

대구시 도심 共同住宅의 에너지 經年 變化에 관한 研究 Yearly Variation of the Energy Use of Apartment Building

홍원화* 이준혁**
Hong, Won-Hwa Lee Jun-Hyuk

Abstract

As a result of rapid economic and social change, the number of large-scale building is expected to increase. In response to the growing increase, It will be a greater demand for up-to-date for heating and cooling, illumination, communication and disaster protection system as well as a sharp rise in overall energy consumption. Gradually the living of apartment building is increasing by growing population. In basic data will be offered for the energy conservation programs, and establishing some standards for the energy consumption in future. By understanding how energy sources are actually utilized in existing apartment houses, we can develop more appropriate strategies to maximize both the efficient use of energy and its conservation.

Keywords : 대구시, 공동주택, 에너지 소비, 경년변화

1. 서 론

1. 연구의 배경과 목적

우리나라는 지난 1997년 11월 국가부도라는 위기 속에서 IMF(International Monetary Fund)행 선언은 엄청난 파장을 몰고 왔다. 국가 신용등급이 하루가 멀다 하고 떨어졌고, 환율은 1900원대까지 치솟고 기업은 연쇄 부도를 일으켰다. 살아있는 기업도 조업을 중단했고 또한 대량의 구조조정으로 고 실업률을 낳았다. 그때의 파장은 오늘날에 이르기까지 여러 분야에 걸친 희생과 노력, 변화를 요구했고, 이러한 국가적 어려움은 이번 한번으로 끝나지 않는다는 사실과 또한 국가적 위기 사태는 언제든지 발생할 수 있다는 사실을 알게 해 주었다. 실제로 4년이 지난 현재 배럴당 국제 유가가 30달러를 넘어 서는 고유가 시대에 접어들고 있고 제2의 경제 위기가 등장하고 있다.

그로부터 오늘에 이르기까지 이러한 국가적 위기를 극복하기 위해 여러 분야에 걸친 희생과 노력, 변화를 감당해왔고, 이러한 국가적 어려움은 이번 한번으로 끝남이 아니라는 사실과 또한 국가적 위기사태는 언제든지 발생할 수 있다는 사실을 알게 되었다. 이러한 상황

속에서 사회활동의 가장 중요하고 기초가 되는 주거환경과 주생활에도 많은 영향을 받았으며, 많은 변화가 있었을 것으로 사료된다.

본 연구는 대구광역시에 건설되어진 대규모 집합주택을 대상으로 IMF행 선언 이전부터 2000년도까지의 주거특성과 에너지 소비량, 경제한파 기간 중에 에너지 소비에 관한 대책 등의 실태를 조사하고, 집합주택의 에너지 소비에 영향을 끼치는 인자를 찾아내고 에너지 소비 원 단위를 작성하고자 한다.

2. 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 집합주택의 에너지 소비량을 분석하고, 이에 따른 에너지 소비 패턴을 난방유형과 그 시대 상황과 연동시켜 분석하기 위한 것으로 연구의 범위 및 방법은 다음과 같다.

(1) 집합주택의 에너지 소비량 조사 분석

대구광역시의 집합주택을 대상으로 건물의 에너지 소비량을 조사하여, 건물에서 소비되고 있는 에너지 소비에 영향을 미치는 인자가 어떤 것들이 있는지 살펴보고, 연간 에너지 소비량에 영향력이 높은 요인은 어떠한 것이 있는지 파악한다.

(2) 시대별 사회상황에 따른 에너지 소비량 분석

시대별 사회 상황에 따른 에너지 소비량 분석과 함께 매년 해당 연도의 큰 사회적 변화를 조사하고, 그러한 상황이 에너지 소비패턴에 어떠한 영향을 미쳐 왔는지

* 정회원, 경북대 건축공학과 조교수, 공학박사

** 경북대학교 건축공학과, 석사과정

이 논문은 2000년도 경북대학교의 연구비에 의하여 연구되었음

를 분석하였다.

II. 이론적 고찰

1. 도시환경과 에너지

현대 도시는 거대화, 고 집적화가 되어 가고 있고. 이러한 도심 기능을 만족시키기 위한 각종 도시 설비의 역할의 중요성은 점점 커지고 있다. 도시 기능을 유지하는 Input은 도시의 공급측면이며, Output은 도시의 소비에 따른 배출로 볼 수 있다. 공급적인 측면에서 도시 설비는 전력, 가스, 상수, 중수, 정보 등을 대상 시설에 전달하는 것이고, 생산적인 측면은 오수, 폐기물, 정보 등이 대상 시설에서 빠져나가는 것이다. 이러한 도시 인프라를 도시화하면 다음과 같다(그림 1).

여기서 에너지 시스템은 Input에 해당하며 총체적인 도심 기능을 유지하기 위한 라이프 라인에 해당한다. 라이프 라인은 Infra-Structure의 범위 내에서 선형 공급 장치에 의해 수송되는 시설로, 기능으로서는 제조 기능 장치에서 중추기능장치, 또는 수요자까지의 장치를 받아서 도시 활동을 유지하며 성립시키기 위해 필요한 반송장치이다. 중추 기능의 대부분이 컴퓨터 기능에 의해 유지되고 있기 때문에 라이프 라인은 전력, 가스, 뿐만 아니라 컴퓨터의 기능을 유지하기 위한 공조용 물 또한 포함된다¹⁾.

도시 설비에서의 에너지 시스템이 이러하듯 건물에서도 에너지는 라이프 라인에 해당한다. 이것은 건물에서의 향상성을 유지할 뿐만 아니라 거주자들에게 쾌적하고 건강한 환경을 제공 할 수 있게 한다. 현재의 건물 개념이 피신처의 개념에서 인위적인 환경조절시스템의 개념으로 변화함에 따라 에너지 공급 시스템도 건물의 기능을 단순히 유지하는 차원을 넘어서 인위적으로 환경을 조절하는 기능으로 확장되었다.

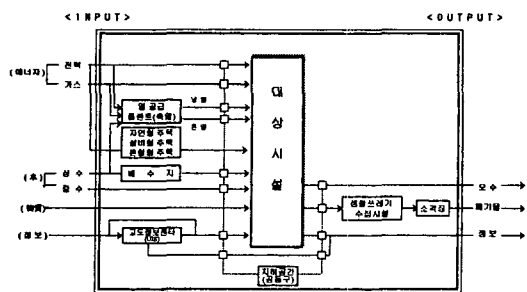


그림 1. 도시 내 인프라 구성도

1) 도시공급처리시설의 정지시 건물기능의 자립화에 관한 연구-홍원화, 와세다 대학 박사학위 논문 1994. 10

표 1. 국내 에너지 소비동향²⁾

년	총에너지 소비(TOE)		1인당 총에너지 소비(TOE)	에너지 수입 의존도(원자력 포함)(%)
	1차에너지	최종에너지		
1980	43911	37597	1.15	73.5
1981	45718	38952	1.18	75
1982	45625	38711	1.16	74.3
1983	49420	41337	1.24	74.6
1984	53535	44998	1.32	75.2
1985	56296	46998	1.38	76.2
1986	61462	50524	1.49	78.2
1987	67878	55197	1.63	80
1988	75351	61033	1.79	83.2
1989	81660	65875	1.92	85.5
1990	93192	75107	2.17	87.9
1991	103619	83803	2.39	91
1992	116010	94623	2.65	93.6
1993	126879	104048	2.87	94.8
1994	137234	112206	3.07	96.4
1995	150437	121962	3.34	96.8
1996	165212	132033	3.63	97.3
1997	180638	145773	3.93	97.6
1998	165932	132128	3.57	97.1
1999	181363	143060	3.87	97.2

따라서 본 연구에서는 에너지의 범위를 라이프 라인에 해당하는 전력, 가스, 상수까지로 확장해서 분석하였다.

2. 국내 에너지 소비 동향

지금까지의 국내 에너지 소비 동향을 보면 1980년대 이후 꾸준한 증가 추세를 보인다. 이는 개발도상국에 있어서 산업구조의 변화와 국민소득의 증가로 산업부분과 민간부분에서 에너지 소비가 점차 증가함에 따라 총 에너지 소비도 증가함을 알 수 있다. 또한 1980년대 후반에서 1990년대 중반까지는 급격한 증가를 보인다.²⁾

이는 1988년의 올림픽 개최로 인한 산업으로의 영향과 전체적인 국민 소득수준의 향상으로 인한 민간 부분 에너지 소비가 에너지 소비증가의 중요한 요인으로 작용하였음을 알 수 있다(표 1).

또한 국민 총생산의 증가율과 에너지 소비증가율이 밀접한 관계를 가지고 있는데 20년간의 국민 총 생산율의 증가와 에너지 소비의 증가는 거의 유사하게 진행됨을 알 수 있다. 특이한 사항은 80년과 98년에 국민 총생산이 떨어지면서 에너지 소비 증가율 또한 떨어진

2) 에너지 경제 연구원 통계연보

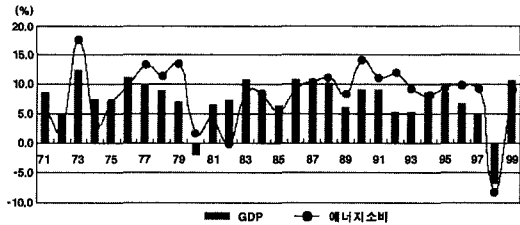


그림 2. 국내 총생산과 에너지 소비동향³⁾

점이다. 이중에서도 98년 같은 경우는 (-) 증가율을 보이는데 이는 20년 동안에 처음 있는 일이다(그림 2).

III. 에너지 소비량 실태 조사 및 결과

1. 조사대상 집합주택의 개요

1) 집합주택의 선정

현재 공동 주택의 에너지 소비량 경년 분석이 목적이므로 동일 아파트 단지에서 십년간 계속해서 에너지 사용량의 데이터를 보유하고 있는 아파트를 찾아내기가 무척 어려운 실정이었다. 그러나 본 논문은 이러한 기록을 보유하고 있으며 대구시내에 위치한 대규모 아파트 단지 중에서 다양한 생활형태를 가지고 있다고 판단되는 봉덕동의 H아파트를 주 대상으로 하였다. 또한 에너지 소비량을 측정하기 위하여 각 세대별 전기사용량, 온수사용량, 수도사용량, 유류 사용량 등은 방문 조사 및 관리사무소의 협조를 얻어 자료를 입수하였으며 각 세대별 도시 가스 소비량에 관한 자료는 대구도시가스에 의뢰하였다.

2) 대상 집합주택의 개요

H아파트는 1990년대 초 고급주택 단지로 조성된 곳에 위치해 있으며 이에 따라 평수도 33평형, 40평형, 47평형, 60평형, 78평형으로 다양한 유형을 가지고 있다. 평형별 세대수를 보면 33평형이 292세대, 40평형이 310세대, 47평형이 356세대, 60평형이 126세대, 78평형이 78세대로써 평형별로도 적당한 분포를 가지고 있다. 조사대상 아파트의 총 연 면적은 172959.6 m²이고 총 세대수는 1162세대이며 세대 당 연면적은 148.85 m²로 조사되었다. 또한 시공연도가 1989년으로 난방방식은 중앙 집중식 난방방식을 도입하고 있으며 사용 난방에너지원은 유류에서 최근 도시 가스로 변경하였다(표 2).

2. 조사 내용 및 조사 방법

조사 대상지의 에너지 소비량을 조사하기 위해서 각 아파트 단지를 3차례 이상 방문하여 기본 데이터를 확

3) 에너지 경제 연구원 통계년보

표 2. 조사대상 집합주택 개요

내용	대상	H아파트
위치		대구광역시 봉덕동
시공연도		1989년
세대수		1162
총 연 면적		172959.6 m ²
평균 연 면적		148.85 m ²
평형수		6개
난방방식		중앙 집중식
사용에너지원		유류, 도시가스, 전력

표 3. 방문 시기 및 방문 횟수

대상지	방문시기
H아파트	2000년 8월(2회), 2001년 3월(1회)
한국 전력	2001년 3월
도시 가스 공사	2000년 9월, 2001년 2월
수자원 공사	2001년 4월

보하고 그 외에 확보되지 않은 데이터는 한국전력 및 도시 가스 공사, 수자원 공사를 방문하여 자료를 요청하였다(표 3).

에너지 소비량을 측정하기 위하여 각 세대별 전기사용량, 수도사용량, 유류 사용량 등은 관리사무소의 협조를 얻어 자료를 입수하였으며 이 자료 중 불충분한 것은 각 에너지원별 공급 업체를 직접 방문해 공급체계와 소비데이터를 확보하였다. 각 세대별 도시 가스 소비량에 관한 자료는 대구도시가스에 의뢰하였다.

3. 에너지 원별 소비 경년 변화

조사 대상지의 경우 시공연도가 89년이고 본격적인 입주가 시작된 것이 90년부터이므로 분석기준 데이터는 91년 1월부터 2000년 12월까지, 총 10년 간의 자료를 기준으로 하였다.

1) 대구의 평균 외 기온 경년 변화

평균 외 기온은 계절별 에너지 소비량에 가장 직접적인 영향을 미치는 인자로서 고려할 필요가 있다. 여름철 전기 에너지 소비량에 가장 큰 영향을 미치는 8월의 외기 온도는 94년에 가장 높은 29.1°C를 기록했으며 점차적으로 낮아지는 경향을 보이고 있다(그림 3). 1월의 평균기온과 년 평균기온은 매년 큰 변동 없이 일정하게 유지되는 것을 알 수 있다.

2) 전기 사용량

평균적으로 1년 중 8월의 전기 소비량이 가장 높게 나타났다.

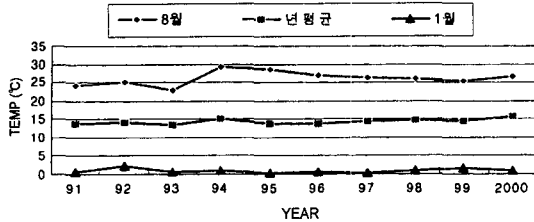


그림 3. 대구 평균 외기는 경년 변화

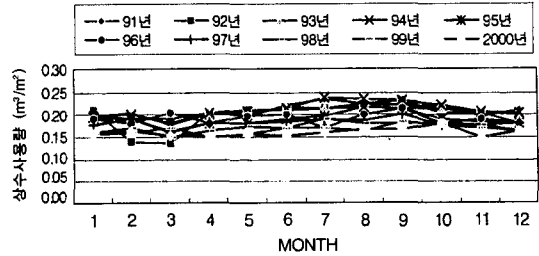


그림 6. 수도 소비량 월별 경년 변화

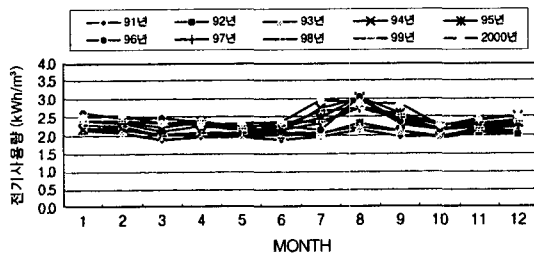


그림 4. HO아파트 전기 소비량 월별 경년 변화

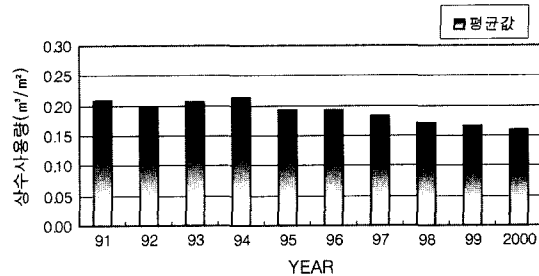


그림 7. 수도 소비량 월 평균값의 경년 변화

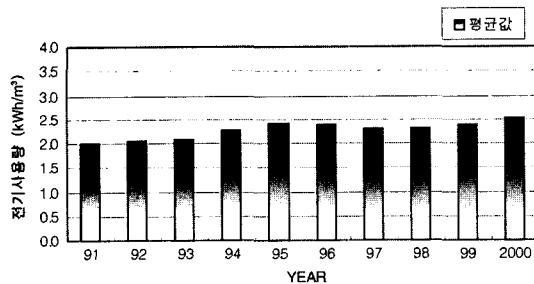


그림 5. 전기 소비량 월 평균값의 경년 변화

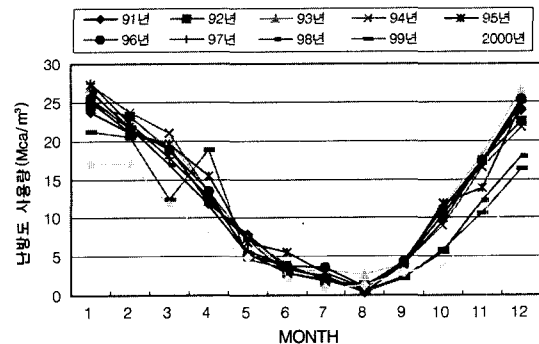


그림 8. 난방 에너지 소비 월별 경년 변화

조사 대상지는 연별로 비교해보면 91년부터 95년까지는 90년 1.9991(kWh/m²)에서 95년 2.4119(kWh/m²)⁴⁾로 매년 증가 추세에 있었다가 96년에서 98년 중반까지는 매년 약 5%(95년 대비)씩 감소하는 추세였으며, 98년 중반을 기점으로 해서 다시 소폭 상승하는 추세로 전환되었음을 알 수 있다(그림 4, 5).

3) 상수 사용량

조사 대상지의 경우 수도 사용량은 94년까지는 증가와 감소를 반복하다가 95년부터는 조금씩 감소하기 시작한다. 이것은 아파트의 노후화로 인한 동일 면적 당 거주인수의 감소와 라이프 스타일 변화로 사료된다. 그리고 수도량에 가장 많은 부분을 차지하는 취사행위가 외식의 증가로 감소하였기 때문으로 사료된다(그림 6, 7).

4) 난방 에너지 사용량

조사 대상이 된 공동주택은 난방용 연료를 98년 9월까지의 경유와 병커C유를 사용하였으나 98년 9월 보일러 교체 작업을 통하여 현재까지 도시가스를 주원료로 한 가스 보일러를 사용하고 있다. 따라서 총 난방용 에너지 소비량은 1차 환산으로 하여 (Mcal/m²)으로 나타내었다.

난방 에너지 사용량은 95년까지 매년 소폭 상승과 하락을 반복, 96년 대폭 상승, 97년에는 소폭 하락을 보여주고 있다. 98년과 99년에는 보일러 교체 작업을 통한 효율의 증가로 인해 대폭 감소하였음을 알 수 있다(그림 8, 9).

4) 단위 면적당 전기 에너지 사용량

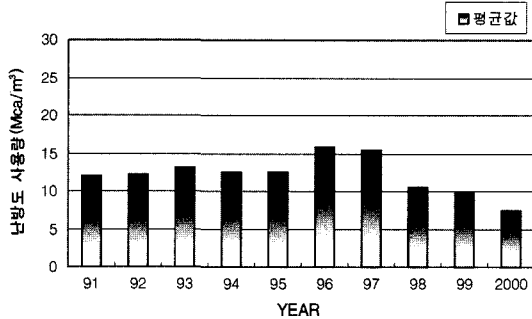


그림 9. 난방 에너지 소비 평균값 경년 변화

이는 환경부의 연료별 환경 규제에 의해 대도시는 1997년부터 소위 청정연료(LNG, 경유는 황함유기준 0.1% 이하, 중유는 0.5% 이하)를 사용하도록 의무화 됨으로써 1997년 당시 중앙난방을 하는 대부분의 대도시 공동주택은 가스 보일러로 교체를 하였다. 따라서 조사 대상지에서도 난방 시스템자체의 교체와 운영으로써 소비량 자체를 줄인 결과가 99년, 2000년의 난방에너지 소비량에 반영 된 것으로 보인다.

IV. 총 에너지 사용량의 경년 변화 분석

1. 총 에너지 사용량

1차적으로 건축물에서 사용되는 에너지량은 전력, Gas, 유류(油類)이고, 이들의 계량 단위는 kWh, m², l이다. 건물이 소비하는 에너지량을 종합적으로 파악하고, 효율(效率)을 생각하는 경우에는 하나의 단위(單位)로 취

표 4. 에너지 소비 원단위 환산표

에너지원의 종류		1차환산값	2차환산값
		2,500 Kcal/kWh	860 Kcal/kWh
전력	도시	10,500 Kcal/m ³ N	
	LNG	9,500 Kcal/m ³ N	
석유류	휘발유	8,300 Kcal/l	
	등유	8,700 Kcal/l	
	경유	9,200 Kcal/l	
	A중유	9,400 Kcal/l	
	B중유	9,700 Kcal/l	
	C중유	9,900 Kcal/l	
석탄류	무연탄	4,600 Kcal/kg	
	유연탄	6,600 Kcal/kg	

급할 필요가 있다. 널리 이용되고 있는 환산방법은 열량환산(熱量換算)과 Cost환산이 있고, 열량환산에는 1차 에너지 환산과 2차 에너지 환산이 있으며 본 논문에서는 기기 효율은 고려하지 않은 1차 에너지 환산값을 이용하였다(표 4).

에너지 소비 원 단위란 전술한 각 단위 면적별 연간 에너지 소비량을 cal를 환산하여 나온 소비량을 말한다. 총 에너지 사용량에서 온수를 만들기 위한 에너지는 전기 에너지 사용량에 포함되어 있으므로 크게 전기 에너지와 병커C유, 경유, 도시 가스로 나누었다.

조사 대상지의 경우 총 에너지 사용량은 95년까지 점차 증가하다가 97년을 고비로 점차 감소하고 있다. 특히 97년과 98년 사이는 최대의 감소폭을 보였다. 에너지원도 병커 C유에서 경유로, 경유에서 도시 가스로 바

표 5. 대한민국의 10년간의 시대변화

분야	정치	사회	경제	건축	외국
91년	지방자치제 부활	낙동강 페놀 오염사건		건설현장에 로봇 등장	방글라데시 태풍 피해
92년	대통령 선거	올림픽, 미국 LA 폭동		종로 영풍 빌딩 건설	
93년	김영삼 정부 출범	우리과이 라운드 타결	금융 실명제 실시	청주시 우암상가 아파트 붕괴	유럽 연맹 출범 북미 경제 통합
94년	이회창 국무 총리 사임	50년 만의 최악의 가뭄		성수대교 붕괴	미·일 무역전쟁
95년	김대중씨 정계 복귀	쓰레기 종양제 지방 자치제 선거	부동산 실명제 수출 100억 돌파	대구 지하철 도시가스 폭발	세계무역기구 출범
96년		강릉 앞바다 잠수함 발견	OECD 가입 명예 퇴직을 통한 감원시작		미국, 이라크 공격
97년	김대중 대통령 당선	대한 항공기 추락	IMF 관리 체제 기업들 연쇄 부도		홍콩 반환
98년	김대중 정부 출범		세계 금융 위기 확산	상암동 월드컵 경기장	미·영 이라크 공습
99년			재벌 구조 조정 가속화	건축 문화의 해	유럽 화폐 통합
2000년	남북정상회담 성사	양측 이산가족 방문	기업 자금난 심화		일본 물가지수 최대 하락

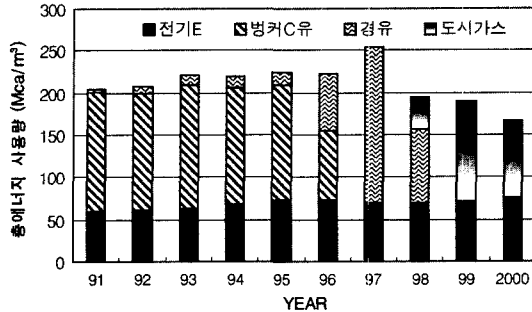


그림 10. 총 에너지 사용량 경년 변화

뛰어 감을 알 수 있었다(그림 10).

2 시대별 상황에 따른 소비량 분석

10년간의 우리나라의 상황과 에너지 사용량과의 연관성을 분석해보면, 주로 경제적인 면에 많은 영향을 받은 것으로 사료된다. 경제적인 면에서 10년 동안의 큰 사건은 93년의 금융실명제 실시와 1997년 IMF 체제로의 진입과 물가 폭등, 환율 폭등으로 세계적 대공황에 접어 든 것을 들 수 있다. 세계적으로도 산유국들의 유류 생산량의 감소 조치 등으로 유가가 폭등하고 이로 인해 고유가 시대의 도래를 맞이하였다. 이에 따른 여파로 국내에서도 에너지 소비 심리도 줄어들었다.

조사 대상지 중 H아파트의 경우에는 대규모의 설비 시스템 개 보수 작업을 통해 난방 에너지원의 변화와 효율증대로 인해 총 에너지 소비량을 20%가량 줄인 것을 볼 수 있었다. 또한 전기 에너지 소비량의 경우에도 매년 증가 추세인 것이 98년을 고비로 둔화된 것으로 나타났다. 이는 사회적 요인에 따른 인식정도가 소비량에도 많은 영향을 미치는 것을 알 수 있다(표 5).

V. 결 론

본 연구의 목적은 집합주택 거주자의 생활형태에 따른 에너지 소비실태를 파악하여 미래 에너지 절약의 추진 및 효과적인 에너지 보급을 위한 정책의 기초 자료로써 제시함이다. 이를 위하여 다년간의 자료를 가지고 있는 공동 주택을 선택하여 에너지 경년 변화와 에너지 소비를 원 단위 차원에서 파악하여 분석하였다. 분석결

과를 정리하면 다음과 같다.

(1) 에너지 원별 사용량 분석

에너지 소비량 분석 결과 전기에너지 소비량은 여름에 가장 많이 소비되고, 점차 즉 증가 추세에서 소폭 감소세로, 99년부터는 다시 증가추세로 돌아섰음을 알 수 있었다. 상수 소비량은 꾸준히 감소하는 추세를 보였다. 온수 소비량은 에너지 소비량 중에 가장 많은 변화를 일으켰으며 대개 감소, 증가를 반복하는 추세를 보였다. 난방용 에너지 소비량은 96년을 고비로 난방설비의 교체로 대폭 감소하는 것을 알 수 있었다.

(2) 사회적 상황과 에너지 소비량

에너지 소비량은 정치, 경제, 사회등의 측면에서 볼 때 경제적 측면에 가장 많은 영향을 받은 것으로 사료된다. 또한 환율의 상승으로 인해 유가(油價)가 증가함에 따라 겨울철 난방에너지원이 유류에서 도시가스로 바뀌었음을 알 수 있었다.

따라서 에너지 소비량은 모두 감소하며 시대 상황 중에서 경제적인 측면의 경향을 가장 많이 받은 것을 알 수 있었으며, 추후 과제로서 본 논문에서 밝힌 에너지 소비량 경년 변화량을 감안하여 IMF 체제 전후의 에너지 소비패턴에 관한 연구가 거주민들의 라이프 스타일과 의식수준에 따라, 그리고 평형별로 심층적인 연구를 수행 중에 있으며 향후 개설하여 보고할 계획이다.

참 고 문 헌

1. 김상욱(1988), 사무소건물의 외피열성능에 따른 에너지 소비량에 관한 연구, 한양대학교 석사학위논문
2. 박태수(1992), 공동주택에서 난방에너지 소비실태에 관한 조사연구, 한양대학교 석사학위논문
3. 이준혁, 홍원화(2000), 集合住宅에서의 에너지 경년 변화에 관한 연구, 건축학회 추계 학술 대회 논문집,
4. 최수행(1989), 主婦의 住居地域 特性에 따른 라이프스타일 연구 - 釜山地域 主婦들을 對象으로, 부산대학교 석사학위논문
5. 홍원화(1991), 集合住宅의 에너지 消費 原單位에 關한 研究, 早稲田大學大學院 석사학위논문
6. 홍원화(1994), 도시공급처리 시설의 정지시 건축기능 자립화에 관한 연구, 박사학위 논문
7. 대한주택공사(1985), 공동주택의 에너지절약을 위한 설계 기준 연구
8. 대한주택공사 주택연구소(1996), 지역형 공동주택 개발을 위한 연구