

설문 조사를 통해 알아보는 주택 환경성능의 가치

설문 조사를 통해 알아보는 주택 환경성능의 가치

Aya Hagishima (일본 큐슈대학 에너지환경공생공학과 교수)

1. 과거와 현재의 일본의 환경 문제

1950년대에서 60년대에 걸쳐서 일본의 미나마타 지방에서 이유를 알 수 없는 중추신경 질환으로 사망하는 환자가 빈번하게 발생하였다. 원인은 근방의 공장부산물로 나

온 메틸수은이 함유된 폐수가 정화 처리를 충분히 하지 않은 상태로 바다에 버려졌기 때문이었다. 메틸수은이 물고기를 통한 생물농축 과정을 거쳐 이들을 섭취한 인근 주민들에게 수은 중독 현상이 나타난 것이다. 이를 미나마타병

[표 1] Loss of Expectancy (Unit: Year)

	World	Japan, Korea	USA, Canada	EU
Underweight	20.73	0.01	0.01	0.00
Iron deficiency	4.22	0.05	0.18	0.09
Vitamin A deficiency	4.25	0.00	0.00	0.00
Zinc deficiency	4.35	0.00	0.00	0.00
Blood pressure	9.07	5.94	7.03	8.86
Cholesterol	5.71	3.01	6.44	6.97
Overweight	3.78	1.92	6.58	5.71
Low fruit and vegetable in take	3.83	1.87	3.65	2.53
Physical inactivity	2.59	1.78	3.03	2.95
Unsafe sex	12.57	0.23	0.98	0.46
Lack of contraception	0.69	0.00	0.00	0.00
Tobacco	7.45	6.15	13.81	11.43
Alcohol	5.34	1.61	2.80	3.01
Illicit drugs	0.79	0.49	1.27	0.97
Unsafe water, sanitation and hygiene	8.04	0.03	0.02	0.02
Urban air pollution	1.05	0.54	0.48	0.28
Indoor smoke from solid fuels	5.74	0.00	0.01	0.00
Lead exposure	0.46	0.05	0.12	0.13
Climate change	0.81	0.00	0.01	0.00

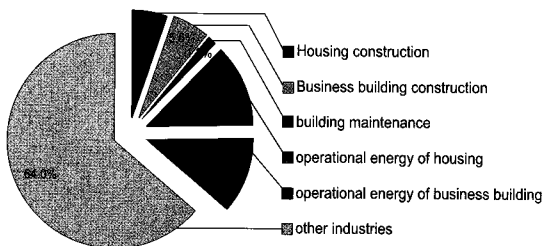
출처: WTO, Yasui

설문 조사를 통해 알아보는 주택 환경성능의 가치

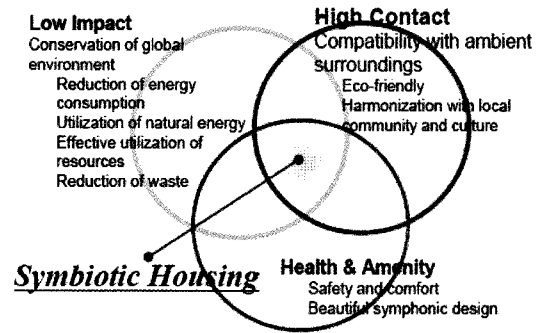
이라 하며, 이와 유사한 유형의 공해병을 통칭하는 경우에도 사용하게 되었다. 이는 환경 파괴에 대한 지식 부족과 개발 위주의 정책 때문에 발생한 것으로 공장과 정부라는 가해자를 명백하게 가려낼 수 있는 사례이다. 반면에 현재의 환경적 이슈는 지구 온난화, 오존층파괴, 산성비, 대기 오염, 유기화합물, 산업폐기물 발생 등 그 가해자와 피해자의 경계가 모호하여 환경문제의 대응에 어려움이 있다. 표 1의 WHO 수명 감소 예상치에는 아직 환경과 관련된 문제는 원인으로 나타나고 있지 않다. 이러한 이유에서 환경에 대한 문제의식과 대응책은 아직 미비한 실정이라 할 수 있다.

II. 지구환경과 일본의 건설 산업

1997년의 교토에서 열린 COP3 (3rd Conference of Parties to the UN Framework Convention on Climate Change) 에서 교토의정서를 발효하여 지구 온난화의 원인이 되는 CO₂, CH₄, N₂O, CFC 대체물, HFCs, PFCs, SF₆ 6종의 온실 가스에 대한 배출량 절감 기준을 합법적으로 마련했다. 이어 일본은 교토의정서를 비준하고 2012년까지 CO₂ 배출량을 6%까지 줄이는 것을 의무화 하였다. 그림 1은 일본 내 건설 및 그 외 산업 활동에 의해 발생하는 CO₂ 배출량을 그래프로 나타낸 것이다. 건설 산업에서의 CO₂ 배출량비율은 약 36%로 건설단계부터 건설 후 건물의 유지 단계에 이르기까지 많은 비중을 차지하고 있다. 이에 새로운 건물과 기존 빌딩에서 건설부터 폐기에 이르는 전 과정에 대한 CO₂ 사용량을 평가 하는 Life Cycle CO₂ (LCCO₂)를 통해 CO₂ 배출량을 절감하고자 하고 있다. 또한 한국의 그린 빌딩 평



▲ [그림 1] CO₂ Emission in Japan



▲ [그림 2] Recognition System of Symbiosis Housing

가 시스템과 같이 일본 내에서도 CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency), 건자재 재활용법, 에너지 사용법의 제정, Life Cycle Assessment의 가이드라인 제정, 환경공생주택 승인 제도 마련 등 각종 기준을 마련하고 있다. 특히 ‘환경공생주택 승인 제도’는 ‘Low Impact’, ‘High Contact’, ‘Health & Amenity’의 사항을 기준으로 주택을 평가하여 이에 적합한 주택을 환경공생주택으로 인정하는 제도로 주택건설의 주요한 가이드라인이 되고 있다. 그림 2에서 구체적 내용을 설명하였다. 환경공생주택에 요구되는 사항은 에너지 절약, 내구성, 유지관리, 수자원 절약, 주변 환경과의 조화, 배리어 프리(barrier-free) 디자인, 새집증후군에 대한 대책 등이다. 이와 함께 자원의 효율적 사용, 지역사회의 배려, 건강, 쾌적감, 안전이 새롭게 제안되고 있다. 이렇듯 지구환경 부하 절감에 대한 노력이 국내의 차원에서 다양하게 이루어지고 있는 가운데 환경에 대한 일반인들의 의식은 어느 정도인지 알아볼 필요가 있다. 따라서 큐슈 대학에서는 일반인들이 환경에 대해 갖는 가치를 알아보기 위해 설문 조사를 수행하였다.

III. 설문 조사를 통해 본 일반인들의 환경의식

지구환경의 보호, 자원 절약, 비용, 삶의 질과 편의 등 주택의 가치를 평가 하는 데에는 많은 요소가 있다. 일반인들은 주택의 여러 가지 요소 중에 어떤 요소를 가장 중요

설문 조사를 통해 알아보는 주택 환경성능의 가치

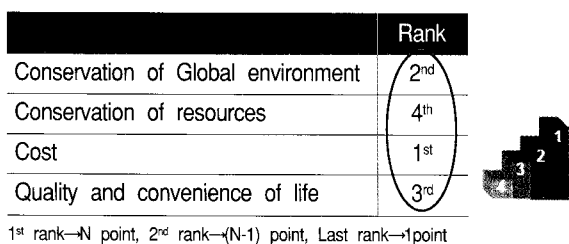
하게 생각할지를 알아보기 위해 지구환경의 보호, 자원 절약, 비용, 삶의 질과 편의 중 어떤 항목을 중시하는가를 묻는 설문조사를 수행하였다.

1. 설문조사

설문조사는 2003년 7월 일본 후쿠오카현(県) 카스가시(市)에 거주하는 350명의 성인을 대상으로 우편 조사를 실시하였고 설문지의 회수율은 35%였다. 설문지에 포함된 주요 내용은 응답자의 중요도 측정을 위한 순위법(Ranking Method), Grading법, AHP(Analytic Hierarchy Process)를 이용한 질문을 포함하였다.

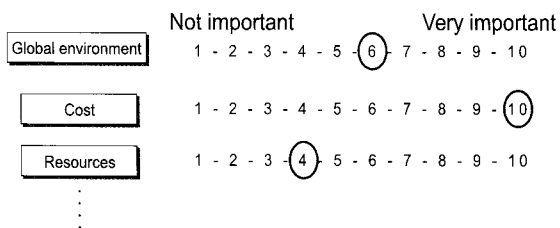
1) 순위법

순위법은 n개의 속성에 대한 중요도(weight)를 1위에서 n위까지 묻는 질문에 의해 효용을 측정하는 방법이다. 그림 3은 순위법에 의한 질문의 예이다. 4개의 속성에 대해 1위로 대답한 속성은 4점을 받게 되고, 2위는 3점, 3위는 2점, 4위는 1점을 받으며 점수를 통해 중요도를 계산한다.



▲ [그림 3] Ranking Method

2) Grading법

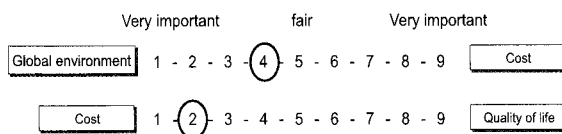


▲ [그림 4] Grading Method

Grading법은 각 속성의 중요도의 레벨을 묻는 방법으로 그림 4와 같은 척도를 사용할 경우에 가장 중요한 속성이 10이라는 가정 하에 질문에 답을 한다.

3) AHP법

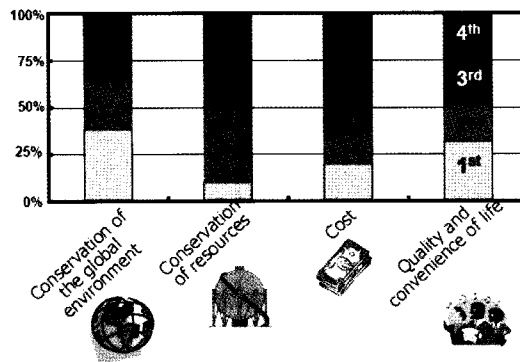
AHP는 두 속성간의 중요도를 비교하는 방법으로, 쌍대 비교(paired comparison)법을 통하여 두 요소 간 중요도의 측정결과를 종합하여 상대적 가중치를 추정한다.



▲ [그림 5] Analytic Hierarchy Process

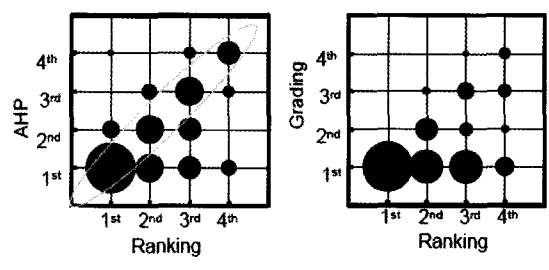
2. 조사 결과

그림 6은 순위법에 의한 중요도를 나타낸 그래프이다. 순위법으로 질문을 했을 때는 지구환경의 보호를 1위라고 대답한 응답자의 비율이 가장 높게 나타났다. 더 나아가 Grading법과 AHP법에 따른 '지구환경의 보호'에 대한 중요도의 순위(rank)를 비교한 그래프가 그림 7이다. 원의 크기가 클수록 응답자의 수가 많다는 뜻으로, 순위법과 AHP법의 결과는 일치하는 경향을 보이고 있지만 순위법과 Grading법 사이에는 결과에 차이가 있음을 확인할 수 있

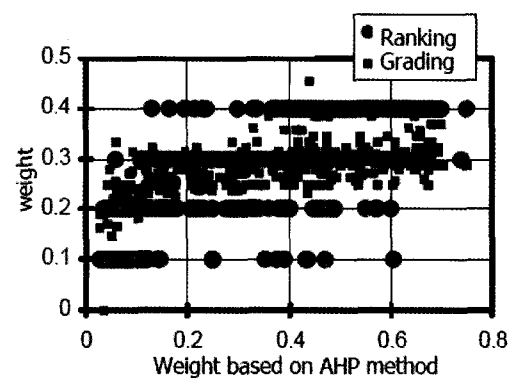


▲ [그림 6] Ratio of the Rank of Importance

설문 조사를 통해 알아보는 주택 환경성능의 가치



▲ [그림 7] Comparison of Rank of Importance of 'Conservation of Global Environment'



▲ [그림 8] Comparison of Weight of Importance of 'Conservation of Global Environment'

다. 그림 8은 '지구환경의 보호'에 대한 중요도(weight)를 비교한 그래프이다. AHP법으로 질문 했을 때 대체로 중요도가 높게 평가되고 있는 것으로 나타났다. 또한 각 방법별로 중요도에 조금씩 차이가 있음을 알 수 있다. 세 결과를 종합해보면 순위법에서는 응답자의 40%가 '지구환경의 보호'를 1위로 대답하였으며 중요도를 가장 민감하게 측정할 수 있는 방법은 AHP법이라는 것을 확인하였다. 그러나 이렇게 조사 방법 간에 결과의 차이가 나타나고 있는 것을 볼 때 응답자의 실제 의견은 무엇인가에 대해 의문을 갖게 한다. 따라서 응답자의 속마음을 좀 더 효과적으로 알아보기 위한 하나의 방법으로 복수의 속성을 화폐가치로 판단하는 컨조인트 분석법(Conjoint Analysis Method)이 사용되고 있으며 이를 다음 장에 소개한다.

IV. 컨조인트 분석을 통해 본 주택 선호도

컨조인트(Conjoint)는 consider와 jointly가 결합된 단어로, 컨조인트 분석(Conjoint Analysis)이란 어떤 제품이 가지고 있는 속성(attribute) 하나하나에 사용자가 부여하는 효용(utility)을 추정함으로써 고객의 가치를 평가하기 위한 방법이다. 예를 들어 컴퓨터를 구매할 때 소비자들은 CPU의 성능, 메모리, 하드디스크, 가격 등 여러 가지 속성을 고려하게 된다. 어떤 소비자는 비용이 증가하더라도 CPU 성능이 좋은 제품을 선호 할 것이며, 다른 소비자는 CPU 성능은 떨어지더라도 가격이 좀 더 싼 제품을 선호할 수 있다. 이 때 여러 속성들을 조합해서 비교했을 때 소비자가 어떤 제품을 선택할 것인가를 종합적으로 판단하여 선호도를 측정한다. 이에 대해 효용함수를 이용하여 속성의 전체 만족도와 한계 지불의사액(Marginal Willing to Pay)을 계산할 수 있다. 한계 지불의사액, 즉 MWTP는 예를 들면 CPU가 1메가 증가할 때 얼마를 지불 할 것인가를 나타내는 것이다. 이러한 내용은 소비자에게 직접 물었을 때는 알아내기 어려운 내용이다. 환경의 경제적 가치 또한 직접적으로 물어서는 적합한 결과를 얻어낼 수 없는 사항이다. 따라서 설문조사를 통해 환경과 그 외의 속성을 포함하여 조합한 선택지의 선호도를 응답자에게 물어 통계적으로 분석하여 환경에 대한 금전적 가치를 구할 수 있다. 컨조인트 분석을 사용하면 각 속성에 대한 가치를 금전적으로 환산하여 구할 수 있다는 면에서 큰 장점을 갖는다. 앞에서 언급한 순위법, Grading법, AHP법을 이용한 설문조사에 이어 컨조인트 분석을 이용하여 2003년 12월에서 2004년 1월에 걸쳐 수행한 설문조사의 결과는 다음과 같다.

1. 설문지의 내용

설문지의 선택지에는 5가지 속성과 3개의 수준이 포함되었다. 표 2에 제시한 것과 같이 5가지 속성은 '연간 에너지 소비량', '주택 면적', '가구 및 가전 기기 설치', '가장 가까운 역까지의 거리', '추가 비용'으로 선정하였고 각 속성은 성능의 유지 또는 증감의 수준 변화를 갖는다. 특히, 에너지 소비량은 태양열 집열기 설치를 통해 14% 절감

설문 조사를 통해 알아보는 주택 환경성능의 가치

[표 2] Attributes of Housing

	Attribute	Level1	Level2	Level3
1	Annual Energy Consumption	Present condition	14% down*	22% down**
2	Floor Area	10m ² down	Present condition	10m ² up
3	Grade of Furniture and home electric applications	20% down	Present condition	20% up
4	Distance from a nearest station	+500m	Present condition	-500m
5	Additional Cost	-3M Yen	+1M Yen	+5M Yen

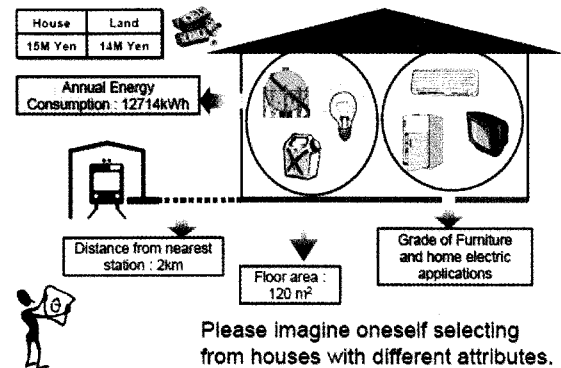
* with solar collector

** with photovoltaic generator (3kw)

가능(수준 2)하며 태양열 발전기 설치의 경우에는 22% 절감이 가능(수준 3)이 가능하다. 이를 응답자에게 인식시키기 위해서 설문지의 문항 앞에 주택의 기본 조건을 포함하였다. 이것은 표 2의 'Present Condition'에 해당하는 것으로 조사대상 지역의 표준주택을 기준으로 하였으며 그 구체적인 내용은 그림 9와 같다. 이 내용을 바탕으로 4가지의 유형으로 응답자의 선호도를 질문을 하였고 응답자의 나이, 성별, 수입 등을 묻는 일반적 사항과 현재 태양광 집열기나 발전기를 사용하고 있는가를 묻는 질문을 첨가하였다. 컨조인트 분석법은 선택법(Choice Experiment method, CE)과 쌍대비교법(Paired Comparison method, PC)의 두 가지 방법으로 질문하였다. 선택법은 3개의 선택지 중 한 가지를 선택하는 방식(그림 10)이며 쌍대비교법은 두 개의 선택지 중 어느 것이 얼마나 마음에 드는가를 선택하는 방식(그림 11)이다. 설문지 문항을 표 3에 정리하였다. 설문 조사는 전화번호부를 이용하여 후쿠오카현 카스가시에 무작위로 우편발송 되었으며 회수율은 11.8%로 118부의 설문지를 회수하여 분석하였다.

2. 설문 결과

그림 12는 설문 응답자의 분포를 나타낸 그래프이다. 남성 응답자의 비율이 높았으며 30대에서 70대의 연령층이 응답을 하였으며 회사원과 은퇴 후 연금 생활을 하고 있는



▲ [그림 9] Present Condition of House

[표 3] Questions in Questionnaire

1	Questions relating to Conjoint analysis (Choice Experiment) 9 times
2	Questions relating to Conjoint analysis (Paired Comparison) 9times
3	Questions relating to importance of 5 attributes for housing (Ranking method)
4	Questions relating to environmental consciousness (Ranking method)
5	Questions on characteristics of answerer ▶ Age, gender, income, profession, family structure, resident status, distance between nearest station and house, frequency of usage of train ▶ Are a solar collector or photovoltaic system installed in your house?

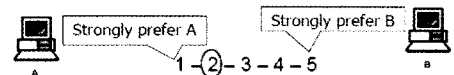
Question

Which PC would you prefer ?



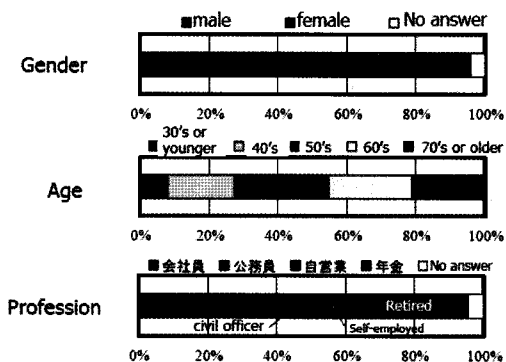
▲ [그림 10] Choice Experiment method(CE)

Question

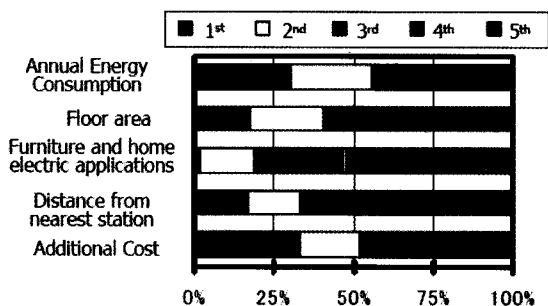


▲ [그림 11] Paired Comparison method(PC)

설문 조사를 통해 알아보는 주택 환경성능의 가치



▲ [그림 12] Sample Characteristics



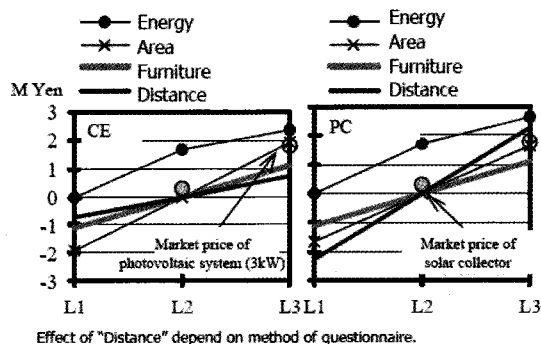
▲ [그림 13] Importance of Attributes from Ranking Method

사람의 비율이 높았다. 결과는 순위법과 컨조인트 분석법을 이용하여 분석하였다. 그림 13은 순위법에 의한 각 속성의 중요도를 나타낸 도표이다. '연간 에너지 소비량'과 '추가 비용'을 1위라도 대답한 응답자의 비율이 높았으며 '가구 및 가전기기 설치'는 중요도가 낮게 평가되었다. 반면에 표 4의 컨조인트 분석법을 통한 MWTP 값을 보면 '주택 면적'의 증가에 대한 가치는 1m² 증가 당 약 19만 엔을 지불할 의사가 있는 것으로 가장 높게 나타났다. '주택 면적'에 이어 '연간 에너지 사용량', '가구 및 가전기기 설치', '가장 가까운 역까지의 거리'의 순서로 나타나 순위법과 결과의 차이가 나타났다. 또한 선택법과 쌍대비교법은 그 결과가 대체로 일치하고 있지만, '가장 가까운 역까지의 거리'에는 비교적 큰 차이가 있다. 두 방법 간의 결과를 수준별로 비교한 것이 그림 14로, '가장 가까운 역까지의 거리'를 제외하고 선호도에 대해 경향에 큰 차이가 없는 것

[표 4] Marginal Willing To Pay

Attribute	Choice Ex.	Paired Com.	Unit
Reduction of Energy	10.902	12.078	Yen per %
Floor area	19.513	16.313	Yen pre m ²
Grade of furniture and home electric application	5.635	5.401	Yen per %
Distance from nearest station			Yen pre m

을 확인할 수 있다. 또한 그림 14에 태양광 집열기와 태양광 발전기의 시장 가격을 표시하였는데 이에 대한 MWTP 값이 시장가격보다 높게 나타났다. 즉, 마케팅 측면에서 두 기기에 대해 올바른 가격이 설정되어 있다고 볼 수 있다. 추가적으로 응답자의 특성별 MWTP를 고찰해 본 결과 아직 자녀를 부양해야 하는 60대 이하의 연령 계층은 주택 면적에 높은 MWTP값을 갖는 것으로 나타났다. 또한 주택 구매 대금을 모두 지불한 집단이 환경(에너지 사용량 절감)에 대해 높은 MWTP를 갖는 것으로 나타나 조사에 의해 평가된 선호도는 현실을 반영하는 결과라고 할 수 있다. 이렇듯 컨조인트 분석은 응답자의 선호를 숫자로 나타내어 비교해 볼 수 있다는 것에 의미가 있다. 또한 환경과 같이 그 가치를 수치화 할 수 없는 대상에 대해 MWTP를 통해 그 금전적 가치를 제공함으로써 앞으로 그 활용도가 기대된다.



▲ [그림 14] Comparison of Factorial Effect between 2 Methods