

|      |                                             |
|------|---------------------------------------------|
| タイトル | 屋外防災無線放送の聴き取りにくさに及ぼすアナウンス音レベル，暗騒音レベル，エコーの影響 |
| 著者   | 佐藤，哲身； SATO, Tetsumi                        |
| 引用   | 北海学園大学工学部研究報告(47)： 11-15                    |
| 発行日  | 2020-01-31                                  |

# 屋外防災無線放送の聴き取りにくさに及ぼす アナウンス音レベル，暗騒音レベル，エコーの影響

佐 藤 哲 身\*

## The Effects of Announcement Sound Level, Background Noise Level and Extent of Echo on Listening Difficulty of Outdoor Public Addressing

Tetsumi SATO\*

### 要 旨

本研究は適切な防災無線放送を実現するための基礎的な資料を得ることを目的としており，防災無線放送の聴き取りにくさに及ぼす諸要因のうち，アナウンス音レベル，暗騒音レベル，エコーの程度の3要因の影響を検討するものである．10名の被験者を対象として評定尺度法による聴感実験を行った結果，3要因ともアナウンスの聴き取りにくさに有意な影響を及ぼすことが分かり，また，要因間の相互影響として，エコーが強いほど暗騒音レベルの影響が大きく，聴き取りにくさが有意に上昇することが分かった．アナウンス音レベルと暗騒音レベルについてはアナウンス音の出力を上げることによりある程度解決可能と思われるが，屋外空間でエコーを制御するのは極めて困難であり，この問題の追究が重要であることが分かった．

### 1. はじめに

日本各地で大型の災害が頻発するなか，昨年は北海道においても記録的な豪雨や台風，さらには観測史上最大の地震に見舞われ，防災の重要性を実感した年となった．近年，全国瞬時警報システム（J-Alert）が普及するようになり，スマートフォンや携帯電話から緊急速報がリアルタイムで受信できるようになったが，これらの機器を持ち歩かない高齢者はかなりの数に上ると推測され，また，職業によっては，屋外での作業時にこれらの機器を手元に置かないケースも少なくないと考えられる．そこで，特別な受信装置を必要としない屋外拡声器による防災行政無線放送（以下，防災無線放送と記す）は避難情報の伝達において重要な役割を担ってい

---

\* 北海学園大学工学部建築学科

\* Department of Architecture and Building Engineering, Faculty of Engineering, Hokkai-Gakuen University

る。しかし、東日本大震災後の調査では、約20%の住民が防災無線放送の音声を聴き取れなかったことが報告されており<sup>1)</sup>、建物や地形などの周辺環境、風や雨などの気象条件が音の伝搬に影響したものと考えられる。

このたび、北海道後志管内神恵内村で実施された防災無線放送に関する調査・実験に参加する機会を得たので、そのデータの一部を使用してアナウンス音の聴き取りにくさに関する聴感実験を実施した。

本研究は適切な防災無線放送を実現するための基礎的な資料を得ることを目的としており、具体的には防災無線放送の聴き取りにくさに及ぼす諸要因のうち、アナウンス音レベル、暗騒音レベル、エコーの程度の3要因の影響を検討することである。

## 2. 実験方法

今回検討対象とするアナウンス音レベルと暗騒音レベル（以下、SN比で表す）については、佐藤ら<sup>2)</sup>による「常時屋外拡声システム性能確保のためのASJ技術基準（第1版）」のなかに参考値が示されており、アナウンス音の必要レベルは $L_{Aeq}$ で60dB以上、SN比は6 dB以上とされている。今回の実験ではこの参考値に基づき、アナウンス音レベルを60dB、50dB、40dBの3段階に設定し、SN比を-6 dB、-3 dB、0 dB、+3 dB、+6 dB、暗騒音なし（現地の暗騒音により+21dB程度と推定）の6段階に設定した。また、エコーについては、神恵内村の諸地点で記録した音声のうち、エコーがほとんど感じられないもの（NE）、弱いエコーが感じられるもの（WE）、強いエコーが感じられるよう意図的に作成したインパルス応答（図1）を畳み込んだもの（SE）の3段階に設定した。なお、アナウンス音（チャイムを含む）の $L_{Aeq}$ は図2に示すように、200ms以上にわたってアナウンスが存在しない区間を非音声区間として除外して求めた<sup>2)</sup>。またSN比はアナウンス音のレベルから暗騒音のレベルを減ずることにより求めた。暗騒音にはインターネット上にフリーで公開されている雨の音を使用した（<http://taira-komori.jp/nature01.html>）。その結果、試験音は、3（アナウンス音のレベル）×6（SN比）×3（エコーの程度）の計54種類となり、これらの試験音の聴き取りにくさを

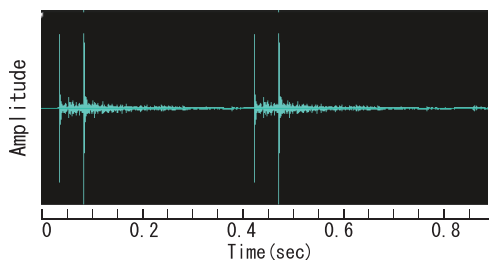


図1 強いエコーを発生させるために用いたインパルス応答波形

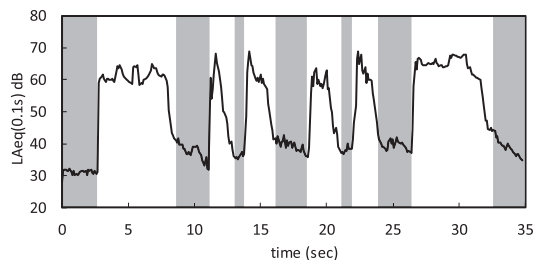


図2 アナウンス音+チャイムの $L_{Aeq}$ 計算対象（網掛け部分の無音区間を除く）

6段階の尺度上に評定するよう、正常な聴力を有する10名の被験者（20代男子学生）に求めた。実験で使

表1 アナウンスの内容

|                            |
|----------------------------|
| ピンポンパンポン（上りチャイム）           |
| こちらは神恵内村役場です。防災無線の試験放送中です。 |
| ピンポンパンポン（下りチャイム）           |

用いた6段階のカテゴリは表1、表2の通りである。この評定尺度は国土交通省河川局河川環境課がダム放流警報システム計画の際に用いたもの<sup>3)</sup>をTOA(株)が北海道神恵内村での長距離伝送型スピーカ鳴動実験の際に改良し、それを筆者が今回の実験用に改良したものである。実験装置のブロックダイアグラムは図3に示す通りであり、2つのスピーカからアナウンス音と暗騒音を同時に提示した。実験は、はじめにエコーの程度NEを対象に、アナウンス音レベル60dBでSN比の小さなものから順に行い、終了後にアナウンス音50dB、40dBの試験音について実施した。NE終了後にはエコーの程度WE、SEの順で同様な実験を行った。

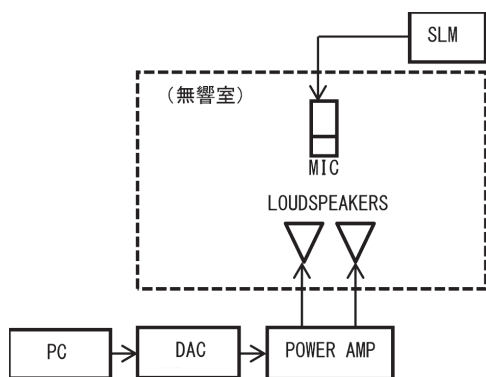
表2 評定に用いた6段階のカテゴリ

|                                       |
|---------------------------------------|
| 5：非常に良く聞こえ、内容がはっきりと分かる                |
| 4：良く聞こえ、内容も理解できる                      |
| 3：やや聞こえづらいが、内容はなんとか理解できる              |
| 2：内容は聞き取りにくいですが、チャイム音は聞こえる（全文は聞き取れない） |
| 1：注意していればアナウンスは聞こえるが、内容は分からない         |
| 0：アナウンスが認識できない                        |

### 3. 実験結果と考察

図4は評定尺度のカテゴリ3以上を許容すべきレベルと仮定して、全ての試験音についてカテゴリ3以上の回答率をまとめたものである。

図から、アナウンス音レベル、SN比、エコーの3要因とも、アナウンスの聴き取りにくさに影響を及ぼすことが分かる。また、それぞれの要因間の相互影響として、拡声音レベルが小さくなるほどエコーの影響が大きく、エコーが強いほどSN比の影響が大きくなり、聴き取りにくさが上昇する様子がうかがえる。表3は分散分析の結果であるが、アナウンス音レベル、SN比、エコーの3要因、およびエコーの程度とSN比の相互影響において1%水準で有



PC: FUJITSU FMVA18004  
 DAC: AMULECH DAC AL-9628D  
 POWER AMP: BOSE ZA250-LZ  
 LOUSPEAKER: YAMAHA NS-1000 MONITOR  
 SLM: RION NL-42

図3 実験装置のブロックダイアグラム

表3 分散分析表

| 因 子           | TypeⅢ平方和   | 自由度 | 平均平方      | F 値     | P 値         | 判定   |
|---------------|------------|-----|-----------|---------|-------------|------|
| エコーの程度        | 16044.4444 | 2   | 8022.2222 | 89.1358 | $P < 0.001$ | 1%有意 |
| 拡声音レベル        | 1300.0000  | 2   | 650.0000  | 7.2222  | 0.0044      | 1%有意 |
| S/N比          | 34488.8889 | 5   | 6897.7778 | 76.6420 | $P < 0.001$ | 1%有意 |
| エコーの程度*拡声音レベル | 488.8889   | 4   | 122.2222  | 1.3580  | 0.2837      | —    |
| エコーの程度*S/N比   | 5600.0000  | 10  | 560.0000  | 6.2222  | $P < 0.001$ | 1%有意 |
| 拡声音レベル*S/N比   | 277.7778   | 10  | 27.7778   | 0.3086  | 0.9700      | —    |

意な差が認められる。

複数の要因による音声了解度の低下は佐藤ら<sup>4)</sup>、小林ら<sup>5)</sup>の研究でも示されており、対象とした要因は異なっているものの、同様な結果が得られたものと言える。

#### 4. おわりに

以上により、アナウンス音レベル、SN比、エコーともにアナウンスの聴き取りにくさに影響を及ぼしていることが分かり、要因間の相互影響も確認された。このうち拡声音レベルとSN比についてはアナウンス音の出力を上げるによりある程度解決可能と思われるが、屋外空間でエコーを制御するのは極めて困難なため、難しい問題を抱えている。今後はエコー発生時の聴き取りにくさ解消の問題に取り組んでいきたい。

おわりに、音響測定・分析など技術的側面を中心にご尽力いただいた北方建築総合研究所の飯泉元気博士、ならびに、実験に参加してくれた学生諸君に謝意を表する。なお、本研究は令和元年度北海学園学術研究助成（一般研究）に よった。ここに記して謝意を表する。

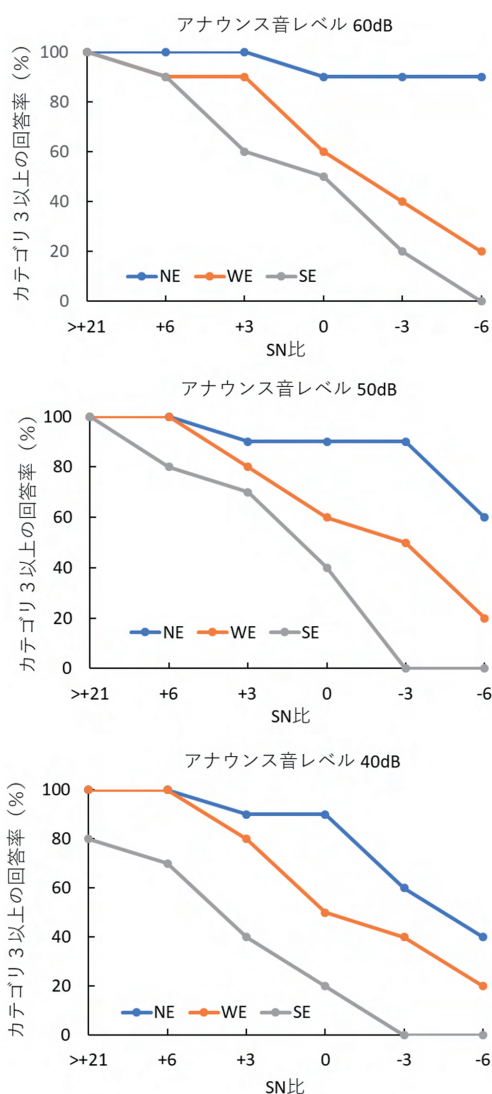


図4 実験結果

## 参考文献

- 1) 内閣府：東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会，第7回会合資料（2014）
- 2) 佐藤逸人，苅木禎史，鈴木陽一，災害等非常時屋外拡声システム性能確保のためのASJ技術基準（第1版），日本音響学会・騒音・振動研究会資料（2018）
- 3) 国土交通省河川局 河川環境課，ダム放流警報システム計画・設計指針（案）・同解説（2011）
- 4) 佐藤逸人，崔正烈，坂本修一，鈴木陽一，森本政之，青木雅彦，小池宏憲，高島和博，鶴秀生，光枝太一，音声了解度による屋外拡声システムの評価－総務省平成23年度3次補正予算による技術開発－，日本音響学会講演論文集（2013）
- 5) 小林洋介，西田楓，近藤和弘，音声伝送系の品質劣化を考慮した屋外拡声器のブラインド了解度予測，日本音響学会講演論文集（2015）