

# 춘천시 주거지의 수목이 난냉방에너지이용에 미치는 효과

Effect of Residential Trees on Heating and Cooling Energy Use in Chuncheon

조현길\* · 안태원\*\*

\*강원대학교 녹지조경학과, \*\*강원대학교 대학원

Jo, Hyun-Kil\* · Ahn, Tae-Won\*\*

\*Dept. of Landscape Architecture, Kangwon National University

\*\*Graduate School, Kangwon National University

## 1. 연구목적

본 연구의 목적은 수목피도가 상이한 춘천시의 두 주거지구를 선정하여, 수목이 주택의 난냉방에너지 절약에 미치는 효과를 비교 분석하는 것이었다.

## 2. 연구내용 및 방법

### 1) 연구대상지 선정

축척 1/15,000의 흑백항공사진을 이용하여 춘천시 전체 주거지의 행정동별 수목피도를 분석하였다. 그리고, 수목피도가 적은 효자동 일대의 주거지구(제1연구지구)와 수목피도가 상대적으로 많은 사농, 우두 및 신동 일대의 주거지구(제2연구지구)를 연구대상지로 선정하였다.

### 2) 주택건물구조 조사 및 MICROPAS 파일작성

지도상에서 체계적 임의표본추출(systematic random sampling)에 의해 연구지구별로 30개씩, 총 60개의 주택을 선정하였다. 현지답사를 통해, 주택의 건축년도, 거주자수, 현관방위, 층수, 냉난방상면적 및 체적, 창면적, 열관류율, 에너지소비 등 건물구조와 에너지이용 관련 변수를 조사하였다. 주택건물의 에너지이용량은 MICROPAS를 활용하여 모델링되었다. 모델링의 간소화를 위해, 조사결과에 근거하여 연구지구를 대표할 수 있도록 주택건물을 유형화하였다. 즉, 건축년도, 현관방위 및 층수를 고려하여 80년 이전(구주택)의 1층 및 2층 남향건물, 80년 이후(신주택)의 1층 남향, 1층 북향 및 2층 남향건물의 5개 유형으로 구분하였다. 건물유형별로 조사된 다양한 변수의 평균치를 입력하여 MICROPAS 파일들을 작성하였다. 또한, 연중 매일 및 매시간의 온도, 직달일사량, 산란복사량, 풍속, 풍향 등 서울시 기상자료(1994~1996년의 3개년 평균)를 구입하여, MICROPAS 호환성 기상파일을 작성하고 그 모델링에 이용하였다.

### 3) 수목조사 및 차양효과 모델링

표본추출된 60개 주택의 대지경계내에 식재된 수목들을 대상으로, 수종, 수고, 수관폭, 수관고, 수형, 직경, 건물로부터의 식재방위 및 거리 등을 현지조사하였다. 수목의 차양효과는 건물표면의 차양계수를 산정하는 SPS를 활용하여 모델링되었다. 주택건물의 경우처럼, 조사결과에 근거하여 주택주변 수목식재의 특성을 유형화하여 차양시나리오를 작성하였다. 즉, 수목의 크기(수고×수관폭)는 4.5 m × 3.5 m(소형수목), 6 m × 5.5 m(중형수목) 및 8 m × 7.5 m(대형수목)의 3개 유형으로 분류되었다. 이들 크기와 식재거리에 따른 차양가능성을 고려하여, 건물로부터 북향을 제외한 7개 방향별로 3 m, 5 m 및 7 m 거리에 위치시킨 35개 유형의 SPS 파일을 생성하였다. 이들 파일을 5개의 건물유형별 MICROPAS 파일에 입력하여 총 175개 경우의 차양효과를 모델링하였다.

### 4) 증발산 및 방풍효과 모델링

연구지구의 수목피도에 기인한 온도저감효과를 반영하여, 냉방기간인 6~8월의 오전 6시부터 오후 11시까지 MICROPAS 기상파일내 매일 및 매시간의 온도를 낮추어 수정하였다. 이 기상파일을 주택유형별 MICROPAS 파일에

이 논문은 1996년도 한국학술진흥재단의 국제협력연구과제 연구비에 의하여 연구된 결과의 일부임.

입력하여 식생의 증발산효과를 모델링하였다. 수목의 방풍효과는 연구지구의 수목피도와 결부된 풍속감소의 효과에 해당하는 MICROPAS의 방풍척도변수를 조절하여 모델링되었다.

### 3. 연구결과

#### 1) 수목식재 및 주택건물현황

수목의 평균피도는 제1연구지구 12.3%, 제2연구지구 22.0%로서, 제2연구지구가 제1연구지구보다 약 10% 높았다. 교목의 평균개체수는 제1연구지구에서 호당 4.4주, 제2연구지구에서 9.2주이었다. 차양효과가 유의할 것으로 예측된 3 m × 2.5 m(수고×수관폭)이상의 차양수목들을 대상으로 분석한 결과, 수고는 8 m, 수관폭은 7.5 m 이내인 수목들이 우점하였고, 건물로부터의 식재거리는 대부분이 7 m 이내인 것으로 나타났다. 표본추출된 주택들 중, 구주택이 약 28%, 신주택이 72%를 점유하였다. 벽체의 평균 열관류율은 구주택 0.79 kcal/m<sup>2</sup>h°C, 신주택 0.49 kcal/m<sup>2</sup>h°C이었다. 평균 난방방상면적은 구주택의 경우 1층 74 m<sup>2</sup> 및 2층 161 m<sup>2</sup>, 신주택의 경우 1층 94 m<sup>2</sup> 및 2층 186 m<sup>2</sup>이었다.

#### 2) 차양효과

차양에 의한 연간냉방에너지 절약효과가 가장 컸던 수목은 건물의 서향 가까이에 식재된 대형수목이었다. 이 수목은 냉방에너지를 1주당 주택유형 평균 약 2% 절약하였다. 건물의 남향에 위치한 수목들은 겨울철 태양광선을 차단하여, 냉방에너지절약에 비해 난방에너지를 더욱 증가시키는 역효과(최대 0.6%)를 나타냈다. 수목차양은 연간냉방에너지를 제1연구지구에서 호당 평균 0.2%(2.9 kWh), 제2연구지구에서 0.3%(3.1 kWh) 각각 절약하였으며, 최대시냉방에너지를 제1연구지구에서 0.07%(0.9 Wh), 제2연구지구에서 0.04%(1.0 Wh) 절약하였다. 한편, 수목차양은 부적절한 식재위치에 기인하여 연간난방에너지를 제1연구지구에서 호당 평균 0.1%(195 MJ), 제2연구지구에서 0.2%(214 MJ) 증가시켰다. 이처럼, 차양효과는 양 연구지구에서 큰 차이가 없었으며 에너지이용에 미치는 효과도 미미하였다.

#### 3) 증발산 및 방풍효과

증발산효과는 연간냉방에너지를 제1연구지구에서 호당 평균 9%(120 kWh), 최대시냉방에너지를 5%(91 Wh) 각각 절약하였고, 제2연구지구에서 연간냉방에너지를 18%(171 kWh), 최대시냉방에너지를 10%(143 Wh) 절약하였다. 증발산이 겨울철 난방에너지소비에 미치는 영향은 없었다. 방풍효과는 연간난방에너지를 제1연구지구에서 호당 평균 1%(1402 MJ), 연간냉방에너지를 0.3%(3.5 kWh) 각각 절약하였고, 제2연구지구에서 연간난방에너지를 2%(2344 MJ), 연간냉방에너지를 0.7%(6.3 kWh) 절약하였다. 이와 같이, 증발산 및 방풍효과는 제1연구지구보다 수목피도가 10% 높은 제2연구지구에서 약 2배 더 높았다.

#### 4) 종합적 효과

수목의 차양, 증발산 및 방풍에 의한 종합적 효과는 제1연구지구에서 연간난방에너지를 호당 평균 0.8%(1,208 MJ), 연간냉방에너지를 9.6%(126 kWh), 최대시냉방에너지를 5.6%(103 Wh) 각각 절약하였다. 제2연구지구의 경우는 연간난방에너지를 호당 평균 1.7%(2,130 MJ), 연간냉방에너지를 18.7%(180 kWh), 최대시냉방에너지를 11.2%(163 Wh) 각각 절약하였다. 이들 에너지절약량을 경제적 가치로 환산하면, 호당 평균 연간난방에너지절약비는 제1연구지구 및 제2연구지구 각각 총 14,500원 및 25,500원이었고, 그 효과는 주로 수목의 방풍에 기인하는 것으로 나타났다. 차양은 오히려 그 비용절감의 10(제2연구지구)-16%(제1연구지구)에 해당하는 에너지비용을 증가시켰다. 호당 평균 연간냉방에너지절약비는 제1연구지구 및 제2연구지구 각각 총 16,500원 및 23,500원이었으며, 이는 대부분 증발산효과에 기인하였다(차양효과는 단지 2%). 난방 및 냉방에너지를 합한 호당 연간 총절약비는 제1연구지구 약 31,000원, 제2연구지구 49,000원으로서, 제2연구지구가 제1연구지구에 비해 약 1.6배 더욱 많았다. 연구지구내에 분포하는 교목 한 그루는 연간난방비와 연간냉방비를 평균 약 2,950원씩 절약하여 총 6,000원의 비용절감에 기여하였다. 이상의 연구결과는 향후 주거지내 수목식재량의 증가가 주택에너지절약에 적지 않은 공헌을 할 수 있음을 시사한다. 수목의 에너지절약을 효율적으로 증진하기 위해, 건물의 서향 및 북향에는 수목을 적극적으로 식재하되, 남향에는 가급적 식재를 회피하거나 태양친화적 수목을 식재하는 것이 바람직하다.