

중국에서의 에너지 생산, 소비 그리고 재생에너지에 대한 전망

Renewable and Sustainable Energy Reviews

Vol. 7, pp.453-468, 2003년

요약

중국은 세계에서 두 번째로 큰 에너지 소비국이다. 이 논문은 지난 30년동안 중국에서 생산되고 소비된 전통적인 에너지와 재생가능한 에너지에 대한 총설논문이다. 또한 태양열, 바이오매스, 지열, 해양, 풍력 에너지 같은 재생에너지의 연구 개발에 대한 전체적인 개요도 포함하고 있다. 연구 결과, 중국에서의 재생에너지의 사용은 가까운 미래에 매우 유망함을 나타내었다. 중국에서는 그 중에서도 바이오매스가 가장 잠재력이 큰 재생가능한 에너지 자원으로 간주되었다.

차례

1. 서론
2. 중국에서의 전통적인 에너지, 핵에너지, 재생 에너지의 소비 현황
3. 중국에서 사용되는 여러 가지 재생에너지에 대한 개요
 - 3.1. 태양에너지
 - 3.2. 풍력에너지
 - 3.3. 해양에너지
 - 3.4. 지열에너지
 - 3.5. 바이오매스 에너지
4. 중국의 재생에너지에 대한 전망
5. 재생 에너지에 대한 현재 연구
6. 결론 및 전망

1. 서론

- 중국의 아젠다 21

에너지 산업은 국가 경제에 기본적이고 가장 중요함

국민의 삶의 질 향상에 있어서 필수

에너지 산업은 경제적 발전과 환경보호를 동시에 고려해야한다.

- 기존의 석탄, 석유, 천연가스 등의 전통적인 에너지 소비는 환경에 치명적인 공해문제를 가져온다. 핵에너지 또한 유해방사성 폐기물에 의한 환경오염이 있다. 따라서 기존의 에너지 생산의 효율도 높이고 재생가능한 에너지에 대한 사용도 늘려야 함

2. 중국에서의 전통적인 에너지, 핵에너지, 재생 에너지의 소비 현황

표 1은 1970년에서 2000년대까지 전국적인 일차 에너지 소비 추정값이다. 에너지 소비는 상업적인 에너지와 비상업적인 에너지를 포함한다. 10년간 에너지 소비는 130%나 크게 증가했다. 총 일차 에너지 소비는 계속 증가했으며 1997년에 1154 MTOE로 최고치에 도달했다. 그 후, 2000년에 934 MTOE로 점진적으로 감소했다. 이것은 지난 20년간 급격한 경

제 성장과 최근의 에너지 절약 정책의 도입에 기인한 것이다.

Table 1
Nationwide primary energy consumptions (1970–2000), MTOE*

	Coal	Petroleum	Natural gas	Hydro	Nuclear	Renewables ^a	Total ^b
1970	165.8	30.1	1.8	7.2	0.0	137.1	342
1980	465.3	133.4	20.0	25.8	0.0	156.9	801
1990	526.5	114.7	14.5	35.2	0.0	175.2	866
1997	691.4	197.3	16.4	60.0	3.7	185.0	1154
1999	573.0	199.8	23.9	57.2	4.5	180.3	1039
2000	474.4	201.1	22.6	50.5	4.5	181.2	934

* MTOE: million tons of oil equivalent.

^a Include biomass, solar, wind, geothermal and ocean energy.

^b Estimated based on published data [2–6].

보통 비 상업적 에너지는 많은 에너지 통계 연감의 전국적인 에너지 소비 데이터에는 포함되어있지 않다. 그러나 보다 현실적인 에너지 통계를 위해서 본논문에서는 비 상업적 에너지를 고려하였다. 대부분의 비상업적 에너지는 재생가능 에너지이다.

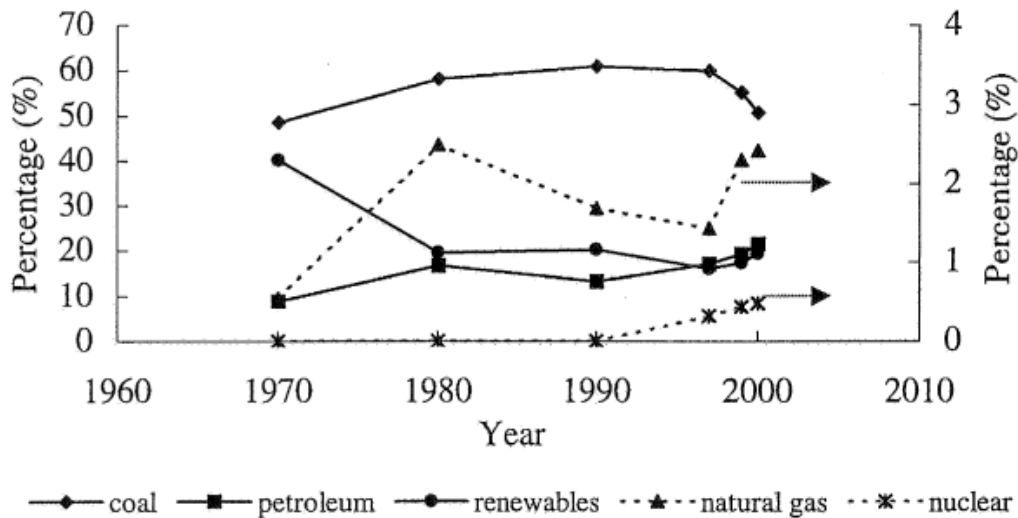


Fig. 1. Composition of energy consumption in China.

Fig. 1에 1970년과 2000년 사이에 중국의 에너지 소비 비율을 나타내었다. 다른 에너지 원에 비해 재생가능한 에너지 비율이 크게 높은 것을 알 수 있다. 예를 들어 1970년에는 40%이고 2000년에는 19%이다. 이들 재생가능한 에너지 중에서도 바이오매스 에너지가 가장 중요한 역할을 하고 있다. 중국에서 소비되는 재생가능한 에너지 중 거의 100%가 바이오매스 에너지이다. 특히 시골지역에서는 바이오매스의 직접 연소에 의한 것이 주요한 에너지 원이다. 그러나 바이오매스 이용 기술은 아직 선진국에 비해 열악하다. 전통적인 바이오매스 에너지가 현대 기술에 의해 사용되었다면, 전환효율도 높았을 것이고 바이오매스가 에너지 소비에서 차지하는 비율도 커졌을 것이다. 오늘날 EU에서는 약 10% 이상의 재생가능 에

너지이다. 중국과 세계와의 에너지 소비를 비교한 것이 Table 2에 있다.

Table 2
Primary energy consumption profile for China and the world in 1997

	World		China	
	Amount (MTOE)	Proportion (%)	Amount (MTOE)	Proportion (%)
Coal	2122	22.0	691	59.9
Petroleum	2940	30.5	197	17.1
Natural gas	2173	22.5	16	1.4
Nuclear	579	6.0	4	0.3
Hydro power + renewable energy	1833	19.0	245	21.2
Total	9647	100.0	1154	100.0
Population (million)	5847		1240	
Per capita energy (TOE)	1.65		0.93	

Table 3은 1970년에서 2000년 사이에 중국에서 생산된 일차 에너지이다. Table 1과 비교해볼때 1997년의 경우 소비가 생산을 약 38 MTOE 초과했다. 즉 중국의 에너지 수요에 비해 공급이 부족하고 이에 따라 중국은 이의 부족을 만회하기 위해 재생가능한 에너지의 개발에 노력을 경주하고 있다.

Table 3
Percentage distribution of nationwide primary energy production in China (1970–2000)

Year	Total energy production (MTOE)	Coal	Petroleum	Natural gas	Hydro power	Nuclear	Renewable energy
1970	354	50.1	8.6	0.7	1.9	0.0	38.7
1980	803.1	51.4	17.6	2.2	2.8	0.0	26.0
1990	902.9	59.8	15.3	1.6	3.9	0.0	19.4
1997	1115.5	61.6	14.4	1.7	5.4	0.3	16.6
1999	955.1	55.0	16.8	2.5	6.3	0.5	18.9
2000	911.7	53.1	17.4	2.4	6.7	0.5	19.9

3. 중국에서 사용되는 여러 가지 재생에너지에 대한 개요

재생가능한 에너지는 전통적인 화석연료등을 대체할 수 있는 유망한 에너지이다. 그러나 바이오매스 에너지를 제외하고는, 사용되는 재생가능한 에너지의 비율은 기존의 전통적인 에너지 자원에 비해 아주 작다. 따라서 주로 바이오매스에 대해 설명하고자 한다.

3.1 태양에너지

2002년 현재 중국에서 설치된 photovoltaic system 용량은 대략 22 MWp 이다.

3.2 풍력에너지

3.3 해양에너지

3.4. 지열에너지

3.5. 바이오매스 에너지

식물의 성장과정동안, 물과 이산화탄소를 흡수한다. 그리고 광합성을 통해서 유기물질로 전환한다. 이들 식물을 구성하는 유기물질이 바이오매스이다. 바이오매스는 많은 에너지를 함유하고 있고 이들은 열, 전기, 연료유 혹은 화학물질을 생산하는데 사용된다. 인류는 썰감등을 사용하여 요리, 난방등을 하는등 바이오매스의 이용 역사는 매우 길다. 오늘날에도 나무는 가장 큰 바이오매스 자원이다. 그러나 오늘날에는 목재외에도 많은 다른 바이오매스 자원들이 적용되어 지고 있으며, 심지어 매립지에서 발생하는 가스도 바이오 매스 에너지 자원으로 이용된다.

바이오매스 에너지의 사용은 지구 온실가스 방출을 크게 감소시키는 잠재력이 있다. 바이오매스는 화석연료와 같은 양의 이산화탄소를 방출하지만, 새로운 식물이 자라면서 대기중의 이산화탄소가 다시 사용되므로 실제 배출량은 0이 된다.

바이오매스로부터 얻어지는 에너지의 주요한 공정은 직접연소, 열분해, 가스화, hydrogasification, 액화, anerobic digestion, 알코올 발효, transesterification 등이 있다. 각각의 기술은 적용되는 바이오매스 자원과 요구되는 에너지에 따라서 장단점이 있다.

4. 중국의 재생에너지에 대한 전망

1998년말까지 재생가능한 에너지 이용에 대해서 많은 진보가 이루어졌다. 총 일차 에너지 소비는 1.36 billion TCE (ton of coal equivalent) 이었는데 이때 재생가능한 에너지 소비는 0.2 billion TCEfm 넘었다. 그리고 2000년 말에 50 MW의 바이오매스 발전소가 전국적으로 세워졌다.

Table 4는 전세계에서 일차 에너지 소비에서 재생가능한 에너지가 차지하는 비율이다. 바이오매스 에너지가 매우 중요한 역할을 함을 다시 한번 알수 있다.

Table 4
Contribution of renewable energy in the world primary energy consumption

Year	Amount (MTOE)			Proportion (%)		
	1985	2020 M ^a	2020 L ^b	1985	2020 M	2020 L
Hydro power	445	1043	848	5.8	7.7	7.3
Biomass	880	1055	1310	11.5	7.8	11.3
Other renewable energies	19	365	170	0.2	2.7	1.5
Sum	1344	2463	2328	17.5	18.2	20.1

^a Medium growth rate.

^b Lower growth rate.

5. 재생 에너지에 대한 현재 연구

Table 5
Priority projects in China's "10th Five year Plan"

Projects	Scales	Proposed Institutes	Location
Gasification			
4-5 MW electricity generation system by biomass gasification	12,000 MWh electricity per annum	Guangzhou Energy Institute of CAS	Guangdong
Study on standardization and commercialization of electricity generation system by biomass gasification	6 series 60-160 kW	Energy Resources Shandong Institute of Energy Resources	Yingkou Shandong
		Nanjing Institute of Forest Chemical Products Secretary Office of China Biomass Development Center	Nanjing Beijing
Biogas			
2 MW electricity generation system by biogas	6000 MWh electricity per annum	Hangzhou Institute of Energy and Environment	Hangzhou

Table 6
Biomass research projects in China's 863 programs

Projects	Scales	Proposed Institutes	Location
Biomass electricity generation 5 MW electricity generation system by biomass IGCC	14,000 MWh electricity per annum	Guangzhou Institute of Energy Conversion	Guangzhou
Liquid fuels Biomass liquid fuel technology	Including alcohol, pyrolysis and plant oil fuels	East China Science and Technology University	Shanghai

6. 결론 및 전망

재생가능한 에너지들-바이오매스, 태양열, 지열, 해양, 풍력-은 막대한 잠재력을 가지고 있다. 이러한 재생가능 에너지자원의 사용은 미래에 기존의 전통적인 에너지의 대안으로 충분한 역할을 할 수 있다. 특히 바이오매스는 중국의 에너지 예산에서 큰 비중을 차지하고 있다. 거의 일차에너지 소비중에서 20%가 바이오매스다. 만약 전통적인 단순한 연소같은 바이오매스 사용이 현대의 기술을 사용하여 크게 개선된다면 에너지 전환효율은 크게 증가할 것이고 바이오매스가 차지하는 비율도 크게 향상될것이다.