

## 대기오염, 도시가스 및 지역난방

### Air pollution, city gas and district heating

이 석 형

S. H. Lee

대구도시가스(주) 연구개발실



- 1951년생
- 석사과정에서는 열유체를 전공하였고, 박사과정에서는 고체역학을 전공하였으며, 가스 안전기기 및 가스 이용기기 개발에 관심을 가지고 있다.

#### 1. 머리말

1996년 여름은 대기오염에 대한 심각성을 피부로 느끼게 한 계절이었다. 다름이 아닌 서울 지역에 내려진 오존주의보가 그것이었다. 오존층 파괴는 들어봤어도 오존주의보에는 무관심했었다. 대기오염에 대한 경고는 오랫동안 있어 왔지만 시민들은 물에 대한 관심보다는 상대적으로 공기 오염에 대한 관심은 적었다. 물과 공기는 그의 성질상 가시적인 것과 불가시적인 것으로 구분되므로 시민들은 불가시적인 것에는 비교적 무관심한 편이다. 따라서 그에 대한 심각성은 피부로 느끼지 못하고 있는 터였다. 서울지역에 오존주의보가 발령되어 대기오염에 대한 경각심이 한층 높아졌다. 대도시의 대기질이 외국 선진 도시에 비해 나쁘다는 것을 이미 알고 있는 터지만 많은 시민들이 피부로 느끼는 것은 처음이 아닐까 싶다. 서울의 경우 오래전부터 청정연료를 사용함에 따라 아황산가스의 발생은 타도시에 비하여 상당히 낮아졌으나 오존, 이산화질소, 먼지 등의 오염은 심각한 형편이다. 반면에 대구는 난방기간(10월에서 4월)동안 아황산가스의 오염

이 전국 제일이라는 오명을 지니고 있다. 따라서 본 고에서는 대기오염실태, 연료별 오염물질 배출정도, 난방 방식별로 간략한 소개를 하고자 한다.

#### 2. 대기오염실태<sup>(1)</sup>

##### 2.1 아황산가스

아황산가스의 오염은 황이 다량 포함된 연료의 사용 과다에 따라 결정된다. 서울의 경우 난방 연료를 대부분 청정연료인 도시가스(천연가스)로 전환하였다. 그러나 대구는 1995년 12월부터 천연가스가 공급되기 시작하였고 25평이상의 중앙집중식 아파트도 96년 9월 1일부터 청정연료 또는 경유를 사용토록 되어서 이체셔야 아황산가스의 배출량이 줄어들 가능성이 생겼다. 현재까지는 난방기간동안 경유, 벙커C유, 석탄, 연탄등을 많이 사용하고 있었다는 증거이다.

##### 2.2 먼 지

먼지의 경우는 울산, 인천, 부산의 순서로 공기질이 나쁘다.

표 1 아황산가스농도(ppm) 월평균치

월 별	서 울	부 산	대 구	인 천	대 전	광 주	울 산
'95. 7	0.008	0.017	0.020	0.015	0.014	0.008	<u>0.027</u>
8	0.008	0.016	0.016	0.013	0.008	0.006	<u>0.026</u>
9	0.011	0.020	0.021	0.017	0.010	0.008	<u>0.026</u>
10	0.016	0.026	<u>0.030</u>	0.020	0.016	0.009	0.028
11	0.021	0.034	<u>0.038</u>	0.024	0.023	0.013	0.027
12	0.022	0.031	<u>0.038</u>	0.024	0.025	0.012	0.029
'96. 1	0.019	0.031	<u>0.032</u>	0.022	0.022	0.010	0.024
2	0.018	0.027	<u>0.030</u>	0.017	0.022	0.009	0.024
3	0.016	0.023	<u>0.023</u>	0.012	0.019	0.008	0.018
4	0.016	0.023	<u>0.023</u>	0.033	0.012	0.008	0.018
5	0.014	0.023	0.025	0.011	0.012	0.007	<u>0.030</u>
6	0.009	0.019	0.013	0.006	0.011	0.005	<u>0.028</u>

주 : 1) 환경기준 : 0.030ppm/년  
 2) 밑줄친 부분은 전국 1위 표시

표 2 먼지( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 월평균치

월 별	서 울	부 산	대 구	인 천	대 전	광 주	울 산
'95. 7	66	<u>98</u>	56	63	43	54	90
8	67	84	53	57	50	44	<u>94</u>
9	65	76	61	69	62	54	<u>109</u>
10	92	82	71	<u>104</u>	89	73	<u>104</u>
11	95	104	86	<u>111</u>	88	78	103
12	115	107	82	<u>116</u>	108	78	92
'96. 1	79	93	88	79	58	71	<u>101</u>
2	93	89	77	94	88	74	<u>105</u>
3	82	89	73	85	79	74	<u>121</u>
4	71	109	75	70	45	70	<u>125</u>
5	103	<u>141</u>	88	105	63	89	125
6	101	91	78	88	89	66	<u>109</u>

주 : 1) 환경기준 :  $150\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{년}$   
 2) 밑줄친 부분은 전국 1위 표시

2.3 이산화질소

이산화질소의 경우는 공식적으로 1996년 1월 부터 관보에 게재하기 시작하였다. 서울, 부산, 인천 순으로 공기질이 나쁘다. 오염원은 자동차 가 주범으로 꼽힌다.

2.4 오 존

리우회의 이후 오존층 파괴물질인 프레온이 희 생양으로 된 것은 잘 알려진 사실이다. 프레온은 성층권에 물려 있는 오존층을 파괴하여 우주에서 침입하는 적외선을 무방비로 통과시켜 생물에 피

표 3 이산화질소농도(ppm) 월평균치

월 별	서 울	부 산	대 구	인 천	대 전	광 주	울 산
'95. 1	<u>0.033</u>	0.032	0.009	0.032	0.024	0.020	0.023
2	0.034	<u>0.036</u>	0.030	0.033	0.022	0.024	0.022
3	0.034	0.032	0.028	<u>0.035</u>	0.023	0.023	0.024
4	0.032	0.034	0.028	0.032	0.024	0.024	0.026
5	<u>0.038</u>	<u>0.038</u>	0.028	0.031	0.027	0.018	0.027
6	<u>0.038</u>	<u>0.038</u>	0.028	0.031	0.027	0.018	0.027
7	<u>0.024</u>	0.023	0.021	0.017	0.020	0.012	0.018

주 : 1) 환경기준 : 0.050ppm/년  
 2) 밑줄친 부분은 전국 1위 표시

표 4 오존 경보제

농 도	구 분	중 상	행 동 요 령
0.12ppm 이상	주 의 보	눈 따가움	실외활동자제
0.30ppm 이상	경 보	폐기능 감소	실외활동제한, 자동차사용자제, 사업장연료사업감축권고
0.50ppm 이상	중대경보	마른기침, 흉부불안	실외활동금지, 자동차통행금지, 사업시간조업시간단축

표 5 오존농도(ppm)시간 최고치

월 별	서 울	부 산	대 구	인 천	대 전	광 주	울 산
'95. 8	<u>0.118</u>	0.070	0.020	0.067	0.091	0.053	0.076
9	<u>0.099</u>	0.060	0.085	0.062	0.062	0.083	0.085
10	0.085	0.080	0.077	0.033	0.056	0.059	<u>0.086</u>
11	0.073	0.070	<u>0.074</u>	0.019	0.044	0.068	0.058
12	0.048	<u>0.071</u>	0.044	0.017	0.045	0.036	0.059
'96. 1	0.077	<u>0.079</u>	0.011	0.016	0.071	0.050	0.048
2	0.067	0.046	0.044	0.059	0.083	0.058	<u>0.069</u>
3	0.081	0.054	0.049	0.037	<u>0.099</u>	0.057	0.056
4	<u>0.096</u>	0.068	0.055	0.054	0.081	0.056	0.064
5	0.109	<u>0.115</u>	0.096	0.050	0.098	0.062	0.088
6	<u>0.128</u>	0.083	0.095	0.054	0.091	0.066	0.078
7	<u>0.162</u>	0.094	0.098	0.095	0.096	0.054	0.095

주 : 1) 환경기준 : 0.100ppm/년  
 2) 밑줄친 부분은 전국 1위 표시

해를 입히는 물질이다. 특히 백인의 경우는 피부암에 황인이나 흑인에 비해 취약하여 선진국에서 프레온 규제에 적극적으로 나서 국제협약이 체결

되었다.

대기권에서는 어떤 조건하에서 이산화질소와 탄화수소가 광화학반응을 일으키면서 오존이 생

성되어 인체의 눈과 점막에 자극을 준다. 특히 태양 광선의 강도가 강한 여름철에 많이 생성된다. 오존 오염이 심하면 호흡기에 치명적인 장애를 일으킨다. 특히 노약자는 오존 오염에 조심하여야 한다.

2.4.1 오존 경보제

환경부는 오존 공해의 심각성을 인식하여 오존 경보제를 1996년 8월 31일자로 대기환경보존법 시행령으로 법제화하였다.

2.4.2 오존 농도

오존 오염은 서울, 부산, 울산, 대전, 대구의 순으로 오염이 심하다. 특히 서울은 인구밀도가 높은데다가 자동차 운행대수가 많아 여름철에 오존의 오염은 앞으로도 계속될 전망이다.

표 6 오존 주의보 발령 실적

날 짜	오존 농도	지 역
1996.6. 8	0.121ppm	서울북서지역
"	0.127ppm	서울북동지역
1996.6. 9	0.126ppm	"
1996.7.31	0.137ppm	"
"	0.130ppm	서울남동지역
1996.8. 1	0.130ppm	서울북동지역
"	0.143ppm	서울남동지역
1996.8. 2	-	서울남동지역 4개구를 제외한 전지역

표 7 연료별 대기오염 성분 함유율(%)

L	N	G	병 커 C 유		경 유		
			저 유 항	고 유 항	저 유 항	초저유항	
N <sub>2</sub>	0.03411	S	1.0	1.6	S	1.6	1.0
CH <sub>4</sub>	89.66091	C	86.8	86.5	C	84.9	85.5
CO <sub>2</sub>	7.41E-05	H	12.2	11.9	H	13.9	13.5
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1.99395						
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0.33549						
i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0.35400						
n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0.01491						
i-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0.01081						
n-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>							
합계	100.00						

3. 연료와 대기오염 물질

연료와 대기 오염 물질 배출과는 직접적인 상관 관계가 있다. 환경부에서는 지금까지는 주로 아황산가스의 농도를 낮추는데 주력하여, 연료사용규제고시<sup>(2)</sup>로 난방 연료의 사용을 규제하였다. 아울러 판매 연료의 황함유량도 규제하여 정유사에서 탈황을 단계적으로 시행하여 판매토록 규제하고 있다. 이제 일부 도시를 제외하고는 아황산가스의 오염은 일정 수준에서 증가하지 않게 되었으며, 그동안 크게 신경을 쓰지 않았던 이산화질소, 오존등의 오염이 자동차 사용의 증가로 새로운 문제로 등장하였다. 1994년의 환경부의 자료를 보면 전체 대기오염배출량 중 자동차로 인한 것이 36%를 차지하였고, 그중에서도 대형경유차는 전체 대기오염배출량의 18.9%를 차지할 정도로 대형 경유차량의 대기오염은 심각한 문제로 떠오르게 되었다<sup>(3)</sup>. 특히 1996년 여름의 오존 주의보 발령에 따라 즉각적인 조치가 필요하게 되었다. 환경부는 디젤차량의 배기오염물질 저감대책으로 매연저감장치를 개발하여 부착토록 추진중에 있으며, 성공적인 개발후에는 의무적인 부착을 고려하고 있다. 아울러 천연가스차량의 도입도 추진하고 있다. 천연가스차량은 이탈리아, 러시아, 아르헨티나, 미국, 캐나다 등에서 활발히 보급되고 있으며, 일본도 법적, 제도적 준비를 통하여 보급에 나서고 있는 형편이다.

표 8 발전소 연료별 아황산가스 배출량 비교  
(1kWh 발전시)

	L N G 발전소	병커C유 발전소	유 연 탄 발전소
배출량	0.01g	4.99g	2.62g
대 비	1	499	262

출전 : 국립환경연구원('95.6.5) 보도 자료

표 7의 연료별 성분을 보면 천연가스가 황 함량에서 가장 우수한 청정 연료임을 알 수 있다. 표 8의 발전소 오염물질 배출량에 있어서도 천연가스가 나음을 알 수 있다.

#### 4. 연료 가격

현행 연료 가격체계는 휘발유 소비 억제를 목표로 세워져 있다. 표 9에서 보이는 바와 같이 휘발유에 부과되는 특별소비세는 경유의 7.18배이다. 중유에는 특별소비세가 부과되지 않는다. 모든 연료유에는 부가가치세가 부과된다. 생산 가격에 있어서는 휘발유가 리터당 151.36원(공장도가격)인 반면 경유는 168.18원(0.2% 황)으로 휘발유 가격이 싼을 알 수 있다. 이는 원유 정제과정에서 휘발유가 제일 먼저 생산되기 때문이다.

이런 사실에 비추어 볼 때 경유가격이 인위적으로 상당히 낮게 유지됨을 알 수 있다. 이런 정책은 연료 가격 결정 초기에 상황이 비슷한 일본을 답습하였으나, 현재 일본은 휘발유와 경유의 가격차이를 거의 두지 않게 정책을 변경한 반면 우리는 아직까지도 이런 가격체계를 답습하고 있다. 이런 경향은 우리 민족이 이웃 나라들에 비하여 훨씬 보수적인 경향을 나타내고 있는데 그의 대표적인 예가 공자의 나라인 중국은 유교사상을 일찌감치 체쳐두었는데 우리는 지금까지 잘 보존 유지 발전시킨 것이다.

그러나 앞절에서 언급한 바와같이 차량의 엄청난 증가로 환경부에서는 경유자동차의 증가를 억제하고 대기환경을 개선하기 위하여 다양한 방안을 모색하고 있으며, 장기적으로는 선진국과 같

표 9 연료유에 부과되는 특별소비세액과 소비자 가격(1996. 3)

연 료 유	특별소비세액 (ℓ/원)	소비자가격 (ℓ/원)
휘 발 유	345	608
경유(0.2%황)	40	265
경유(1.0%황)	40	259
등 유	17	296
경질중유(1%황)	-	175.17
중유(1%황)	-	157.21
B-C유(1%황)	-	144.36

표 10 자동차가 대기오염배출량에 차지하는 비중<sup>(3)</sup>

	1990	1991	1992	1993	1994
총량(천톤)	5,169	4,867	4,868	4,584	4,526
차량(천톤)	1,751	1,775	1,839	1,664	1,646
% (전체)	34	37	38	36	36

이 경유 가격도 휘발유 가격과 동일한 수준으로 인상될 것으로 예상된다.

표 10은 대기오염물질배출량에 대한 통계이다. 이 표에서도 알 수 있는 바와같이 자동차의 대기오염 물질배출량이 전체 대기오염배출량에서 차지하는 비중이 상당함을 알 수 있다.

표 11은 연도별 연료가격 변동 추이를 분석한 것이다. 변동유가제를 채택하고 있어 매월 동일한 가격은 아니다 전체적으로 조망하여 보면 유류가가 상승세를 타고 있음을 알 수 있다.

표 12는 1차에너지중 가스가 차지하는 비중을 %로 나타낸 것이다. 한국이 다른 나라에 비해 천연가스의 이용 비중이 낮음을 알 수 있다. 1994년도의 통계를 보면 세계 평균 천연가스의 1차에너지 차지 비중이 23.0%인데 비해 한국은 5.6%임을 알 수 있으며, 한국과 사정이 비슷한 일본의 경우는 11.2% 차지함을 알 수 있다. 따라서 타연료에 비해 천연가스의 성장성이 상당하다고 볼 수 있으며, 현재 수입하는 방식인 액화 천연가스 뿐만아니고 머지않은 장래에 시베리아

나 중앙아시아지역의 천연가스도 파이프라인을 통하여 수입될 것으로 전망된다.

정부 정책도 석유에 지나친 의존도를 줄이기 위해 가스의 사용을 권장하고 있으나 한국가스공사가 독점 수입하고 있는 현실에서는 천연가스 사용의 급격한 상승은 기대하기 어려우나 꾸준한 증가가 예상되며, 천연가스의 전국배관망이 완성

되는 시점에서는 석유에 관한 정책과 동일한 수준의 시장 체제로 천연가스 도입이 자유화될 것으로 전망된다.

표 11 연료가격 변화 추세분석

(단위 : 원)

	가 스	경 유	중 유	비 고
1988	304.14	154.56	95.26	
1989	288.59	151.54	85.51	
1990	192.96	151.54	88.26	
1991	192.96	151.54	84.95	
1992	225.4	165.69	88.41	
1993	225.41	165.69	88.41	
1994	228.67	189.75	91.61	
1995	228.67	200.45	114.72	
1996	243.64	221.52	132.48	

주 : 1) 가스는 1세제곱미터당 가격(10,500kcal/cu.m기준)이고, 나머지는 1리터당 가격임.

2) 가스 가격은 도시별, 용도별로 다르며, 이 가격은 대구시 가격이다.

표 12 나라별로 1차에너지중 가스가 차지하는 비중(%)<sup>(1)</sup>

	1990	1991	1992	1993	1994
카 나 다	26.6	27.4	28.1	28.5	28.7
미 국	23.8	24.3	24.5	24.8	25.4
프 랑 스	12.1	12.6	12.9	13.2	13.0
독 일	15.7	17.0	17.3	17.7	18.3
이 태 리	25.8	26.6	26.8	27.8	27.4
영 국	24.2	25.4	23.7	26.9	27.7
스 페 인	6.1	6.9	6.6	6.4	6.7
구 소 련	42.2	44.7	46.2	46	48
일 본	10.5	11.0	10.9	11.0	11.2
한 국	3.2	3.4	3.9	4.5	5.6
세 계	21.6	22.0	22.1	22.5	23.0

5. 도시가스 난방

도시가스 난방은 청정연료인 도시가스를 사용한 난방을 지칭하는 용어이다. 기존의 중앙집중식 집단주택(아파트)이 병커C유를 주연료로 사용하여 왔던 것이 연료사용규제고시로 인하여 수도권에서는 도시가스(천연가스)로 전환되었고, 지방은 청정연료 또는 경유로 전환하도록 고시되어 있다(평균 면적 25평 이상에 대하여 96년 9월 1일, 그 미만 아파트는 97년 9월 1일) 지방에서는 도시가스와 경유간에 경쟁이 되는데 전환비용면에 있어서는 경유가 유리하나 앞질에서 살펴본 바와 같이 경유가격이 천연가스 가격보다 빠른 속도로 인상되고 있어 현재에는 경유가 약간 비싸지만 앞으로는 도시가스 가격과 경유가격 차이가 더욱 늘어날 것으로 예상되기 때문에 도시가스에 대한 선호도도 늘어날 것으로 예상된다.

도시가스를 이용한 또 다른 방식의 난방이 개별난방이다. 단지 중앙에 하나의 보일러실과 굴뚝을 두는 대신 집집마다 가스보일러를 설치하여 공동연도나 배기덕트를 이용하여 난방하는 방식이다.

개별난방과 중앙집중식 난방에 대한 장단점은 상호 보완적인 면이 있다. 즉 중앙집중식 난방의 장점이 개별난방의 단점이 될 수 있고, 중앙집중식 난방의 단점이 개별난방의 장점이 될 수 있다.

표 13 개별난방과 중앙집중식 난방의 장점

개 별 난 방	중앙집중식 난방
1. 설치비가 싸	1. 유지관리가 편리(소비자 입장)
2. 에너지 절약이 가능	2. 일정한 온도의 온도 이용 가능
3. 원하는 시간에 난방 가능	3. 배기가스에 의한 질식 사고 염려 없음

다. 표 13은 이를 요약한 것이다.

업무용 건물이나 영업용 건물의 경우 난방 방식 중 하나는 직화식 냉온수기를 이용하는 것이다. 이것은 도시가스를 이용하여 냉방과 난방을 겸용하는 것으로서 기기 설치 면적을 반으로 줄일 수 있을 뿐만 아니라 성충권 오존 파괴 물질로 지목된 프레온을 쓰지 않는 냉매(리튬브로마이드)를 쓰는 까닭에 앞으로 프레온 냉매 사용 금지에 따른 제약 사항이 없는 환경친화적인 냉방 방식이다. 또 다른 장점은 압축냉동기보다 전기 사용량이 월등히 적어 한여름의 전력 수요를 감소시키는 데도 기여하고 있다. 전력 피크 수요와 가스 피크 수요는 여름철과 겨울철에 각각 나타나 가스냉온수기는 전력난 해소에도 일조를 할 수 있는 냉난방방식이다. 가스냉온수기의 설치와 사용을 권장하기 위하여 다양한 유인책을 쓰고 있다.

## 6. 지역난방

집단에너지사업법에 따르면 집단에너지라 함은 다수의 사용자를 대상으로 공급되는 열 또는 열과 전기를 말한다. 집단에너지사업은 다음과 같은 사업으로 구분한다: 지역난방사업, 지역냉방사업, 공업단지집단에너지사업. 편의상 지역난방사업과 지역냉방사업을 합하여 지역냉난방사업으로 부른다. 지역냉난방사업, 집단에너지사업 및 구미지역에서 말하는 소집단지역에너지사업 또는 지역사회 에너지 시스템(community energy system)은 약간 의미의 차이는 있으나 서로 혼용하여 사용하고 있다. 현재 집단에너지사업자는 일반 소비자를 대상으로 전기 판매업을 하지 못하도록 법으로 규제되어 있다. 이런 규제가 집단에너지사업을 영위하려는 민간업체에겐 큰 걸림돌이 된다. 왜냐하면 열전비가 용도별, 계절별로 항상 일정하지 않기 때문에 전기를 판매하여야 할 경우가 생긴다. 이때에 한전이 전기를 꼭 필요로 할 때(즉 여름)에는 집단에너지사업에서는 열이 필요로 없는 때이므로 100% 가동을 요하지 않는 경우이고 열이 많이 필요로 하는 겨울에는 반대로 한전에서 전기를 매전할 필요가 없

는 때가 된다. 따라서 다음 절등에서도 언급하겠지만 난방만을 목적으로 한 지역난방사업은 이런 이유로 적절한 효율을 가진 열병합발전소를 운영할 수 없다는 결과를 초래한다(자가용 및 산업용 코제너레이션(cogeneration)의 경우는 한전에 일부 매전하고 있으나 매전 단가가 한전 판매 단가에 비해 낮게 책정되어 있어서 잠재적인 코제너레이션 사업자에게 이 점은 인센티브(incen-tive)가 되지 못하고 있음). 공업단지 집단에너지사업은 주로 열병합발전 방식을 채택하여 열과 전기를 생산하는데 전력은 한국전력에 매전하고 있다.

열과 전기를 동시에 생산하면 코제너레이션(cogeneration) 또는 열병합발전(CHP: combined heat and power)이라 부른다. 코제너레이션은 업무용 건물주나 산업체 공장주가 자가 사용 목적으로(일부 잉여 전기는 한전시스템에 역송하는 경우가 있더라도) 열과 전기를 생산할 때를 일컫고, 전기사업자나 공업단지 관리 주체들이 전기와 열을 생산할 때는 열병합발전(CHP)이라 부르고 있다. 그러나 용어의 의미는 동일하다. 발전 형태에 관한 설명은 다음 절에서 하기로 한다.

### 6.1 역사 및 현황

#### 6.1.1 역 사<sup>(5)</sup>

지역난방의 역사는 2000년전으로 거슬러 올라간다. 고대 로마에서는 주택 난방과 온탕용으로 배관을 이용한 난방 시스템을 사용하였다. 근세에 들어 와서는 1745년에 영국 맨체스터(Manchester)의 윌리엄 쿡(William Cook)경이 자기 집에 파이프 코일(pipe coil)을 설치하여 증기의 잠열을 이용한 난방설비를 시공했다. 1830년에는 미국에서 온수 난방 시스템이 건물에 설치되었고, 1860년에는 주철제 방열기가 소개되고, 증기와 온수 난방 시스템이 본격적으로 사용되기 시작했다. 1877년에는 버드실 홀리(Birdsill Hol-ly)가 최초의 지역 난방 시스템을 성공적으로 도입했다. 최초 공급처는 14개소이었다. 1879년에 들어서면서 홀리 회사는 3마일(4.8km)의 배관망을 건설하였고, 1880년에는 여러 공장에 난방열이 공급되기 시작하였다. 한편 1879년은 토

마스 에디슨(Thomas Edison)이 뉴욕 증기 난방 및 전력회사를 설립하고 뉴욕시에 전선을 부설했다. 곧 이어 경쟁사인 뉴욕증기회사가 설립되었다. 그 당시 전기회사는 전기 생산시 폐기되는 열을 회수하여 지역증기난방에 이용하므로 이익을 증대시키는데 큰 역할을 해 냈다. 1909년 미국에서 미국지역난방협회[(NDHA:national district heating association), 나중에 국제지역난방협회(IDHA), 국제지역냉난방협회(IDHCA)로 개명됨]가 설립될 당시 이미 150여개의 지역난방회사가 존재하고 있었다. 대부분 지역난방회사의 경영 상태는 적자를 겨우 면한 상태이었으나 시간이 흐름에 따라 양호해졌다. 2차대전후 미국의 지역난방 사업은 담보 상태를 면치 못하였다. 초창기부터 미국의 전기 회사는 지역난방 사업에도 같이 참여해 왔으므로, 전기회사와 난방회사는 서로 경쟁 상대는 되지 않았다. 따라서 전기회사는 시장 개발면에서 상대적으로 편리한 전기 사용을 촉진시키는 전략을 채택하여 전기난방도 상당히 많이 보급되었다. 설비면에서는 미국의 전기회사는 복수 터빈을 채택하여 전기 생산을 위주로 건설하였고, 근래에 초임계압 중심의 발전소가 건설되어 초기 계획단계에서 상업 운전 단계까지의 기간이 10년 정도 소요되어 비교적 단기간으로 추진되는 주택개발단지사업에 열공급하는 것은 기대하기 어려운 실정이다. 현재 많은 건물이 전기 난방 방식을 채택하고 있으므로 지역난방 시스템으로 전환도 쉽지 않은 형편이다. 미국에서는 1977년 통계에 따르면 지역난방회사가 250여개 있다.

### 6.1.2 현 황<sup>(6)</sup>

미국의 대부분 대도시 지역과 달리 북부 유럽은 긴 난방 기간을 가지고 있어 여름에 냉방 수요는 극히 제한적이므로 난방을 위주한 시스템 계획이 쉬운 편이다. 전기 생산 방식도 미국과는 달리 배압터빈을 이용한 소규모 발전소(미국에 비하면)가 주종을 이루고 있다. 따라서 소규모 발전소는 건설 공기가 대규모 발전소에 비하여 상대적으로 짧고 신규 주택사업에 맞추어 전기와 열을 동시에 공급하는 것이 가능하다.

### (1) 덴마크

덴마크의 예를보면 1990년 전국 난방열중 40%를 지역난방회사가 공급하고 있고, 그 중 60%는 열병합 발전소에서 공급된 것이다. 열병합 발전소의 전기 생산량도 전체 전기 생산량의 58%를 차지하고 있다. 지역난방 열원중 산업체 잉여열 및 소각로 소각열이 14%, 짚 및 목재 부스러기로부터 7% 차지하고 있으며, 화석 연료를 사용하는 열전용 보일러로부터는 19%만이 생산공급되었다.

열병합 발전소는 대도시 주변에 위치하고, 연료는 석탄을 쓰고 있다. 지역난방에 사용되는 온수의 공급 온도는 섭씨 70~90도이고, 복귀 온도는 섭씨 40~50도이다. 현재의 경향은 중소 도시는 그 규모에 맞는 코제너레이션 시스템을 건설하는 방법을 채택하고 있다. 연료는 천연가스, 쓰레기 및 짚을 사용한다.

### (2) 핀란드

헬싱키에서 지역난방사업이 시작된 것은 1952년이고, 지역난방협회가 설립된 것은 1964년이다. 지역난방협회에 가입된 지역난방회사의 수는 134개이다(1991년 현재). 1991년의 통계에 의하면 전국 난방열중 44%를 지역난방회사가 공급하고 있고, 그 중 70%는 열병합 발전소에서 공급된 것이다. 열병합 발전소의 전기 생산량도 전체 전기 생산량의 30%를 차지하고 있다. 지역난방에 사용되는 연료를 보면 석탄이 45%, 토탄이 20%, 천연가스가 20%, 석유류가 11%, 기타 4%를 차지하고 있다. 지역난방의 성공요인으로는 국내에서 생산되는 난방 연료원(원유 및 가스)이 부족하고, 에너지 공급이 지역별로 독립적으로 운영되고 있으며, 타 연료 가격과의 경쟁에서 비교적 싼 값에 공급할 수 있었다. 타에너지의 난방 시장 점유율을 보면 경유 난방이 28%, 전기 난방이 13%, 기타 15%에 이르고 있다. 신축건물의 경우 전기난방(31% 점유)도 주요 경쟁 상대자이다.

### (3) 한 국

국내에서는 북유럽의 열병합발전소/지역난방 시스템의 성공에 고무받아 1983년에 핀란드, 덴마크 및 일본 지역의 지역 난방을 연구 조사한



표 14 세계에너지회의 지역난방 및 열병합발전 시스템 위원회 회원국 지역난방 현황<sup>(6)</sup>

	열 시장 PJ	지역난방시스템에 공급된 열			열병합	열전용 보일러	열 원		
		PJ	점유율				소각	산업	기타
오스트리아	287.5	27		15개시+여러지방	56%		26%	18%	
체코슬로바키아	1,362('88)	540	(40%)	100도시 이상	50%	41.5%	1%	7.5%	
덴마크	190	87		350지역난방시스템	56%	25%	9%	5%	5%
핀란드	85('88)	38.3	(45%)	230개시+15지방	63%	35.4%	0.6%	1%	
프랑스	1,690	104		104도시	63%	30%	7%		
독일	3,077('86)	209	(6.8%)	150지역난방회사가 510시스템에 공급	73%	24%		3%	
헝가리				9개시					
이탈리아	1,270	5.23		30플랜트, 17개시	82%	15.5%	1.5%		1%
한국	-	4.4		서울	89%	5.6%	5.4%		
네덜란드	460('95)	12	(2.8%)	18개시	90%	7%	3%	0%	
폴란드	950	440		200도시-열병합47	68%	32%			
스웨덴('88)	400	135	(46%)	205지역난방회사	18%	55%	9%	6%	12%
영국	-		(33%)	2~3개					
소련	16,000	5,500		800개시이상	50%				

주 : PJ=10<sup>15</sup> J의 에너지 단위로 38PJ를 천연가스 열량단위로 환산하면 10억 세제곱미터에 상당한다.

표 15 북유럽 국가별 기후조건과 지역난방 보급률<sup>(9)</sup>

	덴마크	핀란드	스웨덴	노르웨이	아이슬란드	비고
총난방부하중	41%	45%	37%	2%	87%	
지역난방 점유율	(석탄 53%)	(목탄47%, 갈탄20%)	(석탄 26%)	(쓰레기 42%)	(지열 86%)	
지역난방 수용가수	41%	44%	65%	2%	81%	
지역난방 회사수	316	113	146	13	32	
난방도일	5187	5600-남부				서울 2869
		7600-북부				대구 2476
연평균 온도(℃)	8	5				서울 11.8
난방기간(개월)	7.5	9				대구 13.2

것(해외집단에너지공급사업조사보고서)을 계기로 지역난방사업을 추진케 된다. 조사단이 지역난방에 대하여 긍정적으로 평가한 것은 에너지를 효율적으로 쓴다는 것이었으나, 한국과 중요한 차이점 두가지를 간과하였다. 첫번째가 난방도일과 난방기간이 국내의 그것과 큰 차이를 보이는 것이다(표 15 참조). 두번째가 자국 생산 저급

에너지 자원의 활용이다. 앞절에서 언급한 바 있지만 북유럽 제국은 갈탄, 목탄, 석탄, 쓰레기 같은 자국 생산 자원을 이용하고 대기오염방지시설을 철저히 건설 운영하고 있다는 점이다.

서울시는 지역난방의 첫번째 프로젝트로 목동 지역을 선정하여 1985년 11월부터 난방열을 공급하기 시작하였다. 난방열은 열병합발전소, 열

전용 보일러 및 쓰레기 소각로에서 생산된다. 2년뒤인 1987년에는 남서울지역난방도 난방열 공급을 시작하였다. 남서울지역난방은 전형적인 발전소(기존 서울화력발전소) 복수식 발전 방식을 추기식 발전 방식으로 변경하고 열전용 보일러도 설치하여 이촌동, 반포 및 여의도 지역에 공급하고 있다. 목동지역난방은 중유와 가스 혼소식으로 준공되었으나 1992년 10월부터 천연가스 전용으로 전환하였고, 일부 열은 쓰레기 소각열도 이용하고 있다. 목동지역난방의 총공사비는 361억원, 남서울지역난방의 총공사비는 562억원이 소요되었으며, 남서울지역난방의 투자비 회수 기간은 9년으로 예상하고 있다.

지역난방 시대를 본격적으로 열었다고 자평하는 신도시 열병합발전소는 발전소 부지난에 어려움을 겪던 전기사업자와 지역난방 사업자의 이해관계가 절묘하게 맞아 떨어져 성사된 대표적 예이다. 그 이유로 여름철 전기 수요가 피크로 될 때는 난방이 필요없고 난방이 피크를 이루는 겨울철은 천연가스를 사용하여 발전 생산 단가가 높은 열병합 발전소의 전기를 한전이 필요로 하지 않는 문제를 가지고 있기 때문이다. 신도시 열병합 발전소중 분당열병합 발전소의 1992년 준공으로 분당 및 강남지역에도 지역난방이 공급되고 있다. 현재 지역 난방용 열병합 발전소의 현

황은 표 16과 같다.

### 6.2 지역난방 시장 형태<sup>(5)</sup>

지역 난방은 공급코자 하는 지역의 형태에 따라 다음과 같이 분류할 수 있다.

- (1) 인구 밀집 도시 지역
- (2) 에너지 다소비처 밀집 지역
- (3) 공업 단지 지역
- (4) 인구 밀도가 낮은 주거 지역

위의 지역 중 (1), (2), (3) 지역은 경제성이 있는 곳으로 간주된다. 북유럽 지역에서의 지역난방 경험에 비추어 볼 때 (4)의 경우도 잘만 적용하면 경제성이 있는 것으로 보인다. 그러나 다른 지역은 북유럽과 난방도일과 열사용량이 동일하지 않으므로 위와 같은 결론을 쉽게 내리지는 아니된다. 일반적으로 겨울이 긴 지역을 제외한 지역에서는 현재의 기술 수준으로 (4) 지역은 경제성이 없다.

### 6.3 지역난방 시스템의 경제성 결정 요소<sup>(5)</sup>

지역난방 시스템의 경제성 유무를 결정하는 세가지 중요한 요소는 다음과 같다.

- (1) 열 부하 밀도(heat-load density) : 단위 면적당 열부하량
- (2) 연간 부하 계수(annual load factor)

표 16 국내 지역난방용 열병합 발전소 현황

순위	명 칭	용 량 (MW)			온수온도 (℃)	배관망 계획 (km)	공급 연도	공 급 대 상	
		전기	난열	냉열				아 파트	건물
1	목동열병합발전소	20	331		115/75	98	1985	74,044	159
2*	남서울지역난방 (수서지역포함)	137	450		115/75	171	1987	106,000	112
3	분당열병합발전소	600	1,000	350	120/75	184	1992	98,000	
4	안양열병합발전소	480	700	250	120/75	120	1992	92,000	
5	일산열병합발전소	630	700	250	120/75	134	1993	98,000	
6	부천열병합발전소	470	800	280	120/75	63	1993	38,000	

주 : 1) 1은 에너지관리공단 집단에너지본부에서 운영하고, 나머지는 한국지역난방공사에서 운영한다.  
 2-6의 경우 주사업자는 한전이고, 모든 열병합발전소에서 생산된 전기는 모두 한전의 시스템에 연결되어 공급된다.  
 2) 상기열병합발전소의 연료는 LNG이고 수서지역의 보조열원으로 보조보일러용 연료단 저황 왁스유를 사용하고 있다.

표 17 건설중인 지역난방용 열병합발전소 또는 보일러 현황

명칭	대구달서	수원	서울송파	부산해운대	
사업주	한국지역난방공사	한국지역난방공사	한국지역난방공사	부산광역시	
대상지역	성서·대곡·장기용산	수원영통·영덕지구	서울송파 기존지구	해운대구 좌동·우동	
공급호수	47,000	69,000	33,000	38,168	
시설규모	열	71Gcal/h	71Gcal/h	80Gcal/h	238Gcal/h
	전기	43.5MW	43.2MW	20MW	-
	보일러	200T/h×2, 100T/h×1	150T/h×4기	100T/h×2기	120T/h×4기
	열배관(2열)	난방42km, 증기15km	난방63km	난방 60km	난방 15km
	축열조	17,000Ton×1	15,000Ton×2	20,000Ton×1	20,000Ton×1
	소각로	200T/d(대구시소유)	300T/d(수원시소유)	450T/d×4(서울시소유)	200T/d×2(부산시소유)
사용연료	벙커C유	LSWR	LNG	LNG	
총투자비	1,356억원	1,850억원	1,267억원	500억원	

### (3) 소비자 판매 단가(rate of consumer connections)

지역난방 시스템에 소요되는 투자액 중 대부분은 열 공급 및 분배에 필요한 값 비싼 시설이다. 일반적으로 이런 비용은 총투자 규모의 50~75%를 차지한다. 경제성이 있다면 지역난방은 고열부하 밀도를 필요로 한다.

지역난방 시스템은 판매 허용 지역에 가능한 많은 수요자에게 공급되어야 한다. 매출액은 소비자 판매 단가와 직결되고 지역난방 사업의 성패를 좌우한다. 일단 시스템 운전이 시작되고 소비자 판매 단가가 적절하게 결정되었다면(기타 난방 방식을 사용하는 것과 가격 경쟁력이 있다면) 새로운 건물 수용가가 지역난방시스템에 연결시켜 공급받는 것이 새로운 단독 냉난방 시스템을 설치하는 것보다 싸진다. 그러나 기존 건물의 냉난방 시스템을 지역난방 시스템으로 전환시키는 비용은 여러 요소에 따라 달라진다. 그 요소는 기존 냉난방 설비의 연령, 형태 및 상태이다. 기존 냉난방시스템을 지역난방시스템으로 전환시킬 수 있는 가장 바람직한 시기는 기존 건물의 설비를 교체해야 할 때이다.

## 6.4 지역 형태별 지역난방 시스템의 특징<sup>(5)</sup>

### 6.4.1 인구 밀집 도시 지역

인구 밀집 도시 지역의 지역난방 시스템은

가능한 한 다양한 업종의 수요자에게 공급할 수 있도록 다목적용으로 계획되어야 한다. 지역난방 시스템이 준공되어 소비자에게 공급이 시작되고 전지역의 수요자에게 공급되기까지는 20년에서 30년 걸리는 경우도 있다. 이런 지역에 전체적으로 필요한 배관망과 수천 메가와트(MW) 열용량을 충족시키는 설비를 준공하자면 엄청난 재정 투자가 소요된다. 그러나 초기에는 전체 계획 시스템중 일부만 완성하고, 나머지 시스템은 연차적으로 계획함으로써 초기 운전에서 얻어지는 매출액을 이용하여 건설하는 수도 있다.

이와는 대조적으로 중소도시 인구 밀집 지역은 수백 메가와트 열용량과 5, 6km의 배관망만 있어도 된다. 따라서 건설 기간도 2~3년으로 짧고 건설 투자비도 비교적 적게 소요된다. 위에서 설명한 대도시와 중소도시의 인구 밀집 지역의 공통점은 다음과 같다.

- (1) 건물 형태가 다양함에 따라 에너지 사용 형태도 다양하다. 따라서 다양한 형태의 에너지를 동시에 공급해야 한다.
- (2) 열에너지원으로는 가능하면 발전소와 산업체의 잉여열 또는 폐열, 쓰레기 소각장의 소각열, 지열(외국의 경우) 또는 태양열 집열기의 잉여열을 이용하는 것도 한 방법이다.
- (3) 전체 투자비의 대부분이 배관망 투자비이다.

- (4) 지역냉난방 사업을 경제적으로 성공시키려면 대관청 사업 허가 취득 업무와 공급 가격 허가가 순조로와야 한다.

6.4.2 에너지 다소비처 밀집 지역

에너지 다소비처 밀집 지역은 쇼핑 센터, 대학 캠퍼스, 고층 아파트 밀집 지역 또는 주상 복합 건물 지역 등이다. 에너지 다소비처 밀집 지역의 지역냉난방 시스템의 특징은 다음과 같다.

- (1) 플랜트와 배관망은 다양한 수요자의 요구에 적합하도록 설계되어야 한다.
- (2) 배관망 건설비는 큰 부분을 차지하지 않는다.
- (3) 열공급원은 열병합 발전소나 기존 산업체나 발전소의 잉여열을 이용할 가능성이 높다.
- (4) 대관청 사업 허가 취득 업무와 대수요자 관련 업무는 상대적으로 간단하다.

6.4.3 공업 단지 지역

공업 단지 지역이 요구하는 특수 조건이 지역 냉난방 시스템의 형태, 성패와 경제성을 좌우한다. 증기, 온수 또는 둘 다 생산해야 하고 산업 가동율이 시스템 사용율을 좌우한다(대구열병합 발전소의 경우는 증기만 생산하여 염색공단에 공급함). 열공급원과 플랜트 기술 건설 기술은 에너지 다소비처 밀집 지역과 유사하다.

대관청 사업 허가 취득 업무는 단순하지만 다양한 에너지 수요로 말미암아 열공급 시스템은 복잡하다. 사용율이 높아야 시스템의 경제성이 보장된다.

6.4.4 인구 밀도가 낮은 주거 지역(국내에서는 경제성 없음)

인구 밀도가 낮은 주거 지역용 지역 냉난방 시스템은 단독 세대 주택 또는 다세대 주택에 열을 공급한다. 이런 시스템의 공통점은 다음과 같다.

표 18 공업단지 열병합 발전소 현황(1992년말 현재)<sup>(7)</sup>

순위	명 칭	용 량	연 료	공 급 년 도	비 고
1	울산석유화학공단	17.5MW×2	중 유	1972	
		38 MW×1	유 연 탄	1991	
2	여천석유화학공단	30 MW×2	중 유	1978	
3	대구염색공단	38 MW×1	유 연 탄	1988	
4	반월공단	56 MW×1	"	1990	
5	부산염색공단	19 MW×1	"	1991	
6	삼성종합석유	25 MW×1	중 유	1991	
7	구미공단	85.5MW×1	유 연 탄	1992. 10	
8	이리공단	21 MW×1	"	1992	벽 산

표 19 건물 코제너레이션 시스템 현황(1992년 12월 현재)<sup>(7)</sup>

순위	명 칭	용 량	발 전 형 태	건 설 년 도	비 고
1	조선히otel (서울)	0.85MW×1	디 젤 엔 진	1982	
2	상공회의소 (서울)	2.1 MW×1	가 스 엔 진	1985	
3	신라호텔	2.5 MW×1	"	1986	
4	명동롯데호텔	2.1 MW×3	"	1987	
5	잠시롯데월드	5.9 MW×6	"	1988	
6	한국무역협회 (서울)	2.0 MW×1	"	1991	

주:1992년 10월 연료를 경유에서 LNG로 교체

- (1) 저온수 공급 시스템을 채택할 경우 배관망 건설비가 대부분 차지한다.
- (2) 온수 사용 히트 펌프가 시스템 용량을 보조할 수 있다.
- (3) 대관청 사업 허가 취득 업무와 대수요자 계약 관련 업무는 복잡한 편이다.
- (4) 열용량은 1메가와트에서 6메가와트 규모이다.
- (5) 투자비가 높고 사용율이 낮아 대부분 지역에서 경제성을 맞추기가 어려운 실정이다.

7. 지역냉난방 시스템 개요<sup>(5)</sup>

7.1 지역난방과 지역냉방

지역냉난방 시스템의 주요 3구성품은 그림 1 과 같다.

첫째, 구성품은 증기, 온수 또는 냉수를 생산하는 플랜트이다. 난열원인 증기와 온수는 화석 연료를 연소시켜 보일러가 직접 생산할 수 있다. 그러나 이런 직접 연소 및 공급 난방 방식은 가격이 비싸게 되므로 값싼 난열원을 이용할 수 있으면 이용한다(그림 2). 예를들면 일반 발전소에서는 투입 연료의 열량중 30~35%만 유용한 에너지인 전기로 전환하여 사용하고 나머지 65~70% 가량은 폐기하고 있다.

냉수는 흡수식 냉동기, 전동식 원심 냉수기, 가스 또는 터빈 구동 원심식 냉수기 또는 터빈 구동식 기계와 열원 구동 흡수 시스템에 의해 생

산된다.

둘째, 구성품은 에너지를 증기, 온수 또는 냉수 형태로 생산 플랜트에서 소비자에게 전달시켜 주는 공급 및 분배 배관망과 응축수 복귀관이나 냉각된 온수 및 가온된 냉수를 복귀시키는 복귀관 배관망이다. 지역 냉난방 시스템의 간략화한 개략도가 그림 3에 있다. 대체적으로 시스템 구성시 배관망은 환상망으로 구성하고, 생산 플랜트도 복수의 플랜트를 세워 시스템의 연속 운영을 보증하고, 그 위치도 가능하면 2곳 이상에 분산 배치시키는 것이 바람직하다.

열수송용 배관은 보온 처리된 강관을 사용한다(그림 4). 이 배관은 접촉형으로서 각 부분은 서로 밀착 접촉되어 제조된다. 열수송용 배관중에는 보온재내에 동선을 삽입하여 보온재내에 침투하는 습기를 감지할 수 있는 전자감시시스템을 설치 가능케 하고, 외부 케이싱을 완벽하게 접촉할 수 있는 내장전기 가열 전도체를 설치할 수 있으며, 배관이 운영되는 최고 온도와 최저 온도

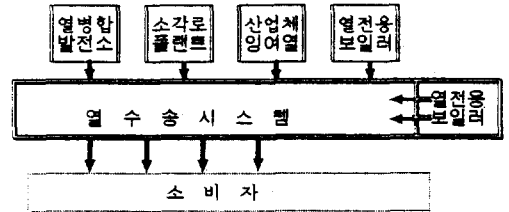


그림 2 지역난방회사의 열원 획득 방안

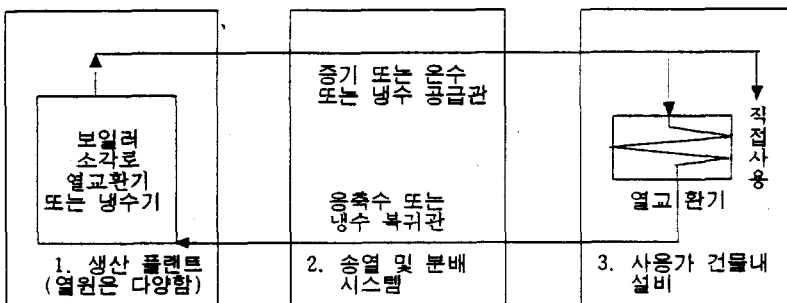


그림 1 지역냉난방 시스템 구성 요소

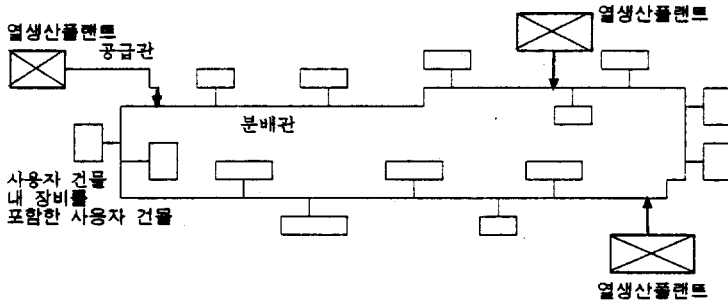


그림 3 지역 난방 시스템 개략도

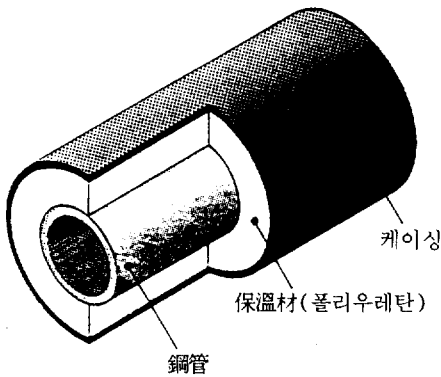


그림 4 열수송용 배관

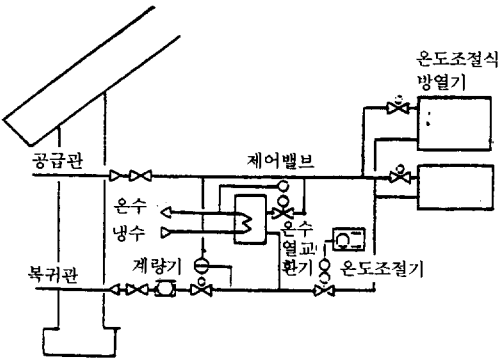
를 감안한 평균 온도로 예비 용력 작업을 실시하고, 곡관의 경우는 공장에서 만곡(bending) 처리하여 설치하고, 소구경 배관은 현장에서 만곡 작업을 실시한다. 또한 저심도(30~50cm) 용접 배관 매설 공법까지 등장하였다. 최근에는 최고 50m 롤이 가능한 폴리에틸렌/폴리부텐 배관이 등장하였다. 이들의 배관경은 100mm가 최대이며, 온도와 압력은 80℃와 6kg/cm<sup>2</sup>로 제한된다. 강관의 경우도 물처리를 완벽하게 시행하여 연수화시키고 용존 금속 성분을 제거하면 40~50년의 수명은 유지시킬 수 있다.

셋째, 구성품은 사용자 건물내의 분배 설비이다. 증기가 공급되면 난방용으로 직접 사용될 수 있고 저압(0~1kg/cm<sup>2</sup>) 증기 난방, 용수 가열 및 흡수 냉각 시스템에 사용되도록 감압 스테이션을 사용하여 공급할 수 있으며 증기-물 열교

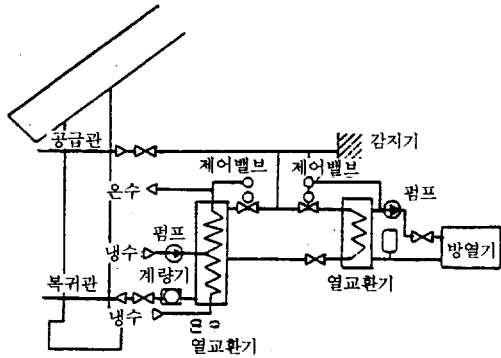
환기를 통과하여 온수 난방 시스템을 사용하는 곳에 온수를 공급시켜준다. 초기 지역 난방 시스템은 증기 시스템을 많이 채용하였으나 온수 시스템의 채용이 늘어가는 추세이다. 온수 시스템의 경우는 온수-온수 열교환기가 더 많이 사용된다. 건물 난방과 주거용 난방 시스템은 주로 온수 방식으로 건설된다. 냉수를 지역 난방 시스템에서 공급할 경우 난방 시스템과 호환성을 유지하기 위해 건물내에 물-물 열교환기가 사용된다(난방과 냉방시 동일한 열교환기를 사용하되 열매체의 종류(온수, 냉수)만 다르다).

사용자 건물내의 분배 설비도 간접 연결 방식과 직접 연결 방식이 있다(그림 5). 직접 연결 방식은 지역난방 온수를 사용자 가열 설비에 직접 연결하여 온수를 순환시키는 방식이고 간접 연결 방식은 지역난방 온수와 사용자가 가열 설비를 열교환기로 분리시키는 방식이다. 직접 연결 방식은 설비 자체가 단순하여 지고 비용이 싸게 먹히며 복귀 온도도 낮아지는 장점이 있으나 한국 고유의 온돌 난방에는 최고 온수 온도의 제한이 있으므로 직접 연결 방식은 어려운 실정이다. 현재 국내에서 사용되는 방식은 간접 연결 방식으로서 지역난방 도입 전에 중앙 집중식 난방을 사용하던 곳은 보일러가 있는 위치에 열교환기를 설치하고 그렇지 않은 곳은 열교환기를 따로 설치하여 각 아파트에 가열된 온수를 보낸다.

다음은 지역난방과 관계가 많은 발전소에 대하여 설명한다. 그림 6은 증기 터빈 발전소중 중요



(가) 직접 연결 방식



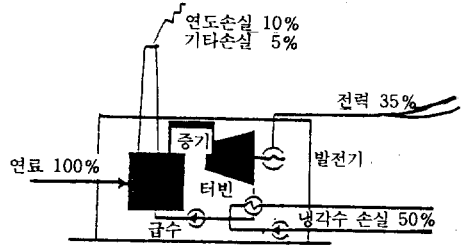
(나) 간접 연결 방식

그림 5 지역난방 시스템의 수용가 공급 방식

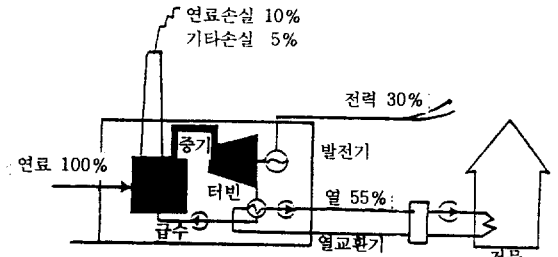
한 3가지 형태를 나타낸다. 맨 위쪽은 재래식인 복수 발전 시스템(한전이 운영하는 대부분의 화력 발전소), 중간은 배압 발전 시스템, 맨 밑은 추기 발전 시스템이다.

7.1.1 복수 발전 시스템(condensing power plant)

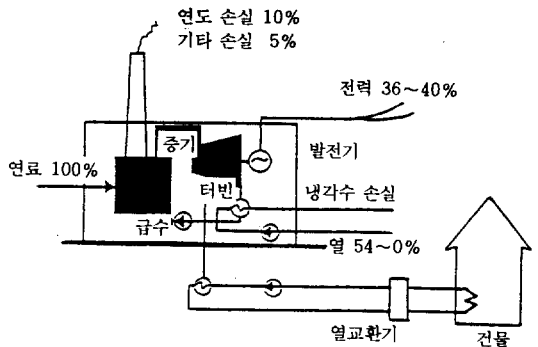
복수 발전 시스템은 재래식 발전 시스템으로 보일러에서 압력 180~250bar, 온도 540~560℃로 발생된 증기가 터빈에 공급되어 회전시켜 그 기계 에너지를 발전기가 전기 에너지로 변환하여 전기를 발생시킨다. 일을 하고 난 증기는 복수기에서 다량의 냉각수와 열교환을 일으켜 0.04bar, 40℃ 정도의 물로 된다. 이 물은 다시 급수 펌프로 보일러에 공급된다. 이때 냉각수는 해수나 하



(가) 복수 발전 시스템



(나) 배압 발전 시스템



(다) 추기 발전 시스템

그림 6 증기 발전플랜트의 대표적 3가지에

천수를 다량으로 이용하는데 이것이 폐기되는 열의 대부분을 차지한다. 이런 발전 시스템의 효율은 35~40% 정도이다.

7.1.2 배압 발전 시스템(back pressure power plant)

중간에 있는 배압 발전 시스템은 지역 난방에서 사용되는 온수를 생산하기 위하여 복수 발전 시스템(40℃)보다 높은 온도(100~200℃)로 증기를 복수시킨다. 왜냐하면 이 정도 온도의 물(40℃)은 지역난방용으로 사용될 수 없다. 비록 이 과정에서 전기 생산 능력은 떨어지지만 전체

열효율은 85% 정도로 증가한다. 단점은 전기 생산량과 열생산량의 비가 고정된다는 것이다. 이것은 발전소에 축열조가 없을 경우에 열부하에 따라 발전소가 운전되므로 전기가 부산물처럼 된다. 축열조가 있으면 이런 단점은 개선되어 전기 부하에 따라 발전소가 운전되어 열부하에 따라 운전할 경우보다 열효율이 높아진다. 따라서 축열조가 없는 경우보다 축열조가 있는 배압 발전 시스템이 전기 생산자에게 더 중요하다. 배압 발전 시스템은 중간 규모가 소규모 발전소에 채용된다.

### 7.1.3 추기 발전 시스템(extraction power plant)

맨 밑에 있는 시스템은 추기 발전 시스템이다. 추기 발전 시스템은 배압 발전 시스템보다 열과 전기에 의존하는율이 작다. 최대 추기 증기 용량과 최대 전기 용량과의 관계에 따른 발전소의 설계에 따라 터빈의 저압 부분의 과열을 방지하기 위하여 (해수) 복수기로 통과시키는 증기 유량을 소량으로 유지시키면서 복수 발전 시스템과 같이 운전할 수 있다. 그렇지 않으면 전기 시스템에서 전기 용량을 전량 요구할 때 지역 난방용 추기 증기관을 폐쇄시켜 복수식으로 운전할 수 있다. 이와같은 발전 시스템의 융통성으로 지역 난방용 발전소는 대부분 추기 발전 시스템을 채용하며, 규모는 125 메가와트에서 500 메가와트에 이른다.

### 7.1.4 복합 발전 시스템(combined cycle power plant)

그림 7은 복합 발전 시스템으로 운영되는 지역난방 시스템을 나타낸다. 복합 발전 시스템은 가스 터빈 발전소의 높은 배기열을 회수하여 배열회수보일러를 가동하여 증기터빈을 구동하는 시스템으로 전기 생산 효율을 45~50%까지 증가시킨다. 증기터빈이 고가이므로 복합 발전 시스템의 경제적인 최소 규모는 10 메가와트이다. 지역난방에 열을 공급하는 시스템을 제외하면 복합 발전소(평택 및 서인천)가 된다.

위의 예에서 보는 바와 같이 열병합으로 운전하면 열만 생산하는 보일러와 전기만 생산하는 발전기를 따로 운영하는 연료 효율보다 높은 열효율을 얻을 수 있다. 신도시 열병합 발전소는 LNG를 연료로 가스 터빈을 구동하여 발전하고 배기되는 연소 가스를 배열회수보일러에 통과시켜 증기를 생산하여 증기 터빈으로 발전하면서 열을 생산하여 지역난방시스템에 공급하는 방식이다(그림 7).

다른 예로 소각장에서 생기는 난열을 폐기시키는 경우도 있다. 이런 폐기열을 회수하여 지역난방에 이용하면 가장 경제적이 된다. 이런 예가 목동열병합발전소이다.

남서울지역난방은 그림 6의 추기발전방식으로 추기 증기를 추출하여 지역난방시스템에 이용하고 있다. 이런 점에서는 전통적인 지역난방시스템이라 할 수 있다.

그림 7은 신도시열병합발전소의 시스템 개념도이다. 그러나 신도시열병합발전소는 피크부하용으로 건설된 발전소이므로 난방기간에는 전기 피크가 일어나지 않는 문제가 발생하여 한전과 지역난방사업가 간에 운영상의 이해 상충이 있을 수 있다. 이런 경우를 대비하여 열전용보일러를 설치 운영하고 있는데 발전하지 아니하고 열전용보일러를 가동하여 지역난방열을 공급하는 경우는 송열손실이 중앙집중식 난방보다 크기 때문에 효율이 좋다고 볼 수 없다.

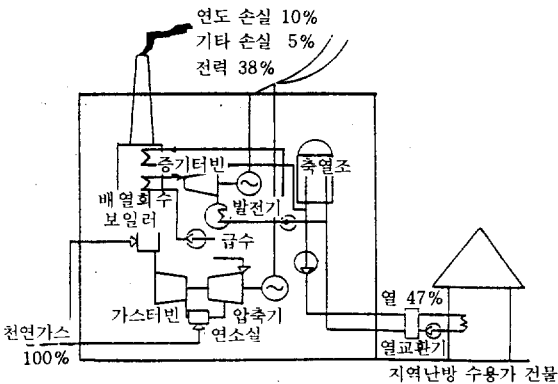


그림 7 열병합발전소의 대표적 예 (신도시 열병합)

### 7.2 지역냉난방 시스템의 형태

지역냉난방 시스템은 사용 열 에너지 전달 매



체에 따라 다음과 같이 분류한다: 증기 시스템, 온수 시스템 및 냉수 시스템.

7.2.1 증기 시스템

증기 시스템의 열원 발생 시스템은 열생산 플랜트, 코제너레이션 및 공급/구매 시스템이 있다.

(1) 열생산 플랜트 시스템

이런 경우 보일러는 설계 압력에서 시스템에 증기를 공급하는 방식으로 계획된다.

(2) 코제너레이션(cogeneration)[정의: 동일한 에너지원에서 전기 에너지와 유용한 저급 증기를 동시에 생산하는 시스템, 1977년 지미 카터 대통령이 처음 이 용어를 사용했음](그림 8), 이 중 에너지 사용(DEUS) 또는 열병합 발전 시스템(CHP)

위의 세가지 용어는 상호 혼용되고 있다. 이런 시스템에서는 전기를 발전하고 남은 에너지의 부산물이 증기이다.

(3) 공급/구매 시스템

시스템 기본 용량을 초과하는 증기가 소요될 때 쓰레기 소각장 등과 같은 다른 보일러 플랜트에서 증기를 구매하는 시스템 또는 기본적으로 쓰레기 소각장등과 같은 곳의 잉여열을 사용하는

시스템에 보조 보일러를 두는 시스템

초기 지역난방 시스템은 저압 보일러를 이용하여 저압 증기를 배관망으로 공급하는 시스템이었다. 초기 증기 시스템과 현재 증기 시스템과 다른 점은 다양한 수요자의 요구 사항을 충족시키고 원거리 수요자에게 공급할 수 있도록 공급 압력을 높인 점이다. 지역 난방용 보일러에서 사용하는 압력은 0.60kg/cm<sup>2</sup>g에서 46.00kg/cm<sup>2</sup>g로 다양하며 평균 사용 압력은 10.00kg/cm<sup>2</sup>g이다.

증기를 공급한 뒤에 응축수를 복귀시키는 시스템을 선택할 때는 응축수가 함유하고 있는 다량의 산소 성분에 의한 배관의 부식 문제가 심각하다. 이런 이유로 증기를 공급하는 시스템을 채용할 경우에는 대부분 복귀관을 만들지 않는다.

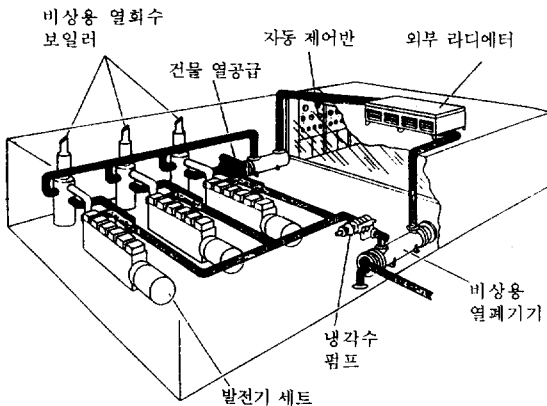
코제너레이션(cogeneration), 이 중 에너지 사용(DEUS) 또는 열병합발전(CHP) 시스템은 동일한 주에너지원이나 연료에서 전기나 기계적인 힘과 열을 순차적으로 얻는 시스템이다. 이런 시스템의 개념중 토폭(topping) 시스템과 보터밍(bottoming) 시스템이 있는데 이는 생산된 에너지원으로 먼저 전기를 생산하면 토폭시스템 또는 토폭사이클이라 하고, 그와는 반대로 열에너지 수요를 먼저 충족시키고 터빈을 구동시켜 전기를 생산할 때 보터밍 시스템 또는 보터밍 사이클이라 한다(미국에서는 유틸리티(전기, 가스 회사)와 지역 난방 회사간에 쌍방 판매 계약에 의해 효율적이고 성공적인 지역난방 회사의 경영이 가능한 예도 있다).

일본에서 사용하는 용어로 이와는 개념이 유사한 전기추종형 병렬운전과 열추종형 병렬운전이 있다. 전자는 정상운전시 외부에서 전력을 수전치 않고 발전 수요를 충족시키고 열을 부산물로 생산하는 방식(역조류가 없는 경우)이고, 후자는 열수요를 충족시키면서 전기는 종속적으로 생산하여 나머지 전기 수요는 외부 전력으로 충족시키는 방식(역조류가 있는 경우)이다.

7.2.2 온수 시스템

온수 시스템의 열원 발생 설비로 열생산시스템, 혼합시스템, 코제너레이션, 지열원시스템, 잉여열 또는 폐기열시스템이 있다.

(1) 열생산 시스템



- 발전기 세트로 공급되는 냉각수
- 발전기 세트에서 발생하는 온수 (열사용 시설에 공급)
- 엔진 배기 시스템(엔진에서 열회수 보일러를 통과하여 대기로 방출)

그림 8 전형적인 3대의 가스엔진을 채용한 코제너레이션 플랜트<sup>(5)</sup>

시스템의 중앙 지점에 위치한 보일러 플랜트에서 온수가 공급된다.

(2) 혼합 시스템

플랜트에서 증기를 공급 받아 현장(수용가 가까운 곳)에서 온수를 생산하여 지역 온수 배관망으로 공급하는 시스템

(3) 코제너레이션(cogeneration), 이중 에너지 사용 또는 열병합 발전 시스템

이런 시스템에서 온수는 전기 발전 과정의 부산물이다.

(4) 지열원 시스템

지열원에서 온수가 얻어진다.

(5) 잉여열 또는 폐기열 이용 시스템

쓰레기 소각장의 잉여열이나 산업체 폐기열 또는 잉여열로 얻어지는 온수

앞에서 언급한 국내 지역난방의 경우(남서울 지역난방, 목동지역난방 및 신도시 지역난방) 모두 온수 시스템을 채용하고 있다. 온수 시스템은 증기 시스템에 비해 배관경이 커져야 하는 단점은 있으나 장기적으로 부식 문제등에서는 우위를 점하고 있다.

증기 시스템과는 달리 온수 시스템은 복귀관을 설치한다. 대부분 물이 복귀되므로 보일러 시스템에 새로이 보충해야 할 물의 양은 그다지 많지 않다.

일반적으로 증기와 온수는 난방 방법에 따라 사용자 설비가 다르다. 온수 시스템의 경우 사용자 사용 위치에서는 물-물 또는 물-공기 열교환기를 사용하여 난열을 공급한다. 사용 온수도 동일한 방법으로 생산되는 별개의 열교환기를 사용한다.

국내에서는 지역 난방의 경우 수용가 위치에서 물-물 열교환기를 사용하여 40~50℃ 정도의 온수로 공급해 준다. 플랜트에서 곧 바로 40~50℃의 물을 생산하여 수용가에게 공급할 수 있으나 열공급중 발생하는 열손실을 고려하면 현 시점에서는 비경제적이다.

7.2.3 냉수 시스템

냉수 시스템의 냉열원 생산시스템은 증기 구동 냉열 생산 시스템 및 전기 구동 냉열 생산플랜트 시스템으로 나눈다. 온수나 증기를 이용한 흡수

식 냉온수기는 냉수 시스템에서 제외시킨다.

(1) 증기 구동 냉열 생산플랜트 시스템

증기로 구동되는 장비(터빈 원동기등)로 중앙 플랜트에서 냉수를 생산하여 배관망을 통해 수용가에게 공급된다.

(2) 전기 구동 냉열 생산플랜트 시스템

전기 구동 장비(원심식 냉동기)는 중앙 플랜트에서 냉수를 생산하여 배관망을 통해 수용가에게 공급한다.

지역난방 사업의 관점에서 보면 동일한 에너지원을 사용하여 난방의 비수기인 여름에 에너지를 공급하면 연간 사용율이 증가하여 상당한 경제적 이익이 있다.

난방 공급 시스템에는 위에서 설명한 온수 시스템과 증기 시스템이 있으나 냉방 공급 시스템은 다음과 같은 4가지 방식을 생각할 수 있다.

- ① 저압 증기 또는 온수가 일년내내 수용가에게 공급되어 여름철에는 수용가 위치에서의 흡수식 냉수기를 가동시켜 냉방 수요에 대처한다. 흡수식 냉수기는 온수를 공급받아 냉수를 생산하는 방식으로 운전된다. 최근 이런 기기는 터빈 보다 상당히 낮은 압력에서 운전되게 설계되고 효율도 상당히 향상되었다.
- ② 중앙 집중식 냉수 생산 플랜트를 가동시켜 난열원과 다른 배관망을 통해 수용가에게 공급한다. 중앙 집중식일 경우 냉수 생산 플랜트의 주기는 재래식인 원심식 냉동기(환경보호협약으로 프레온에 대한 사용규제로 이의 선정을 자제해야 한다) 또는 흡수식 냉수기를 이용할 수 있다. 난열원과 냉열원에 대한 이중 배관망을 구성해야 하므로 배관 투자비는 증가한다.
- ③ 단일 배관망을 이용하여 중앙 플랜트에서 수요나 계절에 따라 난열 또는 냉열을 공급한다. 이런 경우 동시에 다른 열원을 필요로 할 경우 그 수요를 채우지 못하는 단점이 있다.
- ④ 고압 증기를 공급하는 시스템일 경우 개별 수용가에 설치되어 있는 소형 터빈을 구동시켜 공조용 기기를 운용한다. 이 경우는

위의 ②항의 경우처럼 원심식 냉동기를 구동시켜야 하는데 프레온 사용 규제로 현실성이 희박해 지고 있다.

위의 경우중 ②, ③의 경우 1.7~4.4℃인 냉수가 수용가에 공급되어 열교환기를 거쳐 공조용으로 사용된다. 지역 집단 공급 개념으로 중앙 냉수 공급 시스템이 널리 보급되지 않는 이유는 열원보다 냉열원 배관의 구경이 커야 한다는 사실과 온수 시스템에 비해 보온의 어려움에 따른 공급 유효 거리가 짧다는 사실 때문이다. 신도시 열병합 발전을 이용한 지역난방의 경우 여름철에는 영업용 및 업무용 시설에 온수를 공급하여 흡수식 냉수기를 사용하여 냉방하도록 권장하고 있다. 그러나 현실적으로 국내 열병합 발전의 경우 하절기의 전력 사용량 증대로 전력 생산에 더 관심을 가지므로 난열원의 판매 확대는 그리 큰 관심의 대상이 되지 않고 있다.

쓰레기 소각장이나 산업체 공장에서 연중 증기가 생산되어 이를 소모하지 않으면 폐기되는 경우 증기를 사용하여 증기 터빈으로 전형적인 압축 냉동기를 구동시켜 냉열을 얻든가 흡수식 냉수기로 냉열을 얻는다. 이런 경우에는 시스템이 연중 운영되므로 연중 부하 계수를 증가시킬 수 있다.

코제너레이션(cogeneration)의 경우 열수요가 감소하는 여름철에는 전기 생산량을 늘린다. 이런 전력으로 재래식 냉동기를 가동시켜 냉수를 생산할 수 있다. 재래식 냉동기의 사용이 제한되는 경우는 열수요를 동일하게 유지시키면서 난열원을 사용하여 흡수식 냉수기를 운전하여 여름철 부하에 대처한다.

### 7.3 지역난방 시스템의 채택 배경

일반적으로 에너지를 절약하려는 시도는 두가지 관점에서 이루어지고 있다. 첫번째는 에너지 수요를 감소시키고 두번째는 이런 에너지 수요는 맞추면서 개발된 기술을 사용하여 설비의 효율을 개선시키는 것이다. 대부분 에너지 절약 보존 연구에서 행해지는 개별적인 노력은 단일 기술을 검토하거나 에너지 사용에 초점을 맞춘다(공간 난방, 냉방 또는 전기 발전). 이런 접근 방법은

여러 에너지 공급 기술 개발에 상당한 진보를 이루었으나(태양열 이용 부분이 이의 대표적 예이다) 여러 종류의 에너지를 공급받는 수요처에서의 상호 협조 체제의 결여로 인한 비효율에 대한 연구는 없다. 예를들면 대부분 발전소에서 연료 에너지의 30% 정도만 사용하고 나머지는 폐열로 바다, 호수, 강으로 방수한다. 이런 폐열 방수는 에너지의 낭비 뿐만 아니라 열 오염을 일으키는 주범이다. 이런 열이 비생산적으로 방열되는 동안, 원유나 천연가스와 같은 회귀(점차 비싼) 연료는 가정, 사무실, 산업체 및 기타 단체의 난방용으로 사용된다.

이런 전체적인 에너지 비효율은 주거 지역의 에너지 수요를 지역사회 단위로 검토할 때 해결할 수 있다. 이런 관점에서 지역사회 에너지의 대부분의 수요를 해결하여 주는 시스템을 지역사회 에너지 시스템(CES; community energy system)이라는 용어로도 일컫는다. 물론 지역사회 에너지 시스템이라고 부를 때는 열뿐만아니고 전기까지 해결시켜 주는 시스템이므로 엄밀한 의미에서는 지역난방 시스템과는 다르다. 지역사회 에너지 시스템은 그 지역사회가 필요로 하는 모든 에너지 또는 대부분의 에너지 수요를 충족시켜 준다. 예를들면 지역사회 에너지 시스템의 일환으로 전기와 열 에너지가 동시에 생산된다. 코제너레이션에서는 열에너지(정상적인 전기 생산에서는 폐기되는)를 회수하여 공간 난방, 냉방, 물 가온 및 산업 공정용 증기로 사용된다. 지역사회 에너지 시스템은 재래식 에너지를 사용할 경우 에너지별로 공급원이 분리되던 것을 한 시스템에 연결시켜 지역사회 전체의 에너지 수요를 감당하는 역할을 하고 에너지 사용의 효율을 제고시킨다.

### 7.4 지역사회 에너지 시스템(CES)의 예

지역사회 에너지 시스템의 중심되는 특징은 지역사회의 각기 다른 에너지 소비자들간 또는 지역사회에 공급되는 여러 형태의 에너지간의 에너지 공급 서비스를 일원화하는 것이다. 전자의 형태의 예로는 지역난방 시스템으로 단일 에너지원인 온수 또는 증기를 공간 난방, 용수 가온 및

공간 냉방 및 공정용 증기용으로 공급한다. 지역 난방 시스템이 반드시 열에너지만 공급하는 것으로 제한되는 것은 아니다; 전기를 생산하거나 고형 쓰레기 소각으로 열을 얻는 것 또 다른 종류의 예이다. 일반적으로 건물에 필요한 공간 난방을 자체적으로 해결할 때는 지역난방으로부터 열공급을 받을 때보다 에너지 사용 효율이 낮다.

지역사회 에너지 시스템은 단일 수요자에게 다양한 종류의 에너지를 공급할 수 있다. 이런 예의 대표적인 예가 건물내의 코제너레이션 플랜트이다. 코제너레이션 시스템의 대표적인 예는 그림 8에 나타난 가스 엔진/발전기 세트에 열회수 시스템이 추가된 시스템이다. 엔진/발전기 세트는 건물의 전기 수요를 충족시킬 수 있고 엔진의 배기, 냉각 및 주유 시스템에서 회수된 열은 공간 난방과 냉방 부하를 충족시키는데 사용할 수 있다. 또 다른 코제너레이션 시스템은 추기 증기를 이용하는 증기 터빈 세트로 그림 6에 나타나 있다.

지역사회 에너지 시스템을 완전하게 계획 운영 하려면 지역의 다양한 수요자의 에너지 수요와 여러 종류의 에너지 공급원을 조화시켜야 한다. 이런 종류의 시스템은 전기, 공간 난방 및 냉방, 용수 가온, 공정용 증기를 공급할 수 있어야 하고 지역의 고형 쓰레기를 처리할 수 있는 소각장을 포함하여야 한다.

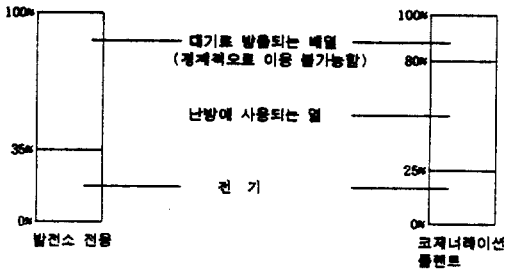
앞의 예는 지역사회 에너지 시스템의 다양한 형태를 나타내 준다. 제공되는 서비스의 종류와 이런 종류의 서비스를 제공하는데 사용되는 기술은 다양하다. 이런 설계 요소에 덧붙여 각종 시스템이 채택하는 종류도 수요자의 성격에 따라 다양하다. 지역사회 에너지 시스템을 고려할 때 기존 전력 시스템과의 연결 유무가 중요한 변수이다. 이는 기존 한국전력 전기 계통과의 관계를 나타낸다. 한전과 수전 및 매전 계약이 합리적으로 체결되면 지역사회 에너지 시스템의 전기 계통도 기존 전기 공급망에 연결시키는 것이 유리하다. 이렇게 하면 침투 부하시 한전으로부터 수전이 가능하고 잉여 전력은 매전이 가능해 진다. 현실은 한전이 타회사나 공장의 잉여전력 역송전 단가를 낮게 결정해 두고 있다.

지역사회 에너지 시스템(CES)이라는 용어는 에너지 공급에 대한 개념적 접근법을 나타내는 것이지 하드웨어의 특별한 배열 방식은 아니다. 그러나 대부분 지역사회 에너지 시스템으로 고려되는 시스템은 코제너레이션 시스템을 상황에 맞게 변형한 것이다. 일반적으로 이런 시스템은 기존 기술과 장비를 이용한다. 전형적인 원동기는 증기 터빈, 가스 터빈, 가스 엔진 및 디젤 엔진이다. 이들에 필요한 연료는 석탄, 석유류 또는 천연 가스이고 쓰레기 소각장의 소각열을 보조로 사용이 가능하다.

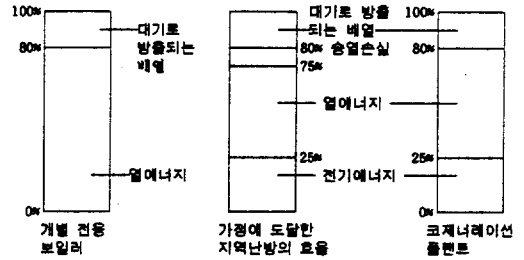
### 8. 열효율

열병합발전 방식의 장점은 열효율이 높다는 것이다. 전기 사업자의 입장에서 보면 앞 절에서 본 바와 같이 당연히 열효율을 35% 수준에서 80% 수준까지 상승시키므로 매력적인 것임에 틀림이 없고, 에너지의 대부분을 수입에 의존하는 우리나라의 경우 정책입안자들의 경우에서도 매력적인 수치임에는 틀림이 없다(그림 9). 그러나 서울화력을 개조하여 지역난방을 공급하는 남서울지역난방과 쓰레기 소각장과 발전소를 동시 운영하는 목동 열병합발전소를 제외한 신도시 열병합발전소는 복합발전 시스템을 채용하고 연료도 천연가스를 사용한다. 이런 경우는 천연가스 열병합발전소의 열효율을 80%라 보고 일반 가정에서 송열할 때 생기는 송열손실을 5%로 보면 수요자에 도달하는 열효율은 75% 정도가 되므로, 개별 단독 보일러를 사용할 때 얻어지는 열효율 80%에 미치지 못한다. 중앙 집중식 보일러를 사용하더라도 에너지 이용 효율은 지역난방 시스템의 그것보다 낮다. 동일 열원을 사용할 때 결코 효율을 강조할 처지가 못됨을 알 수 있다.

또 다른 사실은 열과 전기의 피크시가 서로 다르다는 것이다. 여름철은 전기의 피크기이고, 겨울철은 열의 피크기이다. 이런 이유로 전기사업자가 전기 생산단가를 낮추기 위하여 겨울철의 천연가스발전을 중단한다면 지역난방 사업자는 겨울에 열전용보일러를 이용하여 난열원을 공급



(가) 발전소 전용 플랜트와 코제너레이션 플랜트의 열효율 비교



(나) 동일한 연료를 사용할 경우의 개별 전용 보일러와 지역난방의 가정에서의 효율 비교

그림 9 코제너레이션 플랜트와 발전 플랜트와 개별 전용 보일러의 열효율 비교

표 20 코제너레이션을 사용하는 곳에서의 에너지 절약 정도<sup>(10)</sup>

(단위 : 10<sup>9</sup>kcal)

시스템	발전소 연료 소요량	현장에서 연료 소요량	연료 총소요량	재래식 에너지 사용 대비율
콘도미니엄				
1) 오일 또는 가스와 전기 사용	1.8	2.2	4.0	—
2) 코제너레이션	0.05	3.1	3.15	78%
fast food 음식점				
1) 전기만 사용	2.2	—	2.2	—
2) 코제너레이션	0.3	1.2	1.5	68%
fast food 음식점				
1) 가스와 전기 사용	1.2	0.3	1.5	—
2) 코제너레이션	0.03	1.2	1.23	84%
병원				
1) 오일 또는 가스와 전기 사용	9.7	3.6	13.3	—
2) 코제너레이션	2.7	9.0	11.7	88%
섬유 공장				
1) 오일과 전기 사용	1,316	1,220	2,536	—
2) 코제너레이션	363	1,595	1,958	77%

주 : 1) 출전의 단위(BTU)를 kcal로 변환하였음

2) 에너지 사용량은 전기와 열 에너지를 생산하기 위해 필요한 에너지 사용량을 소모 지점에서 생산하였으므로 변환, 전송 및 분배 에너지 손실을 모두 고려하였음

할 수 밖에 없는 상황에 처한다. 이런 경우 지역 난방 방식이 중앙집중식의 큰 규모에 지나지 않는 결과를 초래한다.

현실적으로 집단에너지 사업지역 안에 거주하

는 소비자의 에너지 선택권은 법으로 규제되어 있다. 예를들면 집단에너지 사업지역으로 고시되면 집단에너지 이외의 난방열원을 이용하는 것이 제한된다. 경제 논리에 입각하지 않는 이런 규제

는 문제가 있다고 볼 수 있다.

지역난방은 역사적으로 20세기초부터 시작되었다. 화력발전소의 배열 증기를 이용하여 발전소 근처의 업무용 빌딩이나 공장에 공급하기 시작했다. 미국의 경우 이런 발전 형태는 1940년 후기까지 계속되었으나 값싼 난방용 증유와 천연가스의 출현으로 성장 추세는 멈추었다. 이와 동시에 미국에서는 전기회사들이 열효율을 고양하고 단위 kW당 발전소 건설단가를 낮추기 위하여 발전소의 용량을 대폭 증가시키게 되고 이런 발전소의 입지는 인구 고밀집지역과는 동떨어진 시골 지역을 택할 수 밖에 없어지자 더 이상 증기를 원거리로 수송하는 방안은 경제성과 효율성을 상실케 되었다. 이런 발전소 입지 현황은 우리나라의 경우도 대부분 동일하다.

표 20은 코제너레이션을 사용하는 그룹별로 재래식 에너지 사용과의 비교를 나타내는 표이다. 전반적으로 에너지가 절약되는 비율은 재래식 에너지 사용 대비 크게는 32%에서 12%까지 이르고 있다.

이 표는 열병합이 나가야 할 방향을 제시하고 있다고 하겠다. 열과 전기를 동시에 다량으로 사용하고 있는 업체/기관에는 열병합발전 방식이 매력적인 사업임에 틀림없다. 현재 발전소 부지 확보난에 어려움을 겪는 한전은 발전의 전환을 하여 전기의 독점 판매권을 포기하고 과감하게 열병합발전이 활성화되는 방향으로 규제를 풀어 에너지다소비업체는 자가 열병합 발전을 권장하여 잉여 전력을 적정단가로 매전하는 쪽으로 전환하여야 하리라 본다. 이런 제도의 변화없이 핵발전소의 부지난만을 부각시키는 것은 전기사업자의 기득권을 놓지 않으려는 의도로 밖에 볼 수 없으며, 연례적인 여름철 전력난을 해소키 어려워리라 본다.

### 9. 맺음말

지역난방 옹호자들이 즐겨 인용하는 북부 유럽의 경우 난방도일과 난방기간이 한국에 비하여 길다는 사실을 적시하지 아니하고(표 15) 발전소의 효율만을 강점으로 내세운다. 이런 관계로

집단에너지법이 제정되었을 당시에는 지역난방 도입기준으로 난방도일을 2,400일이상으로 하였으나 이렇게 될 경우 중부 이북 지방에만 집단에너지 사업을 할 수 있게 되는 관계로 전국을 무대로 지역난방사업을 하고자 난방도일기준을 삭제하였다.

북부 유럽의 경우 자국 저급 에너지를 지역난방 열원으로 하는 특징으로 하고 있다. 물론 이 경우는 대기오염방지시설을 완벽하게 설치하고 운영하고 있다. 기존의 지역난방의 열원은 수서지역의 예외는 있으나 천연가스를 사용하고 있다. 이럴 경우 난방 가격 경쟁력에서 떨어질 수밖에 없다. 대구 지역에는 병커C유와 배연탈황설비를 시설하고 있으나 이의 선택은 아주 잘못된 것이다. 대기오염 현황에서 살펴 본 바와 같이(표1) 난방기간동안(10월에서 4월) 대구는 아황산가스 오염도가 전국에서 1위를 차지하고 있어 91% 효율의 탈황설비를 가동하더라도 지금의 오염량에 9%의 아황산가스의 절대량을 추가하여 대구 공기를 오염시키기 때문이다. 따라서 대구지역은 이런 지역적 특성때문에 황성분이 없는 연료를 사용하여야 한다.

또 하나 지적하여야 할 사항은 중앙집중식 및 지역난방 소비자들은 난방 소비량과 관계없이 난방면적당 동일한 요금을 부과받고 있는 현실이다. 에너지 효율을 내세우는 당국이 이런 불합리한 현실 때문에 에너지 낭비를 부추기고 있는 형편이다. 겨울에 내의 바람과 문열고 사는 아파트 이야기는 어제 오늘의 이야기가 아니다. 수입 에너지의 낭비를 막으려면 건축법을 개정하여 건축단열시공규제를 강화하고, 국산 기술력을 증대시켜 적산열량계를 바탕으로 한 난방열 부과가 이루어지도록 하여야 한다. 그렇지 않고는 지역난방 사업자가 외치는 열효율 고양은 한낱 구호에만 그치는 일이기 때문이다.

이상에서 살펴본 바와같이 대부분의 주거지역을 사업지역으로 한 지역난방은 수익성에서 떨어질 수 밖에 없다(이런 것의 단적인 증거로 민간사업자가 대구지역 지역난방을 2~3년 검토하다가 사업을 포기한 예가 있음). 열병합발전이 성공할 수 있는 지역은 공업단지지역과 에너지다소

비처 밀집지역이다. 이런 곳을 선택하고 제도와 법(전기사업법)을 정비한다면 진정으로 수입 에너지를 절약할 수 있을 것이고 열병합발전과 코제너레이션이 붐을 이룬다면 전기사업자가 우려하는 전력난도 해소할 수 있으리라 본다.

### 참 고 문 헌

1. 관보, 대한민국 정부, 1995~1996.
2. 연료사용규제고시, 환경부고시 제1994-21호, 1994. 4. 6, 개정 환경부고시 제1996-50호, 1996. 4. 10.
3. 환경부대기보전국, 1995, 자동차공해저감을 위한 CNG차 보급정책, p. 9, 자동차공해저감을 위한 CNG차 보급 활성화 워크샵.
4. 한국가스연맹, 1995, 가스편람.
5. District Heating Handbook, 1983, International District Heating Association.
6. World Energy Council, 1991, District Heating/Combined Heat and Power, Decisive Factors for a Successful Use-as learnt from Experience, Report, June.
7. 정홍채, 1992, 한국열병합현황, 한-EC세미나.
8. Sybil P. Parker, ed., 1981, McGraw-Hill Encyclopedia of Energy, 2nd ed., McGraw-Hill, New York.
9. District Heating, Brochure, Nordwaerme, 1989.
10. Nelson E. Hay, Ed., Guide to New Natural Gas Utilization Technologies, American Gas Association, p. 93.