

# 時々問い合わせのある音のこと

板寺一洋

(神奈川県温泉地学研究所)

## ■はじめに

研究所への問い合わせの中でよくあるのが、「今朝からドーン、ドーンという音が聞こえるが、箱根で何かあったのではないか?」というものです。中には、「去年(2015年)の噴火の時のような音がするのだが、……。」というものもあります。確かに箱根火山では、2015年の6月29日から7月1日にかけてごく小規模な水蒸気噴火が発生しましたが、何しろ、当時でも噴火発生時刻の特定に苦労したぐらいですから、噴火の時にはっきりした音がしたかどうかは微妙で、「噴火の時のような音」というのは問い合わせ主の勘違いかも知れません。

実は、そうした問い合わせのある時、たいていは研究所でも同じ音が聞こえています。ともあれ、そのよ

うな問い合わせを受けた研究員は、まず、地震活動や地殻変動のデータを確認し、箱根火山でそれに該当するような異常が起っていないかどうか調べます。幸いにして、今までのところ、問い合わせの「ドーン」という音が、箱根の異常に関わるものだったケースはありませんが、そうした音がどこから来るのか?どうして聞こえてくるのか?について考えてみることにしました。

## ■地震計に記録された音

図1は、温泉地学研究所が設置している地震計の波形記録の1例です。一本一本の横線は、上から大又沢、寄、日向、岩倉、地蔵堂、金時、大涌谷、湖尻、小塚山、駒ヶ岳、元箱根、温地研、塔の峰、湯河原、裾野という具合に各観測点の地震計がとらえた振動の様子を示しています。時間は左から右に推移

し、記録の始まりが2015年12月17日の午前9時50分で、図の上下に10秒ごとの目印が入っています。

「ドーン」という音が聞こえる時に地震観測記録を見ると、図1に示したように、同じような波形が繰り返し記録されています。上側の目盛りを目安にすると、繰り返し波形の時間間隔はおよそ15秒であることがわかります。さらに、こうした繰り返し波形が記録されているのは一部の観測点であることがわかります。

繰り返し波形が記録されている観測点は、上から、大又沢、金時、大涌谷、元箱根の4観測点で、いずれも地震計が地表に設置されている観測点です。一方、その他の観測では、地震計が地中(専用のボーリング孔の中)に埋設されています。ど

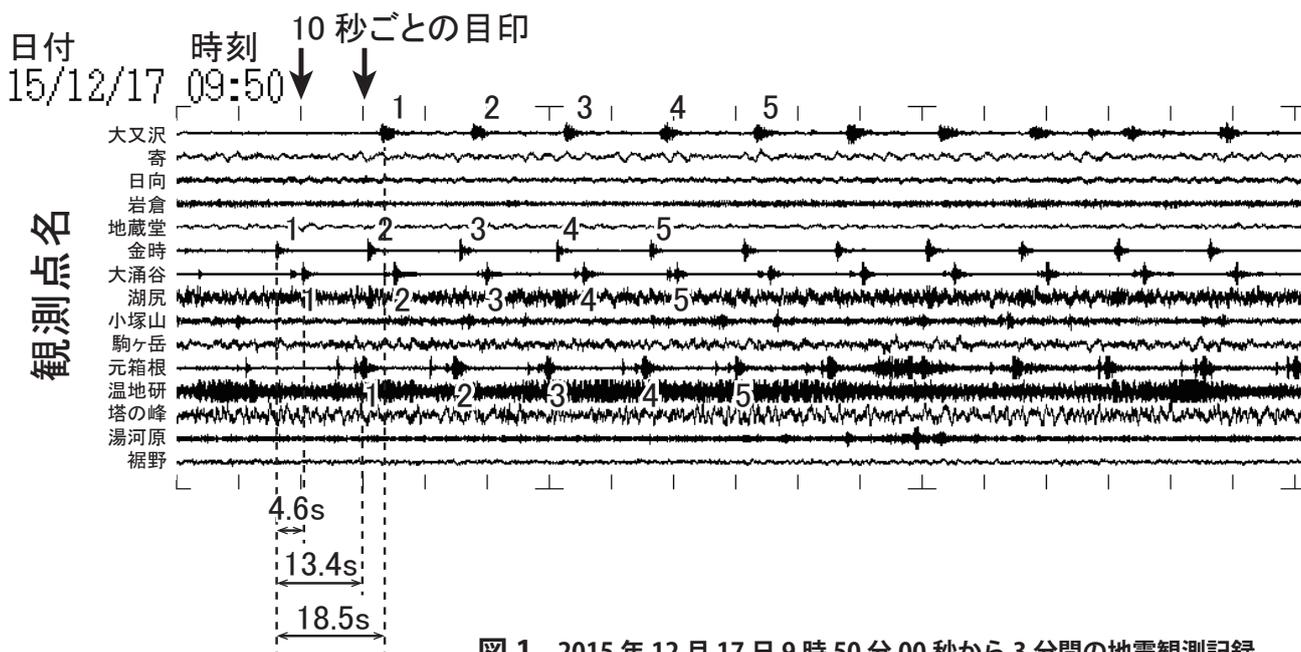


図1 2015年12月17日9時50分00秒から3分間の地震観測記録。

うやら、地表に地震計が設置された観測点だけに観測されているこの波形は、問い合わせのあった音によるものと見てよさそうです。

### ■音はどこから来るのか

空气中を音が伝わる速さ（音速）は気温によって変化し、気温が高い

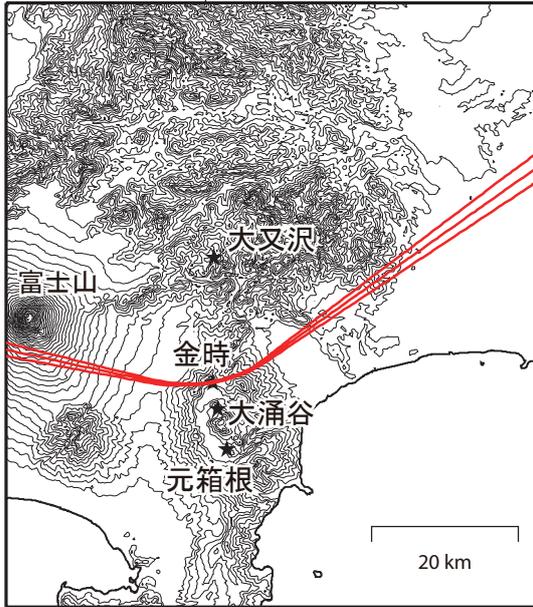
ほど速く、逆に、気温が低いほど遅くなるのが知られています。温度  $T$  (°C) の空气中を伝わる音速  $c$  (m/s) は近似的に次式で表されます。

$$c = 331.5 + 0.61T$$

図 1 に示したのは 12 月の朝の記録ですので、その頃の気温を 5°C と

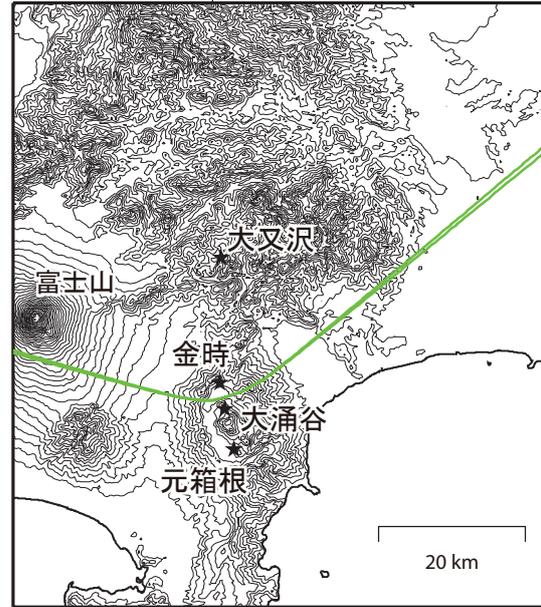
すれば、音の伝わる速さは 1 秒間に 334.5 m となります。逆に言えば、音の発信元（音源）から 334.5 m 離れるたび、音が聞こえるまでの時間は 1 秒ずつ遅くなることになります。このことを利用して、例の「ドーン」という音がどこから発しているのか調べてみることにしましょう。

(a) 金時と大涌谷の距離差が1.4~1.6km



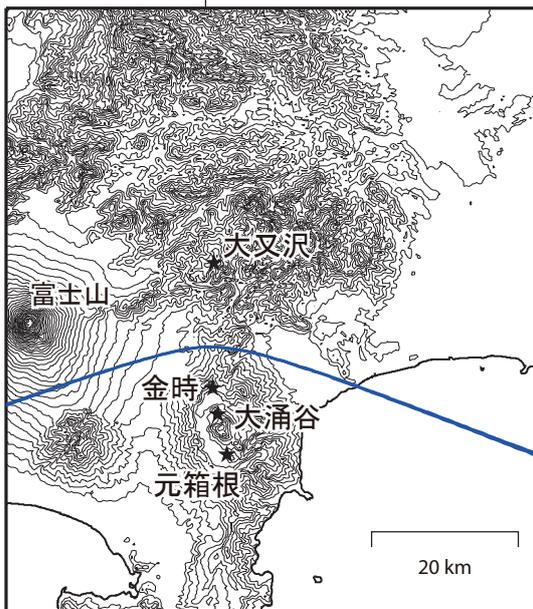
139°

(b) 金時と元箱根の距離差が4.4~4.6km



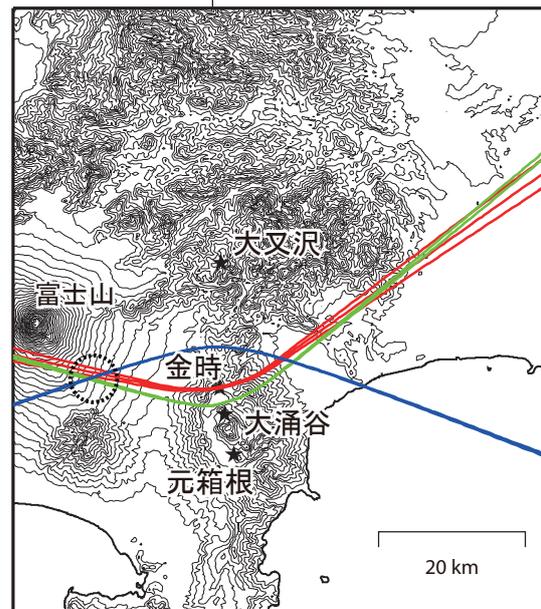
139°

(c) 金時と大又沢の距離差が6.1~6.3km



139°

(d) 重ねあわせ



139°

図 2 (a) 金時と大涌谷、(b) 金時と元箱根、(c) 金時と大又沢のそれぞれの組み合わせについて音の到達時間の差から計算した距離差となる範囲、および (d) (a) ~ (c) の結果の重ねあわせ。

図1を詳しく見ると、問題の波形は、最初に金時、次いで大涌谷、元箱根、最後に大又沢の順で記録されています。10秒間隔を示す目盛りを目安にすると、一番最初に金時で波形が記録されて（音が聞こえて）から、大涌谷で二番目に波形が記録されるまでの時間差はおよそ4.6秒でした。音が聞こえるまでの時間差1秒につき、音源からの距離は334.5m遠くなりますから、「ドーン」という音の音源から金時と大涌谷のそれぞれの観測点までの距離の差は音速（334.5m/s）と時間差（4.6s）の掛け算により、およそ1.5kmということになります。同じように、金時と元箱根での時間差は13.4秒、金時と大又沢での時間差は18.5秒でしたので、音源からの距離の差は金時と元箱根とでおよそ4.5km、金時と大又沢とではおよそ6.2kmということになります。

図2(a)～(c)は、金時と大涌谷、金時と元箱根、金時と大又沢の、それぞれの各組み合わせについて、上で計算した距離の差となる範囲を示しています。音源からの距離差を厳密に計算するためには、波形記録を正確に読み取ることはもちろん、正確な気温データのほか、後で述べるような波の性質を考慮する必要があります。ここではそれらを見捨てていますので、計算結果は数100m程度の誤差を含んでいると考えられますが、3枚の図を重ねあわせた結果(d)をみると、(a)～(c)の結果をすべて満たす音源の位置は、富士山の南東麓の丸で囲まれた辺りである可能性が高いことがわかります。

### ■遠くの音が聞こえる仕組み

「ドーン」という音の原因はともかく、少なくとも箱根火山から発せられているのではないことがわかり

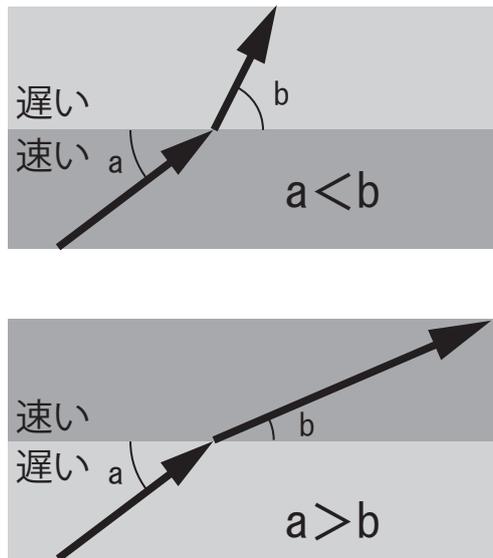


図3 伝わる速度が異なる境界を通過する際の波の折れ曲がり。

ました。ひと安心したところで、そうした音が離れた場所に伝わる仕組みについてももう少し考えてみましょう。

音は波の一種であり、音源で発生した（始まった）振動が空気や水などを次々に震わせることで遠くに伝わっていきます。そのため、振動を伝える物質が無い真空中（宇宙空間など）では音は聞こえません。

波には、伝わる速さが異なる物質の境界を通過する際に、進行方向が折れ曲がる性質があります。図3上は、速度が速い物質から遅い物質へと波が通り抜ける際の様子を簡略化して示しており、境界へ波が侵入する角度よりも、境界から波が出ていく角度は大きくなります。速度が遅い物質から速い物質へと通り抜ける場合は、その逆で、波が境界へ侵入する角度よりも、境界から出ていく角度のほうが小さくなります（図3下）。

さて、音の伝わる大気には厚みがあり、その中の温度（気温）は一定ではありません。気温は、場所によって変わるのももちろんですが、高度によっても変わります。すでに述べたように、同じ空気中であっても、

温度が高いほど音は早く伝わりますから、音の進行方向は大気中の様々な所で折れ曲がることになります。

たとえば、日中、太陽光によって地面が暖められている場合ですと、地面付近の気温が最も高く、上空にいくほど気温は低くなります。その場合、こうした状況は、上に行くほど音速が遅くなるブロックが重なっていると見立てることができ、図3上に示したように、ブロックの境目を通るごとに、音の伝わる方向は上向きに曲がっていきますから、ある程度音源から離れてしまえば地表付近に音は伝わらないことになります（図4(a)）。

一方、良く晴れた冬の早朝などには、放射冷却現象により地面の熱が大気中に奪われ、その結果、地表面付近の気温が低く、ある程度の高度までは上空ほど気温が高い状況が生じることがあります。こうした場合は、先ほどとは逆に、音速は地表付近で遅く、ある程度の高さまでは上空にいくほど速くなります。今度は、上に行くほど音速が速くなるブロックが重なっていることになりますから、音源から上空に発せられた音は、やがて下向きに進路を変えていきま

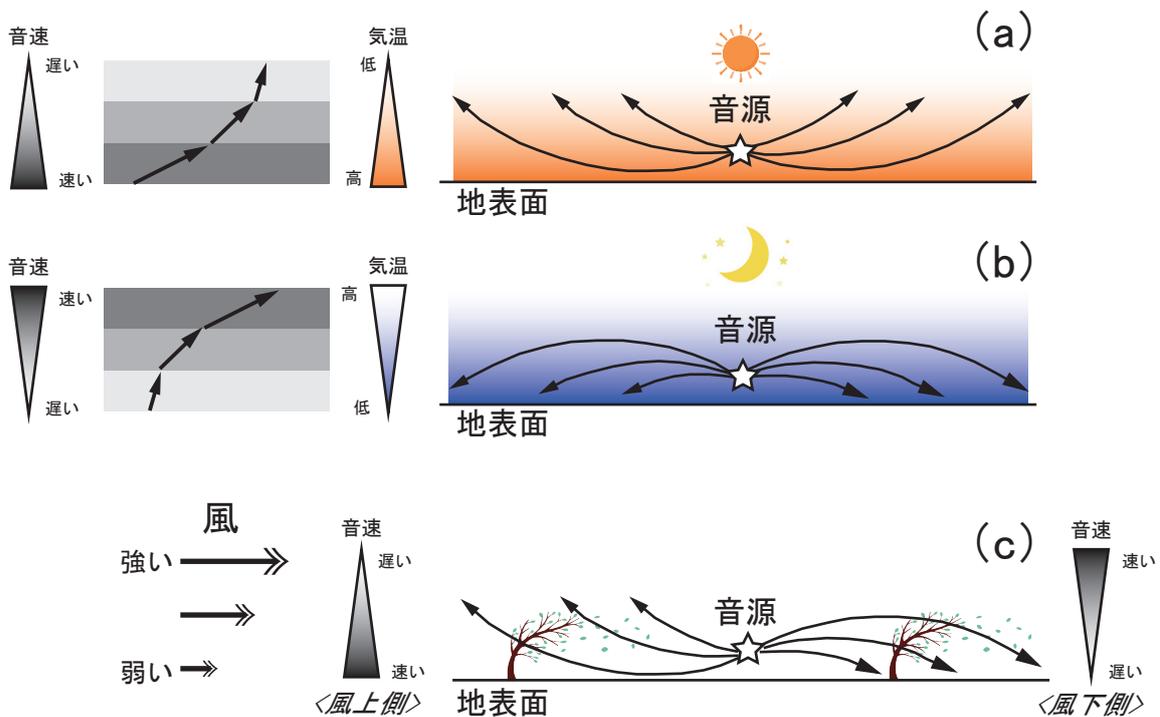


図4 音源から音が伝わる様子（模式図） (a) 通常、日中地面が暖められ、上空ほど気温が低い場合、(b) 放射冷却により、上空ほど気温が高い場合、(c) 風の影響で高度によって音速が変わる場合。

ず（図3下）。結果として、ある程度離れた場所にも音が伝わることになり、さらに、途中で山などの障害物があっても回り込むことができます（図4(b)）。

それでは風が強い日はどうでしょうか。地表付近にある建物や植生、様々な起伏の存在が、風にとっては抵抗となるため、風速は、地表付近ほど遅く、上空ほど速くなると考えられます。ある音源から発した音が風下側に伝わる際には、文字通り追い風となり、風速は上空ほど大きく、音速も上空ほど速くなります。この場合は、図4(b)に示したのと同様な状況となり、音は遠くまで伝わるすることができます。一方、音源に対して風上に伝わる際には、向かい風となり、風速が大きい上空ほど音速は

遅くなりますから、図4(a)に示したのと同様に、音源からある程度離れると音は聞こえなくなります。風の強い日には、音源の風上側と風下側では、音の伝わり方に違いが生じ（図4(c)）、風下側でより遠くまで伝わると考えることができます。

よくよく思い起こしてみると、音についての問い合わせは、冬の朝に寄せられることが多い気がします。実は、（おそらく）同じ「ドーン」という音は筆者の住む神奈川県中央部でも聞こえることがあり、そうした日は風が強かった記憶があります。ここで説明したように、気温や風の強さや風向きなどの条件が揃えば、空気中を伝わる波の性質によって、ある程度遠くで発せられた音であっても聞こえることがあり得るの

です。

## ■おわりに

「ドーン」という音についての問い合わせをきっかけに、その音がどこから聞こえてくるのか、また、遠くで発した音が聞こえる仕組みや条件について考えてみました。「ドーン」という音は、幸いなことに箱根火山から発せられたものではないことがわかりましたが、そうであっても、日ごろから身の回りの状況に気を配り、ふだんと違う出来事を見落とさないことも、とかく予測が難しい自然災害に備える上で重要な習慣です。これからも、何か「おや？」と思う出来事に気がついたら、研究所までお問い合わせください。