

琵琶湖北湖の蜃気楼 ……琵琶湖大橋の形を中心として…

琵琶湖地域環境教育研究会 松井 一幸

筆者は、2001年から14年間琵琶湖北湖で蜃気楼観測を続けてきた。蜃気楼の理論的・定量的な解明を行うため、特に実景の形が明確で緩やかに高さが変化する琵琶湖大橋の姿に着目して研究を進めた。ここでは、下位・上位蜃気楼にどのような姿が見られ、時間や観測視線高度にどのように依存するかについて、観測の視点から詳しく延べたい。

1. はじめに

筆者の定点観測場所は、琵琶湖北湖の西側(津市北小松)の小松浜湖岸にある道路横で、湖面からの高さはおよそ3mである。琵琶湖大橋は、南南西に14.7kmの所に見える。

雄松崎から堅田、琵琶湖大橋、守山、野洲、沖島、彦根、米原、長浜、明神崎まで凡そ150°の視角で琵琶湖を見渡すことができる。

2. 下位蜃気楼(inferior mirage)

下位蜃気楼は季節を問わず1年を通じて観られる蜃気楼である。湖面近くの暖かい空気の上に冷たい空気が形成される(上冷下暖)時に起こると考えられている。この蜃気楼は浮島現象とも呼ばれる。

琵琶湖大橋が下位蜃気楼になると、橋桁が倒立像になるため、凸レンズ状に変化する。



図-1 琵琶湖大橋の下位蜃気楼 2014.1.10

下位蜃気楼の姿の特徴をまとめると次のようになる。

折り畳み線(fold line)が存在し、上は正立像で、下は倒立像になる。

上冷下暖の気温差が大きいほど凸レンズに近くなる。

正立像と倒立像の橋桁幅の比は変化する。観察視線高度を低くすると、凸レンズの幅は次第に狭くなるが、折り畳み線と湖面の幅はあまり変化しない。

上冷下暖の気温差が大きいほど、また観測視線の高度を低くするほど、湖面の波やそのゆらぎが大きくなる。

3. 上位蜃気楼(superior mirage)

琵琶湖での上位蜃気楼は春から初夏にかけて条件の良い日にしか見られない。移動性高気圧に覆われ、快晴で風が弱く気温が上昇する日に現れている。

今年は琵琶湖北湖では4月1日、3日、13日、

15日、24日、25日、27日、5月4日、7日、11日に出現し、豊富な記録を収めることができた。

上位蜃気楼は、空中に上暖下冷の境界層ができることが出現条件とされている。

琵琶湖で下位蜃気楼の出現に必要な湖面近くの上冷下暖の空気層を湖面層と呼ぶことにする。湖面層は安定であるのに対して、空中の境界層は流動的で時々刻々変化すると考えられる。

このため、観測する下位蜃気楼は短時間で姿を大きく変えないが、上位蜃気楼はまるで生き物のように刻々姿を変える。

ここでは、琵琶湖大橋の姿を時間的に現れることが多い順番にまとめてみたい。

4. 琵琶湖大橋の上位蜃気楼の姿の分類

(1)ドーナツ型

琵琶湖大橋中央部の上に倒立像が現れ、丸い蜃気楼が形成され、ドーナツに似ているので筆者がこのように名付けた。この姿が現れるのは希で、境界層の上下で気温差が大きいことが必要なようだ。

(2)太眉毛型

中央スパンの橋脚の上の橋桁が太くなり、これが人の眉毛に似ているところから、伴氏が名付けた呼び方である。太くなるほど琵琶湖大橋が怒って睨み付けているように見える。

(3)Z型

これは左右に離れてできる形で、伴氏によって文字のZに似ているところから名付けられた。右側がZ型、左側が逆Z型になる。

この形では、Zの上下の端が折り畳み線で、この上下外側が正立像、中が倒立像になっている。

(4)横V型

Z型が左右にさらに広がると、琵琶湖大橋の勾配が小さくなるので、上の折り畳み線から上の像は縮み、下の折り畳み線が強調されるようになるのでVを横にした形になる。筆者はこれ

を横V型と名付けた。

(5)橋脚台型

横Vの上下に、地球の丸さで普段見えない橋脚台(フーチング)が現れ、次第に棒状に繋がる。この上に実景でペシャンコに縮んだ琵琶湖大橋が見える。呼称は筆者が名付けた。

(6)湖面蜃気楼型

縮んだ実景の下一面に蜃気楼が見られ、次第に上部から湖面が現れ下へ広がる。この時、池のように浮かぶ蜃気楼池(mirage pond)が見られることがある。呼称は筆者が名付けた。

(7)湖面伸び・実景縮型

湖面蜃気楼はすべて湖面に変わり、湖面が遠方へ伸びたように見える。その上に縮んだ実景だけが残る。上位蜃気楼の終焉で見られることが多い。呼称は筆者が名付けた。

5. 観察画像の一例(2010年4月10日)

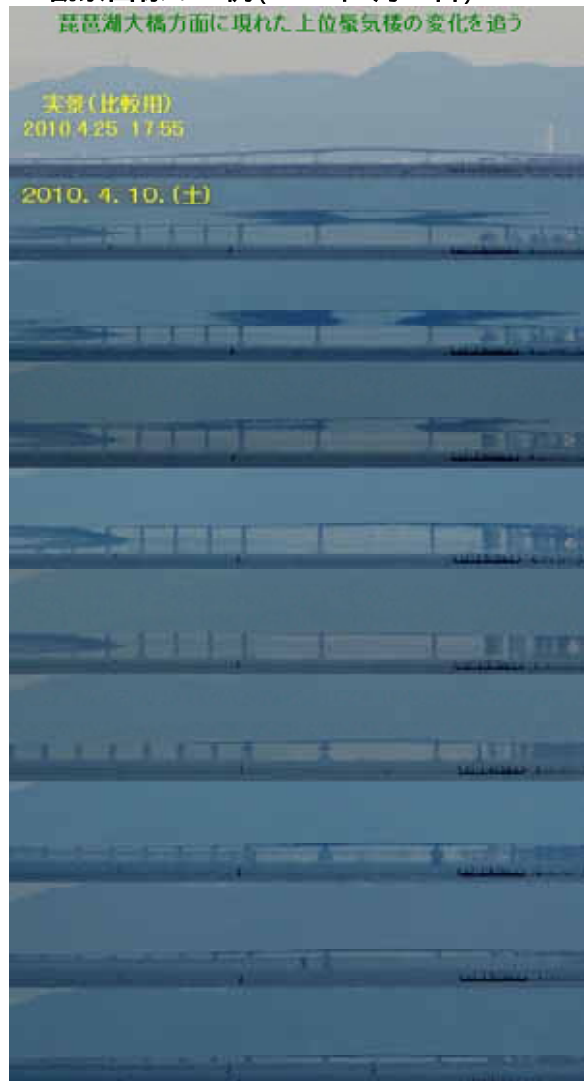


図-2 時間順に現れた蜃気楼変化を示す

図-2には、10コマの画像が含まれている。一番上は2010.4.25の実景を示す。

前半の5枚は、分類では(1)から(4)に属する。実景の上下幅に比べると、上によく伸びていることが分かる。

4枚目から7枚目の上位蜃気楼画像は、中央部に比べて左右橋桁がかなり低いのにも拘わらず同じような高さで揃っている。

これは通常の景色では板塀状型といわれる蜃気楼である。このようなタイプの上位蜃気楼においては、何故高さが揃うのかを明らかにする必要がある。

後半の4枚は、分類では(5)から(7)に属する。湖面蜃気楼の上の正立像は実景がかなり縮んでいる。何故湖面蜃気楼が現れ、実景が縮むのかの説明も必要とされる。

図-2の画像の上から下への変化は、実際に上位蜃気楼の時間的推移を示している。何故このような経過を辿るのか。上位蜃気楼形成の本質的な役割を担う境界層の動きとどう関連するのか。

蜃気楼が持つ様々な課題を明らかにするためには、光の経路について正面から切り込む必要があった。筆者はホイヘンスの原理に基づき光の経路を計算(ray tracing)し、蜃気楼曲線(mirage curve)を作成し、これを元に蜃気楼シミュレーションを行う手法を確立した。

その結果、下位・上位蜃気楼を定量的に説明できることが明らかになった。

後半の発表で、筆者の考えた理論的な手法と計算方法について詳しい説明を行うが、ここでは、下位・上位蜃気楼のシミュレーション結果を提示することにより、蜃気楼の多くの課題が定量的に説明できることを紹介したい。

6. 蜃気楼シミュレーション結果

(1)下位蜃気楼

2の について、解説を行う。

(2)上位蜃気楼

4の(1)から の蜃気楼の姿については、境界層の高さに起因することが明らかになった。

琵琶湖の上位蜃気楼の時間的変化は、境界層が上から下へ降下しているとして説明できることが明らかになった。

境界層を高さ25mから0.5mずつ降下させるダイナミック・シミュレーションをパソコンで演示することにより、実際の観測とよく合うことを示したい。