도의 연평균 일사량은 3,038kcal/m².day로 아래 그림과 같이 남북 큰 차이가 없기 때문에 태양열이용기기 및 시스템개발에 남북한간 직접적인 도움이 된다.



인공위성 예측을 통한 한반도 1일 수평면 일사량(kcal/m².day)

라. 바이오에너지기술

바이오에너지는 생물자원, 유기물 폐기물 등을 생물학적 또는 열화학적 전환으로 액체 연료나 기체연료를 생산하는 기술이다.

북한은 열공학연구소, 재생에너지개발센터, 김책공대가 중심이 되어서 바이오매스 소화기, 발효장치와 바이오매스 가스화 장치와 직접 연소로를 개발하고 있다. 바이오매스 소화기와 발효장치 개발의 목적은 소화기 잔유물에 의한 어류양식, 버섯재배, 유기물의 토양환원, 돼지사육 등 경제성과 효율성을 높이면서 시범 바이오매스 공장을 운전하는데 있다.

북한은 1980년 초부터 약 500개의 바이오매스 소화장치를 지방에 건설하여 농가에서 이용하고 있으며 서해안지역의 여러 지방에 120kW규모의 쌀겨가스화기를 보급 이용하

고 있다. 그러나 아직까지는 쌀겨를 사용하는 가스화장치 외에 여타 농업부산물을 사용하는 가스화 장치는 없다. 특히 열공학연구소는 농업폐기물 및 폐 목재를 이용하여 연료 생산용량이 시간당 500m³ 와 변환효율이 65%인 바이오매스 가스화장치를 개발하고 생성가스 열량 6MJ/Nm³ 및 가정용 및 소규모 기업 용도로 바이오매스 연소로와 스토브를 개발할 계획으로 연구를 하고 있다. 바이오매스에 관한 주요연구항목은 다음과 같다.

- 바이오매스물질과 미생물의 활발한 접촉을 위한 고속 액상 발효장치 개발
- 원료공급장치 및 투입모듈의 구성요소 부분을 포함한 발효탱크설계
- 여러 운전조건과 적절한 단열재 및 열원의 선택을 위한 바이오매스 소화기의 온도 반응 계산
- 조립식 구성요소를 이용한 소화기 건설의 표준화
- 소화기 잔유물을 유기비료, 어류양식, 버섯재배, 그리고 곡물의 종자처리 이용 영향 평가
- 생성가스에서 휘발성 물질과 차의 생성을 높이면서 타르의 생성은 극소화하는 가스화공정 개발
- 장치제작요소와 최적운전조건 결정
- 타르제거를 포함한 효율적인 가스 크리닝 시스템 개발
- 낮은 배기에서 높은 연소효율을 가진 바이오매스 스토브 개발
- 담배와 다른 농산물의 건조를 위한 벽돌, 타일을 위한 바이오매스 연소 킬른 개발

남한은 70년대부터 대학과 연구기관을 중심으로 연구가 추진되어 전분질계 에탄올연료, 바이오디젤, 메탄발효 및 유기성 폐기물 메탄발효 분야에 상업화가 가능한 수준의 기술을 확보되었다.

바이오에너지 중 잠재수요가 큰 메탄가스 및 LFG이용기술과 바이오연료(바이오 디젤, 바이오 알콜)이 가장 경제성이 있는 것으로 판단, 정부는 매립지가스는 수도권, 부산, 대구, 광주 등 13개시에서 발전용량140MW규모의 메탄가스를 개발, 이용할 계획이며 최소한 2012년까지는 l당 360원 수준의 바이오디젤 개발생산과 l당 320원 수준의 바이오에탄올을 생산, 석유대체 자원으로 이용할 계획이다.

북한의 매탄가스 생산 및 이용기술에 치중한 반면 남한은 연료유 생산에 치중하고 있어 남북한 기술협력은 많은 이점이 있으며 특히 남한이 의욕을 보이고 있는 바이오연료는 석유류 연료 부족으로 어려움을 겪고 있는 북한의 대중교통에 값싼 바이오연료를 제공할 수 있는 기술로 평가되고 있다.

마. 연료전지기술

연료전지는 수소와 산소의 화학에너지를 전기화학반응에 의해 전기에너지로 변환하는 발전 장치로 전기와 열을 동시에 생산하는 기술이다.

북한의 연료전지기술은 촉매와 수소를 개발하는데 주력하고 있다. 김일성대학과 자연과학대학 등 주로 대학을 중심으로 하여 추진되고 있는 연료전지기술은 초기에 1KW 용량의 알카리 연료전지를 개발한 이후 국가 R&D그룹에서 스팀 개질 촉매기와 화학공장 등에 필요한 촉매를 개발하고 있으나 수소생산기술을 수반한 연료전지기술은 지식

집약적 기술이기 때문에 기술 잠재력이 부족한 북한의 실정은 외국의 기술이전이 필요하다.

북한의 연료전기 개발 목표는 수소제조를 위한 개질기 개발과 촉매개발, 용량6.5wt%의 수소저장합금개발, 용량 3kW의 고체폴리머 연료전지 개발에 있으며 주요연구 항목은 다음과 같다.

- 국산 수소생산 촉매기 개발(스팀개질, 부분산화, CO변환, 선택산화 촉매기)
- 고체폴리머 전해질 제조를 위한 합성기술
- 수소저장합금 생산기술

남한은 80년대 중반부터 2002년까지 총707억원을 투입하여 인산형연료전지, 용융탄산염연료전지, 고분자전해질연료전지 등을 개발하고 있다. 이 중 50kW급 인산형연료전지는 실증단계에 있으며 용융탄산염연료전지는 세계에서 세 번째로 스택기술을 보유, 금년도에 100kW급 실증Plant를 건설할 계획이다.

오는 2012년까지 연료전지를 집중적으로 개발할 계획인데 전력사업용으로 250kW-1MW급 용융탄산염연료전지 300기와 가정용으로 3kW급 연료전지시스템 10,000기를 개발, 보급할 계획이다. 특히 연료전지 자동차는 석유류 자동차에 대한 환경규제로 인해 차세대 유망 수출산업으로 급부상하게 될 전망이다.

연료전지기술은 남한이 상대적으로 기술의 우위를 점하고 있으며 향후 남북한간에 학술교류가 확대될 수 있는 차세대 에너지로 공동기술개발이 가능한 분야이다.

바. 중소수력발전기술

소수력발전은 국지적인 지역조건과 조화를 이루는 규모가 작고 시스템이 비교적 단순한 수력발전이다. 소수력발전 시설 규모는 나라마다 실정에 따라 다르나 일반적으로는 10,000kW 미만의 소규모 수력 발전을 뜻하는데 남한에서는 3,000kW미만을 소수력이라 정의하는데 반해 북한에서는 101~1,000kW의 수력발전소를 소수력발전소로 정의하고 있다.

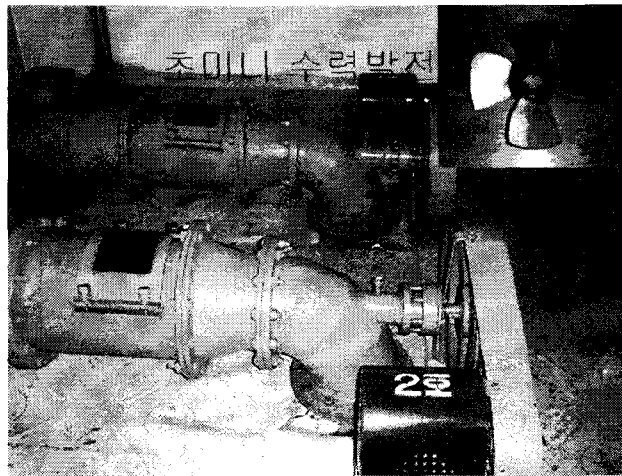
소수력발전은 설비용량, 낙차 및 발전방식에 따라서 분류하는데, 소수력을 설비용량에 따라 분류하면 Micro hydro-power (100kW 미만), Mini hydro-power (100~1,000kW) 그리고 Small hydro-power (1,000~10,000kW)로 구분한다. 낙차에 따라서 분류하면, 저 낙차(Low head, 1~20m), 중 낙차(Medium head, 20~150m) 그리고 고 낙차(High head, 150m 이상)로 구분하고 발전방식에 따라 수로식 또는 자연유하식(Run-of-river type), 댐식, 저수식(Storage type) 그리고 터널식(Tunnel type)으로 분류하고 있다. 북한에서 소수력발전은 이상의 분류에 속한 방식들이 모두 혼재되어 개발되고 있으나, 설비용량에 따라 중수력(1,001~20,000KW), 소수력(101~1,000KW), 미니수력(11~100KW), 초미니수력(10KW미만)으로 분류하고 있다.

북한의 소수력발전소는 185개있으며 소수력발전시설에 의한 전력생산량은 9만KW이다. 수차발전기 개당 평균 발전용량은 500kW미만이며 발전시스템은 낙차를 이용한 댐식, 수로식, 터널식 등이 있다. 금년에도 활발히 중소규모 발전소의 건설을 하고 있다.

북한에는 압록강과 두만강, 대동강, 청천강, 북한강, 임진강 등의 대규모하천과 2킬로미터 이상의 하천이 4,360개 있으며 이 지역의 연간 강수량은 평균 1,040mm이다. 소

수력발전 건설을 하기에 유리한 지리적 조건을 가진 곳이 많기 때문에 소수력발전소 건설을 위하여 노력을 하고 있다. 소수력발전소의 건설을 통하여 지역개발을 촉진하고 이로 인한 대체에너지 이용효과가 크다.

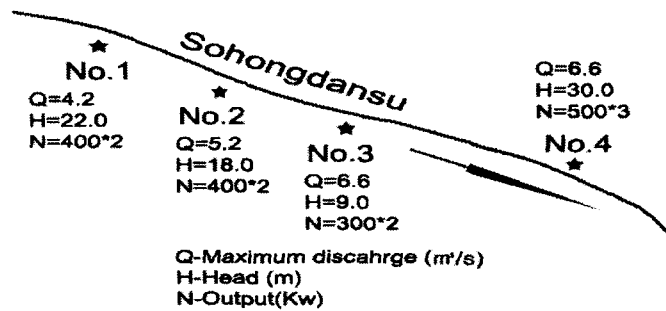
소수력발전용 수차의 개발은 북한에서는 수력연구소(HRI)에서 개발하고 있으며 일련의 수차에 대한 표준화작업을 달성하기 위해서 노력하며 보급에 힘쓰는 단계에 있다. 수량이 적고 낙차가 낮은 곳에서도 설치할 수 있는 초미니 수차의 개발도 이루어지고 있다.



[그림2-1-4] 초미니 수력발전소

남한의 현황과 비교하면, 소수력발전소시설이 2001년 기준으로 31개소 42,860KW가 보급되었으며 현재는 수 개의 시설이 추가로 건설되어 계획한대로 잘 진행된다면 2003년도 말에는 소수력발전 누적용량이 51,300KW이 될 것으로 기대하고 있다. 이러한 점을 감안하면, 북한은 남한보다 적어도 2배 이상의 시설용량을 갖추고 있다. [그림2-1-5]는 북한 태흥단 (Taehongdan)군의 한 하천에서 규모를 달리하는 중·소 수력발전소의 물 관리를 최대로 효율적으로 운영하는 다단계 저장 조를 갖춘 시스템의 통합 운영을 하는 중·소 수력발전소의 다단계 개발설계 개념을 보여준다.

소수력 발전시설을 보급 확대하기 위해서는 수차의 자국 생산 개발이 매우 중요하다. 북한은 소수력발전소 1개소 당 평균발전용량은 대략 500kW로 추산되는 반면 한국은 1,400kW이다. 북한의 소수력발전소 개당 평균발전용량이 작은 것은 저 낙차용 수차를 개발하여 이용하기 때문이다.



[그림2-1-5] 대흥단 군의 다단식 소수력발전소

5. 남북한간 협력방안(결론)

남한이 연료전지, 석탄액화 및 가스화, 수소에너지를 신에너지로 정의하고 태양열, 태양광발전, 바이오매스, 풍력, 소수력, 지열, 해양에너지, 폐기물에너지를 재생에너지로 분류하여 총11개분야의 신재생에너지기술개발을 88년부터 추진한 이래 기술개발에 2,482억원과 보급사업에 3,826억원을 투입하여 상당한 성과를 거두었다.

반면에 앞에서 기술한바와 같이 북한은 신재생에너지 기술개발 5개년 계획을 수립, 태양광, 태양열을 이용하기 위한 태양에너지분야와 풍력분야, 바이오에너지분야 조력분야 그리고 에너지데이터구축분야 등 기술개발에 심혈을 기울이고 있다.

연구기간과 연구비의 투입, 세계유수연구기관과의 기술교류 등에 남북한이 많은 차이를 보이고는 있으나 남북한 쌍방의 계획 및 연구분야는 매우 유사한 특징을 가지고 있다. 남한이 대학과 연구기관 그리고 기업이 참여하는 경쟁체제의 기술개발 특성을 가지고 있는데 반해 북한은 연구주체가 김일성대학, 김책공대과 기계공학연구소, 전기공학연구소, 열공학연구소, 지질연구소, 수력연구소 등 정부산하의 유수 연구기관이 총 망라되어 있는 특성을 가지고 있다, 이는 북한 당국이 에너지기술개발의 중요성을 어느 정도 생각하고 있는가를 알 수 있다.

따라서 남북한간 에너지기술교류협력에 관한 가능성은 매우 높다. 특히 북한은 KEDO 경수로사업의 중단과 계속되는 북한의 전력난은 지역단위 전원공급을 위한 중소수력발전과 풍력발전과 같은 분산형 전력개발에 많은 노력을 기울일 것으로 전망된다.

남북간 신뢰회복과 군사적 긴장완화 그리고 경험확대와 같은 여건이 조성되어 전력의 남북교류, 전력망인프라구축을 위한 남북협력이 있기까지는 신재생에너지기술분야에 기술협력 및 기술교류가 자연스럽게 가장 접근하기 쉬운 분야이다. 이는 남한에는 동북아시아 에너지협력차원에서 긴요한 사항이며 북한으로서는 체계적인 남한의 앞선 기술 지원을 통해 지역에너지활성화를 기할 수 있는 장점이 있다.

최근 북한은 풍력발전에 많은 관심을 가지고 있다. 현재 390개소에 소규모 풍력발전을 통해 전력을 생산하고 있으나 대부분 그 규모가 10kW미만으로 주택의 조명수준에 머물고 있다. 북한이 현재 100kW급 풍력발전기 설계와 회전자제작 그리고 MW급 풍력발전을 운용할 타당성조사를 하고 있는 단계이기 때문에 남한과는 최적한 풍력단지 운

영을 위한 모니터링 등 공동연구가 쌍방에 도움이 될 것으로 기대된다.

태양열 및 태양광 시스템의 설계기준 및 이에 따른 설계자료로서 해당지역에 대한 최적 일사자료가 절실히 필요로 한다. 그 이유는 시스템의 경제성 확보를 위한 최적화사업은 그 목적에 적합한 태양에너지에 대한 정확한 자료가 확보되어야 성공할 수 있다. 즉, 전력공급을 위한 태양전지판과 축전지의 용량, 건물의 열부하, 적정 집열면적 등은 정확한 일사량 자료가 있어야 계산결과의 신뢰성을 유지할 수 있기 때문이다.

이와 관련하여 북한은 기상년감, 기상년보, 기상월보 등 각 관측소의 자료를 통계자료로 발간하고 있으나 아직까지 컴퓨터를 이용한 자동기상관측시스템의 도입과 같은 과학적인 접근은 이루어지지 않고 있다. 단지 1일 6회-8회의 관측자의 노장관측이 실시되고 있다. 이러한 자료는 기후 통계자료로는 이용될 수 있으나 태양에너지이용 등 신재생에너지자원의 효과적인 이용을 위해서는 미흡한 실정이다.

아래 북한지역의 일사량은 1982년 1월부터 2000년 12월까지 기간 동안 한반도 남한지방 16개소에서 한국에너지기술연구원이 실시해 온 측정자료와 북한지역 12개소에서 인공위성 모델링을 통해서 산출한 예측치이다.

분석결과 남한 주요 28개 지역에서의 수평면 전일사량은 연평균 3,059kcal/일/m²로 나타났으며 북한지역은 3,007kcal/일/m²로 큰 차이가 없는 것으로 분석되었다.

신재생에너지기술분야에서 남북의 협력방안은 학술적 성격이 보다 강하다고 할 수 있다. 따라서 먼저 협력을 위한 교두보 확보가 중요하다. 협력을 위한 교두보 확보는 남북간 과학자간의 교류를 위한 연결고리가 될 수 있으며 이는 남북간 우위기술의 평가 및 교류를 통해 한반도 경제발전에 많은 도움을 줄 수 있다. 예컨대 태양광, 풍력, 연료전지와 같은 기술은 상대적으로 남측이 앞선 것으로 예측되며 석탄의 액화 및 가스화 기술, 중소수력 등 기술은 상대적으로 북측이 앞선 것으로 예측되고 있다.

협력 교두보 확보를 위해 당장 실현 가능한 방안으로 중국 연변과기대가 주축이 되어 현재 건설 중에 있는 평양정보과학기술대학 건설과 연계하여 「남북에너지기술 협력시범사업」을 제안할 수 있다. 시범사업으로 대학설계단계에서 태양광발전 및 풍력발전에 의한 일부 전원공급을 할 수 있도록 하는 방안이다. 이를 토대로 북한 당국에 대한 협력사업 인식을 제고시키며 남북 간 에너지관련 과학자가 참여할 수 있는 연구센터를 설립할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 김상현 「남북에너지기술협력방안연구」 에너지기술연구원 2003
2. 정우진 「에너지산업의 대북한 진출방안연구」 에너지경제연구원 2001
3. 북한의 광업현황 대한광업진흥공사
4. 조덕기 「인공위성을 이용한 한반도에서의 태양에너지 이용가능성 분석에 관한 연구」 태양에너지학회 2002
5. 「증장기 대체에너지기술개발 및 보급기본계획 수립방안 연구」 산업자원부 2003
6. 「신재생에너지 기술개발 국가 5개년 계획」 북한자료

7. 「북한의 Clean Coal Technology」 북한자료
8. 「재생에너지에 의한 전력생산」 북한자료