

碩士學位論文

濟州地域 共同住宅의 暖房에너지  
消費實態에 관한 研究

指導教授 崔 棟 皓



11.645

濟州大學校 產業大學院

建設環境工學科

玄 東 樹

1 9 9 9

# 濟州地域 共同住宅의 暖房에너지 消費實態에 관한 研究

指導教授 崔 棟 皓

이 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함.

1999 年 月 日

濟州大學校 產業大學院

建設環境工學科

建築工學專攻

玄 東 樹

玄東樹의 工學 碩士學位論文을 認准함.

1999 年 月 日

委員長

委員

委員

# 목 차

목 차	i
표 목 차	iii
도 목 차	v
Abstract	viii
I. 서 론	1
1. 연구의 배경 및 목적	1
2. 연구의 방법 및 내용	2
II. 각국의 에너지 관련기준	4
1. 공동주택의 건설현황 및 총에너지 사용량	4
가. 공동주택 건설현황	4
나. 총에너지 사용량	7
2. 국내·외 에너지 절약기준	9
가. 국내의 에너지 절약기준	9
나. 미국의 에너지 절약기준	11
다. 영국의 에너지 절약기준	12
라. 독일의 에너지 절약기준	13
마. 프랑스의 에너지 절약기준	15
바. 일본의 에너지 절약기준	16
사. 캐나다의 에너지 절약기준	17
아. 각국의 에너지 절약기준	18
3. 건물의 원단위 개념 및 성능기준	19
가. 에너지 원단위	19
나. 원단위 평가	20
다. 열량 환산	20
라. 에너지 성능기준	22
마. 외국의 원단위	23

III. 에너지 소비실태	25
1. 실태조사의 개요 및 현황	25
가. 조사대상 공동주택 현황	25
나. 난방형태별 분포	25
다. 층수별 분포	25
라. 지역별 평형별 세대수 분포	26
마. 층고높이 분포	31
바. 창면적비 분포	31
사. 건물외피의 단열	32
2. 설비부분의 개요와 현황	33
가. 난방방식의 특성 비교	32
나. 보일러의 종류	34
다. 순환펌프의 종류	36
라. 열교환기의 종류	37
마. 난방용 온수의 공급 및 환수온도	38
3. 요소별 에너지 사용량 분석	39
가. 난방방식별 에너지 사용량	38
나. 단지 층수별 에너지 사용량	44
다. 복도형태별 에너지 사용량	46
라. 건물의 향별 에너지 사용량	46
마. 사용 연료별 에너지 사용량	47
바. 단지규모별 에너지 사용량	47
사. 분양면적별 에너지 사용량	50
아. 준공년도별 에너지 사용량	51
자. 지역별 에너지 사용량	51
IV. 결  론	52
참고문헌	54
부록 : 공동주택 에너지 소비실태를 위한 설문서	56

## Contents of Table

Table 1	Items of questionnaire	3
Table 2	Types of residential housing in Cheju	6
Table 3	Constructional variation of apartment buildings in Cheju	7
Table 4	Distribution of examined building story in Cheju	7
Table 5	Average energy consumption according to service	8
Table 6	Energy consumption per architectural area	8
Table 7	Coefficient of heat transmission according to region and of building	10
Table 8	Regional standard for thickness of heat insulating materials	10
Table 9	Regional section	11
Table 10	Design temperature of open air for calculating the capacity of cold and heating system	11
Table 11	Heat loss according to parts of building	13
Table 12	Allowable standard of maximum heating load according to the outer cover area and volume of building	14
Table 13	Comparison of existed and developed standard on thermal insulation	14
Table 14	Coefficient of heat transmission of roof	15
Table 15	Coefficient of heat transmission of wall	15
Table 16	Coefficient of heat transmission of floor	16
Table 17	Coefficient of heat transmission of window	16
Table 18	Standard comparison with other countries about the outer area considering thermal performance of buildings	18
Table 19	Standard comparison with other countries about parts of buildings	18
Table 20	Performance Standard of other countries	19
Table 21	Regional comparison of coefficient of heat transmission in Korea	19
Table 22	Transformed standard of oil	21

Table 23	Transformed coefficient of energy calory	21
Table 24	Standard of unit heating load of apartment buildings	22
Table 25	Thermal insulation load	23
Table 26	Energy consumption in U.S.A.	23
Table 27	Yearly energy consumption in France	23
Table 28	Yearly energy consumption according to a household and the kinds of fuels in England	24
Table 29	Energy consumption in Japan	24
Table 30	Summary of examined apartment buildings in Cheju	25
Table 31	Comparison of exclusive use area according to architectural area	31
Table 32	Kinds of boilers	35
Table 33	Energy consumption of central heating system	40
Table 34	Energy consumption of individual heating system	40
Table 35	Anticipated energy saving based on energy consumption-rate	42
Table 36	Energy consumption according to building story	45

## Contents of Figure

Fig.1 Distribution of apartment buildings according to residential types . . . . .	5
Fig.2 Constructional variation of apartment buildings according to . . . . .	6
residential types	
Fig.3 Distribution of examined building story in Cheju . . . . .	26
Fig.4 Distribution of the number of households according to region . . . . .	26
and residential area(above 10 pyung)	
Fig.5 Distribution of the number of households according to region . . . . .	27
and residential area(above 20 pyung)	
Fig.6 Distribution of the number of households according to region . . . . .	27
and residential area(above 30 pyung)	
Fig.7 Distribution of the number of households according to region . . . . .	28
and residential area(above 40 pyung)	
Fig.8 Distribution of the number of households according to region . . . . .	28
and residential area(above 50 pyung)	
Fig.9 Global distribution of the number of households according to . . . . .	29
region and residential area	
Fig.10 Distribution of the number of households according to . . . . .	29
residential area(Near Cheju)	
Fig.11 Distribution of the number of households according to . . . . .	29
residential area(Near Seogwipo)	
Fig.12 Comparison of exclusive use area of examined buildings . . . . .	30
Fig.13 Distribution of exclusive use area of examined buildings . . . . .	30
according to residential area	
Fig.14 Distribution of average floor height of examined buildings . . . . .	31
Fig.15 Distribution of open area occupied in examined buildings . . . . .	32
Fig.16 Thickness and location of heat insulating materials for roof . . . . .	32
in examined buildings	
Fig.17 Thickness and location of heat insulating materials for wall . . . . .	32
in examined buildings	

Fig.17	Insulation thickness and location of wall in examined buildings . . . . .	33
Fig.18	Boiler types in examined complex(Central heating system) . . . . .	35
Fig.19	Boiler capacity in examined complex(Central heating system) . . . . .	36
Fig.20	Types of circulation pump in examined complex . . . . .	37
	(Central heating system)	
Fig.21	Number of circulation pumps in examined complex . . . . .	37
	(Central heating system)	
Fig.22	Types of heat exchanger in examined complex . . . . .	38
	(Central heating system)	
Fig.23	Number of heat exchanger in examined complex . . . . .	38
	(Central heating system)	
Fig.24	Temperature distribution of supplied hot water . . . . .	38
	in examined complex(Central heating system)	
Fig.25	Temperature distribution of returned hot water . . . . .	39
	in examined complex(Central heating system)	
Fig.26	Actual state of energy consumption according to complex . . . . .	41
	(Central heating system)	
Fig.27	Actual state of energy consumption according to complex . . . . .	41
	(Individual heating system)	
Fig.28	Comparison of energy consumption according to types . . . . .	42
	of heating system	
Fig.29	Yearly comparison of energy consumption(Central heating system) . . . . .	42
Fig.30	Yearly comparison of energy consumption . . . . .	43
	(Individual heating system)	
Fig.31	Yearly and monthly comparison of energy consumption . . . . .	43
	(Central heating system)	
Fig.32	Yearly comparison of energy consumption according to complex . . . . .	44
	(Central heating system)	
Fig.33	Monthly comparison of energy consumption according to . . . . .	45
	the number of stories(Central heating system)	
Fig.34	Monthly comparison of energy consumption according to . . . . .	45
	the number of stories(Individual heating system)	



Fig.35 Energy consumption according to the disposed direction . . . . .	46
of buildings(Individual heating system)	
Fig.36 Energy consumption according to the magnitude of complex . . . . .	47
Fig.37 Monthly energy consumption according to the magnitude . . . . .	48
of complex(Central heating system)	
Fig.38 Monthly energy consumption according to the magnitude . . . . .	48
of complex(Individual heating system)	
Fig.39 Rate of lot area(Central heating system) . . . . .	49
Fig.40 Rate of lot area(Individual heating system) . . . . .	49
Fig.41 Rate of architectural area(Central heating system) . . . . .	50
Fig.42 Rate of architectural area(Individual heating system) . . . . .	50
Fig.43 Energy consumption according to area for sale . . . . .	50
(Individual heating system)	
Fig.44 Regional energy consumption(Individual heating system) . . . . .	51



# A Study on Heating Energy Consumption of Apartment Buildings in Cheju

Hyun, Dong-soo

*Department of Construction and Environmental Engineering  
Graduate School of Industry  
Cheju National University  
Supervised by Professor Choi, Dong-ho*

## Summary

Energy construction is one of the most critical factors to estimate the thermal performance in buildings. The energy consumption-rate, which is a fundamental data to estimate the energy consumption and establish the energy supplying plan, is obtained by the research on actual state of energy consumption. Although the optimum design which considers energy depends on the amount of energy consumed per square foot per year, there are few researches on the energy consumption and it is difficult to establish the energy consumption-rate of apartment buildings in Cheju. Accordingly, the objective of this study is to analyze the energy consumption of apartment buildings in Cheju and present some fundamental data for designing the heating system. The parameters of this research include central and individual heating system, the kind of energy resources, the number of building stories, the size of apartment complex, the disposed direction, etc. From this study, we obtained the following conclusions.

1. The energy consumption-rate is 206 Mcal/m<sup>2</sup>·yr in the central heating system and 104 Mcal/m<sup>2</sup>·yr in the individual heating system, respectively.
2. The energy consumption-rate is 211 Mcal/m<sup>2</sup>·yr(average of 1992~1997) and 160 Mcal/m<sup>2</sup>·yr (in 1998 under IMF) in the central heating system, respectively.
3. The energy was saved in the buildings of many residential households, a south or southwest direction, and 6~10 stories more than 3~5 stories.
4. In the comparison of energy consumption according to corridor types, the side corridor type showed higher consumption than the direct access type.
5. In the building with central heating systems, the larger complex the more energy consumption. However, the energy consumption of the buildings with individual heating systems had nothing to do with the magnitude of complex.
6. In the comparison of energy consumption according to examined regions, the consumption-rate in Cheju city was less than Seogwipo city.

# I. 서 론

## 1. 연구의 배경 및 목적

1973년 Oil Shock 이후 세계의 에너지 사정은 매우 불안정한 상태가 되어 에너지 절약에 대한 문제는 세계적인 당면과제로 대두되어 왔다. 특히 우리 나라의 경우에는 에너지의 90% 이상을 해외에서 수입하고 있어 에너지 공급의 악화는 경제사회의 안정에 큰 영향을 미치므로 에너지 절약은 전 산업분야별로 추진되고 있으며, 1992년 기준으로 전체 에너지 사용량 중 26%에 달하는 건물부문의 에너지 소비비율이 크므로 에너지 절약을 위한 방안들이 다각적으로 모색되어 왔다. 또한 최근에는 에너지 사용과 관련하여 석유, 석탄 등의 연료사용에 따른 이산화탄소의 배출량을 규제하기 위하여 국제적인 협약이 발효되고 있어 국내에서도 적극적으로 대응하여야 할 상황에 있다.

과거 수 차례에 걸친 석유험기를 계기로, 우리 나라는 산업부문을 중심으로 에너지 이용기기의 효율 향상과 에너지 관리 및 에너지 절약에 대한 지속적인 많은 성과를 올려왔다. 그러나, 생활의 질적 향상에 대한 욕구가 높아지면서, 이러한 가시적인 성과에도 불구하고 가정용 에너지 수요는 매년 증가 일로에 있다. 따라서, 주거용 건축물을 비롯해 각종 건축물에 대한 에너지 소비실태를 파악하는 것은 에너지 절약을 추진하는데 있어 중요한 첫걸음을 내딛는 계기가 될 것이다.

에너지 소비량 실태조사 데이터에 의해 산출되는 건축물의 에너지 원단위는 그 도시에 대한 에너지 소비량 예측과 에너지 공급계획을 수립함에 있어서 필요 불가결한 중요한 기초자료로서 활용된다. 지금까지 건축물에 공급된 에너지 소비량에 관한 기초데이터의 수집과 에너지 원단위 산출의 필요성에도 불구하고, 이에 대한 체계적인 조사가 미흡하여 아직 전국적인 데이터망이 구축되지 못하고 있는 실정이다.

따라서, 타지역에 비해 에너지 소비량에 대한 통계 및 이의 정량적인 파악을 위한 연구가 매우 부족한 제주지역의 공동주택을 중심으로 에너지의 소비실태를 파악하여 제주지역의 특성에 알맞은 에너지 원단위 기준(안)을 작성, 제시하여 정부의 에너지 절약정책에 호응할 수 있도록 하고, 소비자 및 관련기관들의 관심을 유도하여 에너지 소비실태를 지속적으로 조사, 분석할 수 있도록 하고 제주지역의 건

축주, 설계자 및 건물의 관리자 등의 에너지 소비에 대한 용이한 계획 및 공동주택에 대한 에너지절약 방안을 모색하기 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

## 2. 연구의 방법 및 내용

기존건물의 소비실태에 관한 연구는 에너지센서스를 비롯하여 연구소나 몇몇 공공기관에 의해 실시되고 있으나 그 내용이 전체적인 에너지 소비량에 관한 것이거나 단순 통계적인 방법에 의한 분석이었다. 또한, 호텔 등의 대규모 건물의 에너지 소비에 관한 사항은 공공기관에서 각종 지도와 자료를 분석하고 있으나 공동주택의 에너지 소비에 대해서는 자료가 미흡한 실정에 있다. 공동주택에서의 에너지 소비에 영향을 주는 요소는 연면적, 층수, 배치방향, 건물의 구조와 창면적비 및 단열 등의 건축부문과 냉난방방식, 가동시간, 장비류의 용량, 수전용량 및 조명용량 등의 설비부문과 관리방법 등이 있다.

조사방법은 우선 Table1에 기재된 실태조사 항목들을 기록한 공동주택 에너지 소비실태 조사용 설문서를 작성하였다. 또한, 설문조사가 원활하게 진행될 수 있도록 에너지관리공단 제주지사, 한국주택관리사협회 제주지회의 협조하에 조사원이 조사대상 아파트 관리사무소, 전력·가스·유류 공급업체를 방문하였다. 그 곳에서 관리담당자와 직접 면담을 통하여 설문내용 및 필요한 건축도면 등의 관련자료를 수집하였으며, 수집된 자료를 바탕으로 요소별 에너지 사용량을 분석하였다.

에너지 소비실태 조사에 관한 구체적인 방법 및 범위를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 각종 자료에 의한 에너지 사용량 조사
  - ① 관련기관의 협조자료 조사
  - ② 각종 자료에 의한 단지별, 열원공급방식별, 준공년도별 에너지사용량 조사
- 2) 조사대상단지의 에너지사용량 조사 및 분석
  - ① 에너지사용량, 운전관리방법, 건물 및 단지의 특성 등 설문조사
  - ② 조사대상 단지 방문에 의한 각종 조사
  - ③ 해당지역의 관련기관 등의 협조에 의한 조사
- 3) 각종 조사자료의 데이터 입력 및 분석(분류별 에너지 사용량 조사자료 분석)
- 4) 에너지 사용에 영향을 미치는 주요변수 도출 (난방방식, 단지층수, 복도형태, 건물의 배치방향, 단지규모, 분양면적, 준공년도 등)

5) 변수별 에너지 사용량 분석

Table1 Item of questionnaire

구분	조사항목
일반사항	조사지역, 공동주택 및 부속시설 현황
건축부문	평형별 세대수, 동수와 난방면적, 배치방향, 층수, 세대별 층고, 건물의 구조와 창면적비, 건물외피의 단열 성능
기계부문	열원방식, 난방시 운전기준, 배관의 단열성능, 설비시스템
에너지소비량	연도별, 월별, 난방 및 급탕에너지 소비량, 가스 및 전기 소비량



## II. 각국의 에너지 관련기준

현대 문명사회는 거대한 에너지 소비에 의해 유지되고 있으며, 이로 인하여 천연 자원의 고갈 및 자연환경의 파괴에 대한 우려가 세계 각국에서 제기되고 있다. 건축에서도 인간의 요구가 다양하고 보다 더 좋은 환경을 원함에 따라 건축물의 거대화 및 다양화가 진행되고 또한 도시로의 인구집중으로 과밀화를 초래하고 있다. 이러한 요인들로 인하여 건축은 냉난방, 조명, 급탕, 환기, 수송, 통신 및 방재 등의 각종 설비에 크게 의존하게 되며, 이를 위한 에너지 소비량의 증가는 필연적인 것이다.

따라서, 에너지 공급이 중단되면 생명의 유지까지도 위협을 받는 주거환경이 만들어지고 있으므로 우수한 기기, 장치에 의한 쾌적한 환경일지라도 그것을 유지, 관리하는데 많은 에너지가 필요하다면, 에너지 사용이 심각한 오늘날 공급의 불안정 및 가격의 제한에 제약을 받게 되어 쾌적한 환경의 유지가 곤란하게 될 것이다.

에너지 과동이후 세계 각국은 건물에서의 에너지 소비를 줄이기 위하여 활발한 연구와 함께 에너지 절약을 위한 건축기준을 마련하여 시행하고 있다. 그러나, 건물에서의 에너지 소비형태는 건물의 용도 및 특징에 따라 크게 달라지며 관리의 방법에 따라서도 그 결과가 크게 다르므로 에너지 사용의 기준을 제시하는데 많은 어려움이 있다.

우리 나라에서는 건축법에 에너지 절약을 위하여 설계단계에서부터 건물의 부위별 혹은 요소별 열성능을 파악하여 적용하도록 하고 있으며, 에너지이용합리화법 등을 통하여 건물의 에너지 절약방안을 모색하고 있다. 그러나, 에너지 소비의 주요인인 에너지 사용의 관리가 미흡한 실정이며, 세계적으로 직면하고 있는 환경문제와 에너지 사용과의 연관성에 대한 인식이 부족한 실정에 있다.

### 1. 공동주택의 건설현황 및 총에너지 사용량

#### 가. 공동주택의 건설현황

우리 나라는 1960년대부터 공동주택을 건설하기 시작하여, 1970년대부터는 대규모 공동주택 단지를 건립하면서 정부의 주도하에 심각한 주택부족을 해결하기 위하여 대량공급을 이루어 왔으며, 일산, 분산 등의 신도시가 건설되면서 1990년대의 5년

간 주택건설중 약 75%가 공동주택이 차지하고 있어 공동주택의 건설이 계속적으로 증가하고 있는 것으로 나타났다.

또한, 제주지역은 타 지역과는 달리 개인주택을 선호하는 경향이 많아 타 지역에 비해 공동주택이 차지하는 비율이 적었으나, 공동주택에서의 생활경험이 있는 타 지역에서 이주한 사람, 타 지역에서 생활을 하다가 귀향한 제주도민 및 젊은 층의 기호에 따라 1980년 중반부터 다가구, 연립주택 및 아파트 등의 공동주택이 지속적으로 건설되어 왔다.

한국에서의 주택유형은 공동주택이 차지하는 비율이 크며, 이에 따라 에너지의 소비비율이 큰 편이다. 공동주택의 난방방식은 개별난방방식, 중앙난방방식 및 지역난방방식 등이 채택되고 있으며, 1970년 이후 대단위의 공동주택이 급속히 보급됨에 따라 중앙난방방식이 적용되었으나 최근에는 신도시를 중심으로 열병합발전 에 의한 지역난방방식이 적용되고 있으며, 기존의 공동주택도 지역난방으로 교체되는 사례가 증가하고 있는 실정이다.

그러나, 공동주택의 면적에 따라 부과되는 난방비 문제로 입주자들의 요구에 따라 개별난방방식을 택하는 공동주택 역시 증가 추세에 있는 실정이다. 제주지역 역시 대규모의 공동주택 단지가 전무한 실정이지만, 중앙난방보다는 개별난방을 선호하고 있다.

최근의 주택건설은 물량공급 우선의 주거정책과 주택건설업체의 상품개발에 적극적이지 못하여 아파트 건설을 위주로 편중된 주택공급 현상이 심화되어 가고 있다. 1990년에서부터 1994년까지 5년간의 주택건설현황은 Fig.Ⅱ-1-1에서 보는 바와 같이 아파트가 75%로 절대 우위를 보이고 있으며, 다세대 주택이 12%, 단독 및 다가구 주택이 10% 그리고 연립주택이 3%를 보이고 있다.

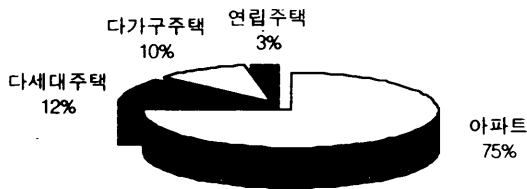


Fig.1 Distribution of apartment buildings according to residential types(1990~1994)<sup>1)</sup>

1) 한국에너지기술연구소, 『건물의 에너지원단위 기준(안)연구에 관한 중간보고서 (1차년도)』, 통산산업부, 1997, p6.

이와 같이 공동주택에 편중된 주택공급은 가족구성 형태와 구성원의 연령, 경제적 수준 등에 따라 다양한 요구를 나타내는 소비자의 주거선택 폭을 줄이는 동시에 주생활 자체를 획일화시키는 문제를 야기시키고 있다.

제주지역은 타 지역에 비해 공동주택이 많지 않으나, Table 2 및 Fig.2에서 보는 바와 같이 1992년 이후 아파트 및 연립주택 등의 공동주택이 차지하는 비율이 증가 추세에 있으며, 제주지역의 공동주택이 타 지역에 비해 단위 세대당 면적이 190㎡(56평)이상의 아파트가 전무하고 고층아파트 역시 거의 건설되지 않고 있음을 Table 3 및 Table 4에서 보여주고 있다.

Table 2 Types of residential housing in Cheju

단위 : 호

구분	합계	단독주택	아파트	연립주택	다가구주택
1992년	98,968	76,414	11,627	5,835	5,092
1993년	103,684	77,777	13,140	7,642	5,125
1994년	107,806	78,876	15,012	8,538	5,380
1995년	110,277	79,775	15,990	8,958	5,554
1996년	114,226	80,356	18,476	9,233	6,161
1997년	117,829	82,220	19,385	9,456	6,768
제주시	55,287	27,683	15,887	6,224	5,493
서귀포시	18,257	12,411	3,081	2,117	648
북제주군	25,068	23,764	140	828	336
남제주군	19,217	18,362	277	287	291

[자료제공 : 제주도청 지역경제과]

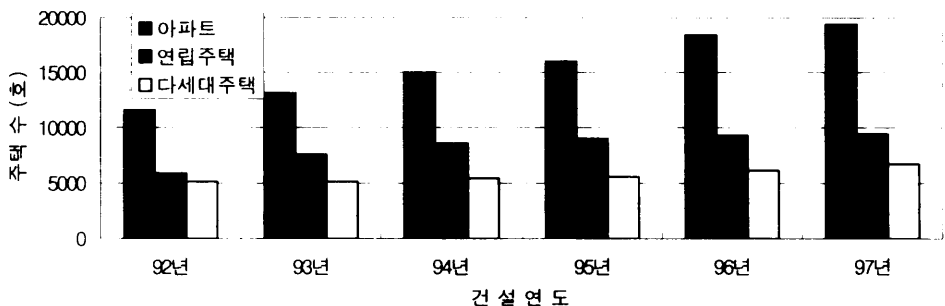


Fig.2 Construction variation of apartment buildings according to residential types

이러한 현상은 제주지역 주민들이 공동주택에 대한 인식의 변화 속에서도 단독주택에 대한 선호도가 아직까지 남아 있다고 볼 수 있으며, 가족중의 일부가 학업 또는 직장문제로 서울 등의 대도시에서 생활을 하고 있기 때문에 적정면적 이상의



주택은 건설되고 있지 않은 실정이다.

Table 3 Construction variation of apartment buildings in Cheju

단위 : 호

구분	합계	33~66m <sup>2</sup>	66~99m <sup>2</sup>	99~133m <sup>2</sup>	133~190m <sup>2</sup>
1991년	2,790	1,215	1,359	167	49
1992년	2,867	1,987	464	170	246
1993년	10,905	5,046	4,851	669	339
1994년	2,041	1,211	712	57	61
1995년	2,085	1,337	705	43	-
1996년	2,480	2,254	226	-	-
제주시	1,910	1,730	180	-	-
서귀포시	410	364	46	-	-
북제주군	-	-	-	-	-
남제주군	160	160	-	-	-

[자료제공 : 제주도청 지역경제과]

Table 4 Distribution of examined building story in Cheju

단위 : 가구수(동)

구분	합계	1996년 건립			
		제주시	서귀포시	북제주군	남제주군
5층이하	2,172(58)	1,502(40)	410(15)	-	-
6층~9층	245(6)	245(6)	-	-	-
10층~19층	69(1)	69(1)	-	-	-

[자료제공 : 제주도청 지역경제과]

#### 나. 총에너지 사용량

1992년 가정부문의 에너지 소비는 18,067,400,000 TOE(석유환산톤, Tonnage of Oil Equivalent)로 1989년 대비 연평균 3.3% 증가하였는데, 이는 우리나라 한가구가 연간 15,353,300,000 Kcal를 소비한 것이 되며, 국민 1인당으로는 4,299,000 Kcal의 에너지를 소비한 것이 된다.

1995년 대형건물의 에너지 소비는 1,159,995 TOE로, 이는 1989년도의 907,372 TOE 대비 27.8%, 1992년도의 961,340 TOE 대비 20.7%가 증가한 것이다. 이는 사무소 건물을 포함한 대형건물의 에너지 소비가 폭발적으로 늘어나고 있음을 알 수 있다. 두드러진 특징은 석유비중이 13.7% 증가한 반면, 가스는 무려 50.5%가 증가되어, 석유에서 가스로의 대체가 급격히 이루어졌으며 전력은 11.7%가 증가되었다.

Table 5는 용도별 평균 에너지 소비량을 나타낸 것으로, 1995년 용도별 업체당 평균소비는 1,466 TOE로 1992년의 1,014 TOE 대비 432 TOE사 증가되었다. 이는 1992년에는 아파트가 1,439 TOE로 가장 높았으나, 1995년에는 대형건물의 증가로 병원이 2,014 TOE로 가장 높고 호텔, 아파트, 교육용건물 순으로 평균치를 상회한 반면, 업무용 및 상업용 건물은 평균 소비량보다 매우 낮았다.

Table 5 Average energy consumption according to service

단위 : TOE

년도	구 분	업무용	상업용	교육용	호텔	병원	전화국	아파트	평균
1995	업체당 소비량	666	687	1,512	1,943	2,014	380	1,762	1,446
	지 수	46	48	105	134	139	26	122	100
1992	업체당 소비량	530	479	966	1,355	1,347	369	1,439	1,014
	지 수	52	47	95	134	132	36	142	100
1989	업체당 소비량	530	433	791	1,499	1,007	-	1,544	1,095
	지 수	48	40	72	137	92	-	141	100

[자료 : 에너지총조사 보고서, 1996]

Table 6 Energy consumption per architectural area

연도	구 분	업무용	상업용	교육용	호텔	병원	전화국	아파트
'95.	총에너지 (Mcal/m <sup>2</sup> )	191	262	136	517	449	328	188
	전 력 (kWh/m <sup>2</sup> )	135	220	67	193	135	352	35
'92.	총에너지 (Mcal/m <sup>2</sup> )	160	198	98	514	391	324	169
	전 력 (kWh/m <sup>2</sup> )	110	164	51	176	108	321	28
'89.	총에너지 (Mcal/m <sup>2</sup> )	175	203	72	431	358	-	182
	전 력 (kWh/m <sup>2</sup> )	113	154	34	151	97	-	23

[자료 : 에너지총조사 보고서, 1996]

Table 6은 용도별 연면적당 에너지 소비량을 나타낸 것으로, 1995년에는 호텔업종이 517 Mcal/m<sup>2</sup>로 가장 높고 교육용 건물이 136 Mcal/m<sup>2</sup>로 가장 낮았다. 1992년도 에너지 소비량과 비교해 보면, 모든 건물의 원단위가 큰 폭으로 증가하였는데 특히 교육용은 38 Mcal/m<sup>2</sup> · y(38.7%), 상업용은 64 Mcal/m<sup>2</sup> · y(32.3%)가 증가하고

에너지를 많이 소비하는 숙박시설, 병원 및 전화국은 소폭의 증가율을 나타내었는데, 이는 건물의 에너지절약 노력이 컸다고 볼 수 있다.

연면적당 전력소비량은 전화국 건물이 352 kWh/m<sup>2</sup>로 가장 높고 공동주택이 35 kWh/m<sup>2</sup>로 가장 낮았다. 모든 건물에서의 전력 소비량은 증가되었고, 특히 상업용 및 교육용 건물의 증가율이 컸으며 에너지 다소비형 건물인 숙박시설 및 전화국 건물은 증가폭이 낮은 것을 알 수 있다.

이와 같이, 여러 분야의 에너지 소비형태를 종합·분석하여 보면 국내의 에너지 원단위를 1992년 자료기준으로 에너지 절약목표를 10% 향상시킨다면 약 144TOE가 절감되므로, 기존의 공동주택 역시 에너지 소비량을 단계별로 설정한다면 이에 따른 에너지 절감효과는 대단할 것으로 예상된다.

## 2. 국내·외 에너지절약 기준<sup>2)</sup>

### 가. 국내의 에너지절약 기준

건축물의 에너지 소비에 관련된 법규는 건축법, 에너지이용합리화법 등이 있으며, 대부분의 주요 법규는 건축법에 규정되어 있다. 1975년 건축법 개정에서 「건축물에 있어서의 에너지 절약」 및 시행령 제16조에 「건축물에 있어서의 열손실 방지」 조항이 신설되어 열손실 방지를 위한 건물부위별 열성능 기준은 열관류율 또는 단열재의 두께에 의하여 지역별로 상한치가 마련되었으며, 그후 주거용 건축물의 부위에 따른 열관류율 「K」 값이 제정되고 전국을 기후대에 따라 구분하였다.

또한, 1995년에는 에너지 다소비형 건축물에 대하여는 에너지절약 계획서를 제출하도록 하였다. 1979년 이후 개정을 거듭하면서 단열기준이 계속 강화되고 단열부위를 세분화하면서 보다 합리적으로 발전되어 왔다. 그러나, 부위별 단열기준은 적용하기엔 편리하고 적합 여부를 확인하기에 용이하다는 장점이 있으나, 난방에너지의 큰 영향요소인 일사부하 등이 고려되지 않아 비거주용 및 사무소용 건물에는 적절하지 못하고 건물외피가 서로 다른 열관류율을 갖는 몇 개의 부위로 이루어질 경우, 개별적인 부위별 최소 열관류율에 대한 규정 때문에 설계에 융통성을 부여하기가 곤란한 단점이 있다.

1996년 이후 건축법 제59조 「건축물의 열손실방지」에 의거 열손실방지 등의 에너지이용 합리화를 위한 조치를 취하도록 하였으나, “제주도의 경우에는 건축하

2) 한국에너지기술연구소, 「건물의에너지원단위 기준(안)연구에 관한 보고서(1차년도)」, 통산산업부, 1997., p.10~p.19

는 건축물로서 냉방설비를 설치하지 아니하는 연면적 1,000㎡미만의 건축물의 경우에는 그러하지 아니한다” 라고 예외의 규정을 하고 있다.

Table 7 Coefficient of heat transmission according to region and of building

단위 : Kcal/m' Hr °C

구 분	중 부	남 부	제주도
거실의 외벽, 최하층에 있는 거실의 바닥 (외기에 면하는 바닥을 포함한다)	0.5 이하	0.65 이하	1.0 이하
최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕	0.35 이하	0.45 이하	0.65 이하
공동주택의 측벽	0.4 이하	0.6 이하	0.7 이하
거실의 외기에 면하는 창(복층유리)	2.9 이하	3.1 이하	5.0 이하

Tabel 8 Region standard for thickness of heat insulating materials

부위별	단열재 종류별	지역별		
		중 부	남 부	
거실의 외벽·최하층에 있는 거실의 바닥(외기에 면하는 바닥을 포함한다)	암면(광석면),유리	50 이상	1.6 이상	
	면,난연성발포폴리	40 이상	1.25 이상	
	스틸렌폼,요소발포	제주도	30 이상	1.0 이상
	보온재,폴리우레탄	중 부	80 이상	2.5 이상
최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕	폼(단위:mm)	남 부	60 이상	1.9 이상
		제주도	40 이상	1.25 이상
		중 부	70 이상	2.2 이상
공동주택의 측벽		남 부	50 이상	1.6 이상
		제주도	40 이상	1.6 이상
		중 부	70 이상	2.2 이상

비고 : 1. 위표의 각 단열재로서 에너지이용합리화법 제2조 제6호의 규정에 해당하는 단열성 자재는 동법 제24조의 규정에 의한 형식승인을 얻은 것이어야 한다.

2. 단열재로서 거실의 바닥에 시공하는 것은 내열성(온수온돌로 난방을 하는 경우에 한한다), 내구성과 상부의 적재하중 및 고정하중에 충분히 버틸 수 있는 강도를 가진 것이어야 한다.

거실의 외벽, 최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕, 최하층에 있는 거실의 바닥과 공동주택의 측벽은 Table 7에 정하는 열관류율 이하의 구조로 하거나, 해당 부위별 단열재의 기준 두께가 Table 8에서 규정하는 이상으로 시공하도록 하고 있다.

Table 9는 적용대상 지역구분을, Table 10은 기계부문의 냉·난방장치의 용량계산을 위한 설계의 외기온도를 나타낸다.

Table 9 Region section

지역구분	해 당 시 도
중 부	서울특별시·경기도·인천직할시·충청북도·강원도
남 부	충청남도·전라북도·광주직할시·전라남도·경상북도·경상남도·대구직할시·부산직할시·울산직할시
제주도	제주도

Table 10 Design temperature of open air for calculating the capacity of cold and heating system

구 분	여름 (건구온도 ℃)	겨울 (건구온도 ℃)
서 울	31.1	-11.9
인 천	29.7	-11.2
수 원	30.3	-12.8
전 주	31.9	- 8.5
광 주	31.9	- 7.4
대 구	32.9	- 8.2
부 산	29.7	- 5.8
울 산	32.2	- 7.0
목 포	31.1	- 5.9
제 주	31.6	- 1.6

#### 나. 미국의 에너지 절약기준

미국은 에너지 위기이후 총에너지의 37%를 차지하고 있는 건물에너지 관리를 위하여, 에너지성(DOE : Department of Energy)을 중심으로 효율적인 에너지 관리를 하고 있다.

에너지 절약과 관련된 기준 및 법규는 최소성능기준(MPS : Minimum Property Standard), 건물에너지성능기준(BEPS : Building Energy Performance Standard) 및 ASHRAE Standard 등이 있다. 최소성능기준은 연방정부 소유의 건물이나 재정 지원을 받는 건물에 대하여 주택도시개발성(AHU)이 제정하여 적용한 것이며, 건물에너지성능기준은 미국전역을 기후대로 분류하여 에너지 소비기준을 규정하고, 신축 상업용·주거용 건물의 에너지 효율을 최대화하여 비고갈 에너지 자원의 사용을 장려하는 것이며, ASHRAE Standard는 공기조화·냉동학회의 기준으로 건물 재료와 시스템을 기준으로 시행하고 있는데, 이 중에서 가장 보편적으로 사용하고 있는 ASHRAE Standard는 용도에 따라 크게 주거용 건물의 기준과 주거용 이외

의 건물로 구분되어 왔다.

주거용 건물의 경우, ASHRAE Standard 90.2-1993(Energy Efficient Design of New Low-rise Residential Building)에서 규정된 System/Component Method 및 Building Energy Cost Budget Method에 의해 에너지 절약적인 설계를 유도하고 있다. 즉, 기존에 적용되던 총열취득계수(OTTV:Overall Thermal Transfer Value)는 창의적 설계에 대한 융통성이 부족하다고 판단하여 주관을 비롯한 건물방위, 외부차양, 차폐계수, 창면적비, 열용량, 내부발열 등 많은 요인을 고려한 ACP(Alternate Component Package)표 및 ENVSTD 프로그램을 개발하였다.

이러한 융통성 있는 설계 및 선택으로 에너지 절약효과는 약 10~20% 가능한 것으로 평가되며, ASHRAE 기준은 지속적으로 수정·보완 및 개정작업이 이루어지고 있다.

#### 다. 영국의 에너지 절약기준

1952년 모델건물에 대한 건축법 규칙이 도입된 이래, 건물의 단열기준은 수년동안 생활습관의 변화, 난방방식의 변화, 시공성 향상 및 단열강화에 따른 자연환기의 감소와 이와 관련된 결로현상과 에너지 절약의 필요성 등에 의하여 변화해 왔다.

건물구조를 통한 최소한의 열손실을 위해 최소 열저항값 및 최대 허용 열관류율을 규정하여 단열처리된 건물은 상당한 이점이 있으며, 합리적인 기준은 에너지 소비량을 보다 감소시킬 수 있을 뿐만 아니라 효율적인 제어가 가능하게 된다. 따라서, 1985년도 건축법규는 바닥면적이 30m<sup>2</sup>이상인 주택과 그 외 용도의 건물에 대하여 각각 적합한 항목을 설정하여 에너지 절약을 유도하도록 하여 1989년 건축법규 및 1990년 Approved Document L의 개정판에서 다루었으며, 모든 기능적 요구항목은 Approved Document의 지침항목에 의해 적용이 된다.

건축물에 대한 에너지 절약기준인 Building Regulation 1991(1995년 판)은 1994년 개정된 것으로 전반적으로 부위별 단열기준이 더욱 강화되었으며, 난방공간과 비난방공간 사이의 구조체에 대한 단열기준의 설정, 개구부 주위의 열교 및 침기현상을 감소시킬 수 있는 항목을 신설하고 이러한 공간에 대한 정의를 하였다. 또한, 에너지 비용을 근거로 정부승인의 기준평가방법(SAP:Standard Assessment Procedure)에 의해 정부가 권장하는 에너지 등급을 구분하는 항목을 신설하였으며, 이 등급은 건물의 단열성능, 난방시스템의 효율과 운전, 주택의 환기성능, 일사확득, 사용연료 등에 의하여 결정된다. 기준의 적용은 SAP 에너지 등급별로 구분한 후 열관류율과 개구부의 면적에 대한 허용치를 만족하도록 하였다.

1) 모든 용도의 건물에 적용되는 지침사항

- ① 열교환상을 고려할 수 있도록 열관류율 계산방법을 변경함으로써 구조체의 단열기준을 개선
- ② 유리창, 문, 천정 등에 대한 열관류율 기준이 이중창에 근거하여 작성
- ③ 창면적비 허용치 변화 및 보정항목 적용에 따른 기준면적의 초과허용가능
- ④ 개구부 주위의 열교환상을 감소시킬 수 있는 항목 신설
- ⑤ 개구부 및 구조체를 통한 침기현상을 감소시킬 수 있는 항목 신설
- ⑥ 온수관 및 배관작업의 열성능에 대한 기준 개선

2) 주택이외의 건물에 적용되는 지침사항

- ① 주택과 유사한 단계를 통하여 에너지 절약을 유도
- ② Element Method로 부재의 각 요소에 대한 열관류율값과 허용면적 제시
- ③ 태양열, 실내발생열 및 시스템 효율 등을 고려한 Energy Use Method

라. 독일의 에너지 절약기준

독일은 에너지 위기에 대처하여 에너지 절약에 관한 법과 에너지 절약을 위한 단열법령을 만들었으며, 건축에서의 에너지 소비가 어떠한 형태로 일어나는가를 단독주택과 공동주택(10층)을 예로 조사하여 건물의 열이 외부로 손실되는 것을 Table 11에서 보여주고 있다.

Table 11 Heat loss according to parts of building

단위 : %

부 위 별	단독주택 (단층)	공동주택 (10층)
지 붕	22	7
창(환기)	13	17
창(전도)	20	30
외 벽	25	40
지 하 실	20	6

1995년 1월부터 기존의 단열기준을 강화하여 기존의 단위면적당 난방부하율 140~180kW/m<sup>2</sup>로 정하고 있는데 새로 개정된 단열기준에서는 54~100kW/m<sup>2</sup>로 더욱 강화하였다. 개정된 단열기준에서는 단열 및 기밀성능과 일사에 대한 규제가 포함되었으며 건축가의 설계 자율성을 침해하지 않도록 총량적인 규제방식으로 전환되었다.

지금까지의 에너지 절약기준은 건물외피의 각 부위별 열관류율을 제한하는 방법이 있으나, 새로 규정된 기준은 건물의 에너지 손실과 획득을 법규에서 제시하고 창호를 통한 열손실 및 일사열획득을 고려하여 적절한 창호설계를 통해 에너지 절약을 유도하고 있다.

Table 12 Allowable standard of maximum heating load according to the outer cover area and volume of building

A / V (1/m)	연간 난방별 수요 최대 허용치	
	V Q'H에 관련한 수요 (1) kWh/(m <sup>2</sup> · a)	AN Q''H에 관련한 수요 (2) kWh/(m <sup>2</sup> · a)
≤ 0.2	17.3	54.0
0.3	19.0	59.4
0.4	20.7	64.8
0.5	22.5	70.2
0.6	24.2	75.6
0.7	25.9	81.1
0.8	27.7	86.5
0.9	29.4	91.9
1.0	31.1	97.3
≥ 1.05	32.0	100.0

비고 : 1. (1)  $Q'H = 13.82 + 17.32(A/V)$  kWh/(m<sup>2</sup> · a)

2. (2)  $Q''H = Q'H/0.32$  kWh/(m<sup>2</sup> · a)

3. 각 부호는 Table 13 참조

Table 13 Comparison of existed and developed standard on thermal insulation

기존의 단열규정 (1984) (외면적 계산)	개정된 단열규정 (1995) (에너지 총량계산기법)
1. 외피면적 A의 산정	1. 외피면적 A의 산정
2. 난방공간 V의 산정	2. 난방공간 V의 산정
3. A/V의 산정	3. A/V의 산정
4. 각 건축부재의 K값 산정	4. 각 건축부재의 K값 산정
5. 열손실계수(Km)의 산정	5. 에너지 총량 : 전도열부하(Qt), 환기부하(QI), 내부열획득(Qi), 태양열획득(Qs), 연간난방열부하(QH)
6. 허용 열손실계수의 산정	6. 연간 난방부하의 면적 및 체적 단위로 환산
	7. 단위면적 및 단위공간당 허용 연간 난방부하의 산정



기준에는 건물의 체적과 외피면적과 체적에 따른 연간 난방부하를 제시하여 총량적인 규제를 하고 있으며 Table 12는 새로 개정된 난방부하 상한값을, Table 13은 기존의 단열기준과 새로 개정된 기준의 적용 단계별 비교표를 나타낸 것이다.

마. 프랑스의 에너지 절약기준

1960년 발표된 주택법(HLM)이후, 1974년 법령 74-306호에서 전국을 3개 구역으로 구분하여 각종 건물에 대한 단위 용적당 열손실율(외기와 실내 온도차 1℃당 열손실율을 실의 용적으로 나눈 값) G값을 규정하고, 이후 1988년에는 건물의 용도에 따른 단열을 규제토록 개정하였으며, 용적계수를 난방방식, 난방시간, 기후 지역 등에 따라 제시하여 계산하도록 되어 있다. 3개의 기후지역은 국토의 약 2/3에 해당하는 추운지역, 중간지역(대서양연안) 및 온화지역(지중해연안)으로 구분하며 부위별로 열관류율값을 제시하고 있다.

Table 14 Coefficient of heat transmission of roof

단위 : W/m' · K

기후지역	건립기간				
	1914년 이전	1914~1974	1974~1982	1982~1988	1988년 이후
추운지역	1.5 <U <3.0 Um=2.4	0.7 <U <1.5 Um=1.2	0.5 <U <1.1 Um=0.7	0.4 <U <0.8 Um=0.6	0.4 <U <0.6 Um=0.5
중간지역	1.5 <U <3.0 Um=2.4	0.7 <U <1.7 Um=2.2	0.6 <U <1.2 Um=1.1	0.4 <U <0.8 Um=1.0	0.4 <U <0.6 Um=0.8
온화지역	1.7 <U <3.0 Um=2.5	1.0 <U <2.4 Um=1.7	0.8 <U <1.5 Um=1.0	0.6 <U <1.0 Um=0.8	0.5 <U <0.7 Um=0.6

비고 : 1. 평지붕과 경사지붕은 동일하다고 본다.

Table 15 Coefficient of heat transmission of wall

단위 : W/m' · K

기후지역	건립기간				
	1914년 이전	1914~1974	1974~1982	1982~1988	1988년 이후
추운지역	1.2 <U <2.4 Um=2.0	1.5 <U <2.8 Um=2.2	0.9 <U <1.3 Um=1.1	0.9 <U <1.1 Um=1.0	0.7 <U <0.9 Um=0.8
중간지역	1.3 <U <2.5 Um=2.0	1.5 <U <2.8 Um=2.2	0.9 <U <1.6 Um=1.2	0.9 <U <1.2 Um=1.1	0.7 <U <0.9 Um=0.8
온화지역	1.7 <U <3.0 Um=2.5	1.5 <U <3.0 Um=2.3	1.0 <U <1.7 Um=1.4	1.0 <U <1.3 Um=1.2	0.8 <U <1.0 Um=0.9

비고 : 1. 일반벽체와 정면의 벽체는 동일하다고 본다.

해당하는 추운지역, 중간지역(대서양연안) 및 온화지역(지중해연안)으로 구분하며 부위별로 열관류율값을 제시하고 있다.

건물외피의 부위별 열관류율값의 연대별 변화는 Table 14, Table 15, Table 16 및 Table 17에서 볼 수 있으며, 열관류율값은 일정범위와 평균값( $U_m$ )으로 구분하였다. 연도별 열관류율값을 1914년과 비교해 보면, 지붕은 4.8배, 벽체는 2.5배, 바닥은 2.7배 그리고 창은 1.6배를 나타내고 있어 단열기준이 날로 강화되고 있음을 알 수 있다.

Table 16 Coefficient of heat transmission of floor

단위 ;  $W/m^2 \cdot K$

기후지역	건 립 기 간				
	1914년 이전	1914~1974	1974~1982	1982~1988	1988년 이후
추운지역	0.8 <math>U < 2.0</math>	1.2 <math>U < 3.0</math>	0.95 <math>U < 1.0</math>	0.3 <math>U < 0.8</math>	0.2 <math>U < 0.8</math>
	$U_m=1.1$	$U_m=2.0$	$U_m=0.8$	$U_m=0.6$	$U_m=0.4$
중간지역	1.0 <math>U < 2.0</math>	1.2 <math>U < 3.0</math>	0.6 <math>U < 1.0</math>	0.4 <math>U < 0.8</math>	0.3 <math>U < 0.8</math>
	$U_m=1.2$	$U_m=2.0$	$U_m=0.8$	$U_m=0.6$	$U_m=0.4$
온화지역	1.2 <math>U < 2.3</math>	1.5 <math>U < 3.0</math>	0.8 <math>U < 1.2</math>	0.6 <math>U < 1.0</math>	0.4 <math>U < 1.0</math>
	$U_m=1.4$	$U_m=2.2$	$U_m=1.0$	$U_m=0.8$	$U_m=0.6$

비고 : 1. 지하실 바닥과 일반 지면스라브 바닥과는 동일하다고 본다.

Table 17 Coefficient of heat transmission of window

단위 :  $W/m^2 \cdot K$

기후지역	건 립 기 간				
	1914년 이전	1914~1974	1974~1982	1982~1988	1988년 이후
전지역	3.7 <math>U < 4.2</math>	3.7 <math>U < 4.8</math>	2.5 <math>U < 3.4</math>	2.4 <math>U < 2.6</math>	2.2 <math>U < 2.6</math>
	$U_m=3.9$	$U_m=4.1$	$U_m=2.9$	$U_m=2.6$	$U_m=2.4$

비고 : 1. 목재와 알루미늄 창틀은 동일하다고 본다.

#### 바. 일본의 에너지 절약기준

주택 등의 건축물에 관하여 법률에 규정된 내용은 건축주에게 건축물의 외벽, 창 등을 통한 열손실을 방지하기 위한 조치 및 공기조화설비를 갖는 건축물에는 에너지의 효율적인 이용을 위한 조치를 실시하도록 하는 일반적인 노력과 의무를 부과하는 한편, 정부는 이들의 적절한 실시를 도모하기 위하여 건축주의 판단기준 사항을 책정·공포하도록 하고 있다.

일본의 에너지 소비량은 1987년 이후 급격히 증가하였다. 특히 주택 및 사무소

건물에서의 에너지 소비는 다른 산업에 비해 현저하게 증가되었으며, 향후 거주수준의 향상에 따른 에너지 사용량이 더욱 늘어날 것으로 예상되어 1991년 건설성에서 건축물의 에너지 절약대책을 구체적으로 마련하여 단위세대당 에너지 소비량을 현 상태 수준으로 유지하되 점차적으로 감소시키며, 성능기준, 부위별 기준, 건축재료의 단열기준 등 건물부분 에너지 절약에 관련 규제기준과 에너지이용합리화법에 관한 법률에 제시하고 있다.

1992년 에너지 절약기준과 지침을 개정하여 지역구분을 5개지역에서 6개지역으로 확대하고 열손실계수의 기준치를 강화하였으며, 단열기준은 기존보다 평균 1.6배 이상으로 강화하였다. 그리고, 급속히 증가하는 냉방에너지의 소비를 억제하기 위하여 남부지방을 중심으로 일사취득계수 기준을 도입하였다. 특히, 기밀주택에 대한 기준을 정의하여 높은 에너지 절약이 요구되는 북부지방의 경우, 외피 단열성능의 향상만으로는 목표를 달성할 수 없어 열손실계수의 계산식에 주택의 종류에 따른 자연환기 회수를 표시하는 기밀성능의 향상을 필요로 하게 되었다.

주택에 적용되는 에너지 절약기준은 에너지 절약을 위한 설계, 시공상의 개별적인 방법에만 한정되지 않고 최종적인 열손실방지를 위한 지표로서 열손실계수를 규정하고, 열손실계수는 주택규모, 형태의 다양성과 설계의 자율성, 거주방식 등을 고려하여 지역과 주택형태에 따라 그 값을 제시하고 있으며, 열손실계수를 기준으로 하여 주택 전체의 보온성능을 확보하거나 각 외피요소별 열관류율을 근거로 설계하여 건물의 단열성능을 확보하도록 하고 있다.

환경분야에서는 정책적으로 건설성 주택국에서 주택, 건축물 등의 분야에서 에너지자원 절약과 친환경적인 환경대책을 실시하고 있으며, 환경을 고려한 주택단지의 건설일 경우 정부의 보조를 받을 수 있다.

건축연구소(BRI)에서는 자원, 에너지 절약형 국토건설기술의 개발연구에서 건축시가지에 사용할 에너지 소비의 산정평가법을 확립하기 위한 연구를 하고 있으며, 건물운용시 에너지 소비량을 실태 조사하여 시가지 계획시 시가지의 특성과 건축물의 효율성을 고려한 시가지 규모의 환경부하발생을 예측하는 모델을 개발하는 등의 에너지와 환경을 동시에 고려하는 종합적인 정책을 추진하고 있다.

#### 사. 캐나다의 에너지 절약기준

캐나다의 에너지 절약기준 CCEENH(The Canadian Code for Energy Efficiency in New Houses)는 CCBFC(Canadian Commission on Building and Fire Codes)에서 작성하여 National Research Council에서 발간하였는데, 기후, 연료종류 및 가격

과 건설가격이 고려된 효율적인 에너지 최소기준으로 주택건설의 기준으로 활용되고 있으며, 주택이외의 다른 용도의 건물은 CCEENB(The Canadian Code for Energy Efficiency in New Buildings)에서 제시하고 있다.

CCEENH는 신축건물의 건립, 기존주택을 수선하는데 있어 경제적인 선택을 할 수 있도록 활용되며, CCEENB는 기후, 연료종류 및 건설가격 등이 고려된 라이프 사이클 코스트를 기본으로 하며, CCEENH는 기준의 범위 및 정의, 일반사항, 건물의 열저항 및 기밀성능의 수준을 설정하는 건물외피부분, 조명부분, 난방 및 공조, 급탕, 전기설비 및 Building Energy Performance Compliance로 구성된다.

아. 각국의 에너지 절약기준 비교

각국의 에너지 절약기준을 외피기준, 건물의 부위별 기준, 성능기준 및 한국의

Table 18 Standard comparison with other countries about the outer area considering thermal performance of buildings

국 가	내 용
미 국	Envelope Trade-off procedure에 근거하여 창면적비 결정
캐나다	Simple Trade-off Complex, Trade-off법에 근거하여 건물의 외피 부분에 대한 설계 가능
영 국	Target-U Value법에 근거하여 창면적비 및 각 부위별 열관류율값 조정

Table 19 Standard comparison with other countries about parts of buildings

국 가	내 용
한 국	- 단열시공의 의무화(건축법) 건물외피의 각 부위별 열관류율의 수치를 기준치 이하의 구조로 하거나 해당 부위별 단열재의 두께가 기준치 이상인 구조로 할 것
미 국	- 단독주택, 공동주택, 공업화주택으로 구분하여 각 부위별 기준 제시 - 난방도일, 냉방건도시를 기준으로 지역구분
캐나다	- 지면에 접한 부위와 지면 위의 부분으로 구분하여 각 특성을 고려 외피부분에 대한 부위별 기준 제시
영 국	- SAP(Standard Assessment Procedure) 에너지 등급으로 구분하여 Element Method 제시
일 본	- 주택의 각 부위를 단열구조로 하는 경우 열관류율을 기준 또는 단열재 두께기준중 하나를 만족하는 구조로 할 것 - 철근콘크리트조, 기밀주택, 조적조 등으로 구분하여 각 부위별 기준값 제시
독 일	- DIN4108에서 각 부위별 기준 제시 - 소규모 주택 및 증축시 계산의 편리성을 고려하여 각 외피요소에 대한 열관류율값 제시

단열기준을 Table 18, Table 19, Table 20 및 Table 21에서 나타내고 있다.

Table 20 Performance Standard of other countries

국 가	내 용
한 국	50세대 이상으로서 중앙집중식 난방방식인 공동주택의 경우 건축허가 신청시 에너지 절약 계획서 제출
미 국	Annual Energy Cost Method에 근거하여 융통성 있는 설계 가능
캐나다	Building Energy Performance에 근거하여 융통성 있는 설계 가능
영 국	Energy Rating Method(건물규모에 따른 적정 SAP에너지등급 설정)
일 본	- 외벽, 창 등에 열손실 방지를 위한 조치(주택의 형태 및 지역구분에 따른 열손실계수 제시) - 연간 난방부하를 외피면적과 용적비에 따라 구분하여 제시

Table 21 Regional comparison of coefficient of heat transmission in Korea

단위 : W/m<sup>2</sup> K

부 위	중부지역	남부지역	제주도
- 거실의 반자 또는 지붕	0.41	0.52	0.76
- 거실의 외벽	0.58	0.76	1.16
- 바닥 (외기에 접하는 경우)	0.58	0.76	1.16
- 개구부	3.37	3.61	5.82

### 3. 건물의 원단위 개념 및 성능기준<sup>3)</sup>

#### 가. 에너지 원단위

건물의 에너지 원단위는 건물의 용도에 따른 바닥단위 면적당 에너지 소비량을 나타내며, 건물의 전기, 가스 및 유류의 소비량을 사용용도에 따라 분리한다. 주로, 도시와 지역수준의 에너지는 냉열, 온열, 전력 및 물 사용량을 산정하는데 목적이 있으며, 건물의 에너지 원단위는 사용목적에 따라 조금씩 다르게 표현하기도 한다.

#### 1) 설계에너지 요구량(DER : Design Energy Requirement)

건물 연면적에 대해 2차 에너지로 계산된 연간 에너지 소모량으로, 표준평가기법이나 승인된 대체평가법을 이용하여 계산한다.

#### 2) 설계에너지 소비량(DEC : Design Energy Consumption)

건물설계의 연면적에 대해 1차 에너지로 계산된 연간 에너지 소비량으로, 설계에너지 요구량(DER)에 에너지 종류별로 적합한 가중치를 곱하여 계산한 값.

3) 한국에너지기술연구소, 『건물의 에너지원단위 기준(안)연구에 관한 중간보고서(1차년도)』, 통산산업부, 1997., p.20~p.23

### 3) 설계에너지 예산(Design Energy Budget)

설계에 적용된 방법, 재료 및 과정에 대한 시방서가 없이 신축건물 설계에 대한 최대 허용에너지를 말한다.

### 4) 최대 허용에너지량(EBL : Energy Budget Level)

건물외피의 열성능, 냉난방설비, 급탕 및 조명 등을 포함하는 총 소비에너지의 단위면적당 상한치를 설정한 값이다.

### 5) 설계에너지 규제치

평가기법을 이용하여 설계에너지 소비량을 시뮬레이션 하고자 하는 특정 신축 건물의 규제치로, 이 값은 최대 허용에너지량으로부터 구한다.

### 6) 에너지 성능지표(Energy Performance Index)

작성된 에너지 지표를 이용하여 일정점수 이상의 EPI를 에너지 절약설계의 기준으로 인정하는 방법이다.

### 7) 냉난방부하 상한치

공동주택에 적용하고 있는 연간 냉난방소비에너지의 단위면적당 상한치이다.

## 나. 원단위 평가

원단위 평가는 건물의 에너지절약, 공조설비의 에너지절약, 열원기기의 운전 관리상 에너지절약 등을 포함한 수치로 나타내며, 실적과 비교하는 것이다. 이는 건축의 단위기간, 단위규모당의 소비에너지라는 절대치를 기준으로 하는 것이다.

특별한 이론없이 에너지절약화를 달성할 수 있다는 장점이 있으나, 시스템의 효율과 전혀 관계없이 시스템효율 자체의 평가가 불가능하고 공조시간 단축으로 원단위량을 작게 할 수 있으며, 실내환경이 무시되는 단점이 있다.

## 다. 열량환산

에너지의 실제계산에서는 사용된 에너지를 열량으로 표시하며 단위는 Kcal를 쓰는데, 1 Kcal는 14.5℃에서 1 Kg의 물을 1℃ 높이는데 필요한 열량을 말한다. Kcal는 공통의 단위로써 모든 에너지의 소비량을 나타내는 것으로, Table 22와 Table 23은 에너지 환산에 필요한 계수를 나타내는 것이다. 이처럼 Kcal로 환산하는 것은 건물의 열적성능을 비교하는데 필요하기 때문이다.

공조시스템이나 각종 시스템은 실내의 방열기로부터 열원방식, 발전소 등의 도시 에너지 공급의 레벨까지 관련된 연쇄적인 구성을 하게 되므로 각 레벨마다 독립된 존재가 될 수 없으며, 대상범위의 변화에 따라 평가가 좋은 시스템도 다른 범위에서는 나쁠 수도 있게 된다.

Table 22 Transformed standard of oil

구 분		환 산 기 준		석 유 환 산	
		단 위	발열량	단 위	발열량
석 유	원 유	Kcal/Kg	10,000	Kcal/Kg	1.00
	휘발유	Kcal/ℓ	8,300	Kg/ℓ	0.83
	납 사	Kcal/ℓ	8,000	Kg/ℓ	0.80
	등 유	Kcal/ℓ	8,700	Kg/ℓ	0.87
	경 유	Kcal/ℓ	9,200	Kg/ℓ	0.92
	방카A유	Kcal/ℓ	9,400	Kg/ℓ	0.94
	방카B유	Kcal/ℓ	9,700	Kg/ℓ	0.97
	방카C유	Kcal/ℓ	9,900	Kg/ℓ	0.99
	제트A-1	Kcal/ℓ	8,700	Kg/ℓ	0.87
	JP - 4	Kcal/ℓ	8,500	Kg/ℓ	0.87
가스류	프로판가스	Kcal/Kg	12,000	Kg/Kg	1.20
	부탄가스	Kcal/Kg	11,800	Kg/Kg	1.18
	도시가스	Kcal/Nm <sup>3</sup>	7,000	Kg/Nm <sup>3</sup>	0.70
	도시가스	Kcal/Nm <sup>3</sup>	11,000	Kg/Nm <sup>3</sup>	1.10
	도시가스	Kcal/Nm <sup>3</sup>	15,000	Kg/Nm <sup>3</sup>	1.50
	천연가스	Kcal/Nm <sup>3</sup>	10,500	Kg/Nm <sup>3</sup>	1.05
	천연가스	(Kcal/Kg)	(13,000)	(Kg/Kg)	(1.30)
석탄류	무연탄	Kcal/Kg	4,500	Kg/Kg	0.45
	유연탄	Kcal/Kg	6,600	Kg/Kg	0.66
	코크스	Kcal/Kg	6,500	Kg/Kg	0.65
기 타	전 기	Kcal/kWh	2,500	Kg/kWh	0.25
	신 탄	Kcal/Kg	4,500	Kg/Kg	0.45

- 비고 : 1. 상공자원부 고시 제90-3호(1990. 3. 5.)  
 2. 석유환산기준은 원유(1Kg=10,000Kcal로 환산)를 기준으로 한 것임  
 3. 최종 에너지 사용기준으로 전력량을 환산하는 경우 1kWh=860Kcal

Table 23 Transformed coefficient of energy calory

Kcal 환산 (합계 = 연간에너지소비량x환산계수)		
연간 에너지소비량	환산계수	합 계 (Kcal/year)
전 력(kWh)	× 0.00086	= ( ) × 1,000,000 (Kcal/yr)
B - C 유	× 0.0099	= ( ) × 1,000,000 (Kcal/yr)
경 유	× 0.0092	= ( ) × 1,000,000 (Kcal/yr)
L N G	× 0.0095	= ( ) × 1,000,000 (Kcal/yr)
무 연 탄	× 0.0046	= ( ) × 1,000,000 (Kcal/yr)

- 비고 : 1. 1kWh=860Kcal, 1HP=645Kcal/h, 1냉동톤=3,024Kcal/h

1차 에너지 환산은 2차 에너지 환산율에 그 에너지원이 공급되기까지 소비된 에너지량을 추가해서 국가차원에서 에너지 소비량을 기준으로 한 것이며, 2차 에너지 환산은 건물 내에서 에너지 소비량을 기준으로 1차 에너지로 환산하기 전에 건물 경계부에서의 각종 에너지 원단위량을 발생열량으로 나타낸다.

라. 에너지 성능기준

공동주택의 에너지 성능기준은 건물의 단위면적당 난방부하 상한치를 규정하여 설계치가 규정치 이내가 되도록 약식부하계산법을 이용하는데, 건물의 방향, 자연 채광, 구조체의 축열 등에 대한 고려가 미흡하고 기계설비 및 조명, 전기설비 등에 의한 에너지 소비량을 고려하지 않고 상한치를 크게 잡았기 때문에 기준으로서 문제점이 있다.

미국의 경우 건물의 에너지성능기준(BEPS : Building Energy Performance Standard)은 각 지역별로 22개의 건물유형에 대한 에너지소비상한치(EBL : Energy Budget Level)를 정하고 냉난방, 조명, 급탕과 건물의 유지관리에 필요한 모든 에너지를 1차 에너지의 원단위값으로 제시하고 있다.

에너지 원단위가 필요에 따라 대학, 연구소 및 공공기관에서 자체적으로 연구, 조사하여 작성되고 있으나, 일관성이 없고 기관별 에너지 원단위값과 실제 적용시의 에너지 원단위값이 차이가 있어 정부의 에너지절약정책 수행에 혼란을 야기시키고 있다.

Table 24 Standard of unit heating load of apartment buildings

단위 : Kcal/m<sup>2</sup> · hr

구 분	난방면적 (m <sup>2</sup> )	난방 부하				비 고
		A	B	C	D	
공동주택	60 초과	55.0	53.0	49.0	45.0	* 난방부하계산 예 (A지역 60m <sup>2</sup> 초과시) 55×8,760×0.27 = 130.1 Mcal/m <sup>2</sup> · yr
	45~60이하	57.7	55.6	51.4	47.2	
	33~45이하	58.8	56.7	52.4	48.1	
연립주택	33 이하	60.5	58.3	53.9	49.5	
	60 초과	60.5	58.3	58.3	49.5	
	60 이하	60.5	64.1	59.2	54.4	

비고 : 1. 한국지역난방공사 자료

2. A지역 : 대전, 춘천지역

B지역 : 수원, 청주지역

C지역 : 서울 및 수도권, 인천, 전주, 광주, 대구, 강릉지역

D지역 : 부산, 양산, 김해, 울산, 여수, 목포지역



또한, 국가에서 이미 고시된 공동주택의 에너지 원단위값은 생활양식 및 건축공법의 발달로 현실성이 없으며 적용하기도 불합리한 점이 있다. Table 24 및 Table 25에서 보는 바와 같이, 한국지역난방공사와 한국에너지관리공단에서 기준을 두는 단위난방부하기준 및 단열부하표로 열부하량이 서로 상이하며 지역별로도 다르게 구분이 되어 있음을 알 수 있다.

Table 25 Thermal insulating load

단위 : Kcal/m<sup>2</sup> · hr

건 물 명	단위열부하	단위난방부하	단위급탕부하	비 고
공동주택	70	54	16	* 난방부하계산 예 54 × 8,760 × 0.27 =127.72Mcal/m <sup>2</sup> · y
관리동	73	70	3	
유치원	91	89	2	
분산상가	121	116	5	* 급탕부하계산 예 16 × 8,760 × 0.27 =37.843Mcal/m <sup>2</sup> · y
학교(공공용)	91	89	2	
업무시설	100	97	3	
상업시설	121	116	5	

비고 : 1. 한국에너지관리공단 열사용시설 기준

2. 설계실내온도:20℃, 설계실외온도:-12℃, 열교환 기준



마. 외국의 원단위

1) 미 국

Table 26 Energy consumption in U.S.A.(1989.)

	사무실	백화점	호 텔	병 원	단 위
에너지 소비	294.6	372.6	397.9	411.6	Mcal/m <sup>2</sup> · yr
전 력	175.4	162.5	115.1	216.3	kWh/m <sup>2</sup> · yr
석 유	8.5	4.3	14.3	-	K ℓ /m <sup>2</sup> · yr
가 스	6.3	19.2	16.3	22.6	m <sup>3</sup> · yr/m <sup>2</sup> · yr

2) 프랑스

Table 27 Yearly energy consumption in France

단위 : W/m<sup>2</sup>

난방공급방식	1975년이전	1975~1982년	1992년이후
Full central heating plant	380	250	170
Independent central heating plant	360	210	140
Independent heating appliances	170	130	80

3) 영국

Table 28 Yearly energy consumption according to household  
and the kinds of fuels in England

연 도	난 방	급 탕	조명 및 기기	취 사	전 체에너지	가 구당에너지
70~74	517.2	227.1	58.7	62.2	865.2	55.3
75~79	555.1	234.3	80.6	67.5	937.5	53.56
80~84	592.6	243.7	100.4	70.4	1,007.1	51.6
85~89	711.4	275.5	120.4	64.1	1,117.54	53.48
90~92	773.1	303.5	138.5	60.8	1,275.9	52.6

4) 일본

Table 29 Energy consumption in Japan

단위 : Mcal/m' · yr

구 분	냉 방	난 방	급 탕
단독주택(공공)	1.1	31.4	25.2
단독주택(민간)	8.1	143.8	62.3
집합주택	-	1,679.9	3,650.0
고급맨션	46.2	97.8	85.6
교외맨션	9.8	20.8	52.2
도심형맨션	21.6	66.9	86.0

### Ⅲ. 에너지 소비실태 현장조사 및 분석

#### 1. 실태조사의 개요 및 현황

##### 가. 조사대상 공동주택 현황

제주지역의 설문조사대상 공동주택은 Table 30에서 알 수 있는 바와 같이, 제주 시 지역은 19개 단지 119동 5,015세대, 서귀포시 지역은 8개 단지 63동 2,025세대를 선정하여 현장조사를 실시하였다.

그러나, 조사대상 공동주택중 신빙성이 결여된 자료 및 응답한 설문항목의 일부가 누락된 공동주택 자료를 제외하여 중앙난방방식의 6개 단지 1,656 세대와 개별난방방식의 8개 단지 1,750세대의 공동주택을 최종 설문대상으로 선별하여 실태조사 자료로서 활용하였다.

Table 30 Summary of examined apartment buildings in Cheju

지역 구분	단 지 수		동 수		세 대 수	
	개별난방	중앙난방	개별난방	중앙난방	개별난방	중앙난방
제주시 지역	13 (62%)	6	79 (56%)	40	3,449 (63%)	1,656
서귀포 시지역	8 (38%)	-	63 (44%)	-	2,025 (37%)	-
도 전체	78%	22%	78%	22%	77%	23%

비고 : 1. 도 전체란 제주시 지역과 서귀포시 지역 전체를 합산하여 산출한 개별난방대 중앙난방의 비율을 나타낸다.

##### 나. 난방형태별 분포

Table 30에서는 난방방식을 중앙난방 및 개별난방으로 구분하여 단지수별, 동수별, 세대수별 구성비를 나타낸 것이다. 제주지역은 중앙난방보다 개별난방이 차지하는 비율이 월등히 높게 나타나고 있다. 이러한 현상은 제주의 대부분 지역이 고도제한의 영향을 받고 있으므로 고층아파트 및 중앙난방에 의한 대단위 아파트 단지조성에 제약을 따르기 때문인 것으로 추측된다.

##### 다. 층수별 분포

조사대상 공동주택의 층수분포를 Fig.3에서 나타내고 있다. 고도제한 및 스

카이라인 규제에 의해 제주지역의 모든 아파트는 10층이하의 중저층이며, 그중 48%가 5층이하의 저층으로 되어 있다.

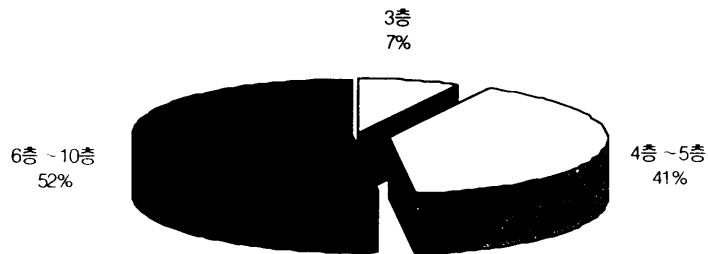


Fig.3 Distribution of examined building story in Cheju

라. 지역별 평형별 세대수 분포

제주시, 서귀포시에 소재하고 있는 아파트의 평형별 세대수 분포를 Fig.4, Fig.5, Fig.6, Fig.7 및 Fig.8에 나타내고 있다. Fig.9, Fig.10 및 Fig.11에서 보는 바와 같이, 제주시 지역은 20~29평형이, 서귀포지역은 19평형이하의 소규모 주택이 주류를 이루고 있다. 또한, 특정 평형대의 아파트가 한 지역에 편중되는 현상을 볼 수 있으며, 특히, 16평형, 23평형, 24평형, 32평형, 33평형 및 48평형 이상은 제주지역에서만, 11평형, 12평형, 30평형, 40평형, 43평형, 45평형 및 46평형은 서귀포지역에

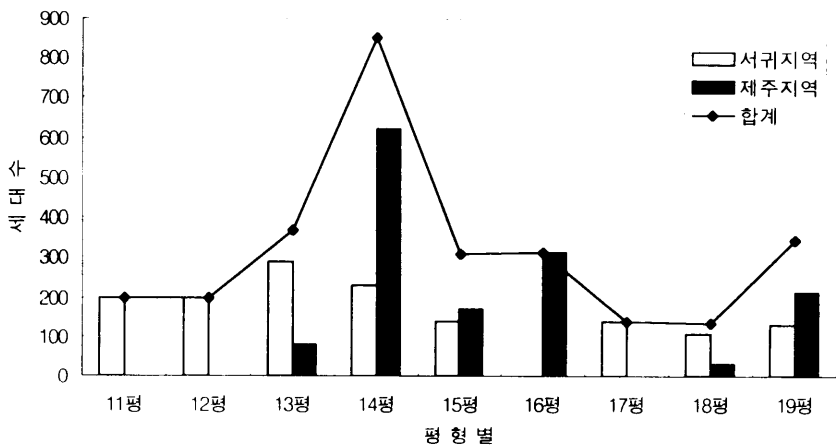


Fig.4 Distribution of the number of households according to region and residential area(above 10 pyung)

서만 찾아 볼 수 있었다.

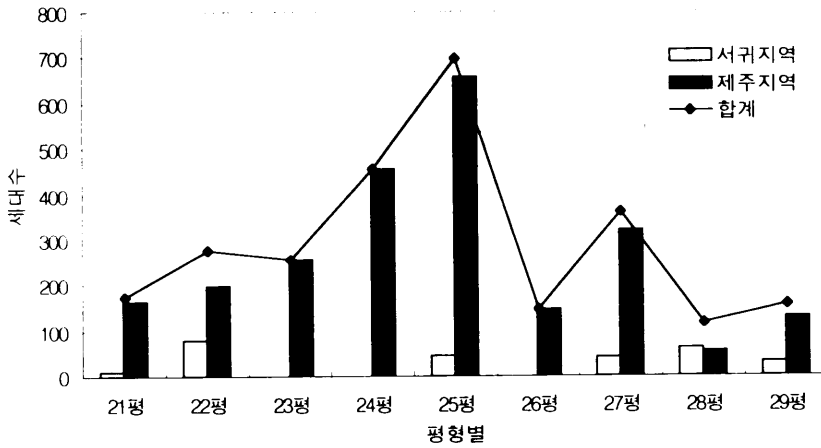


Fig.5 Distribution of the number of households according to region and residential area(above 20 pyung)

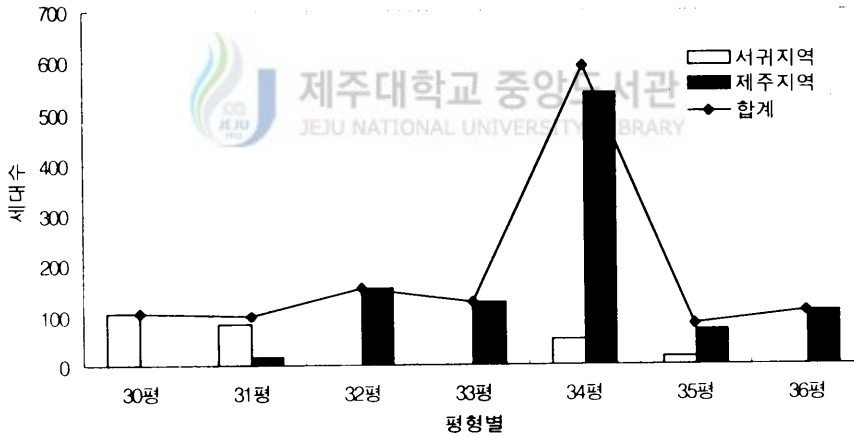


Fig.6 Distribution of the number of households according to region and residential area(above 30 pyung)

이러한 현상은 제주지역과 서귀지역의 도시규모의 차이 및 거주인원의 수, 거주인원의 경제수준 및 생활양식의 차이에서 기인된다고 볼 수 있다. 또한 공동주택을 건설하는 사업주체가 다르고 자체적으로 표준화된 평형 및 도면에 의하여 건설되는 것이 아니고 대지부지 및 형태와 건설 당시의 경제상황 및 소비자의 선호도에 따라 건설하므로써 조사대상의 아파트 평형이 무려 38개로 다양하게 나타나고 있으며, Fig.12에서 보는 바와 같이, 동일한 사업주체라 해도 각 평형별로 전용면적이 1개에서 6개의 종류로 다양하게 나타나고 있음을 알 수 있다.

또한 각 분양면적을 5평단위로 구분하여 제주지역과 타지역의 전용면적을 Table 31에서 상호 비교하였는데, 분양면적 15평의 경우 대구와 광주의 전용면적은 무려 26.4%의 차이를 보이고 있다. Fig.13에서 보는 바와 같이 각 분양면적별로 최대 및 최소의 전용면적을 비교해 보면, 제주지역의 전용면적은 15평에서 40평형까지는 대체로 중간정도이나, 45평이상의 평형에서는 제주지역의 전용면적이 가장 작게 나타나고 있다.

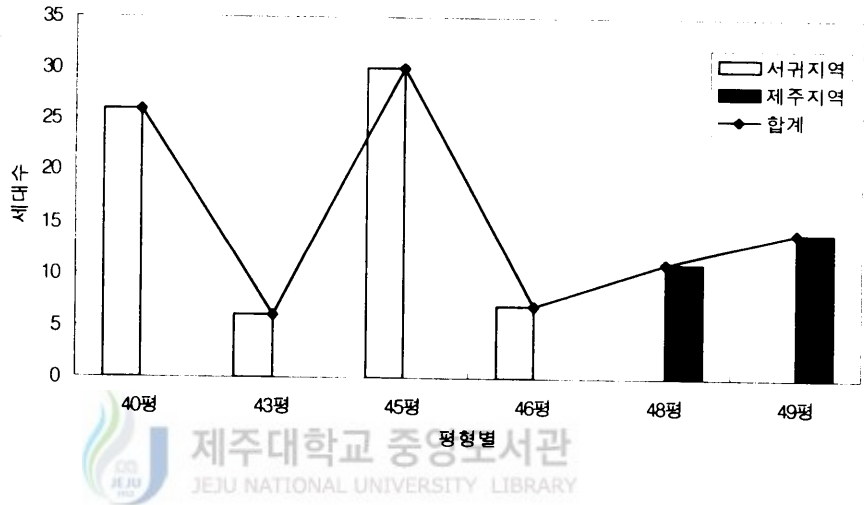


Fig.7 Distribution of the number of households according to region and residential(above 40 pyung)

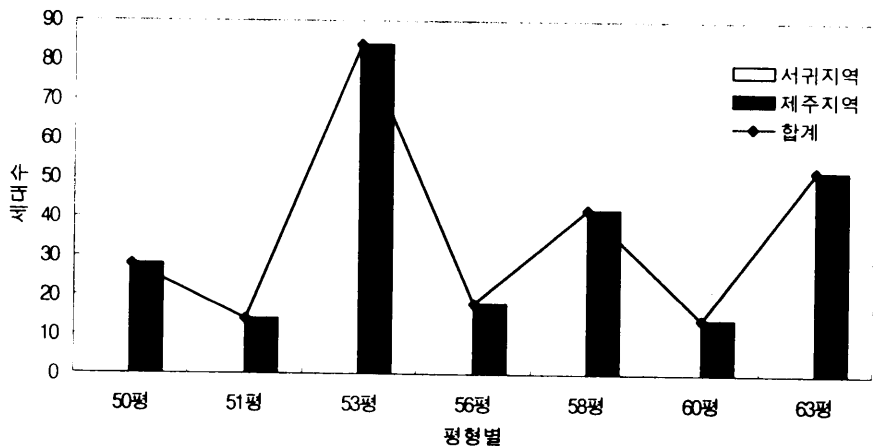


Fig.8 Distribution of the number of households according to region and residential area(above 50 pyung)

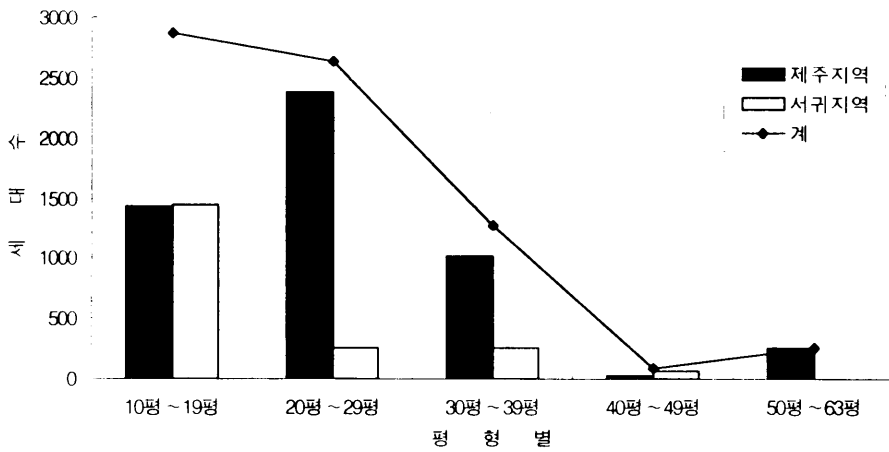


Fig.9 Global distribution of the number of households according to region and residential

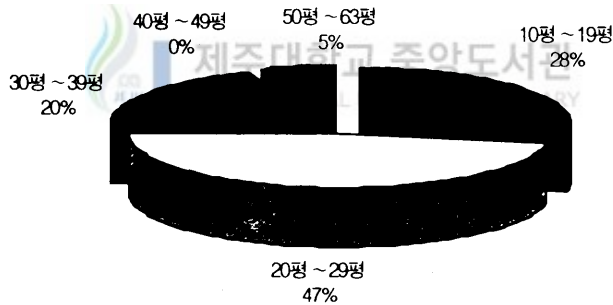


Fig.10 Distribution of the number of households according to residential area(Near Cheju)

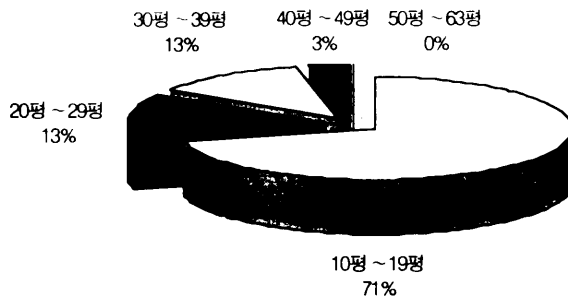


Fig.11 Distribution of the number of households according to residential area(Near Seogwipo)

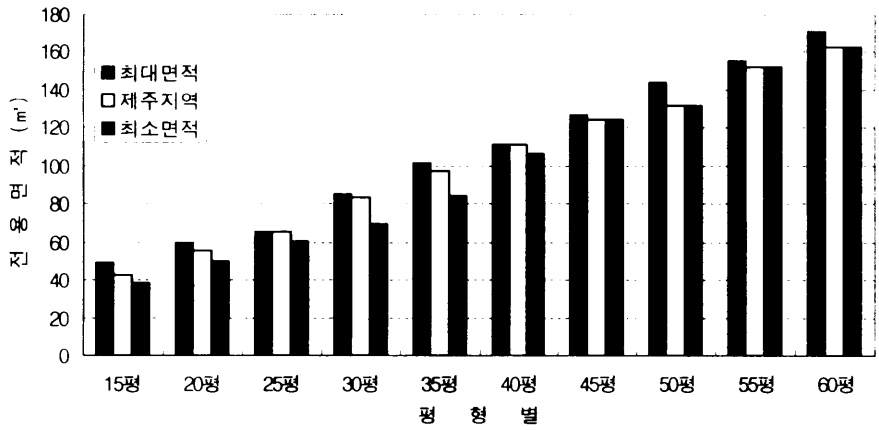


Fig.12 Comparison of exclusive use area of examined buildings

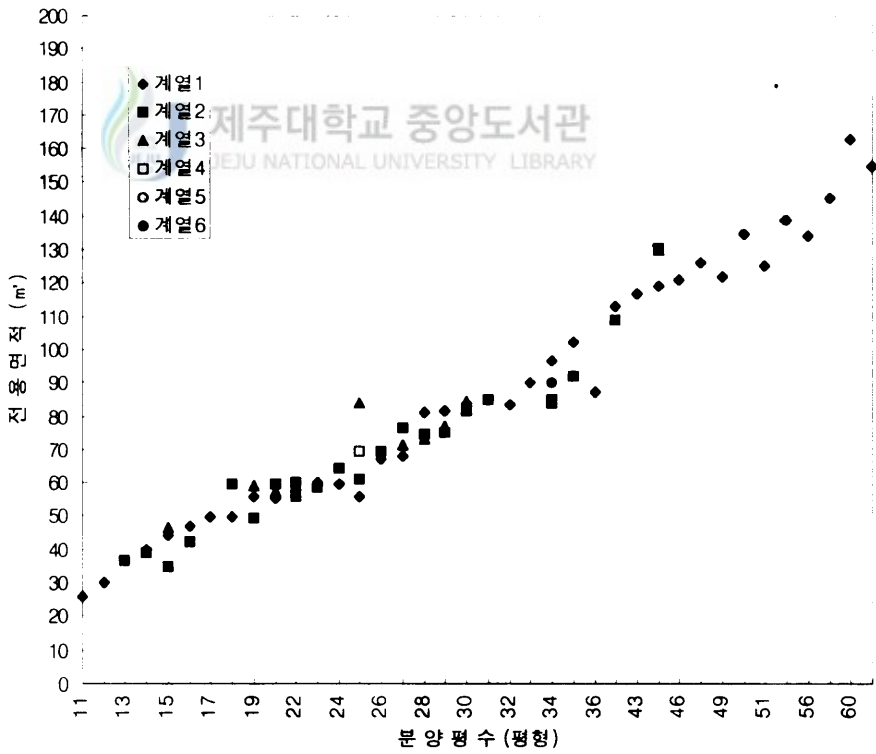


Fig.13 Distribution of exclusive use area of examined building according to residential area



Table 31 Comparison of exclusive use area according to architectural area

단위 : m<sup>2</sup>

평형	제주	부산	대구	광주	대전	비고
15	42.7	45.8	38.6	48.8	45.4	
20	55.8	50.1	54.6	50.3	59.6	
25	65.2	63.3	61.1	60.9	64.8	
30	83.2	73.9	69.8	84.9	84.7	
35	97.2	84.4	88.8	87.2	101.6	
40	110.9	106.5	108.7	108.3	111.4	
45	124.7	125.0	126.7	126.0	125.8	
50	131.6	135.5	143.6	138.7	141.1	
55	152.6	154.2	155.5	154.0	154.4	
60	163.0	171.4	167.4	163.7	170.4	

[자료제공 : 한국에너지기술연구소 에너지 원단위 기준(안) 보고서]

마. 층고높이 분포

조사대상 공동주택의 층고를 세대수를 기준으로 비교해 보면, Fig.14에서 보는 바와 같이 기준층은 2.6m가 82.6%, 최상층은 2.6m가 52.9%로 가장 많은 분포를 나타내고 있다.

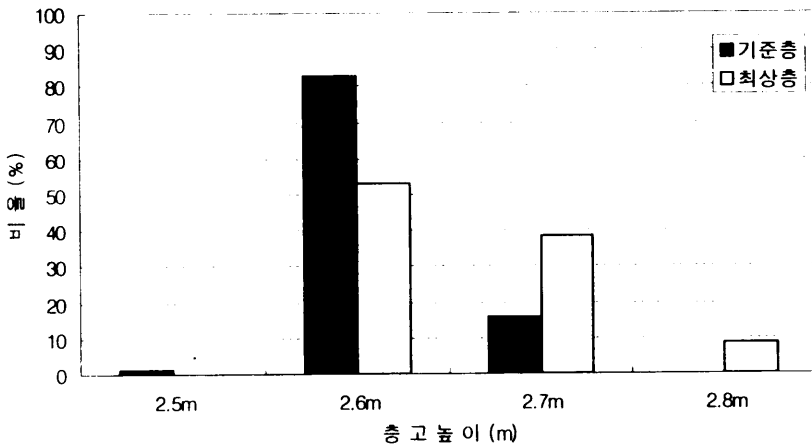


Fig.14 Distribution of average floor height of examined buildings

바. 창면적비 분포

조사대상의 공동주택 창면적비는 Fig.15에서 보는 바와 같이 전면 57%, 후면이 43.0%로 일반적으로 크게 나타났다. 이와 같이 창면적이 크다는 사실은 창을

통하여 태양열을 이용한 열취득이 많아 제주지역의 기후특성을 잘 나타나고 있다.

그러나, 기밀성이 취약할 경우나 벽체에 비해 단열효율이 우수하지 못한 창구조를 갖는 경우 열손실이 크게 발생할 수도 있는 사실을 감안하면 에너지 소비측면에서는 유리하다고 볼 수 없으며, 제주지역의 기후를 고려하여 창문의 기밀성을 제대로 보완한다면 오히려 동,하절기의 에너지 절약에 효과를 기대할 수 있다고 본다.

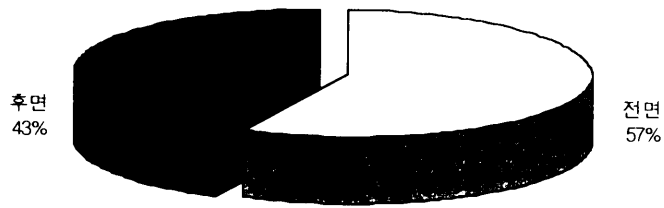


Fig.15 Distribution of open area occupied in examined buildings

#### 사. 건물외피의 단열

조사대상 공동주택 외피의 단열상태는 최상층 지붕의 단열재 설치위치 및 두께의 경우 Fig.16에서 보는 바와 같이 주로 내부에 50mm 두께의 단열재를 설치하고 있으며, 준공연도가 1970년대의 공동주택은 25mm 두께의 단열재를 설치하고 있다. 또한, 전,후면의 벽체의 단열재는 Fig.17에서 보는 바와 같이 주로 30mm 두께의 단열재를 사용하거나 70mm 공간쌓기(단열재 두께 50mm)를 하고 있다.

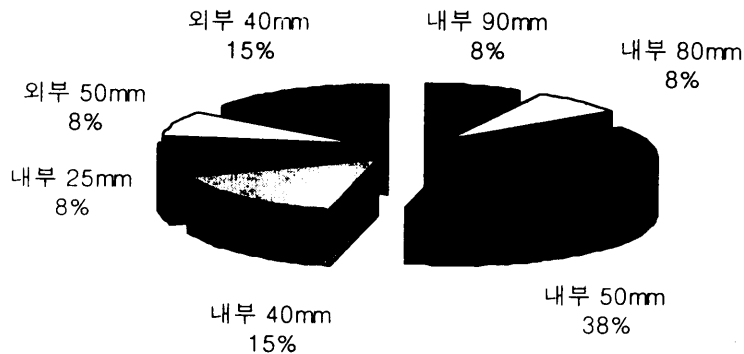


Fig.16 Thickness and location of heat insulating materials for roof in examined buildings

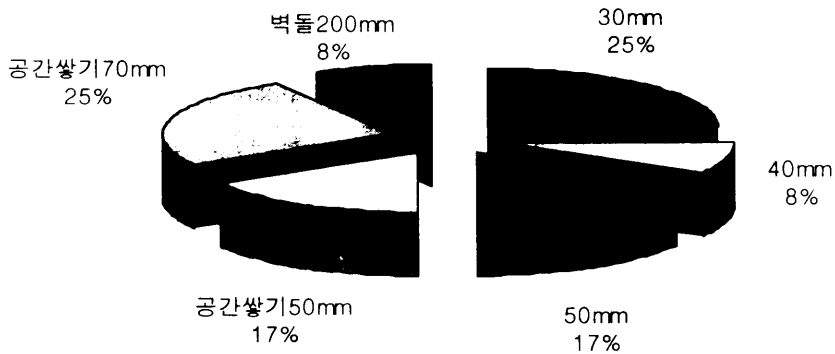


Fig.17 Thickness and location of heat insulating materials for wall in examined buildings

## 2. 설비부분의 개요와 현황

제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

### 가. 난방방식의 특성 비교

공동주택의 난방방식은 열원의 생산방식에 따라 개별난방방식, 중앙난방방식 및 지역난방방식으로 대별할 수 있으며, 난방운전방법을 온수공급의 시간적 연속성에 의해 분류하면 연속난방과 간헐난방으로 대별된다.

#### 1) 개별난방방식

각 세대별로 설치된 개별보일러에 의해 운전되는 방식으로 소규모의 빌라나 저층 연립주택 등에서 중앙난방의 관리가 어려워져서 개별난방방식을 채택하였으나, 최근에는 가정용 보일러의 고효율, 소형화 및 사용연료의 다양화에 따라 점차적으로 대규모의 공동주택에도 적용하기 시작했다. 특히, 중앙난방방식에 비하여 난방비 징수의 불합리화 해소, 관리비의 절감 및 운전비가 경제적인 이유로 채택하고 있으나, 개별난방방식을 보편적으로 적용하기 위해서는 상하, 좌우세대의 열적 독립성이 확보되어야 하며 현재의 단열기준을 보완할 필요가 있다.

#### 2) 중앙난방방식

공동주택 단지 내에 중앙 기계실을 두고 대형보일러에 의해 중온수를 생산하여 중간기계실의 열교환기를 통하여 중온수를 저온수로 변환하여 각 세대로 온수를 공급하여 난방을 하는 방식으로 간헐난방과 연속난방으로 구분할 수 있다.

연속난방일 경우 각 세대에 열량계가 부착되어 세대에서 필요한 열량을 실내 온도조절기에 의해 공급을 받는데, 난방비에 대한 비용절감 및 연속난방을 위한 기본 시스템 미비, 보일러 및 열교환기의 효율 및 저온 연속운전을 위한 적정 온수공급 온도의 설정 등에 대한 문제의 미해결 등으로, 거의 적용하지 못하여 간헐적으로 난방열원을 공급하므로 각 세대의 필요한 시기에 적절한 난방을 하지 못하거나 불필요한 시기에 공급되는 등의 문제로 인하여 오히려 개별난방방식이 대단지의 공동주택에 적용되는 모순이 발생하고 있다.

### 3) 지역난방방식

하나의 도시 또는 일정 지역 내에 있는 주택, 상가, 사무실, 학교, 병원, 공장 등 각종 건물이 개별적으로 난방방식을 갖추지 않고 1개소 또는 수개소의 열병합 발전소 등을 이용하여 지역 전체를 동시에 난방하는 방식이다.

대단위의 지역난방의 공급은 1986년 목동 신시가지의 아파트에 지역난방이 보급된 이래, 1987년 당인리 화력발전소를 이용하여 반포지역에 공급되면서 분당 등의 신도시로 급격히 확대되고 있다. 그러나, 공동주택에 설치된 실내온도조절기와 적산열량계의 오작동으로 문제가 제기되었으며, 기계식 유압원리에 의한 실내온도조절기의 실온제어 능력이 기대성능에 미치지 못하는 경우가 많아 실제적인 제어가 아닌 이용자의 수동적 발브제어에 의해 난방이 운영되는 경우가 많은 것으로 나타나고 있다.

## 나. 보일러의 종류

### 1) 개요

공동주택의 난방설비의 에너지 절약방안은 설계조건, 장치용량의 절감, 고효율기기의 사용, 폐열회수, 운전제어의 최적화 및 설계의 합리화로 크게 나눌 수 있다. 특히, 보일러를 선택할 때에는 에너지원에 따른 경비나 설비효율을 고려하여 선택하여야 하는데, 기기의 가격이나 설치비용이 저렴하더라도 유지비용이 많이 들거나 내구성이 약한 기기는 비경제적이므로 건물에 대한 기기의 적절한 용량을 선정하고 설비배관의 완벽한 단열을 하여야 한다.

난방에 사용하는 보일러는 구성하는 재료 및 형식 그리고 본체의 구조에 따라 Table32와 같이 분류할 수 있으며, 보일러 종류에 대한 개요는 다음과 같다.

#### ① 주철제 보일러

본체를 주철로 제작한 분활형으로 저압(1kg/cm<sup>2</sup>)에만 사용한다.

#### ② 원통 보일러

강판제 드럼 내에 노통이나 연관을 배치한 것으로, 본체가 용적이 큰 보일러 몸통을 주체로 하며 10kg/cm<sup>2</sup> 전후의 압력까지 사용할 수 있다.

③ 수관 보일러

지름이 작은 수관을 주로 전열면으로 하는 보일러이며, 고압 및 대용량에 적합한 형식으로 단위면적당 수부가 작은 보일러이다.

④ 관류 보일러

일련의 긴 관관에 의하여 구성되고, 일단에서 급수, 타단에서 증기 또는 온수가 나오는 보일러이다.

Table32 Kinds of boilers

재료구분	형식구분	구조형식	비고
주철제 보일러	주철제 보일러		
강판제 보일러	원통 보일러	노통 보일러	
		연관 보일러	
		노통연관 보일러	
		입형 보일러	
	수관 보일러		
관류 보일러			



2) 실태현황

제주지역의 조사대상 공동주택에서 중앙난방을 하는 6개단지 1,656세대에 대한 보일러의 종류, 용량 및 대수는 Fig.18과 Fig.19에서 보는 바와 같이 타지역처럼 대단위의 단지가 없어, 83.3%가 노통연관 보일러로 용량 역시 5톤미만이 66.6%를 차지하고 있다. 또한, 보일러의 대수도 1개 단지에 2대미만으로 소규모 단지를 형성하고 있다.

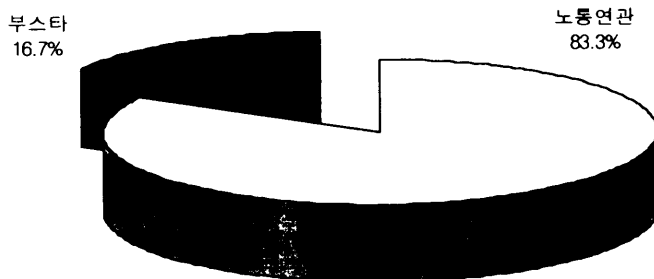


Fig.18 Boiler types in examined complex(Central heating system)

노통연관 보일러가 주종을 이루는 이유는 보일러의 용량이 작은데도 있지만, 지역적 특성으로 애프터 서비스를 받을 수 있는 다른 종류의 보일러를 취급하는 영업점이 없는 것도 하나의 요인으로 분석된다.

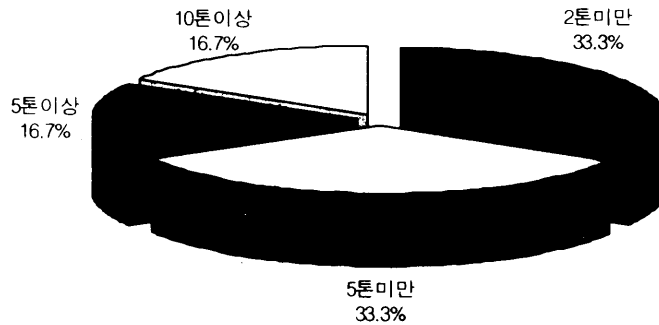


Fig.19 Boiler capacity in examined complex(Central heating system)

#### 다. 순환펌프의 종류

##### 1) 개요

펌프는 설치장소에 따라 지상펌프와 수중펌프로 구성되며, 지상펌프는 수평형, 수직형 및 인라인 펌프 등이 있다. 냉온수의 순환이나 냉각수용, 급수용 등에는 볼류트펌프가 일반적으로 사용되며, 급탕순환에는 인라인형이 주로 사용되고 있다. 보일러의 보급수용으로는 저압에는 진공급수펌프, 고압에는 다단원심식펌프가 이용되며, 배수용이나 우물에는 수중펌프 또는 수직형 펌프를, 경유 및 증유에는 기어 펌프가 주로 사용된다.

펌프를 선정할 때는 수량(토출량)과 양정에 의하여 펌프의 형식 및 구경 등을 결정하여 모타의 마력을 결정하는데, 통상 펌프의 용량을 모타 마력수로 호칭하는 경우도 있다.

공조설비에 많이 사용되는 원심펌프는 케이싱 내부에 회전차(Impeller)만 있는 볼류트펌프와 케이싱과 회전차 사이에 고정 안내깃(Guide vane)이 있는 터빈펌프가 있으며, 흡입구의 형상에 따라 편흡입(Single suction)과 양흡입(Double suction) 형이 있다.

##### 2) 실태현황

조사대상 단지에 설치된 순환펌프의 종류 및 설치대수는 Fig.20 및 Fig.21에서 보는 바와 같이 볼류트펌프가 67%로 가장 많고 웨스코펌프 등의 기타가 33%이며,

설치대수는 단지의 규모에 따라 다르지만 가장 많이 설치한 곳은 8대로 조사되었다.

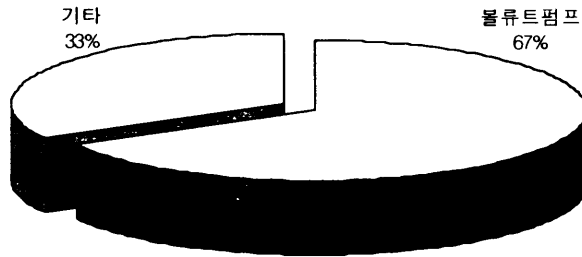


Fig.20 Types of circulation pump in examined complex  
(Central heating system)

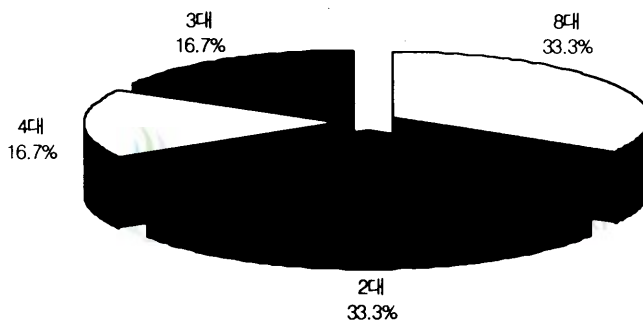


Fig.21 Number of circulation pumps in examined complex  
(Central heating system)

## 라. 열교환기의 종류

### 1) 개요

열교환기는 증기나 고온수에서 저온의 물에 열을 전달하여 온수를 만들거나 냉수와 보통의 물을 열교환하는 장치로, 증기 또는 고온수로 난방용 온수를 만드는 열교환기나 급탕용 온수를 만드는 온수가열기에는 일반적으로 쉘 튜브형을 많이 사용하고 있다. 또한, 증기 또는 고온수를 사용하는 열교환기 또는 온수가열기는 용량이나 사용압력에 따라 에너지이용합리화법에서 형식승인을 받아야 한다.

### 2) 실태현황

조사대상 단지의 열교환기는 Fig.22 및 Fig.23에서 보는 바와 같이 쉘 튜브형이 50%로 가장 많이 사용되고 있으며, 설치대수는 순환펌프와 마찬가지로 단지의 규모에 따라 차이가 있으나 4대가 가장 많은 것으로 조사되었다.

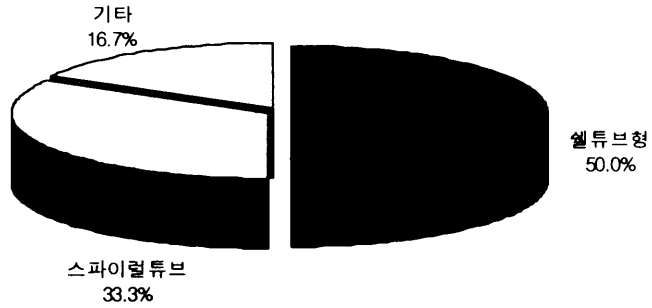


Fig.22 Types of heat exchanger in examined complex  
(Central heating system)

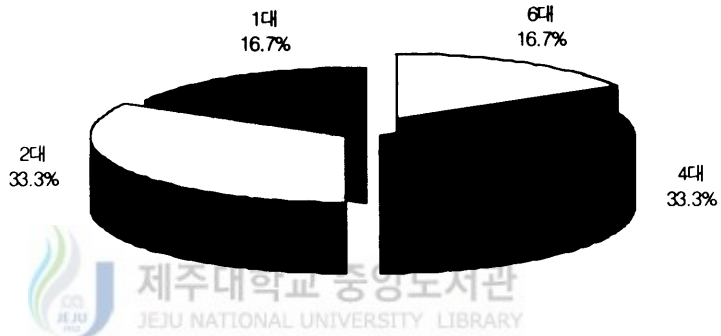


Fig.23 Number of heat exchanger in examined complex  
(Central heating system)

마. 난방용 온수의 공급 및 환수온도

조사대상 단지의 온수공급 및 환수 온도의 분포를 Fig.24 및 Fig.25에서 나타내고 있는데, 온수공급 온도는 65℃~70℃ 및 70℃이상이 각각 33.3%로 가장 높게

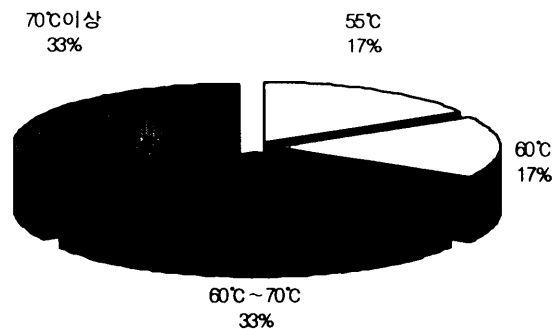


Fig.24 Temperature distribution of supplied hot water  
in examined complex(Central heating system)



나타나고 있으며, 온수환수 온도는 55℃~60℃가 83.3%로 나타났다.

타지역의 에너지 소비실태와 비교해 보면, 남부지역보다는 5℃, 중부지역보다는 10℃가 높게 운용되고 있는데, 이는 에너지 원단위에 영향을 미치는 주요한 요인이 되며, 온수공급 및 환수의 온도차( $\Delta t$ )는 10℃~15℃로 외기 온도에 따라 다소 차이가 있었다.

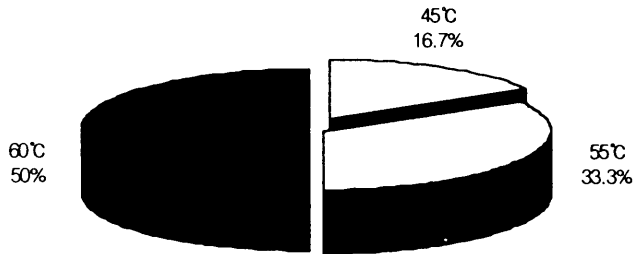


Fig.25 Temperature distribution of returned hot water in examined complex(Central heating system)



### 3. 요소별 에너지 사용량 분석

#### 가. 난방방식별 에너지 사용량

각 공동주택 단지의 난방방식별 에너지 사용량을 Table33과 Table34에서 나타내고 있다. Table33 및 Table34에 의하면, 중앙난방과 개별난방의 전용면적당 연간 평균 에너지 소비량인 원단위는 각각 197Mcal/m<sup>2</sup>와 100Mcal/m<sup>2</sup>로서, 중앙난방방식은 개별난방에 투입되는 에너지의 약 2배에 상당하는 에너지를 소비하고 있음을 알 수 있다.

이같은 결과는 전세대를 대상으로 일률적으로 난방열원을 공급하는 중앙난방방식에서는 사용장소 및 시간, 외기온도 변화에 따른 각 세대별 공급열량 조절이 어려우며, 재택인구밀도가 낮은 주간시대에도 일률적으로 난방이 공급되므로 효율적인 에너지 공급이 어려울 뿐 아니라 중앙열원장치에서 각 동, 각 세대로의 배관 열손실이 개별난방보다 크기 때문일 것으로 추정된다. 이에 대한 정확한 원인분석을 통하여 특히, 각 세대별로 열량계를 부착하고 공급열량을 제어할 수 있는 시스템을 갖추는 등, 중앙난방방식의 난방에너지 절약을 위한 적절한 대책이 수립되어야 할 것으로 생각된다.

Table33 Energy consumption of central heating system

단지명	총전용 면적 (m <sup>2</sup> )	준공년도	층	향	에너지 소비량 (Gcal)	원단위 (Mcal/m <sup>2</sup> )	세대수
C - 1	40,576	1978	5	남	9,890.74	243.76	630
C - 2	40,095	1993	7	남	7,614.71	189.92	448
C - 3	22,687	1991	7	남	4,739.81	208.93	252
C - 4	12,230	1990	7	남	2,082.15	170.24	84
C - 5	10,014	1984	10	남,동	1,789.08	178.66	119
C - 6	11,297	1992	7	남,동	2,126.38	188.23	123
합계	136,899	-	-	-	28,242.87	-	1,656
평균 원단위		196.62 Mcal/m <sup>2</sup>					

- 주) 1. 사용연료 : 벙커-B유  
 2. 에너지 소비량은 하절기 급탕용이 포함됨.

Table34 Energy consumption of individual heating system

단지명	총전용 면적 (m <sup>2</sup> )	준공년도	층	향	에너지 소비량 (Gcal)	원단위 (Mcal/m <sup>2</sup> )	세대수
I - 1	12,477	1992	7	남	873.99	70.05	140
I - 2	14,772	1992	7	남,동	1,532.86	103.77	168
I - 3	24,165	1995	5	남	3,136.44	129.79	360
I - 4	28,571	1993	6	남	3,116.12	109.06	468
I - 5	13,649	1994	6	남	1,273.14	93.28	228
I - 6	6,686	1993	6	남,동	707.22	105.77	101
I - 7	9,995	1994	3	남,서	1,067.34	106.79	143
I - 8	9,350	1995	3	남,서	774.98	82.88	142
합계	119,665	-	-	-	12,482.09	-	1,750
평균 원단위		100.17 Mcal/m <sup>2</sup>					

- 주) 1. 사용연료 : LPG  
 2. 에너지 소비량은 하절기 급탕 및 취사용이 포함됨

공동주택의 에너지 소비실태를 단지별로 중앙난방 및 개별난방으로 구분하여 에너지 원단위를 비교해 보면, Fig.26 및 Fig.27과 같은 결과를 얻을 수 있다.

Fig.26과 Fig.27의 그래프 상에 표시된 실선 부분은 각 난방방식별 연간 평균 에너지사용량을 나타내므로, 그 이상을 초과하는 에너지는 평균 에너지 소비량보다 많이 소비되고 있는, 즉 에너지 절감 예상량을 나타내고 있으며, 점선 하부는 에너지 절감량을 나타내는 것이다.

각 공동주택별 에너지 원단위를 바탕으로 열원기기의 효율, 배관 및 건물의 단열 상태, 운영의 효율성, 건물의 배치방향, 창 면적비 등에 대한 면밀한 검토와 원인분석이 병행될 필요가 있다. 또한 효율적인 에너지 사용량을 위한 사용자와의 공감대가 형성된다면 에너지 절약에 대한 보다 효과적인 지침이 마련될 수 있을 것이다.

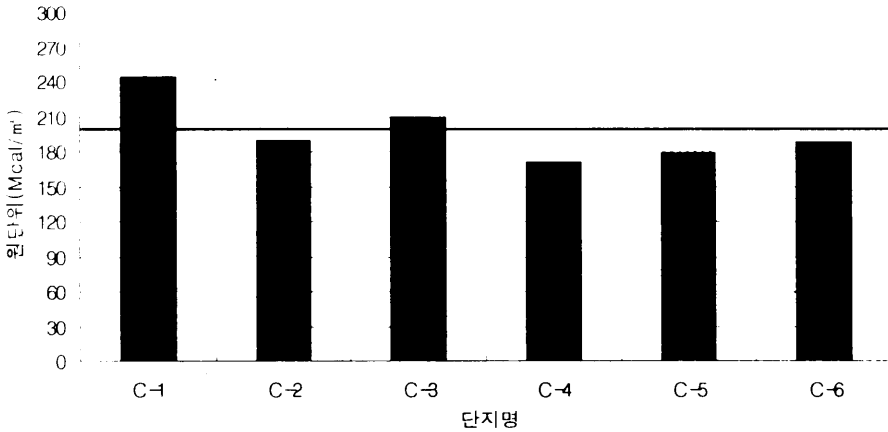


Fig.26 Actual state of energy consumption according to complex (Central heating system)

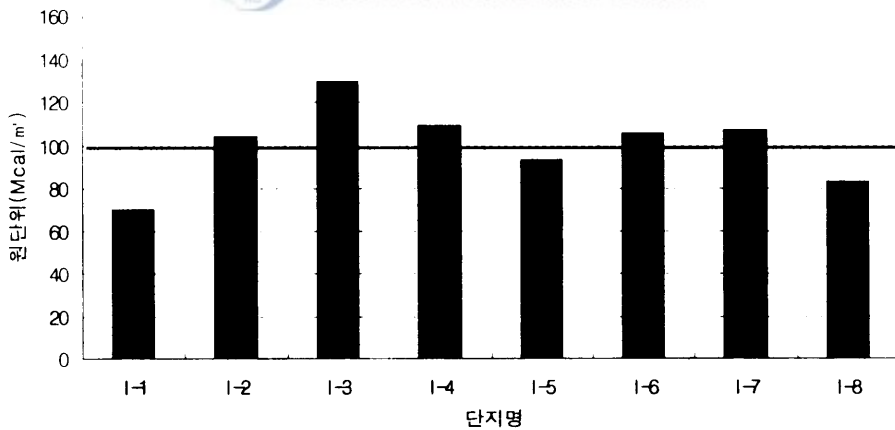


Fig.27 Actual state of energy consumption according to complex (Individual heating system)

중앙난방 및 개별난방의 에너지 원단위(평균 에너지 사용량)를 기준으로 그 이상을 초과하는 원단위에 전용면적을 곱하면 에너지 절감 예상량(평균치 초과 에너지 사용량)을 산출할 수 있다(Table 35 참조).

Table 35 Anticipated energy saving based on energy consumption-rate

구 분	중앙난방방식	개별난방방식
연 면 적	63,263 m <sup>2</sup>	84,189 m <sup>2</sup>
초과 에너지 사용량	2,192,029.61 Gcal	1,197,551.19 Gcal
초과사용 에너지 원단위	59.45 Mcal/m <sup>2</sup>	54.33 Mcal/m <sup>2</sup>

주) 초과사용 에너지 원단위는 각 단지의 초과사용 에너지 원단위를 합한 것.

Table 35에서 알 수 있는 바와 같이 평균 난방에너지 소비량을 초과하여 사용한 에너지량은 중앙난방이 2,192,029 Gcal, 개별난방이 1,197,551 Gcal로서 당해 공동주택에 대해 적절한 에너지절약 지침이 강구된다면, 이에 해당하는 에너지의 일부 혹은 전량을 절감할 수 있을 것으로 예상된다.

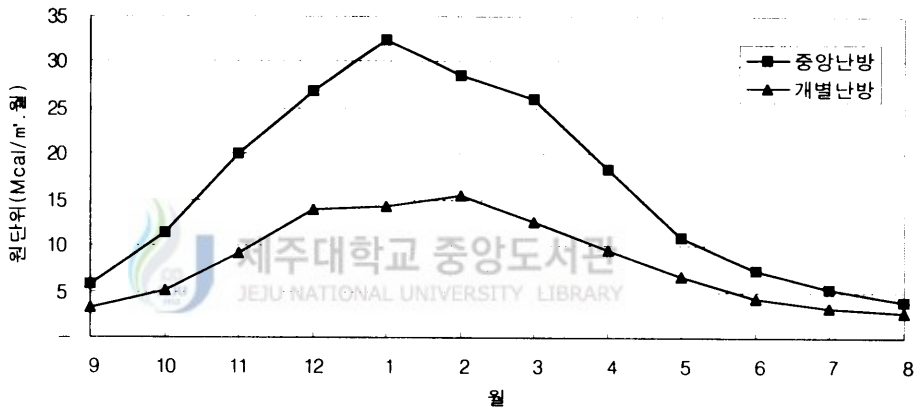


Fig.28 Comparison of energy consumption according to types of heating system

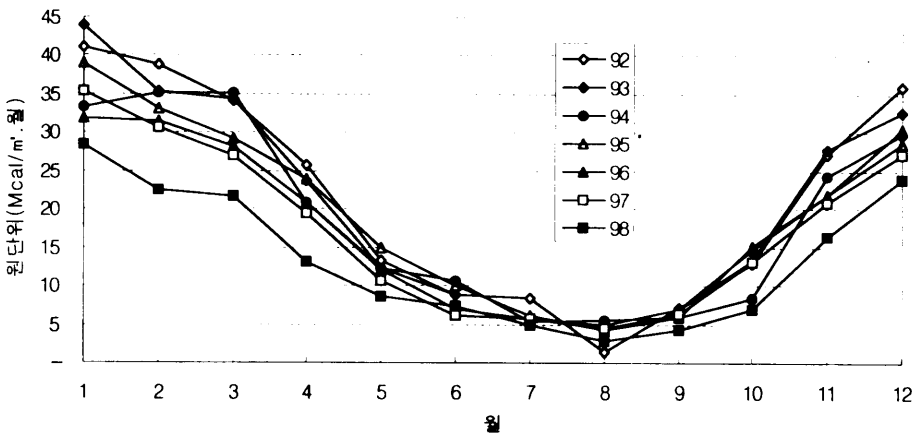


Fig.29 Yearly comparison of energy consumption(Central heating system)

Fig.28, Fig.29와 Fig.30은 에너지 사용량 분포를 연도별, 월별, 난방방식별로 정리한 것이다. Fig.28에서 보면 중앙난방과 개별난방방식의 월별 에너지 원단위는 전반적으로 중앙난방방식이 개별난방방식보다 2배정도 높게 나타나고 있으며, 전체 난방에너지의 88%정도가 10월에서 익년 5월중에 사용되고 있음을 알 수 있다.

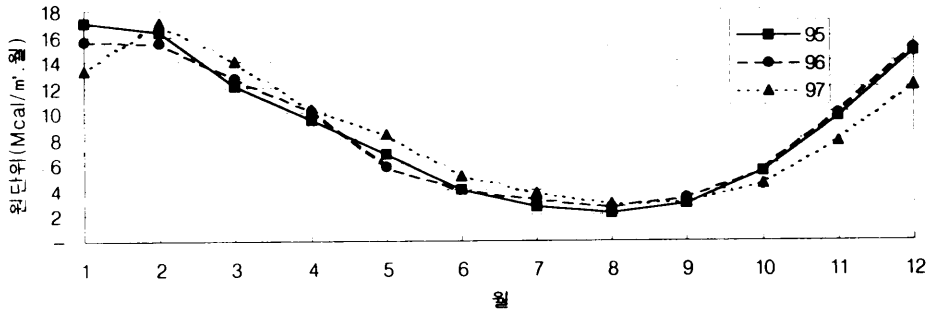


Fig.30 Yearly comparison of energy consumption(Individual heating system)

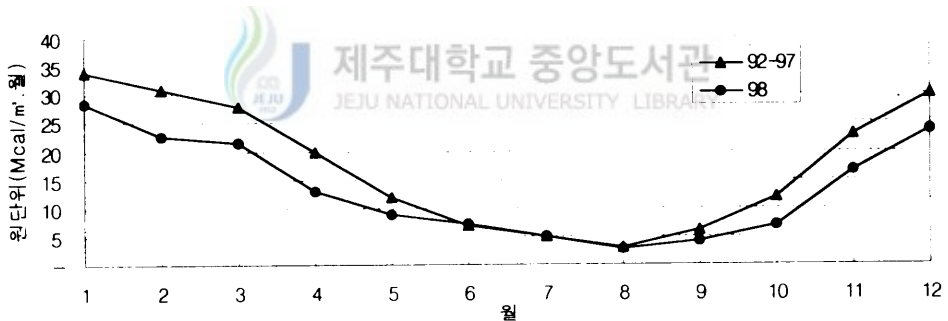


Fig.31 Yearly and monthly comparison of energy consumption  
(Central heating system)

Fig.29와 Fig.30에서 보면 연도별 에너지 원단위 분포는 급탕만이 공급되는 하절기에는 중앙난방이 4 Mcal/m<sup>2</sup>·월, 개별난방이 3 Mcal/m<sup>2</sup>·월 정도로서 거의 동일한 원단위를 나타내고 있으나, 난방이 공급되는 동절기에는 두 가지 열원공급방식 간의 원단위 차이를 관찰할 수 있다.

특히, 주목해야 할 사항은 Fig.31과 Fig.32에서 알 수 있는 바와 같이 1992년~1997년의 연평균 에너지 원단위는 211 Mcal/m<sup>2</sup>으로서, 1998년 한해 평균 에너지

원단위인 160 Mcal/m<sup>2</sup>보다 무려 24%(51 Mcal/m<sup>2</sup>)가 감소하였다. 이는 국제통화기금(IMF) 체제하에 놓이게 됨에 따라 각 가정마다 가계생활비 특히, 난방비의 지출을 최대한 억제한 것에 기인된 결과로 예측된다.

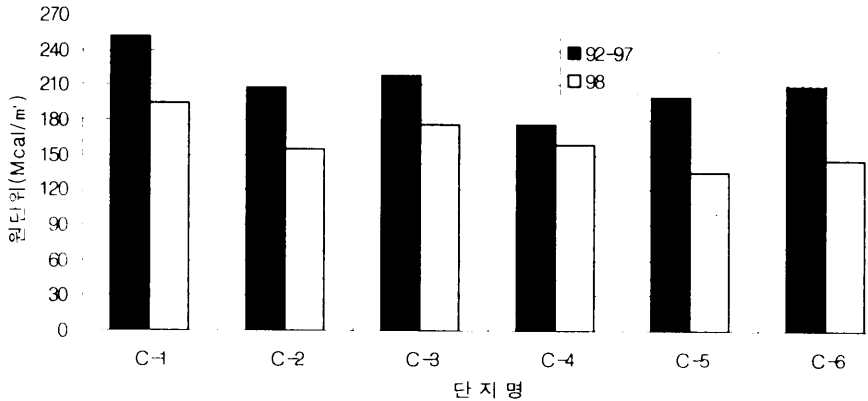


Fig.32 Yearly comparison of energy consumption according to complex  
(Central heating system)

이상의 결과들을 유추해 보면, 난방기기의 효율향상과 같은 설비기기 측면에서의 개선은 물론 건물사용자의 에너지 절약에 대한 강한 의식과 끊임없는 노력이 난방 에너지 절감에 크게 기여할 수 있는 변수임을 입증하고 있다.

#### 나. 단지 층수별 에너지 사용량

공동주택에서 에너지 소비량의 큰 차이를 보이는 요소 중 층 높이에 따른 영향에 대해서는 많은 자료에 의하여 밝혀진 바 있으며, 특히 건설부 고시 제464호(1986.10.16.)에서는 연간 난방부하 상한값으로 5층이하, 6층이상 10층이하, 그리고 11층이상으로 제시된 바 있어 층별에 따른 에너지 소비량의 차이가 있음을 알 수 있다.

앞서 기술한 바와 같이, 제주지역은 10층이상의 공동주택이 없으므로, 본 논문에서는 공동주택의 층수가 5층이하의 단지와 6층이상 10층이하의 단지로 구분하여 원단위를 산출하고 있다. Table 36을 통해 알 수 있듯이, 중앙난방방식의 경우 평균 원단위는 5층이하의 단지가 244 Mcal/m<sup>2</sup>, 6층이상 10층이하의 단지가 191 Mcal/m<sup>2</sup>으로서, 6층이상 10층이하의 단지가 5층이하의 단지보다 22%(53 Mcal/m<sup>2</sup>) 정도 에너지를 적게 소비하는 것으로 나타났다.

Table 36 Energy consumption according to building story

층 수	중앙난방방식		개별난방방식	
	총에너지 사용량 (Gcal)	에너지 원단위 (Mcal)	총에너지 사용량 (Gcal)	에너지 원단위 (Mcal)
5층이하	9,890.74	243.76	4,978.76	114.43
6~10층	18,404.10	191.07	7,503.33	98.53

Table 33에서 알 수 있듯이 5층이하의 단지에 대한 원단위는 건축물 및 설비가 노후한 1개 단지만을 대상으로 조사한 원단위이므로, 비교적 에너지 소비량이 많게 나타난 것으로 추측된다. 또한, 개별난방방식 역시 5층이하 단지의 원단위가 평균

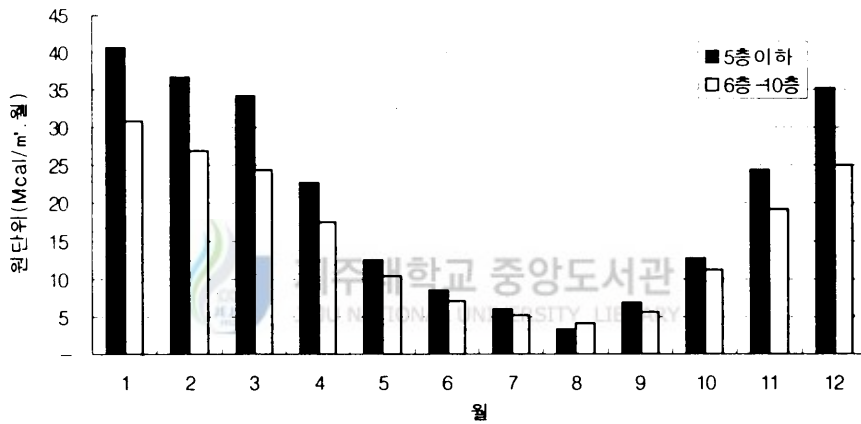


Fig.33 Monthly comparison of energy consumption according to the number of stories(Central heating system)

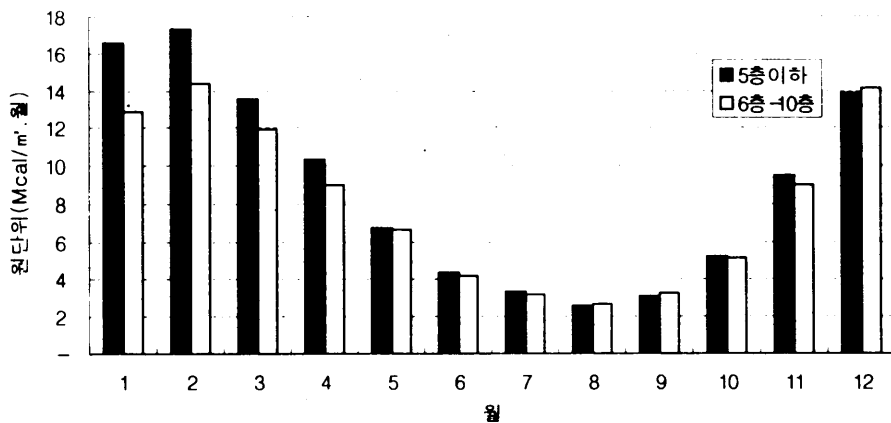


Fig.34 Monthly comparison of energy consumption according to the number of stories(Individual heating system)

114 Mcal/m<sup>2</sup>, 6층이상 10층이하가 99 Mcal/m<sup>2</sup>으로서 5층이하의 단지가 상대적으로 에너지를 15%(15 Mcal/m<sup>2</sup>)정도 많이 소비한 것으로 조사되었다.

Fig.33과 Fig.34는 중앙난방방식과 개별난방방식의 층수에 따른 월별 에너지 소비량을 나타내고 있는데, 5층이하의 단지가 중앙난방방식과 개별난방방식 모두 6층 이상 10층이하의 단지보다 에너지를 많이 소비하고 있음을 알 수 있다.

#### 다. 복도형태별 에너지 사용량

중앙난방방식의 경우 모든 조사대상 공동주택이 계단실형으로 되어 있으므로 복도형태별로 에너지 사용량을 조사하는 것은 불가능하였으며, 개별난방방식의 경우에도 1개 단지만이 편복도형으로 되어 있어 객관적인 분석결과를 기대하기란 어려울 것으로 예상된다. 그러나, 본 논문에서는 수집된 자료만으로 복도형태별 에너지 사용량을 비교하였다.

복도형태별 에너지 원단위는 개별난방방식의 경우 계단실형이 99 Mcal/m<sup>2</sup>, 편복도형이 106 Mcal/m<sup>2</sup>으로서 계단실형과 편복도형 양자간의 주목할 만한 차이는 관찰되지 않았다. 그러나, 중부 및 남부지역에서 조사한 결과를 보면 계단실형이 편복도형보다는 에너지를 적게 사용하는 것으로 나타났는데, 이는 최근에 공동주택을 분양하면서 전용면적을 최대화하기 위하여 주로 계단실형의 공동주택을 많이 건립하고 있는 것도 에너지 관리측면에서도 유리한 것으로 조사되었다.

#### 라. 건물의 향별 에너지 사용량

제주지역의 조사대상 공동주택은 남향, 남서향 및 남동향이며, 대부분이 남향으로 배치된 중앙난방방식에 대해서는 향별 조사대상에서 제외하였다. 또한, 단일향

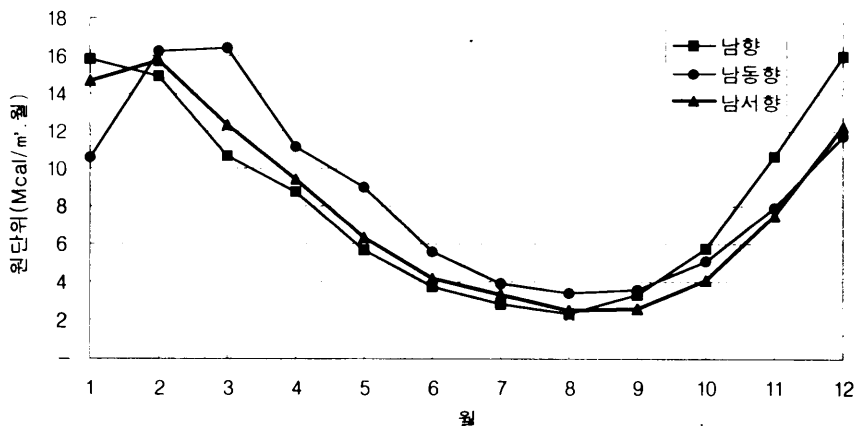


Fig.35 Energy consumption according to the disposed direction of buildings(Individual heating system)



이 아닌 단지에 대해서는 동별 에너지소비량 산출이 불가능하므로 역시 조사대상에서 제외하였다.

Fig.35에서는 건물의 향별 에너지 사용량을 나타내고 있는데, 개별난방방식의 향별 에너지 원단위는 남동향이 105 Mcal/m<sup>2</sup>으로서 가장 많은 에너지를 소비한 것으로 나타났으며, 남향이 101 Mcal/m<sup>2</sup>, 남서향이 95 Mcal/m<sup>2</sup>으로 조사되었다.

마. 사용 연료별 에너지 사용량

제주지역에서는 도시가스가 공급되지 않으므로 사용되는 난방연료는 유류와 LP가스에 국한된다. 앞서 기술한 바와 같이, 중앙난방방식과 개별난방방식의 에너지 원단위는 약 2배정도 차이가 있으므로, 사용 연료별 원단위는 난방방식별로 분리하여 산출하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

그러나, 중앙난방방식의 경우에는 주로 벙커-B유만을 사용하므로 LP가스와의 상호 비교가 불가능하였다. 또한, 개별난방방식의 경우에도 경유와 LP가스를 주로 사용하고 있으나 경유를 사용하는 공동주택의 경우, 경유를 각 세대별로 주문하여 공급받는 관계로 사용량에 대한 정확한 조사가 불가능하였다.

따라서, 본 논문에서는 중앙난방방식의 벙커-B유와 개별난방방식의 LP가스 사용량에 대한 단순 비교만을 실시하였다. 중앙난방방식의 유류사용시 원단위는 197 Mcal/m<sup>2</sup>, 개별난방방식의 LP가스 원단위는 100 Mcal/m<sup>2</sup>으로 조사되었다.

바. 단지규모별 에너지 소비량

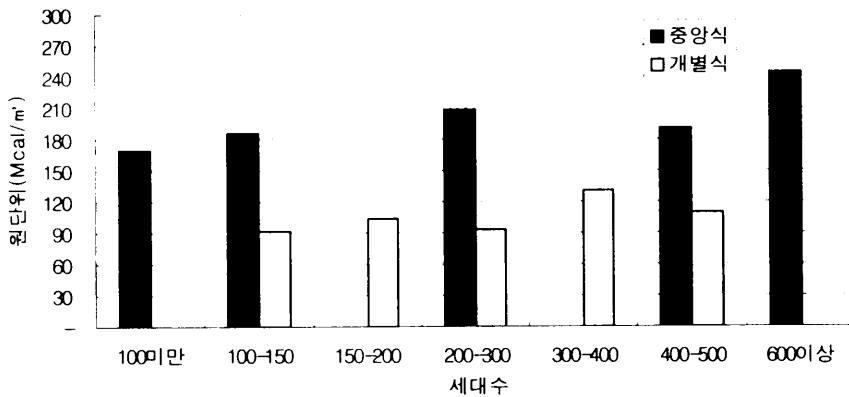


Fig.36 Energy consumption according to the magnitude of complex

제주지역의 단지 규모별 에너지 소비량은 Fig.36을 통해 알 수 있는 바와 같이, 중앙난방방식의 경우 세대수 100세대 미만의 단지의 원단위가 170 Mcal/m<sup>2</sup>으로 가장 낮으며, 600세대 이상이 244 Mcal/m<sup>2</sup>으로 가장 높은 것으로 조사되었다. 600세대 이상에 해당되는 단지는 앞서 기술한 바와 같이, 단지규모에 따른 영향보다는 건물 및 설비가 노후하여 상대적으로 많은 에너지가 소비된 것으로 추정된다. 개별난방방식의 경우에는 세대수 200~300세대인 단지가 93 Mcal/m<sup>2</sup>으로 가장 낮게 나타났으며, 300~400세대인 단지가 130 Mcal/m<sup>2</sup>으로 가장 높게 나타났다.

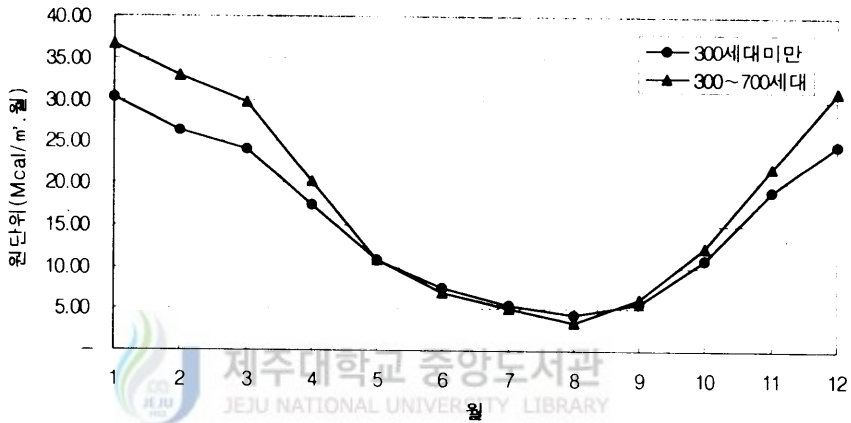


Fig.37 Monthly energy consumption according to the magnitude of complex(Central heating system)

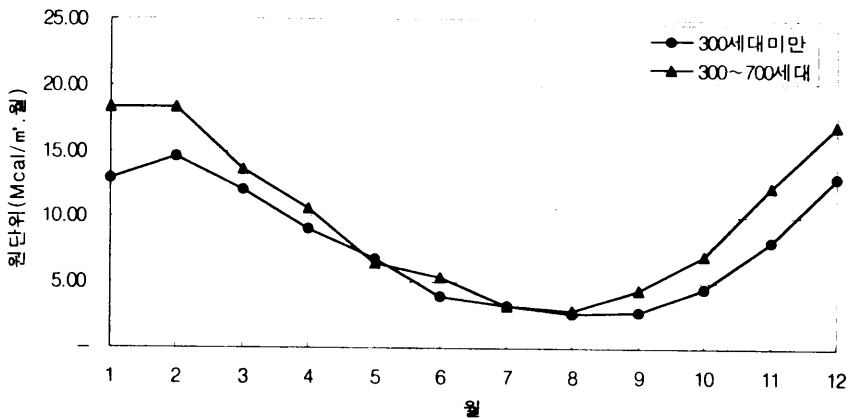


Fig.38 Monthly energy consumption according to the magnitude of complex(Individual heating system)

전술한 바와 같이, 중앙난방방식의 원단위가 개별난방방식보다 월등히 높게 나타난 것에 대해서는 향후 개선을 위한 치밀한 원인분석과 적절한 대책이 수립되어야 할 것으로 사료된다.

난방방식별로 월별 사용량을 비교하기 위하여, 중앙난방방식과 개별난방방식이 동일하게 구분이 되는 300세대를 기준으로 조사한 결과, Fig.37과 Fig.38에서 보는 바와 같이 중앙난방과 개별난방방식 모두 300세대~700세대 단지의 월별 에너지 사용량이 많게 나타났다.

Fig.39, Fig.40, Fig.41 및 Fig.42는 제주지역 조사대상 공동주택의 규모를 대지면적 및 연면적을 기준으로 나타내었다. 이는 타 도시에 비해 제주지역의 공동주택 단지가 소규모임을 쉽게 알 수 있을 것이다.

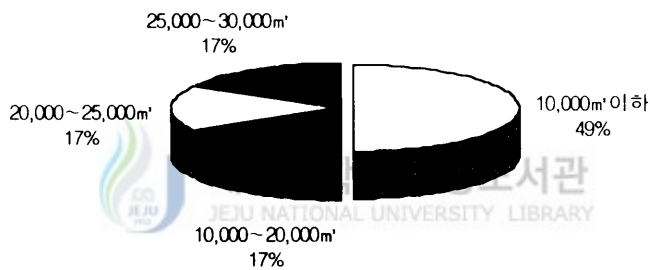


Fig.39 Rate of lot area(Central heating system)

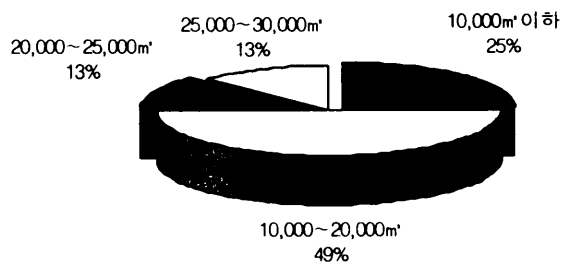


Fig.40 Rate of lot area(Individual heating system)

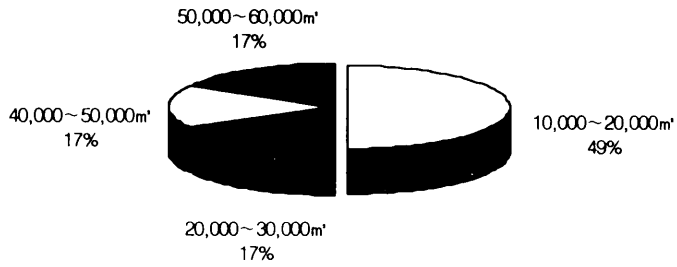


Fig.41 Rate of architectural area(Central heating system)

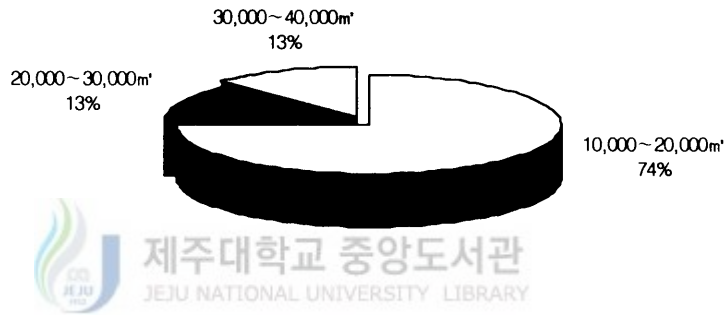


Fig.42 Rate of architectural area(Individual heating system)

사. 분양면적별 에너지 사용량

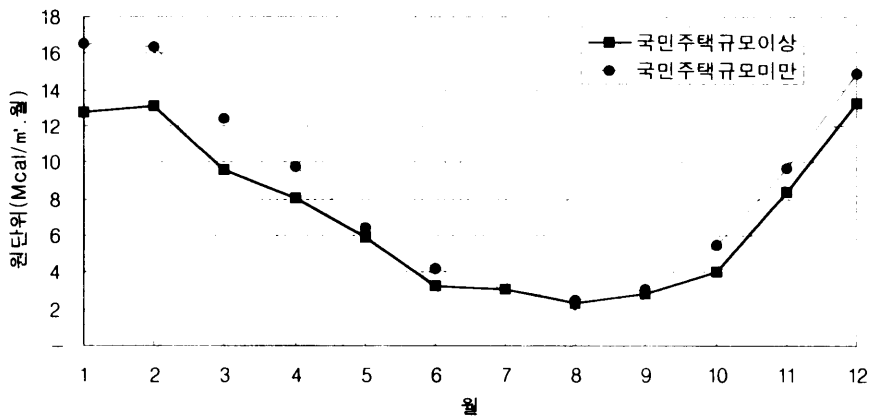


Fig.43 Energy consumption according to area for sale (Individual heating system)

본 논문에서는 분양면적별 에너지 사용량을 다음과 같이 국민주택규모(전용면적 25.7평)를 기준으로 양분하여 조사하였다. Fig.43을 통해 알 수 있듯이, 국민주택규모 이상과 이하에 대한 에너지 원단위는 각각 87 Mcal/m<sup>2</sup>, 104 Mcal/m<sup>2</sup>으로서 큰 평형이 적은 평형보다 16% (17 Mcal/m<sup>2</sup>)정도 낮게 조사되었다.

이것은 국민주택규모이하인 평형에서는 재택인원 및 시간이 많고 실 이용율이 높아 거의 대부분의 실들이 사용되고 있는데 반해 국민주택규모이상인 평형에서는 상대적으로 실이용율이 낮기 때문인 것으로 추정된다.

#### 아. 준공년도별 에너지 사용량

준공년도별 에너지 사용량은 Table 33과 Table 34에서 알 수 있는 바와 같이, 중앙난방방식과 개별난방방식 모두 준공연도가 늦은 공동주택이 준공연도가 빠른 공동주택보다 오히려 에너지 원단위가 다소 높게 나타났다. 이같은 현상은 건물의 외피성능은 이전과 비교해 그다지 큰 차이가 없는데 반해, 생활수준이 향상됨에 따라 상대적으로 급탕 및 난방수요가 높아진 것도 그 주요원인으로 추정된다.

#### 자. 지역별 에너지 사용량

제주도를 남북으로 제주시와 서귀포시로 구분하여 에너지 사용량을 조사하였다. 서귀포시의 경우 중앙난방방식의 공동주택이 건립되어 있지 않으므로, 개별난방방식에 국한하여 조사하였다. 제주시 에너지 원단위는 연평균 102 Mcal/m<sup>2</sup>, 서귀포시는 95 Mcal/m<sup>2</sup>으로서 서귀포시 지역이 7 Mcal/m<sup>2</sup>정도 낮게 나타났다. 이것은 서귀포시의 난방기간중의 외기온도가 제주시의 외기온도보다 다소 높기 때문인 것으로 풀이된다. Fig.44는 개별난방방식에 대한 제주시와 서귀포시의 월별 에너지 사용량을 나타낸 것이다.

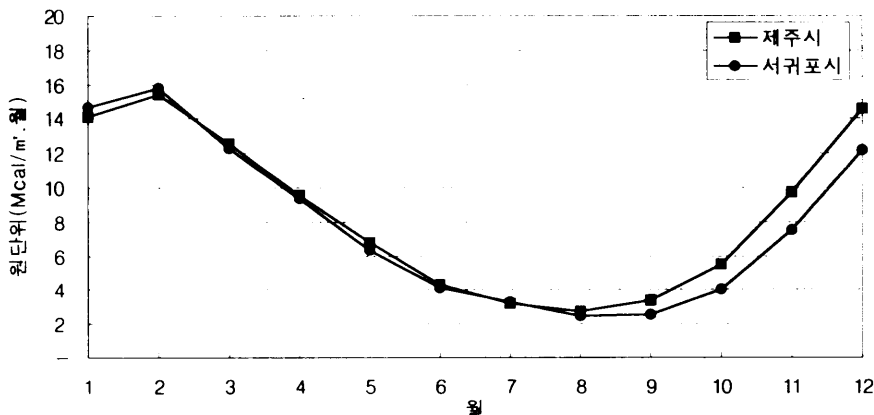


Fig.44 Regional energy consumption(Individual heating system)

## IV. 결 론

설문조사를 통해 제주지역의 공동주택을 대상으로 난방 및 급탕에너지 소비실태를 조사하였다. 본 연구를 통해 얻어진 결과를 정리하면 다음과 같다.

1. 제주지역 공동주택의 중앙난방방식과 개별난방방식의 에너지 원단위는 각각 197 Mcal/m<sup>2</sup>, 100 Mcal/m<sup>2</sup>으로, 중앙난방방식이 개별난방방식보다 2배정도 높게 나타났다. 특히, 중앙난방방식의 경우, 난방에너지 절약을 위한 철저한 원인분석과 적절한 대책이 시급히 수립되어야 할 것으로 생각된다.

2. 국제통화기금(IMF)체제 이전과 이후의 공동주택 에너지 원단위를 산출한 결과, 중앙난방방식의 경우 1992~1997년은 211 Mcal/m<sup>2</sup>, 1998년은 160 Mcal/m<sup>2</sup>으로, 무려 24% (51 Mcal/m<sup>2</sup>)의 에너지가 감소하였다. 이것은 각 가정마다 가계생활비 특히, 난방비의 지출을 최대한 억제한 것에서 기인된 결과로 풀이된다. 따라서, 단지별, 지역별로 에너지 절약을 위한 사용자들의 적극적인 참여가 이루어진다면, 에너지 소비실태를 통해 조사된 에너지 절감량 이상의 에너지를 절약할 수 있을 것으로 생각된다.

3. 단지 층수별 에너지 사용량은 5층이하의 단지와 6~10층의 단지로 구분하여 조사한 결과, 5층이하 단지의 에너지 사용량이 6~10층의 단지보다 높은 것으로 조사되었다.

4. 복도형태별 에너지 사용량은 개별난방방식의 경우, 편복도형이 106 Mcal/m<sup>2</sup>, 계단실형이 99 Mcal/m<sup>2</sup>으로 편복도형이 계단실형보다 다소 높은 것으로 조사되었다.

5. 건물의 향별 에너지 사용량은 개별난방방식의 경우, 남향이 101 Mcal/m<sup>2</sup>, 남동향이 105 Mcal/m<sup>2</sup>, 남서향이 95 Mcal/m<sup>2</sup>으로 향에 따라 주목할만한 차이는 발견되지 않았으나, 남서향이 에너지 원단위가 가장 낮게 조사되었다.

6. 단지규모별 에너지 사용량은 중앙난방방식의 경우, 단지규모가 클수록 에너지 사용량이 다소 증가하는 경향이 있으나, 개별난방방식의 경우에는 단지규모와는 무

관하게 조사되었다. 또한, 분양면적별 에너지 사용량을 국민주택규모 이상과 이하를 기준으로 조사한 결과, 개별난방방식의 경우 국민주택규모 이하의 평형이 국민주택규모 이상보다 높은 것으로 조사되었다.

7. 지역별 에너지 원단위는 개별난방방식의 경우, 제주시와 서귀포시가 각각 102 Mcal/m<sup>2</sup>, 95 Mcal/m<sup>2</sup>으로서, 서귀포시 지역이 7 Mcal/m<sup>2</sup> 정도 낮게 조사되었다.



## 참 고 문 헌

- 건설부, 1987, 사무소건물의 에너지절약을 위한 설계기준 연구, 서울
- 건설부, 1993, 건축물 에너지절약 설계기준 연구, 서울
- 김병선, 김윤덕, 1998, 「대전지역의 건물별 에너지 소비패턴에 대한 실태조사」, 태양에너지, Vol.18 No.3, p. p.41~50, 서울
- 김영호, 박정원, 1993, 공기조화설비, 보문당, 서울
- 박승익, 1998. 10, 「공동주택의 난방방식별 에너지 사용량에 관한 조사연구」, 대한건축학회 대전·충남지부 논문집, 제5권 1호, p. p.113~119, 서울
- 이미경, 이주영, 김병선, 1995. 11. 「대전지역 아파트의 에너지 소비실태 연구」, 대한건축학회 대전·충남지부 논문집, 제3권 1호, p. p.33~37, 서울
- 산업자원부, 1998, 「건물의 에너지원단위 기준(안)연구에 관한 중간보고서(2차년도)」, 1998
- 에너지경제연구원, 1993, 에너지 총조사보고서, 서울
- 에너지관리공단, 1995, 에너지절약편람, 서울
- 이상형, 이윤구, 양판섭, 안태경, 이승연, 박효순, 1998. 11. 「서울지역 사무소건물의 에너지소비실태에 관한 연구」, 대한건축학회 논문집, 계획계 14권 11호, p. p.379~386, 서울
- 이성, 박효순, 1997. 11, 「부산지역 공동주택의 난방에너지 소비실태에 관한 연구」, 동의대학교 동의논집, 제27집 자연과학편, p. p.411~420, 서울
- 임만택, 1988, 건축설비, 기문당, 서울
- 최동호, 현동수, 박효순, 1999. 6, 「제주지역 공동주택의 난방에너지 소비실태에 관한 연구」, 대한건축학회 논문집, 제15권 6호, 서울
- 통상산업부, 1997, 「건물의 에너지원단위 기준(안)연구에 관한 중간보고서(1차년도)」, 서울
- 한국건설기술연구원, 1986, 사무소건물의 에너지효율 향상에 관한 연구, 서울
- 한국건설기술연구원, 1986, 주거용건물의 설계 개선방안 연구, 서울
- 한국에너지기술연구소, 1992, 건물유형별 에너지의 합리적 이용 기준 연구, 서울
- ASHRAE, ASHRAE/IES STANDARD 90.1-1989, 1989, Energy Efficient Design of New Buildings except Low-Rise Residential Buildings



B.A. Wilcox, Gumerlock, 1986, The Effects of Thermal Mass Exterior Walls on Heating Cooling Loads in Commercial Buildings, A Procedure for Calculation in ASHRAE Standard 90, Berkeley Solar Group

Betelle, Washington, Recommendation for Energy Conservations Standard and Guidelines for New Commercial Buildings, Vol. I : Text of the Recommendations, Appendix A : Side-by-Side, Comparison of the Recommendations & 90A-1980

D.B. Crawley, 1989, Energy Conservation Standards : Promoting Energy Efficient New Non-Residential Buildings in the United States, Pacific Northwest Laboratory

NRC, 1995. Canadian Code for Energy Efficiency in New Buildings

吉野正敏, 1994, 地球環境への提言, 山海堂

尾島俊雄 研究室, 「建築の光熱水原単位(東京版)」, 1996.6

住宅・建築省エネルギー機構, 1981, 省エネルギー計画の進行方向

住宅・建築省エネルギー機構, 1993, 省エネルギーハンドブック

住宅・建築省エネルギー機構, 1995, 省エネルギー技術

中原信生, 1983, ビル建築設備の省エネルギー, 省エネルギーセンター



## 부 록

### 공동주택 에너지 소비실태를 위한 설문서

제주지역의 공동주택에 대한 에너지원단위를 작성하기 위하여 공동주택 관리사무소를 대상으로 에너지 소비실태를 조사하고 있습니다. 본 조사는 과기처 및 건교부 산하의 출연연구소에서 중부권, 남부권의 에너지 소비실태와 병행하여 조사하고 있으며, 정부의 에너지 수급에 대한 예측을 정확히 하고 일관성 있는 정부의 효율적인 에너지 정책을 수행하기 위하여 필요한 자료이오니 협조하여 주시기 바랍니다. 또한, 본 설문지 내용은 연구목적 이외에는 어떠한 다른 용도로 사용되지 않으며, 해당 관리사무소의 명칭도 익명으로 처리합니다.

제주대학교 산업대학원 건설환경공학과

교 수 : 공학박사 최 동 호

대학원생 : 현 동 수

전 화 : 064) 754 - 3703

# 1. 공동주택 및 부속시설 현황

## 1) 공동주택 현황

항 목	내 용			비고
단 지 명				
소 재 지				
단지규모(동수)		총세대수		
대지면적 (m <sup>2</sup> )		건축면적(m <sup>2</sup> )		
연면적 (m <sup>2</sup> )		입주 개시일		
준공 연월일	199			
근 무 인 원	총원( 명)	관리원( 명)	경비원( 명)	

## 2) 부속시설 현황

항 목	내 용
부속건물(m <sup>2</sup> ) (총면적 : m <sup>2</sup> )	관리소( ), 노인정( ), 독서실( ), 유치원( ) 부녀회실( ), 입주자대표실( ), 경비실( ) 주민 애경사실( ), 기타( )
부속기계실(개소)	변전실( ), 열교환실( ), 전기실( ), 기계실( )
부속시설(개소)	놀이터( ), 테니스장( ), 소공원( ), 휴게소( )



# 2. 건축 분야

## 1) 평형별 세대수, 동수와 난방면적 등 :

구분	평 형	세대수	동 수	전용면적	향	층수	건물의 형식	비 고
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
총계								

※ 건물의 형식과 향은 아래사항 참조 기입 요망

(1) 건물의 형식 : ①계단형 ②편복도형 ③타워형 ④ㄱ자형 ⑤ㄷ자형

(2) 향 : 건물의 주방향은 거실을 면한 향으로 한다.

① 남향 ②북향 ③서향 ④동향 ⑤남동향

⑥남서향 ⑦북동향 ⑧북서향 ⑨기타향

※ 동일 동에 2개 이상의 향이 있을 경우 구분하여 기입하되 비교란에 표시한다.

2) 평형별 세대별 층고, 건물의 구조와 창면적비 등

구분	평형	세대별 층고			건물의 구조		향 별 창 면 적 비					
		기준 층	최상 층	기타 층	R.C	P.C	외벽체 면적(m <sup>2</sup> )		창면적 (m <sup>2</sup> )		면적비 (%)	
							전면	후면	전면	후면	전면	후면
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
합계												

- ※ 참고 : 1. 기타 층은 1층이나 스프링클러 설치 층을 의미함  
 2. R.C(철근 콘크리트 구조), P.C(조립식 구조)  
 3. 외벽체면적은 창면적 포함

3) 건물외피 구조체 단면도

구분	최상층 천정 및 지붕	벽 체		최상층 바닥
		전, 후벽	측 벽	
창호	단창( ), 2중창( ), 복층창( ), 3중창(복층+단창)( ) 편복도형식의 아파트인 경우 창 설치 유무 : 유( ), 무( )			

### 3. 기계설비분야 :

#### 1) 열원방식 및 사용연료의 종류

(가) 열원방식

- ① 개별난방방식 ( )      ② 중앙난방방식 ( )

(나) 사용연료의 종류

- ① LPG( ) ② 벙커C유( ) ③ 벙커B유( ) ④ 경유( )

#### 2) 난방시 운전기준 :

※ 난방운전의 기준이 되는 운전표를 첨부하여 주십시오

#### 3) 난방비 징수방법

- ① 난방면적에 대한 균등분할 징수 ( )  
 ② 적산열량계에 의한 난방비 징수 ( )

#### 4) 설비배관의 단열성능

제주대학교 중앙도서관  
 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

구 분	주배관 직경(mm)	단 열 재			비 고
		종 류	두께(mm)	밀도(g/m <sup>3</sup> )	
저 장 탱 크					
배 관	급탕용				
	난방용				

※ 단열재의 종류는 아래사항을 참조하여 기입 요망.

- ① 난연성 발포폴리스틸폼 ② 유리면 ③ 압면 ④ 폴리우레탄폼 ⑤ 기타

#### 5) 설비 시스템 :

가. 난방용 보일러, 펌프와 열교환기 :

구 분	난방용 보일러			난방순환펌프			열교환기		
	형식(규격)	대수	용 량	형 식	대 수	용 량	형 식	대 수	용 량
1									
2									
3									
4									
계									

나. 형식에 따른 난방용 보일러의 온수공급 및 환수온도(1월기준)

보일러의 형식		1	2	3	4	5	비고
온수온도 (℃)	공급						
	환수						

※ 보일러의 형식은 가. 항의 난방용 보일러, 펌프와 열교환기에서 참조할 것

다. 급탕용 보일러, 급탕탱크와 열교환기

구분	급탕용 보일러			온수탱크		급탕용펌프		열교환기		
	형식(규격)	대수	용량	대수	규격	대수	규격	형식	대수	용량
1										
2										
3										
4										
합계										

※ 1. 급탕온도 : (            ℃)

2. 급탕용 보일러의 형식(노통, 연관, 수관, 노통연관식, 관류식, 중온수식)

3. 온수(급탕)탱크의 규격(ℓ), 펌프의 규격(HP), 열교환기 용량(Kcal/h)

#### 4. 연도별 난방 및 급탕에너지 사용량

사용연도 : 199

구분 월	난방에너지 사용실태				급탕에너지 사용실태			
	일수	시간	횟수	사 용 량	일수	시간	횟수	사 용 량
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
소계								

※ 1. 단위 : 가스사용량(m<sup>3</sup>), 유류사용량(ℓ)

2. 사용연도는 1992년부터 1998년까지