



# HOKKAIDO UNIVERSITY

|                  |                                                                                   |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Title            | 洞爺湖環境フォーラム プログラム・要旨集                                                              |
| Relation         | 洞爺湖環境フォーラム. 平成20年6月14日. 洞爺湖町                                                      |
| Issue Date       | 2008-06-14                                                                        |
| Doc URL          | <a href="https://hdl.handle.net/2115/34124">https://hdl.handle.net/2115/34124</a> |
| Type             | other                                                                             |
| File Information | 7-1.pdf                                                                           |



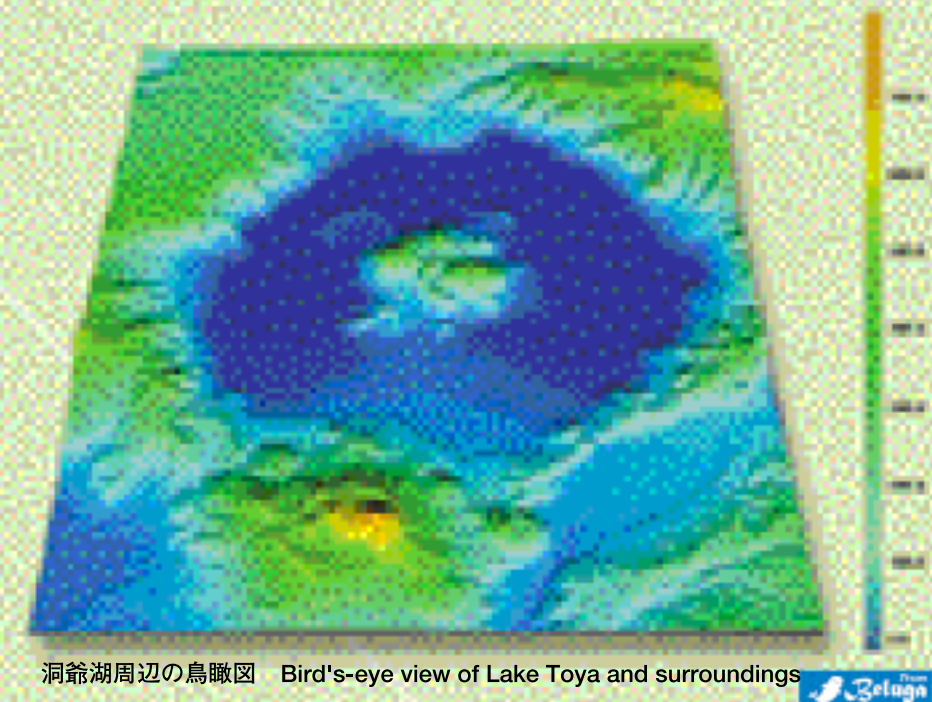


# 洞爺湖環境フォーラム

## Environmental Forum in Lake Toya

### 洞爺湖環境フォーラム

Environmental Forum in Lake Toya



洞爺湖周辺の鳥瞰図 Bird's-eye view of Lake Toya and surroundings

**日時** 2008年6月14日(土) 午後1時～5時  
Date: June 14 (Saturday), 2008.13:00～17:00

**場所** 洞爺総合センター(洞爺町132番地・電話0142-82-5111)  
Place: Toya Sogo Center (132 Toyako Town. Tel:0142-82-5111)

**主催** 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター  
Organizer: Field Science Center for Northern Biosphere,  
Hokkaido University

## 洞爺湖環境フォーラム

日時：2008年6月14日（土）午後1時～5時

場所：洞爺総合センター（洞爺町132番地・電話0142-82-5111）

### 趣 旨

洞爺湖は長流川水系に属する、火山性カルデラ湖である。湖畔には、南岸に23～50年おきに噴火を繰返す有珠山（最近の噴火は2000年）があり、その直下に道内有数の洞爺湖温泉が位置しており、天然災害を周期的に受けている。また、1939年から水力発電のために導入した長流川の水に含まれていた強酸性の硫黄鉱山廃水が流入したため、1970年にはpHが5まで低下した人的災害も経験している。このような天然および人的災害により、洞爺湖およびその周辺の環境は多大な影響を受けてきた、世界的にも稀な湖である。

本フォーラムの第一部のシンポジウムでは、洞爺湖および有珠山周辺の歴史や環境に関して、それぞれの専門分野から解析してきた科学者が、一堂に会して研究成果を発表する。第二部のパネルディスカッションでは、洞爺湖および有珠山周辺における自然生態系・水質・土壌・火山に関する各種環境、および水・地下鉱物・食料・エネルギーに関する各種資源の過去・現在・未来について、シンポジスト・洞爺湖町役場・北海道・環境省の方々が公開討論を行う。このシンポジウムの内容は、パンフレットにまとめると同時にホームページを作成してインターネットにより公表する。

### プログラム

#### 第1部 洞爺湖環境シンポジウム

1. 洞爺湖周辺の環境：天然災害と人的災害の影響  
北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 上田 宏
2. 有珠山と後氷期の人類活動  
北海道大学大学院文学研究科 小杉 康
3. 地球温暖化にともなう洞爺湖の熱環境の変化  
北海道大学大学院農学研究院 浦野慎一
4. 洞爺湖の物理・化学的特性：有珠山の火山活動との関係  
北海道大学大学院理学研究院 知北和久
5. 洞爺湖の動植物プランクトン動態  
北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 傳法 隆
6. 洞爺湖のヒメマス資源変動  
北海道大学大学院水産科学研究院 松石 隆
7. 有珠山の植生変化  
北海道大学大学院地球環境科学研究院 露崎史朗
8. 洞爺湖中島のエゾシカの個体数変動  
東京農工大学大学院共生科学技術院 梶 光一

#### 第2部 パネルディスカッション

##### 洞爺湖および有珠山周辺の環境と資源の過去・現在・未来について

シンポジスト：8名

洞爺湖町役場…経済部長 伊藤賢二

北海道…北海道胆振森づくりセンター 所長 豊田康弘

環境省…北海道地方環境事務所 統括自然保護企画官 坂本真一

## Environmental Forum in Lake Toya

Date: June 14 (Saturday), 2008. 13:00~17:00

Place: Toya Sogo Center (132 Toyako Town. Tel: 0142-82-5111)

### Object

Lake Toya is a volcanic caldera lake that belongs to the Osaru River system. The southern section of the lake has Mt. Usu that erupts at an interval of 23-50 years (the most recent eruption was 2000). There are also several hot spring resorts located at the base of Mt. Usu, and the eruption of Mt. Usu has a great impact on the people living in the vicinity of Lake Toya. Moreover, during electricity development in 1939 water was diverted from the Osaru River to Lake Toya. A sulfur mine is located upstream of the diversion tubes and as a result, strong acidic wastewater with a pH of 1.7 flows into Lake Toya, and this resulted in a reduction in pH to 5.3 in 1970. Lake Toya has been subject to both natural and human disturbance, and as a result, it presents an important model system for lakes worldwide.

There are two sections in this forum, a symposium and a panel discussion. In the symposium, 8 specialists from various research fields studied Lake Toya and Mt. Usu will present their research reports. In the panel discussion, 8 specialists as well as representatives from Toya Town, Hokkaido Government, and Ministry of the Environment will discuss various environments (ecosystem, water quality, soil, and volcano) and resources (lake water, underground mineral, food, and energy) of Lake Toya and Mt. Usu in the past, present, and future. The contents of this forum will be published in the format of a pamphlet, and will be announced through a web page.

### Program

#### 1. Symposium on Lake Toya Environment

1. Lake Toya and surrounding environments: Effects of natural and artificial disturbances.  
Hiroshi Ueda (Field Science Center for Northern Biosphere, Hokkaido University)
2. Mt.Usu and human activities in the postglacial period  
Yasushi Kosugi (Graduated School of Letters, Hokkaido University)
3. Thermal environment of Lake Toya under global warming  
Shin-ichi Urano (Graduate School of Agriculture, Hokkaido University)
4. Physical and chemical properties of Lake Toya: Relation to the volcanic activity of Mt. Usu  
Kazuhiisa A. Chikita (Department of Natural History Sciences, Faculty of Science, Hokkaido University)
5. Population dynamics of phyto- and zooplankton in Lake Toya  
Takashi Denboh (Field Science Center for Northern Biosphere, Hokkaido University)
6. Population dynamics of sockeye salmon in Lake Toya  
Takashi Matsuishi (Graduate School of Fisheries Sciences, Hokkaido University)
7. Vegetation changes on the volcano Mount Usu  
Shiro Tsuyuzaki (Graduate School of Environmental Earth Science, Hokkaido University)
8. Population fluctuation of sika deer on Nakanoshima Island of Lake Toya  
Koichi Kaji (Tokyo University of Agriculture and Technology, Institute of Symbiotic Science and Technology)

#### 2. Panel Discussion on Lake Toya Environment and Resources in the Past, Present, and Future

Eight symposists

Mr. Kenji Ito (Toyako Town)

Mr. Yasuhiro Toyota (Iburi Forestry Center, Hokkaido Government)

Mr. Shinichi Sakamoto (Hokkaido Office, Ministry of the Environment)

## 洞爺湖周辺の環境：天然災害と人的災害の影響

北海道大学北方生物圏フィールド科学センター  
上田 宏

洞爺湖は、二級河川水の長流川水系に属する、湖水面積70.7km<sup>2</sup>(全国9番目)・最大水深179.7m(全国4番目)の火山性カルデラ湖である。南岸には、有史以来9回の噴火を記録し、20世紀には23～33年おきに4回の噴火を繰返す有珠山がある。有珠山の直下には道内有数の洞爺湖温泉が位置しており、噴火のたびに地元住民は避難せねばならず、天然災害の甚大な影響を受けている。

洞爺湖への流入河川は外輪山からの河川のみで、流出河川は杜鰈滝から長流川へのみであった。しかし、1939年に電力開発を目的として、長流川から洞爺湖への導水管を敷設し、3箇所水力発電施設を設置した。この導水管の上流にあった硫黄鉱山からpH1.7の強酸性廃水が洞爺湖に流入したため、1970年にはpHが5.3まで低下し、湖に生息している魚類はほとんど死滅した。1972年から消石灰により硫黄鉱山廃水の中和処理を行っている(図1)。

有珠山の噴火は、洞爺湖周辺の人々にとって過酷であるが、噴火により噴出される火山灰が、洞爺湖に流入することによりpHを上昇させるとともに、酸性化により湖底に沈殿して洞爺湖の基礎生産力の制限要因になっている栄養塩のリン酸塩を添加して、基礎生産力を増大させていることが明らかにされた。しかし、ヒメマスの漁獲量は、酸性化以前は年変動が大きいものの平均37トン漁獲されていたが、近年では1トン以下しか漁獲されなくなっている。2000年の有珠山噴火以降、洞爺湖のpHは上昇し、動物プランクトンの現存量も増加傾向にあるが、ヒメマスの漁獲量は増加していない(図1)。

このように、天然および人的災害により、洞爺湖およびその周辺の環境は多大な影響を受けてきた、世界的にも稀な湖である。

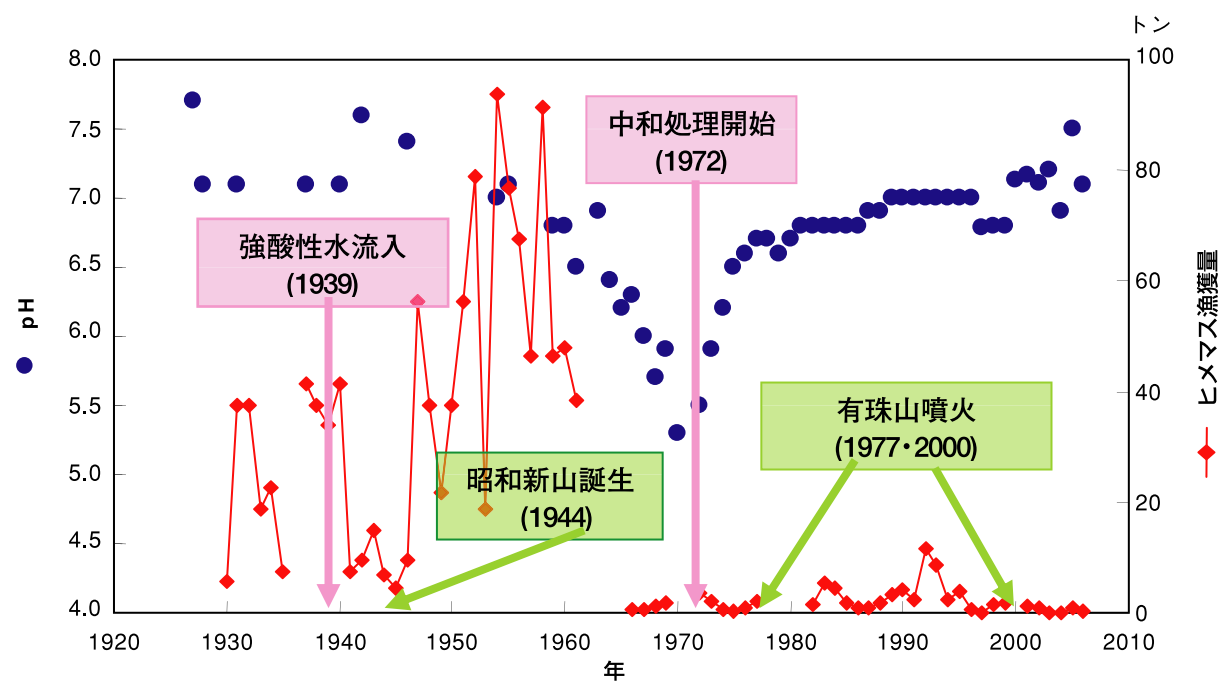


図1. 洞爺湖のpHおよびヒメマス漁獲量の変化(1920～2006年)

## Lake Toya and surrounding environments: Effects of natural and artificial disturbances

Field Science Center for Northern Biosphere, Hokkaido University  
Hiroshi Ueda

Lake Toya is a volcanic caldera lake that belongs to the Osaru River system, the lake covers an area of 70.7 km<sup>2</sup> (Japan's 9<sup>th</sup> largest lake) and has a maximum depth of 179.7 m (Japan's 4<sup>th</sup> deepest lake). The southern section of the lake has Mt. Usu that had nine volcanic eruptions since recorded history and during the 20<sup>th</sup> century erupted 4 times. According to the people living in the vicinity of Lake Toya, the eruption of Mt. Usu has a great impact on their life. This includes long term evacuation and extensive damage to the town, there are also several hot spring resorts located at the base of Mt. Usu which suffer from lost business after an eruption.

The rivers flowing into Lake Toya drain only from the outer rim mountains of the volcanic caldera and the outflow is via the Sobetsu Waterfall into the Osaru River. However, during electricity development in 1939 water was diverted from the Osaru River to Lake Toya and three hydropower facilities were established. In addition, a sulfur mine is located upstream of the diversion tubes and as a result, strong acidic wastewater with a pH of 1.7 flows into Lake Toya. This resulted in a reduction in pH to 5.3, which greatly affected the biota of the lake and fish populations became greatly reduced. Since 1972, slaked lime has been added to the lake to neutralize the acidic sulfur mine wastewater (Fig. 1).

The volcanic ash from eruptions pours into the lake causing a rise in pH. This resulted in precipitation of organic matter to the bottom of the water column and as a result, this has affected the primary production of the lake. It became clear that adding phosphate to the lake would increase the primary production. In the years before the acidification, the catch of lacustrine sockeye salmon used to be 37 tons on average (although there were large fluctuations), but in recent years this has reduced to less than 1 ton (Fig. 1).

Interestingly, after Mt. Usu's eruption in 2000 the biomass of zooplankton increased, however, the haul of lacustrine sockeye salmon remained low. Overall, Lake Toya has been subject to both natural and human disturbance, and as a result, it presents an important model system for lakes worldwide.

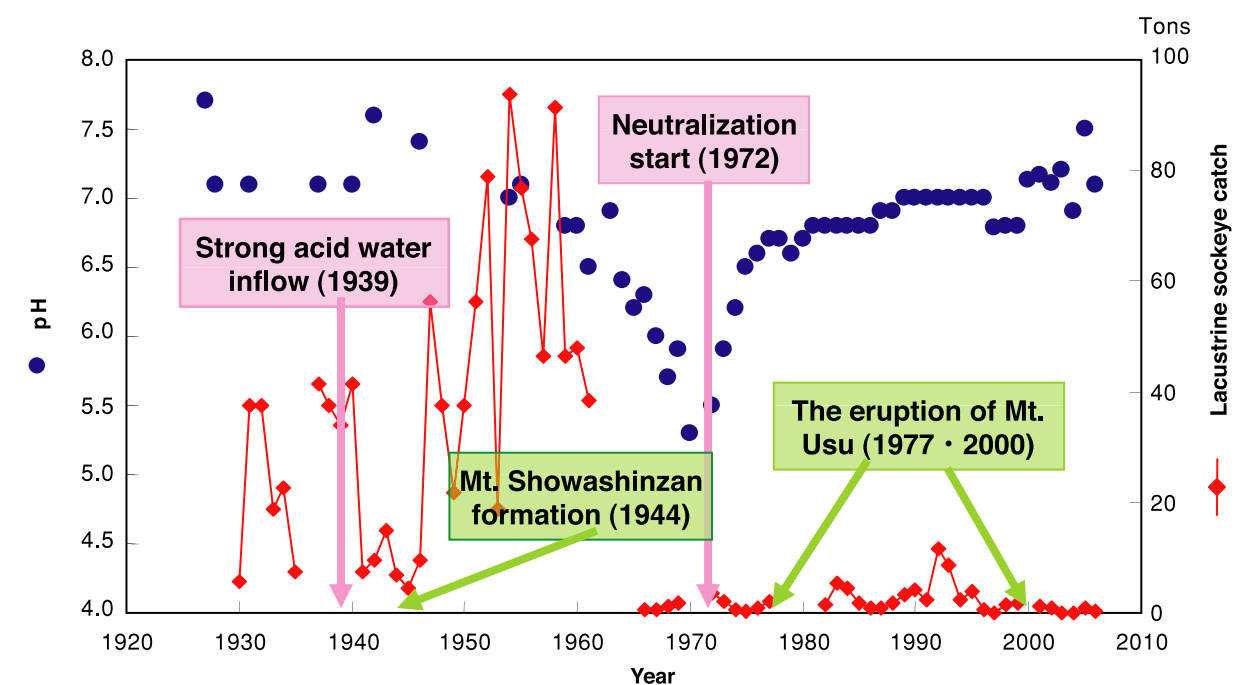


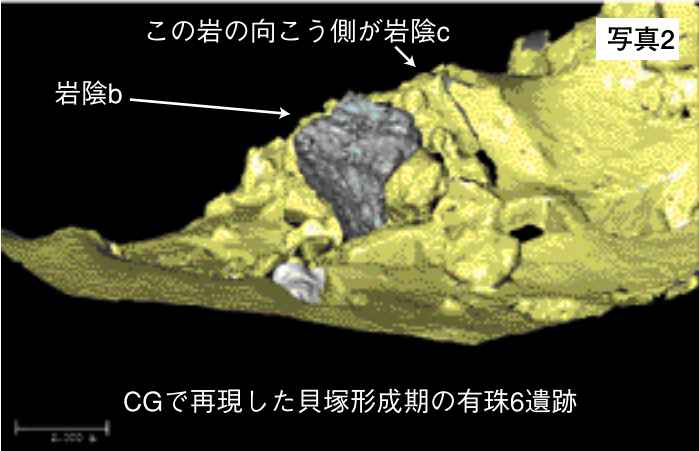
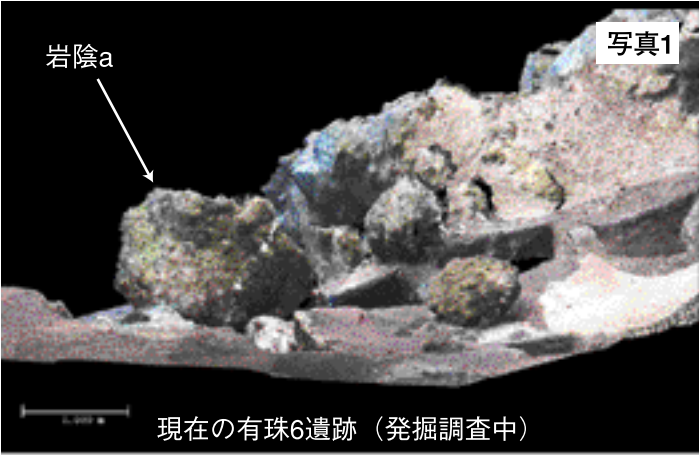
Fig. 1. Changes in pH and lacustrine sockeye salmon catch in Toya Lake (1920-2006)

# 有珠山と後氷期の人類活動

北海道大学大学院文学研究科  
小杉 康

噴火湾北岸地域は後氷期における地球規模での急激な気温変動にともなう海進・海退や、有珠山や対岸にあたる駒ヶ岳の火山噴火とそれにとともなう地震・津波による地形・植生・動物相の大きな変動を経験した地域である。このような激変する自然環境の中で、人類は時に壊滅的なダメージを受けながらも、その土地から完全に立ち去ることなく（無人化することなく）、自然環境の回復とともに新たな生活文化を築き上げてきた。このような自然環境の変動と人類活動の「痕跡」が、噴火湾北岸地域には現在でも多く残されている。有珠湾周辺の有珠6遺跡を例にして後氷期における自然環境の変動に対する人類適応のダイナミックな過程を紹介する。

- ①有珠山の山体崩壊が発生し、有珠湾周辺の自然環境は壊滅的なダメージを受ける。その時期は従来の年代観よりも旧く、1万数千年前に遡る。
- ②その後、海浜環境が回復し、縄文海進が進行中の縄文早期・八千年程前に人類はそこでの活動を開始する。
- ③現在、岩陰(a)を形成する巨大な岩塊は17世紀の有珠山噴火以降に再崩落してその場所に位置したものである（写真1）。
- ④再崩落した巨大岩塊は貝塚形成中の当時、本来あった位置においても岩陰(b)を形成していた（当時そこに貝殻が廃棄された）（写真2）。
- ⑤岩陰(b)に貝殻を集中的に廃棄した早～前期の人たちは、隣接するもう1つの岩陰(c)で、採取した貝類の加熱処理などを行っていた。
- ⑥縄文中期以降晩期にいたるまでの間、そこでの採取貝類の処理・廃棄は行われなくなり、岩陰(b)・(c)は狩猟時の一時的なキャンプ地として利用された。
- ⑦岩陰(c)は太平洋戦争の際に、室蘭築港のために削岩され、現在ではその痕跡をとどめるのみになっている。

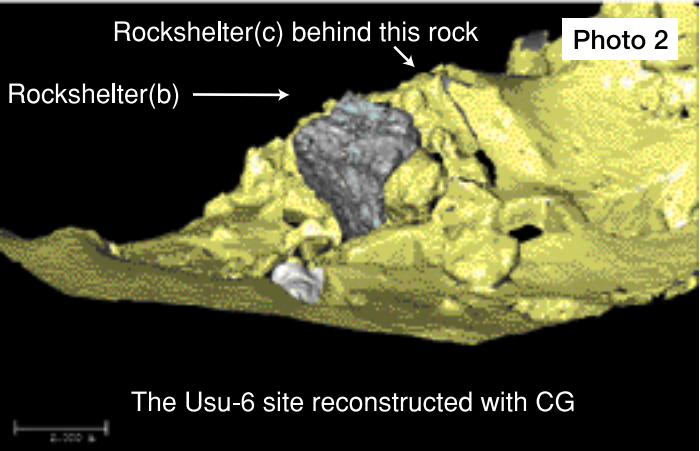
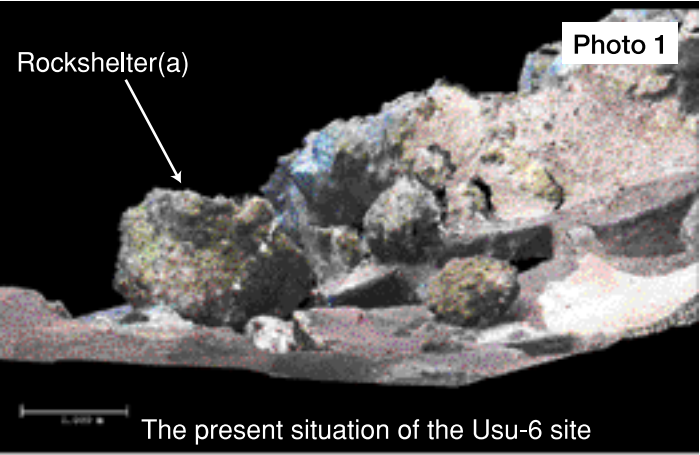


# Mt.Usu and human activities in the postglacial period

Northern Culture, Graduated School of Letters, Hokkaido University  
Yasushi Kosugi

In the northern area along Funka bay, a remarkable fluctuation of topographical, floral and faunal features occurred during the postglacial period. Such fluctuation was caused not only by the marine transgression and regression which were synchronized with the abrupt global change in temperature, but also the volcanic eruptions from Mt.Usu and Mt.Komagatake which were accompanied by earthquakes and tsunamis. These natural environmental changes sometimes had disastrous effects on human societies in this area. However, peoples have rebuilt their new settlements and cultures without completely leaving this area. At present, there is a lot of evidence which demonstrate such fluctuations of the natural environment and human activities in the northern area along Funka bay. I introduce a dynamic process of human adaptation to the changes in the natural environment during the postglacial period, for example I will discuss the Usu-6 site which is found near Usu bay.

- ①The natural environment around Usu bay was seriously destroyed when the sector collapse of Mt.Usu was occurred. It is dated at least before ten thousands and several thousand years ago, although it was previously thought to be between 9,000 and 7,000 years ago.
- ②After the sector collapse, the coastal environment had generally recovered and the Jomon transgression was in progress. The Initial Jomon people began their activities in this area about 8,000 years ago.
- ③The huge rock debris that formed rockshelter (a) fell into the present place after the 17th century eruption of Mt.Usu.
- ④This debris was originally positioned at rockshelter (b), when the shell middens were created by the Jomon peoples (see Photo 2).
- ⑤The Initial and Early Jomon people who intensively abandoned shells in rockshelter (b), heat-treated the shellfishes in a second adjoining rockshelter (c).
- ⑥The processing and abandonment of shellfishes in the rockshelters disappeared from the Middle to Final Jomon. Rockshelters (b, c) had been used as the location of temporary camps while hunting.
- ⑦Rockshelter (c) was also used as the quarry for the construction of the Muroran harbor during the Pacific War. At present, rockshelter (c) partially remains.



地球温暖化にともなう洞爺湖の熱環境の変化

北海道大学大学院農学研究院  
浦野 慎一

地球規模の気候変化が進む中で、地球の温暖化が湖など陸地水体にどのように影響するかはまだ良くわかっていない。洞爺湖では、1981年から湖岸近くで表面水温を毎日観測し、また1994年からは約300m沖にブイを浮かべ、深さ0m、5m、10m、15m、25、45mの水温を1時間毎に観測している。これらの観測は現在も継続中である。

洞爺湖は年に2回（1月と4月）の循環期をもつ温帯湖である。深層の水温は一年を通じて4℃で、水温変化は深さ50mまでの上層で生じる。夏期には10mから15mの深さに温度躍層が生じる。表水層は冬期に4℃以下になるが、結氷するのは極めて稀である。表面水温は4月から上昇し始め、8月上旬にピークに達する。この水温上昇は深くなるほど緩やかである。

図1は、1981年から2004年までの最近24年間の年平均水温（365日間の移動平均値）の変化である。1981年から1994年までの値は、湖岸の表面水温から回帰直線を使って推定した。また0m－100mの平均水温は深さ100mの水温を4℃と仮定した推定値である。図から、洞爺湖の水温は1981年から徐々に上昇しているのがわかる。平均的には、表面水温と0m－55mの平均水温はいずれもこの24年間で0.766℃上昇し、0m－100mの平均水温は同期間で0.425℃上昇した。アメダス気象データによると洞爺湖周辺の気温は最近20年間で1℃前後の上昇を示しており、また遠藤（1999）は1985年から1995年までの10年間で琵琶湖の水温が約1℃上昇したと報告している。これらのデータと比べると洞爺湖の水温上昇は比較的緩やかであるが、地球温暖化の影響を受けて水温が上昇していることは明らかな事実である。

水温の上昇は貯熱量の変化をもたらし、結果的に湖の熱収支を変化させる。そこで熱収支の長期変化を推定した結果、蒸発量（潜熱伝達量）と顕熱伝達量には明瞭な変化が認められなかったが、正味放射量と貯熱変化量が増加していることが推定された。熱収支の長期変化の把握は難しいが、洞爺湖の水温と熱収支が地球温暖化とともにどのように変化するかは、今後も注意深く見守っていく必要がある。

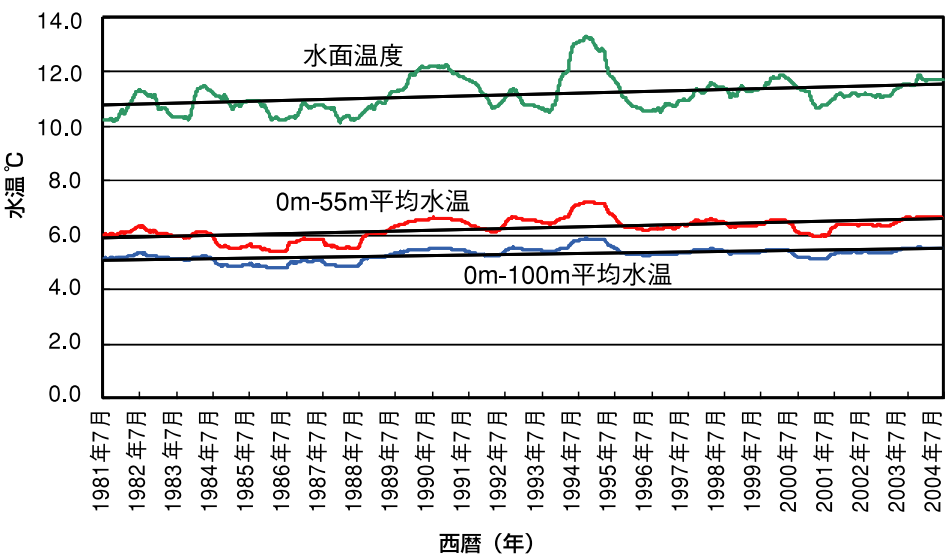


図1. 1981年から2004年までの24年間の洞爺湖の年平均水温の変化

Thermal environment of Lake Toya under global warming

Graduate School of Agriculture, Hokkaido University  
Shin-ichi Urano

The affect of global warming and climate change on the thermal conditions of large lakes on the earth surfaces are unclear. Therefore, water temperatures in Lake Toya were examined both at the surface near the shore and at six depths of 0m, 5m, 10m, 15m, 25m, and 45m at 300m off-shore from 1981 to 2004, respectively. From these data, the changes of thermal condition were considered over the past 24 years in the lake.

Lake Toya is a temperate lake which has two circulation periods, Jan. and Apr. The water temperature of the deep layer is the constant at 4 °C throughout the year. The temperature change occurs in the upper layer at depth to about 50m, and the metalimnion appears at depths from 10m to 15m in summer. The surface layer (epilimnion) temperature is below 4 °C in winter, but there is usually no ice formation at the surface. Surface water temperatures start to rise in Apr. and reach the maximum early in Aug. The rate of temperature rise reduces with water depth.

Figure 1 shows the changes in water temperature over the 24 years from 1981 to 2004 in Lake Toya. The values are annual moving means of 365 daily values. The values from 1981 to 1994 for 0m-55m were estimated from surface water temperature near the shore, and the mean water temperatures of 0m-100m are the estimated values assuming 4 °C at 100m depth. As shown in figure 1, the annual mean water temperatures in the lake have increased since 1981. Both the surface and mean temperature of 0m-55m increased 0.766 °C and the mean of 0m-100m increased 0.425 °C over the 24 years. AMeDAS data shows that the air temperatures around Lake Toya increased by about 1 °C for the 20 years from 1980 to 2000. In addition Endo (1999) reported that in Lake Biwa the water temperatures increased by about 1 °C for the 10 years from 1985 to 1995. In comparison to these data the temperature rise in Lake Toya is relatively small. But it is clear that the water temperature in the lake has increased due to the affect of global warming.

The rise of water temperature brings a change in the heat balance of the lake. As an estimation of the heat balance terms, the evaporation rates (latent heat transfer) and sensible heat transfer were showed no clear change, but the net radiation and the heat storage of lake have increased over the past 24 years.

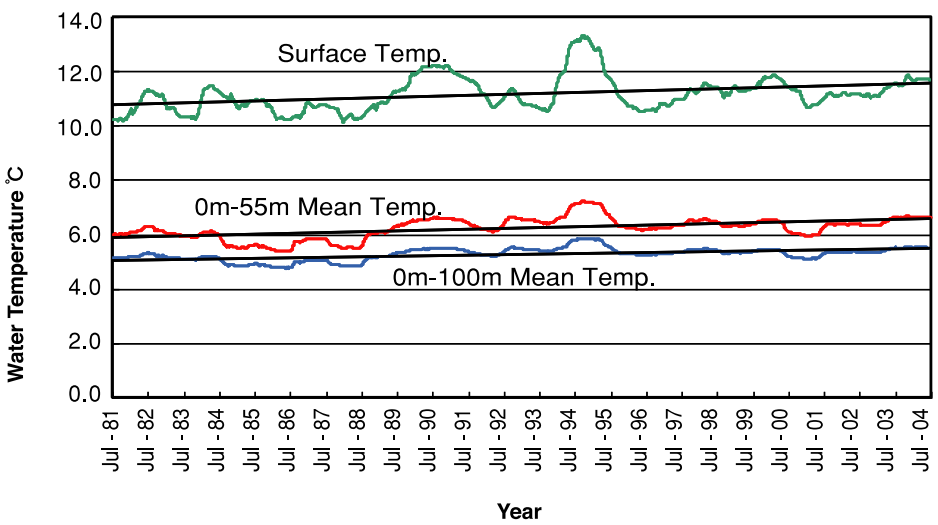


Fig. 1. Changes of water temperatures in Lake Toya for 24 years from 1981 to 2004

## 洞爺湖の物理・化学的特性:有珠山の火山活動との関係

北海道大学大学院理学研究院自然史科学部門  
知北 和久

北海道・洞爺湖は、流域内に活火山である有珠山を有する。このため、これまで同湖は有珠山の噴火様式に応じた様々な影響を敏感に受けてきた。筆者は、1977年と2000年の両噴火について、洞爺湖の物理的な応答の違いを観測する機会を得た。1977年噴火は、洞爺湖の温度成層期である8月に有珠山頂上から起こり、湖へは大気からの大量の降灰と泥流による熱供給が盛んであった。他方、2000年噴火は、同湖の循環期である3月末に山麓で水蒸気爆発として起こり、直接の降灰よりも泥流による湖下層への熱供給が盛んであった(図1)。このように、有珠山の噴火形態や洞爺湖の熱構造の違いによって、洞爺湖の熱的応答が異なることが重要である。また、湖への熱的影響の度合いは、噴火の際にもたらされる噴出物の量や粒径にも依存する。なお、湖畔にある洞爺湖温泉( $\text{Na-Cl} \cdot \text{SO}_4$ 型または $\text{Na-HCO}_3 \cdot \text{SO}_4$ 型:  $\text{pH}=6.3 \sim 7$ )への湖水の影響は小さく、秋田(1992)によると、有珠山熱水系への水供給は、主に有珠山体からの浸透地下水による考えられている。また、吉村(1937)によって、洞爺湖は支笏湖と共に不凍湖の北限に位置するといわれるが、春と秋の循環期で両湖の循環形態が異なることがわかってきた(Boehrer et al., 2008)。つまり、洞爺湖は春秋の循環期に全層循環を行うが、支笏湖の同時期の循環は水深約200mまでで、その下層は循環しにくいことがわかった。

現在、2000年噴火の際に発生した熱泥流について、三次元数値実験による再現を試み(図2)、洞爺湖で観測された結果(図1)との比較検討を行っている。

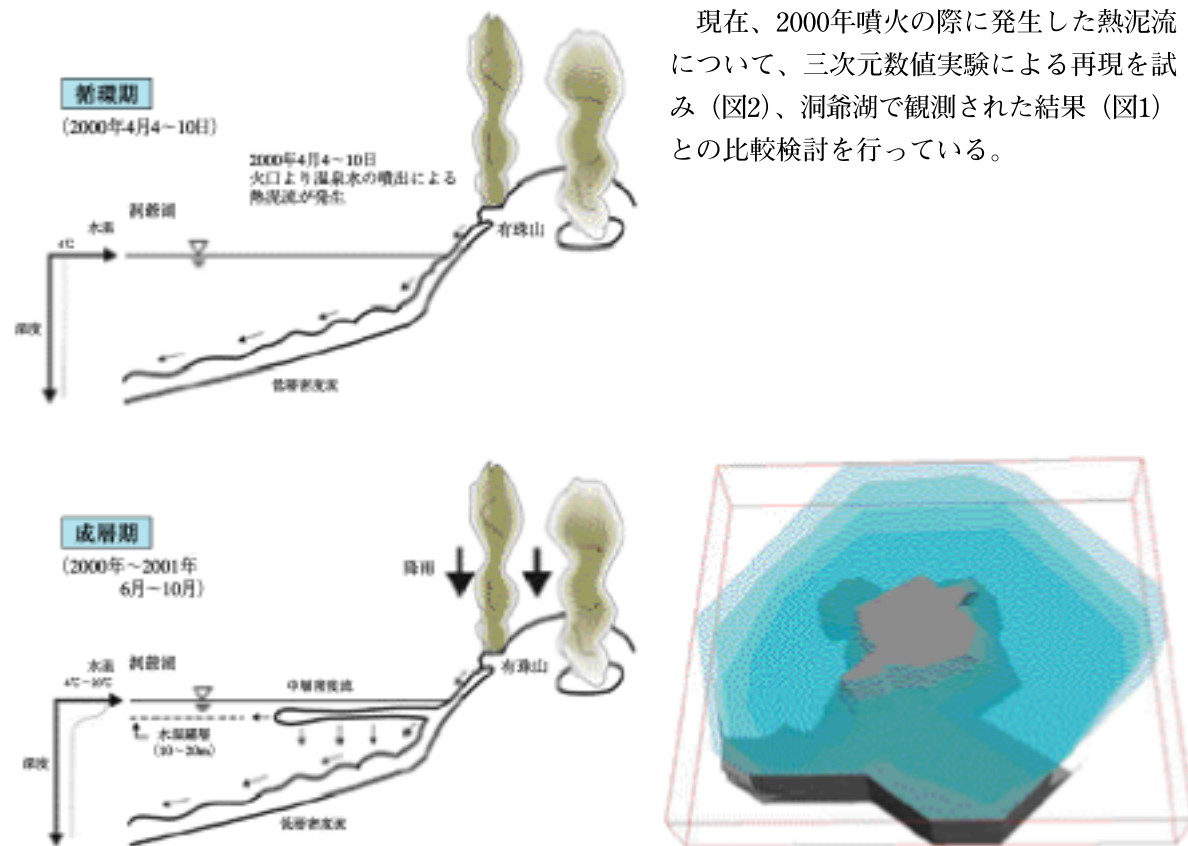


図1. 2000年有珠山噴火に伴う泥流の発生形態

図2. 泥流の数値実験に用いた洞爺湖の実体模型

## Physical and chemical properties of Lake Toya: Relation to the volcanic activity of Mt. Usu

Department of Natural History Sciences, Faculty of Science, Hokkaido University  
Kazuhisa A. Chikita

Lake Toya receives the direct effects of volcanic activities of Mt. Usu, since the volcano is located on the rim of the Toya-ko caldera, i.e., its northern part in the drainage basin of the lake. I observed physical responses of the lake to the volcanic eruptions in 1977 and 2000. The 1977 eruption occurred on the summit of Usu Volcano in August, when the lake was thermally stratified. The eruption supplied much tephra to Lake Toya as dry falls and mudflows from on the mountainside. The 2000 eruption occurred as a phreatic explosion on the mountainside in March, when the lake exhibited weak thermal stratification. The 2000 eruption supplied most of the tephra by mudflows down the mountainside to the lake (Fig. 1). Lake Toya thus exhibits different responses to the variety of eruptive modes of Usu Volcano. The thermal effects of the eruption on the lake depend also on the amount and grain size of the tephra.

Akita (1992) proposed that the Toya-ko hot spring ( $\text{Na-Cl} \cdot \text{SO}_4$  or  $\text{Na-HCO}_3 \cdot \text{SO}_4$  type:  $\text{pH}=6.3$  to 7) on the southern lake shore is not supplied by the lake water, but by precipitated water percolated into Mt. Usu. Lake Toya and Lake Shikotsu are unfrozen in winter, which are at the northern limits of Japan (Yoshimura, 1937). Boehrer et al. (2008) found that Lake Toya is dimictic but Lake Shikotsu is meromictic with the limit of vertical circulation to ca. 200m depth.

I try to perform three-dimensional numerical simulations of mudflows induced by the 2000 eruption (Fig. 2), and to compare between the simulations and the observations (Fig. 1).

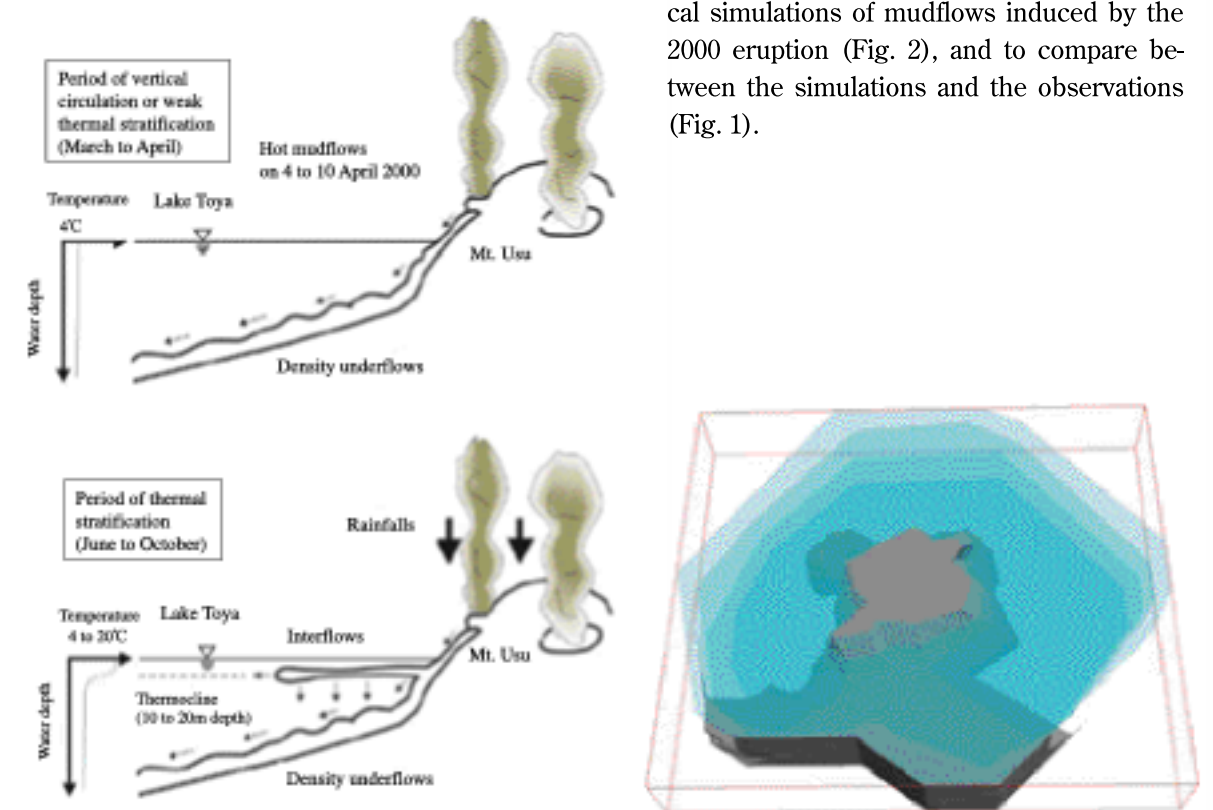


Fig. 1. Mudflows induced by the 2000 eruption of Usu Volcano.

Fig. 2. Topographic model of Lake Toya used in the 3D simulation of mudflows induced by the 2000 eruption.



## 洞爺湖のヒメマス資源変動

北海道大学大学院水産科学研究院

松石 隆

北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

上田 宏

洞爺湖に生息する魚類のうち、最も卓越し、また産業的・社会的に重要な魚種は、ヒメマスである。ヒメマスは、洞爺湖漁業協同組合と釣りによる遊漁者が漁獲をしている。洞爺湖漁業協同組合の統計に寄れば、洞爺湖の酸性化以前は年変動が大きいものの平均37トン漁獲されていたヒメマスの漁獲量は、近年では1トン以下しか漁獲されなくなっている。しかし、釣獲量については調査がされていなかったため、漁獲量が必ずしも資源量を反映していない。そこで、北海道大学洞爺湖臨湖実験所が1991年より特別採捕により実施しているヒメマス刺し網調査および北海道大学水産学部・大学院水産科学研究院が1998年から実施している釣獲量調査をもとに、ADAPT VPAにより洞爺湖のヒメマスの資源変動を推定した。

漁獲対象となるヒメマスの資源尾数は1992年に80万尾程度であったが、その後減少し、2004年には10万尾を切ったと推定された(図1)。しかし、釣獲状況より2005年を底に資源回復の傾向が見られる。

刺し網調査から、1997年以降成長が良くなっており(図2)、また再生産成功指数もほぼ安定していることから、産卵親魚を保護するとともに適切な種苗放流を実施すれば、資源の回復が見込まれると考えられる。

2007年11月より、遊漁者団体である北海道釣友会、洞爺湖漁業協同組合、北海道大学が共同で、支笏湖からのヒメマス卵による孵化放流共同研究事業を開始し、2008年6月に10万尾を放流予定である。放流魚は標識をして、今後の資源管理に役立てるために、その成長・生残を調べていく。

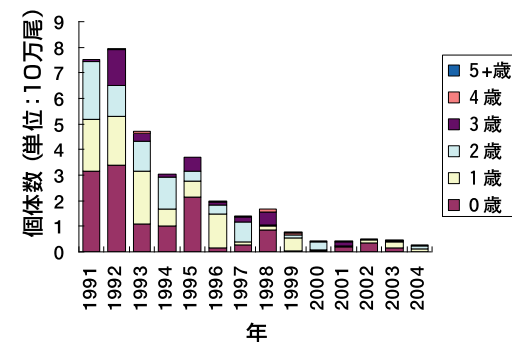


図1. ADAPT VPAによる洞爺湖のヒメマス資源尾数推定値

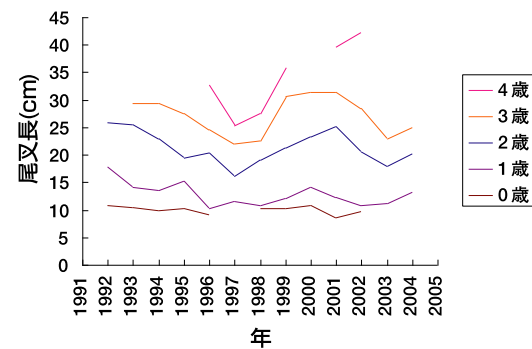


図2. 洞爺湖のヒメマスの年齢別平均尾叉長(特別採捕刺し網漁獲物)

## Population dynamics of sockeye salmon in Lake Toya

Graduate School of Fisheries Sciences, Hokkaido University

Takashi Matsuishi

Field Science Center for Northern Biosphere, Hokkaido University

Hiroshi Ueda

Sockeye salmon are the most dominant and important fish in Lake Toya. They are caught by both gillnet by the fishermen of Toya Fishery Cooperative Association (TFCA) and angling by recreational fishermen. According to the statistics of TFCA, recent catch has been under 1 t annually, although annual catches were about 37 t on average before the acidification of the lake. However these catch do not directly express the population dynamics of the sockeye salmon in Lake Toya, because the catch do not include the angling catch. We estimated the population dynamics of sockeye salmon in Toya Lake from the specially permitted gillnet survey data from 1991 by Toya Lake Station, Hokkaido University and angler survey data obtained by the Faculty of Fisheries Sciences, Hokkaido University using the ADAPT VPA method.

The stock size of sockeye salmon was estimated about 800 thousand individuals in 1992 but decreased to less than 100 thousand individuals (Fig. 1). However, according to the angling catch data, populations have been increasing since 2005.

Because the growth rate of fish were faster from 1997 (Fig. 2) and the index of reproductive success obtained from the gillnet survey was also stable, it is thought that the stock would recover if the spawning stock is conserved and the juvenile release is conducted properly.

A joint research program is running among anglers, TFCA and Hokkaido University from November 2007. In the program, 100 thousand juvenile fish will be released on June 2008, and the growth and survival of the released juveniles will be observed to improve future management.

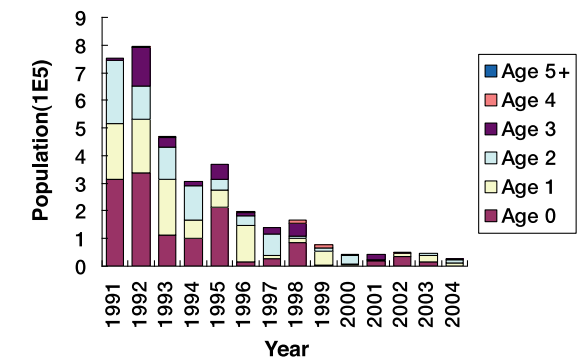


Fig. 1. Population estimation of Sockeye salmon in Toya Lake by ADAPT VPA

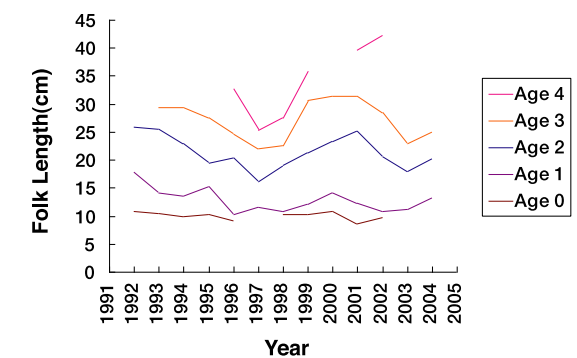


Fig. 2. Average fork length of Sockeye salmon in Toya Lake (Specially permitted Gillnet survey)

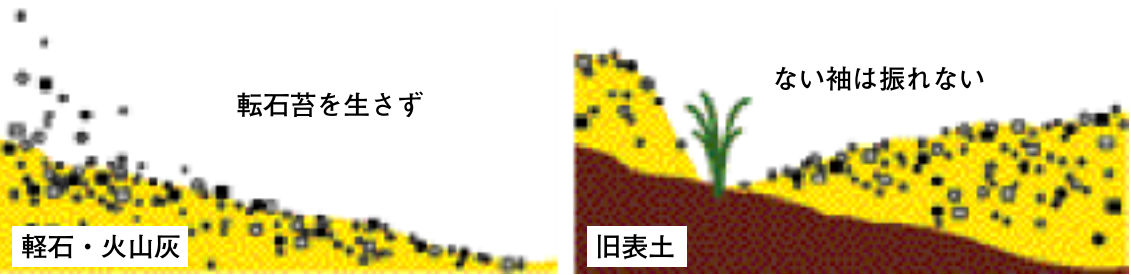
# 有珠山の植生変化

北海道大学大学院地球環境科学研究院  
露崎 史朗

有珠山は、洞爺湖と噴火湾に挟まれた部分に位置する数十年周期で噴火を繰り返す活火山である。火山学的には有名なこの火山は、噴火などの攪乱の後にどのような植物がどのように侵入するのかを知る上でも多くの知見をもたらしている(表1)。

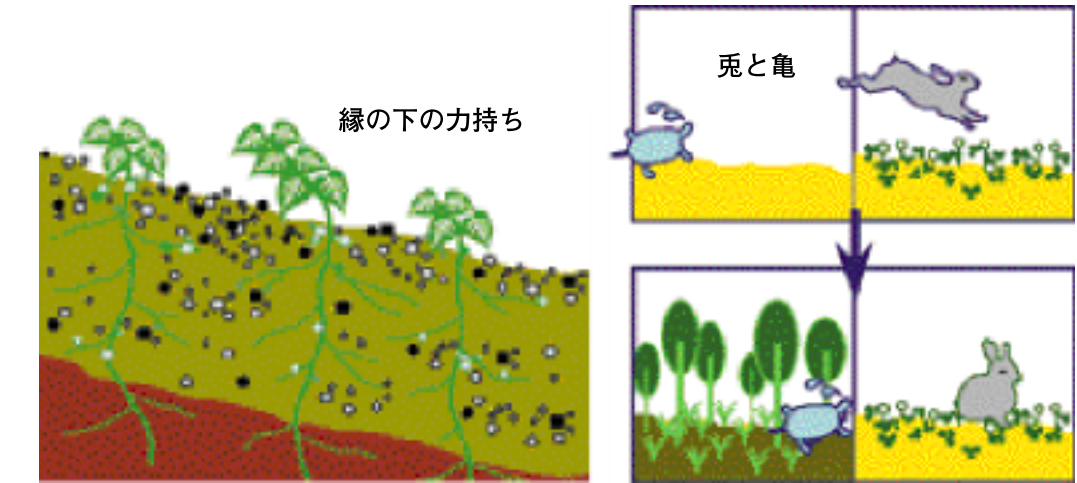
表 1. 有珠山遷移についての4つの格言。有珠山における遷移初期段階の特徴は以下の4点にまとめられる(重定・露崎 2008より)

1) 転石苔を生さず  
転石には、地下部をほとんど有さないコケ・地衣類は、生えることができない。つまり、テフラが移動を続ける限りコケや地衣類が優占することはない。



2) ない袖は振れない  
遷移初期に一年生草本が侵入できるのも、それは、一年生草本がいるからである。有珠山では、埋土種子集団中以外には、全くといってよいほど一年生草本は出現しなかった。

3) 縁の下の力持ち  
ではどのような植物が、軽石・火山灰が地表面を覆った場合には、その遷移初期に優占できるのか。それは、大型多年生草本である。即ち、根系を大きく発達させる植物の方が不安定土壌では定着がよい。殊に、テフラの堆積が1-2 m程度であれば、オオイタドリは地下茎を地表面まで伸ばし復活できる。



4) 兎と亀  
遷移の最初にマメ科植物が優占する部分があったが、結局、これらのマメ科がずっと優占していると、他種の侵入は必ずしも良好とはいえない。結局、最初は裸地であった亀の部分では、現在は樹高が10メートルを越え、その林床には森林性の植物が生い茂り、結局、亀が勝ってしまった。

参考文献: 重定南奈子・露崎史朗(編). 2008. 攪乱と遷移の自然史. 北海道大学図書出版会

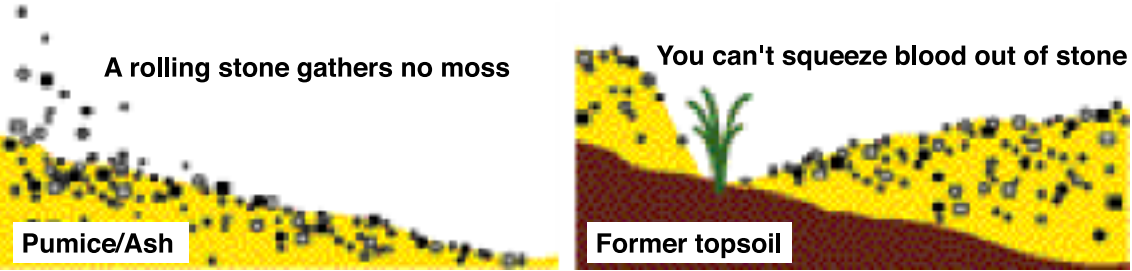
# Vegetation changes on the volcano Mount Usu

Graduate School of Environmental Earth Science, Hokkaido University, Sapporo 0810 Japan  
Shiro Tsuyuzaki

Mount Usu which is located between Funka Bay and Toya Lake, is an active volcano which erupts periodically every few decades. This volcano is famous in volcanology, and also gives us many new insights on the invasion and establishment patterns of plants after disturbances, including volcanic eruptions (Table 1).

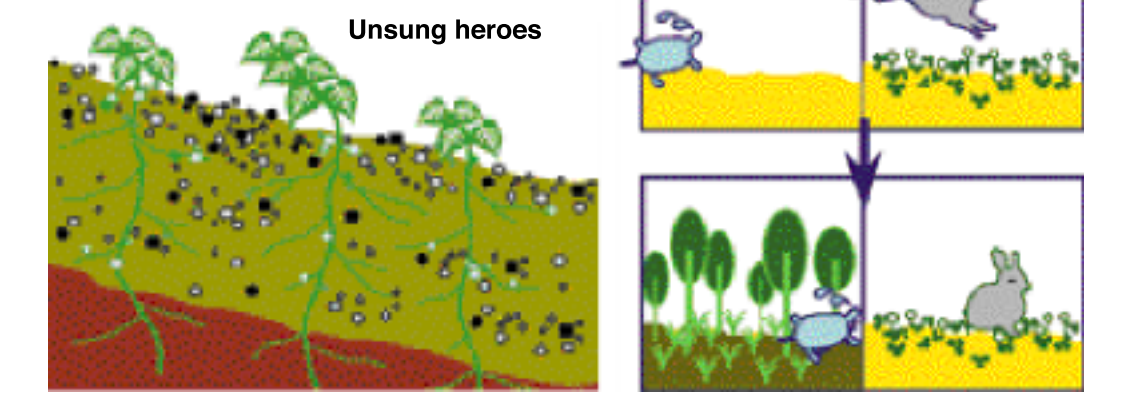
Table 1. Four proverbs for succession on Mount Usu (Shigesada & Tsuyuzaki 2008). The characteristics of early successional stages on Mount Usu are summarized by the following four proverbs.

1) **A rolling stone gathers no moss** Mosses and lichens do not develop large belowground organs and as a result they can not establish on rolling pumice and volcanic ash. Therefore, mosses and lichens do not dominate the ground surface before it becomes stable.



2) **You can't squeeze blood out of stone** When annual plants exist in the early stages of succession, the annuals immigrate to denuded area after disturbances. After the eruptions at Mount Usu there are few annuls left, except in the seedbank. Therefore, annuals do not dominant ate the plant communitie.

3) **Unsung heroes** The only plants that can survive in areas covered by pumice and/or volcanic ash in the early stages of succession are large perennial herbaceous plants. The establishment of plants developing large belowground organs is faster on unstable ground surface. For example, *Polygonum sachalinense* (Giant Knotweed) recovers by the upward movements of rhizomes buried in the former topsoil which can be at depths of 1-2 m below the present ground surface.



4) **Fable of the hare and the tortoise** When the vegetation recovery is promoted by the dominance of fabaceous species in early successional stages, the fabaceous species may exclude the immigration of cohabitants (= Hare). However, bare ground in earlier stages can promote faster, forest recovery which includes trees with heights of more than 10 m and forest-typed herbaceous species on the forest floor (= Tortoise).

Reference: Shigesada N & Tsuyuzaki S (eds). 2008. Natural History of disturbance and succession. Hokkaido University Press (in Japanese)

# 洞爺湖中島のエゾシカの個体数変動

東京農工大学大学院共生科学技術院

梶 光一

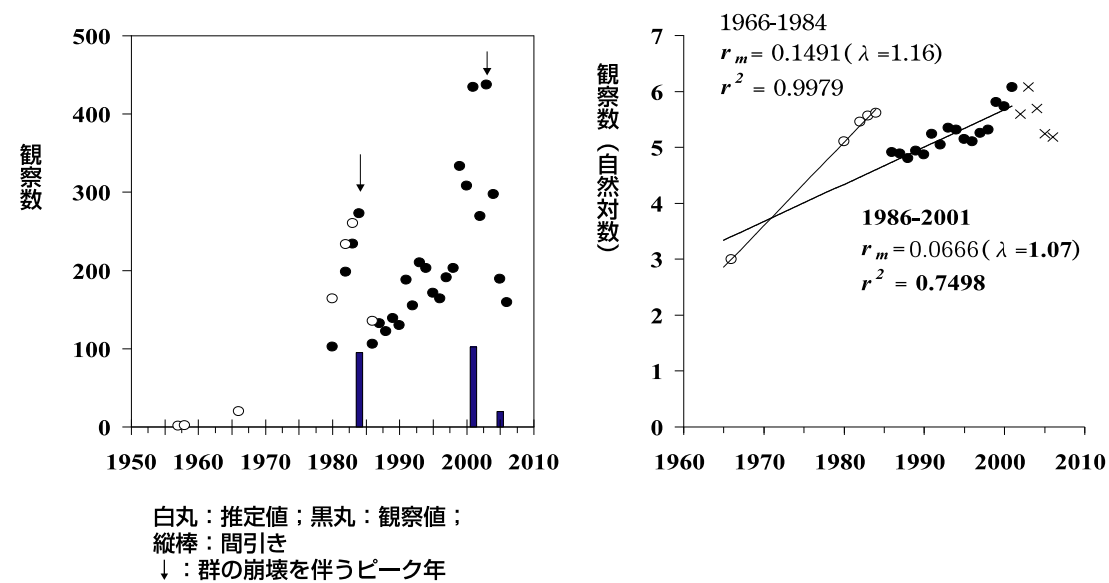
森林総合研究所関西支所

高橋 裕史

洞爺湖中島（面積5.2km<sup>2</sup>）に1956～66年に持ち込まれた3頭のエゾシカは、天敵が不在で狩猟も行われていない完全な保護下で年率16%の高い増加率を示し、1983年秋に約300頭まで増加した。しかし、植生破壊を引き起こして、翌1983/84年の冬に群れの崩壊が起こり、間引きと自然死亡により生息数はピーク時と比較して1/2以下となった。中島の群れ崩壊の原因として、密度上昇に伴う餌不足とその冬の厳しい気象が考えられた。

その後、生き残った群れは体が小型化したのが、周年にわたり落ち葉を主食とし、シカが好まずに残されていたハイイヌガヤを利用し始めて年率7%で増え続け、2003年3月に初回のピークの個体数よりも1.6倍も多い437頭（83.5 頭/km<sup>2</sup>）まで増加した。しかし、2003～2004年冬にはハイイヌガヤを食いつくして大量死亡が生じた。

現在、中島のシカの主要な餌は落葉だけとなったが、200頭前後のシカが存続している。洞爺湖中島ではシカが高質で限られた餌資源から、低質で膨大な餌資源へと利用をシフトしたために、世界的にもユニークな個体数変動がみられている。



# Population fluctuation of sika deer on Nakanoshima Island of Lake Toya

Tokyo University of Agriculture and Technology, Institute of Symbiotic Science and Technology

Koichi Kaji

Kansai Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

Hiroshi Takahashi

Three sika deer were introduced on to Nakanoshima Island (area: 5.2 km<sup>2</sup>), Lake Toya, Hokkaido between 1956 and 1966. Under conditions free of predators and hunting, the deer population increased at a rate of 16% annually and reached a peak of 299 animals in autumn 1983. However, this rapid increase in population caused severe damage to the vegetation, and the population decreased to approximately half in the harsh winter of 1983/1984 due to food limitation (n=67) and removal (n=96).

Following the decline in population, the body size of the remaining individuals became smaller, and falling leaves rather than live vegetation became the primary food source throughout the year. Following the 1984 crash, the population continued to increase at a rate of 7% per year as the deer depended on fallen leaves and Japanese plum yew (*Cephalotaxus harringtonia*), which was originally unpalatable for deer. In March 2003, the population size reached 437 deer (83.5 deer/km<sup>2</sup>) which was 1.6 times higher than the first peak. However, the population crashed in the winter of 2003–2004, when Japanese plum yew was eliminated by deer.

At present the deer on the Nakanoshima Island feed only on fallen leaves and the population is around 200 deer. The deer from Nakanoshima Island switched from high quality, but limited food resource to a low quality abundant food resource and this makes the change in their population unique world-wide.

