保育室に求められる吸音性能に関する現場実験

A FIELD EXPERIMENT ON PROPER CONDITION OF SOUND ABSORPTION IN KINDERGARTEN CLASSROOM

野口紗生 — * 1 上野佳奈子 — * 2

Saki NOGUCHI — * 1 Kanako UENO — * 2

キーワード:

保育施設, 音環境, 平均吸音率, 音響測定, インタビュー調査, 行動観察

Keywords:

Nursery facility, Sound environment, Average sound absorption coefficient, Acoustic measurement, Interview survey, Behavioral observation

To investigate the sound absorption property necessary to support activities in a nursery classroom, we conducted experiments by installing sound-absorbing materials in the kindergarten classroom. We changed the sound absorption property of classroom in steps, analyzed the change in the sound environment and its influence on activities. As a result, it is suggested that conserving a sound environment supports multifaceted activities in the nursery classroom, and an average sound absorption coefficient of 0.25 or more is necessary to achieve this.

1. はじめに

心身ともに著しい育ちの時期にある乳幼児たちの過ごす保育施設では、健やかな生活を送る場、そして豊かな学びの場としての適切な環境づくりが必要である。中でも音環境は、言語発達や円滑なコミュニケーション、情緒の安定にとり重要な役割を担っている。しかしながら現在の日本では保育施設の音環境設計に関する指針は存在せず、良好な音環境のための配慮の必要性についての認識が低く、遮音・吸音不足等による残響過多や高い騒音レベルといった課題が挙げられている。保育者の労働環境との観点からも聴力保護の対象ともなる点が指摘されており¹⁾、保育現場にとって良好な音環境の保全是極めて重要な課題と指摘できる。

こうした現状の改善に向けて、既往研究では、保育施設での音環境の実態調査²⁾や現場実験^{3,4)}が行われ、上記課題の解決には保育空間の吸音性能の向上が有効な手段であることが示されている。これらの知見を受けて、建築学会が発行する学校施設の音環境保全規準・設計指針⁵⁾の改定に際しては、保育空間を対象室として加えるべく準備が進められている。しかしながら、具体的な推奨値を定めるための根拠となるデータは少なく、学校の教室の推奨値と同等か、または言語発達の観点からより優れた性能が必要との指摘⁶⁾などもあることからより高い性能が望ましいか、検討が必要である。

以上踏まえ本研究では、保育室に求められる吸音性能を探るために、保育現場において吸音性能を段階的に変えた条件を設定し、音環境の変化とそれが保育活動へ及ぼす影響について現場実験をもとに検証した結果を報告する。

表1 対象室の諸元

床面積/表面積 [m ²]	51.6 / 181.4
室容積 [m ³]	122.2
園児数 [人]	29
仕上げ材	床: フローリング 壁: 石膏ボード 天井: 化粧石膏ボード

2. 方法

2.1 対象

音環境の重要性についての理解が得られた協力園において、仕上げに吸音材の使われていない室を対象とした。対象室の概要を図1、諸元(ロッカー室部分除く)を表1に示す。当該園は神奈川県横浜市に1956年に設立された幼稚園で、現在は3~5歳の年齢別保育が行われている。各保育室の天井には仕上げ材として岩綿吸音板が使用されているが、4歳児室のうち1室は、倉庫として利用されていた部屋を保育室として転用しており、吸音効果のある材料は使用されていない。このクラスを担当する保育者も室内の響きを気にしていたことから、この保育室を対象として音環境改善に向けた吸音材の設置実験を実施した。

2.2 実験概要

実験スケジュールを表2に示す。本実験では、保育室に適切な吸音の程度を探るために、吸音材未設置条件(A: 平均吸音率 $\bar{\alpha} = 0.14$)、できる限り多く吸音材を設置した条件(B: $\bar{\alpha} = 0.3$)、学校教室の推奨値と同等の条件(C: $\bar{\alpha} = 0.2$)、及び実験の経過を踏まえ設定した条件Bと条件Cの中間の条件(D: $\bar{\alpha} = 0.25$)の4条件での比較を行った。また、保育活動への適性について保育者の評価を手掛かりとするために、はじめに変化を捉えやすい条件を提示し、その後学校教室の推奨値へと変更した際に活動に支障がないのかを検証していくプロセスを採った。

図1 対象室概要

本稿は日本音響学会春季研究発表会(埼玉, 2017年9月)での発表内容にデータを追加し、加筆・修正を加えたものである。

¹⁾ 明治大学研究・知財戦略機構 研究推進員・博士(国際情報通信学)
(〒214-8571 川崎市多摩区東三田1-1-1)

²⁾ 明治大学理工学部建築学科 教授・博士(工学)

¹⁾ Post-doctoral Research Fellow, OSRI, Meiji Univ., Dr. GITS.

²⁾ Prof., School of Science and Technology, Meiji Univ., Dr. Eng.

条件毎に音環境の変化と保育活動への影響を捉えるために、発生音の収録、活動の観察、及び担任保育者への意識調査（アンケート・インタビュー）を行い、吸音性能との対応を検証した。

2.3 実験条件

対象室内の天井に、多孔質吸音材を取り付けた。吸音材の設置状況を図2に示す。吸音材には磁石を取り付けたポリウール片（170×400×50 mm, ポリエステル製多孔質吸音材, フコク社製）を用い、天井の仕上げ材を固定している鉄製ネジに磁力で接着する方法³⁾で設置した。実験で設定した吸音条件を表3に、折り紙インパルス音源⁷⁾を用いて測定した各条件での残響時間の測定結果を図3に示す。表3内の平均吸音率は、文献5)に従い、残響時間実測値よりSabineの式を用いて算出したものである。ポリウール片の設置個数は、条件Bでは空調・照明設備等を避け可能な限り多く設置した個数であり、条件C,Dでは1kHz帯域での平均吸音率の目標値を達成するように残響時間を測定しながら調整した個数である。なお、条件C,Dでは条件Bと比べてポリウール片1片あたりの吸音効果が大きく、これはポリウール片側面の吸音効果によるものと考えられる。

2.4 調査方法

音環境の変化が保育活動へ及ぼす影響を捉えるために、音環境調査、保育者への意識調査、観察調査を行った。

音環境調査では、騒音計マイクロフォン（RION NL-42）及びレコーダー（OLYMPUS DS-901）を用いて発生音の収録を行った。収録時間は子どもたちが登園し終えて朝の集いが始まる直前の10:00から帰りの集いが終了する14:00とし、レコーダーのタイマー録音機能を用いて連日同時間の収録を行った。収録データから、調査①～⑥（表2）：条件A（設置前1,2・取外し後）、B、C、D期間より通常保育であった各4日（④のみ3日）、計23日分のデータを抽出し、1分間毎に等価騒音レベル $L_{Aeq,1min}$ を算出した。なお分析対象となる室内で活動している時間帯は全体の86%であった。

保育者への意識調査では、対象室の担任1名を対象とし、はじめに音環境、子どもの様子、保育者自身への影響についての項目に5段階で評価するアンケート（保育者評価シート）を記入してもらった後、記入内容をもとにインタビューを行う形で実施した。初回は現状についての考えを、2回目以降は前回までと比較しながら回答してもらった。

観察調査では、筆者らの他に保育学の研究者2名、計観察者4名が各期間に1,2日クラスを訪問し、ビデオデータの取得とノートへの記録を行った。保育、音環境の観点から記録をとることを中心に、音環境、子どもの様子についての評価シート（観察者評価シート）への記入を行い、日による変化や印象について情報共有を行いながら効果を検証した。

3. 結果と考察

3.1 音環境の変化

実験前の通常保育日の典型的な1日の $L_{Aeq,1min}$ の推移と活動内容を図4、活動の様子を図5に示す。遊び（10:00-10:20, 12:00-12:50）や昼食（11:30-12:00）等の自由な活動時は80-85 dB程度の時間帯が多く、高い値で推移している。集い等の集団での活動時（10:30-11:30, 13:30-14:00）は、全員で歌う時には85dB以上、その他発声を伴う時には80dB程度とレベルが高くなっている一方で、

表2 実験スケジュール

2017.10.17～10.31	調査①：条件A(設置前1)意識調査	条件A
	吸音材の設置<条件A→条件B>	
11.06～11.17	調査②：条件B($\bar{\alpha}=0.3$)意識調査	条件B
	吸音材一部取外し<条件B→条件C>	
11.20～12.01	調査③：条件C($\bar{\alpha}=0.2$)意識調査	条件C
	吸音材取外し<条件C→条件A>	
12.04～12.14	調査④：条件A(取外し後)意識調査	条件A
2018.01.15～	調査⑤：条件A(設置前2)吸音材の設置<条件A→条件D>	
01.22～02.02	調査⑥：条件D($\bar{\alpha}=0.25$)意識調査	条件D

図2 吸音材設置状況

表3 実験で設定した吸音条件

条件	条件 A	条件 B	条件 C	条件 D
設置面積(天井面) [m ²]		22.8	3.1	7.5
設置面積割合		44.3%	5.9%	14.5%
ポリウール片・設置個数		336 個	45 個	110 個
残響時間(1 kHz) [s]	0.77	0.36	0.54	0.44
平均吸音率(1 kHz)	0.14	0.30	0.20	0.25

図3 各条件での残響時間

読み聞かせや話を聞く場面では70dBを下回っており比較的静かな環境が形成されていた。活動の流れは日ごとに異なるが、登園時と降園時の遊び、昼食は共通であった。昼食は11:20～12:20の間に開始された。弁当であることから準備時間は短く、準備が整うと全員での「いただきます」の歌、挨拶の後に食べ始めた。開始直後は会話を楽しみながら食事をしており比較的静かであったが、その後発

声が増えたり食べ終わった子どもから順に室内で遊び始めると80-85dB 程度へと徐々に高いレベルに推移していた。遊び時は、子ども自身が机や椅子、マットなどを配して好きな場所を設定し、ブロックやカプラなどの構成遊び、鍋等を使用したごっこ遊び、制作遊びなどを行っていた。85dB 程度の高いレベル時の発声音は、子どもの大きな声や、ブロックやカプラが床に落ちる音、鍋を叩いたりする音であった。

上記特徴を踏まえ、音環境の変化を捉えるために、毎日実施される昼食時（「いただきます」から10分間）、自由遊び時（「いただきます」の30分後から30分間）を分析対象とした。昼食時、遊び時についての各日の $L_{Aeq,1min}$ の算術平均値及び各条件4日間（③の遊び時及び④のみ3日間）の平均値を図6に、各条件（条件Aは①のみ）の $L_{Aeq,1min}$ の頻度分布を図7に示す。

図6に着目すると、日による変化も見受けられるものの、平均値は昼食時、遊び時ともに条件B,Dで低減している傾向が捉えられた。①条件A（設置前1）より②条件Bでは各活動とも約3dBの低減が確認され、その後③条件C、④条件A（取外し後）は①条件A（設置前1）と近いレベルに戻った。⑤条件A（設置前2）では冬休み明けで落ち着いた雰囲気であったことも影響し、特に昼食時はレベルの低減傾向がみられたが、⑥条件Dではさらに遊び時のレベルも②条件Bと同等のレベルに下がった。図7頻度分布では、各活動とも②条件B、⑥条件Dでは吸音性能が高くなるにつれて低いレベルの分布割合が多く、①条件A（設置前1）、③条件Cでは高いレベルへの分布割合が多いことが確認できる。

以上より、昼食時、遊び時といった同時多発的に音が発せられる場面では、平均吸音率0.25、0.3の2条件で、吸音性能が騒音レベルの低減に有効であったことが示唆された。

3.2 保育活動への影響

担任保育者1名への意識調査及び保育活動の観察調査の結果と3.1の結果を踏まえ、音環境の変化が保育活動へ及ぼす影響について考察する。当該保育者は経験年数5年以内で、どの場面でも穏やかに、落ち着いた態度で子どもに接しており、声も抑えめである。インタビュー時には自身の保育行為の根拠を丁寧に話すなど、非常に自覚的に保育を行っていることが捉えられた。

保育者へのアンケート結果を図8に、インタビュー結果を表4に示す。図8より、条件間を比較すると、全体的に条件A、Cはネガティブな評価、条件B、Dではポジティブな評価の傾向にあることがわかる。これはインタビュー時の回答からもうかがえ、条件B、Dでは音の聞こえ方、子どもの落ち着き、保育のしやすさともに向上したことが、条件Cでは条件Aとの違いは大きく感じられたものの音環境への不快感や音の聞きとりにくさがあることが、語られた。

音の聞こえ方の面では、条件Aでは「耳が痛い」「うるさい」「不快感を感じる」という回答が多く、条件Cでも同様の傾向で受け取られていた。観察者も同様で、条件Aでは特に一つ一つの音が増幅され、甲高く耳をつくような印象を受けた。条件B、Dでは不快な印象がなくなり活動の際に生じる音を「その（人の、物の）音」として聞けるようになり耳の痛みを感じなくなったようであった。

子どもの様子への影響では、条件A,Cでは声が大きくなった様子が保育者及び観察者から捉えられ、子どもも「うるさい」「耳が痛い」と感じているようであった。条件B,Dではコソコソ話や会話を楽し

図4 1日の等価騒音レベル ($L_{Aeq,1min}$) の推移と活動内容

図5 活動風景

図6 等価騒音レベル ($L_{Aeq,1min}$) 平均値の日毎・条件ごとの推移

図7 等価騒音レベル ($L_{Aeq,1min}$) の頻度分布

む姿がみられ、落ち着きが捉えられたとともに、保育者の弦きを聞くようになり、保育者が全体の注意を集めずとも（片付ける、集まるなどの）意図を共有できるようになったようであった。

保育への影響としては、条件A,Cでは音環境が不快にならないように「子どもに声の大きさについて伝える」「音遊びをしている子ど

もを他の遊びに誘う」「(保育者の) 発する音を抑制する」ことに意識が向けられていた。条件 B, D ではそのような抑制の必要がなくなったことに加えて、「子どもの眩きを聞けるようになった」「歌いやすい、言葉を大切にできそう」などの変化が捉えられた。これらの影響は、①条件 A (設置前 1) には「音のみの問題であり保育への影響はない」と考えられていたが、②条件 B 時に保育自体や子どもへの影響もある重要な問題であるとの認識へと変わったようであった。保育行為としても、②条件 B 時の体験後、③条件 C, ④条件 A (取外し後) 時に、意識的に小さな音で伴奏している、控えめな声で読み聞かせをしている、合図にピアノ音を用いるなど、顕著な行動変化が確認された。②条件 B 時の良好な音環境の体験が音の面での保育意識の向上へとつながったといえる。また、「子どもの眩きを聞ける」といった聞く面への影響も大きな変化と捉えられていた。クラス全

体を見渡ししながら保育を行う必要のある保育者にとり、子どもの眩きを聞き取れるということは、子どもの様子を把握しやすくすることを支えると推察できる。観察時には、遊びの場面において、子どもの元へ行く・または様子を見る、興味を持っていそうな環境を提案する、など具体的な援助の判断に影響を及ぼしていることがうかがわれた。さらに、聞き取りやすさの向上は「言葉を大事にすることへとつながる」との指摘もあり、例えば歌詞の意味を考えて歌ったり、お互いの思いを感じながら会話をするなど、活動の質への影響も重要とみられた。これら②条件 B 時に向上したと評価された保育行為への影響については、⑥条件 D 時も同等と受け取られていた。観察時も、②条件 B, ⑥条件 D ではピアノ合図音などの使用はみられず、また音遊びや音の抑揚をつけて盛り上がることを楽しむ姿がみられた。

実験全体を振り返って保育者に各条件を比較してもらったところ、条件 D ($\bar{\alpha}=0.25$) 以上の性能が必要であり、条件 C ($\bar{\alpha}=0.2$) では不足を感じたとの回答が得られた。条件間の変化としては、条件 C ($\bar{\alpha}=0.2$) から条件 A ($\bar{\alpha}=0.14$) への変化が最も大きく感じられており、吸音材を使用していない室の使い難さがうかがわれた。

以上より、平均吸音率 0.25, 0.3 条件で保育者から良好な評価が得られ、音環境の改善は音の聞こえ方とそれによる居心地や、子どもの行動、そして保育行為へと影響することが捉えられた。本事例では保育者の意識的かつ丁寧な保育により、音環境に恵まれていない状況でも遊びや子ども同士、保育者との関係は良好である様子がみられたものの、音環境改善がより良い保育実践の一助となる可能性が示された。

4. 総合考察

保育室に求められる吸音性能の検証を目的として現場実験を実施した結果を以下にまとめる。

・平均吸音率 0.2 以下の条件では、自然発生的な音が増大しにぎや

図 8 保育者へのアンケート結果

表 4 保育者へのインタビュー結果

	条件 A [○:①設置前 1, ●:④取外し後]	②条件 B ($\bar{\alpha}=0.3$)	③条件 C ($\bar{\alpha}=0.2$)	⑥条件 D ($\bar{\alpha}=0.25$)
音の聞こえ方	<ul style="list-style-type: none"> ○物の音 (カプラや金属)、一斉になる音 (歌声・楽器) は耳が痛い ○遊び時、近くの声も聞き取りにくく、全ての音が広がるように感じる ●条件 C よりも音が室全体に広がるように感じ、どこで何の遊びが起きているか分からない ●耳が痛むこともさらに増えた 	<ul style="list-style-type: none"> ・物の音を (嫌な音ではなく) その物の音として聞けるようになり、耳の痛みがない ・遊び時に音が押し寄せる感じはなくなり、音や言葉の一言一音が聞き取りやすい ・子どもが大きな声で歌っても、単に大きな音として聞ける 	<ul style="list-style-type: none"> ・条件 A に戻った印象、耳の痛みを感じるようになった ・物の音が大きくなり、どこで音が発せられているのか分からない ・条件 B よりも響きが気になった 	<ul style="list-style-type: none"> ・耳の痛みはない ・条件 B との違い (多少音が大きくなった) は若干感じるものの、ほぼ同様の印象になった
子どもの様子	<ul style="list-style-type: none"> ○「なんでこのクラスってうるさいんだろうね」と言う子どもがいた ●周りの音に負けないように、子どもの声が明らかに大きくなった ●特定の子どもが耳を抑えることが多くなった 	<ul style="list-style-type: none"> ・遊び時、子ども同士でコソコソ話したり遠くの人に声を届けるなど、会話を楽しむ場面が見られた ・子どもが担任の眩きをすごく聞いていた印象だった ・「部屋が広くなった？」と言う子どもがいた 	<ul style="list-style-type: none"> ・子どもの声が大きくなった ・遊び時、「また耳が痛くなったね」と言う子どもがいた 	<ul style="list-style-type: none"> ・遊び時、子どもが別の場所の遊びにも気づけるようになったと感じる ・聴覚過敏の子どもが、缶を使った楽器遊びをするようになった
保育への影響	<ul style="list-style-type: none"> ○音環境への不快感はあるが、保育への影響は特に感じていない ●遊び時の子どもの眩きや声は気付けない、何か話していることに気付いても聞くことができない ●条件 C より音の抑揚を抑えることが増えさらに気を付けるようになった ●片付けの合図でピアノを弾く回数は、条件 C より増えた 	<ul style="list-style-type: none"> ・遊び時、子どもの小さな眩きを聞けるようになった ・音の抑揚をつけられるようになった (設置前はピアノのペダルの使用を避けていたが、使用できるようになった。読み聞かせ時、設置前は無意識につけていなかった声の抑揚をつけられるようになった。等) ・子どもも歌を歌いやすいと思うし、歌詞を言葉として大事にできそうな感じがする 	<ul style="list-style-type: none"> ・子どもの眩きが聞きづらい ・楽器遊びをしている子どもを別の遊びに誘導した ・響きすぎるため、音の抑揚を抑えるようにしている ・片付けの合図としてピアノを弾く回数が増えた ・声の大きさを子どもに伝えることが多くなった 	<ul style="list-style-type: none"> ・遊び時、別の場所の遊びに気を配り、反応できる ・読み聞かせや音楽活動のしやすさは条件 B と同様 ・物をたたく楽器遊びなど音を楽しむ遊びができるようになった
他	<ul style="list-style-type: none"> ・条件 B→C の変化よりも条件 C→A の変化の方が違いを感じる、部屋の条件を選べるとしたら条件 B だが、条件 D でも充分な環境 ・響きを変えることで、音環境が変えられること、自身の子どもの関わり方が変わることが分かった ・保育者自身だけでなく、声の大きさなど子どもにも影響することが分かり、室内の音環境は改善すべきことだと感じた 			

かになりやすく、耳の痛み、音の聞きとりにくさ等の問題が生じ、保育のし難さ、活動の抑制へと影響する

- ・平均吸音率 0.25 以上の条件では、耳の痛みはなく、音が聞き取りやすかつ発生音の抑制の必要がなくなり、子ども・保育者が互いに聞くことや音・声を活用し楽しむこと等、より良い保育実践へとつながる
- ・平均吸音率 0.25 条件は 0.3 条件より若干音が大きい印象が持たれるものの、保育活動へ及ぼす影響は同等に良好である

以上より、保育室には平均吸音率 0.25 以上の吸音性能が求められることが示唆された。なおこの値は、言語発達の観点から低年齢の子どもにとり学校教室よりもすぐれた吸音性能が必要との指摘⁶⁾、及び筆者らがこれまで実施した吸音材設置実験において、自由な活動場面では平均吸音率 0.2 よりも 0.3 の方が好ましいとの見解^{8,9)}と矛盾しない値である。

本研究を通して、保育の場では、自由遊びなど同時多発的に音が発せられる場面でもにぎやかになりすぎず、子ども・保育者が互いを聞くことや音の抑揚を楽しむことを支えるための音環境が必要であり、そのためには学校教室での推奨値よりも高い性能が求められることが示された。学校施設の音環境保全規準・設計指針においては、天井面の吸音によって平均吸音率 0.2 程度が確保できる⁵⁾とされているが、保育空間ではより高い吸音性能が必要とされることから、壁面や家具などへの吸音の付加¹⁰⁾を含めて、吸音性能の向上方法を検討し、普及を図る必要がある。

謝辞

音環境への問題意識を持ち、本研究実施に快くご協力くださった鶴見大学短期大学部附属三松幼稚園の先生方、保育の観点からご助力賜りました千葉明德短期大学由田新先生、鶴見大学短期大学部片川智子先生に心より謝意を表します。また本研究は JSPS 科研費 16H03274 の助成を受けた。

なお本実験は明治大学大学院(当時)富永琢磨氏の修士論文の一部としてまとめられたものである。同氏の本研究遂行への貢献及び明治大学(当時)芦刈勇磨氏の実施協力に謝意を表する。

参考文献

- 1)川井:保育所等における音の問題,騒音制御,Vol.39, No.3, pp.58-62, 2015.6
- 2)上野, 宮塚, 野口, 船場, 倉斗:音環境に着目した保育施設の実態調査, 日本建築学会環境系論文集, Vol. 82, No.732, pp.87-95, 2017.2.
- 3)川井, 丸山:保育室の吸音による音環境の向上:容易に着脱可能な仮設吸音体を用いた現場参加型実験, 日本騒音制御工学会秋季研究発表会講演論文集, pp.193-196, 2016.11.
- 4)宮塚, 武岡, 上野:保育空間に適した吸音材設置手法の検討, 日本音響学会騒音振動研究会資料, N2015-44, 2015.08.
- 5)日本建築学会:学校施設の音環境保全規準・設計指針, 2008.
- 6)川井:保育施設の音環境保全に向けてー海外規準と我が国における取り組みー, 日本音響学会誌, Vol.72, No.3, pp.160-165, 2016.3.
- 7)豊田, 杉江, 吉村:折り紙インパルス音源の音響特性ー残響時間測定への適用ー, 日本音響学会建築音響研究会資料, AA2008-68, 2008.12.
- 8)富永, 野口, 宮塚, 渡邊, 上野:保育環境への吸音材導入に向けた取組みー認定こども園こどもむらでの実践:その1ー, 日本音響学会 2017 年春季研究発表会講演論文集, pp.917-920, 2017.3.
- 9)富永, 野口, 上野, 川井, 由田, 片川:保育室への吸音材設置による効果

の検証ー千葉明德短期大学附属幼稚園におけるケーススタディー, 日本音響学会 2017 年秋季研究発表会講演論文集, pp. 1097-1100, 2017. 9

- 10)川井, 佐藤, 野口, 船場:ドイツ・ミュンヘン市域における保育施設の音環境設計に関する視察調査, 日本建築学会技術報告集, Vol.24, No.58, pp. 1083-1086, 2018. 10.

[2018 年 10 月 3 日原稿受理 2018 年 11 月 30 日採用決定]