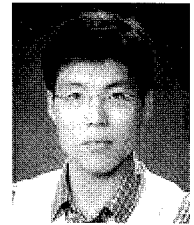


## 중국의 농공학(농업건축에너지전공)에서 연구하는 바이오 신·재생에너지 현황



장 문 기  
중국심양농업대학교 강사, 공학박사

바이오 신·재생에너지는 석유에 대체되는 에너지원으로 1973년 10월 제1차 오일쇼크와 1978년 12월 제2차 오일쇼크 이후, 석유대체에너지의 개발은 공업선진국의 초미의 일이 되었다. 바이오 신·재생에너지는 구체적으로 태양열 에너지와 태양광에너지, 수력에너지, 지열에너지, 풍력에너지, 해양에너지, 바이오매스에너지 등의 재생가능한 자연에너지이다.<sup>1)</sup> 본 고에서 중국의 바이오 신·재생에너지 중 태양열에너지와 지열에너지, 풍력에너지, 바이오매스에너지만의 연구 및 이용 현황을 소개하고자 한다.

### 1. 태양열에너지<sup>(2),3),4)</sup>

태양에너지 이용은 직접적으로 태양의 복사에너지를 열 에너지로 전화시키는 응용 기술을 의미한다. 현재까지 중국에서 연구하고 응용하는 것은 주로 태양열온수기와 태양열 주택, 태양열 주방, 태양열 건조, 태양열 해수담화, 기타 공업과 농업 응용 등이다. 2004년까지 상술한 각 응용의 이용상황은 아래 표에 표시한 것과 같다(표 1).

태양열에너지 이용은 20세기 70년대부터 시작되었다.

20세기 80년대, 에너지의 부족 인식으로 국가와 사회의 중시를 받았으며, 국내의 수많은 과학기술연구소와 고등전문학교에서 모두 태양에너지 이용 연구를 시작하였다. 평판(平板)태양열온수기와 밀폐형(悶晒)태양열온수기 제품을 위주로 일부 제조기업들이 탄생하였지만, 그 발전속도는 매우 느렸다. “75프로젝트(1985년)”부터 “105프로젝트(2005년)”의 과학 정책으로부터 많은 과학성과를 생산력으로 변화시켰다. 예를 들면, 동·알루미늄 평판(平板)태양열 집열기와 유리진공관형 태양열 집열기 및 온수기, 히트파이프식 진공관 온수기 등이다. 1996년 전까지 태양열 온수기상품은 평판형 위주였으며, 그것이 70%이상을 차지하였다. 1996년 이후 진공관형태양열온수기는 점차적으로 시장의 주도적 상품이 되었으며, 지금 그것이 87.5%이상을 차지하고 있다.

태양열온수기는 우리나라 태양에너지 이용 중 제일 광범위하고 산업화 발전속도가 제일 빠른 태양열에너지 상품이다. 우리나라에서 자체로 개발하고, 생산한 유리진공관형 태양열집열기의 과학기술수준과 제조기술, 생산규모 등은

표 1 태양열에너지 이용 현황

현황	목표	태양열 온수기 (10,000 m <sup>2</sup> )	태양열 주택 (10,000 m <sup>2</sup> )	태양열 주방 (만대)	태양열 건조	바닷물 담수화	공업 및 농업생산 응용
생산총량		1,350	-	-	시범성 장치	시범성 장치	시범성 장치
총보유량		6,200	2,000	50			

국제 선진수준에 도달하였으며, 생산단가가 매우 낮고 높은 국제경쟁력을 구비하고 있다.

국내 태양열온수기 기업은 300여개에 달하며, 연생산액은 런민비 120여억원(런민비 1원=한화 130원)에 달한다. 초보적으로 원재료가공과 상품개발 제조, 공정설계, 마케팅서비스의 산업체계가 형성되었고, 유리와 금속, 보온재료, 진공가공설비 등 연관 산업의 발전을 이끌었으며, 현재는 산업규모가 신속히 확대되는 신흥산업으로 발전되었다.

태양열온수기산업은 20세기 90년대 이후부터 급속도로 발전하였으며, 생산량은 1998년에 350 만 m<sup>2</sup>/년로부터 2004년에 1,350 만 m<sup>2</sup>/년으로 3.9배 성장하였다. 온수기의 총보유량은 1998년에 1,500 만 m<sup>2</sup>로부터 2004년에 6,200 m<sup>2</sup>로 3.9배 성장하였고, 매 주택의 점유율은 7.8%, 판매량은 런민비200여억원에 달하며, 일정한 산업

표 2 1998년~2004년 태양열온수기 총생산량과 총보유량

년 도	생 산		보 유	
	생산량 (만m <sup>2</sup> )	작년 대비 증가율(%)	보유량 (만m <sup>2</sup> )	작년 대비 증가율(%)
1998	350		1,500	
1999	500	43	2,000	33
2000	640	28	2,600	30
2001	8,200	28	3,200	23
2002	1,000	22	4,000	25
2003	1,200	20	5,000	25
2004	1,350	12.5	6,200	24

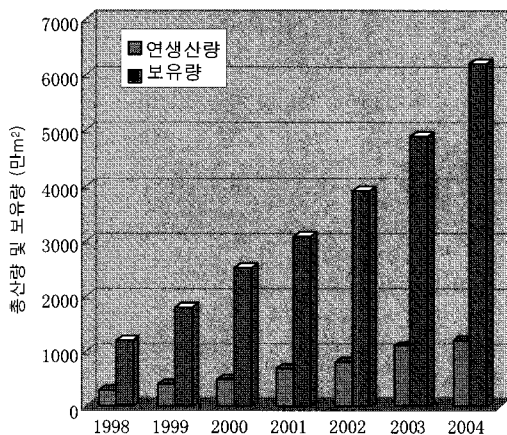


그림 1 1998년~2004년 태양열온수기 총생산량 및 총보유량의 변화

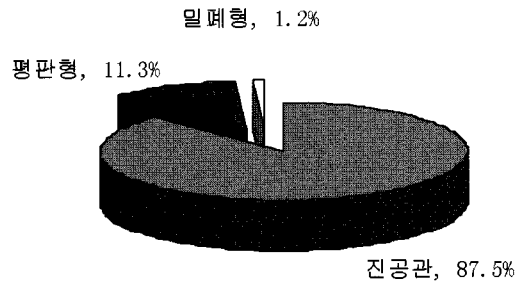


그림 2 태양열온수기 제품

규모를 형성하였다(표 2), (그림 1).

지금까지 태양열온수기 제품을 크게 진공관과 평판, 밀폐식 세 가지로 나눈다. 2004년 태양열온수기 연총생산량은 1,350 만 m<sup>2</sup>에 달한다. 그 중 진공관온수기의 생산량은 1,180 만 m<sup>2</sup>로 총생산량의 87.5%에 달하고, 평판온수기의 생산량은 152.5 만 m<sup>2</sup>로 총생산액의 11.3% 달하며, 밀폐형온수기의 생산량은 16.2 만 m<sup>2</sup>로 총생산액의 1.2%에 달한다(그림 2).

국내 자체로 연구하고 개발한 유리진공관형태양열온수기는 지금까지의 국내 주요 제품이다. 2001년 유리진공관 형태양열온수기의 총생산량은 638 만 m<sup>2</sup>로 2000년에 비해 61.1% 증가하였다. 2002년 총생산액은 855 만 m<sup>2</sup>로 2001년에 비해 34% 증가하였다. 2003년 총생산액은 1,050 만 m<sup>2</sup>로 2003년에 비해 22.8% 증가하였다. 그 중 히트파이프진공관형온수기는 약 10 만 m<sup>2</sup>에 달한다.

태양열온수기시장의 발전은 급속한 성장, 대량발전의 단계에 들어섰다. 2001년 온수기의 총판매량은 780 만 m<sup>2</sup>로 2000년에 비해 27.8% 증가하였으며, 2002년 총판매량은 960 만 m<sup>2</sup>로 같은 기간에 비해 23.1% 증가하였다. 2003년 총판매량은 1,140 만 m<sup>2</sup>로 같은 기간에 비해 18.8% 증가하였다(표 3). 국내 태양열온수기는 이미 국제시장에 들어섰으며, 이미 30여개 국가에 판매되고 있으며, 2004년 외국에 수출금액은 1,000만달러에 이른다.

태양에너지를 열 원천으로 하면 운행과 사용 비용이 기타 제품에 비해 많이 낮다. 다양한 태양열온수기상품으로 가정의 온수 수요를 만족 시켜주고 있기 때문에 가정용 태양열온수기의 시장 점유율은 계속 상승하고 있다. 2001년 3종류(가스온수기, 전기온수기, 태양열온수기)의 온수기 전국 가정 점유율은 각각 20.5%, 11.2%, 5.7%(2001년

표 3 1998년~2003년 태양열온수기 판매량

년 도	판매량 (만 m <sup>2</sup> )	전년 대비 증가율 (%)
1998	340	
1999	480	41
2000	610	27
2001	780	27.8
2002	960	23.1
2003	1,140	18.8

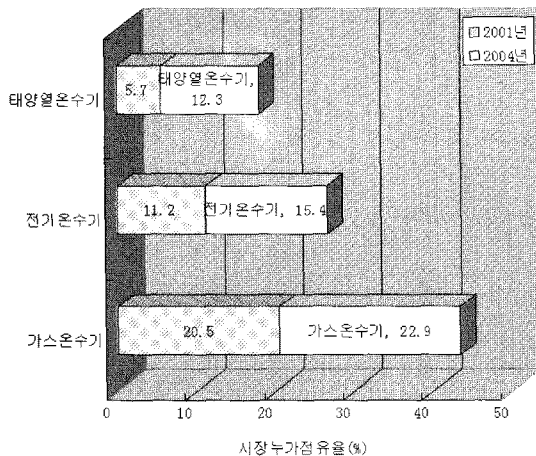


그림 3 태양열온수기 시장 점유율의 변화

의 보유량 계산)이었고, 2004년 점유율은 각각 22.9%, 15.4%, 12.3%에 달하였으며, 태양열온수기가 점점 온수기 시장을 독차지할 것으로 예측하고 있다(그림 3).

태양열온수기를 건축과 결합하는 대형화 응용은 건축에너지 절약 실현하는 중요한 방법이다. 2002년 국내 건축에너지 소모량은 총에너지 소모의 27.5%에 달한다. 이것은 4.5억톤 좌우의 석탄소비와 대등하며, 2020년에 이르러서는 건축에너지 소모는 23%~25%로 예측하고 있으며, 이것은 7.6억톤~7.9억톤의 석탄소비와 비슷하다. 2010년까지 태양열온수기의 집열면적은 1.5억 m<sup>2</sup>에 도달해 연에너지 대체량은 2,500만톤의 석탄소비와 같다. 만약 태양열온수기의 총량이 3억 m<sup>2</sup>에 도달하면 연에너지 대체량은 5,000만톤의 석탄소비와 대등하다. 태양열온수기의 대체량이 건축 총소모에너지의 6.5%좌우에 이르고, 그것이 지금의 6배에 이르는 2020년 태양에너지가 건축에너지 절약과 총에너지 수효에 큰 공헌을 할 것이다.

국가정책의 지지하에 전국 각지에서 이미 태양에너지 시

범지구가 건설되었다. 태양에너지와 건축결합은 좋은 효과를 거둬에 따라 상업화 수요도 계속 증가하고 있다. 건설중에 있는 (예를들면 학교와 호텔, 사위센터와 주민자치구 등) 태양열온수기의 설치 이용이 생활온수를 제공하는 양에 따라 증가되었으며, 공장과 일반 상점들도 모두 적극적으로 태양열온수기를 광범위하게 이용하고 있다. 태양열온수기의 대형화 응용은 지금은 시작에 지나지 않으나 큰 발전을 가져올 것이다.

태양열난방 및 냉방 기술은 이미 실용화 단계에 들어섰다. 1998년 1월, 중국과학기술학원 광주에너지연구소에서 실용형태양열냉방 및 온수기시스템을 연구하였으며, 광주강문시에서 운행에 들어갔다. 그 중 냉동용 온수온도가 65℃~75℃, 생활용온수온도가 55℃~60℃, 500 m<sup>2</sup> 고 효율평판집열기의 채용하여 100 KW급 흡수식냉동기, 600 m<sup>2</sup>의 냉방부하를 만족시키고 있다. 북경시 태양에너지연구소가 산둥성 노산시에 100 KW의 태양열냉방시스템을 제조하였으며(히트파이프진공관형집열기의 이용하여 중온 단식흡수식 냉동기). 2003년 100 KW급 태양에너지광발전과 300 KW급 태양열난방 및 냉방 등 종합시험시스템을 제조함으로써 건축물 모두 태양에너지로 전기공급과 냉방, 난방, 생활온수를 공급하였다. 본 시범항목은 태양에너지 이용과 건축물과의 결합과 태양에너지광 발전, 태양에너지광 열 종합이용에 경험자료를 제공해 줄 것이며, 태양에너지 이용의 매력을 충분히 과시하였다. 북경 천보태양에너지공업 유한회사는 북경올림픽 전문 항목 "신에너지종합이용건축연구시험"의 과제에서 진공관공기집열기가 여름철 냉풍을 만들고, 겨울철 생산된 열공기로 열환경 문제를 해결하였으며, 이후 이러한 기술들이 태양에너지와 건축결합 이용에 많은 자료들을 제공할 것이다.

## 2. 지열에너지<sup>5)</sup>

국내의 지열에너지 이용을 위한 탐측 기술 방법, 평가방법은 이미 건립되었고, 지열개발 이용 공정 탐측과 설계, 시공은 이미 상업화를 이루었다. 설비는 기본적으로 국산화를 위한 전문적인 제조공장이 있고, 검측기기는 거의 완벽하며 국산화에 이르렀다.

전국 지열개발이용규모와 기술, 경제분석연구를 개괄하면 다음과 같이 볼 수 있다. 지열발전산업은 이미 일정한

기초를 가지고 있다. 국내에 독립적인 30조와트 이상 규모의 지열발전소를 세웠으며, 하나의 기계는 10조와트에 달한다.

지열공급산업으로 이미 800 만 m<sup>2</sup>를 실현하였으며, 천진지구의 지열열공급면적이 80~100 m<sup>2</sup>에 이른다.

지열산업은 지금까지 이미 지하 5,000미터 깊이를 뚫을 공정조건과 수준을 구비하고 있다. 화북지구에서 지열탐측 3,200미터에 달하는 드릴이 15개 있으며, 전국 제일 큰 지열탐측군체를 형성하였다. 대규모적인 지열개발능력을 구비하였을 뿐만 아니라 전업화 및 규범화 방향으로 발전하고 있다.

국내 지열에너지의 빠르고 지속적인 발전과 도시화 및 국민생활의 질적 수준이 제고 됨에 따라 지열시장의 수요는 상당히 높아지고 있다. 예를들면 북방 고위도의 추운 대경지구에서 대규모적으로 지열을 개발함으로써 도시열공급을 해결하였으며, 건조한 서북 고원과 도시지구에서 고온의 광천수로 시장을 개발하여 제3차 산업을 발전시키고 국민의 생활수평을 제고하고 있다. 또한 지열온실의 시설 원예농업으로 매년 10%의 속도로 발전하고 있다.

2001년부터 2005년까지 지열발전량은 15~25조와트, 지열열공급면적 700~800 만 m<sup>2</sup>을 제공하였으며, 2006년부터 2010년까지 지열발전량은 25~50조와트, 지열열공급면적 800~1000 만 m<sup>2</sup>를 제공할 계획이다.

### 3. 풍력에너지<sup>5),6)</sup>

80년대 중반부터 90년대 중반까지 세계 풍력발전기술은 아주 빠르게 발전되었다. 국내의 풍력발전 설계와 제조기술도 성숙한 단계에 이르렀고, 그 제품도 상품화 단계에 들어섰을 뿐만 아니라 공률등급도 조와트급에 다다르고 있으며, 발전원가 경쟁력도 강해지고 있다. 1983년 산둥성에서 3대의 덴마크 Vestas 55 KW 풍력발전기를 구입하여 합병망(并网)풍력발전기술의 실험과 시범을 시작했다. 1986년 신강다반성에서 덴마크 Micon 100 KW 풍력발전기 한대를 설치하였으며, 1989년에는 덴마크 Bonus 150 KW 풍력발전기 13대를 설치하였고, 내몽골 고주일화(古朱日和)에서 미국 Windpotwer 100 KW 풍력발전기 5대를 설치하여 우리나라 풍력발전소 운영의 실험과 시범을 시작했다.

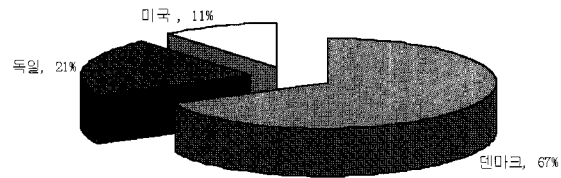


그림 4 중국의 풍력발전소 건설 외국투자 비율

1997년 말까지 우리나라 풍력발전소의 총설비용량은 166,500 KW에 달하며, 주로 신강위글족자치구와 내몽골 자치구, 광둥성, 요녕성 등 10개성과 구에 분포되어 있다. 국내의 합병망(并网)발전기술의 연구와 개발은 200 KW 급 실험단계에 처해 있으며 세계 선진기술 수준과 비교할 때 아직 차이가 크다. 특히, 자금부족으로 인하여 풍력발전소건설에 대량 투자할 수 없다. 이 방면의 시장은 거의 외국에서 차지하고 있다. 주로 덴마크(67%), 독일(21%), 미국(11%)를 차지하고 있다(그림 4). 리비아와 스위스도 소량의 시장을 갖고 있으나 아직 규모화 되지 못하고 있다. 비록 국내의 발전설비용량에 1%가량 차지하고 있지만 질적 문제로 거의 정상적으로 운행되지 못하고 있다.

국내의 풍력발전소 운영 수준은 국제 선진 수준과 비교할 때 그 수준이 매우 낮다. 내몽골 풍력발전소를 예로 들면, 1996년 풍력발전소 총설비용량은 14,475 KW, 총발전량은 2,254 KWh이며, 연평균 단위 발전기설비발전량은 1,557 kwh/kw이다. 그 종합 용량 이용률은 17.8%로 세계 선진수준의 50%좌우 밖에 되지 않는다. 여기에 관계되는 주요 인자로는 풍력자원과 발전기 운영 신뢰성, 기술 인원들의 수리능력, 발전기 발전효율, 전기망이 풍력발전량의 흡입 능력 등을 들 수 있다.

통계에 따르면 지금까지 국내 풍력발전의 원가는 0.42~0.72 원/kwh이다. 정부의 우대정책과 보조가 없는 전제하에서 화력발전소와 경쟁할 수 조차 없으며, 상업화를 위한 개발 조건도 구비하지 못하고 있다.

우리나라는 약 10년의 시간을 들여 풍력발전기의 총설비용량이 166.5 MW수준에 도달 하였으며, 총투자액이 린민비 17.5 억원에 이르고, 종합단위투자가 1.05 만원 /KW에 달한다. 그 중 외자(주로 외국 정부대출을 이용)가 약 8,500 만달러로 총투자액의 41%를 차지하고 있다. 국내투자는 약 10.4 억원으로 총투자액의 59%를 차지하고 있다(그림 5).

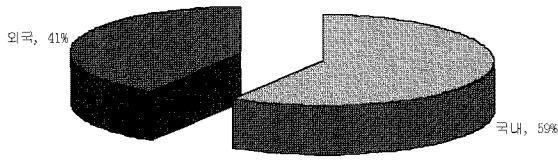


그림 5 중국 풍력에너지 총투자액비

오늘까지 국내 합병망(并网)풍력발전기술의 연구 투입은 주요하게 국가계획위원회와 국가과학기술위원회의 중점 정책에서 나온다. “75프로젝트(1985년부터 1990년까지)”기간 약 300만원을 투입하고, “85프로젝트(1990년부터 1995년까지)”기간에 런민비 700만원을 투입했으며, “75프로젝트”기간에 비해 2.3배 증가하였다. “95프로젝트(1995년부터 2000년까지)”기간에 약 2,000만원을 투입하였으며, “85프로젝트”기간에 비해 2.86배 증가하였다. 이 기간 실제 약 1,000만원을 투입하였으며, 풍력발전소건설 총투입 17.5억원의 0.57%를 차지한다.

“75프로젝트”기간부터 풍력발전소 건설에 나섰으며 8년의 노력을 거쳐 19개의 풍력발전소를 건설하였다. 총설비용량이 166.5 MW의 수준에 도달하였으며, 전국 발전소 총용량의 0.07%를 차지하고 있다. 1996년 새로이 설비용량을 22,350 KW 증가함으로 이것은 “85”년 평균설비용량의 3.5배이다. 1997년에 새로이 설비용량을 108,800 KW 증가함으로서 이것은 1996년 용량의 4.87배에 이른다. 국내 내륙에 위치하고 있는 신강과 내몽골 풍력발전소가 용량면에서 우수하며, 기계효율은 전국 용량의 62%를 차지한다. 연해지구의 광둥, 요녕, 절강이 그 뒤를 따르고 있으며, 전국 용량의 28%를 차지한다. 해남과 하북, 감숙, 복건, 산둥, 길림 등에서도 풍력에너지 개발을 이미 시작하고 있다. 국내의 풍력발전소의 운행관리 수준과 국제 선진 수준과의 차이가 너무 크며, 종합용량계수는 20%도 되지 않는다.

대규모풍력발전에 대해서 1995년초 국가계획위원회와 경제무역위원회, 과학기술위원회가 『중국 신에너지와 재생에너지 발전요강(1996-2010)』을 발표하였으며, “승풍계획”, “쌍가공정”(双加工程)이 이미 시작되었을 뿐만 아니라 앞으로 더욱 힘있게 풍력발전소 건설의 쾌속발전을 도와줄 것이다.

풍력자원은 매우 풍부하며, 이론적인 저장량은 16 억

KW에 달하며, 실제 이용은 2.5 억 KW에 달해 거대한 발전잠재력을 가지고 있다. 신강과 감숙, 내몽골, 길림, 흑룡강, 요녕, 강소, 절강, 복건, 광둥, 해남등의 지방은 모두 풍력발전소를 건설할 자원조건을 구비하고 있다.

1996년 우리나라 전기망총설비용량은 23,654만KW이고, 풍력발전소의 총설비용량은 57,700 KW이다. 용량비는 0.024%이며, 상관 전기망의 종합용량비는 0.038%로서 거대한 발전공간이 있다.

2000년까지 풍력발전소의 총설비용량이 1995년에 비해 1.4배, 2010년에 1995년의 2.3배가 될 것이며, 만약 풍력발전소의 총설비용량이 2000년 전력 총설비용량의 1%, 2010년에 전력 총설비용량이 1.5%를 차지한다. 다시 말해서 2000년 풍력발전의 총설비용량이 770 만 KW, 2010년에 1900 만 KW에 달하면 국내의 풍력발전이 국내 전력생산의 일부분을 차지할 것이다.

#### 4. 바이오매스에너지<sup>4),7)</sup>

##### 가. 바이오가스에너지

90년대 이래 국내 바이오가스에너지 건설은 지속적으로 발전하고 있다. 1988년 말까지 전국적으로 바이오에너지를 688만호에서 생산하였고, 매년 평균 7.8% 증가하였으며, 그 이용률이 91.7%에 이르렀다. 전국 대·중형바이오에너지 생산 플랜트는 모두 748곳에 건설되었고, 도시 오수정화 바이오에너지소화조는 모두 490,300소에 달한다. 바이오에너지와 바이오에너지 소화조는 농업생산중에서 직접으로 이용을 위주하는 바이오에너지의 종합적인 이용은 큰 발전을 가져왔으며, 이미 339만호에 달한다. 그 중 북방의 “사위일체(비닐하우스와 바이오메스 소화조, 돈사, 화장실의 일체화를 의미)” 에너지 생태모델이 21만호, 남방의 “Zhuzhaoguo 모델(돈분을 이용하여 바이오가스를 생산하고 생산 후 소화폐액을 과수에게 비료로 줌) 에너지 생태모델이 81만호에 달한다.

바이오가스 에너지 이용 기술을 핵심으로 한 종합이용기술모델은 확실한 경제와 사회의 이익과 빠른 발전을 가져왔으며, 이는 중국 바이오에너지 이용의 특색으로 되었다. 예를 들면 “사위일체”모델, “에너지환경공정”등이 있다. “사위일체모델”은 종합적으로 태양에너지와 바이오가스에

너지를 이용하여 농촌경제를 발전시키는 것을 의미한다. 이는 온실의 한쪽에 지하 바이오에너지 소화조를 만들고 소화조 위에 돈사와 화장실을 짓는 것을 말하는 하나의 시스템으로 에너지를 공급할 뿐만 아니라 품질 좋은 농산품도 생산할 수 있다. “에너지환경공정” 기술은 이전의 대·중형바이오가스에너지공정의 기초상에서 발전한 다공능·다효익의 종합공정기술이다. 이것은 대형 축사의 분뇨 등의 오염문제를 해결할 뿐만 아니라 좋은 에너지 생산과 경제 및 사회 효익을 가져올 수 있다. 그의 특징은 분뇨를 고체와 액체 분리 처리를 거친후 산소를 차단하는 조건에서 발효시켜서 바이오에너지를 생산한다. 이때 사용되는 무기질소화액과 그 찌꺼기는 그 처리를 거친 후 상업화하여 비료와 사료로 이용된다.

나. 연료용 숲(Fuel forest)

1981부터 계획적으로 fuel forest 건설을 시작하였다. 1995까지 10년동안 전국적으로 494.8 만 ha에 이르는 Fuel forest를 만들었다. 그 중 “65프로젝트(1980부터 1985년까지)”에 205 만 ha, “75프로젝트(1985년부터 1990년까지)”에 186.3 만 ha, “85프로젝트(1990년부터 1995년까지)”에 103.5 만 ha를 완성했다. 최근 전국 조림효과에 대한 조사에 따르면 Fuel forest의 면적과 단위 면적의 연생물량 계산에 근거하여 fuel forest의 연증가량이 2,000~2,500만톤에 이를 때 농촌에너지 부족을 해결할 수 있다고 보고 하고 있다.

다. 바이오메스기체화

바이오메스기체화는 바로 화학적인 방법을 통해 고체의 바이오메스를 기체의 연료로 전화시키는 것을 의미한다. 기체연료는 연소 효율이 높고 깨끗하며, 간편하기 때문에 바이오메스기체화기술의 연구와 개발은 국·내외의 광범위한 중시를 받고 있어 많은 성과를 거두었다. 농림 고체폐기물을 가연성기체로 전화시키는 기술은 이미 초보적인 효과를 보고 있으며, 집중적인 기체 공급과 열 공급, 발전 방면에 많이 쓰이고 있다.

중국 삼림과학원 삼림생산화학공업연구센터는 80년대부터 집중적인 열공급, 기체공급의 상향흡수식기화로의 연구 개발을 시작하였고, 먼저 흑룡강성에, 후에 복건성에 공업

화 응용에 들어갔으며, 기화로의 최대생산능력은  $6.3 \times 10^6$  kJ/h에 달한다.

최근 강소성에서 또 벚집이나 밀집을 원료로 하여 내부순환 액상화기화계통을 응용하여 생산하는 중질의 열에 가까운 가스를 향·진(군 또는 읍에 해당) 주민들에게 공급하는 집중기체공급시스템을 연구·개발하였으며, 기체의 열치는 약 8,000 kJ/Nm<sup>3</sup>이고, 기화열 효율은 70%이상에 달한다. 산둥성에서 하향흡수식기화로를 연구·개발하였다. 주로 수수대 등 농업폐기물의 기화에 쓰이며, 농촌 주민들이 집중적으로 살고 있는 곳에서 비교적 좋은 응용을 가져왔으며, 이미 산업화 규모를 형성하였다. 1998년 말까지 기화집중기체공급장소가 164곳, 기체 공급 면적이 4,572 만 m<sup>2</sup>, 이용 주택수가 7,700호에 달한다.

광주 에너지연구소에서 톱밥과 나무 부스러기 등의 원료를 외부순환액상화기화기술을 응용하여 열에너지를 생산하고, 그 열에너지를 전기로 이용하는 기술을 개발하였으며, 이미 발전능력이 180 kW에 달하는 기화발전계통을 완성하였다. 그 외 대련 환경과학원과 요녕에너지연구소, 북경 노기원, 절강대학 등에서도 바이오메스기체화 기술 연구·개발을 시작하였다.

라. 바이오매스 고체화 및 기타

일정한 입도를 가지고 있는 바이오매스 원료는 일정한 압력의 조건하에서 (가열 혹은 가열하지 않는다) 막대기형과 과립형, 덩이형의 각종 형태를 이룬 연료로 된다. 원료는 압축하여 형태를 이룬 후 밀도가 1.1~1.4 ton/m<sup>2</sup>에 달하여 에너지밀도는 중질석탄에 맞먹으며 연소특성에 뚜렷한 개선을 가지며, 오래동안 타고 검은 연기가 적을 뿐만 아니라 연소로 안의 온도가 높으며 운수와 저장이 편리하다.

바이오매스 성형에 쓰이는 주설비로 나선압축식과 펌프충압식, 환모군압식등 몇 가지 주요 유형이 있다. 현재 국내에서 생산하는 바이오매스고체화성형기는 일반적으로 나선압축식이며, 생산능력은 100~200 kg/B촌 사이에 있다. 공률은 7.5~18 kW에 달하고 전기가열공률은 2~4 KW에 달한다. 생산한 성형연료는 막대기형이며 직경은 50~70 mm, 단위상품 전기소모는 70~120 kW·h/t이다. 곡명펌프충압기(曲柄活塞冲压机)는 보통 전기가열을 하지 않으며 성형물의 밀도가 작은 편이어서 쉽게 부서

진다.

환모균압성형방식으로 생산한 것은 과립연료이며, 직경은 5~12 mm, 길이는 12~30 mm이며 전기가열할 필요가 없다. 생산물(物料)의 수분이 22%까지 달할 수 있으며 산량은 4 t/h에 달할 뿐만 아니라 상품전기소모는 약 40 kW·h/t이며 원료의 직경은 1 mm보다 작아야 한다. 본 기계는 주로 대형목재가공공장의 목재 가공과 수수대 가공에 쓰이며, 과립형태성형연료는 주로 보일러의 연료로 쓰인다.

바이오매스탄화로를 이용하여 성형바이오매스덩이를 조금 더 탄화시켜 바이오매스탄을 생산한다. 진공조건에서 바이오매스물질은 고온분해되어 가연성 기체와 코크스, 목탄 등을 생성하고, 그 중 가연성 기체와 코크스는 탄화로부터 추출된다. 때문에 나중에 얻게 된 바이오매스탄은 연소효과가 선명히 개선되며, 연기 중의 오염물의 함량도 확실히 낮아질 뿐만 아니라 고급의 민용 연료가 된다. 좋은 바이오매스탄은 또 야금공업에도 쓰인다.

요녕성 에너지연구소와 서북 농업대학, 중국 삼림과학원 삼림생산화학공업연구소, 산서성 무공경기계공장, 강소성 동해현량식기계공장 등 10여개의 부서는 바이오매스성형 연료기술과 설비의 연구 개발에 나섰다.

심양농업대학은 해외로부터 액상화쇄속열분해 실험장치를 구입하여 액화기름의 기술을 연구·개발하였으며, 발효 기술을 이용하여 알코올을 채취하는 실험을 하였다. 그 외 중국 체육과학원삼림화학소에서 바이오매스물질로 기화를 촉진시키는 기술 연구를 하고 있다. 화동 이공대학에서 바이오매스탄소분해로 알코올을 채취하는 실험을 하였지만, 아직 공업화 생산에 이르지 못했다.

### 참 고 문 헌

1. <http://rd.empas.com/>
2. Yu Nan, XinNengYuanGaiLun, ZhongGuoNongYe ChuBanShe
3. <http://www.newenergy.org.cn/html/2006-8/2006816-11459.html>
4. Liu Ronghou, Li Yongjian, Practical Technologies of Intergrated Energy, Liaoning Science and Technology Press
5. 中國新能原與可再生能原, 中國計劃出版社
6. [http://www.cre.in.org.cn/forum/windpower/99012\\_04.HTM](http://www.cre.in.org.cn/forum/windpower/99012_04.HTM)
7. <http://61.129.67.15/paperfiles/1999whitebook/ch6/chapter6.3.htm>