

新宮藺沢浮島の浮動状況測定結果

加治佐隆光・木本 凱夫・ザカリア・ホセイン

三重大学大学院 生物資源学研究科

Measurements of the Floating/Fixed Situation of Shingu-Isawa Ukishima Island

Takamitsu KAJISA^{1*}, Yoshio KIMOTO¹ and Md. Zakaria HOSSAIN¹

¹ Graduate School of Bioresources, Mie University, 1577 Kurimamachiya-cho, Tsu, Mie 514-8507, Japan

Abstract

The study reports the results of floating situation of an island called as Ukishima located in Shingu-Isawa wetlands in Japan based on the observations of water surface and measurements of water level around the island. It is speculated that the island floats during typhoons but the exact floating situation has not been clarified yet due to the difficulty in conducting physical measurements because the island is recognized as the natural landmark of the country. Also, there is little or no research works available in the technical literature on the floating situation of Ukishima island whether it is really floating or not. Owing to these above ambiguities, the present research program has been taken up to clarify these basic needs.

Efforts have been made to discuss briefly the condition of water level around the island, position and height of the island, and to demonstrate the measurements facilities and techniques as well as observational activities. On the basis of the results of analyses of the data recorded over a period of 16 years and discussion, it is concluded that the Ukishima is not a floating island. This has also been confirmed by the density of floating peat lumps obtained by sampling the water of Shingu-Isawa wetlands. The measured density indicated that the required thickness of the peat bed needs to be larger than the real thickness if it is floating. This fact reinforced the above statement that the Ukishima is not a floating island. It is also concluded that the floating conditions of the Ukishima can be limited to a very special case, for example, decrease in weight due to continuous dry period and after that, a sudden rise in the water level.

Key Words: natural landmark, Shingu-isawa wetland, Ukishima, peat

1. はじめに

浮島と呼ばれるものにはまず、人工のものと天然のものがある。人工のものとして、古くは、ペールーのチチカカ湖に浮島があった。藁を敷いてその上に人が住む。しかしこれは、水位調整のためになくなったらしい。また最近には、池の水質を向上させるために、浄化施設を組み込んだ小さい

人工島が試用されるようになった。

一方、天然の浮島に関しては、辞典などにも紹介されており、後述の備考に写した。そこに紹介されているように、新宮市の藺沢にある浮島には大木が生育している。以下では、文化庁に天然記念物に指定されている新宮藺沢にある浮島のことをのみを浮島と記す(表1参照)。

現地では著者が見た感じでは島全体が普段、浮遊

2006年12月13日受理

¹ 〒514-8507 津市栗真町屋町1577

* For correspondence (e-mail: kajisa@bio.mie-u.ac.jp)

しているようには見えない。しかし一方、「台風の時には浮島が浮く」という話を聞く。実際、浮島の上で飛び跳ねると水面に波が立つので、全く動かないこともなさそうである。もし、緩い弾性体を介して浮島がひとつにつながっているのであれば、厳密に浮いている状態でなければ、台風などの擾乱に対して、泥炭層の上と下とでばらばらに反応することなども考えられる。現在、そのように反応したという情報は得ていないので、多少の動きはあるのかも知れない。

このあいまいさに対して、この浮島が浮いているのかいないのか、どのように浮くのか文献を調べたが、はっきりと書いた資料がない。この浮島が天然記念物で手荒な測定は行いがたいということもあると思う。しかし幸いにも、著者らは観測の機会を得ることができたので、以下に測定結果を示して結果と考察を記した。

2. 観測と考察

この浮島には周囲に池があり、さらにその池を民家を取り囲んでいる。そこからの土砂の流入を防ぎ、陸化から浮島を保護するために、今、池の周囲はコンクリート壁で囲まれている。その壁と島との間の池の深さは目視できるほど浅く10~30 cm程度である。また、その池の水が淀まないように、人工的に給水が行われるようになった。

浮島は天然記念物であるが、島の上に枯木を見つけて、そこに標尺を固定することができた。それにあわせて、池の外側のコンクリート壁に標尺を付けた。また、陸化防止のための浚渫工事があった時に、周囲の池に浮いて出た泥炭塊をサンプリングする機会も得た。ここでの観測結果は、このようにいくつかの偶然的な条件が重なって収集できたものである。藪沢沼沢で浮きながら風に流されている泥炭塊の様子を写真1に示し、容器内で底をVの字にして浮いている泥炭塊の様子を写真2に示す。

1) 浮島周囲の水位測定結果からみた浮島の浮動

図1に示されるように、2つの標尺をそれぞれ、島とコンクリート壁に固定して、ほぼ16年間にわたり水位を測定した。島の池側にある枯木に固

定した標尺 (Gage 1) に水面が当たる箇所の読みを Z_1 、コンクリート壁に固定した標尺 (Gage 2) に水面が当たる箇所の読みを Z_2 と定義した。このように Z_1 と Z_2 を測定するように設定したのは、「仮に島が膨張や収縮をせずに浮いている場合、水位が変化し Z_2 が変化する時でも、常に Z_1 は一定になる。一方、島が浮いていない場合、水位の変化する時には、 Z_1 は Z_2 に追随する。」からである。

池を自然に戻すために行った浚渫工事の時に、Gage 2 が少し上下にずれたこともある。しかし、その他の補助的な標尺の測定結果なども利用して、全データを現在 (2006年) の読み Z_2 に換算して利用することができた。標尺の目盛りは1 cmあるいは2 cmであったので、測定精度もその程度である。

Z_1 と Z_2 の実測値を図2に示し、 Z_2 と Z_1 の差を図3に示す。天候のみならず池への給水状況などによって、 Z_2 は10 cm以上変動している。そして、 Z_1 はほぼそれに追随している。詳細には、 Z_1 の平均値は21.0 cm、標準偏差は4.2 cmであり、 Z_2 の平均値は49.8 cm、標準偏差は4.1 cmであった。このように両者の標準偏差もとても近い。すなわち図2によれば、この浮島は浮いているとは言いがたい。細かく見れば、図3において Z_2 と Z_1 の差の変動はゼロではないが、5 cm以下である。詳細には、 $Z_2 - Z_1$ の平均値は28.8 cm、標準偏差は1.1 cmであった。この標準偏差は、 Z_1 、 Z_2 のそれより小さく、また、標尺の目盛りよりも小さい。最近の数年間についてみれば、2002年の末に一度、高く浮いた後に次第に元に落ち着くように沈んでいるようにも見えるが、島の膨張や収縮のようにも見える。いずれにしても、浮遊しているようではない。

表1 新宮藪沢にある浮島の概況¹⁾

| 項目 | 説明 |
|-----|---|
| 位置 | 北緯 33° 43' 36", 東経 135° 59' 56" |
| 標高 | 4 m 前後 |
| 面積 | 浮島 4000 m ² , 周囲の池 1000 m ² |
| 植生 | スギ, その他多数 |
| その他 | 国の天然記念物 |



写真1 新宮藪沢で浮いている泥炭塊 (1997年)



写真2 底をVの字にして容器内で泥炭塊が浮いている様子
(1999年8月17日)

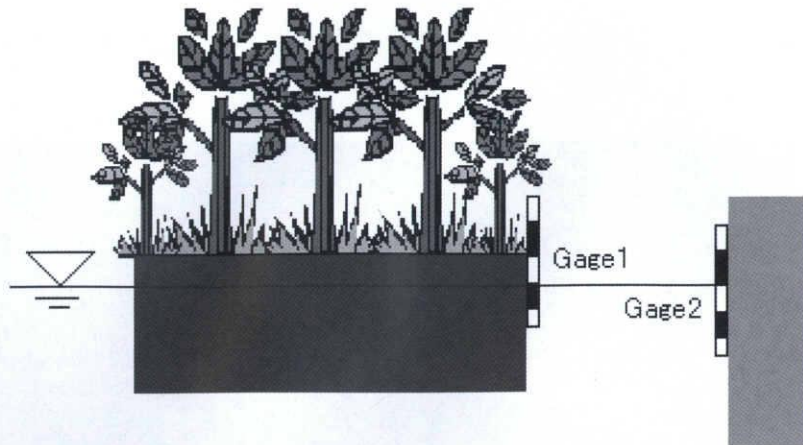


図1 新宮藪沢に浮かぶ浮島と標尺の配置 (イメージ図)

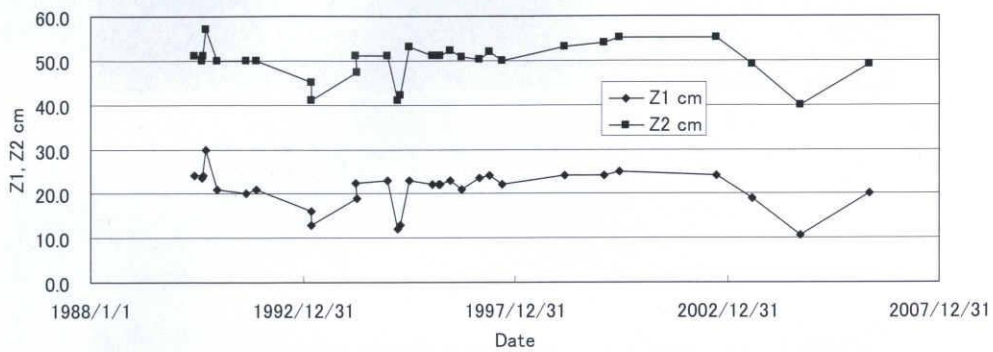
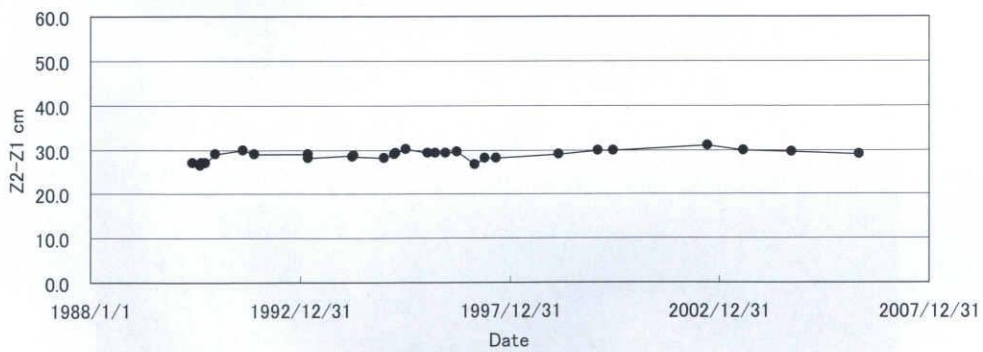
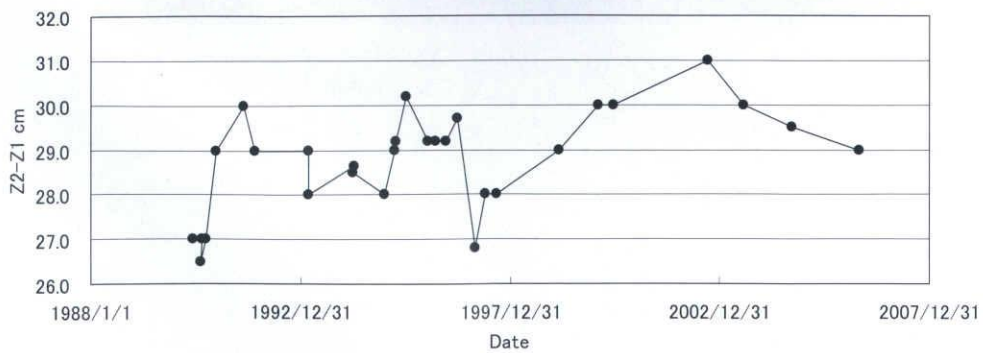


図2 測定結果 (Gage 1 の読みによる Z_1 と, Gage 2 の読みによる Z_2)



(図2と同じ縮尺で描いた場合)



(図2よりも縮尺を大きく描いた場合)

図3 測定結果 (島の浮沈状況を表す Z_2 と Z_1 との差)

2) 浮島を浮遊させるのに要する泥炭層の厚さ

浮島全体の質量は不明である。しかし、植生調査の結果は文献¹⁾に示されているので、各樹木の直径や樹高のデータを利用できる。「枝が分岐しても枝の断面積の和は変化しない」という非常に古典的な考えを利用すると、各樹木の体積は1本の円柱を求めると同様に求めることができる²⁾。最近には更に精度のよい推定式などが提案されているとは思いますが、京都大学名誉教授の四手井綱英氏に口頭でこの古典的な考えに基づく計算手順を説明したが否定はされなかった。また、島内の樹種が多いことや、既存のデータを利用できる利点などを考えて、この計算手法のみを利用した。この場合、樹木の平均的な密度を乗じれば、樹木の質量が求まる。その密度を1と想定して求めた各樹木の質量の和 W_i (kg) は 400,000 kg であった。また、浮島の面積 A (m²) は、地図から 4,000 m² である。

表2に示したように、泥炭塊 0.0069 m³ に、おもり 0.428 kg を載せた時に、泥炭塊の天端が水面に接した。それと同様に、浮島が体積 (AD) m³ で、 W_i kg を支えると考えれば次式を得る。この節では D が未知数として扱われる。

$$W_c : V_s = W_i : (AD) \quad \text{①}$$

W_c : 泥炭塊を水面下に浮いた状態にするために必要な質量、表2から 0.428 kg。

V_s : 泥炭塊の体積。水中で土壌間の空隙にある全成分も含む、表2から 0.0069~0.0396 m³。

W_i : 浮島にある樹木の質量、400,000 kg。水面上の泥炭もこの質量に加えるほうが適切である

が、水面が多く島内にも出現している概況から判断してその成分は樹木の質量に比べればとても小さいと判断した。

A : 浮島の面積, 4,000 m²。

D : 浮島が浮くのに要する泥炭層の厚さ (m) である。

著者らは V_s を2回測定したが、数倍の違いがある(表2参照)。水中のどこまでを泥炭塊と判断するか難しかったとはいえ、風乾前におもりを置いた時とほぼ同時に測定された体積データのみを利用することを当初には考えた。しかし、泥炭塊が収縮した可能性の大きい風乾後の体積データのみを廃棄することは躊躇されたので、風乾後の体積データを用いた結果にはカッコを付して示すことにした。すなわち、泥炭塊の体積 V_s は (0.069)~0.0396 m³ である。

結局、①式から D の厚さは (1.61)~9.25 m であった。島本体の厚さが D 以上であれば、浮島は浮いている可能性がある。ただし、 D の値は著者らの測定が稚拙であったこともあり、(1.61)~9.25 m の幅をもってしか示すことはできない。現在のところ、文献¹⁾によれば、浮島の下、およそ数 10 cm の深さに水の層がある。この水の層は、いわゆる地下水ではなく、水中カメラなどをそこで回転させることが可能なほどの空隙である。この水の層は島の全面に 100% の割合で広がっているわけではないものの、その層よりも深部の泥炭層が島を強力に持ち上げていれば存在しにくい層であるとも言える。そして、島本体の水面下の厚さを仮に数 10 cm と想定した場合、その厚さ

表2 泥炭塊に関する測定結果

| 年月日 | 容器内での泥炭塊の様子 |
|-----------|---|
| 1997年3月4日 | 浚渫工事によって、池の底から浮いて出た泥炭塊をサンプリング。表面に 0.428 kg のおもりを置いても浮いていることを確かめる。厚さを 0.25 m と判断して、水中での体積は 0.0396 m ³ と考えた。 |
| 同年6月17日 | 三重大に泥炭塊を搬送する。容器内の水は少ない。 |
| 同年6月18日 | 容器に注水するが泥炭塊は浮いてこない。 |
| 1999年3月4日 | 風乾された泥炭塊の重量を測定する (3.23 kg)。 |
| 同年8月17日 | 再び、容器に注水し、泥炭塊が浮くのを確認する。様相は、サンプリング直後と似ている。 |
| 同年8月19日 | 泥炭塊が沈んで浮いてこないのを確認する。 |
| 同年8月25日 | 泥炭塊を容器から出して体積を測定する (0.0069 m ³)。 |

が (1.61)~9.25 m よりも薄いということから、現在、この島本体が浮いているとは言いがたい。このことは、標尺を使って確かめた浮島が現在、浮かんでいるとは言いがたいという前節 1) の結果とも整合性がある。

3) 泥炭塊の密度

土壌調査で密度を求める時には乾燥した土の密度を測定するが多い。しかしここでは次式に示されているように、水中での不飽和の密度 ρ が浮島の質量や体積と同様に重要であるので、この ρ を求めて考察した。

泥炭塊におもり 0.428 kg を載せた時の力の釣り合いを、密度 ρ を用いて表すと以下のようになる。

$$V_s \cdot \rho + W_c = V_s \cdot \rho_w \quad (2)$$

ρ : 泥炭塊が水中で不飽和状態になっている時の平均的密度、空隙内の水分も含む (kgm^{-3})。

ρ_w : 水の密度、 $1,000 \text{ kgm}^{-3}$ に近い。

表 2 中の V_s である (0.0069)~0.0396 m^3 を代入して ρ を求めると、(938)~989 kgm^{-3} になる。このように、その密度 ρ は V_s の大きさには鈍感であり、 ρ_w (すなわち、 $1,000 \text{ kgm}^{-3}$) に近いことが確かめられた。①、②式によれば、③式を得るが、 ρ が ρ_w に近い場合に、わずかな ρ の変化で D が大きく変化していることが伺える。

$$D = \frac{V_s \cdot W_t}{A \cdot W_c} = \frac{W_t}{A} \cdot \frac{1}{\rho_w - \rho} \quad (3)$$

すなわち、土壌調査の一環として測定される密度 ρ を換算して D を算出することは可能であるが、その際にはわずかな ρ_w や ρ の違いによって D が大きく異なってくることに注意する必要がある。

4) その他

表 2 では、サンプリング時に浮いていた泥炭塊が 1 度沈み、約 2 年間の風乾の後に注水したら再浮上したものの、さらにその 2 日後にはまた沈んでいた。文献³⁾によれば、炉乾燥した泥炭の密度は 200 kgm^{-3} と小さい。しかも、空隙は撥水性によれば急激に水で満ちないこともあろうから、風乾後の泥炭が再浮上したこと自体は不思議ではな

い。しかし土中のガスが増減するメカニズムは単純ではないであろう。

仮に、 ρ を 200 kgm^{-3} として③式に代入すれば、 D は 0.125 m になる。この厚さは上述の水の層よりも薄い。すなわち、この数値を適用すれば、浮島が浮いている可能性は残る。このことは、泥炭の親水性とか撥水性といった化学的条件の重要性を示唆している。この考察は全体的に見れば、著者らの実測結果から得られる考察を弱めるものでもあるが、むしろそれらは今後の研究発展の手がかりとして報告したい。

3. まとめ

以上の観測結果と考察をまとめると以下のようになる。

- 1) 標尺を用いたほぼ 16 年間の観測によると、新宮藺沢にある浮島は、水に浮いているとは言いがたい。
- 2) 新宮市藺沢からサンプリングされた水に浮いている時の泥炭塊の密度は (938)~989 kgm^{-3} であることを確かめた。
- 3) 浮島の樹木を浮上させるのに要する泥炭層の厚さは (1.61)~9.25 m と算出された。この厚さは実情 (数 10 cm) よりも大きい。したがって、やはり浮島は浮上していない可能性が大きい。
- 4) ただし、泥炭層が撥水性などを一因として、一時的な水位の上昇とともに浮島が浮いた可能性は残る。

4. おわりに

浮島の地下数 10 cm の深さに水の層がある理由は不明であり、まだその理由はわからない。このように、この浮島にはここに書けなかった未知のことが多くある。当初、もう少し楽天的に観測結果を考察できるかと思っていたがそうでもなかった。ロマンは尽きないが、この報告をしてひとくぎりとしたい。この報告をまとめるにあたり、ご協力、ご指示くださった四手井綱英委員長をはじめとする新宮藺沢浮島植物群落調査委員会の皆様に謝意を表します。

引用文献

- 1) 宮藺沢浮島植物群落調査委員会. (1991) 新宮藺沢浮島植物群落調査報告書
- 2) 例えば, ベンワー・マンデルブロ. (1985) フラクタル幾何学, (広中平祐監訳, 日経サイエンス社) pp.156
- 3) 例えば, 岩田進午, 喜田大三監修. (1997) 土の環境圏, (フジテクノシステム) pp.50,
- 4) 世界大百科事典, 第2版, CD-ROM版, (日立デジタル平凡社)

備考

浮島という用語の説明⁴⁾

植物や植物遺体(泥炭または枯死体)からなり, 湖沼や河川に浮遊する島。浮島が浮遊するのは, 植物や植物遺体のもつ浮力と浮島内部に発生するメタン, 二酸化炭素などのガスによる浮力によっている。日本では, 尾瀬ヶ原に代表される高層湿

原の池沢に浮島は多くみられ, 池底から水面に浮上したコウホウネ類などの浮葉植物の根茎や, 水面に伸びるミツガシワの根茎を核にしてスゲ類やミズコケ類が侵入して浮島が発達することが知られている。大きさは普通は数 m^2 程度までだが, 時には数haに発達する。(京都市深泥池, 山形県琵琶沼)。泥炭塊が浮上する場合(鹿児島県蘭牟田池)や浮島に高木が生育する場合(和歌山県新宮藺沢)もある。高層湿原以外でも, ヨシ, マコモなどの抽水植物が岸から離れて浮島となる場合がある。熱帯・亜熱帯では, ホテイアオイ, ポタンウキクサなどの浮遊植物やイネ科・カヤツリグサ科の抽水植物からなり, 浮芝 sudd と呼ばれる浮島が広く見られ, 船の運航に障害となるなど巨大に発達する場合がある。乾期には露出した湖底・河底に生えた植物が雨期の増水時に湖底から離れて浮島となる場合も知られている。

要約

現地で著者が見た感じでは, 新宮藺沢にある浮島は, 島全体が普段, 浮遊しているようには見えない。しかし一方, 「台風の時には浮島が浮く」という話を聞く。実際, 浮島の上で飛び跳ねると水面に波が立つので, 全く動かないとも言えない。このあいまいさに対して, この浮島が浮いているのかいないのか, どのように浮くのか調べたが, はっきりと書いた資料がない。この浮島が国指定の天然記念物であるので, 手荒な測定は行いがたいということもあると思う。著者らはいくつかの幸運のもとに観測の機会を得た。

その結果, 標尺を用いたほぼ16年間の観測によると, 新宮藺沢にある浮島は, 水に浮いているとは言いがたいことを確認した。この観測とは別に, 新宮藺沢からサンプリングされた水に浮いている時の泥炭塊の密度は(938)~989 kgm^{-3} であることを確かめた。この数値から, 浮島の樹木を浮上させるのに要する泥炭層の厚さを求めた結果, もしそれが浮いているのであれば泥炭層の厚みには(1.61)~9.25 mが必要であり, この厚みは島本体の厚みを想起させる唯一の実測値, すなわち地中にある水の層の深さ(数10 cm)よりも大きいことを確かめた。したがって, やはり浮島は浮上していない可能性が大きい。以上のことによって, 浮島が浮遊するための仮説的な条件をかなり特殊な場合(例えば, 連続干天による軽量化やその後の池の急激な水位上昇など)に限定することができた。