箱根カルデラ内の湖成堆積物と沖積世の地殻運動*

堀 江 正 治**

(1956 年 5 月 30 日受理)

Old Lake Deposits and the Crustal Movement in Hakone Caldera, with
Special Reference to the Chronology of the Recent in Japan

Shōji HORIE

(Abstract)

Lake Ashi is a typical volcanic dammed lake having a shore development of 1.88. It is situated in the Hakone Caldera which is a part of the Fuji Volcanic Zone.

The existence of a lacustrine terrace around the lake was already pointed out, but no details are made clear. So, the writer surveyed the lacustrine terrace from the standpoint of chronology of the Recent. As the result the distribution of the lacustrine terrace, that consists of the old lake sediments was made clear as shown in Fig. 1. It was also discovered that the altitude of the old lake shoreline is not the same around the lake shore. Along the caldera wall it is generally higher than the opposite side which is situated on the skirts of some central cones. Fig. 3 and 4 show the crustal movements of two lake basins, each of which has an independent caldera wall at the western limit and each crustal movement is 5.0×10^{-3} and 4.7×10^{-3} respectively. It is most important that the lacustrine terrace has no Kwantō Volcanic Ash on its surface since the above-mentioned ash is an important key bed in the chronology of both the Pleistocene and the Recent in Japan. This may prove that the terrace was built in the Recent, during which the above-stated crustal movement took place. Besides these, the crustal deformation accompanied with the "Great Earthquake of Northern Izu Peninsula" in 1930 is remarkable in this region. When comparing this data with that of the writer's studies around Lakes Kutcharo and Aoki, it suggests the relationship between the crustal movement known from the altitude of the old lake shoreline and the violent crustal deformation due to the great earthquake.

The writer has also stated on the fossil lake of Sangoku-bara, to the north of Lakes Ashi and on the lacustrine diatom fossils, especially on the significance of *Mastogloia Smithii* var. *lacustris* in those old lake deposits.

ま え が き

芦の湖は箱根カルデラ¹⁴⁾内に位し、海拔高度 723.2 m, 長軸の長さ 6.5 km, 最大巾 2.5 km, 湖岸線 17.5 km, 面積 6.9 km² の湖である。殊にその肢節量は 1.88 に達していて、沈水型湖岸地形

* 日本地質学会関西支部例会等において講演。

** 京都大学理学部大津臨湖実験所, (Otsu Hydrobiological Station, Kyoto University)
Osborn Botanical Laboratory, Yale University

地質学雑誌 第 62 巻 第 734 号 1956 年 11 月

を示し、最大深度は 42 m に及んでいる。

本湖沿岸に湖岸段丘の存在する事実は、既に 2・3 の報告によつても知ることが出来るが³⁾⁸⁾²¹⁾、特にとりあげられては論じられていない。筆者は本邦湖岸段丘の地形学的研究の一翼として、かねてからこの芦の湖附近の調査に従事していたが、その資料について一応の整理が出来たのでここに報告する。不十分な点については今後も吟味、検討を続けていく考えである。

芦の湖岸段丘についての観察

第1図は、筆者による本湖岸段丘の分布図である。以下各地点における観察事実を、湖南部より逐次述べることにする。

(1) 元箱根……元箱根から小湧谷に至るバス道路に沿い、僅かに認められる小平坦面がある。粘土質の赤色土と砂礫から構成されているが、火山灰にはおおわれていない。この背後には比高数 m の切りがあるが、これは火山灰砂のみから成つていて、湖成堆積物は見られない。即ち、段丘はこの火山噴出物下部に附着しているものと考えられる。

(2) 箱根町……元箱根より箱根に至る間は、屏風火山山麓に沿い崖錐状堆積物がみとめられる。また火山灰におおわれる安山岩角礫も見られるが、湖成堆積物とは考えられない。箱根町裏一帯には平坦面が存在するが、火山灰におおわれており、また地形的にも段丘とはいえない。然し大明神川に沿う河岸段丘地形は、湖岸段丘面をきつて成立した地形と思われ、大観山に至るバス道路の南方にだけ、湖岸段丘が存在しているようである。段丘面の上限は +13 m を示す（以下、旧汀線高度を示す場合には、芦の湖現湖面からの比高を以てする）*。これより三ツ石鼻に向つて進むと、湖岸線の屈折点附近に砂礫層から成り火山灰はおおわれぬ小平坦面が存在し、これは並木道の西側において明らかである。この上部の釈尊聖霊殿の位置する附近は、火山灰におおわれ地形的にも段丘ではない。三ツ石鼻附近にも、断片的ながら巾 10 m 位の平坦面が認められるが、高度等より段丘か否か疑問である。

(3) 平石・茅ヶ崎……平石及び茅ヶ崎附近に、それぞれ平坦面の存在が観察される。断面は観察出来なかつたが、段丘地形を示し、その上限は比較的明瞭な傾斜変換点を有していて、旧汀線高度はそれぞれ +20 m、+17 m であつた。また茅ヶ崎西方の小流に沿つても、谷の両岸に河岸段丘状をなしている狭少な平坦面があるが、旧汀線高度は +19 m を示す。

(4) 百貫鼻・真田浜……両地点附近の湾入部にそれぞれ狭い緩斜面があるが、湖成堆積物の露頭は欠く。百貫鼻西北方の湾入部では、段丘の巾は 10 m 位である。旧汀線高度は、それぞれ +20 m、+19 m であつた。

(5) 立石浜……真田浜より本地点に至る間、松尾の鼻・小杉鼻は対岸の仏ヶ崎と共に後に述べる如く、全く湖岸段丘の存在を欠いている**。立石浜南部附近は扇状地状であるが、地形的旧汀線高度は +15 m であつた。

(6) 七里浜……この附近には緩傾斜面が存在し、湖岸にのぞむ崖でその断面が観察出来る。崖高は約 2 m で略々水平に成層した赤色砂泥層を主とするが、その間には 2~3 cm 大の安山岩の亜角礫層をはさむ部分もある。粗粒物質を主とする為、砂泥層中からは珪藻殻を発見出来なかつたが、堆積物の性質を筆者の既に確認した他の湖水沿岸の段丘構成物と比較して考えてみると、湖成層とみなし得る。これらの堆積物が、附近山地を被覆する火山灰におおわれていないことは、注意すべき事実

* 踏査当時の水位は、深良川水門の量水標によると海拔 722 m であつた。

** 立石浜より以北、即ち小杉鼻と仏ヶ崎を結ぶ狭隘部より以北は、これを以南の主湖盆に対して副湖盆と呼ぶ。

第1図 芦の湖岸段丘の分布図 (但し、深度図²⁴⁾は海拔 724 m の湖水面高度におけるものである)

Fig. 1. Map showing the distribution of lacustrine terrace around Lake Ashi.

である。旧汀線高度は +17 m であつた。

(7) 逆川口及び北岸一帯……早川の最上流を占めるこの逆川口一帯には、湖周の段丘の連続と考えられる平坦面が存在している。早川はこの附近で今日、巾約 50 m の侵蝕谷を形成しているが、この早川河谷の形成が一因となつて湖水面が低下し、湖岸段丘が成立したのである。早川の橋より、約 200 m 下流右岸には巾 30~40 m 位の平坦面が発達しているが、この間、左岸には段丘は見られない。右岸段丘の上限の高度を求めると、早川橋附近で +11 m、その北方では低下して +9 m 位である。これより北方には、約 100 m の間、両岸に段丘平坦面があるが、更にその北方に至ると丘陵性地形の山崩れ原面高度は急減し、河谷壁も著しい急傾斜となる。

逆川口~湖尻の間、北岸に沿つては山崩れの堆積地形の為、旧汀線決定は可成り困難であるが、緩斜面が湖岸に連続することは認められ、箱根観光汽船船着場の西方では、地形的旧汀線高度は +9 m を示す。また駿豆鉄道船着場附近の同旧汀線高度は +10 m である。

(8) 胴切鼻……胴切鼻北方では可成り急傾斜の扇状地であるが、その扇端部の旧汀線高度は、+14 m である。胴切鼻では、平坦面が山地内部までよく連続するが、灌木にさえぎられて旧汀線は余り明瞭ではない。然し、同じく +14 m の比高を得た。

(9) 蛸川下流……上と同様の扇状地緩斜面であるが、この道路より 30 m 湖岸寄りに地形的旧汀線が存在し、+11 m を得た。山神の丘陵は、かつて岬を成していたものであろう。この東南の湾入部にも、湖岸段丘と考えられる平坦面が認められた。

(10) 蛭川・山のホテル附近……蛭川下流は巾数 10 m の広い谷底であるが、この中の東南側に +10 m の旧汀線高度を有する平坦面が存在している。この面は湖岸に沿ひ箱根神社方面に向ひ連り、蛭川口東南では旧汀線は +12 m であり、「山のホテル」の庭においては +13 m であつた。箱根神社附近は一応平坦ではあるが、可成り人工の加わつた疑いがあり、その為、本来の段丘とは思われるけれども、旧汀線は決定出来ない。

仙石原化石湖について

次に、芦の湖北部に位する仙石原について、その地形と観察事実を記することにする。

神山の山崩れ堆積物の北に拡るこの火口原は、長尾峠・乙女峠・金時山などの山麓に沿ひ、これを貫流する早川は緩かな谷底傾斜を以て元湯場に至つてゐる。この間、長尾峠東南には神山からの押出しの分岐によつて、一時、小湿原の形成されてゐたような形跡が認められる。而してこの仙石原の周囲には、芦の湖周において観察出来たような湖岸段丘の存在は特に発見されない。原を下刻する早川の河崖に沿つて、上流から観察すると、長尾峠東麓一帯は安山岩垂角礫および 2~3 m の厚さの火山灰におおわれ、湖成堆積物の如きものは見られなかつた。然るに、孵化場西南の高度 650 m に近い小支流の高さ 1.5 m 位の河崖を見ると、数 cm 大の安山岩の垂円礫や砂泥層が堆積し、これは火山灰にはおおわれてゐない。然し、附近の高所は火山灰におおわれている。更に、この附近一帯から下流には、低湿地が可成り広く分布するようになる。そしてこの砂泥層中には *Navicula* spp., *Synedra* spp. や小型の珪藻および *Trachelomonas* spp. が含まれており、附近の地形から見ると、650 m 以下の低湿地はかつての沼沢地であるように見える。

次に仙石原の東端、元湯場部落東北に早川に架けられた「入仙橋」と呼ばれる一橋があるが、仙石原東端では巾 100 m 位、深さ数 m~8 m を以て原を刻み緩流してゐた早川は、ここに至ると急激にその河床傾斜を増して峡谷状を示し、1つの大きな遷急点を形成している。この峡谷地形は、ここより宮城野に至る間、連続するのであるが、元湯場では小塚山および台ヶ嶽の北麓は急傾斜を以て川に

第1表 仙石原化石湖堆積物中の珪藻殻
Table 1. Diatom fossils in the old lake,
deposits of Sengoku-bara

<i>Cyclotella planctonica</i> BRUNTHALER
<i>Cyclotella socialis</i> SCHÜTT
<i>Cyclotella</i> spp.
<i>Cymbella cymbiformis</i> (AGARDH? KÜTZ.) V. HEULCK
<i>Diploneis ovalis</i> (HILSE) CLEVE
<i>Epithemia sorex</i> KÜTZ.
<i>Epithemia</i> spp.
<i>Melosira distans</i> (EHR.) KÜTZ.
<i>Melosira italica</i> (EHR.) KÜTZ.
<i>Navicula</i> spp.
<i>Rhopalodia gibba</i> (EHR.) O. MÜLL.
<i>Synedra ulna</i> (NITZSCH) EHR.
<i>Synedra</i> spp.

成り浅化していたことが考えられる。この粘土層に接して、上部には無層理の赤色土が重り、更にその上部には、河床より 10 m の高さに水平に成層せる黒色土がある。それより以上は、赤褐色砂によって占められている。この黒色土中にもまた、珪藻殻や *Trachelomonas* spp. が含まれていて、*Trachelomonas* spp. の存在などから考えると、湖水終末期の堆積物と見なされよう。

以上の湖成堆積物は、地形学的見地から考えると、俵石北方附近よりのびる扇状地の堆積物に基くものように見える。これより早川は、小塚山山麓を鋭い峡谷をうがって流下するが、小塚山東北麓では、比高数 10 m の谷壁間隔は僅かに 20 m 余に過ぎない。而してこの附近早川左岸にみられる平坦面は、当然、右岸とかつて連続せる一面を成していたことが考えられるが、谷壁ときれ合っているこの原面高度は海拔約 650 m である。即ち、地形的にも堰止湖と考えられる古仙石原湖は、今日、海拔約 650 m で示される高度まで湛水した後に、宮城野へ向って溢流したものであろう。なおこの旧湖水は、前述の孵化場西南の観察事実などと照し合せると、今日の仙石原の東北部にのみ存在したものようである。従つて、仙石原は今日、一化石湖であるとはいえ、既に多くの先学によつて考えられてきたように¹⁾³⁾⁷⁾¹⁷⁾¹⁸⁾、現在の火口原全体が湖であつたのではなく、その東北部および長尾峠東南方の今日の湿地だけが、湖であつたものと筆者は考えている。神山山崩れ堆積物生成前の状態、および当時の芦の湖盆との連続関係については、資料が不足しているのでここには述べない。

芦の湖盆の旧汀線高度と沖積世の地殻運動

多くの先学の地質学的研究によつても¹⁾²⁾⁹⁾⁷⁾¹³⁾²⁰⁾²²⁾²⁴⁾、また

臨み、入仙橋の地点は火山噴出物のみで、旧湖成堆積物らしいものは観察されない。然るに、本橋より早川に沿い峡谷中を約 50 m 下ると、比高約 15 m の左岸河崖を観察出来るが、河水面に接しては 1 cm 大の安山岩円礫・砂で、その上部、河床より比高 2 m の高さには、一部におびただしい流木を含み湖成堆積物と考えられる粘土層がある。そしてこの中からは、第1表の如き多数の珪藻化石や淡水海綿の針骨が同定でき、これによつて湖成層であることが確かめられた*。珪藻の生態に関する在来の記載を参照すると、これらの化石は沿岸性の傾向を有し、本湖成層を堆積せしめた湖は浅いものであつたか、乃至は堆積当時、可

第2図 芦の湖尻の切崖面

(Summit level of the landslide district in northernmost part of Lake Ashi.)

* 第1表は筆者の同定にかかるものであるが、この他になお *Mastogloia Smithii* var. *lacustris* GRUN. の存在することを、根来健一郎博士が指摘された。本種は稀産種といわれ、その分類学的詳細は何れ同博士によつて報告されるであろう。教示を与えられた同博士に対し、ここに謝意を表する。

写真 1 深良川東方より逆川口を遠望（湖北に連る山崩れ堆積物の上限まで
芦の湖面が高められた時期に、湖岸段丘構成物が堆積したのである）

(Distant View of the Northernmost Part of Lake Ashi where the
Old Drainage of the Haya River was dammed up by the Landslide
of Mt. Kamiyama.)

写真 2 金時山頂より仙石原、芦の
湖を遠望（堰塞湖としての芦の湖
の地形が、明らかに認められる）

(Photo showing Sengoku-bara
and Lake Ashi from the summit
of Mt. Kintoki.)

湖尻の地形学的観察結果から、芦の湖は神山の山崩れ堆積物によって生成された湖である。故に、本湖は火山性堰止め湖であり、複雑な肢節を有する湖岸線や湖底の溺谷の地形はこれを裏付けるものといえよう²⁴⁾。そして、逆川口附近よりの早川の溢出が一因となつて湖面高度が漸減し、今日に至つたものと考えられる。そこで筆者は、この旧湖面高度に最も密接な関係を有するといえる湖尻の原面高

度を知る為に、地形図上で逆川口附近の侵蝕谷を総て埋めてみた(第2図)。その結果、既に久野久の指摘したように古芦の湖面は今日より高く、湖面低下量は現在の逆川口の切崖面高度からのみ考えるならば、10数mと推測される。そして芦の湖岸段丘は、この旧湖面高度の時代、外輪山壁や中央火口丘山麓などに附着せる湖成層によつて生成されたものである(写真1,2)。

而して本湖岸段丘について重要なことは、関東火山灰層との関係である。即ち、湖北の山崩れ堆積物上には関東火山灰層が存しているにもかかわらず、この堰塞地を刻んだ早川の流出に伴い陸北した湖岸段丘面上には、同火山灰層が認められない。これは元箱根・七里浜などの段丘断面において観察されることは、既に述べた。即ち関東火山灰層降下後、段丘が成立したのであつて、クロノロジーの見地からみて大切な事実である。

さきに筆者は、屈斜路湖岸段丘についての報告において、屈斜路湖が沖積世生成の摩周火山の堰止めによる成立と地形的にみなされ、その後、湖盆の傾動を伴つて3段の湖岸段丘が出現したと考えられること、およびそれらの段丘面上には火山灰が

存在しないことを述べた⁴⁾。また関東地方の湖沼においては、赤城大沼・小沼⁵⁾・榛名湖・日光諸湖の湖岸段丘は、いわゆる関東火山灰層には被覆されていない。これらの事実は、開析度についてみてもほぼ等しい本邦の大部分の湖岸段丘を、A面と考える根拠になる事実である。

さて、既述の芦の湖周各地点の旧汀線高度をみると(第3図)、一般に外輪山壁下において高いことに気がつく*。そこで、この数値に基き等値線をひいてみると、その形から、これは2つのグループ

* 先にも一寸触れた如く、湖周の段丘構成物中からは、遺憾ながら珪藻化石を発見することが出来なかつたが、これは、本湖岸段丘の如き火山性の粗しような物質からのみ成る堆積物においては、殆んど化石の保存される場合の無いことによると解される。その為、旧汀線決定に珪藻殻の生態を利用し得ず、地形的観点からのみ旧汀線を定めた。この際かかる狭少な段丘においては、精密アネロイドを用い湖面を

第3図 芦の湖岸段丘の旧汀線高度と等値線
(Map showing the altitude of old Lake Ashi Shoreline.)

第4図 芦の湖岸段丘の地殻運動（主湖盆）
(Crustal movement of lacustrine terrace in the southern part of Lake Ashi.)
(by MIYABE'S method)

第5図 芦の湖岸段丘の地殻運動（副湖盆）
(Crustal movement of lacustrine terrace in the northern part of Lake Ashi.)
(by MIYABE'S method)

に分けられよう。湖底の深度図からしても、小杉鼻と胴切鼻とを結ぶ狭隘部により、芦の湖盆は主湖盆と副湖盆とに区分出来るが、各カルデラ壁をそれらの一端に示すように見える2つの湖盆は、それぞれ独立の運動をしているようである。そこで、この地殻運動を「宮部の方法」¹⁶⁾で定量した結果、第4図、第5図の如き成果を得た。即ち、沖積世初期以降、主湖盆は 5.0×10^{-3} , N 50° E, 副湖盆は 4.7×10^{-3} , N 40° E の各傾動量と傾斜方向を有し、神山・駒ヶ嶽・双子山等の中央火口丘一帯が、相対的に沈下している傾向がうかがわれる。

インディケーターとして旧汀線高度を測る場合、何度も現汀線と旧汀線との間を往復して、気圧差による誤差を相当に補正出来る反面、旧汀線の位置決定の誤差が、かなり影響することは事実である。然しこれについては、大局的に考察すべきであろう。

第6図 芦の湖附近の略図

(Locality map in the neighbourhood of Lake Ashi.)

中央火口丘に沿う中では湖岸段丘の旧汀線高度が高いことと共に、注目すべきである*。

あ と が き

以上、筆者は、箱根カルデラ内部に存在する湖岸段丘地形と旧湖成堆積物について述べ、あわせてカルデラ内の沖積世の地殻運動についても論じた。殊に、関東火山灰層に対する湖岸段丘のクロノジカルな関係は、今後他地域の湖岸段丘の研究において、主要な役割を果たすであろうことが期待される。

なお本研究は、上野益三博士の教えを受けて行われたものである。また久野久博士には、箱根火山に関する御研究の詳細について教えられ、貴重な批判を与えられた。以上記して厚く謝意を表する次第である。

参 考 文 献

- 1) 平林 武 (1898): 箱根火山, 地質雑, 5, 173~182., 320~328.
- 2) 平林 武 (1898): 箱根火山, 地学雑, 19, 77~80.
- 3) 平林 武 (1898): 箱根熱海両火山地質調査報文, 震予報, 16.
- 4) 堀江 正治 (1956): 屈斜路湖岸段丘と地殻運動, 地質雑, 62, 156~157.
- 5) 堀江 正治 (1956): 赤城カルデラ中の沖積層を切る断層, 地質雑, 62, 332.

* これと類似の事実は、後に報告する十勝国然別湖岸段丘においても、筆者は認めている。

また興味ある点は、1930年11月26日の北伊豆地震に伴う本湖岸の変動である。筆者は丹那断層と本湖との地理的位置から(第6図)、地震時の地殻変形について注意してきたが、地震当時は丹那断層に注意が集中されて、箱根附近の変動については余り注目されなかったようである。しかし、「芦の湖断層」と呼ばれる2本の主要な断層の生成が報告されており⁹⁾¹⁵⁾²³⁾、これは筆者の既に報じた「屈斜路地震断層」⁴⁾や大町地震に伴う青木湖岸の地殻変形⁶⁾と対照して、極めて興味深い。神奈川県水位計の設置されてあった箱根町湖岸の、地震当時の汀線と12月5日の汀線との差は0.22mで地震後浅くなり、湖岸が隆起している。元箱根町汽船発着所では、この差は0.2mである¹¹⁾。更にまた、地震当時の静振と地殻傾斜との関係も報ぜられているが¹⁰⁾¹⁹⁾、主・副両湖盆を境する狭隘部の和田之角附近は、芦の湖盆中、沈下量最小であり

- 6) 堀江 正治 (1956): フォツサ・マグナー部の地殻変形 (その 1)——青木湖岸段丘とその隆起汀線——
INQUA 日本支部連絡紙 (未刊).
 - 7) 石井万次郎 (1894): 箱根火山研究録, 地質雑, **1**, 323~331, 384~394, 437~445, 491~501.
 - 8) 伊原敬之助・石井清彦 (1931): 北伊豆地震地域の地形及び地質, 地学雑, **43**, 645~656.
 - 9) 伊原敬之助・石井清彦 (1931~1932): 北伊豆地震地域の地変, 地学雑, **43**, 705~716, **44**, 77~83.
 - 10) IMAMURA A. and KODAIRA T. (1931): On the Seiches of Lake Asino-ko with Special Reference to the N. Idu Earthquake of 1930. *Jap. Jour. Astr. Geophys.* **9**, 115~125.
 - 11) 石川高見・三浦秀正 (1930): 北伊豆地震実地踏査報告, 昭和 5 年 11 月 26 日北伊豆地震報告 (中央气象台), 117~139.
 - 12) 久野 久 (1936): 箱根火山の構造と変遷史, 地質雑, **43**, 376~377.
 - 13) KUNO H. (1950): Geology of Hakone Volcano and adjacent Areas. Part 1. *Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo Sec. 2*, **7**, Pt. 4, 257~279.
 - 14) 久野 久 (1952): 7 万 5 千分 1 「熱海」図巾並同地質説明書.
 - 15) 国富 信一 (1930~31): 北伊豆地震の断層概説, 驗震時報, **4**, 301~304.
 - 16) MIYABE N. (1931): Blocks in the Earth's Crust and their Movements. Part 1. *Bull. Earthq. Res. Inst.* **9**, 256~270.
 - 17) 大井上義近 (1926): 芦之湖浅深測量と其結果, 地学雑, **38**, 758~762.
 - 18) 佐藤 伝蔵 (1916): 箱根温泉調査報文, 地調報, **59**, 53~80.
 - 19) 鈴木 武夫 (1936): 昭和 5 年 11 月 26 日北伊豆地震に伴える芦の湖の静振, 地震, **8**, 331~346.
 - 20) 田中阿歌麿 (1906): 芦の湖に就て, 地学雑, **18**, 548~554.
 - 21) 田中阿歌麿 (1922): 趣味の湖沼学, 463~486.
 - 22) 田中阿歌麿 (1922): 湖沼めぐり, 174~198.
 - 23) 田山利三郎 (1931): 昭和 5 年 11 月 26 日の北伊豆地震と地質構造との関係, 斎藤報恩会学術研究報告, **11**, 1~54.
 - 24) 吉村 信吉 (1942): 関東地方の湖沼, 日本地誌学, **1**, 162~194.
-