

視覚と聴覚の相互作用による環境の印象操作

政倉祐子・一川 誠

山口大学大学院 理工学研究科

〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1

(受付：2003年2月5日；改訂稿受付：2003年4月9日；受理：2003年5月7日)

How Does the Interaction between Vision and Audition Improve the Effects on Deciding Impression of Environment?

Yuko MASAKURA and Makoto ICHIKAWA

Graduate School of Science and Engineering, Yamaguchi University

2-16-1 Tokiwadai, Ube, Yamaguchi 755-8611

(Received 5 February 2003; Received in revised form 9 April 2003; Accepted 7 May 2003)

The method of psychological active control, in which a neutral or pleasant sound (masking sound) is superimposed on an unpleasant sound, is effective in increasing the pleasantness of the auditory environment. In present study, we examined the effects of presenting a masking sound with a motion picture in psychological active control. We presented a type of masking sound (music) and one of the three types of motion pictures (road traffic picture, dynamic noise, natural picture) with one of the two types of noise sounds (road traffic noise, white noise). Presenting road traffic picture with road traffic noise, and natural picture with white noise, reduced the unpleasantness of the noise sounds. These results suggest that presenting motion picture with masking sound is effective in increasing the pleasantness of environment. This effect was restricted to the case in which the pictures are situationally matched with the noise sounds. Also, our results showed that the effect depends on the level of noise sound.

1. はじめに

1.1 環境に対する印象

本研究では、人間の視聴覚の知覚特性を利用することによる環境の快適性向上を取り扱う。従来の研究においては、音環境の快適性を向上させるために、やかましさを低減することが主要な課題と考えられてきた^{1,2)}。本研究では、主観的なやかましさを低減に加え、環境の快適性に関わる印象として快感と落ちつき感を測定することにより、環境に対する印象の改善についても検討する。環境の快適性を取り扱うためには、音や映像に対する印象を調べるだけでは十分ではない。そのため、本研究では様々な音や視

覚情報が存在する環境の総合的な印象を研究対象としている。視聴覚情報の操作によって、環境に対する印象を改善しうる手法確立のための基礎となる知見を得ることを目的とする。以下の2節で、音環境のやかましさを印象改善のための手法および視聴覚相互作用についての先行研究を概観しておく。

1.2 心理的アクティブコントロール

環境の快適性向上のために人間の知覚特性を利用した手法として、不快でない音(マスク音)によって不快な音(騒音)を覆い隠す心理的アクティブコントロールがある^{1,3)}。この手法では、騒音にマスク音を重ねて提示することによって、騒音のみ提示した場合よりも物理的な音の

レベルは増加する。しかしながら、主観的なやかましさが低減され、環境に対する印象も改善される。例えば、Namba et al.¹⁾の実験において被験者は、約 70 dB の交通騒音のみ提示したときよりも、同じ交通騒音に 40 dB もしくは 50 dB のピンクノイズ（パワーが周波数 f に反比例して小さくなる周波数分布をもつランダムな信号）を加えて提示したときの方が、静かであると判断した。つまり、ピンクノイズには交通騒音の主観的強度（主観的なやかましさ、loudness）を低減する効果があった。この結果は、心理的アクティブコントロールが音環境の快適性向上に有効な手法であることを示している。また、政倉・一川³⁾の実験においては、マスク音としてピンクノイズ以外に音楽を用い、マスク音の種類がやかましさと印象（不快感や落ちつかない印象）に及ぼす影響について検討した。その結果、マスク音として気分の落ちつく音楽を用いた場合、印象が改善されることが見出された。ただし、この改善効果はマスク音の音量が 45 dB の騒音刺激よりも大きい 50 dB の条件に限られていた。これらの結果は、心理的アクティブコントロールにおいて、被験者の好みに従って選定された落ちつく音楽がマスク音として環境の快適性向上に有効であること、音刺激の音量がその効果に影響を及ぼすことを示している。しかしながら、心理的アクティブコントロールに関するこれらの先行研究では、環境に対する印象操作のために用いられたのは聴覚刺激のみであった。

1.3 視覚と聴覚の相互作用

知覚情報処理の過程において視覚的要因と聴覚的要因の強い相互作用を示す現象として、マガーク効果⁴⁾や腹話術効果⁵⁻⁷⁾がある。他方、印象決定過程においては視覚と聴覚の相互作用を示す現象として、『共鳴』がある⁸⁻¹¹⁾。これは、同様の印象を与える音と映像を提示することによって、その音や映像の印象が同方向に変化する現象である（例えば、美しい印象の音と映像を同時に提示することによって、映像の印象がより美しくなる）。このような視覚と聴覚の共鳴現象（consonance effect）の成立には音と映像との

調和度が重要と考えられている^{10,11)}。例えば、調和の取れた音と映像を同時に提示することによって、音や映像を単独で提示したときよりも、音や映像についての印象（明暗感、美感、引き締め感）が強調されると仮定されている。

1.4 本研究の目的

前節で紹介した視覚と聴覚の相互作用についての先行研究の結果を考慮すると、心理的アクティブコントロールにおいて、聴覚刺激だけではなく視覚刺激に関する要因も操作することによって、環境の快適性をより大きく向上させることが期待できる。例えば、それぞれ単独では高い落ちつき感を与え、かつ相互に調和している音と映像とを同時に提示した場合、共鳴現象により落ちつき感を強調し、環境に対する印象を大きく改善できるかもしれない。しかしながら、共鳴現象による印象変化に関する先行研究^{10,11)}において評定の対象となっていたのは音や映像そのものに対する印象であった。視覚と聴覚の相互作用が環境に対する印象にどの程度の影響を及ぼすのかはまだ十分に検討されていない。

本研究では、心理的アクティブコントロールの手法において、やかましさと環境に対する印象に影響を及ぼす視覚と聴覚の相互作用について検討することを目的とした。2つの実験において、マスク音だけではなく映像も用いた。すなわち、環境に対する印象の改善に有効であると思われた音楽³⁾をマスク音とし、様々な映像とともに騒音刺激と重ねて提示した。また、騒音刺激や映像の種類、騒音刺激およびマスク音の音量が視覚と聴覚の相互作用過程に及ぼす影響について検討した。

2. 実験 1

実験 1 では、マスク音と映像を用いた心理的アクティブコントロールにおいて、音と映像の相互作用がやかましさと環境に対する印象に影響を及ぼすのか明らかにすることを第一の目的とした。音として明示的意味をもつものとそうでないものとで違いがあるのかについて検討するために、騒音刺激として交通騒音とホワイトノイズの 2 種

表1 実験1の刺激条件.

騒音刺激 (45dB)	映像 (音と映像との調和関係)	マスク音の音量 (dB)
交通騒音	映像なし	0
		40
		50
	交通映像 (交通騒音と調和)	0
		40
		50
ホワイトノイズ	自然映像 (マスク音と調和)	0
		40
		50
	映像なし	0
		40
		50
ダイナミックノイズ映像 (ホワイトノイズと調和)	0	
	40	
	50	
自然映像 (マスク音と調和)	0	
	40	
	50	

類を用いた。また、マスク音の音量に2段階を設け、マスク音のみ用いた先行研究³⁾で示されたように、環境に対する印象改善の効果がマスク音の音量によって変化するののかについても検討した。

2.1 方法

2.1.1 装置

防音室ユニット(サウンドカット SOUNDCUBE)内でスピーカー (SONY MU-S 7) を用いて音刺激を提示した。被験者からスピーカーまでの距離は約180 cmであった。防音室内は白色電球で照明されていた。ヘッドマウントディスプレイ (OLYMPUS FMD-700, 視野の大きさは視角 23 x 30 arc deg) を用いて映像を提示した。

2.1.2 刺激

2種類の騒音 (交通騒音, ホワイトノイズ), 1種類のマスク音 (落ちつく音楽), および2種類の映像 [騒音刺激と調和した映像, マスク音 (音楽) と調和した映像] を用意した。

騒音刺激と調和した映像として, 交通映像 (交通騒音と調和すると考えられた), ダイナミックノイズ映像 [フレーム間で無相関なランダム画像 (ホワイトノイズと調和すると考えられた)] を用いた。

マスク音およびそれと調和した映像を選定するために3つの予備実験を実施した。

予備実験1では, 様々なジャンルの音楽29曲を被験者 (大学生20名) に提示した。被験者は提示された曲に対し5項目 (落ちつくー落ちつかない, ゆったりしているーゆったりしてい

ない, 好きー嫌い, 自然なー不自然な, 聞いたことがあるー聞いたことがない) について5段階評定した。項目ごとに全被験者の平均値を算出し, それらを合計した値が高い6曲を選定した。

予備実験2では, 様々なタイプの映像23種類を被験者 (大学生と大学院生計20名) に提示した。被験者は提示された映像に対し3項目 (落ちつくー落ちつかない, ゆったりしているーゆったりしていない, 快ー不快) について7段階評定した。各項目ごとに全被験者の平均値を算出し, それらを合計した値が高い映像を4種類選定した。

予備実験3では, 予備実験1で選定した6曲と予備実験2で選定した4つの映像の組み合わせ24通りを用意した。被験者 (大学生と大学院生計20名) は提示された音楽と映像の調和度について7段階評定した。全被験者の平均値を算出し, その値の最も高い (調和している) 組み合わせ2通り [『主よ, 人の望みの喜びよ (J.S. バッハ)』と『NHK BS 2 音楽紀行』, 『愛の夢 (リスト)』と『花「なごみ」シリーズ1 (KNDVD-33, K.N.Corporation)』] を選定し, 実験1, 2で用いた。選定された映像はどちらも山や川などを含む自然映像であった。

騒音刺激の音量は等価騒音レベル (Leq)* で45 dBであった。マスク音の音量には, 40, 50 dB

* Leqは, 変動騒音の基礎的な評価法であり, 種々の音の主観的印象との対応が良いことが知られている¹²⁾。以下, 音刺激の音量はすべて Leq で示した。

の2段階を設けた。この音量は先行研究^{1,3)}とほぼ同程度であった。これらの騒音刺激、マスク音および映像の組み合わせで計18通りの刺激条件(表1)が用意された。

2.1.3 手続き

18通りの刺激条件(表1)をランダム順で各々4回ずつ提示した。被験者は各刺激を30秒間聴いた後、提示された全ての音に対して感じたやかましさをマグニチュード推定[質問紙上の水平線分(12cm)左端からの長さに対応するように、水平線分上に垂直の線分をペンにより記入]した。環境に対しての不快感と落ちつかない印象の7段階評定を行った。環境に対する印象については、被験者が特定の音や映像ではな

く、提示された音および映像すべてを含む環境に対して評定するよう教示を行った。これらの評価指標に慣れるために、本試行の前に10回程程度の練習試行を行った。また、提示された騒音刺激と映像との調和度およびマスク音(音楽)と映像との調和度それぞれについて7段階評定した。

2.1.4 被験者

22~25歳の大学生と大学院生計10名(女性3名,男性7名)が被験者として実験1に参加した。このうち9名は3つの予備実験いずれかに参加していた。

2.2 結果と考察

音と映像との調和度の平均値をそれぞれ図1, 2に示した。誤差棒はSEを示す(以下同様)。騒

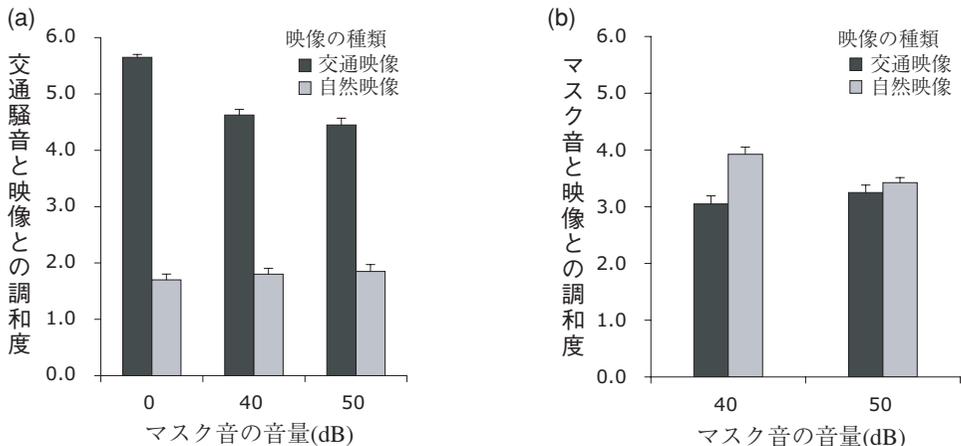


図1 (a) 交通騒音条件における交通騒音と映像との調和度の平均値とSE. (b) 交通騒音条件における音楽と映像との調和度の平均値とSE.

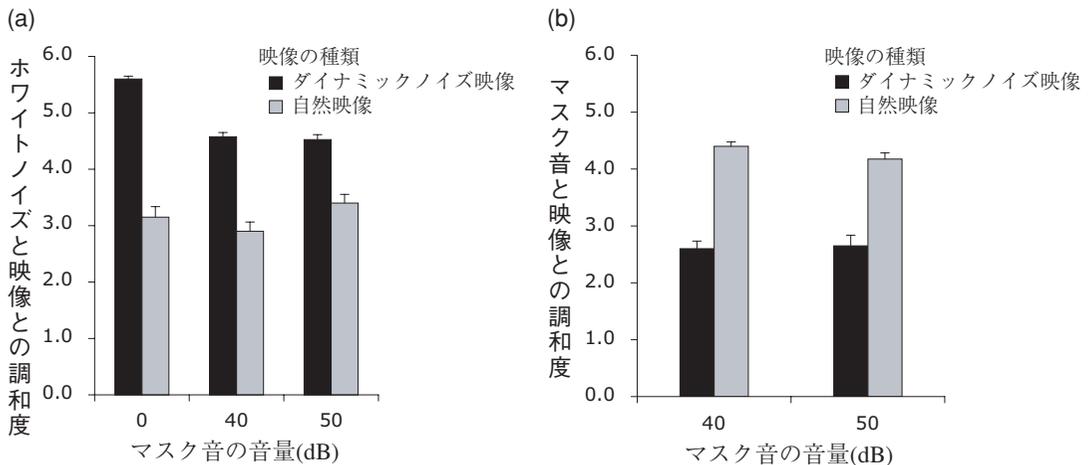


図2 (a) ホワイトノイズ条件におけるホワイトノイズと映像との調和度の平均値とSE. (b) ホワイトノイズ条件における音楽と映像との調和度の平均値とSE.

音刺激が交通騒音の場合(図1), 交通騒音と交通映像とが調和し[図1(a)の黒], マスク音(音楽)と自然映像との調和はほぼニュートラル(3.0)であった[図1(b)のグレー]. 騒音刺激がホワイトノイズの場合(図2), ホワイトノイズとダイナミックノイズ映像[図2(a)の黒], マスク音(音楽)と自然映像[図2(b)のグレー]とが調和していた. また, ホワイトノイズと自然映像との調和もほぼニュートラルであった[図2(a)のグレー]. 騒音刺激の種類(交通騒音, ホワイトノイズ)によって, マスク音と自然映像との調和度[図1(b), 2(b)のグレー]の値が異なっていた. このことは, 音と映像との調和度が個別の音と映像の組み合わせによってのみ決まるのではなく, 環境に存在する全ての音や映像に影響を受けたことを示唆している.

やかましさ, 環境に対する印象(不快感, 落ちつかない印象)の各評定指標について, 全被験者の各条件の平均評定値を図3~6に示した. やかましさのマグニチュード推定値については, その絶対値に個人差が大きかった. そのため, 各被験者につき, 全条件の平均値を用いて各条件の評定値を標準化した(図3, 5). 騒音刺激の種類(交通騒音, ホワイトノイズ)によって, 映像提示がやかましさと環境に対する印象の評定に及ぼす影響が異なった. それゆえ, 騒音刺激ごとにやかましさ評定および環境に対する印象評

定についての分析を行うこととした.

やかましさ, 環境に対する印象(不快感, 落ちつかない印象)の評定指標における映像提示の効果について, 映像別に映像の有無(2)×マスク音の音量(3)の2要因の繰り返しのある分散分析を行った. また, 映像の種類(2)×マスク音の音量(3)の2要因の繰り返しのある分散分析も行った. 以下に分析結果を要約する.

2.2.1 騒音刺激が交通騒音の場合

i) やかましさ評定(図3)

交通騒音と同時に交通映像を提示した場合, 有意な主効果および交互作用は認められなかつ

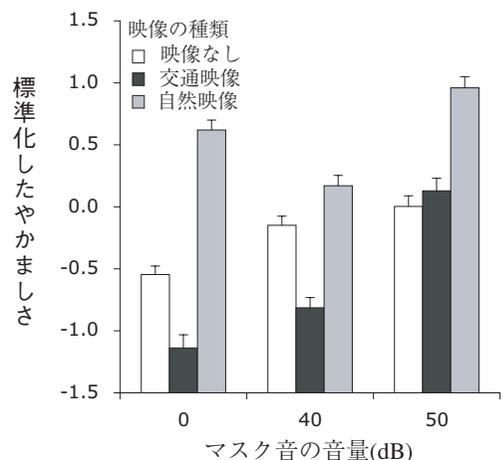


図3 交通騒音条件におけるやかましさの標準得点の平均値とSE. 0.0は全被験者の平均値を示す.

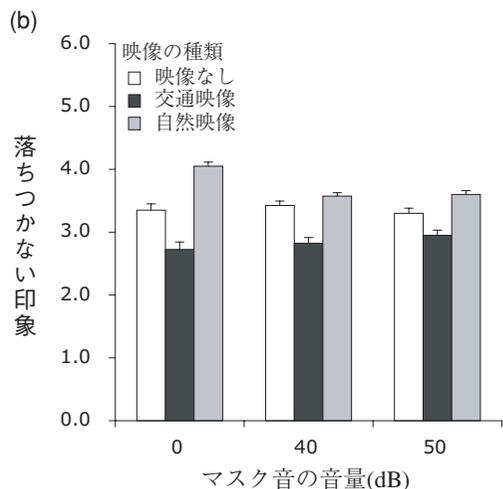
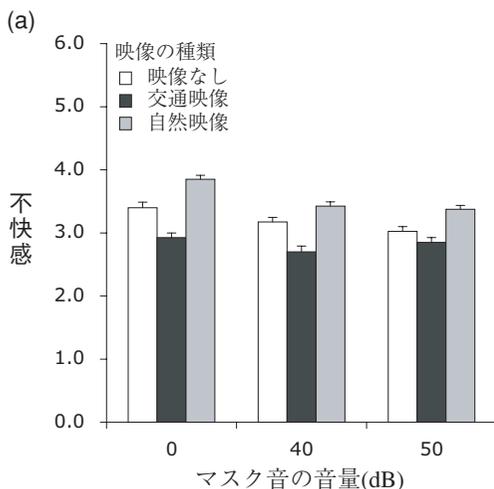


図4 交通騒音条件における環境に対する印象の平均値とSE. (a)不快感. (b)落ちつかない印象.

た。他方、交通騒音と同時に自然映像を提示した場合、映像の有無の主効果が有意であった [$F(1, 9) = 17.78, p < .01$]。この結果は、自然映像を提示した条件(図3のグレー)で、映像を提示しない条件(図3の白)よりもやかましさが増加したことを示す。

交通騒音と同時に交通映像を提示した条件と自然映像を提示した条件との比較においては、映像の種類の主効果が有意であった [$F(1, 9) = 25.61, p < .001$]。この結果は、交通映像を提示した条件(図3の黒)で、自然映像を提示した条件(図3のグレー)よりもやかましさが低減されたことを示す。

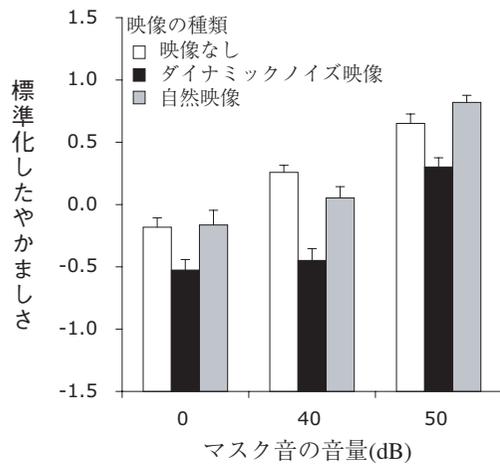
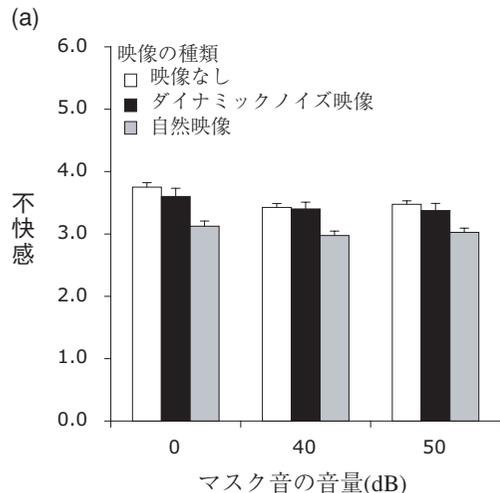


図5 ホワイトノイズ条件におけるやかましさをの標準化された平均値とSE. 0.0は全被験者の平均値を示す。



ii) 環境に対する印象評定 (図4)

交通騒音と同時に交通映像を提示した場合、不快感と落ちつかない印象評定の結果双方について映像の有無の主効果が有意であった [$F(1, 9) = 10.44, p < .01, F(1, 9) = 9.45, p < .05$]。この結果は、交通映像を提示した条件[図4(a), (b)の黒]で、映像を提示しない条件[図4(a), (b)の白]よりも不快感と落ちつかない印象が低減されたことを示す。

交通騒音と同時に自然映像を提示した場合、不快感評定の結果についてのみ音楽のマスク音の主効果が有意であった [$F(2, 18) = 3.74, p < .05$]。HSD検定はマスク音の音量0 dBと50 dBの条件間の差が有意であることを見出した ($p < .05$)。この結果は、50 dBのマスク音を提示することによって不快感が低減されたことを示す。

交通騒音と同時に交通映像を提示した条件と自然映像を提示した条件との比較においては、不快感と落ちつかない印象評定の結果双方について映像の種類的主効果が有意であった [$F(1, 9) = 7.81, p < .05, F(1, 9) = 11.81, p < .01$]。この結果は、交通映像を提示した条件[図4(a), (b)の黒]で、自然映像を提示した条件[図4(a), (b)のグレー]よりも不快感と落ちつかない印象が低減されたことを示す。

2.2.2 騒音刺激がホワイトノイズの場合

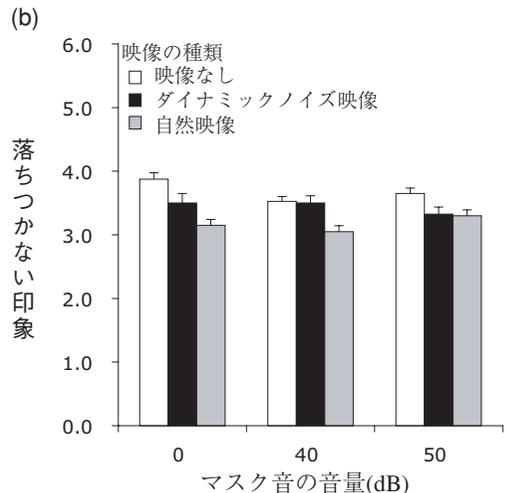


図6 ホワイトノイズ条件における環境に対する印象の平均値とSE. (a) 不快感. (b) 落ちつかない印象.

i) やかましき評定 (図5)

ホワイトノイズと同時にダイナミックノイズ映像を提示した場合、映像の有無の主効果が有意であった [$F(1, 9) = 8.61, p < .05$]. この結果は、ダイナミックノイズ映像を提示した条件 (図5の黒) で、映像を提示しない条件 (図5の白) よりもやかましきが低減されたことを示す。また、マスク音の音量の主効果も有意であった [$F(2, 18) = 5.45, p < .05$]. HSD 検定は音楽の音量 0 dB と 40 dB ($p < .05$), 0 dB と 50 dB ($p < .01$) の条件間の差が有意であることを見出した。これは、マスク音を提示することによってやかましきが増加したことを示す。

ホワイトノイズと同時に自然映像を提示した場合、マスク音の音量の主効果が有意であった [$F(2, 18) = 4.37, p < .05$]. HSD 検定はマスク音の音量 0 dB と 50 dB の条件間の差が有意であることを見出した ($p < .01$). この結果は、50 dB のマスク音を提示することによって、やかましきが増加したことを示す。

ホワイトノイズと同時にダイナミックノイズ映像を提示した条件と自然映像を提示した条件との比較においては、マスク音の音量の主効果が有意であった [$F(2, 18) = 4.65, p < .05$]. HSD 検定はマスク音の音量 0 dB と 50 dB の条件間の差が有意であることを見出した ($p < .01$). この結果は、50 dB のマスク音を提示することによって、やかましきが増加したことを示す。

ii) 環境に対する印象評定 (図6)

ホワイトノイズと同時にダイナミックノイズ映像を提示した場合、不快感と落ちつかない印象評定の結果双方について有意な主効果および交互作用は認められなかった。他方、ホワイトノイズと同時に自然映像を提示した場合、不快感と落ちつかない印象評定の結果双方について映像の有無の主効果が有意であった [$F(1, 9) = 13.24, p < .01, F(1, 9) = 8.41, p < .05$]. この結果は、自然映像を提示した条件 [図6(a), (b) のグレー] で、映像を提示しない条件 [図6(a), (b) の白] よりも不快感と落ちつかない印象が低減されたことを示す。

ホワイトノイズと同時にダイナミックノイズ映像を提示した条件と自然映像を提示した条件との比較においては、有意な主効果および交互作用は認められなかった。

2.2.3 映像提示の効果

騒音刺激が交通騒音の場合の結果は、マスク音 (音楽) と調和した自然映像ではなく、交通騒音と調和した交通映像を提示することによって、環境に対する印象が改善 (不快感と落ちつかない印象が低減) される効果があったことを示している。また、図3のやかましき評定の結果は、マスク音の音量が50 dB の条件を除いて、交通映像を提示した条件 (図3の黒) で、映像を提示しない条件 (図3の白) よりもやかましきが低減されたことを示している。交通騒音と調和した交通映像を提示することに、やかましきを低減する効果があったと言える。

騒音刺激がホワイトノイズの場合、ホワイトノイズと調和したダイナミックノイズ映像を提示したことによってやかましきは低減されたが、不快感や落ちつかない印象は低減されなかった。図6 (a), (b) から、不快感と落ちつかない印象はダイナミックノイズ映像を提示したときわずかに低減されていたことがわかるが、この変化は統計的に有意ではなかった。他方、マスク音 (音楽) と調和した自然映像を提示した条件では、映像を提示しない条件よりも不快感と落ちつかない印象は有意に低減された。つまり、ホワイトノイズのやかましきの低減にはダイナミックノイズ映像が、印象改善には自然映像の提示が有効であった。

本実験により、映像提示によるやかましきや印象改善の効果が見出された。ただし、この効果は交通騒音とホワイトノイズとで一見異なっていた。騒音刺激の種類によるやかましきや印象改善の効果の差異については、全体的考察で取り挙げる。

2.2.4 マスク音 (音楽) の音量の効果

音刺激のみを用いた心理的アクティブコントロールに関する先行研究³⁾においては、騒音刺激よりも大きい音量のマスク音を提示すると印象を

改善することが示された。実験1においては、騒音刺激よりも大きい音量(50 dB)のマスク音を提示した条件(図4,6右端のマスク音量条件)における印象改善の効果は、騒音刺激よりも小さい音量(40 dB)のマスク音を提示した条件(図4,6中央のマスク音量条件)とあまり変わらなかった。この理由についても、全体的考察で議論する。

3. 実験2

実験1では、心理的アクティブコントロールにおいて、映像提示によるやかましさを低減や印象改善の効果が見出された。また、この効果の程度はマスク音の音量によらないことも示された。ただし、実験1で設けられた騒音刺激の音量条件は、45 dBで固定されていた。そのため、騒音刺激の音量が変化するとき、実験1で見出された現象がどのような影響を被るのかは不明であった。実験2では、実験1より広い範囲の騒音刺激の音量条件を設けた。騒音刺激とマスク音を組み合わせることによって、実験1で見出された効果(交通騒音と交通映像、ホワイトノイズとダイナミックノイズ映像および自然映像との組み合わせ提示によるやかましさを低減や印象改善の効果)が騒音刺激の音量によってどのよう

に変化するか検討した。

3.1 方法

3.1.1 装置と刺激

実験1と同様の装置を用いた。

2種類の騒音刺激(交通騒音、ホワイトノイズ)、1種類のマスク音、および2種類の映像[騒音刺激と調和した映像、マスク音(音楽)と調和した映像]を用意した。騒音刺激には3段階の音量(30, 50, 70 dB)、マスク音には2段階の音量(40, 50 dB)の条件を設けた。マスク音およびそれと調和した映像には、実験1と同様のものを用いた。これらの騒音刺激、マスク音および映像の組み合わせで計30通りの刺激条件(表2)が用意された。

3.1.2 手続き

30通りの刺激条件(表2)をランダム順で各々4回ずつ提示した。やかましさを環境に対する印象(不快感、落ちつかない印象)、調和度の評価には実験1と同様の方法を用いた。

3.1.3 被験者

騒音刺激(交通騒音、ホワイトノイズ)ごとに、10名(計20名)が被験者として実験2に参加した。騒音刺激として交通騒音を用いた条件では、21~24歳の大学生と大学院生(女性6名、

表2 実験2の刺激条件。

騒音刺激(dB)	映像	音と映像との調和関係	マスク音の音量(dB)
交通騒音(30) もしくは ホワイトノイズ(30)	映像なし		0
	交通映像 もしくは ダイナミックノイズ映像	騒音刺激と調和	40
			50
	自然映像	マスク音と調和	40
			50
交通騒音(50) もしくは ホワイトノイズ(50)	映像なし		0
	交通映像 もしくは ダイナミックノイズ映像	騒音刺激と調和	40
			50
	自然映像	マスク音と調和	40
			50
交通騒音(70) もしくは ホワイトノイズ(70)	映像なし		0
	交通映像 もしくは ダイナミックノイズ映像	騒音刺激と調和	40
			50
	自然映像	マスク音と調和	40
			50

男性4名)が、また、騒音刺激としてホワイトノイズを用いた条件では、22～25歳の大学生と大学院生(女性3名、男性7名)が参加した。このうち8名が実験1にも参加していた。

3.2 結果と考察

騒音刺激と映像との調和度およびマスク音(音楽)と映像との調和度をそれぞれ図7,8に示した。騒音刺激が交通騒音の場合(図7),その音量が50 dBと70 dBの条件で交通騒音と交通映像とが調和していた[図7(a)中央と右端の騒音刺激音量条件の黒]。また、交通騒音の音量が30dBと50dBの条件でマスク音(音楽)と自然映像とが調和していた[図7(b)左端および中央

の騒音刺激音量条件のグレー]。騒音刺激がホワイトノイズの場合(図8),ホワイトノイズとダイナミックノイズ映像[図8(a)の黒],ホワイトノイズの音量が30 dBの条件で、ホワイトノイズと自然映像[図8(a)左端の騒音刺激音量条件のグレー]とが調和していた。また、ホワイトノイズの音量が30 dBと50 dBの条件でマスク音(音楽)と自然映像とが調和していた[図8(b)左端と中央の騒音刺激音量条件のグレー]。これらの結果は、音と映像との調和度が騒音刺激の音量によって影響を受けたことを示唆している。

やかましさを低減や印象改善(不快感、落ちつかない印象の低減)の程度を騒音刺激の音量条件

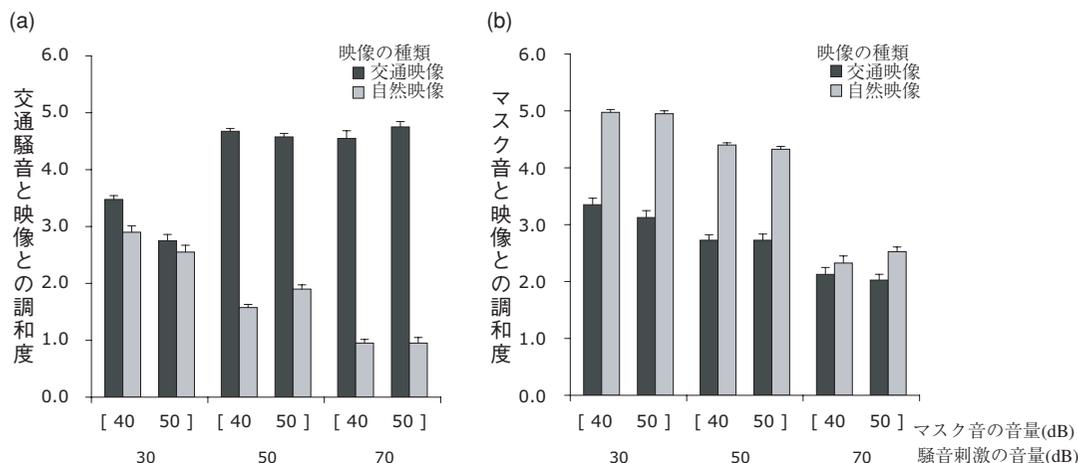


図7 (a) 交通騒音条件における交通騒音と映像との調和度の平均値とSE. (b) 交通騒音条件における音楽と映像との調和度の平均値とSE.

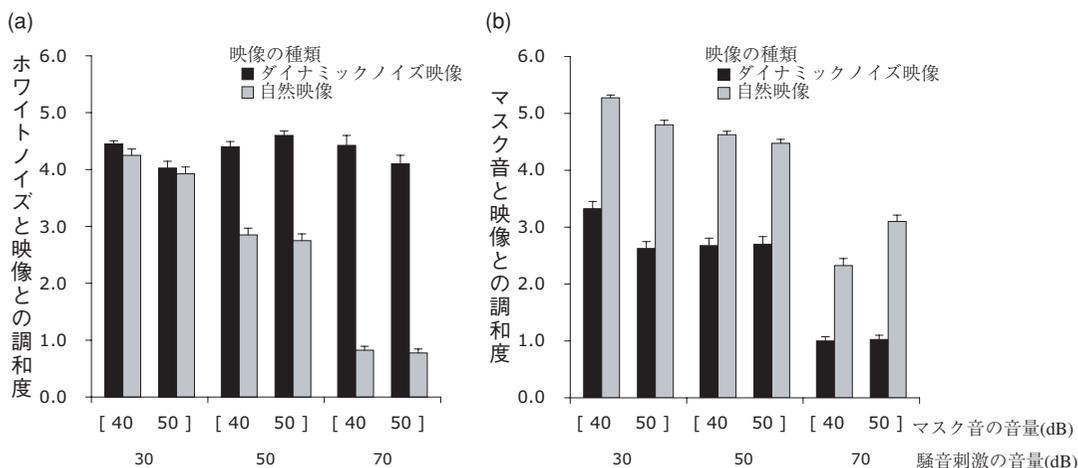


図8 (a) ホワイトノイズ条件におけるホワイトノイズと映像との調和度の平均値とSE. (b) ホワイトノイズ条件における音楽と映像との調和度の平均値とSE.

間で比較検討した。そのため、3つの指標(やかましさ, 不快感, 落ちつかない印象)について, 騒音刺激のみ提示した条件の評定値と各音量条件の評定値との差分を算出し, 各条件におけるその値(図9~12)を分析した。やかましさのマグニチュード推定値については, その絶対値に個人差が大きかった。そのため, 各被験者につき, 全条件の平均値を用いて各条件の評定値を標準化した上で差分を算出した。

騒音刺激ごとに騒音刺激の音量によるやかましさ低減や印象改善(不快感, 落ちつかない印象低減)の効果への影響について検討するため, 騒

音刺激の音量(3)×マスク音の音量(2)×映像の種類(2)の繰り返しのある3要因の分散分析を行った。以下にその結果を要約する。

3.2.1 騒音刺激が交通騒音の場合

i) やかましさ低減の程度(図9)

騒音刺激の音量の主効果が有意であった [$F(2, 18) = 6.16, p < .01$]. HSD検定を行ったところ, 30 dBと50 dB, 30 dBと70 dBの条件間に有意な差が認められた($p < .05$). これにより, マスク音と映像の提示によるやかましさ低減の程度(図9)は, 騒音刺激の音量30 dBの条件よりも50 dB, 70 dBの条件で大きかったことが示

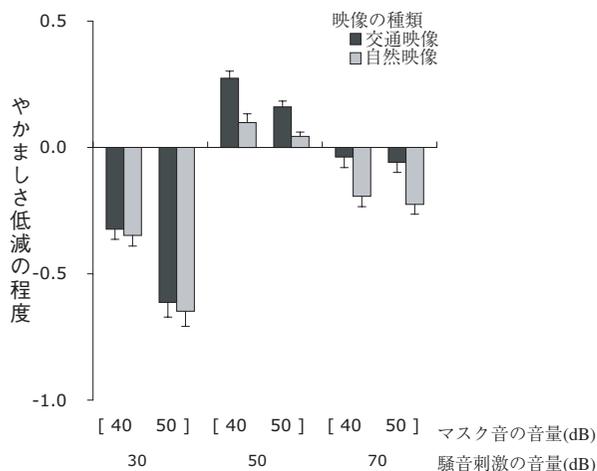


図9 交通騒音条件におけるやかましさ低減の程度(平均値とSE)。各音量条件と交通騒音のみ提示した条件の評定値の差分を示す。正の値は交通騒音のみ提示した条件よりもやかましさが低減されたことを意味する。

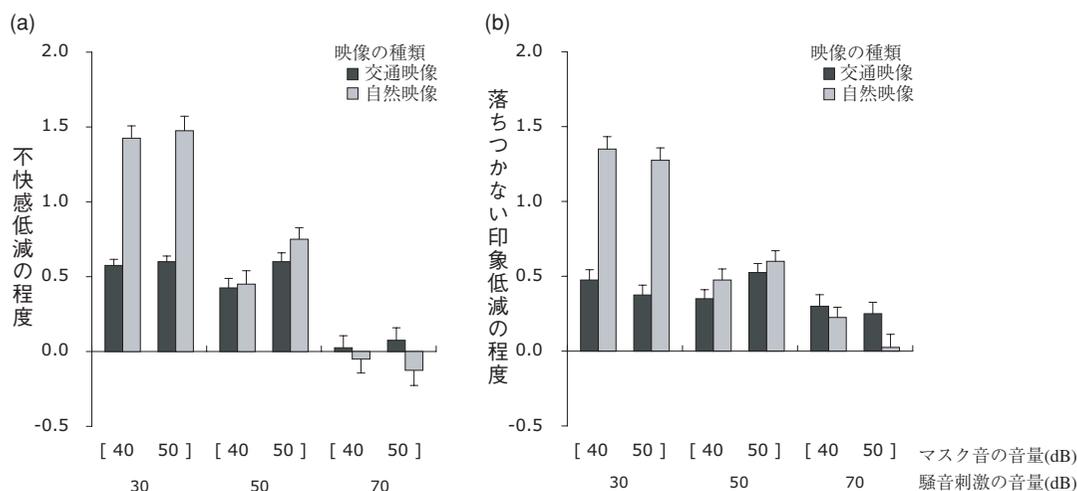


図10 交通騒音条件における環境に対する印象低減の程度(平均値とSE)。各音量条件と交通騒音のみ提示した条件の評定値の差分を示す。正の値は交通騒音のみ提示した条件よりも環境に対する印象が改善されたことを意味する。(a) 不快感。(b) 落ちつかない印象。

された。マスク音の音量の主効果も有意 [$F(1, 9) = 5.31, p < .05$] で、やかましさを低減の程度がマスク音の音量 50 dB よりも 40 dB の条件で大きかったことが示された。騒音刺激の種類的主効果も有意 [$F(1, 9) = 17.75, p < .01$] で、やかましさを低減の程度が自然映像よりも交通映像を提示した条件で大きかったことが示された。

騒音刺激の音量とマスク音の音量の交互作用も有意であった [$F(2, 18) = 4.91, p < .05$]。HSD 検定を行ったところ、マスク音の音量が 40 dB、50 dB どちらについても、すべての騒音刺激の音量条件間で有意な差が認められた ($p < .05$)。これにより、やかましさを騒音刺激の音量が 50 dB のときのみ低減され、30 dB のとき増加し、70 dB のときには目立つ変化はなかったことが示された。つまり、マスク音と映像の提示によるやかましさを増減の程度は騒音刺激の音量に依存していた。

ii) 環境に対する印象改善 (不快感, 落ちつかない印象の低減) の程度 (図 10)

不快感評定の結果 [図 10(a)] についてのみ騒音刺激の音量の主効果が有意であった [$F(2, 18) = 9.28, p < .01$]。HSD 検定を行ったところ、騒音刺激の音量が 30 dB と 70 dB の条件間に有意な差が認められた ($p < .05$)。これにより、マスク音と映像の提示による不快感低減の程度は、騒音刺激の音量 70 dB よりも 30 dB の条件で大きかったことが示された。マスク音の音量の主効果も不快感評定の結果についてのみ有意で [$F(1, 9) = 8.46, p < .05$]、不快感低減の程度がマスク音の音量 40 dB よりも 50 dB の条件で大きかったことが示された。

騒音刺激の音量とマスク音の音量の交互作用も不快感評定の結果についてのみ有意であった [$F(2, 18) = 4.55, p < .05$]。HSD 検定を行ったところ、マスク音の音量が 40 dB、50 dB どちらにおいても、すべての騒音刺激の音量条件間に有意な差が認められた ($p < .05$)。これにより、不快感は騒音刺激の音量が 30 dB のとき最も低減され、次いで 50 dB のときにも低減されたが、70 dB のとき目立つ変化はなかったことが示され

た。つまり、マスク音と映像の提示による不快感の増減の程度が騒音刺激の音量によって異なった。騒音刺激の音量と映像の種類との交互作用は不快感と落ちつかない印象評定の結果双方について有意であった [それぞれ $F(2, 18) = 12.27, p < .001, F(2, 18) = 10.21, p < .001$]。不快感評定の結果についての HSD 検定では、騒音刺激の音量が 30 dB のとき、交通映像と自然映像の条件間に有意な差が認められた ($p < .05$)。また、交通映像を提示したとき、騒音刺激の音量が 30 dB と 70 dB の条件間に、自然映像を提示したとき、騒音刺激の音量が 30 dB と 50 dB、50 dB と 70 dB の条件間に有意な差が認められた ($p < .05$)。落ちつかない印象評定の結果 [図 10 (b)] についての HSD 検定では、騒音刺激の音量が 30 dB のとき交通映像と自然映像の条件間に有意な差が認められた ($p < .05$)。また、自然映像を提示したとき、騒音刺激の音量が 30 dB と 50 dB の条件間に有意な差が認められた ($p < .05$)。これらにより、マスク音と映像の提示による不快感と落ちつかない印象低減の程度は、騒音刺激の音量が 30 dB と 50 dB の条件で大きかったことが示された。また、騒音刺激の音量が 30 dB のとき、不快感と落ちつかない印象低減の程度は、交通映像よりも自然映像を提示した条件で大きかったことも示された。

3.2.2 騒音刺激がホワイトノイズの場合

i) やかましさを低減の程度 (図 11)

騒音刺激の音量の主効果が有意であった [$F(2, 18) = 18.72, p < .001$] が、HSD 検定では条件間に有意な差は認められなかった。マスク音の音量の主効果も有意で [$F(1, 9) = 6.81, p < .05$]、やかましさを低減の程度 (図 11) はマスク音の音量 50 dB よりも 40 dB の条件で大きかったことが示された。

騒音刺激の音量とマスク音の音量の交互作用も有意であった [$F(1, 9) = 13.87, p < .001$]。HSD 検定を行ったところ、マスク音の音量が 40 dB、50 dB どちらにおいても、騒音刺激の音量が 30 dB と 50 dB、30 dB と 70 dB の条件間に有意な差が認められた ($p < .05$)。これにより、

マスク音と映像の提示によるやかましさを低減の程度は、騒音刺激の音量が30 dBよりも50 dB、70 dBの条件で大きかったことが示された。

ii) 環境に対する印象改善(不快感, 落ちつかない印象低減)の程度(図12)

落ちつかない印象評定の結果[図12(b)]についてのみ騒音刺激の音量の主効果が有意であった [$F(2,18)=5.24, p<.05$]. HSD検定を行ったところ, 30 dBと70 dB, 50 dBと70 dBの条件間に有意な差が認められた($p<.05$). これにより, マスク音と映像の提示による落ちつかない印象低減の程度は, 騒音刺激の音量が70 dBよ

りも30 dBおよび50 dBの条件で大きかったことが示された. 映像の種類の主効果は不快感と落ちつかない印象評定の結果[図12(a), (b)]双方について有意で[それぞれ $F(1,9)=22.64, p<.001, F(1,9)=16.99, p<.01$], 不快感と落ちつかない印象低減の程度はダイナミックノイズ映像よりも自然映像を提示した条件で大きかったことが示された.

騒音刺激の音量とマスク音の音量の交互作用も不快感と落ちつかない印象評定の結果双方について有意であった[それぞれ $F(2,18)=6.08, p<.01, F(2,18)=4.98, p<.05$]. HSD検定

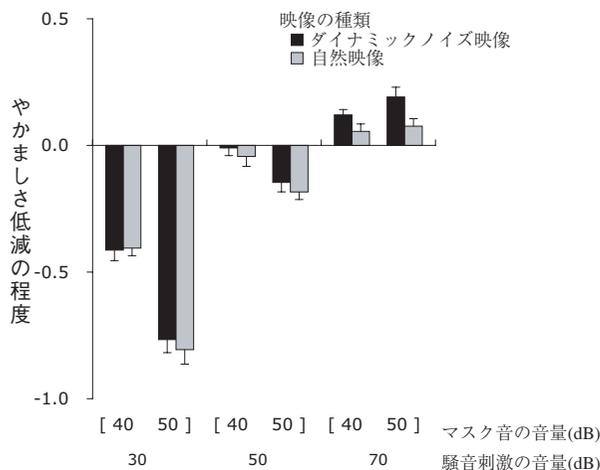


図11 ホワイトノイズ条件におけるやかましさを低減の程度(平均値とSE). 各音量条件とホワイトノイズのみ提示した条件の評定値の差分を示す. 正の値は交通騒音のみ提示した条件よりもやかましさが低減されたことを意味する.

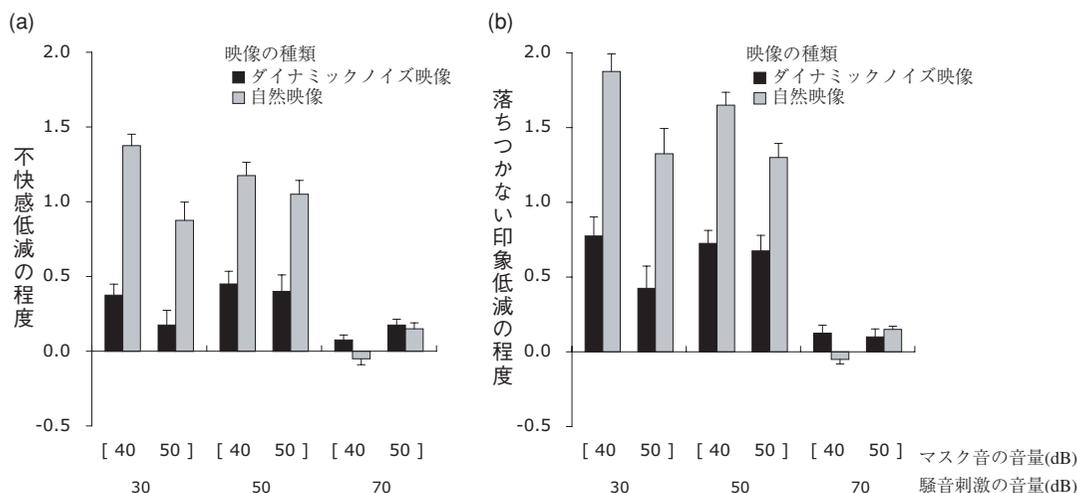


図12 ホワイトノイズ条件における環境に対する印象低減の程度(平均値とSE). 各音量条件とホワイトノイズのみ提示した条件の評定値の差分を示す. 正の値は交通騒音のみ提示した条件よりも環境に対する印象が改善されたことを意味する. (a) 不快感. (b) 落ちつかない印象.

を行ったところ、マスク音の音量が40 dB および50 dB どちらについても、騒音刺激の音量が30 dB と70 dB, 50 dB と70 dB の条件間に有意な差が認められた($p < .05$)。騒音刺激の音量と映像の種類の変換作用も不快感と落ちつかない印象評定の結果双方について有意であった [それぞれ $F(2, 18) = 23.99, p < .001, F(2, 18) = 32.61, p < .001$]。HSD 検定を行ったところ、騒音刺激の音量が30 dB のときダイナミックノイズ映像と自然映像の条件間に有意な差が認められた($p < .05$)。また、ダイナミックノイズ映像を提示したとき、騒音刺激の音量が50 dB と70 dB の条件間に、自然映像を提示したとき、騒音刺激の音量が30 dB と70 dB, 50 dB と70 dB の条件間に有意な差が認められた($p < .05$)。落ちつかない印象評定の結果についてのみ、ダイナミックノイズ映像を提示したとき、騒音刺激の音量が30 dB と70 dB の条件間に有意な差が認められた($p < .05$)。これらにより、不快感と落ちつかない印象低減の程度はダイナミックノイズ映像よりも自然映像を提示した条件で大きく、騒音刺激の音量が30 dB および50 dB のとき顕著であったことが示された。

3.2.3 騒音刺激の音量の効果

交通騒音が騒音刺激として提示された条件の結果(図9, 10)は、映像を提示したことによるやかましさを低減や印象改善(不快感と落ちつかない印象低減)の効果が、騒音刺激の音量に依存していたことを示している。例えば、騒音刺激と調和した交通映像を提示した場合(図9の黒)を見てみよう。交通騒音のみ提示した条件よりもやかましさが低減されるという実験1と同様の現象は、実験2では交通騒音の音量が50 dB のときのみ認められた。また、交通騒音の音量が30 dB と50 dB の条件では、交通映像を提示した条件[図10(a), (b)の黒]よりも自然映像を提示した条件[図10(a), (b)のグレー]の方が不快感と落ちつかない印象低減の程度が大きかった。これは、騒音刺激の音量に45 dBのみを用いた実験1の結果とは異なる傾向であった。

ホワイトノイズが騒音刺激として提示された

条件の結果(図11, 12)においても、音と映像の組み合わせによるやかましさを低減や印象改善の効果は、騒音刺激の音量に影響を及ぼされたことが示された。ダイナミックノイズ映像を提示したことによるやかましさを低減の効果は、騒音刺激の音量が70 dB の条件においてのみ認められた。他方、自然映像を提示したことによる不快感や落ちつかない印象低減の効果は、騒音刺激の音量が70 dB の条件において認められなかった。このことは、ダイナミックノイズ映像提示によるやかましさを低減と自然映像提示による印象改善とで、必要なホワイトノイズの音量条件が異なるものであったことを示す。

4. 全体的考察

4.1 視覚と聴覚の相互作用によるやかましさを低減や環境に対する印象改善の効果

本研究では、心理的アクティブコントロールにおいて、映像提示がやかましさを環境に対する印象を改善する効果をもつことが見出された。この効果の内容は騒音刺激の種類によって異なるように見える。騒音刺激の種類による映像の効果の差異について考察する。

交通騒音(音源の情報について明示的な音)と交通映像を同時に提示したことによる印象改善の効果は、マスク音(音楽)を提示しない場合[図4(a), (b)左端のマスク音量条件]においても認められた。その効果の程度は、40 dBのマスク音を提示した場合[図4(a), (b)中央のマスク音量条件]と同様であった。これらの結果は、本研究において見出されたやかましさを低減や印象の改善効果が、共鳴現象(単独で落ちつく印象を与える音と映像が、相互に調和することで落ちつき感を増加させる)に基づくものではなく、むしろ交通騒音と交通映像を組み合わせること自体が印象改善の効果をもつことを示すものと考えられる。本研究で用いた交通騒音と交通映像は、異なる場所で採録されたもので実際には同期はしていなかった。しかしながら、それらは状況的内容が一致していた。他方、交通騒音と交通映像との調和度が高かった騒音刺激の音量条件[図

7 (a)] と、交通映像提示による印象改善の効果が生じた騒音刺激の音量条件 [図 10 (a), (b)] は一致していなかった。これらのことは、音と映像の関係において、状況的一致が調和とは異なるものであることを示唆している。状況的内容が一致した音と映像の提示による印象改善の効果を、以下では「状況的一致の効果 (situational matching effect)」と呼ぶことにする。

騒音刺激がホワイトノイズ (音源の情報について非明示的な音) の場合においても、ダイナミックノイズ映像を提示したことによるやかましさを低減させたのは、騒音刺激が交通騒音の場合と同様、状況的一致の効果であったと考えられる。他方、ダイナミックノイズ映像ではなく自然映像を提示したことにより環境に対する印象が改善される効果が認められた。この結果は、一見、視覚と聴覚の共鳴現象 (落ちつき感の高いマスク音としての音楽と、それと調和し、かつ落ちつき感の高い自然映像を同時に提示したことによる印象の強調) が生じたことを示すように見える。しかしながら、マスク音 (音楽) を提示しない条件 [図 6 (a), (b) 左端のマスク音量条件] でも、自然映像の提示による印象改善が認められていた。また、その効果の程度は、マスク音を提示した場合 [図 6 (a), (b) 中央と右端のマスク音量条件] と同様であった。その上、騒音刺激が交通騒音のときには、マスク音 (音楽) と自然映像を同時に提示したことによる印象改善の効果は認められなかった。これらの結果は、ホワイトノイズと自然映像を同時に提示したことによる印象改善の効果が、落ちつき感の高いマスク音 (音楽) と自然映像の共鳴現象に基づくものではないことを示唆している。予備実験で選定された映像の内容は、川や小さな滝のある場面であった。ホワイトノイズと同時にこの自然映像を提示すると、ホワイトノイズが水や風の音としてとらえられていたことが被験者の内省報告に示されている。自然映像が意味の曖昧な音を風や水の音として決定づけるという現象は宮川ら¹³⁾によっても報告されている。自然映像と同時に提示されたホワイトノイズが水や風の音と

してとらえられたのであれば、ホワイトノイズと自然映像も、状況的に一致した組み合わせとして被験者がとらえたと考えることができる。すなわち、騒音刺激がホワイトノイズの場合における自然映像の提示による印象改善の効果も、騒音刺激が交通騒音の場合と同様、状況的一致の効果であったと考えることができる。また、騒音刺激がホワイトノイズの場合、やかましさが低減されたのはダイナミックノイズ映像を提示したときであったのに対し、環境に対する印象が改善されたのは自然映像を提示したときであった。これらの結果は、映像提示によるやかましさと環境に対する印象の決定過程が、相互に異なるものであることを示す。

このように、騒音刺激の種類によって映像との状況的な一致の仕方が異なった。つまり、交通騒音はその音自体が明示的に意味している交通映像とのみ状況的に一致し、環境に対する印象が改善された。これに対して、ホワイトノイズは明示的な意味をもたない曖昧な音であるため、ダイナミックノイズ映像とも、自然映像とも状況的に一致し、やかましさと環境に対する印象が改善された。これらのことは、明示的な意味をもたない騒音刺激は、映像と状況的に一致しやすい、つまり、状況的一致の効果が生じる可能性が高いことを示している。

状況的一致の効果はどのような過程によって生じるのだろうか。単独の騒音はどちらかといえば不快なものとして捉えられる (図 4, 6 左端の白)。そこに騒音と状況的に一致した映像を提示することによって、やかましさと環境に対する印象が改善されるというのが状況的一致の効果である。この状況的一致の効果は、単独ではそれぞれ不快あるいは落ちつかない印象を受ける音や映像であっても、内容が状況的に一致していれば、それらを組み合わせて提示することによって快適性を向上できることを意味している。これは先行研究^{10, 11)}において見出された共鳴現象とは異なるタイプの視聴覚相互作用と言える。また、単純な加算的過程としては説明できない。このようなやかましさと印象改善の効果

が見られた交通騒音と交通映像，ホワイトノイズとダイナミックノイズ映像，ホワイトノイズと自然映像との組み合わせでは，調和度は必ずしも高いものばかりではなかった[たとえば，図2(a)のグレー]．音と映像との調和度ではなく，音と映像の状況的一致そのものに環境に対する印象改善の効果があるのかも知れない．状況的一致効果の基礎となる過程を明確にすることは今後の研究課題である．

4.2 騒音刺激の音量による影響

複数の騒音刺激の音量条件を用いた実験2においては，実験1で見出された状況的一致の効果が，騒音刺激の音量に影響されることが示された．Maruyama & Sasaki¹⁴⁾は，TV映像について，それを視聴するのに最適と感じられる音量が映像の内容によって異なることを示した．我々の実験では内容の異なる3つの映像（交通映像，ダイナミックノイズ映像，自然映像）を用いた．TV視聴時における最適音量と同様，状況的一致の効果が生じる音刺激の音量も映像の内容によって異なっていたと考えられる．映像の内容によって状況的一致の効果を最大にする音量がどのように変化するかを明らかにすることも，今後の課題の一つと言える．

4.3 マスク音（音楽）の音量による影響

音刺激のみ用いた心理的アクティブコントロールに関する先行研究³⁾は，マスク音の音量が騒音刺激よりも大きい場合に印象を改善する効果があることを見出した．しかしながら，音刺激だけではなく映像も提示した本研究においては，やかましさや不快感，落ちつかない印象は，マスク音と騒音刺激との音量の違いによらず，マスク音の物理的な音量の変化に対応して増加した．この結果は，音刺激だけではなく映像も提示される状況において，（少なくとも本研究で用いた刺激範囲では）マスク音の音量の操作よりも映像提示の方がやかましさを低減や印象の改善に大きな効果をもつことを示唆している．

4.4 環境の印象改善への適用

本研究で見出された状況的一致の効果の利用は，音と映像が存在する環境における快適性向

上のために有効と考えられる．状況的一致の効果を環境の印象改善に適用することについて考えてみよう．日常生活において騒音が環境の快適性を損なっているのは，実際に騒音が発生している屋外よりも，屋外の視覚情報が遮られた屋内の環境であることが多いと言える．屋外において，例えば，車の音の中を歩いていてさほど不快感などを感じないのは，状況的一致の効果が生じているからかも知れない．他方，騒音が発生する道路わきの建物において，騒音源の視覚情報は壁によって遮られているものの，音は壁によって完全に遮ることができない場合，騒音として屋内に入ってくる．このような場面において，屋外の視覚情報を完全に遮断するのではなく，屋外の音源の視覚情報が提示されるように建物を計画すれば，状況的一致の効果により，主観的なやかましさを低減や環境の快適性が向上できると期待される．

4.5 まとめ

本研究では，環境に対する印象改善手法である心理的アクティブコントロールにおいて，心地よい音や映像の組み合わせだけではなく，不快な音を状況的に一致した映像と組み合わせることによってもやかましさを環境に対する印象を改善する状況的一致の効果が見出された．この状況的一致の効果は，視聴覚刺激を組み合わせることによる刺激への印象変化を検討した先行研究^{10,11)}では報告されていない効果である．音と映像の時間的特性の一致が音や映像の印象に及ぼす影響が知られている¹⁵⁾．しかし，明確な時系列的対応をもたない音と映像を組み合わせることによって生じる状況的一致の効果は，時間的特性の一致に基づく効果よりも多様な音と映像の組み合わせに見出すことができる効果と考えられる．

心理的アクティブコントロールにおいて視聴覚刺激の状況的一致の効果に基づいて環境に対する印象を確実に改善するためには，今後，音と映像の状況的一致の効果の必要条件や，この効果の基礎となる心理過程を明確にする必要がある．また，本研究で用いた種類以外の音や映像を

用いた場合、今回と同様に状況的一致の効果が生じるかという問題も今後の検討課題である。さらに、状況的一致の効果が環境に対する印象の決定に特有の効果であるのか、それとも音や映像に対する印象の決定においても生じる効果であるのかという問題も、視聴覚刺激の感性情報処理過程を理解する上で、今後の重要な検討課題である。

文 献

- 1) S. Namba, S. Kuwano and H. Fastl: Loudness of road traffic noise using the continuous judgment by category. *Proceedings of the 5th International Congress on Noise as a Public Health Problem*, 241-246, 1988.
- 2) 古澤隆彦: オフィスの音環境. *騒音制御*, **15**, 230-234, 1991.
- 3) 政倉祐子, 一川 誠: 聴覚マスキング法におけるマスク刺激の種類および等価騒音レベルによる効果. *日本基礎心理学会第19回大会, 基礎心理学研究*, **19**, 134-135, 2001.
- 4) H. McGurk and J. MacDonald: Hearing lips and seeing voice. *Nature (London)*, **264**, 746-748, 1976.
- 5) 北島律之, 山下由己男: 音像定位への光刺激の影響における同期性の効果の空間異方性. *VISION*, **9**, 1-12, 1997.
- 6) P. Bertelson and M. Radeau: Cross-modal bias and perceptual fusion with auditory-visual spatial discordance. *Perception & Psychophysics*, **29**, 578-584, 1981.
- 7) W. R. Thurlow and T. M. Rosenthal: Further study of the existence regions for the "ventriloquism" effect. *Journal of the American Audiological Society*, **1**, 280-286, 1976.
- 8) T. A. Ryan: Interrelation of the sensory systems in perception. *Psychological Bulletin*, **37**, 659-698, 1940.
- 9) 丸山欣也: 講座心理学 3. 感覚, 第8章「感覚間相互作用」. 東京大学出版会, 267-297, 1969.
- 10) 岩宮眞一郎: オーディオ・ヴィジュアル・メディアを通しての情報伝達における視覚と聴覚の相互作用に及ぼす音と映像の調和の影響. *日本音響学会誌*, **48**, 649-657, 1992.
- 11) 岩宮眞一郎: 音楽と映像のマルチモーダル・コミュニケーション. 九州大学出版会, 2000.
- 12) 難波精一郎, 桑野園子: 種々の変動音の評価法としてのLeqの妥当性並びにその適用範囲の検討. *日本音響学会誌*, **38**, 774-785, 1982.
- 13) 宮川雅充, 中司智之, 青野正二: 音環境の印象に及ぼす視覚情報と聴覚情報の影響. *騒音制御*, **26**, 53-59, 2002.
- 14) K. Maruyama and T. Sasaki: Cross-modality effects of TV-watching on optimal listening level. *Tohoku Psychological Folia*, **40**, 146-154, 1981.
- 15) 菅野禎盛: 音と映像の時間的な関係が両者の主観的な調和感と注意に及ぼす影響に関する認知心理学的研究. 九州芸術工科大学博士論文, 2001.