

環境音、室温、色彩が温熱感覚に与える影響

合掌 顕*¹、松原斎樹*²、藏澄美仁*²*¹ 岐阜大学地域科学部、*² 京都府立大学人間環境学部

The influence of environmental sounds, ambient temperature and color on thermal sensation

Akira Gassho*¹, Naoki Matsubara*², Yoshihito Kurazumi*²*¹ Gifu University (gash@cc.gifu-u.ac.jp)*² Kyoto Prefectural University (n_mats@kpu.ac.jp)

ABSTRACT; The purpose of this study was to clarify the combined effects of environmental sound, temperature, and color on thermal sensation. The subjects were 40 male students. They were exposed to six kinds of environmental sound under the conditions, consisted of two kinds of color (orange and light blue) and five degrees of temperature (27.0, 28.5, 30.0, 31.5 and 33.0 °C). The color stimulus was presented by the color of curtains which covered the walls of experimental chamber. Thermal sensation and the thermal comfort vote were measured using a 7-point scale. These scales were prepared to evaluate the thermal environment specifically. We prepared 19 SD scales to rate the impression of the whole room as a nonspecific evaluation. The result of this study showed that the sound of stream, autumn insects and wind chimes made the environment feel more "cool". On the other hand, the sound of Robust cicada has no significant effect under the high temperature environment. These results suggest that the environmental sound has effect to mitigate the influence of temperature.

1. はじめに

赤やオレンジといった色彩が暖かく感じられ、青などの色彩が涼しく感じられる、いわゆる暖色・寒色という考えは広く一般に信じられている。Bennett and Rey¹⁾はこれを hue-heat 仮説と呼び、その後暖色・寒色を利用した省エネルギー効果についての研究²⁻³⁾がいくつか行われたが、Fangerら³⁾以外には色彩の効果を明確に実証した研究は無く、またFangerらもその効果について「実用的ではない」と結論している。

一方 環境音が人間の感覚に与える影響についてもいくつかの研究が行われているが、温度感覚との関連について検討している研究は少ない⁴⁻⁵⁾。

筆者ら⁶⁾は鳥や蝉の声など6種類の環境音を2種類の色彩（橙、薄青のカーテン）と2種類の温度条件（冬期：20℃・24℃、夏期：24℃・29℃）に組み合わせて被験者に呈示し、その空間全体のイメージおよび温冷感を評定させる実験を行った。この結果、特に空間の涼暖の印象（涼暖感）では音の有無と室温、色彩の間に交互作用が見られ、また、この複合効果は環境音の種類によって異なっていることが明らかになった。また、この結果をさらに詳細に検討

するために温度条件をより細かく設定して行った実験⁷⁾では、環境音の影響は涼暖感だけではなく、温度に特異的な尺度である温冷感にも影響を与えていること、環境音の種類によって温熱感覚に与える影響が異なり、川のせせらぎや秋の虫、風鈴といった音は涼暖感、温冷感の両方に影響し、呈示によってより「涼しく」感じられるのに対し、道路交通音やピックアップハンマー等、「不快」と感じられる音では特定の色彩条件でのみ涼暖感に影響し、温冷感には影響しないといった傾向が見られること等を明らかにしている。また、この実験は室温条件を中立温度より低温側に設定して実験を行ったが、蝉の声を呈示した際

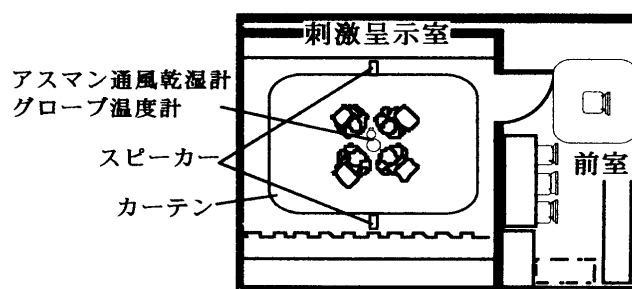


Fig. 1 Experimental chamber

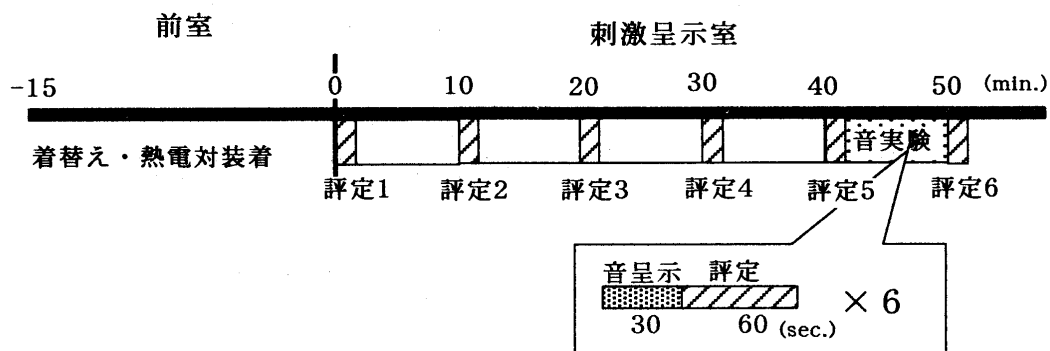


Fig. 2 Time schedule of experiment

には、色彩に関わらずより「暖かい」と評価されていた。この結果はMatsubara et al.⁸⁾が指摘しているように、環境音が呈示された環境の不快感を軽減するような形で温熱感覚に影響を与えている可能性を示唆している。

そこで本研究では室温条件を中立温度より高温側に設定した実験を行い、上記のような環境音の効果が異なった温熱条件下でも見られるのかどうかについて検討することを目的とした。

2. 方法

実験室：実験は京都府立大学人間環境シミュレーターで行われた (Fig. 1)。実験室は前室と刺激呈示室から構成されていた。刺激呈示室の壁面はカーテンで覆われており、色彩刺激はこのカーテンの色によって呈示された。前室の壁面は無彩色 (白) のカーテンで覆われた。また、環境音はカーテン外側に設置されたスピーカーによって呈示された。

被験者：男子学生40名とし、5段階の温度条件にランダムに振り分けられた。被験者は白色のU首半袖シャツ、スラックス、ソックスを着用した。着衣のCLO値は約0.4であった。

実験条件：2段階の色彩条件 (オレンジ【2.5YR6/16】・薄青【2.5PB9/6】) と5段階の温度条件 (27.0℃、28.5℃、30.0℃、31.5℃、33.0℃) のもとで6種類の環境音 (ミンミンゼミ【RC】、せせらぎ【ST】、交通音【TN】、秋の虫【AI】、ピックハンマー【PH】、風鈴【WC】) を呈示した (Table 1)。色彩・音条件を被験者内要因、温度条件を被験者間要因とした。前室の温度は27.0℃に、湿度は全条件で50%に設定されていた。

評価尺度：空間全体の印象 (19対の7段階形容詞対) および温冷感 (7段階尺度)、熱的快適感 (「非常に不快」から「非常に快適」までの7段階尺度) を用いた。なお、温度感覚に関する尺度としては室

Table 1 Experimental conditions

室温 (℃)	色彩	環境音	Leq [dB(A)]
27.0	オレンジ	暗騒音 (BG)	43.8
28.5	(2.5YR6/16)	ミンミンゼミ (RC)	66.3
30.0	青	せせらぎ (ST)	61.3
31.5	(2.5PB9/6)	道路交通音 (TN)	65.6
33.0		秋の虫 (AI)	60.3
		ピックハンマー (PH)	68.3
		風鈴 (WC)	46.5

温に注目させた「温冷感」と空間の印象として聞いた「暑い-寒い」、「暖かい-涼しい」尺度を用意した。

手続き：1回につき4名の被験者が実験に参加した。被験者は前室に約15分滞在し、温度への順応と着替えを行った。環境音の呈示は被験者が刺激呈示室に入室して40分後に開始され、音を30秒間呈示した後60秒間で評定を行ってもらった (Fig. 2)。なお、空間全体の印象を評定してもらう際には「この空間について評定して下さい」と教示し、音に特異的な評価がなされないよう留意した。音の呈示順序はランダムとした。2回の実験終了後、被験者には報酬が渡された。

3. 結果及び考察

本報では環境音と室温、色彩が温熱感覚に与える影響について検討するため、空間の印象の内「暖かい-涼しい」尺度 (涼暖感)、および「温冷感」評定値について分析を行った。

涼暖感、および温冷感について室温、色彩、環境音の有無を要因とした3元配置分散分析を行った結果 (Table 2)、涼暖感については全ての環境音で色彩の主効果が有意であり、オレンジ色呈示条件では青色条件に比べ空間がより「暖かく」感じられていた (Fig. 3~8)。一方、室温の主効果はTNで有意傾向が見られた以外は有意差は見られなかった。環境音の主効果はST、AI、WCにおいて有意に見られ、

Table 2 Results of 3-way ANOVA on the impression of "warm-cool" and thermal sensation
(Independent variables: temperature, color, environmental sound and these interactions)

	室温 (t)	色彩 (c)	環境音 (s)	t×c	t×s	c×s	t×c×s
涼暖感	ミンミンゼミ (RC)	1.989	11.336**	0.153	0.518	1.030	0.213
	川のせせらぎ (ST)	1.241	10.949**	50.489***	0.310	1.663	0.085
	道路交通音 (TN)	2.486+	11.911***	1.127	0.616	0.886	0.162
	秋の虫 (AI)	1.465	10.034**	52.889***	0.442	1.218	0.049
	ピックハンマー (PH)	1.111	9.066**	0.154	0.647	2.955*	0.372
	風鈴 (WC)	0.932	10.511**	56.910***	0.617	0.902	0.172
温冷感	ミンミンゼミ (RC)	7.337***	0.131	1.154	0.582	0.880	1.409
	川のせせらぎ (ST)	6.267***	0.009	34.076***	0.944	0.459	0.710
	道路交通音 (TN)	9.686***	0.346	2.871+	0.895	0.225	2.152
	秋の虫 (AI)	6.296***	0.047	20.837***	1.701	1.220	1.212
	ピックハンマー (PH)	8.906***	0.053	0.891	1.542	0.722	1.129
	風鈴 (WC)	6.853***	0.059	19.417***	1.455	0.593	1.929

+ : p > .10, * : p > .05, ** : p > .01, *** : p > .001

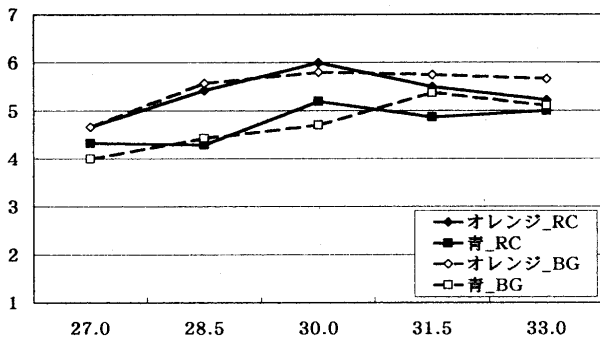


Fig. 3 The ratings of the impression of "warm-cool" on the combined condition of color, sound and temperature (RC)

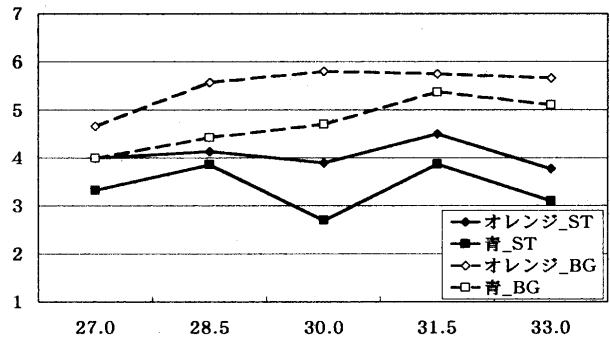


Fig. 4 The ratings of the impression of "warm-cool" on the combined condition of color, sound and temperature (ST)

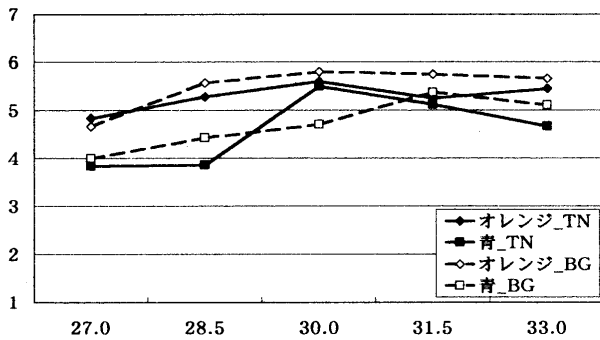


Fig. 5 The ratings of the impression of "warm-cool" on the combined condition of color, sound and temperature (TN)

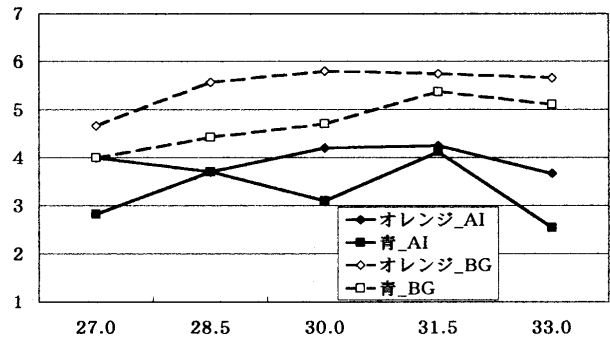


Fig. 6 The ratings of the impression of "warm-cool" on the combined condition of color, sound and temperature (AI)

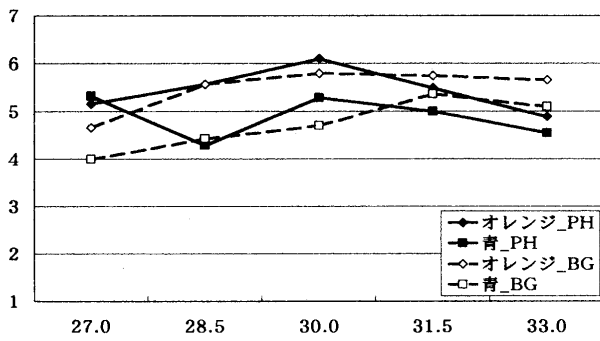


Fig. 7 The ratings of the impression of "warm-cool" on the combined condition of color, sound and temperature (PH)

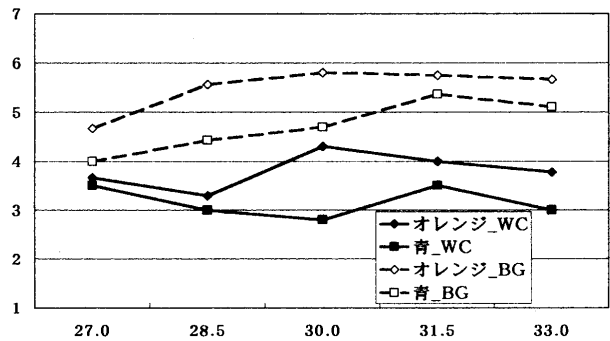


Fig. 8 The ratings of the impression of "warm-cool" on the combined condition of color, sound and temperature (WC)

環境音が呈示されることによってより「涼しく」感じられていた。これら3種類の環境音についての結果は前報の結果と同様であり、これらの音が涼暖感に与える効果が中立温度より高い温度条件においても生じることが確認された。また、前報ではRCについても有意な主効果が見られ、音が呈示されることによってより「暖かく」感じられていたが、本報では有意な影響が見られなかった。これは前報と本報における室温条件の違いが影響したものと考えられ、低温度条件では室温による不快さ・寒さを補うように働いていたのに対し、高温条件では「暖かさ」を感じることはより不快感を生むために機能しなかったと推察される。また前報の結果によればST、AI、WCも21℃条件等では27℃条件等に比べ「涼しく」感じる効果が小さい傾向が見られたことから、環境音の呈示はMatsubara et al. (2004)が指摘しているように、温熱環境によるストレスを軽減させるように機能している可能性がより明確にされたと考えられる。また、PH呈示条件では室温と環境音の有意な交互作用が見られ、比較的高温の条件では音の効果は見られないものの、中立温度付近の条件では音の呈示によってより「暖かく」感じられていた。

温冷感では色彩の主効果はいずれの音を呈示した際にも見られず、一方室温の主効果はどの音条件でも有意であった。環境音による効果は涼暖感と同様にST、AI、WCで有意に見られ、TNで有意傾向が見られた。ST、AI、WCについての結果は前報と同様の結果であり、温冷感という室温に注目させた評価では色彩の効果は見られないのに対し、環境音はより「涼しく」感じさせることが確かめられた。一方TN条件における有意傾向は前報では見られなかった結果であり、今後検討する必要がある。

4. まとめ

本研究では室温条件を中立温度より高温側に設定し、室温、色彩、環境音が涼暖感、温冷感に与える影響について被験者実験により検討した。その結果、環境音は非特異的な評価である涼暖感だけではなく、温度に特異的な尺度である温冷感にも影響を与えることが確認された。また、環境音の種類による影響の違いについては、川のせせらぎや秋の虫、風鈴といった音が空間をより「涼しく」感じさせる効果が高温条件においても生じることが確認された。一方「ミンミンゼミ」呈示条件については、室温条件を中立温度より低温側に設定した前報ではより「暖かく」感じさせる効果が見られたが、本研究では見

られなかった。これらの結果より、環境音の呈示は温熱環境による不快さを軽減させるように機能している可能性がより明確に示された。しかし、本研究では要因間の交互作用が見られない等、前報の結果と異なっている点もあり、今後の検討が必要である。

謝辞

本研究の一部に平成14年度科学研究費補助金基盤研究C(2)14580123(代表者 松原斎樹)の助成を受けた。また、本実験を行うにあたり京都府立大学環境心理行動学研究室・人間環境工学研究室の皆様にご多大のお世話になりました。記して感謝いたします。

参考文献

- 1) Bennett, C.A. and Rey, P.: What is so hot about red? *Human Factors*, 14, pp.149-154, 1972
- 2) Houghten, F.C. et al.: Sensation of warmth as affected by the color of the environment *Illuminating Engineering*. 35, pp.908-914, 1940
- 3) Fanger, P.O., Breum, N.O. and Jerking, E.: Can color and noise influence man's thermal comfort? *Ergonomics*, 20, pp.11-18, 1977
- 4) 松原斎樹他: 室温、色彩、環境音の複合環境の心理評価に関する研究 その1 hue-heat 仮説に関する冬期実験結果、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-1、pp.785-786、2003
- 5) 長野和雄他: 環境音、室温、照度の複合環境評価に関する基礎的考察、日本建築学会計画系論文集、NO.490、pp.55-61、1996
- 6) Matsubara, N. et al.: Psychological effects of environmental sounds under combined environment of temperature and color, *Archives of Complex Environmental studies* 2003
- 7) 合掌頭他: 室温、色彩、環境音の複合環境の心理評価に関する研究 その2 環境音が涼暖感、温冷感に与える影響、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-1、pp.787-788、2003
- 8) Matsubara, N. et al.: Facilitatory effects of environmental sounds on hue-heat phenomena, *Proceedings of ICA 2004*, 2004