

53. 沼底の浸透量測定計器の開発と測定事例

Development and field tests of seepage-meter for measurement of lake bottom permeation

○橋本 智雄, 赤津正敏 (中央開発㈱), 森一司, 藤田真吾, 横井内幸治 (東北農政局)

Tomoo Hashimoto, Masatoshi Akatsu (Chuo Kaihatsu Corporation),

Kazushi Mori, Shingo Fujita, Koji Yokoinai (Tohoku Regional Agricultural Administration Office)

1. はじめに

調査対象の地すべりブロック頭部の陥没凹地には、冠頭部や周辺からの流入水(地表水, 地下水)により、湖沼が形成されている(図 1-1)。この湖沼が地すべりブロック内に地下水を供給している可能性が指摘され、地盤改良や遮水シート等による対策工が有効と考えられたが、流入、流出経路が不明瞭で水収支的な把握が困難となっていた。

これに対し、沼底の浸透量(湧出量)を直接的に測定できる簡易な方法として、Seepage meter(Lee,1977, 日本では漏出量計, 湧出量計などと訳されている)による測定を試み、その有効性を確認した(森ほか, 2014)。

本報告では、深水対応型の Seepage meter の開発過程と、融雪期(5 月: 森ほか 2014 で報告)に引き続き、季節変化を考慮して渇水期(11 月)に実施した測定結果について報告する。

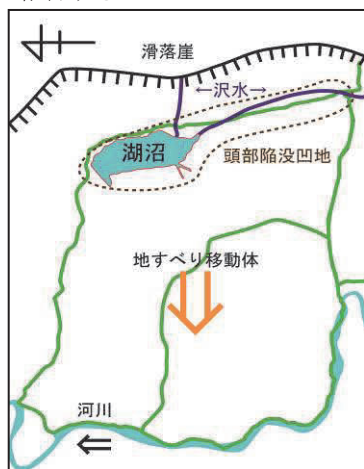


図 1-1 調査対象の地すべりブロック(イメージ図)

2. 深水対応型 Seepage meter の開発

2-1. 計器開発上の課題・条件

既往研究で紹介されている Seepage meter (小林ほか 1993, 小林 2001 等)は、鉄製ドラム缶などを切断した本体を、直接川底などに設置するものが多いが、本調査対象の湖沼は水深が最大 5m に達するうえ、濁りによる視界不良により潜水による設置が困難であった。また、限られた予算及び工期の中で、水上での作業性も考慮した計器とすることが求められた。

以上より、計器開発を進める上での条件を下記のとおり設定した。

- ① 水深の変化(1~5m)に対応可能(汎用性)
- ② 市販材料を活用し制作費を抑える(低予算化)
- ③ ボート等での作業性を考慮(小スペース化)

2-2. 深水対応型 Seepage meter の構造

(1) 測定原理

下方が解放された容器を湖沼底に押し込み、一定量の水を満たしたゴム製袋を接続して水中に静置し、一定時間経過後の水量の増減を計量する。袋中の水が減少していれば、湖沼の水が地下へ浸透しており、逆に増加していれば地下水が湖沼底から湧出していることが分かる(図 2-1)。

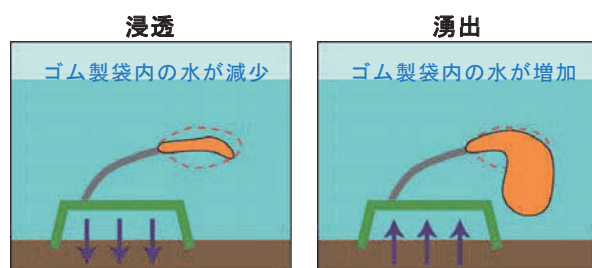


図 2-1 Seepage meter の測定原理

(2) 測定機材の構造

本体には、市販のプラスチック製タライ(直径 56cm)を使用、沼底への押込みのため先端をカットし、上面は浮上り防止を兼ね L 字鋼で補強した。また、沼底への押込みは脱着式の継手付きロッドを用い、回収用のロープを別途設置した。更に、脱着バルブを付けたシリコンチューブを用いることで、ゴム製袋の船上回収を可能とした(図 2-2, 写真 2-1)。

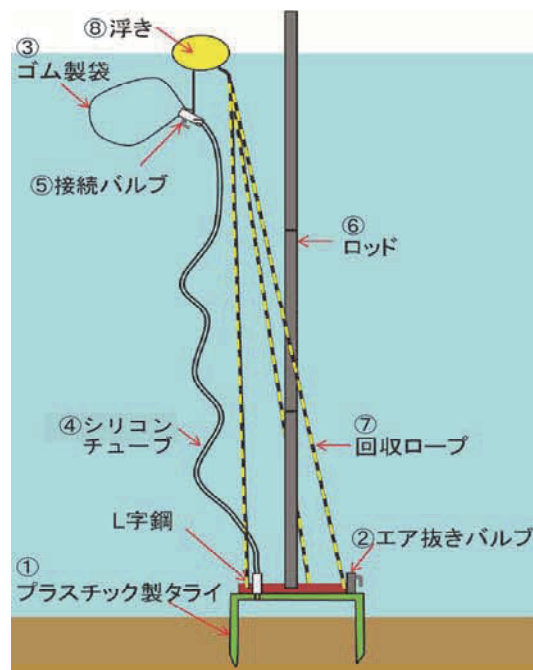


図 2-2 深水対応型 Seepage meter 構造図
(森ほか 2014 に加筆・修正)



写真 2-1 製作した深水対応型 Seepage meter

3. 浸透量の測定方法

現地での測定は以下の手順で実施した。

- ①湖沼の長軸，短軸方向に沼底深度の測量を実施，得られた断面形状を考慮して測定地点を選定。
- ②沼底の泥に混在するガス（気泡）の影響を除外するため，ロッドを直接地中に挿入し十分に撈拌。
- ③エア抜き及びゴム製袋接続用のバルブを開放した状態で水面下に沈め，エア抜き後にエア抜きバルブのみを閉め，本体をロッドで沼底に押し込み固定（その後 10 分間放置）。
- ④ゴム製袋の接続バルブから気泡等がないことを確認し，規定量（約 1,000ml）の水を入れたゴム製袋をセット，バルブを開放し 1 時間放置。
- ⑤ゴム製袋のバルブを閉め，取り外した時刻を記録し，残っている水量を計測。

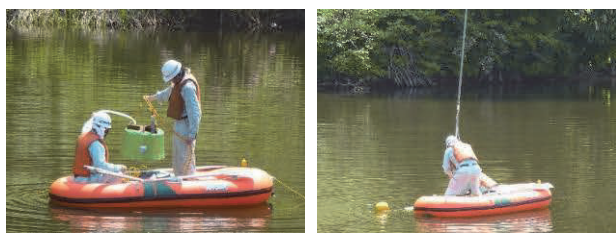


写真 3-1 現地での測定状況

4. 測定結果

融雪期及び渇水期（11 月）の測定結果をコンター図で整理し以下に示す。

①融雪期（5 月：図 4-1）

全体に湧出傾向が確認された。湧出量は，沢水の流入が認められる南側ほど多く，北側に行くほど少ない傾向が確認された。

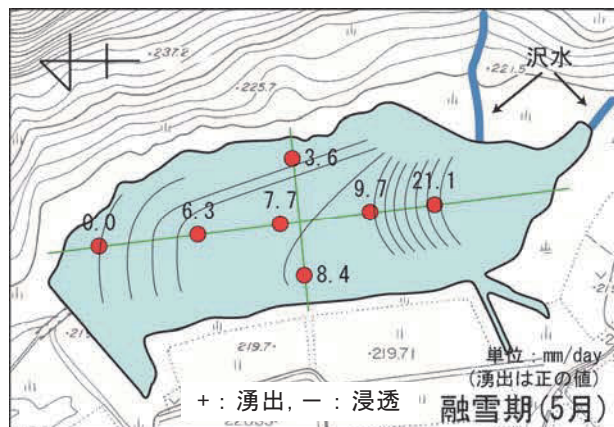


図 4-1 測定結果（融雪期：5 月）

②渇水期（11 月：図 4-2）

全般にほとんど変化が確認されず，沢水の流入も融雪期測定時と比べて少ない傾向にあった（沼中心部で確認された僅かな浸透は，測定誤差の範囲と考えられ，必ずしも浸透傾向を示すものではないと判断される）。

なお，水面の標高は農業用水としての利用が少なくなったため，融雪期よりも僅かであるが高い傾向にあった。

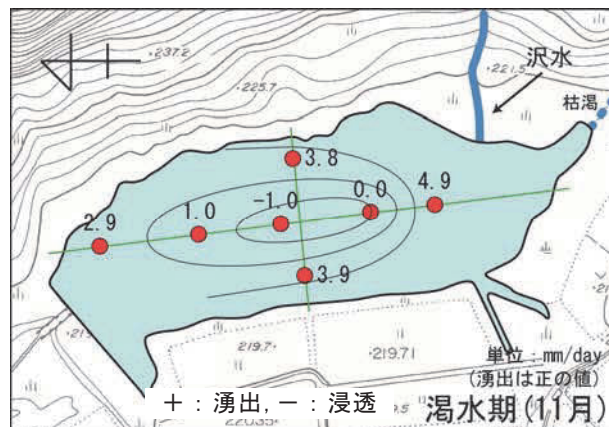


図 4-2 測定結果（渇水期：11 月）

5. 考察

融雪期に引き続き実施した渇水期の測定の結果，懸念されていた沼底からの明瞭な浸透は確認されなかった。つまり，調査対象の湖沼では，特に地すべり活動が懸念される融雪期に自然状態で地下水排除が行われており，地盤改良や遮水シート等による対策工は，むしろ地すべりブロック内への浸透を増加させることが示唆される。

6. 課題と今後の展望

今回開発した深水対応型 Seepage meter により，水深が深い（5m 程度）場所でも，小規模なボート等で比較的容易に浸透量（湧出量）が測定可能となった。

一方で，「沼底の堆積物中に混在するガス対策」や「深水対応型 Seepage meter の本体を沼底へ鉛直に挿入する方法」など，機器開発以外にも現地調査の工夫が求められた。今後は，更に事例を増やして課題点を抽出し，観測精度の向上を図りたい。

7. 参考文献

- 1) Lee, D.R. (1977): A device for measuring seepage flux in and estuaries, Limnol. and lakes Oceanogr. vol.22, pp. 140-147.
- 2) 森一司・藤田真吾・横井内幸治・橋本智雄・赤津正敏 (2014)：地すべり地内の湖沼底からの浸透・湧出量測定事例，一般社団法人日本応用地質学会東北支部 第 22 回研究発表会講演集，pp.16-17.
- 3) 小林正雄・小笹将博(1993)：琵琶湖へ漏出する地下水の挙動(I)，陸水学会誌，vol.54, pp.11-25.
- 4) 小林正雄(2001)：「地下水と地表水・海水との相互作用」3.湖水と地下水の相互作用，地下水学会誌，第 43 巻第 2 号, pp.101-112.