

# 房総山砂を用いた鳴き砂の造成

|           |      |        |
|-----------|------|--------|
| 木更津高専     | 学正会員 | ○石作 亨太 |
| 木更津高専     | 学生会員 | 長谷川 睦  |
| 木更津高専     | 学正会員 | 上野 翔   |
| 木更津高専     | 学生会員 | 谷 優作   |
| 木更津高専     | 正会員  | 田中 邦熙  |
| (有) 丸和建材社 |      | 深沢 義明  |

## 1. まえがき

鳴き砂は、環境汚染のシンボリック的存在と言うことができ、山陰・東北太平洋岸を中心に数 10 ヶ所確認されていた鳴き砂浜は現在数ヶ所に激減した。本研究は福島県いわき市兔渡路海岸の鳴かなくなった鳴き砂を回復された手法および房総山砂をボールミルで研磨して鳴き砂を造成する試みについてとりまとめた。

## 2. 過去の研究成果と問題点

過去の鳴き砂研究により得られた成果は次のように要約される。鳴き砂の多くは石英を主成分とし、粒子表面は風や波などの作用により研磨洗浄されて不純細粒子などが付着しないつるつるの状態になっている。このような状態の砂粒子表面の摩擦係数は、粗で汚れた状態よりもはるかに大きい。砂面は人が踏んだり、棒を貫入するような外力が作用すると、砂の摩擦係数  $\mu (= \tan \phi, \phi: \text{せん断抵抗角})$  に対応する地盤抵抗力を示すが、その値以上の外力が作用すると砂層はあるせん断破壊面を生じて動く。このときある変位速度範囲の外力による変位量が増大するにつれて破壊面は漸次拡大し、破壊面内の砂は一団となって共振し音を発する。この現象を物理学ではスティックスリップ現象と言っているが、発音共振メカニズムは理論的にも定量的にも解明されているとは必ずしも言えない。また鳴き砂の音を波形解析した研究成果によると、基本周波数は 400Hz 前後で、この周波数の整数倍の倍音が重なって構成されていると言われている。一方音楽分野では楽器を調律する時の基本音は 440Hz であり、この周波数は人間が心地よく感じる音であることと合致している。

## 3. 実験方法と結果

### (1) 福島県いわき市兔渡路海岸砂の復元

当海岸の砂の粒径は  $U_c = D_{60}/D_{10} = 0.38/0.27 = 1.4$  で、粒子径の揃った細砂であり、粒径的には好ましい範囲に収まっているが、テストボットで記録した発音波形は図-1 (波形) に示すように乱れており、かつフーリエ解析し

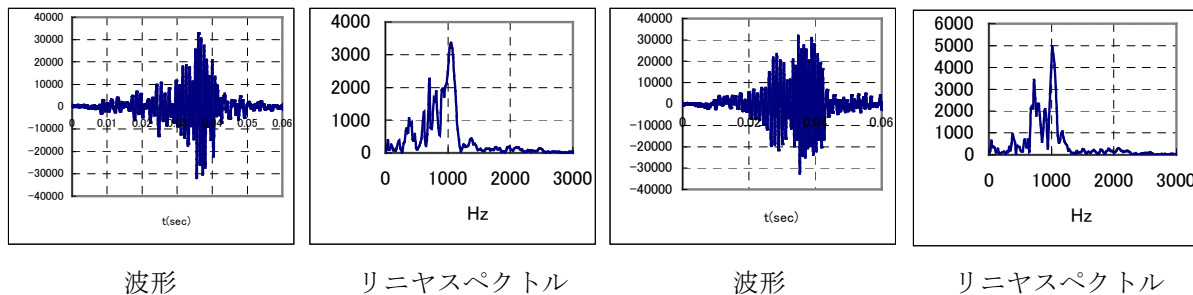


図-1 兔渡路砂洗浄前

図-2 兔渡路砂洗浄後

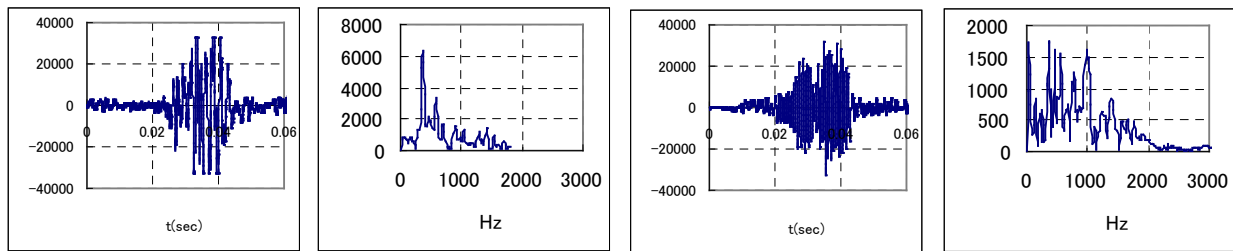
Keyword: 鳴き砂、波形フーリエ解析、卓越周期、ボールミル、房総山砂

連絡先: 〒292-0041 木更津市清見台東2-11-1 木更津高専内 TEL&FAX 0438-30-4155

た結果であるリニヤスペクトルも多く山の山があり、多くの周波数が混合されて美しい音色でないことが分る。(図 - 1～4 の縦軸は Amplitude) 一方文献などでも報告されていたが、今回 80℃の熱湯流水で 20 分程洗浄したところ、図 - 2 で示すようにリニヤスペクトルの山の数も少なくなり、美しい音色をもつ砂に復元されたことが示された。今回以上のような簡単な手法により鳴き砂を復元できることが定量的に示された。

## (2)房総山砂の改変

ボールミル中に鋼球・水および砂を投入したときの研磨後の粒径分布を図 - 5 に示す。これらの研磨サンプルのうち鋼球を入れないで 1 時間研磨した No. 7 および 6 時間研磨の No. 5 に関して、波形記録およびフーリエ解析した結果を図 - 3～4 に示す。自然状態( $U_c=0.56/0.33=1.70$ )に比べてかなり改変されたことがわかったが、石英分以外の土粒子や砂鉄を除去していけば、音色はより良くなっていくであろうことが期待できた。なお鋼球を入れて研磨した砂の粒径は No. 1～No. 4 のようになり、鳴き砂の粒径範囲より粒度が細くなりすぎた。



波形 リニヤスペクトル  
図—3 房総山砂 6 時間研磨

波形 リニヤスペクトル  
図—4 房総山砂 1 時間研磨

## 4. まとめ

- ① 美しい音色を有していたと言われる鳴き砂浜の砂は、熱湯で洗浄するといった単純な手法で復元できる可能性が定量的に示された。
- ② 美しい音色を出すには基本的に石英質砂であることが望ましい。山砂等を改変するには石英質以外を除去して、ボールミル中に鋼球等を使用せず長時間かけてゆっくりと研磨することが望ましいと判断された。

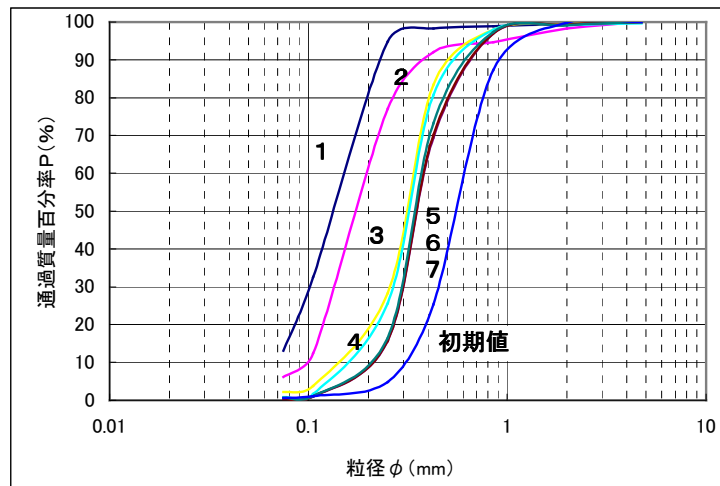


図 - 5 房総山砂を研磨したサンプルの粒径分析

## 5. あとがき

他の鳴かなくなったと言われる鳴き砂浜を熱湯洗浄のような単純な手法で復元するときの室内及び現場規模での実験と山砂改変の室内実験の研究を、より精密に続けていく所存である。

## 参考文献

- 1、田中邦熙他：鳴き砂の原理と房総山砂の改変、第5回環境地盤シンポジウム、2003. 7
- 2、三輪茂雄：『消えゆく白砂の唄』鳴き砂幻想、近代文芸社、1994. 9