

猪苗代湖・長瀬川河口周辺の湖浜地形変化

藤 田 豊*・田 中 仁**

1. はじめに

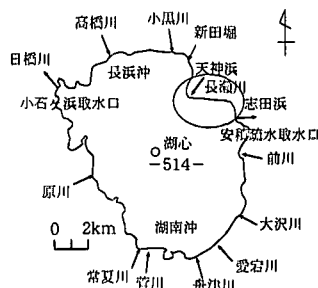
これまで湖浜の地形変化に関する報告がいくつかなされている。例えば、琵琶湖(土屋ら, 1984; 芝野ら, 1985; 宇多ら, 1994; 西島ら, 1996), 霞ヶ浦(宇多ら, 1998), 酒沼(宇多ら, 1985, 1992, 1996)における調査・研究事例である。これらの調査が行われる目的は, 当該湖沼において湖浜の侵食・堆積問題が顕在化していることによる場合もあるが, 学術的視点から言えば, ①湖沼においては潮汐の影響が存在しないため海浜に比べ外力が単純であり, 土砂移動の素過程を理解する上で極めて有効であること, また, ②地形変化・外力のスケールが海岸よりも小さく, 漂砂現象の相似則の検討にも有効であること, などの興味深い特徴を挙げることが出来る。

本研究の対象である猪苗代においては, 河川流の卓越する時期と季節風による波浪の卓越する時期がそれぞれ夏期・冬期に分かれており, これらの外力が重畳することがないため, 外力条件がさらに単純であり, 土砂移動機構の検討に適している。本研究では空中写真・地形図と, 現地調査による底質粒度特性から, 猪苗代湖に流入する長瀬川河口周辺の湖浜の変形過程を明らかにした。

2. 調査対象と研究手法の概要

図一は猪苗代湖の概要であり, 長瀬川河口を中心とした調査地点を示している。長瀬川は裏磐梯湖沼群より源を発し, 途中支川である酸川を従え, 猪苗代湖に流入する延長 25.5 km, 流域面積 291 km²の一級河川である。

湖浜変形に関する解析を行うに当たり, まず明治, 大正, 昭和の時期に国土地理院により発行された地形図 3 枚を入手した。さらに空中写真 6 枚を揃えた。空中写真の多くは国土地理院によるものであり, 一部は独自に撮影された。これら地形図や空中写真はそれぞれ縮尺が不揃いであることから, 統一縮尺とするためにアフィン変換による幾何補正を行った。また, これまでの猪苗代町における出水イベントの調査も行った。さらに 2000 年 10 月 27 日には河口周辺の土砂採取を行った。観測点は河口周



図一 猪苗代湖および調査地点

辺付近の汀線上の 17ヶ所(観測地点 No. 1~13 は河口東側, No. 14~17 は西側の天神浜沿い)である。試料はフルイ分けにより粒径分布特性を求めた。また, 波浪データに代わり, 河口近くに設置した風向風速計のデータを解析し, 砂移動との対応を考察した。

3. 地形図・航空写真から見た長期的河口地形変遷

図一2 は 1908 年(明治 41 年)の地形図である。現河口(以下, 河口(A)と呼ぶ。)に近い位置で南下して注ぐ河口があり, さらに天神浜南端に現存しないもう一つの河口(同河口(B))が見られる。吉田(1985)が指摘するように, 明治 41 年より 20 年前の明治 21 年の磐梯山大噴火により, 河道に沿って直線状に近い河口(B)から大量の土砂が湖に流れ込んだものと推測される。この災害時に堰止め湖として形成された裏磐梯湖沼群が多く存在するが, その中でも大きい湖である桧原湖, 小野川湖, 秋元湖などは一時湛水した天然ダムが湖水の水圧に耐えられず何回か崩壊し下流に土砂を流下させている。これより, 当時かなりの土砂供給が長期間あったものと思われる。また, 猪苗代湖では冬期に西風が卓越し(図一3参照), 強度も大きく高波浪が発生する傾向がある。この波浪は河口(B)に直接入射するため, 排出された土砂の一部は河口に押し込まれ, 残りは北部へ輸送され砂嘴を形成している。これ以降の地形図, 空中写真では土砂の北上により天神浜南端に形成される砂嘴は見られない。

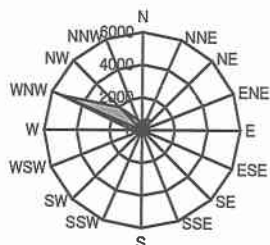
図一4 は 1931 年の地形図である。この図より河口(B)

* 正会員 工修 日本大学助教授 工学部土木工学科

** 正会員 工博 東北大学教授 大学院工学研究科土木工学専攻



図-2 1908年(明治41年)の地形図



観測期間:1999. 11~2000. 2

図-3 長瀬川河口における風向・風速とその頻度



図-4 1931年(昭和6年)の地形図



写真-1 1947年(昭和22年)11月11日の空中写真

の砂嘴は消滅している。また、天神浜汀線の前進が顕著である。これは、河口(B)前面に堆積していた土砂が西風が卓越する時期に長期間に渡って天神浜南端の湖岸一帯に徐々に堆積したものと推測される。一方、河口(A)の東側には砂嘴がされている。これも冬期に卓越する西風により高波浪が発生し、これに伴って東方向への漂砂移動により形成されたものと判断される。

写真-1は1947年11月11日の空中写真である。河口(B)前面に砂の堆積箇所が見られる。また、その河口(B)は完全に閉塞されていることも確認される。図-2で見られたのと同様に、西風による高波浪のため、排出された土砂の一部が押し戻され河口(B)を塞いだものと考えられる。また、両河口にはさまれた三角州や河道内の湾曲部に位置する砂州上には植生が見られない。このことから、大規模な土砂流出が比較的近い時期に発生したものと推測される。

図-5は1960年の地形図である。これより1947年11月11日の写真-1では河口(B)は閉塞していたが、この時期には河口(A)、(B)とも存在し機能していることがわかる。また、河口(A)の東側には小さいながらも複列の砂嘴が形成されているが、この砂嘴形状の向きから西風による波浪により形成されたものと思われる。

写真-2は1963年4月27日の空中写真である。河口(B)が完全に閉塞している。河口(A)の東側には2列の砂嘴が形成されている。これらも冬期の強い西風に伴う波浪の作用を受けて形成されたものと考えられる。特に東側の砂嘴の成長が顕著である。また1947年11月11日には河口湾曲部の砂州上には植生がなかったが、1963年4月27日には植生が確認することができ、大規模な地形変化をもたらす大出水が無かったことを物語っている。

写真-3は1976年10月18日の空中写真である。これより、河口(A)を挟んで左右両湖岸には護岸が設置されていることが確認される。写真-3を写真-2と比べ



図-5 1960年(昭和35年)の地形図

ば、両河口にはさまれた三角州がやせてきたことが明白であり、このことが護岸設置の契機になったものと推察される。

写真—4は1982年5月24日の空中写真である。これからは、河口(A)付近は護岸により守られているため、顕著な地形変化はもはや見られないが、東側のかかなり離れた個所に見られる長い砂嘴の形成がきわめて特徴的である。

写真—5は1994年11月5日の斜め空中写真である。河口(A)の東側に円弧状の砂州が形成されており、この写真が撮影される前に大規模な土砂流出があったことを示唆している。この前に撮影された写真—5にこのような堆積地形が見られないことなどを勘案すれば、これは1989年8月上旬に起こった大倉川災害時洪水(例えば、福島民報, 1989)に起因したものと考えられる。この円弧状の堆積地形は台風13号によってもたらされた豪雨による土砂流出によって形成されたものと判断される。新聞報道によれば降雨は長瀬川の支川である酸川上流にあたる吾妻山一帯に集中しており、気象庁吾妻山測候所における総雨量としては1989年8月5日0時から7日9時までで433mmを記録している。事実地元での聞き取り調査や福島県の資料により当該流域における当時の大出水が確認された。

写真—6は2001年1月の空中写真である。これより河口左岸のコンクリート護岸前面に、新たな大規模な堆積地形が形成されている。また、その東側で堆積地形が途切れ、さらにその東側に堆積地形が形成されていることがわかる。

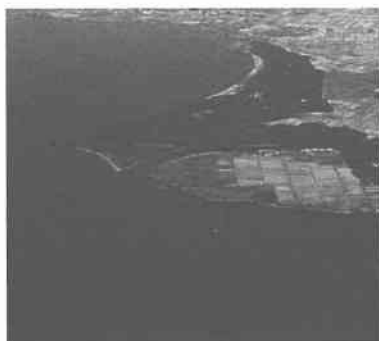
以上に示した地形図・写真から読みとった汀線を重ね合わせることで、図—6、図—7、図—8を得る。図—6より全体的に河口東側と北側とも湖浜の大幅な前進が認められる。図—7は1947年から1963年までの17年間の



写真—3 1976年(昭和51年)10月18日の空中写真



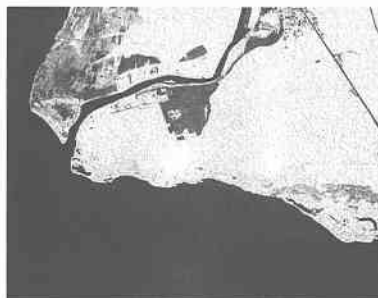
写真—4 1982年(昭和57年)5月24日の空中写真



写真—5 1994年(平成6年)11月5日の斜め空中写真



写真—2 1963年(昭和38年)4月27日の空中写真



写真—6 2001年1月の空中写真

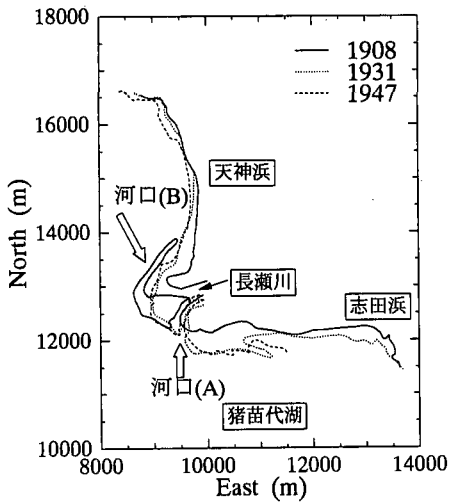


図-6 1908年～1947年の湖浜変形過程

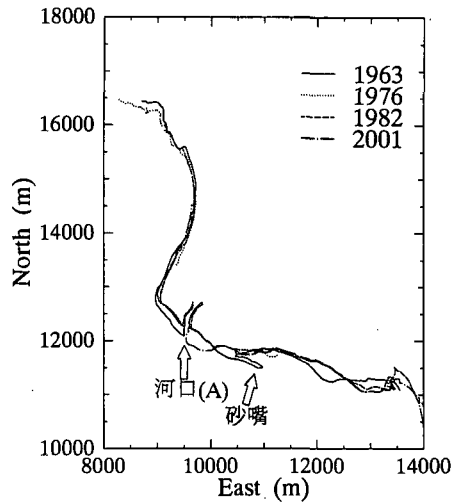


図-8 1963年～2001年の湖浜変形過程

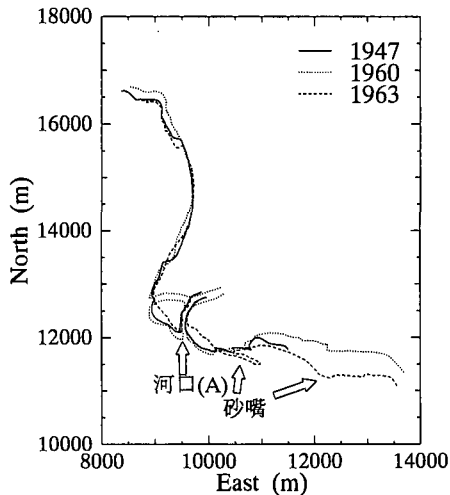


図-7 1947年～1963年の湖浜変形過程

4. 底質粒度特性が示す短期的汀線変動機構

図-9は汀線上の観測点における土砂の50%粒径 d_{50} および均等係数 U_c の土砂特性分布を示した図である。本図の均等係数からNo. 3, No. 7地点の値がピークを示し、粒径分布の淘汰が悪いことがわかる。前者は新たな堆積によるもの、後者は大倉川災害時出水によるものと思われる。No. 5, No. 6地点は砂がほとんどなく河口左岸東側の砂のうち細かいものが選択的に波浪による沿岸流などによってさらに東側へ輸送されたものと思われる。

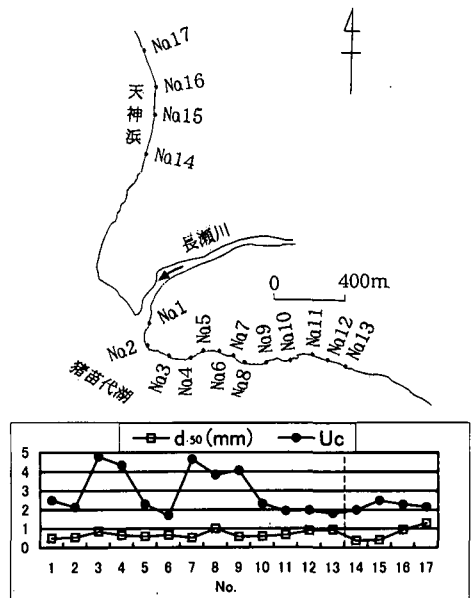


図-9 観測点における土砂の50%粒径、均等係数

湖浜変形過程を示したものである。これより天神浜の湖浜の侵食堆積作用は少なく、湖浜変形が安定化したようであるが、河口の東側湖岸では侵食や堆積作用によって陸地化した堆積地形の形成が認められる。

図-8は1963年から2001年までの37年間の湖浜変形過程である。前述のように、河口西側で1976年に護岸が施工されるまでこの部分が侵食されている。河口直東側の堆積地形は護岸施工以降の平成元年8月上旬の大倉川災害、平成10年8月末水害時の出水により形成されたものと考えられる。この点については次節で詳述する。なお、平成10年8月末出水により河口全面に形成されたテラス形状については、本堂ら(2000)が報告を行っている。

一方河口北側の天神浜の No. 14 から No. 17 では、浜は均衡が保たれ安定しており、一様な土砂の構成になっているものと判断される。

図-3 に示したように、冬場の時期に全体の約 60% が西北西、北西の風が卓越しており、しかも強く吹いていることが特徴的である。河口 (B) の閉塞とこの近辺の護岸建設により、この北側に位置する天神浜に供給される土砂はもはや存在しない。このため、天神浜は卓越波向きに対して平衡状態の湖浜形状で安定している。一方、現河口より東側の湖浜においては、汀線に対する波の入射角がきつい。この点が通常の実浜と極端に異なる外力条件となっている。このような波浪条件と、平成元年、平成 10 年と比較的頻繁に生じた大規模土砂流入の影響により、現河口より東側では活発な湖浜変形が見られる。観光船の発着場所の志田浜 (図-1 参照) は砂の堆積により水深が浅くなっているとの証言が得られた。また、志田浜南端には安積疏水取水口があり、近年になって顕著な土砂堆積により、取水に障害を及ぼしている。これらの事実、今更明らかになった長瀬川河口東側の湖浜における砂の堆積傾向と符合している。

5. おわりに

(1) 地形図ならびに空中写真から、猪苗代湖・長瀬川河口周辺の長期的湖浜変形の実態を調べた。その結果、以前に存在した河口の閉塞後、河口より北側の天神浜は安定し、河口周辺は侵食されていることが分かった。

(2) また、旧河口閉塞後、長瀬川流入水により供給された土砂は、冬場に卓越する北西および西北西の方向からの風に影響されて東進していくことがわかった。

(3) 湖浜沿岸方向の土砂代表粒径 d_{50} 、均等係数 U_c 、などの調査結果から、湖浜変形過程と出水イベントを対応させることができた。

謝辞：本研究を行うにあたり、福島県 (県中建設事務所、喜多方建設事務所、猪苗代土木事務所、三春土木事務所)、安積疏水土地改良区など多くの機関より資料提供をいただいた。使用した空中写真の撮影に際しては、株式会社国際航業の井上公人氏に尽力いただいた。また地形図の収集や図化作業には東北大学大学院の井上かおりさんの協力を得た。土砂の粒度分析および出水イベントの調査には平成 12 年度日本大学工学部土木工学科の卒業研究生の助力を得た。ここに記して謝意を表する次第である。

参考文献

- 宇多高明・赤穂俊作・大谷靖郎 (1998): 湖浜地形変化から見た假々補全域の漂砂特性, 第 35 回海岸工学講演会論文集, pp. 477-481.
- 宇多高明・小菅 普・松田 勝・篠崎 剛 (1996): 酒沼親沢浜への流入河川の河口部地形特性と養浜の現地実験について, 海岸工学論文集, 第 43 巻, pp. 601-605.
- 宇多高明・山本幸次 (1985): 酒沼親沢浜の変形過程について, 第 32 回海岸工学講演会論文集, pp. 370-374.
- 宇多高明・山本幸次・畑中達也 (1992): 酒沼北岸、親沢浜砂嘴の 1983 年～1990 年における変形特性, 海岸工学論文集, 第 39 巻, pp. 386-390.
- 宇多高明・吉田隆昌・西島照毅・富士川洋一 (1994): 植生を利用した湖浜保全に関する一考察—琵琶湖を例として—, 海岸工学論文集, 第 41 巻, pp. 1111-1115.
- 芝野照夫・山下隆男・井上雅夫・土屋義人 (1985): 琵琶湖西岸における底質特性について, 京大防災研究所年報, 第 28 号, B-2, pp. 591-609.
- 土屋義人・河田恵昭・芝野照夫・山下隆男 (1984): 琵琶湖岸、秋の浜の海浜過程に関する研究, 京大防災研究所年報, 第 27 号, B-2, pp. 641-681.
- 西島照毅・宇多高明・富士川洋一・中辻崇浩 (1996): 琵琶湖における湖水位の急上昇と波浪による湖岸変形, 海岸工学論文集, 第 43 巻, pp. 566-570.
- 福島民報 (1989): 記録的な大雨, 被害続出, 8 月 8 日朝刊, p. 1.
- 本堂 亮・泉 典洋・田中 仁 (2000): 河口流出土砂の堆積特性及び数値計算, 海岸工学論文集, 第 47 巻, pp. 536-540.
- 吉田 義 (1985): 長瀬川三角州の形態変化と北岸の旧湖岸線, 野口英世記念館学報, 第 7 巻, 2 号, pp. 2-4.