C 2 1 1

流体力学が証す火焰土器

—双子渦とカルマン渦の発見者は縄文人である—

中山泰喜[○] (未来技術研究所), 青木克巳 (東海大学), 沖 真 (東海大学)

Kaen Pottery Observed from Fluid Mechanics
—A Jomon Man discovered Twin & Kármán Vortices—
Yasuki NAYAMA, Katsumi AOKI and Makoto OKI

ABSTRACT

It is said that the Jomon Age began about 12,000 years ago and continued till about 2,500 years ago. The potteries of that age are known as Jomon pottery. Among them, a pottery discovered from the Umataka ruin in Niigata Prefecture in 1931 has an excellent shape. It is said that this pottery was made about 4,500 years ago. Jomon potteries of similar artistic styles have been discovered in various parts of Japan. These potteries have very nice shapes, but the pottery discovered from the Umataka ruin excels other potteries by its excellent proportion. From the shape of lip, it was named "Kaen pottery" meaning "flame pottery". However, from the patterns of its lip and side wall, it is more appropriate to consider that they are related to water flow. In this report, this hypothesis is by a visualization method using the pollen of cedar and pine trees, and computer simulation.

Keywords: Jomon pottery, Twin vortex, Kármán vortex, Surface floating tracer method, Computer simulation

1. 結 論

縄文時代は今から約 12,000 年前に始まり, 約 2,500 年前に至ると言われている。その文化をになった人々が縄文人である。この縄文人の作製した土器を縄文土器と呼んでいる。縄文土器は日本各地で発見され, 沢山の種類がある。その中で, 1931 年 12 月 31 日新潟県長岡市郊外の馬高遺跡で発見された土器は Fig. 1 左のような見事な文様をもっている。この土器は約 4,500 年ものといわれている。その後, 他地域でも Fig. 1 右のような同じ様式の土器が次々と発掘された。これらの土器はいずれもすばらしい形をしているが, 馬高遺跡で発掘された土器のプロポーションの良さは他を圧するものがある。

ところで, この土器は燃え盛る火を連想してか, 「火焰土器」と名付けられているが, 実はむしろ水との関連が深いのではないか, というのが本報告の骨子である。すなわち, 開口部の模様は岩に砕ける大波に続くさざ波からも想像できるし, 特に側面に刻まれた見事な文様は川の岸辺の葦や川の中の石や杭の後ろにできる渦からの造形であるように思われる。

本報告は, 縄文人の眺めた自然の可視化の文様を推測し, それと同じと思われる可視化法と, 数値シミュレーションによってその生成を明らかにしようとするもので

ある^{1), 2)}。

2. 縄文人の可視化

Fig. 1 左の火焰土器ならびにこれを展開した Fig. 2 の文様を考えてみる。この開口部の文様は火焰からの着想とも考えられるかもしれないが, 岩に砕ける大波に続くさざ波からの着想とも考えられる。その下にある, 側面に刻まれた見事な渦文様は, 明らかに二種類の渦から成り立っている。側面の上部の渦は Fig. 3(a) に示すような回転方向が互いに反対な対称渦の双子渦と呼ばれるもの

Umataka ruin Sasayama ruin
Fig. 1 Jomon pottery (Kaen pottery)

である。その下部の交互に連なった渦は Fig. 3(b) に示すような流速が少し速くなったときに生ずるカルマン渦からの造形である。カルマン渦は Fig. 3(b) に示すように、ある時には S 字形に、ある時は逆 S 字形に見える。火焰にはこのような渦は見られない。

縄文人はおそらく Fig. 4 に示すように、川の岸边に近づいて、川の流に浮かぶ杉や松の花粉や落ち葉や花びらなどをトレーサとして、川の岸边の葦や杭や石の後ろにできる双子渦やカルン渦を眺め、土器に文様として移したに違いない²⁾。

Fig. 2 Enlarged pattern of Jomon pottery

(a) Twin vortex

(b) Kármán vortex

Fig. 3 Vortex behind cylinder

Fig. 4 Jomon people watching vortex

3. 縄文人の可視化の検証

Fig. 5 は杉の林から出るおびただしい花粉の文様を写した写真である。松からも同様におびただしい花粉が出る。

これらが川面に落ちて格好なトレーサとなったことは容易に想像できる。川面に浮かんだ落ち葉や花びらなども優雅なトレーサとなって、渦が可視化されていたことと思う。表面浮遊法は古代から、自然に行なわれていた可視化法である。

葦の茎の背後の渦を、4,500 年前と同じ方法すなわち松の花粉をトレーサとして、Fig. 6 に示す回流式水槽を

Fig. 5 Pollen of cedars comes from a forest

Fig. 6 Recirculation type water tank

使って、可視化してみた。その結果を示すと Fig. 7 のように、Fig. 7(a) は双子渦で、火焰土器の側面の上部の文様、Fig. 7(b) はカルマン渦で火焰土器の側面の下部の文様である。Fig. 7(a) の双子渦は非常に遅い静かな流れで、細心の注意を払って視ない見ることができない。Fig. 7(b) はそれより早い流れで容易に見ることができる。また、カルマン渦は見方によって、S 形にも、逆 S 形にも見える事もよく理解できる。

川から拾ってきたいろいろの形状の石の背後の渦を花粉をトレーサとして可視化を行なった。その一例を Fig. 8, 9 に示す。

可視化を行ったのと同じ形状の石について、数値シミュレーションを行った。その結果の一例を示すと Fig. 10, 11 のようである。

縄文土器は日本の各地で発見され、渦文様を持った土器も沢山発見されている。しかし、双子渦とカルマン渦と区別して渦模様とした土器は私の知る限りでは、馬高遺跡から発掘された火焰土器ただ一つである。その意味において、この土器は世界の宝である。

水の流れをじっと見詰めているうちに、2 種類の渦を始めて観察して、土器に移した縄文人はレオナルド・ダ・

ビンチのような、非常に観察力のすぐれたただ一人の縄文人だったと思う。

(a) Twin vortex

(b) Kármán vortex

Fig. 8 Vortex behind a stone in a river visualized using pollen of pine trees

(a) Twin Vortex

(b) Kármán vortex

Fig. 7 Vortex behind the stem of a reed beside a river visualized using pollen of pine trees

(a) Twin vortex

(b) Kármán vortex

Fig. 9 Vortex behind a stone in a river
visualized using pollen of cedars

(a) Twin vortex

(b) Kármán vortex

Fig. 10 Vortex behind a stone in a river
by computer simulation (1)

(a) Twin vortex

(b) Kármán vortex

Fig. 11 Vortex behind a stone in a river
by computer simulation (2)

4. 結 論

縄文土器の文様が水流により形成される渦からの着想であることが明らかとなったので、従来の火焰という発想も尊重し、同類の土器を今後、火焰水文土器と呼ぶと共に、双子渦とカルマン渦を合わせて縄文渦と呼ぶことを提案する。

参 考 文 献

- 1) 中山泰喜ほか：流体力学から見た「火焰土器」、情報考古学, Vol.10, No.1 (2004) pp.1-8.
- 2) Nakayama, Y. et al.: Jomon Pottery Observed from the point of View of Fluid Mechanics, Journal of Visualization, Vol.7, No.4 (2004) pp.349-356.