技術総説

光色と快適居住環境[†]

—光色による冷暖房省エネ効果について—

石川 泰夫*

1. まえがき

私達は昔から生活の知恵として、夏の暑さをしのぐため窓べに、すだれやレースのカーテン、風鈴などを掛け採光との調和を図りながら、また、内装飾品をガラス系の涼を呼ぶ置物に置換え、人間の五感を有効に刺激し涼しさを演出してきた。

一方、冬になれば、暖色系のカーテンに取替え、室内の応接セットに毛皮を掛け、暖色系のテーブルクロスで視覚による暖かさの演出に心掛けてきた。

たしかに、同じ食べ物を食べるにしても、きれいな器に盛り、美しい庭園を眺め、心なごむ BGM を聞きながら楽しい会話を交わして食べるのと、殺伐とした単身赴任の部屋で、会話もなく、ただ黙々と健康維持のため食べる同じ食事では、味は勿論のこと、消化にも影響することは確かである。

しかしながら、これらの経験的事実を定性的には納得しても、定量的な裏付けがないのも事実である。

私共の研究室では平成元年から、室内の光色を変化させ人間の温冷感、満足感、快適感に刺激を与え、快適居住環境を維持する冷暖房消費エネルギーの変化を定量的に計測し、夏には寒色系の6700Kの昼光色蛍光灯を、逆に冬は暖色系の3000Kの電球色蛍光灯を使用する事で、冷暖房消費エネルギーが5～8%省エネに作用することを検証した。

2. 実験施設の概要

検証実験は2ヶ所の実験室で、全く別の被試験者を使い自社試験と依頼試験で実施した。

東北地方の平均的居間を想定して、広さは8畳相当とし壁、床、天井の内装色には無彩色のものを用了。

平均演出評価数は84～85、平均照度はテーブル上で400 Lx一定とした。

照明設備は乳白パネル付きの照明器具による全般照明とし、既存の住宅照明の色温度範囲3000～7000Kの両端に相当する3000K（電球色）と6700K（昼光色）を選定した。実

験室建屋は高気密、高断熱構造とし、ふく射の影響を極力排除すると共に、室温はヒートポンプエアコンで構築し室内温度分布の均一性、直立性、気流、湿度などについては、熱的快適感の検証に影響が出ないように配慮した。

図1に実験室の状況を示した。

図1 色温度3,000K

3. 実験条件・方法

被試験者の着衣量は冬は1.0クロー、夏は0.5クローで統一し実施した。

また、活動量（代謝量）は1.1～1.2メットとし、季節感を考慮し、冬期間に冬の実験を、夏期に夏の実験を行うよう配慮し、国際規格 ISO-7730 に準じ、PMV スケールで実施した。

実験は、各被試験者の当日の体調をチェックし、依頼試験は、試験に先立ち被試験者の実験前の視覚生理的影響を取り除くため、空調条件のみが設定された真暗な実験室に、

[†] Energy-saving effect of heating/Cooling system by illuminant colour.

* Yasuo Ishikawa 紹介者 村上 孝一

東北電力株式会社応用技術研究所電気利用研究室長
〒981 仙台市青葉区中山7-2-1

試験着衣の被試験者を30分入室させ、設定空調条件に順応させた後、照明を点灯して、点灯直後と点灯から10分置きに30分アンケート用紙に記載させる方法で、一方、自社試験では、既に照明が点灯し、設定空調条件に成っている部屋に、試験着衣の被試験者を入室させ、入室直後と入室から10分置きに継続して150分間、温冷感、快適感、満足感などについて、7段階評価をデスクトップ端末器のキーボード操作で答える方法で実施した。

いずれの試験でも、実験中は、被試験者座席付近の室温湿度、気流、放射温度を連続して測定し、室内PMVを確認した。

冷暖房試験とも、依頼試験の被試験者数は18～22才の学生の中から選別された6人（男性、女性5）により繰返し6回実施した。一方、自社試験では選別された30～45才の女性65人（固体数）を、4人一組にして、試験内容をアトラダムに、繰返し2回実施する方法で行った。

4. 試験結果と考察

夏・冬とも、照明光に対する暖色、寒色といった視覚的印象は、室温にかかわらず持続し、温冷感や体感温度に光色が影響し、暖色系の電球色蛍光灯の下では暖かみが増し

逆に、寒色系の昼光色蛍光灯の下では涼しさが増す傾向が見受けられた。

図2に冬期の図3には夏期の見掛けの温冷感と滞在時間との関係を、図4には冬期の図5には夏期の見掛けの温冷感と室温との関係を示した。

また、満足感・快適感には照度と光色が影響し、照度が低くなると、満足感・快適感とは下がる傾向が見られた。いずれの試験でも、申告値には多少の差はあるものの、電球色と昼光色による蛍光灯照明の比較では、夏は昼光色の方が満足感・快適感とも、高温側のニュートラルゾーンで、約1℃程度省エネ側にシフトし、逆に、冬は、電球色のほうが低温側のニュートラルゾーンで1℃程度省エネ側にシフトする傾向が見受けられ、この傾向は持続した。

図6に快適感・満足感に関する冷房時の主観評価結果を、図7には暖房時の主観評価結果を示した。

夏と冬の快適温度が異なるのは着衣量が異なるからで、また、夏期に快適温度幅が狭く成るのは冬に比べ着衣量が少ないからである。

図8にはこの実験で使用した室内温度と冷暖房投入熱量との関係を参考に示した。

また、PMVのスケールは+3が暑い(非常に快適)、+2

図2 冬期の温冷感と滞在時間

図4 冬期の温冷感と室温

図3 夏期の温冷感と滞在時間

図5 夏期の温冷感と室温

図6 夏期の満足感・快適感

図7 冬の満足感・快適感

は暖かい(快適), +1はやや暖かい(やや快適), 0はどちらでもない, -1はやや涼しい(やや不快), -2は涼しい(不快), -3は寒い(非常に不快)の7段階区分を意味している。

5. おわりに

多様化する社会構造の中で, 生活レベルを失速させたり減速させることなく, 環境保全, 省エネルギーに貢献するためには, 機器単体の高効率化は勿論のこと, システムとしての省エネを考える必要がある。

人間の五感を巧みに刺激し, 照明とヒートポンプエアコ

図8 室内温度と投入熱量
(広さ8畳, 100mm断熱材)

ンをシステムとして組合せ, 夏には昼光色蛍光灯を使うことで, 室温を1℃程度高くしても, 逆に, 冬には電球色蛍光灯を使うことで, 1℃程度室温を低くしても快適居住環境は維持され, 冷暖房消費エネルギーが概略5~8%程度省エネになることを指摘した。

積極的に省エネを吐出させるためには, 簡易簡便型の光色切替照明器具の開発とヒートポンプに光色検出機能を持たせたりモコンセンサの開発が必要である。

常時, 冷暖房を稼働し照明を点灯している事務所ビルへの適用はより効果的であると言える。

小型で軽量の光色切替型の照明器具の開発に時間が掛かる現状を考えると, 早急に実施するために, 当面は, ヒートポンプのリモコンセンサに光色検出機能と省エネバイパス機能を持たせ, 暖房主体の東北地方では, 極力, 暖色系の電球色蛍光灯を多量に販売し, 逆に, 冷房主体の関西・中国・四国・九州には, 寒色系の昼光色蛍光灯を主に販売するなどの知恵も欲しいものである。(受付1993年7月26日)

参考文献

- 1) 石川, 他: 光色の効果の存在, 照学大全 (H3)
- 2) 石川, 他: 光色の効果の持続性, 照学大全 (H3)
- 3) 石川, 他: 夏期の光色の効果の持続性, 照学大全 (H4)
- 4) 石川, 他: 照明雰囲気と光色の関係, 色学誌 (H3)
- 5) 石川, 他: 光色と室温の影響, 色学誌 (H4)
- 6) 石川, 他: 光色と滞在時間の影響, 色学誌 (H4)

いしかわ やすお
石川 泰夫君

昭和9年7月12日生れ。昭和33年3月岩手大学工学部電気工学科卒業。昭和33年4月東北電力株式会社入社。仙台火力発電所技術課長, 新仙台火力発電所次長, 東新潟火力発電所副所長を経て, 現在, 応用技術研究所電気利用研究室長, 主として電力負荷平準化に関する機器開発, 快適居住環境と省エネルギー, コージェネレーション, 電気自動車などの研究に従事現在に至る。日本冷凍協会, 日本熱物性学会会員。