

花火師の大型花火開花音への曝露予測

井奈波良一¹⁾, 青山 温仁²⁾, 田中 耕¹⁾³⁾

¹⁾岐阜大学大学院医学系研究科産業衛生学分野

²⁾岐阜県公衆衛生検査センター

³⁾中部学院大学看護リハビリテーション学部

(平成 28 年 1 月 6 日受付)

要旨：【目的】花火師の大型花火音への曝露レベルを把握する。

【方法】大型花火が大量に打ち揚げられる花火大会の観覧席において、花火騒音を測定し、大型花火音の打ち揚げ地点における花火師への曝露予測を行った。

【結果】1. 打ち揚げ地点における開花音曝露予測値は、10号玉が 105.7 ± 2.3 dB (A)であり、7号玉は 104.4 ± 2.4 dB (A)であった。2. 発射音については、測定点の雑踏(60~80dB (A))と区別がつかず、曝露予測はできなかった。

【結論】現状では、花火師の騒音性難聴を予防するためには、耳栓等の防音保護具の着用が推奨される。

(日職災医誌, 65:107—110, 2017)

—キーワード—

打ち揚げ花火, 騒音, 曝露予測

はじめに

榎田ら¹⁾が行った栃木県の煙火協会加盟店 10 店の 20 名の花火師(年齢と職歴は未報告)を対象にしたアンケート調査等によれば、花火師における難聴および耳鳴りの有訴率は、それぞれ 50.0%, 30.0%であった。花火師は難聴予防のために耳栓の着用が求められるが、不発玉を音で聴き分けるためと仲間との連絡の取り合いが必要なため耳栓をすとかえって危険が増すという理由で耳栓を着用していなかった。著者²⁾は、最近、花火打ち揚げ事業場の熱中症予防対策を中心とした労働安全衛生活動の実態を調査した結果、花火打ち揚げ時に耳栓等を着用させている事業場の割合は 50% 以下であることがわかった。原因のひとつとして、花火師が花火打ち揚げ従事中に曝露する騒音レベルが十分明らかになっていないため、騒音の健康影響が軽視されていることが考えられる。

このため、著者らは、花火打ち揚げ現場で騒音測定を実施することが肝要であると考え、花火大会主催者等と交渉を重ねてきたが、保安上の問題から許可を得ることは極めて困難であった。そこで、今回、大型花火が大量に打ち揚げられる花火大会の観覧席において、花火音を測定し、花火師の大型花火音への曝露予測を行ったので、ここに報告する。

方 法

2014 年 10 月に A 市内で開催された花火大会(18:00~21:00)において、打ち揚げ地点から約 320m 離れた花火観覧席(測定点)で、騒音レベルを A 特性で連続測定した。騒音測定には、データを自動保存できる普通騒音計(リオン NL-42)を用いた。騒音のサンプリング間隔は 200ms (1/5 秒)、時間重み特性 Fast (125ms) で測定した保存されたデータをグラフ化し、大会プログラムに基づいて大型煙火である 10 号玉(外径 30cm) 45 発およびエンディング花火に使用された 7 号玉(外径 21cm) 84 連発を解析対象とした。

開花(花火の爆発)音については、10号玉 45 発中未測定の最初の 1 発を除く 44 発が選定できた(図 1)。7号玉の開花音は、84 発中から 95dB (A) 以上の単独ピーク(抽出しようとするピークとその直前が 10dB 以上の差があることとした)と認められる 60 発を同定した(図 2)。しかし、発射音については、10号玉、7号玉ともに、測定点の雑踏(60~80dB (A))と区別がつかず、同定できなかった(図 1 および図 2)。

打ち揚げ地点における開花音の予測は、以下の騒音の距離減衰式³⁾をもとに行った(図 3)。なお、開花地点が空中のため音場を自由空間とした。

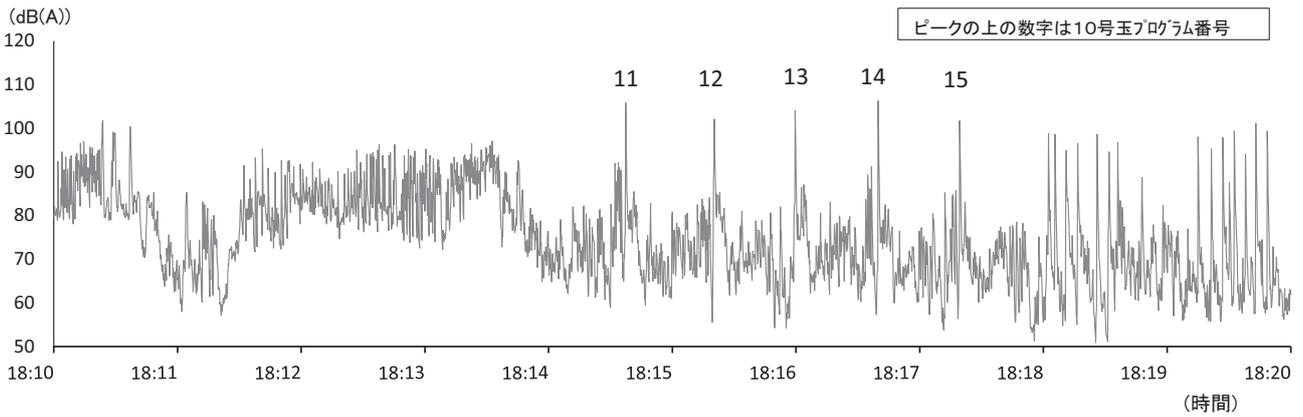


図1 花火大会騒音の時間変動 その1

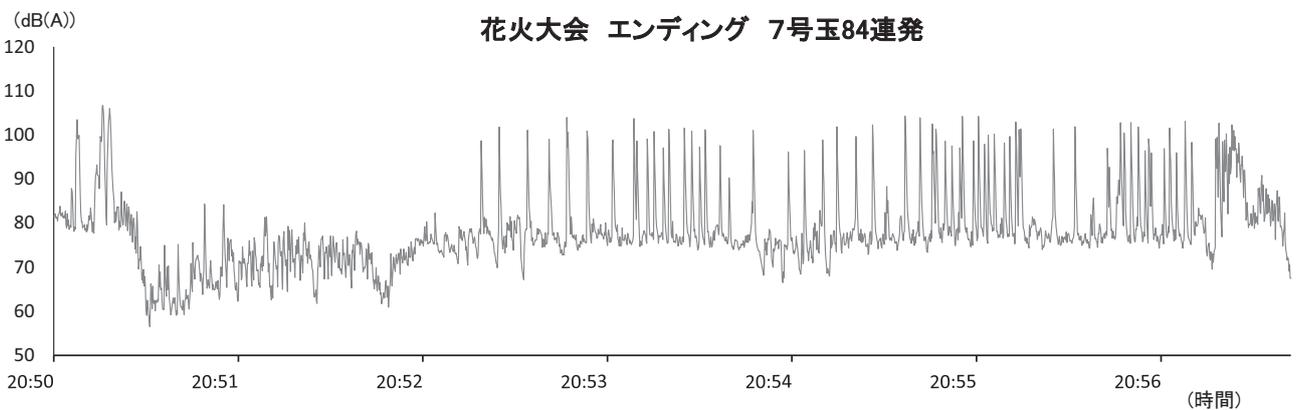


図2 花火大会騒音の時間変動 その2

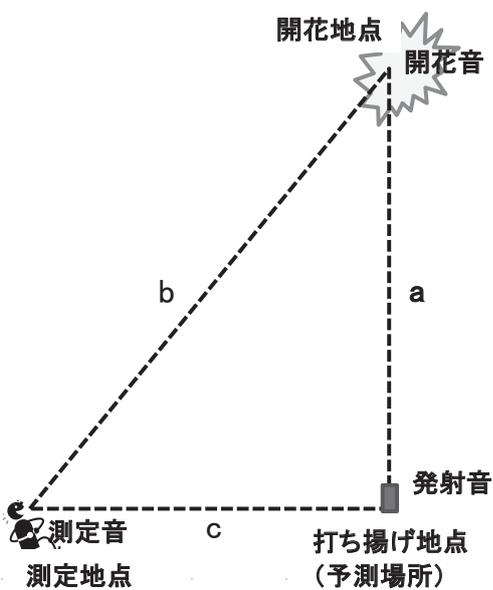


図3 予測イメージ

$L1'$: 開花地点での開花音予測値 (dB (A))= $L2 + 20 \times \log_{10} (b) + 11$

$L2$: 測定地点における開花音測定値 (dB (A))

a : 打ち揚げ地点から開花地点までの距離 (m)

b : 測定地点から開花地点までの距離 ($(a^2 + c^2)$ の平方根) (m)

c : 打ち揚げ地点から測定地点までの距離 (320m)

なお、打ち揚げ地点から開花地点までの距離は、日本の花火ホームページの資料⁴⁾に基づき 10号玉は 330m, 7号玉は 250m と仮定した。

結果は、平均値±標準偏差で示した。

結 果

開花音の測定値は、10号玉が 102.8 ± 2.3 dB (A) であり、7号玉は 100.2 ± 2.4 dB (A) であった。打ち揚げ地点における開花音予測値は、10号玉が 105.7 ± 2.3 dB (A) であり、7号玉は 104.4 ± 2.4 dB (A) であった (表1)。

考 察

今回、花火打ち揚げ地点からかなり離れた花火観覧席で測定したためか、花火の発射音は、データグラフでは

$L1 = L1' - 20 \times \log_{10} (a) - 11$

$L1$: 打ち揚げ地点での開花音予測値 (dB (A))

表1 大型花火開花音

	測定値 (dB (A))	開花音予測値 (dB (A))	
		開花地点	打ち揚げ地点
10号玉	102.8±2.3 (98.0～107.4)	167.1±2.3 (166.2～171.6)	105.7±2.3 (100.9～110.3)
7号玉	100.2±2.4 (95.9～104.3)	163.4±2.4 (159.1～167.5)	104.4±2.4 (100.1～108.5)

平均値±標準偏差 (最小～最大)

表2 測定地点での発射騒音レベルを70dB (A)と仮定した場合に、花火師が遠隔操作地点で曝露する推定騒音レベル

遠隔距離 (m)	推定騒音レベル (dB (A))
0	128.0
10	100.0
20	93.9
30	90.5
40	88.0
50	86.0
60	84.4
70	83.1
80	81.9
90	80.9
100	80.0

雑踏騒音と区別がつかず、同定できなかった。このため、花火発射音についての予測はできなかった。

今回の花火騒音調査では、打ち揚げ地点における開花音予測値の平均と最大は、10号玉でそれぞれ106dB (A)、110dB (A)、7号玉でそれぞれ104dB (A)、108dB (A)に達していた。著者ら⁵⁾は、他の花火大会の騒音調査で、4号玉 (外径12cm)の打ち揚げ地点における開花音予測値が、最大102dB (A)であったことを報告している。したがって、花火玉が大きいほど、打ち揚げ地点における開花音予測値が大きくなると推定される。

一般に騒音は離れるほど減衰するとされている³⁾。花火打ち揚げ地点から320m離れた測定地点での10号玉または7号玉の発射音の測定値は雑踏騒音レベル (60～80dB (A))にまぎれるほどの音であった。そこで、仮に測定地点での発射騒音レベルを70dB (A)とすると、打ち揚げ地点での発射騒音レベルは128.0dB (A) (騒音の距離減衰式³⁾で、打ち揚げ地点が地表付近のため音場を半自由空間とし、 $70+20 \times \log_{10} (320)+8$)と予測できる。打ち揚げ地点から10～100mで遠隔操作した場合の花火師の推定される曝露騒音レベル ($128.0-20 \times \log_{10} (10 \sim 100)-8$)を表2に示した。花火の音は、一瞬の爆発音であるため、衝撃騒音として評価したほうが良いと思われる⁶⁾。日本産業衛生学会の騒音レベル (A特性音圧レベル)による衝撃騒音の許容基準⁷⁾によれば「1労働日の衝撃騒音の総曝露回数が100回以下の場合、騒音レベル120dB (A)を許容基準とし、また100回を超える場合は、衝撃騒音の曝露回数に対応する補正値を加算することになってい

る。しかし、花火師の1労働日における花火発射音への曝露回数は不明である。そこで、今回は、仮に曝露騒音レベルを85dB (A)以下にすることを目標にすると、7号玉以上の大型花火では、少なくとも60m以上の遠隔操作が、花火師の発射音による難聴予防対策としても効果的であると考えられる。2009年に花火打ち揚げの保安上の問題から、花火の遠隔点火が義務化された⁸⁾。しかし、著者らの花火師への聞き取りでは、現状では20～30mの遠隔操作が行われていることから、60m以上の遠隔操作が現実的か否かの問題は残される。

一方、花火打ち揚げ地点から300m以上離れた測定地点における花火開花音の平均値は、打ち揚げ地点での予測値より10号玉で3dB、7号玉も4dBの減衰にすぎず、いずれも100dB (A)を超えていた。これらの結果は、花火師が作業する地上では花火開花音の騒音レベルは、遠隔操作場でも発射音より大きくなり、遠隔操作をしたとしても騒音性難聴予防の観点からみると効果が極小さいことを示している。

したがって、今後、騒音性難聴予防の観点から、花火師は、7号玉以上の大型花火では、特に開花音に注意する必要があると考えられる。

また、大型花火の開花音が、特に過労、睡眠不足、アルコールの多飲、大型花火を大量に打ち揚げる花火大会への高頻度参加歴等がある観客に音響外傷等の医学的問題を引き起こす可能性も指摘される⁹⁾。

いずれにせよ、現状では、花火師の騒音性難聴を予防するためには、耳栓等の防音保護具の着用が推奨される¹⁰⁾。

謝辞：花火騒音測定にご協力いただいた加野准子氏に感謝の意を表す。

利益相反：利益相反基準に該当無し

文 献

- 1) 榎田泰明, 加藤 寿, 金子奈津江, 他: 花火師の職業病, 自治医科大学平成14年度環境医学フィールド調査報告書, 2003, pp 137-142.
- 2) 井奈波良一: 花火打ち揚げ事業場における熱中症予防対策実施状況. 日職医誌 61 (6): 393-399, 2013.
- 3) 筧 博行: 騒音予測計算の紹介. <http://www.idemitsu.co.jp/content/100136813.pdf> (accessed 2015/11/25)
- 4) 日本の花火: 花火玉の大きさのいろいろ. <http://japan-fireworks.com/basics/size.html> (accessed 2015/11/26)

- 5) 田中 耕, 井奈波良一: 打上花火による騒音と低周波音. 産衛誌 57 (臨時増刊): 375, 2015.
- 6) 日本産業衛生学会許容濃度委員会: 衝撃騒音の許容基準についての提案. 産業医学 15 (1): 109—114, 1973.
- 7) 日本産業衛生学会: 騒音レベル(A特性音圧レベル)による衝撃騒音の許容基準. 産衛誌 57 (4): 162—163, 2015.
- 8) 井奈波良一: 花火と事故. 日職災医誌 61 (5): 319—323, 2013.
- 9) 水川敦裕, 佐藤宏昭: 予防医学からみた音響外傷, 騒音性

- 難聴. JOHNS 25 (9): 1731—1733, 2009.
- 10) 丁 大玉: 花火の音. 騒音制御 34: 281—286, 2010.

別刷請求先 〒501-1194 岐阜市柳戸 1-1
岐阜大学大学院医学系研究科産業衛生学分野
井奈波良一

Reprint request:

Ryoichi Inaba
Department of Occupational Health, Gifu University Graduate School of Medicine, 1-1, Yanagido, Gifu, 501-1194, Japan

Sound Exposure Predictions among Pyrotechnicians during the Launch of Large-scale Launching Fireworks

Ryoichi Inaba¹⁾, Atsuhito Aoyama²⁾ and Tagayasu Tanaka^{1,3)}

¹⁾Department of Occupational Health, Gifu University Graduate School of Medicine

²⁾Gifu Research Center for Public Health

³⁾School of Nursing and Rehabilitation Sciences, Chubu Gakuin University

This study was designed to evaluate the level of sound exposure among pyrotechnicians during large-scale launching fireworks. Launching fireworks sounds were measured at the seating area of the fireworks display.

The results obtained were as follows:

1. Sound exposure during large-scale launching fireworks at the launching point was predicted with 105.7 ± 2.3 dB (A) by fireworks of the size of 10 Gou (30 cm diameter) and 104.4 ± 2.4 dB (A) by those of 7 Gou (21 cm diameter), respectively.

2. Launching sound levels could not be predicted at the launching point because the launching sound could not be distinguished from the sound of the crowd at the measurement point (60~80 dB (A)).

These results suggest that under the present conditions, it is necessary for pyrotechnicians to use tools for protection such as earplugs to prevent noise-induced hearing loss.

(JJOMT, 65: 107—110, 2017)

—Key words—

fireworks, noise, exposure prediction