

中国の環境配慮型住宅における省エネルギー技術の適用に関する研究

Research on the suitability of Energy-Saving Technology in Environmentally Friendly Housing in China

学籍番号 47096762
氏名 趙雨 (ZHAO YU)
指導教員 清家 剛 准教授

1章 研究概要

1-1 研究の背景・目的

近年、中国における急速な経済成長のもと、国民の生活水準が向上と共に、住宅におけるエネルギー消費量が大幅に増えた。しかし、単位当たりのエネルギー消費量は、先進国に比べ、まだ低いレベルであり、2020年までに住宅におけるエネルギー消費量は2000年より倍増する予測が出されている。

このエネルギー消費の拡大を防ぎながら、快適な住環境を獲得するためには、各種の省エネルギー対策を施して環境配慮型住まい環境を形成していく必要がある。政策による省エネルギーの推進が不可欠であるが、現場における省エネルギー技術の適用も非常に重要である。

以上より、本研究では、住宅における省エネルギー技術の適用手法に着目し、中国における環境配慮型住宅の現状を把握したうえで、要素技術に対して分析を行い、問題の発見及び今後の課題の提示を目的とする。

1-2 研究対象・方法

近年、政府は建築における省エネルギー一環として、環境配慮型住宅のモデルプロジェクトを推進してきた。本研究では、それらのモデルプロジェクト及び環境配慮住宅に認定された事例を対象に、事例を収集した。

そのうち、特に人口密度が高く、エネルギ

ー消費量が多い寒冷地区と夏暑冬寒地区(中国の気候区分地域)に注目した。地域における省エネルギー技術の適用現状を把握するため、寒冷地区では大連市、夏暑冬寒地区では上海市を選定し、2都市の6事例について現地調査を行った。また、都市部と異なる経済発展をしてきた農村地域の事例を1事例調査した。

また、本調査で得られたデータをもとに全国範囲、地域範囲、調査事例と3段階に分け、分析した。調査事例の分析は、上海と大連、2都市の事例の比較分析をメインとして、農村地域の事例との比較分析も行った。

2章 環境配慮型住宅における省エネルギー技術・制度の整理

2-1 省エネルギー技術の抽出

調査対象の省エネルギーを抽出する際に、「自立循環型住宅の設計ガイドライン」^①(以下「ガイドライン」と称する)を参考にした。「ガイドライン」によると、省エネルギー技術は、「自然エネルギー活用技術」、「建築外皮の熱遮断技術」、「省エネルギー設備技術」に分類される。

本論では、気候環境が異なる地域の事例を調査し、地域性が見られる省エネルギー技術に注目したため、地域との関係性が薄い「省エネルギー設備技術」は調査対象から除外した。

また、「自然エネルギー活用技術」と「建築外皮の熱遮断技術」を合わせると、7つの要素技術がある。そのうち、政府により促進している太陽熱利用、断熱技術に注目した。

2-2 省エネルギー方針・法制度

政府は、「国家中長期科学技術発展規画綱要（2006～2020年）」の中で、資源節約型の都市建設を目指す考えを明らかにしたのち、建設部は「建設事業『第11次5ヵ年』重点推進技術分野」を制定した。省エネルギー技術に関しては、断熱技術、再生可能エネルギー技術などを推奨した。

また、一層有効に「綱要」を実行するため、政府は「再生可能エネルギー法」、「省エネルギー法」などの関連法律、法規の制定を共にした。建築省エネルギー関連は、「民用建築省エネルギー条例」を制定した。

2-3 省エネルギー設計基準・評価システム

1993年から実施した「民用建築熱工設計規範」は全国範囲の設計基準である。これは、後に規定された「民用建築省エネルギー設計基準（採暖居住建築部分）」、「夏暑冬寒地区居住建築省エネルギー設計基準」、「夏暑冬暖地区居住建築省エネルギー設計基準」、地域別省エネルギー基準の基礎となっている。

表1 全事例の統計

| プロジェクト | 件数 |
|------------------------|-----|
| 緑色建築認定事例（住宅） | 11 |
| A級住宅性能認定事例 | 220 |
| 中国人居環境金牌テストプロジェクト | 20 |
| 健康住宅モデルプロジェクト | 45 |
| 再生可能エネルギー建築応用モデルプロジェクト | 69 |
| 康居モデルプロジェクト | 144 |
| 緑色生態住宅モデルプロジェクト | 33 |
| 合計 | 542 |

注：複数認定を含む件数

既往研究によれば、地域別省エネルギー基準の各基準値は、既に日本のような先進国と同程度のレベルになってきていることが分かる。しかし、現状ではいずれも義務化されていない。一方、上海、大連のような大中都市では、国の地域別省エネルギー基準より厳しい地方の省エネルギー基準が実行されていて、全国における省エネルギー基準の実行はバラつきが見られる。

3章 文献調査による環境配慮型住宅事例の統計・分析

3-1 全国における環境配慮住宅の分布

政府が推進するモデルプロジェクト、環境配慮型住宅に認定された事例を対象に事例を収集した。5つのプロジェクトと2つの認定制度から542件を集めた。

収集した事例は、地域別件数で見ると、江蘇省70件、浙江省54件、山東省46件、広東省36件、遼寧省31件という順になり、いずれも沿岸地域である。北京、上海のような大都市は事例が多く、農村地域の事例は僅か1件だった。即ち、環境配慮型住宅の分布は、沿岸地域や大都市に集中する傾向が見られる。

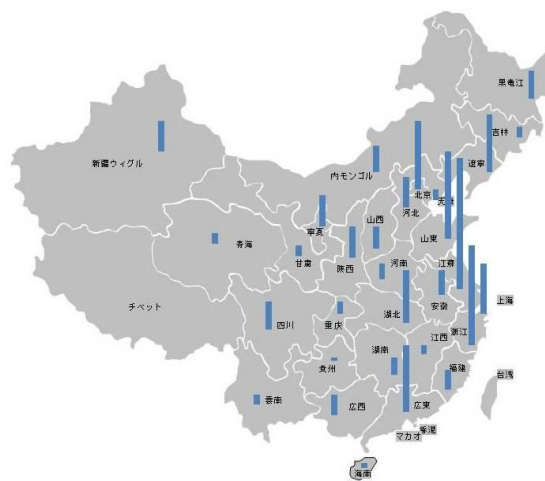


図2 地域別事例の分布

3-2 上海・大連の事例統計及び分析

また、両地域の 24 事例を対象に文献調査をした結果、建設部が推進する断熱技術、太陽エネルギー利用技術の導入率は高い傾向が見られる。一方、地域別の技術導入率を見ると、断熱技術は両地域とも 100%。他の省エネルギー技術に関しては、昼光利用を除いて、全て上海の方が導入率高い傾向が見られる

表 2 上海・大連における省エネルギー技術の導入率

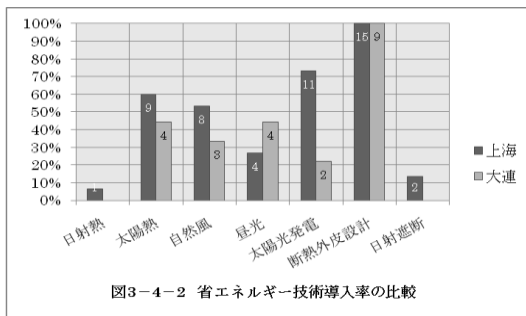


図3-4-2 省エネルギー技術導入率の比較

4章 事例調査の結果及び比較分析

事例調査は、7 事例を対象に行い、同時に研究機関、メーカーのヒアリング調査も行った。調査結果を整理する際に、一部文献資料で補った。その結果を、表 3 にしてまとめた。

4-1 上海・大連における事例の分析

断熱技術の適用及び分析

【外壁の断熱】事例調査では、外壁の断熱が主に外断熱であり、大連は上海に比べ、より厚い断熱材が使用される傾向が見られるものの、両地域における外壁断熱技術の適用現状を説明するには不十分である。そのため、上海では設計会社、大連では、大学の研究者、メーカーの方にヒアリング調査を行った。

ヒアリング調査により、以下の実態を明らかにした。集合住宅の断熱は主に外断熱が採用されている。断熱材は、主に EPS (ビーズ法発泡スチロール)、XPS (押出ポリスチレン)、PU (ポリウレタン) といったプラスチック系

のものである。上海では EPS50 mm、大連では EPS70~80 mm、XPS50mm が一般的に使われている。

また、最も多く使われている ESP 断熱の施工現場、生産工場を調査したところ、技術的に改善が必要とする部分が見られた。

【窓の断熱】上海では、真空ペアガラスがよく使われることに対して、大連では、ダブル真空の 3 枚ガラスがよく使われている。ガラスの種類は、両地域とも断熱性能高い LOW-E ガラスが使用されているケース多い。また、上海ではアルミ断熱サッシがよく使われている一方、大連ではアルミ樹脂サッシが多く使われている。

太陽熱利用技術の適用及び分析

真空管式の集熱器は主流であり、補助熱源は主に電力で賄うなどの共通点がある。両地域の 6 事例では、集熱器の設置位置または角度を配慮するなど、地域に適合する技術の応用手法が見られなかった。一方、都市部の住宅は高層化が進んでおり、太陽熱利用に不利な環境のなか、全世帯対象に太陽熱温水システムを導入する事例が多かった。

調査事例は、水・熱循環システムによる分けると、集中集熱集中供給型 (事例 W)、集中集熱分散供給型 (事例 X)、独立型 (事例 S,J)、混合型 (事例 D) に分類できる。集中集熱型の事例 W、事例 X は、熱を共有することによって、熱損失の低減を図るものの、使用順序によって、熱の分配で不公平が起りやすい。一方、独立型の事例 S、事例 J は、集熱器がバルコニーに設置することによって、全世帯における太陽熱温水システムの導入が実現したものの、設置角度が集熱に不利であるうえ、低層部における日照時間が短いため、集熱率が低いと考えられる。

また、事例 X では、蓄熱槽の設置位置が生活スタイルに合わず、住まい手によって移動されたケースがある。事例 J ではサンルーム工事の場合、集熱器を外さなければならない。事例 S では、落下物による集熱器の破損が見られた。

他の省エネルギー技術の適用及び分析

上海は緯度が低く、夏の日射量が多いため、事例 B では、オーニング、ロールスクリーンなどの日射遮断技術が適用された。

一方、大連は山が多く、海に近いので、自然風の利用が有利である。事例 D、事例 X では、卓越風を取り組むことを重視する敷地計画が行われた。事例 J では、風力発電技術が適用された。

4-2 農村・都市における事例の比較分析

事例 T と事例 X、J、D とも寒冷地区に属する。しかし、農村地域は都市部のような地域暖房システムが普及されていないのが現状である。そのため、事例 T では、太陽熱温水利用システムだけではなく、暖房システムも同時に導入した。また、都市部では、太陽熱利用システムの補助熱源は主に電力が使われて

いることに対し、事例 T では、石炭や、農業廃棄物が利用できる高効率小型ボイラーが適用され、農村地域の自然環境、経済環境を配慮した技術の適用手法である。

4-3 まとめ

断熱技術の適用に関しては、両地域とも地方の省エネルギー基準に従って、設計を行ったため、技術の適用手法について相違点が見られる。一方、施工方法については、まだ改善する余地がある。

太陽熱利用に関しては、全世帯対象に太陽熱温水システムを導入する事例が多かったが、いずれも技術的な欠点が見られる。また、安全面の対策、住まい手への配慮が欠けている部分がある。

5章 おわりに

今後、環境配慮型住宅の推進は沿岸地域だけではなく、内陸地域や、農村地域に必要である。一方、断熱技術や、太陽熱利用といった省エネルギーの適用は、技術的な向上と共に、安全面への配慮、住民の生活習慣への配慮も十分検討する必要がある。

表3 調査事例の概要（上：断熱技術 下：太陽熱利用技術）

| 所在 | 項目 | 窓の断熱 | | 屋上の断熱 | 外壁の断熱 | | | |
|----|-----|--------------|-----|----------|-------|-----|------|----------------|
| | | ガラス | サッシ | 断熱材 | 断熱技術 | 断熱材 | 厚み | 省エネ率 |
| 上海 | 事例S | 複層真空LOW-E | アルミ | XPS | 外断熱 | EPS | — | 50% |
| 上海 | 事例B | 複層真空 | 樹脂 | EPS | 外断熱 | EPS | 50mm | 1,2期50%、3期65% |
| 上海 | 事例W | 複層真空LOW-E | アルミ | XPS25mm | 外断熱 | XPS | 25mm | 50% |
| 大連 | 事例X | 3層真空LOW-E | 樹脂 | EPS 80mm | 外断熱 | EPS | 60mm | 65%、5期8区3号棟75% |
| 大連 | 事例J | 北:3層真空南:複層真空 | 樹脂 | XPS | 外断熱 | XPS | 50mm | 65% |
| 大連 | 事例D | 3層真空 | 樹脂 | XPS | 外断熱 | XPS | 50mm | 69%、75% |
| 北京 | 事例T | 二重窓 | 樹脂 | EPS60mm | 建材一体型 | EPS | 30mm | 40% |

| 所在 | 項目 | 太陽熱利用システム | | | | | | | |
|----|-----|-----------|-------|---------|-------------------------|----------------------|------|-------|-------|
| | | 集熱器 | 設置場所 | 設置方式 | 設置角度 | 蓄熱槽 | 補助熱源 | 用途 | 対象 |
| 上海 | 事例S | 真空管 | バルコニー | 建築一体型 | 3期90° 4期78° 1階60° | 2DK以上150L 1DK100L | 電力 | 給湯 | 全世帯 |
| 上海 | 事例B | 真空管 | 屋上 | 架台 | — | — | 電力 | 給湯 | 最上階のみ |
| 上海 | 事例W | 真空管 | 屋上 | 架台 | — | — | 電力 | 給湯 | 単身棟のみ |
| 大連 | 事例X | 平板式 | 屋上 | 架台 | 約45° 目視 | 100L | 電力 | 給湯 | 全世帯 |
| 大連 | 事例J | 真空管 | バルコニー | 建築一体型 | 約80° 目視 | 150L | 電力 | 給湯 | 全世帯 |
| 大連 | 事例D | 真空管 | 屋上、壁面 | 架台建築一体型 | 55°、90° | 140L | 電力 | 給湯 | 全世帯 |
| 北京 | 事例T | 平板式 | 屋根 | 建築一体型 | 約35° 目視 | 200L | 石炭薪 | 給湯、暖房 | 自宅 |