

## オカリナ製作の手引Ⅱ

—技術的難点の解決—

梅 津 勝

(帯広畜産大学教育学研究室)

1993年10月29日受理

## A manual of making ocarina Ⅱ

—The solutions of the technical dilemma—

Masaru UMEZU

### I. 本論文の意図

筆者は、一般には公開されにくい、オカリナと呼称される土笛の製作法を詳細に記述し、本論文集の第8巻第2号(1991)に、『オカリナ製作の手引』と題してこれを掲載した。<sup>1)</sup>(以下『手引』と記載する。)

これは、学校等でオカリナの製作を指導する先生方に、確実に製作指導ができるようにと意図したものであると同時に、自らの手でオカリナを製作し、その自作の楽器で曲を演奏してみたいと考えている方々にも役立つようにと意図したものであった。

オカリナは、その形も指穴の位置も、製作者の意図に応じて自由に製作できる楽器なので、自分で製作する場合には、これを使用する個々人に適応したものができあがり、従って、すでに指穴の位置が決まっている他の楽器と違って、演奏者が無理な指使いをする必要がない。

とはいえ、楽器であるからには、基本的な原理に則っていなければそもそも音は出ず、正確な音階も設定できないことは言うまでもない。

先の『手引』では、その基本的な原理を明確に示し、しかもなお製作者の自由意思で変更しうる部分を明示しておいた。

ところが、『手引』で製作例として示しておいたものは、通常の楽譜で示されている音程よりも1オクターブ高い音程を出すように設定したオカリナであった。

従って、言うまでも無いことであるが、このオカリナで図1-(a)の楽譜を演奏すれば1オクターブ高い音程で演奏され、これを正式に楽譜として表記すれば、図1-(b)のように「8va…」と付記されなければならないものとなる。それでは、『手引』の製作例よりも1オクターブ低い、通常の楽譜の音程で演奏できるオカリナは製作できないのであろうか。

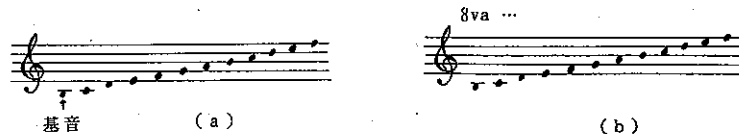


図1

それは『手引』に記載した通り、理論的に可能である。

1つのオカリナの出す最低の音（基音）は、まずもってオカリナの空洞の容量で決定される。1オクターブ基音を下げるには、『手引』の製作例に比べて4倍の容量を持つオカリナを製作すれば良いだけである。

ところが、あくまでもこれは理論的に可能であると言うことであって、実際に製作してみると、演奏できる楽器は、実際には製作できないことが判明した。

本論の目的は、その技術的な難点と、この難点を打開する方法を探究した過程、及び打開できる方法を、『手引』の補遺として記述することにある。

## II. 技術的な難点

『手引』の製作例よりも1オクターブ基音の低い楽器の製作が、理論的には可能であっても現実には不可能であると言うのは以下の理由による。

例えば約2kgの粘土（粘土の含水率によって重量は異なるので、これは概略値である）を用いてオカリナの形を作り、その内部をくりぬいて『手引』の製作例の4倍の空洞を作ったとする。

これで理論的には1オクターブ基音の低い楽器が製作できるはずである。事

実、調音器等を用いて音程を調べてみると、確かに1オクターブ低い音を得られていることが確認できる。

そこで、『手引』に示した如く、低い音程から順番に指穴を開けて行くことにする。調音器等で調べながら開けて行く。これも可能である。

このようにして最後の指穴まで、音程を整えながら開けて行くことができる。かくしてこれで楽器は完成・・・のはずなのであるが、出来上がったものを見ると、これは演奏しようにも演奏できない楽器であり、もはや楽器とは言えない代物に成り果てているのである。

というのは、ピアノ等の鍵盤楽器と同じく、等分平均率音階で正確に音階を出して行くためには、音程を高くして行く順に、指穴の面積を図2の如く相対的に大きくして行く必要があるのだが、<sup>2)</sup>これが、演奏者の指の腹ではもはや塞ぐことのできない大きさになって行くのである。

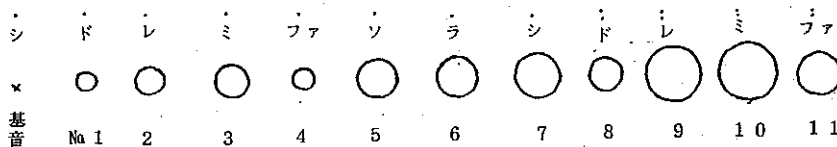


図2

言うまでもなくオカリナは、指穴を指で閉じたり開いたりして音階を出す楽器である。従って、これでは演奏は不可能である。

つまり、音階としては完成したと言うそのことが、楽器としては無用の代物になったと言うことである。

### Ⅲ. 難点を解決する方法の探究

#### 1. 解決法の一

上途したような、ある1つの機能の完成を追及して行って、それが完成した時には、全体としての機能が麻痺（あるいは破壊）してしまっているという現象は、日常にもよくあることである。

このオカリナの場合には、楽器として具備すべき機能の一つであるところの、正確な音程を出すということを追及して行ったがために、もう一つの条件であ

るところの、指で塞ぐことができるという、楽器として具備すべき別の機能が損なわれ、結果としてこのオカリナは、演奏不可能となってしまった。

この場合は、指で塞ぐことができるという許容範囲内にある指穴までに止めておけば、このような事態は生じない。

つまり、これは、単に一方の限界を越えたというにすぎないのであって、それが使用可能な楽器ではないという状態として結果し、「楽器であって楽器でない」という矛盾した存在になったが如く見えるのである。

従って、この事態を食い止めるとするならば、達成目標を許容限界値の低い方、このオカリナの場合ならば指で塞ぐことができるという範囲内の指穴に止め、それ以上の音階は他の方法で補うということは可能である。

例えば、Aというオカリナで出せない音階は、それを出せるBというオカリナを用意して補うということであり、そしてこれは実際に可能である。(ただし、演奏の時に楽器を持ち変えるという困難が伴う。)

または、指穴を塞ぐことができないというのは、その時の演奏者の指の大きさの限界を越えていると言うことに過ぎないのであるから、他の、それを塞ぐことのできる、指の大きな演奏者が演奏すれば、このオカリナは楽器となる。

あるいは、なんらかの装置を用いて、通常の人では塞ぐことのできない指穴を開閉するというのも可能ではあるが、これは、土笛というオカリナの「純朴さ」を損なうことになるであろう。

いずれにしても以上の方法は、許容限界値内に止めるか、或いは、許容限界値を越えても尚かつそれを許容し得る、当該のオカリナにとっては別の機能によって、この物(オカリナ)を、(オカリナ)足らしめるということである。

## 2. 解決法の二

それでは、一つのオカリナにおいて、正確な音程が出せて、しかもなお、最後の指穴まで、通常の演奏者の指で容易に塞ぐことのできるオカリナの製作は、実際に不可能なのであろうか。

今、考察しやすくするために、単に一つだけの指穴を持つオカリナを想定する。そして、演奏者が塞ぐことのできる指穴の面積の許容限界値をXとし、こ

の指穴で出すべき正確な音程Aはこの限界値を越えたところにあるものとする。

この時、この指穴には、(正確な音程を出すためには) 広げるべきであるという要請と、(塞ぐことができるためには) 広げるべきではないという要請の、明らかに対立した二つの要請が働いている。

だが、この対立にこだわっていたのでは、事態は解決しないであろう。問題は、XまたはXより小さい面積でAの音を出さなければならないということである。

このジレンマは、おそらく、事柄のある一面だけを見ているから生じているのかもしれない。

これまでオカリナの音程決定要因としては、空洞の容積と指穴の面積のみを考えてきた。オカリナを製作するときに、これらの要因に注目すると非常に製作しやすくなるし、『手引』の製作例の音程ではこれらの決定要因だけで製作が可能であったからである。しかし今、音程を1オクターブ下げたときには、これだけでは技術上のジレンマが生じてきた。従って、ここでもう一度、オカリナの音程決定要因を見直す必要がある。もし、空洞の容積と指穴の面積のほかにもオカリナの音程決定要因があるならば、その第三の要因を操作することによって、指穴の面積を演奏者の指で塞ぐ範囲に止め、しかも尚、最後の指穴まで正確な音程を出すことが可能になるかもしれない。

そこで、再度オカリナの音程決定要因を吟味することにする。

オカリナはヘルムホルツ共振器であり、その共振周波数は次の式で表される。

3), 4)

$$f = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{s}{\ell v}}$$

ここで、s : 孔の面積

c : 音速

v : 空洞の容積

ℓ : 孔の境壁の厚さ

この式で孔というのは、オカリナでいえば指穴のことである。

この式を吟味すると、これまでは指穴の面積と空洞の容積のみを音程決定要因としてきたのであるが、孔の境壁の厚さ  $l$ 、つまり指穴の厚さも音程決定要因であることがわかる。しかし、どの程度の支配力のある要因なのであろうか。

そこで、 $s$ 、 $v$  及び  $c$  を一定として指穴の壁の厚さのみを変化させた時の共振周波数の変化を調べてみる。

今、壁の厚さ  $l$  を  $1/4$  にしたときの共振周波数を  $f'$  とすると、

$$f' = 2f$$

となり、指穴の面積が同じでも壁の厚さを  $1/4$  にすれば、実に2倍の周波数の（つまり1オクターブ高い）音を発振することができるのである。

これでもって、指穴の面積を変えずに、広い範囲にわたって音程を変化させることができることが分かった。

しかし以上は単に一つの穴を持つヘルムホルツ共振器の場合である。オカリナでは複数の穴を開ける。この場合はどうなのであろうか。

そこで特に演奏者が指で塞ぐことができ無くなる、図2のNo.9（レ）とNo.10（ミ）の指穴について調べてみることにする。

これらを、例えばNo.7（シ）の指穴と同じ面積に止めて、しかもなお目的の音を出すものとして計算すると、そうでない時の指穴の厚さ  $l$  に対して、No.9では約0.971、No.10では約0.931にすればよいと言う結果になる。<sup>5)</sup>

つまり、No.9及びNo.10を、No.7と同じ面積のままにしても、壁の厚さを薄くすることによって正確な音程を出すことができるのである。

勿論これは理論値であり、実際の製作においては諸要因によって左右されるであろうが、以上のことから、指穴の壁の厚さを薄くすることによって、指穴の面積は同じでも音程を上昇させることができ、正確な音程を得ることができるであろうということは言い得る。

従って、この方法によってジレンマを解決することが可能であろう。

## IV. 結 論

実際に製作した結果、「解決法の二」によって、演奏者が指で塞ぐことができ、しかもなお、最後の音程まで正確な音程の出せるオカリナが製作できることが判明した。

これで、問題は解決した。

指穴の面積を変えずに音程を上昇させるには、図3の(a)のように、先ず第一にオカリナ全体の壁の厚さを薄くすることによって、局部的には、(b)と(c)のように、指穴の周辺部の厚さを削ることによって可能となる。

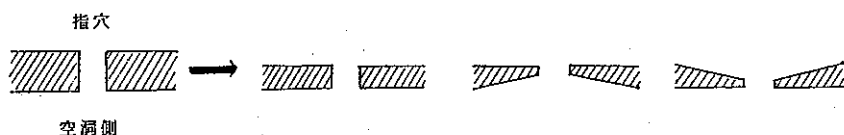


図3

ただし、オカリナ全体の壁の厚さを薄くし、かつ、局部的に指穴の周辺部を薄くすることは、粘土が柔らかいうちは指穴に歪みを与えやすくなり、この点は新たな製作上の注意事項となる。つまり、一つの解決をしたために別の事項が新たな問題として姿を現してくるのであるが、これは、粘土を十分に乾燥させることによって解決できる。

以上の方法による音程の調節は、言うまでもなく、いかなるオカリナの製作においても有効である。

## 注

- 1) 梅津 勝 (1991) 「オカリナ製作の手引」『帯大人文社会科学論集』第8巻 第2号
- 2) 各No.に付した音階は、当該のNo.の指穴まで、番号の小さい順に開けて行ったときに出る音階である。
- 3) オルソン, H. F. (昭和44年) (平岡正徳訳) 「音楽工学」誠文堂新光社 pp. 67-68, 122-123

4) 小橋 豊 (昭和53年) 「音と音波」裳華房, pp. 107-110

ただし, 元の式の  $v$  を  $f$  に変え, また, 記号の添字を省略した。

5) 『手引』 (pp.73-74) に記載したように, 各指穴の面積の相対的大きさは以下の通りである。

No.1 (ド) -0.46 No.2 (レ) -1.00 No.3 (ミ) -1.12 No.4 (ファ) -0.86

No.5 (ソ) -1.34 No.6 (ラ) -1.50 No.7 (シ) -1.68 No.8 (ド) -1.30

No.9 (レ) -2.00 No.10 (ミ) -2.24 No.11 (ファ) -1.73

これらの数値は相対的な大きさであるから, No.2の1.00を仮に  $a$  としてNo.9 (レ) までを加算すると, 指穴の総面積は  $s = 11.26a$  となる。このときの指穴の壁の厚さは  $l$  であるとする。

ところで, もしNo.9の面積をNo.7と同じ大きさにすると  $s = 10.94a$  となる。このときの指穴の壁の厚さを  $l'$  とする。

これらの両者とも同じ周波数の音を発生しなければならないので, 次の関係が成り立つ。

$$\frac{C}{2\pi} \sqrt{\frac{11.26a}{lV}} = \frac{C}{2\pi} \sqrt{\frac{10.94a}{l'V}}$$

この式から  $l' = 0.97l$  となる。

同様にして, No.10 (ミ) までは  $s = 13.5a$ 。No.10をNo.7と同じ大きさにすると  $s = 12.62a$  となり, このときの指穴の壁の厚さを  $l''$  として上の場合と同様に, 同じ周波数の音を発生させるとすると,  $l'' = 0.93l$  となる。