

에너지와 국토이용 효율화의 정책과제 및 방향

류 지 철

〈에너지경제연구원 책임연구위원〉

이 자료는 지난 7월 5일 한전 소강당에서 열린 한국에너지협의회 · 에너지경제연구원
공동 세미나에서 발표된 내용을 옮긴 것이다.〈편집자註〉

1. 서론

에너지와 국토는 중요한 생산요소이며, 경제활동과 국민 삶의 영위에 기본적으로 필요한 필수적 재화이다. 그러나, 에너지와 국토는 유한재(有限財)이며, 그 이용은 환경 파괴 및 오염 문제를 발생시킨다. 따라서, 효율적인 국토이용과 에너지 사용은 장기적인 경제사회 발전은 물론 국민 복지의 양적 및 질적 증진에 중요한 관건이다. 특히, 우리나라의 경우 국토는 매우 협소하고 에너지 자원은 거의 수입에 의존하여 있기 때문에 지속 가능한 경제 사회 개발의 기반을 조성하기 위해서는 국토와 에너지를 효율적으로 이용하여야 할 여건에 있다.

에너지와 국토의 이용은 다양한 측면에서 상관관계를 가진다. 에너지와 국토이용과의 관계에 대한 시각을 정리하여 보면 아래 두가지 명제를 설정할 수 있다.

명제 1: 에너지를 효율적으로 사용할 수 있는 기반

을 구축하기 위한 국토이용계획, 즉, 산업배치, 신도시 개발, 수송망 건설계획 등은 무엇이며, 어떠한 모습을 갖추어야 할 것인가?

명제 2: 에너지를 안정적으로 공급하기 위해서 국토공간을 어떻게 활용할 것인가?

<명제 1>은 에너지 수요 측면에서 에너지 수요요인을 결정하는 국토공간 이용계획에 대한 시각이고, <명제 2>는 에너지의 공급 측면에서 국토 이용계획, 즉, 보다 구체적으로 에너지 공급설비의 입지문제에 국한하고 있다.

지금까지 우리나라 에너지계획은 에너지 수요의 지속적인 증가에 대처하기 위하여 에너지 공급설비를 확충하는 공급 위주의 에너지 정책에 주로 치중하여 왔다. 이는 우리나라가 에너지자원이 부족함에도 불구하고 <명제 2>가 그동안 개발 과정에서 에너지계획과 국토이

용계획을 지배하여 왔음을 의미한다.

반면 에너지 이용에 따른 환경적, 사회적 영향 및 국토개발 측면에서 효율적 에너지수급에 대한 고려는 거의 없었다. 기존 국토개발은 물적, 양적시설의 확충, 건설에만 치중하였으며 계획 단계에서 에너지수요를 줄이는 차원의 접근은 소홀하였다.

이러한 관행이 지속될 경우 우리나라는 앞으로 성장한계의 위기를 맞을 가능성이 높다. 최근들어 국내적으로 에너지 공급시설 입지문제는 점차 어려워지고 있으며, 에너지 사용과 관련한 환경문제가 크게 부각되고 있다. 이러한 문제점은 단순히 지역이기주의의 문제로 탈할 수 있는 것이라기 보다는 우리 국토의 에너지 수용성이 포화점에 이르고 있다는 사실이 단적으로 표출되고 있는 것으로 평가될 수 있다.

향후 21세기에도 지속적인 경제성장을 위하여 도시 및 공업단지 개발에 대한 수요가 막대할 것으로 예상된다. 따라서, 에너지 수요를 근원적으로 줄일 수 있는 국토이용계획의 필요성이 증대되고 있다. 즉, 앞에서 제시한 <명제 1>이 지배하는 정책 「패러다임」으로 전환되어야 한다.

2. 에너지부문과 국토개발의 현황 및 문제점

가. 에너지부문의 현황과 문제점

(1) 에너지 소비증가 추세

우리나라의 경제규모는 1970년 이후 지난 25년 동안 6.4배 신장한 반면 에너지소비는 무려 7배나 증가하여, 경제성장 자체가 에너지 다소비적 패턴을 보여 왔음을 나타내고 있다. 특히, 1980년대 후반 이후, 에너지원단위가 지속적으로 악화되어, 에너지 효율의 악화가 우리 경제의 각부문에서 너무나 장기간 동안 지속되고, 에너지 다소비적 경제·사회구조와 소비행태가 이미 만성

<표-1> 에너지소비 변화추이

	1970	1980	1990	1994	94/70년 대비
GNP(90년가격, 조)	36.4	73.5	178.3	233.9	6.4배
총에너지수요(백만 TOE)	19.7	43.9	93.2	137.2	7.0배
일인당 에너지수요(TOE)	0.61	1.15	2.17	3.09	5.1배

<자료> 에너지경제연구원, 에너지통계연보, 각연도

적으로 체질화되어 가고 있음을 나타내고 있다.

우리나라는 경제 및 소득규모에 비하여 다른 나라보다 높은 수준의 에너지를 소비하고 있는 실정이다. 선진국 일본의 1인당 국민소득은 우리의 3배 수준 이상인 반면, 우리의 1인당 에너지소비 규모는 1994년 3.1톤(석유환산)으로 거의 일본의 3.3톤 수준에 육박하고 있으며, 또한 국민총생산의 부가가치 한 단위를 창출하는데 있어, 일본과 이탈리아에 비하여 3배, 독일, 프랑스 등 다른 선진국에 비하여 2배 이상의 에너지를 투입해야 하는 경제구조를 가지고 있다. 국토 단위 면적당 에너지 사용량 또한 최고 수준을 보여, 국토의 환경부하가 매우 높은 실정이다.

<표-2> 주요국의 에너지·경제·환경 지표 비교(1992)

	한국	일본	영국	독일	프랑스	이탈리아
에너지/GDP(TOE/30년 \$)	0.421	0.146	0.221	0.216	0.193	0.134
에너지/Area(TOE/Km ²)	1.278	1.206	0.881	0.936	0.423	0.499
CO ₂ 론/GDP	0.36	0.10	0.30	0.37	0.09	0.10
인구/자동차	10.4	2.1	2.2	1.9	2.0	1.9

최종 소비 부문별로 보면, 산업부문이 가장 많은 에너지를 소비하는 부문이며, 수송부문의 에너지소비가 1980년대 이후 자가용의 보급확대로 급속히 증가하고 있다.

에너지 원별로 보면, 소득증가에 따라 석유, 전력, 천연가스 등의 수요는 급속히 증가하는 반면, 국내 부존 에너지원인 무연탄의 수요는 급격히 감소하는 등 에너지

〈표-3〉 에너지가격과 에너지소비 변화추이

	1982	1990	1995	95/82년 대비
총 에너지소비(백만 TOE)	45.6	93.2	150.1	3.29
산업부문	17.4	36.2	63.5	3.65
수송부문	4.2	12.3	27.1	6.45
에너지가격(1990=100)	147.9	100.0	121.4	0.82

〈자료〉 에너지경제연구원, 에너지통계연보, 각연도

〈표-4〉 에너지원별 소비 변화추이

	1980	1990	1995	95/80년 대비
에너지소비(백만 TOE)	45.6	93.2	150.1	3.29
석유	26.8	50.2	93.9	3.50
천연가스	0.07('86년)	3.0	9.2	131.4
무연탄	9.9	9.9	5.4	0.55
전력	2.8	8.1	14.0	5.0

〈자료〉 에너지경제연구원, 에너지통계연보, 각연도

지 수요의 고급화 현상이 심화되고 있다.

(2) 문제점

에너지 공급설비의 과도한 확충: 우리나라는 지속적으로 늘어나는 에너지 수요를 충족하기 위하여 석유정제설비 및 발전설비 등 에너지 공급설비의 확충이 불가피한 여건이다. 우리나라의 국민 일인당 석유정제설비 규모는 1990년대 후반에 일본의 1.3~1.5배 수준에 이를 전망이다. 발전 설비는 2010년까지 현재의 2배 수준으로 확충될 계획이다. 또한 늘어나는 천연가스 수요를 충족하기 위하여 4~6개의 추가적인 LNG 인수기지 건설이 불가피 할 것으로 예상되고 있다.

입지 확보의 어려움 심화: 발전소 입지의 국토 수용성 문제와 오염물질 및 폐기물 처리문제가 심각하게 대두되고 있으며, 좁은 국토와 이용 가능한 면적율이 30% 이내인 우리나라의 여건에 비추어 볼때, 에너지 공급설비 증설을 위한 입지는 머지않은 장래에 포화상태에 이를 것으로 전망된다.

국토의 환경부하 증대 및 자체 환경정화 능력의 상실 우려: 에너지 사용증대에 따라 경제성장에 따른 환경오염의 자정능력은 개선되지 못하고 도리어 오염부하(汚染負荷)만이 증가되고 있다. 대표적인 화석연료인 석유와 석탄(유연탄)의 비효율적 사용과 지나친 수요 증가는 환경친화적이지 못한 에너지수급구조로 귀착된다.

국제 환경보전 측면에서 매우 불리한 위치: 화석연료 이용에 따른 우리나라의 1인당 이산화탄소 배출량은 1997년에는 일본, 이탈리아, 프랑스 수준을 넘어설 것이며, 2000년에는 영국을 추월할 것으로 전망되며, 우리나라는 1990년 현재 총배출량 세계 16위이나 2000년에 10위권 내에 들 것으로 예상되고 있어, UN기후변화협약에 기초한 국제환경기준을 지켜야할 의무를 지게되는 등 국제적 환경규제의 표적이 될 가능성이 매우 높다.

(3) 기존 에너지 절약 및 효율 정책에 대한 평가

우리나라의 에너지절약정책은 20년 이상의 역사를 가지고 있음에도 불구하고, 그 동안 최종소비부문에 대한 프로그램과 기술적 접근(Technical Fix)에 지나치게 치중하여 왔다. 따라서, 에너지 절약에 대한 정부의 정책적 시도는 단편적이며, 종합적 접근이 결여되어 왔다고 평가될 수 있다. 또한, 산업배치, 도시개발, 교통체계 개선, 국토공간이용, 에너지 저소비업종으로의 전환 등과 같은 거시적이고 에너지 사용을 근본적으로 줄이고 효율적 사용을 유도할 수 있는 정책수단의 동원은 에너지절약정책 범주 밖의 일이었다.

수도권 신도시 개발시, 지역난방의 도입은 민생부문 난방열원의 효율적 공급과 이용에 크게 기여하였다고 평가될 수 있다. 그러나, 신도시 개발은 도심권의 외연적 확산에 따른 수송용 에너지 이용의 비효율성이 심화됨에 따라 지역난방의 절감효과를 상쇄한 것으로 평가될 수 있다.

우리나라의 에너지 효율 정책의 단편성은 일차적으로 정책 추진기반의 영세성에 기인하고 있다. 첫째, 에

너지 절약 및 효율화 정책에 필요한 자료정보가 절대적으로 부족하고, 정보의 공유 및 연계체계가 미비되어 있다. 예를 들어 수요관리정책과 직결되어 있는 에너지 소비행태와 관련된 미시적이고 기술적인 통계자료와 정보가 미비하거나 체계적으로 정리되어 있지 못하여, 실효성있는 정보의 공유 체계가 갖추어 있지 않다. 둘째, 에너지 절약정책의 사전 및 사후 평가시스템이 결여되어 있어 정책의 실효성에 대한 사전평가와 이미 실시되고 있는 정책의 파급효과에 대한 객관적인 사후 평가가 이루어지지 않고 있다. 셋째, 추진 주체가 단순하고, 관련 제도 및 조직이 경직성을 보이고 있다. 지속적인 경제성장과 급속한 에너지소비행태의 변화에도 불구하고, 현재의 에너지절약정책과 관련된 제도와 조직체계는 1인당 국민소득이 1,500불 수준이던 1980년대초에 모습에서 크게 발전되지 못하고 있는 실정이다.

(4) 에너지 공급 설비 현황에 대한 평가

소비자 정제주의를 택하고 있는 우리나라의 석유정제시설은 안보적 요인과 수입여건을 고려하여 주로 남동해안과 남해안을 중심으로 건설되어 1995년말 현재 우리나라의 정제설비는 총 1,700천B/D로 울산지역에 전체의 55%인 935천B/D, 여천지역에 22.4%인 380천B/D의 생산설비가 집중되어 있다. 반면, 주요 소비지는 서울을 중심으로 수도권으로서, 산업화 및 도시화로 인해 급격히 증가하고 있는 석유 수요에 따른 석유수송량 증가로 유조트럭, 유조선의 운행이 증가하고 있으며, 이는 교통체증 및 환경오염의 원인을 제공하고 있는 실정이다. 현재 석유 수송의 효율성 제고를 위하여 생산지와 주요 소비지를 연결하는 전국 송유관 건설이 진행중에 있다.

발전설비는 경제발전과 생활수준의 향상에 따라 증가하는 전력수요에 맞추어 꾸준히 증가하여 1994년말 현재 28,763 Mw에 달하고 있으며, 설비별 구성은 원자력이 26.5%, 석탄화력 23.7%, 석유화력 20.2%, 복합화력 18.5%, 수력 8.7% 등으로 구성되어 있다. 지역

별 구성은 원자력 발전설비가 집중되어 있는 경상남도에 전체용량의 36%, 경기도에 16%, 충청남도에 11.8%, 전라남도에 11.3%, 인천광역시에는 11.7% 분포되어 있다.

개별 에너지시설보다 효율이 크게 높은 집단에너지 공급시설과 열병합 발전시설은 현재 신도시를 중심으로 공급되고 있는 지역난방과 산업부문 집단에너지 공급시설 및 열병합발전 건물부문 열병합발전이 있다. 지역난방설비는 1994년말 현재 총 673 Km(2열)의 배관망과 2,388Gcal/h의 열생산설비를 갖추고 수도권과 신도시의 총 367,541호에 공급하고 있으며, 산업부문 집단에너지 공급시설과 열병합 발전시설은 1994년말 총 33기 4,725 T/H의 용량을, 건물부문 열병합시설은 주로 서울지역에 총 14기 53.4Mw에 달하고 있다.

천연가스 공급설비는 1994년말 현재 1기의 인수거지와 6기(기당 10만kl)의 저장탱크, 1,660톤/시간의 기화설비가 있으며 배관은 전국 배관망을 건설중이며 1995년 12월현재 총연장거리는 1,055Km이다. 도시가스는 전국 주요 도시에 1994년말 현재 총 30개의 사업자가 가정부문 등에 도시가스를 공급하고 있다.

나. 국토개발의 현황과 문제점

(1) 국토의 주요 여건

우리나라 국토 면적은 총면적 10만 km²에도 못미치어 매우 협소할 뿐만 아니라, 그 중에서 산지와 수면 등을 제외하면 실제로 사용 가능한 면적은 2.6만 km²에 불과하다. 좁은 국토에 4,400만명의 인구가 살고 있어, 우리나라의 인구밀도는 1994년 447인/km²으로 다른 나라에 비해서 현저하게 높아 국민 생활여건이 열악한 실정이다.

또한 국토의 토지 생산성을 나타내는 단위 면적당 경제밀도는 국토가 넓은 미국보다는 높으나, 일본과 영국에 비하여 현저히 낮아, 국토이용의 경제적 효율이 낮은 것으로 나타나고 있다.

〈표-5〉 주요국의 국토경제 지표 비교

	인구밀도 (인/km ²)	경제밀도 (GNP백만불/km ²)	석유소비 (bbl/day/km ²)	쓰레기배출 (g/km ² day)	BOD배출 (g/km ² day)
한국	432	2.8	11.94	510	19,329
미국	27	0.6	1.73	51	370
영국	234	4.1	7.21	198	378
일본	327	8.9	14.02	264	11,557

〈자료〉 통계청, 주요해의경제지표, 1992
내무부 지방행정연수원, 국토개발과 자연보전에 대한 포럼, 1992

인구의 도시 집중 현상이 두드러져, 전국 인구의 80%가 8.9%의 좁은 공간에 거주하고 있으며, 경제활동도 대부분 이곳에서 밀집되어 이루어지고 있다. 이러한 국토이용구조와 경제활동패턴은 국토 환경용량에 과중한 부담을 초래하고 있으며, 특히 도시 및 산업지역에 대한 환경부하를 가중시키고 있다.

(2) 국토개발계획의 주요 특징

지난 30년간 우리나라는 급격한 경제성장 과정에서 인구 증가와 경제규모의 확대 등으로 인하여 사회기반시설 확충의 필요성이 크게 증대하여 왔다. 이에 따라 1972년 이후 국토종합개발계획이 매 10년 단위로 수립되어 추진되고 있다. 국토개발의 주요 요체는 산업기반의 확충, 교통망의 구축, 주택공급의 확대, 수자원의 개발 추진, 상수도 공급 증대와 하수 처리율 제고, 국민의 여가공간의 확대 등으로 특징지을 수 있다.

산업기반의 구축을 위해서 동남해안 공업벨트등을 조성, 개발하였으며, 총공업용지는 1989년에 1971년의 약 3.1배수준인 317km²로 확대되었다. 국민생활환경도 크게 개선되어, 상수도 보급율이 1971년 35.5%에서 1990년에는 79%로 증가하였으며 주택 보유수도 1970년의 4,360천호에서 1990년에는 7,374천호로 크게 증가하였다.

(3) 문제점

우리나라는 토지 이용면에서도 국토가 좁은 나라임에도 불구하고 그동안 국토개발계획이 고밀도 개발보다는 저밀도 개발을 중심으로 추진되어 외연적 확산이 심화되었다. 공장용지, 주택용지, 공공시설 용지, 등 새로운 도시기반 시설의 확충으로 1980-90년 기간 동안에 전국 6대 도시의 면적은 69.1%, 인구는 52.1% 증가한 반면, 국토의 녹지면적인 농지와 산지는 각각 713km², 777km² 감소하였다.

또한 우리나라는 자원과 에너지 부존자원이 절대적으로 부족함에도 불구하고 그 동안의 우리의 토지이용구조나 개발계획은 공간의 외연적 확산으로 인하여 자원·에너지 소비형으로 추진되어 왔으며, 수요의 조절보다는 공급확대에 치중하여 왔다. 특히, 에너지 이용 효율과 관련된 도로 확충과 주택 건설, 환경관련 계획은 진도율이 저조한 것으로 나타나고 있다.

인구의 도시 과밀 현상 심화, 산업시설의 증가, 물질의 소비 증가로 각종 환경오염이 증대하고 있으며, 대기오염물질 배출량은 1984년 3.7백만톤에서 1994년 4.5백만톤으로, 오수발생량도 크게 증가하여 생활폐수는 연평균 7%, 산업폐수는 20%의 증가율을 보이고 있으며, 생활폐기물 1인당 배출량은 1.8kg/日으로 세계에서 제일 높은 것으로 나타나고 있다.

대규모 댐의 개발을 통한 수자원 개발과 간척 매립사업에 따른 연안역의 변경은 국토의 생산적 이용이라는 긍정적 측면도 있으나 생태계 변화, 미시기후변화(예: 인개일수, 서리일수 증가) 등의 부정적 영향을 야기하는 요인이 되고 있다.

소득수준의 향상과 국민 의식구조의 변화로 생활의 질에 대한 관심이 높아지고 있으나, 각종 기초 생활 환경시설의 확충은 아직도 미흡한 실정이다. 또한 최근에는 환경문제가 지역이기주의와 맞물려 소위 혐오시설에 대한 주민기피증이 증대함에 따라, 국가적 필요 기반 시설 및 환경기초시설의 확충이 점차 어려워지고 있다.

그 동안의 국토 개발계획은 환경보전에 대한 인식결

여 및 국토의 부존자원과 환경용량을 감안하지 못한 성장위주의 개발정책을 중심으로 추진되어, 에너지 이용 효율 대책과 환경보전대책과 상호 연계성이 미흡하였다. 이는 문제의 근본적인 원인에 접근하기 보다는 결과만을 다스리는 사후 관리 행정에 치중한 정책 추진과 개발계획에 따른 사전 에너지이용과 환경영향 평가가 충분히 이루어지지 않았기 때문이다.

3. 공간 이용 계획과 에너지 계획의 연계방안

가. 배경 및 필요성

도시 (건물, 도로, 공간 주거지역 등) 형태와 공업단지의 배치 등은 에너지 소비 행태를 결정하는 중요한 요소이다. 따라서, 도시개발계획과 공업단지 개발계획, 교통계획, 등과 같은 공간 이용 계획은 에너지의 수요행태를 사전적으로 결정하는 중요한 요인이며, 그 파급효과도 장기간에 걸쳐 지속적으로 나타나게 된다.

따라서, 에너지 소비를 근원적으로 줄이고 장기적인 에너지 절약형 환경 친화적인 경제·사회 기반을 구축하려면 국토와 공간 개발계획의 설계단계 이전에 사전적으로 에너지절약형이 될 수 있도록 에너지 절약적 요인이 반영되어야 한다. 에너지 낭비적인 요소는 국토공간적, 구조적, 제도적 측면 등 모든 부문에 걸쳐 있으므로 공간의 물리적 구조나 경제적 기능, 도시 주민의 생활형태, 환경에 대한 부하등을 고려하여 에너지 및 사회 기반시설을 효과적으로 계획하고, 종합적인 관리·운영을 하는 시스템조성이 필요하다.

에너지를 고려한 에너지 절약형 국토개발은 많은 국가적 편익을 창출하게 된다. 에너지 설비 증설에 대한 투자소요의 감소, 환경 질의 향상, 에너지와 환경가치 사이 갈등의 감소, 개발의 사회적 비용 감소, 에너지 수입 비용 감소 등 여러 가지 측면의 편익을 얻을 수 있다.

나. 에너지계획과 공간이용 계획의 통합적 접근 방법

(1) 공간구조와 에너지 수요

에너지수요는 공간구조의 변화에 크게 영향을 받게 된다. 수송에너지는 주거지역의 위치와 분산여부, 산업 개발의 위치와 분산도, 서비스의 위치와 분산도, 개발의 밀도 등에 의하여 영향을 받게 되며, 재생 에너지의 사용 가능성은 개발의 밀도, 건물 건조환경 설계 및 방위, 미시기후를 고려한 입지선정 등에 영향을 받게 된다.

(2) 에너지-국토개발 연계 통합 계획 모형

에너지-국토개발의 통합적 접근은 국토를 하나의 생태적 유기체로서 파악함으로써 기존의 개별적인 개발 계획으로부터 탈피하여 각 분야의 여건과 정책방향을 연계시킴으로써 여러 부문의 계획을 총체적으로 수립, 추진하는 것을 의미한다. 이러한 통합적 접근은 경제발전, 토지이용, 에너지와 환경 등을 상호 밀접하게 연계하고, 이들 요인에 대하여 균형있게 접근함으로써, 환경적 친화적이고 에너지 효율적인 국토개발 계획을 도출하는 시도이다. 에너지-국토 통합계획은 최근 선진국에서 일부 선정된 지역 또는 고에너지 밀도를 가진 도시를 중심으로 이미 추진되고 있다.

(3) 에너지-국토개발 계획 연계를 위한 정책 과제

토지이용계획의 수립이나 개발시 지속적 성장의 개념이 도입될 수 있고 또한 에너지 절약형 국토개발을 개발정책에 반영할 수 있기 위해서는 이를 뒷받침할 수 있는 제도적인 장치가 마련되어야 한다. 우리나라의 경우 토지이용계획 수립 과정에서 에너지 영향평가 과정이 고려되지 않다가 최근에 들어서야 「에너지계획협의제도」와 「환경영향평가제도」를 통하여 계획단계에서 에너지와 환경을 고려할 수 있는 방안을 마련하였으나 아직은 종합적이고 체계적인 단계로까지 성숙되고 있지

는 못하다. 따라서, 에너지/국토 통합적 개발체계의 구축과 원활한 추진을 위해서는 아래와 같은 정책과제들이 해결되어야 할 것이다.

- ① 계획간의 체계적인 연관성의 필요
 - 제도 및 행정개선을 통한 에너지, 경제, 환경정책의 통합
 - 에너지, 환경 및 경제를 통합하는 의사 결정제도의 정착
 - 계획수립과정의 참여 시스템 구축 및 활성화
- ② 에너지 절약적 개발계획의 수립
 - 각 부처의 정책수립과정에서 에너지 수급에 미치는 영향에 대한 평가 필요
- ③ 부문별 에너지 소비 효율성 실태 파악
- ④ 부문별 토지이용과 관련된 법적, 제도적 현황 파악
 - 관련법(산업배치법, 국토개발계획법 등) 검토
 - 전원입지시설, 공업단지 등 시설입지에 대한 평가
 - 에너지 사용계획 협의회, 집단에너지 도입 협의, 환경영향 평가 검토

4. 부문별 에너지-국토이용 계획의 통합적 접근

가. 에너지-도시개발 통합부문

(1) 에너지 수요 결정 요인

에너지를 고려한 도시계획의 주요 요소는 토지형태, 기상형태, 토지이용 및 입지 설계, 교통 및 기간설비의 효율성, 근거리 에너지 활용 등으로 나누어 진다.

유럽의 경우, 도시 토지이용과 에너지수요와의 관계는 각 요인에 따라 에너지수요에 대한 영향이 최소 5%에서 최대 150%에 달하는 것으로 분석되고 있다. 토지의 이용도 변화에 따른 도시건물의 에너지수요 및 통행수요의 변화는 건물의 입지, 배치, 조경, 자재 등의 미시

기후 활용을 통해 5% 감소시킬 수 있으며, 건물형태와 토지이용도를 열병합발전(CHP)이용을 고려해 설계할 경우 100%까지 감소시킬 수 있다는 분석결과가 제시되고 있다.

(2) 통합적 접근과 모형

도시 공간의 토지이용계획과 에너지계획을 통합하는 방안으로는 ① 주어진 토지 이용 계획 하에서 최적 에너지공급 및 활용시스템을 도출해 내는 방법, ② 주어진 에너지 공급체제 하에서 토지이용 구성을 최적화하는 방법, ③ 상호작용을 시뮬레이션하여 최적 토지이용계획과 에너지계획을 동시에 도출해내는 방안 등이 있다.

이를 수행하기 위해서는 토지이용계획에 따른 에너지 수요를 추정하고, 이러한 에너지수요를 만족시키는 최적 에너지시스템을 기본 모델 개발과 다양한 시뮬레이션의 실시 등을 거쳐 도출하고 에너지계획과 공간이용계획을 결정하게 된다. 이를 위해서는 우선 일정 지역 단위로 에너지 수요를 나타내는 에너지 지도(energy map)가 구비되어야 한다.

(3) 정책대안 사례

지역 및 도시개발에 있어 거시적으로 성장관리 정책의 도입을 통해 에너지효율이 떨어지는 초고밀도 지역에 개발을 억제하고, 신도시의 자족적 기능강화를 통한 통행 수요를 감소시키는 방안과 미시적으로 개발형태에 적합한 에너지공급시스템을 결정하는 방안이 있다.

나. 산업부문의 에너지 효율적 공간 계획

(1) 산업부문 에너지 효율적인 공간배치 방안

산업부문의 에너지 효율적인 공간배치 방안은 크게 ① 공업단지내 산업체의 에너지 효율 제고방안 ② 공업단지와 주변의 주거 및 상업지역 등의 에너지 이용과 연계한 방안 ③ 지역간 수송수요를 감축시킬 수 있는 방안 등으로 구분될 수 있다.

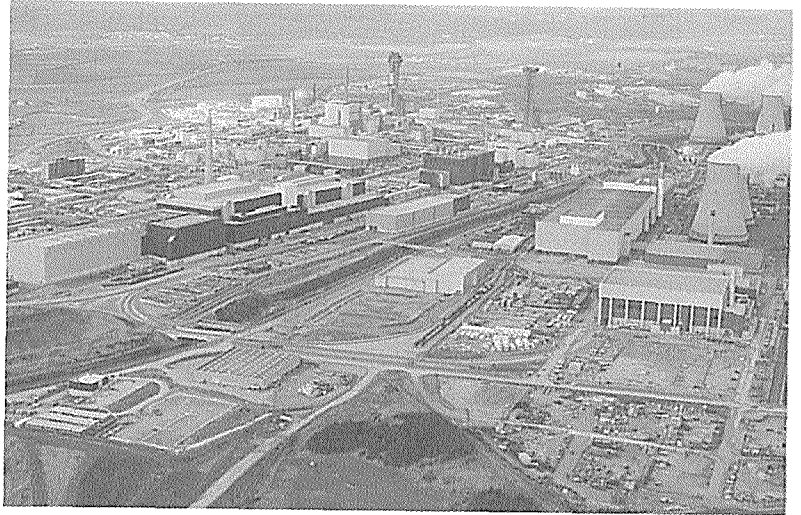
(2) 공업단지내 에너지 효율 제고 방안

공업단지내에서 에너지 효율을 제고시킬 수 있는 방안으로는 ① 산업용 집단 에너지 시설 도입, ② 산업체의 산업 폐기물이나 폐자원, 폐열을 활용하는 방안 등이 있다.

우선 산업용 집단 에너지 시설 도입에 대하여 살펴보면, 공업단지 내에 각 업종별 기업체 배치에 있어서 보일러용 에너지 소비를 많이 사용하는 업체, 즉 음식료품 및 담배 제조업, 섬유업, 의복 및 가죽업, 목재 및 나무제품 제조업, 종이제품 제조업 등과 같은 기업체들이 입주할 수 있는 블록을 설정하여 이들 업체들을 동일 블록내에 입주하게 하고 공동으로 스팀생산을 한다면 가장 경제적인 하나의 에너지원으로 단일화가 가능할 것이다. 또한 이는 에너지 공급비용을 줄일수 있고 보일러의 열효율도 증대시킬 수 있을 뿐만 아니라 보일러 설비의 중복투자도 피할 수 있는 방안이다. 공동 보일러용 연료 선택에 있어서도 연료의 공급비용을 감축시키기 위해서는 주변에 석탄광이 있거나 석탄 수송망이 잘 정비되어 있는 지역의 공업단지에서는 공동 보일러용 연료로 석탄을 사용하고 주변에 정유공장이나 석유수송망이 발달되어 있는 지역에서는 석유류를 사용하며 가스배관망이 발달되어 있는 지역의 공단에서는 가스를 연료로 선택하는 방안의 검토가 필요할 것이다.

(3) 공업단지와 주변 지역과의 연계 에너지 시스템 도입

공업단지 조성시 주변의 주거지역 및 상업지역과의 에너지 시스템을 연계시키는 방안으로 열병합발전이 가장 보편적인 방안으로 고려될 수 있다. 공업단지의 산업체에서도 열에너지와 전력을 사용하고 있어 공업단



▲ 영국 셸라필드 재처리시설 전경

지와 주거 및 상업지역을 연계하는 에너지 시스템의 도입 가능성이 클 것으로 판단된다. 특히, 에너지 다단계 이용(Cascade)시스템을 통한 폐열 활용 방안도 적극 검토될 수 있는 방안이다.

5. 에너지-국토개발 통합적 접근을 위한 실천적 전략

가. 지역단위의 열수요 지도(Heat Map) 및 지리정보시스템의 구축

에너지계획과 국토이용계획이 효과적으로 연계되기 위해서 선행되어야 할 것은 지역별 에너지 소비패턴에 대한 정확한 실태파악이다. 국가 규모에서의 현재와 미래의 열수요를 부문별, 지역별로 공간적 배분을 지도화하는 열수요도의 작성을 통하여 에너지 소비량에 대한 공간적인 데이터를 제공함으로써, 지역의 구조물에 관한 정보와 합쳐져서 에너지 소비에 대한 통합적인 대책이 가능하기 때문이다. 국토공간이 효율적으로 개발되기 위해서는 계획 수립 단계에서부터 수행하는 단계



까지 각종 정보와 분석이 뒷받침되어야하고, 다양한 형태의 국토정보가 활용되어야만 효율적 계획 추진이 가능하다.

현재 우리나라는 에너지공급은 물론 공단과 같은 건설계획의 기초로 활용되어야 하는 열수요도의 기초적인 작업도 되어있지 않는 형편이므로 열공급사업이 효율적으로 추진될 수 있도록 열수요도를 바탕으로 전국을 대상으로 열공급 기본계를 마련하는 일이 추진되어야 한다. 이를 수행하기 위한 효과적인 수단으로서 지리정보 시스템(GIS: Geographic Information System)을 들 수 있다.

지리정보시스템은 간단하게 지표상에서 장소를 나타내는 자료를 취득하여 사용할 수 있는 컴퓨터 데이터 베이스 시스템이라 할 수 있다. 공간자료를 제대로 관리하고 분석하려면 숫자정보와 문자정보만을 처리하도록 설계된 전통적인 데이터베이스 관리체계 만으로는 불가능하므로 GIS를 활용하여 각종 수치 속성 정보를 지도의 공간적위치에 대응시킴으로서 정보들간의 공간적 위상관계를 쉽게 정립할 수 있다. 또한 GIS는 다양한 시뮬레이션을 통하여 정책 대안별 평가와 최적 계획 도출을 가능하게 하는 필수적인 정책 Infra-structure이

다. 이미 선진국에서는 에너지·국토·환경 GIS를 구축하여 정책 수립, 추진 평가에 활용하고 있다.

나. 토지이용과 에너지공급의 통합체계 개발: 공간적 통합자원 계획의 구축

기존의 통합자원계획은 공간적 특성을 고려하지 않은 반면, 공간적 통합자원계획(Spatial Integrated Resource Planning: SIRP)은 효율적인 국토공간 이용을 감안하여 수요관리와 입지 소요 절감을 동시에 반영하는 계획으로서 미국 등 선진국에서 이에 대한 논의가 활발히 진행되고 있다.

이에 대한 논의의 초점은 기존의 수요관리의 개념에 시간·공간 특성을 고려하여 새로운 발전시설의 확충보다는 지역단위로 송, 배전의 효율성을 높이는 것과 분산형 전원 개발, 열병합 발전 확대, 산업체의 열병합 발전 시설과 연계, 신재생에너지를 활용한 소규모 발전업자의 참여 증진 등이 중심이 되고 있다.

다. 토지이용과 교통의 통합체계 개발

(1) 교통부문 목표 수요관리의 추진

교통 목표 수요관리 제도는 에너지/환경/교통문제를 연계시킴으로써 편중된 교통수요 유발지역 및 다공해 유발지역 등 특정지역/시간의 교통혼잡, 에너지 소비 및 대기오염 감소를 집중적으로 줄일 수 있는 효율적인 방안이다. 목표수요관리를 위해서는 정확한 교통량/대기 오염현상 파악이 선행되어야 하며 이에 따라 지역별, 시간별로 교통 수요관리 지구를 지정해 그 지역에 가장 적합한 교통수요관리 방안들을 채택할 수 있어야 한다.

(2) 토지이용, 용도지역 개선을 통한 교통 수요의 저감

주거, 상업, 산업 및 위락용 토지이용의 혼합형 개발

에 의한 교통수요절감을 통하여 수송용 에너지 소비를 줄일 수 있다. 대조적인 것은 신도시 개발과 같은 분리된 토지 이용패턴의 경우에는 많은 교통문제를 야기시키고 있다. 네델란드의 ABC정책을 참조하여 토지이용을 도시기능 배치, 인구 및 물류의 이동의 관점에서 에너지 및 환경부하를 억제할 수 있을 것이다.

라. 에너지 효율적 도시개발

(1) 지역 및 도시개발에 있어서 성장관리 정책의 도입

성장관리정책은 도시가 크게 성장한다고 해서 반드시 좋은 것은 아니며 생활의 질의 향상은 경우에 따라서는 성장을 촉진시켜서 달성되는 것이 아니라 오히려 성장을 제한함으로써 달성될 수 있다. 기존 도시나 신도시의 개발에 있어서 인구밀도를 지표로 하는 도시활동의 유도나 규제는 교통에너지 소비효율화의 한 방안이 될 수 있다.

(2) 신도시의 자족적 기능확보를 통한 에너지 절약방안

신도시의 자족기능 부족은 도심지역으로의 집중교통 유발로 기존 도시권의 공간구조를 더욱 악화시켜 도시의 효율적인 기능을 저해하고, 지역간의 불균형을 심화시킬 수 있다. 신도시 개발의 최우선 과제로서 신도시를 주택정책적차원에서 다룰 것이 아니라 새로운 차원의 자족도시로서의 개발로 다루어져야 한다는 것이며, 이를 위한 제도적이고 정책적인 배려가 요구되고 있다.(경실련 1994)

마. 공업단지 개발과 에너지 공급시스템의 연결

에너지 다소비업체 밀집지역은 에너지사용 원단위가 높은 철강, 시멘트, 화공(유기화학, 무기화학), 제지(필

프, 제지가공), 섬유(면섬유, 화학섬유, 염색가공), 식품(조미료, 설탕, 주정)업체등의 공업단지 및 공업지역에 집중되어 에너지 사용량이 많은 지역이라 할 수 있다.

에너지 공급측면에서 전원개발 및 집단에너지시설 도입시 특정 에너지 다소비업체의 에너지원을 고려하여 입지를 선택하는 반면에, 에너지 수요측면에서 지역별 최적에너지원 선정을 고려할 수 있다. 예를 들면, 전력 다소비형인 산업시설 공단조성시에 발전소 위치와 연계시킴으로서 송배전 효율을 높이거나 폐열이 많은 산업시설부근에 열수요가 많은 주거단지와 같은 시설을 위치시키는 방안, 또는 특정 에너지 다소비업체(전기, 가스)와 에너지공급방안 연계등을 통하여 장기적으로 에너지의 효율적 사용을 구조적으로 정착할 수 있을 것이다.

바. 효율적인 에너지 및 물류의 이동

국토자원의 이용면에서 산업의 지리적 집중과 불균형은 제품 수송수요의 증대를 가져다 주어, 이로 인한 막대한 에너지의 손실을 발생시키고 있다. 국내 기업들의 엄청난 물류비용은 그동안 우리 경제의 국제 경쟁력을 저해하는 커다란 요인으로 작용하고 있다. 제조업체의 물류비용은 92년 약 2조 6천억원에서 93년에는 약 3조 1천억원으로 18%가 상승했다. 이는 우리나라 제조업 매출액의 17%에 달함으로써 선진국 수준(미국 7%, 일본 11%)에 비해 현저하게 높음을 알 수 있다.

물류비용을 최소화 하기 위해서는 도로·항만 등 사회간접자본의 확충도 중요하지만 산업재배치를 통하여 에너지 및 물류의 원활한 흐름을 방해하는 요인을 제거하는 것도 중요하다. 또한 우리나라의 화물차 공차율이 45%를 기록함에 따라, 물류수송에 있어서 불필요한 에너지를 저감하는 방법으로 화물차를 대체하는 철도수송의 확대와 철도와 공로수송을 연계할 수 있는 방안을 고려해야 할 것이다. ♣