

イビキ音のマスクングに関する一検討*

伊藤春菜, 棚橋徹, 北原鉄朗 (日大)

1 はじめに

日常生活において、不快な音の1つにイビキが存在する。イビキは寝室だけでなく電車やカフェで聞くこともあり、その音は非常に不快と感じる人もいる。簡易的にできるイビキの対策として耳栓をつける、音楽を大音量で聞く、ノイズキャンセリングヘッドホンなどで音を低減する、イビキをかいている人から離れるなどが挙げられるが、イビキが聞こえなくなるほどの大音量で音楽を聞き続けると難聴になることや、イビキをかいている人から離れることが難しい場合もある。また、イビキの音を Active Noise Control (能動的騒音制御, 以下 ANC) で抑圧する研究が行われている [1][2] が、非定常であるイビキを完全に抑圧するのは難しい。他にも雑音の音圧を抑制することはできないが、雑音に別の音を被せるマスクングという技術があり、非定常音に対しての研究もされている [3]。

本研究では、ANC ヘッドフォンを装着して何らかの思考的作業を行う状況を想定し、ANC では抑圧できないイビキをマスクングする音を検討する。また、イビキ音をマスクングするだけでなく、作業の効率を落とさないことも重要であると考えられる。そこで、マスクング音には環境音や音楽などを用意し、そのような音環境下における作業効率と不快感を調査する。

2 実験方法

2.1 実験手順

実験では被験者に5分間 ANC ヘッドフォン (SONY MDR-1000X) でマスクング音を聞きながら日本語の文法問題 [4] を解いてもらい、イビキが聞こえたらボタンを押してもらった。

マスクング音には無音と Table 1 に示したマスクング音の計6種類を用意した。各マスクング音に対してスピーカー (BOSE SoundLink Color Bluetooth speaker) からイビキを流す条件と流さない条件の計12条件で実験を行った。また、無音の場合でも ANC ヘッドフォンは装着して作業を行ってもらった。マスクング音の音圧は40dB とし、3種のイビキを40, 50, 60dB の3音圧、すなわち9つのイビキを1条件に対して再生した。実験で流すマスクング音の順番は、無音のイビキなし、イビキありを1, 2番目に行った後、3~12番目は残りの10条件をランダムで行った。5分間の作業後に2分間の休憩と、作業時の音環境について7段階の評価を行ってもらった。

2.2 実験場所・環境騒音

本研究の地下実験室に設置した防音室で行った。スピーカーと被験者の距離は1.2m とし、暗騒音の音圧は30dB であった。

Table 1 本実験で用いたマスクング音

マスクング音	説明
ピンクノイズ (以下 PN)[5]	音圧が周波数に反比例する雑音
雑踏音 [6]	駅の改札付近の雑踏音を使用
雨 [7]	激しめの雨の音を使用
Jive(Octet)[8]	歌詞のないポップな曲
Abyss(Octet)[8]	歌詞のないゆったりした曲

Table 2 イビキの種類

イビキ種類	説明
イビキ 1[9]	イビキの立ち上がりから立ち下がりまでの中で、3回高音域の時間的変化がある
イビキ 2	1kHz 以下の低周波部分の音圧が高い
イビキ 3[10]	イビキ 2 よりも高い周波数帯の音圧が高い

Table 3 正答数 (SD: 標準偏差, 無・有はイビキ音の有無)

被験者	無音		PN		雑踏音		雨		Jive		Abyss	
	無	有	無	有	無	有	無	有	無	有	無	有
1	48	23	26	47	34	34	29	29	34	33	28	29
2	43	37	54	51	36	54	41	41	52	56	49	47
3	50	45	64	64	43	59	36	55	56	65	49	53
4	68	58	67	68	44	64	48	59	57	71	60	53
5	25	18	30	31	24	34	33	29	32	39	40	22
6	58	45	62	59	47	61	29	42	51	57	54	47
7	54	24	37	41	31	42	37	32	41	49	45	38
8	64	58	51	53	49	61	49	56	44	58	58	40
9	56	42	58	46	31	45	39	48	46	48	49	28
10	62	59	55	54	44	49	52	43	53	56	53	52
11	57	35	60	55	40	44	35	46	40	61	57	43
12	61	48	67	61	42	54	42	50	52	59	53	38
13	48	31	33	40	40	41	28	35	38	47	33	31
平均	53.4	40.2	44.8	43.2	47.5	44.2	47.0	49.2	44.9	44.0	47.1	48.7
SD	11.1	13.8	11.4	10.2	12.0	13.0	11.1	9.1	11.1	10.4	12.9	11.5

2.3 被験者

被験者は聴力が正常な19~22歳の大学生13名(男性: 6名, 女性: 7名)である。

3 実験結果・考察

実験の結果について、日本語文法問題の正答数(作業効率)、イビキに気づくか否か、音環境に対する心理的評価の3点から考察する。

3.1 作業効率

Table 3 に被験者ごとの課題の正答数を示す。無音はイビキの有無で各被験者の正答数の平均に差があり、イビキが作業の邪魔をしていることがわかる。一方、各マスクング音ではイビキの有無で正答数の差が小さい。このことから、いずれのマスクング音も、イビキによる作業への影響が小さいと考えられる。また、無音のイビキなしの条件と、マスクング音のイビキなし条件の正答数の差は、無音のイビキの有無の差より小さいことから、イビキが聞こえる状況で作業を行うよりマスクング音を聞きながら作業を行う方が作業への影響が小さいと考えられる。

3.2 イビキに気づくか否か

Table 4 に被験者が各イビキに気づいた回数とその平均を示す。全体的にイビキ1はイビキ2、イビキ3に比べて気づかれやすい傾向が見られた。これは、Table 2 で述べた通りイビキ1が高音域の時間的変化がはっきりしていることが要因の1つであると考えら

* A Study on Masking of Snoring Sound. by Haruna, ITO, Tetsu, TANAHASHI, and Tetsuro, KITAHARA (Nihon University)

Table 4 イビキ別イビキに気づいた回数 [13 人中]

	[dB]	無音	PN	雑踏音	雨	Jive	Abyss	平均
イビキ 1	40	5	0	0	1	0	0	1.0
	50	12	2	2	7	7	2	5.3
	60	13	12	5	12	13	9	10.7
イビキ 2	40	4	0	1	5	0	0	1.7
	50	11	5	2	9	0	0	4.5
	60	12	9	9	12	4	2	8.0
イビキ 3	40	3	0	0	0	0	0	0.5
	50	11	0	1	3	2	3	3.3
	60	13	5	6	10	10	6	8.3
平均 [9 回中]		6.2	2.5	2.0	4.5	2.8	1.7	

れる．また，雑踏音と Abyss の気づいた回数の平均が 2.0 以下であり，他のマスキング音より被験者がイビキに気づきにくい傾向が見られた．これは，雑踏音と Abyss が低周波数帯の音圧が強いマスキング音であることが要因として考えられる．一方，雨の音は他のマスキング音に比べて気づかれる回数が多かった．これは雨の音圧のピークが 900Hz 前後であり，イビキ 1 とイビキ 2 は 400Hz 以下に音圧の最大値があることから，イビキを気づきにくくすることができなかったのではないかと考えられる．しかし，イビキ 3 に関しては，1,200Hz に音圧の最大値があるので，イビキ 1 やイビキ 2 よりは気づきにくくできたのではないかと考えられる．

3.3 マスキングに対しての心理的評価

作業時の音環境について 7 段階 (1 : 非常に不快, 7 : 全く不快でない) の評価をしてもらった．心理的評価の結果と各マスキング音におけるイビキの有無による評価の差に対する t 検定結果を Table 5 に示す．

その結果，無音，PN，雨はイビキ有無で心理的評価に有意差があった．PN と雨の場合，イビキに気づくことが多かったことから，今回用いた音圧では十分にイビキをマスキングできなかったため，イビキありの時に評価が低くなったと考えられる．一方，雑踏音，Jive，Abyss ではイビキの有無で心理的評価に有意差があるとは言えなかった．これは，イビキに気づきにくい環境音であることや，気づいたとしても音楽という快要素の強いマスキング音であることから，イビキの有無で評価の変化が小さかったと考えられる．また，無音のイビキありの心理的評価より，雑踏音のイビキありの心理的評価が低いのは雑踏音というマスキング音自体が不快であることが要因として考えられる．

しかし，カフェなどの雑踏音が聞こえている環境下で勉強している人がいることから，普段図書館のような静かな場所で勉強をする人とカフェなどの騒がしい場所で勉強をする人で作業環境に対する評価に差があると考え，実験終了後のアンケートを基に，静かな環境で勉強を行う被験者 (A グループ) と，騒がしい環境で勉強を行う被験者 (B グループ) で心理的評価を分けて平均を算出した (Table 5 の静か，煩い)．その結果，普段から騒がしい環境で勉強を行っている被験者は，雑踏音や Jive など心理的評価が高い傾向が見られた．このことから，普段の作業環境も心理的評価に影響を与えている可能性が高い．

Table 5 心理的評価 (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$)

被験者	無音		PN		雑踏音		雨		Jive		Abyss	
	無	有	無	有	無	有	無	有	無	有	無	有
1	7	4	4	4	3	3	5	5	5	5	5	5
2	7	4	7	4	3	3	6	3	6	5	7	7
3	7	4	4	3	2	4	7	4	6	4	6	2
4	7	5	5	4	5	5	6	5	6	6	7	5
5	4	3	6	5	6	4	7	3	7	5	6	5
6	7	6	6	4	6	6	7	5	7	7	6	7
7	7	4	7	6	4	4	6	6	7	7	5	5
8	7	4	6	5	4	3	6	5	7	6	7	5
9	7	4	7	5	5	4	7	4	5	4	6	4
10	6	5	4	3	3	3	6	4	4	5	5	5
11	4	3	4	3	3	3	6	4	5	3	5	6
12	7	4	5	4	4	4	6	4	3	4	5	6
13	6	4	6	5	3	2	5	5	7	7	7	7
平均	6.4	4.2	5.5	4.2	3.9	3.7	6.2	4.4	5.8	5.2	5.9	5.3
	**		**		-		**		-		-	
被 A	6.5	4.1	5.5	4.2	3.6	3.5	6.1	4.4	5.6	5.1	6.0	5.2
被 B	6.0	4.3	5.3	4.3	5.0	4.3	6.3	4.3	6.3	5.7	5.7	5.7

4 おわりに

本稿では，ANC ヘッドフォンとマスキングを用いて，作業効率を落とさないかつ，イビキが気にならなくなるマスキング音の発見を目標に 5 種のマスキング音で実験を行った．

実験の結果を作業効率，イビキに気づくか否か，心理的評価の 3 点から考察した．作業効率において，各マスキング音によってイビキ音の作業への影響が軽減される傾向が見られた．イビキに気づいたか否かにおいては，雑踏音とゆったりとした曲である Abyss は他のマスキング音よりイビキに気づきにくい傾向が見られた．一方雨の音は他のマスキング音よりイビキに気づかれる回数が多かった．心理的評価は，雨，ポップな曲の Jive，Abyss は他のマスキング音より心理的評価が高い傾向が見られ，雑踏音は他のマスキング音より心理的評価が低い傾向が見られた．

普段のどのような音環境で作業しているかの影響が大きかったことから，今後は，聴取者の普段の音環境を考慮して最適なマスキング音を選択する方法について検討していきたい．

謝辞 本研究は，JSPS 科研費 17H00749 から支援を受けた．

参考文献

- [1] Kuo, Sen M., et al. *Green Circuits and Systems (ICGCS)*, International Conference on. IEEE, 2010.
- [2] Kuo, Sen M., et al. *Control Applications*, International Conference on. IEEE, 2007.
- [3] 為末隆弘, et al. 日本音響学会誌 61.7 (2005): 365-370.
- [4] 伊能裕晃, et al. 株式会社 スリーエーネットワーク
- [5] TEST TONE. <https://www.youtube.com/watch?v=sM4H4tjaNDI&t=1401s>
- [6] MeditationForest. <https://www.youtube.com/watch?v=nq0hmrG969Y&t=566s>
- [7] 動画太郎. <https://www.youtube.com/watch?v=LxZFK4etufU>
- [8] “RWC 研究用データベース:ジャズ音楽”
- [9] Taishi. <https://www.youtube.com/watch?v=02BK2AmSsrA>
- [10] kwmtshota. <https://www.youtube.com/watch?v=k3Q6Dju6GD8>