

## 観測結果の異常値について

流砂水文観測で使用している水位計、濁度計、流砂計（ハイドロフォン）は、流水や流砂に対して接触型のセンサーであるために流水や流砂の外力の影響を受け、センサーの故障や土砂の埋没等により、観測結果が異常値となるケースが見られます。これら異常値を除去することは観測データを用いた分析を行う上で重要です。

そこで平成 26 年度までに全国で観測された流砂水文データを整理した結果から、観測結果の異常値とその判定方法についてまとめました。水位計、濁度計、流砂計（ハイドロフォン）は、それぞれ、外力（圧力や光量、土粒子の衝突音）を計測し電圧値[V]として出力・記録し、現地演算プログラムまたは掃流砂観測データベースシステムを介して、水位[m]、濁度[cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>]、流砂量[m<sup>3</sup>/s]に変換します。異常値かどうかの判定は、観測機器が故障したときの計測値[V]の特性を利用します。以下にその詳細を示します。

### 1. 異常値判定の概要

観測機器が故障した場合は電圧値[V]が大きな値かマイナス値を示すことがあるため、多くの場合、計測値が大きくなる傾向にある出水時のデータから異常値か正常値かの区別を行うことは困難です。一方、平常時においては、流砂量および浮遊砂量はほぼゼロで、かつ水位は低く安定している場合がほとんどであるため、正常な場合であれば計測値はゼロに近い値となります。

したがって異常値の判定は、主として、観測機器の特性ごとに平常時の計測値[V]を用いて行います。

異常値の判定は以下の条件で行っています。

#### ①異常値判定の間隔

異常値判定は 1 ヶ月間ごとに行う。

#### ②平常時の計測値の計算

平常時の計測値[V]を、1 ヶ月間の計測値の下位 25 %値と仮定する<sup>1)</sup>。

- 1) 例えば、井内拓馬・内田太郎・吉村暢也・鶴田謙次・田中健貴・蒲原潤一・桜井亘：ハイドロフォンを用いた掃流砂観測によるノイズ・非衝突の影響に関する水路実験，砂防学会誌，Vol.69，No.3，p.4-14，2016

## 2. 異常値の判定方法（案）

### 2.1 水位計

#### (1) 観測機器の概要

- ・流砂観測で多く使用している水位計：水圧式水位計 ELP-2WS 型（10 m 計）
- ・センサーの生値[V] : 0.4～2.0 V
- ・記録装置上の値（計測値[V]） : 0～5.0 V（生値をスケーリングして記録。※記録装置 NR-600 の設定が±5 V より幅広い場合）

#### (2) 異常値の特性

##### 1) 断線・電氣的故障の場合の出力【図-2(a)、3(a)参照】

水位計のケーブルが断線した場合や電氣的な故障の場合、センサーの生値がゼロ（0 V）となり、水正常な場合には、生値の最低値は 0.4 V であるので、断線・故障時の異常を判別することが可能です。ただし、記録装置には生値をスケーリングして記録していますので、下表に示すように断線・故障時は -1.25 V となります。以上より、

- 断線・電氣的故障の判定 : 平常時の記録装置上の値（計測値[V]）が -1.25V 程度以下の場合  
※ 凍結等の場合においても出力電圧がマイナスとなる場合がある。

表-1 断線・電氣的故障時の水位計の出力値

水深	センサーの生値 [V]	記録装置上の値 (計測値[V])
0 m	0.4 V	0.0 V
10 m	2.0 V	5.0 V
故障、断線	0.0 V	-1.25 V

##### 2) 電氣的故障の場合の出力（レンジオーバー）【図-4(a)参照】

電氣的な故障が発生した場合、計測機器を駆動させるために与える電圧がそのまま出力されることが多いです。記録装置上の値（計測値[V]）が 5 V 以上となる時、異常値と判定することとします。

- 電氣的故障（レンジオーバー）の判定 : 平常時の記録装置上の値（計測値[V]）が 5 V 以上の場合

## 2.2 濁度計

### (1) 観測機器の概要

- ・ 流砂観測で多く使用している濁度計：後方散乱方式濁度計 OBS-3+ (4000 度計)
- ・ センサーの生値[V]
  - ： 低レンジ (0~1000 NTU) 0~5 V
  - ： 高レンジ (0~4000 NTU) 0~5 V
- ・ 記録装置上の値 (計測値[V]) : 0~5 V (※記録装置 NR-600 の設定が±5 V より幅広い場合)

### (2) 異常値の特性

#### 1) 断線の場合の出力【図-2 (b) 参照】

濁度計が正常な場合、記録装置上の値 (計測値[V]) はマイナスとなりませんが、ケーブル長が長い場合はセンサーとの電位差により、僅かにマイナス値となります。一方、断線などで漏水した場合は、リーク電流が生じ±0.01 V 前後のノイズが混入します。

- 断線の判定 : 平常時の記録装置上の値 (計測値[V]) が-0.01 V 以下の場合

※ ただし、正常時のゼロ出力と断線時の出力とが近い値となるため、最終的な判定は機器を直接確認することが望ましい。

#### 2) 土砂の埋没や障害物、太陽光の影響時の出力【図-3 (b)、5 (b) 参照】

平水時に濁水が発生していなくても、土砂の埋没・障害物・太陽光により記録装置上の値 (計測値[V]) が大きな値を示すことがあります。(Ex: カメラ等で明らかに濁水が確認されない場合に記録装置上の値が有意な値 (0.1 V 以上) を示す場合)

- 土砂の埋没・障害物・太陽光の影響時の判定: 平常時の記録装置上の値 (計測値[V]) が 0.1 V (100 NTU 相当) 以上の場合

※ センサー部が埋没した場合は記録装置上の値 (計測値[V]) がゼロとなる場合もある。

## 2.3 ハイドロフォン

### (1) 観測機器の概要

- ・標準的なハイドロフォン : 音響式掃流砂計 IHP-50L、IHP-200L
- ・センサーの生値[V] :  $\pm 12$  V
- ・記録装置上の値 (計測値[V]) :  $\pm 10$  V (ただし、記録装置 NR-600 の設定が $\pm 10$  V の場合)

### (2) 異常値の特性

#### 1) 断線、故障、土砂の埋没の場合の出力【図-2(c), (d)、3(c)、4(c)、5(c)参照】

平常時、流砂が無い場合でもハイドロフォンは流水音を記録しています。その大きさは、約 0.0003～0.01 V の範囲<sup>2)</sup>となることが多いことが分かっています。流水音より小さい値が記録装置上で見られる場合に、断線、故障または土砂による埋没が生じたと判定することができます。

● 断線、故障、土砂の埋没の判定：平常時の記録装置上の値 (計測値[V]) が流水音より小さい場合

- 1) 井内拓馬・内田太郎・吉村暢也・鶴田謙次・田中健貴・蒲原潤一・桜井亘：ハイドロフォンを用いた掃流砂観測によるノイズ・非衝突の影響に関する水路実験，砂防学会誌，Vol.69，No.3，p.4-14，2016

#### 2) 金属管が変形した場合の出力【図-6(c), (d)参照】

金属管が変形すると計測値[V]が大きくなる傾向があるので、平常時の計測値[V]が上記の流水音の範囲以上となる場合に異常値と判定します。

また、金属管の音響特性も変化する (具体的には、変形前は 4.4 kHz の音圧の振幅(V)が 10 kHz のものより大きかったが、変形後は大小関係が逆転します。図-1 参照)<sup>3)</sup>。流砂水文観測データ変換プログラム Ver.2.0.0 では、データ変換結果に変形の有無を判定する目安として「メンテ情報」 (=4.4 kHz と 10 kHz のそれぞれでバンドパスフィルターをかけた音響波形の音圧積分値の比) を出力しており、合わせて確認することで、金属管の変形を判定しやすくなる。

なお、金属管周りの固定箇所が摩耗しても計測値[V]は変化します。

● 金属管の変形の判定：平常時の記録装置上の値 (計測値[V]) が流水音より大きい場合 + 「メンテ情報」の値が 0 とは異なる値となる場合

- 3) 内田太郎・鈴木拓郎・吉村暢也・野中理伸・澤田和男：ハイドロフォンの破損が流砂観測に及ぼす影響，第 61 回平成 24 年度砂防学会研究発表会概要集，Pa-35，2012

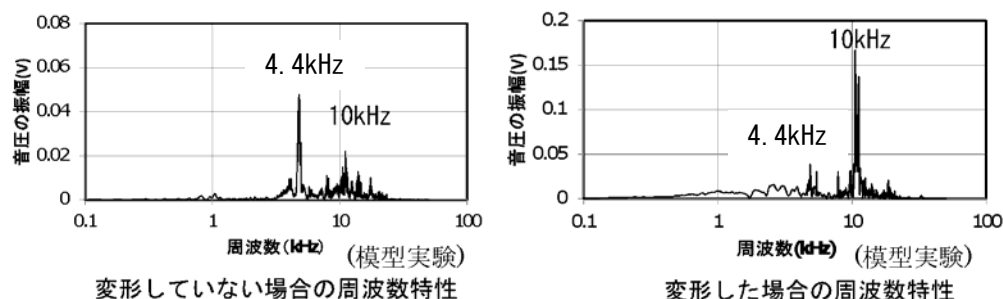
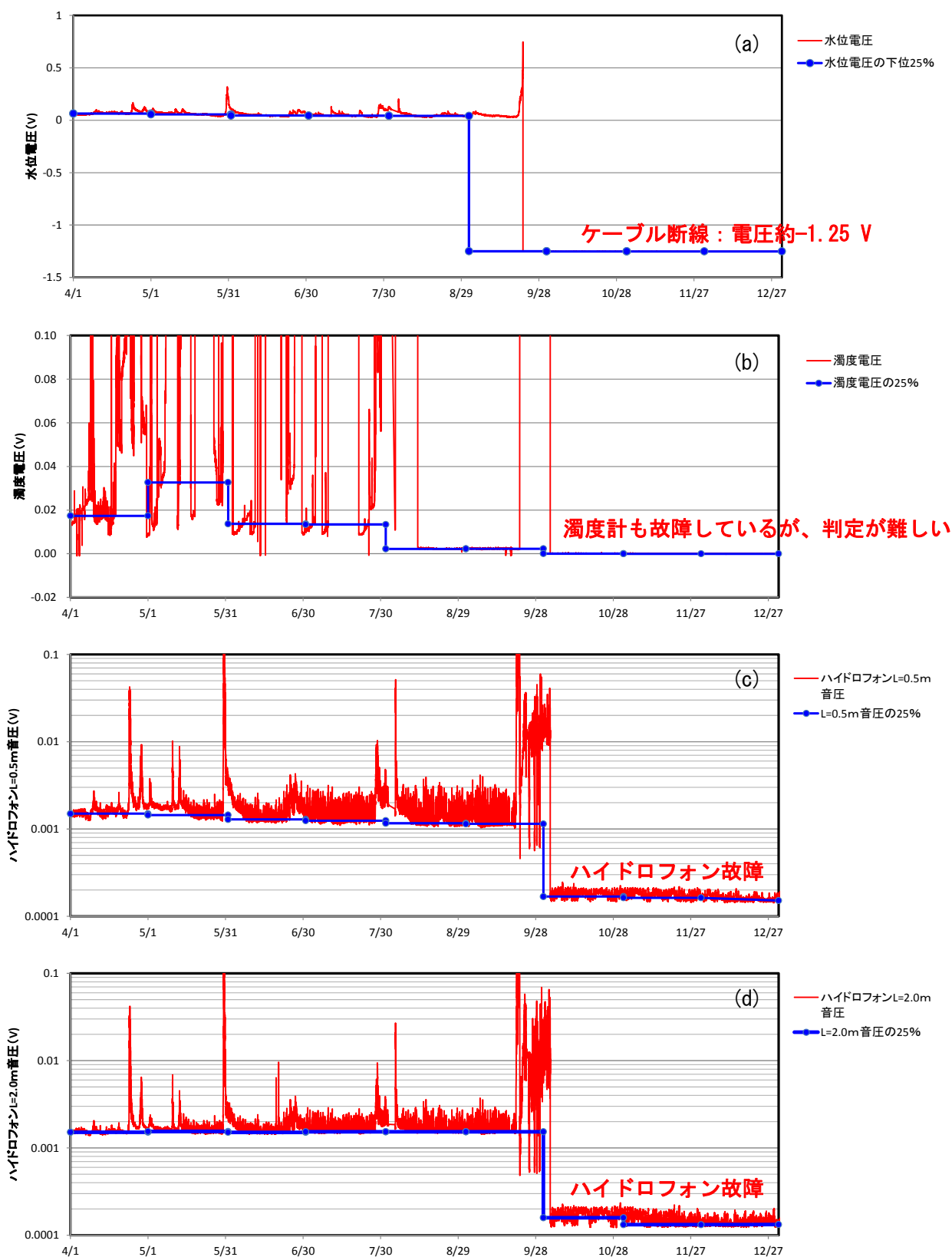


図-1 金属管の変形の有無による周波数特性の違い<sup>3)</sup>

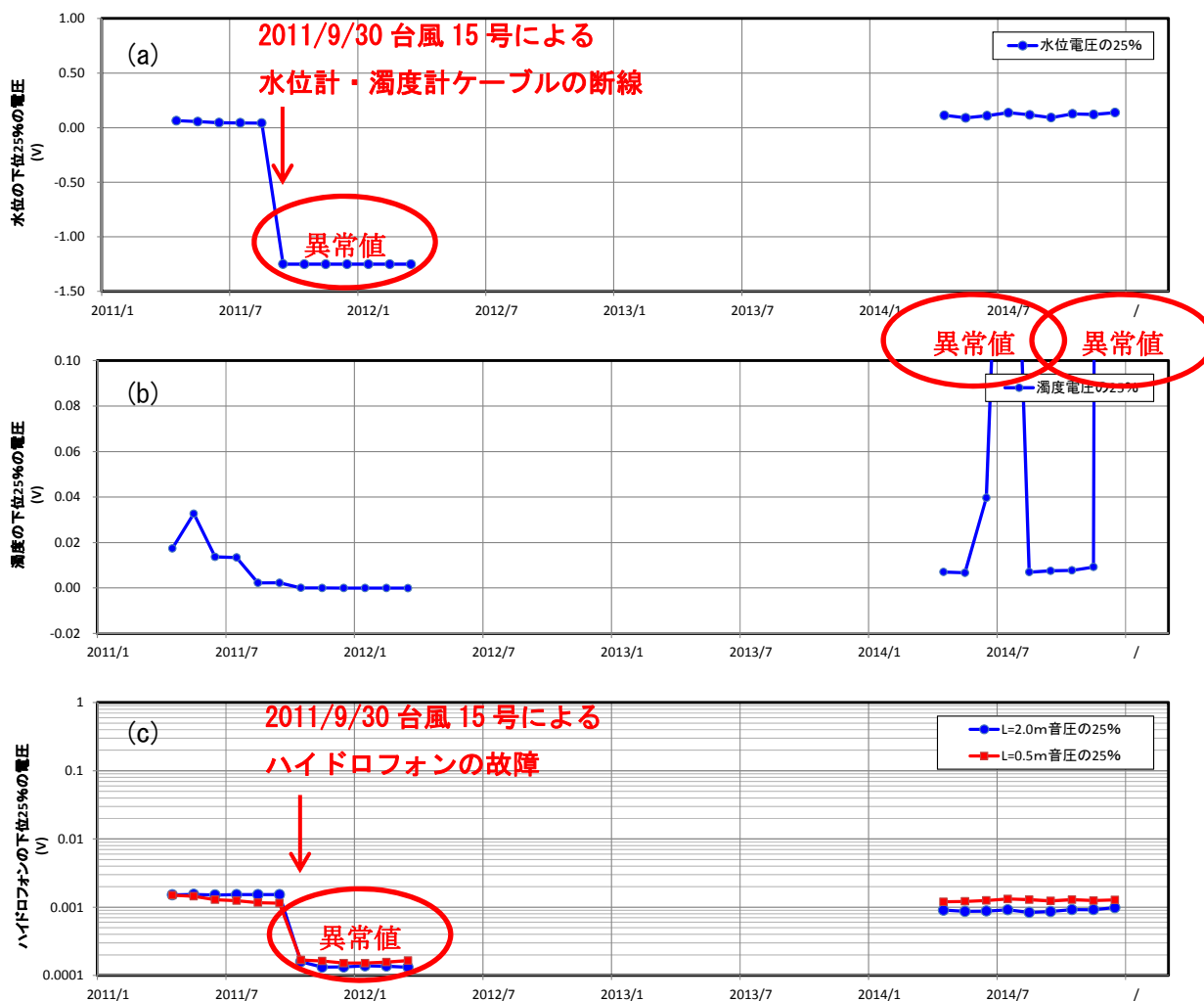
次ページ以降に観測結果と異常値の判定例を示す。



(a) : 水位 (b) : 濁度 (c) : ハイドロフォンL=0.5m (d) : ハイドロフォンL=2.0m

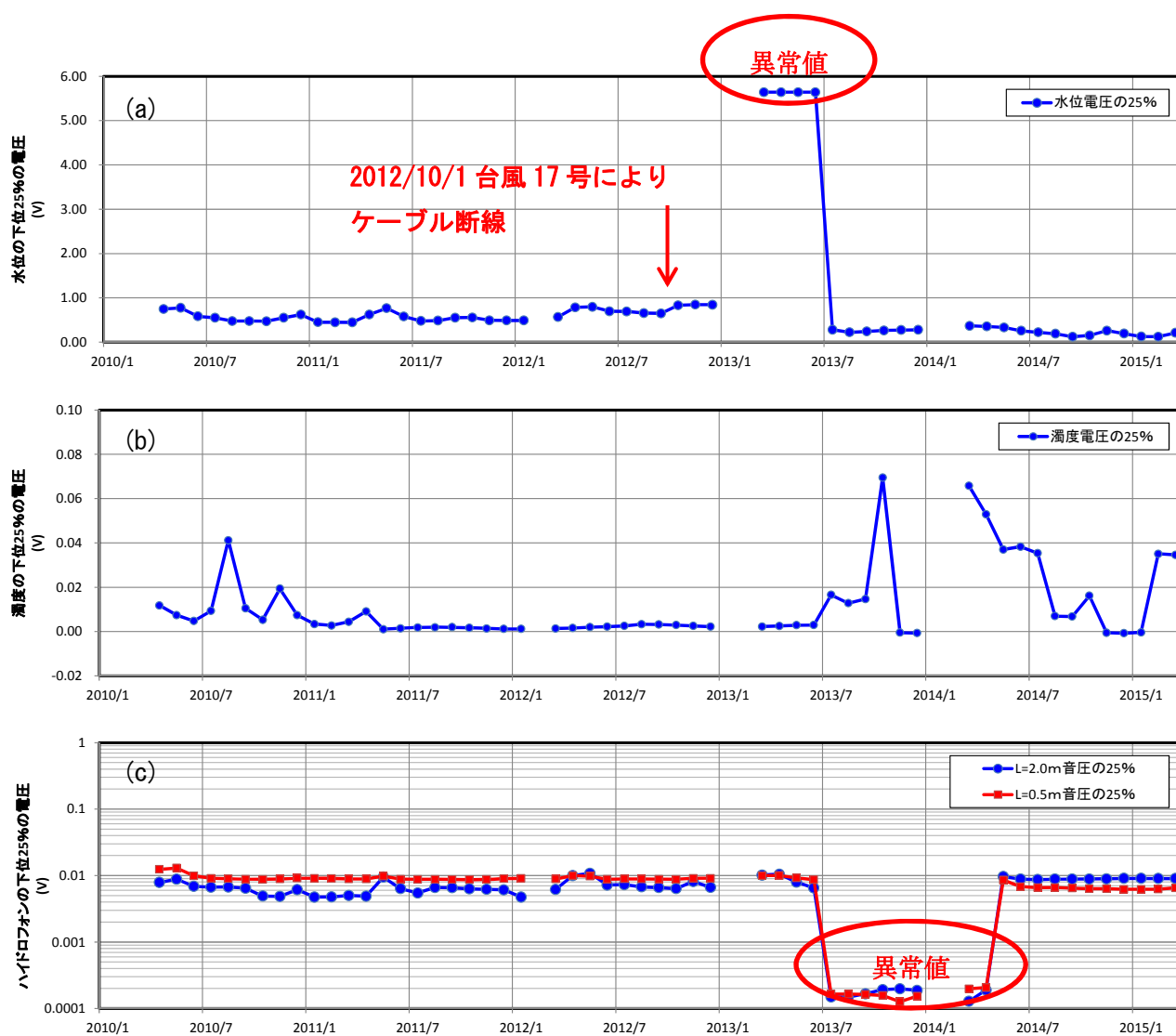
東北地方整備局 福島河川国道事務所 荒川第一帯工観測所

図-2 観測値の時系列変化

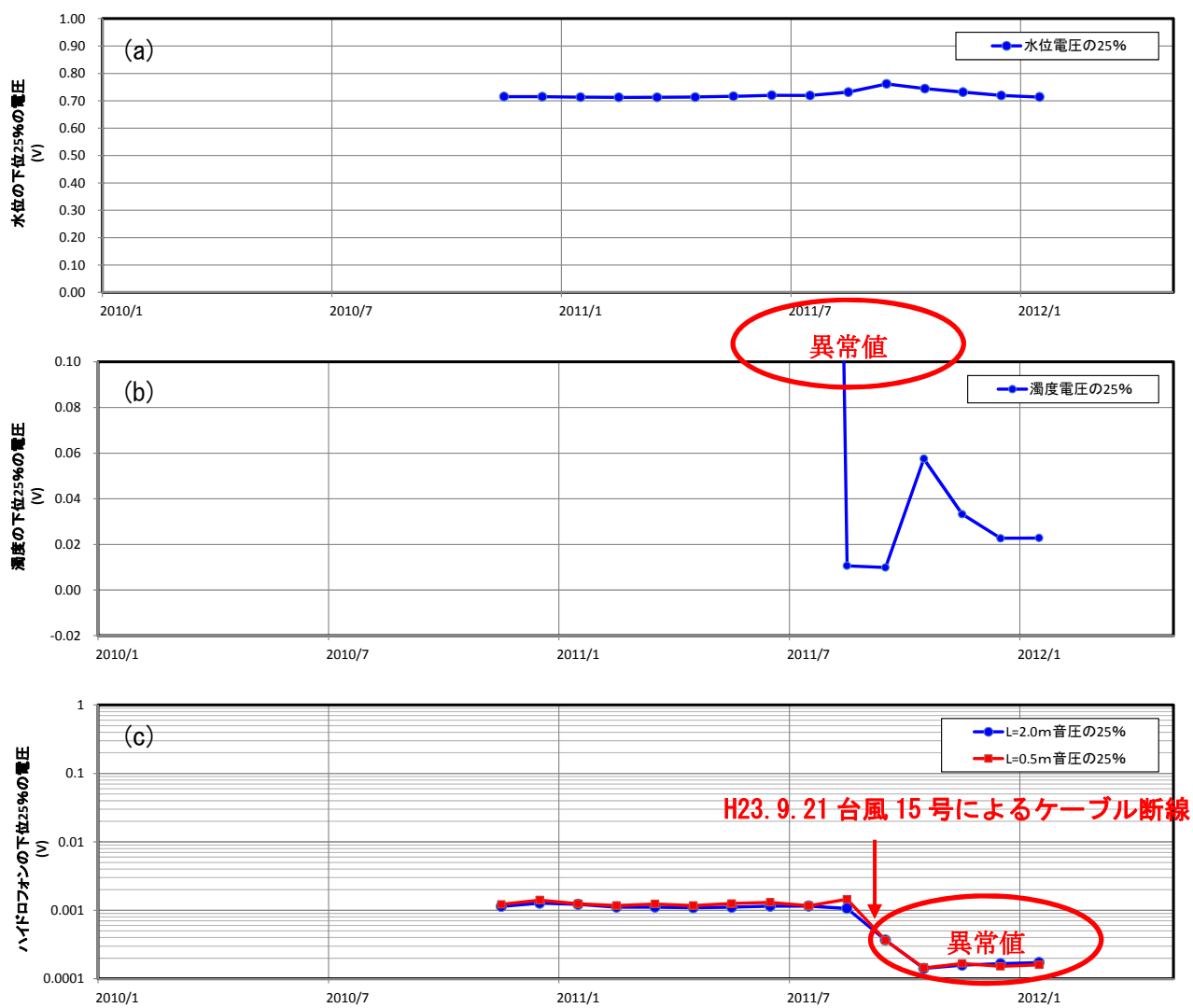


(a) : 水位 (b) : 濁度 (c) : ハイドロフォン  
東北地方整備局 福島河川国道事務所 荒川第一帯工観測所

図-3 観測値の時系列変化



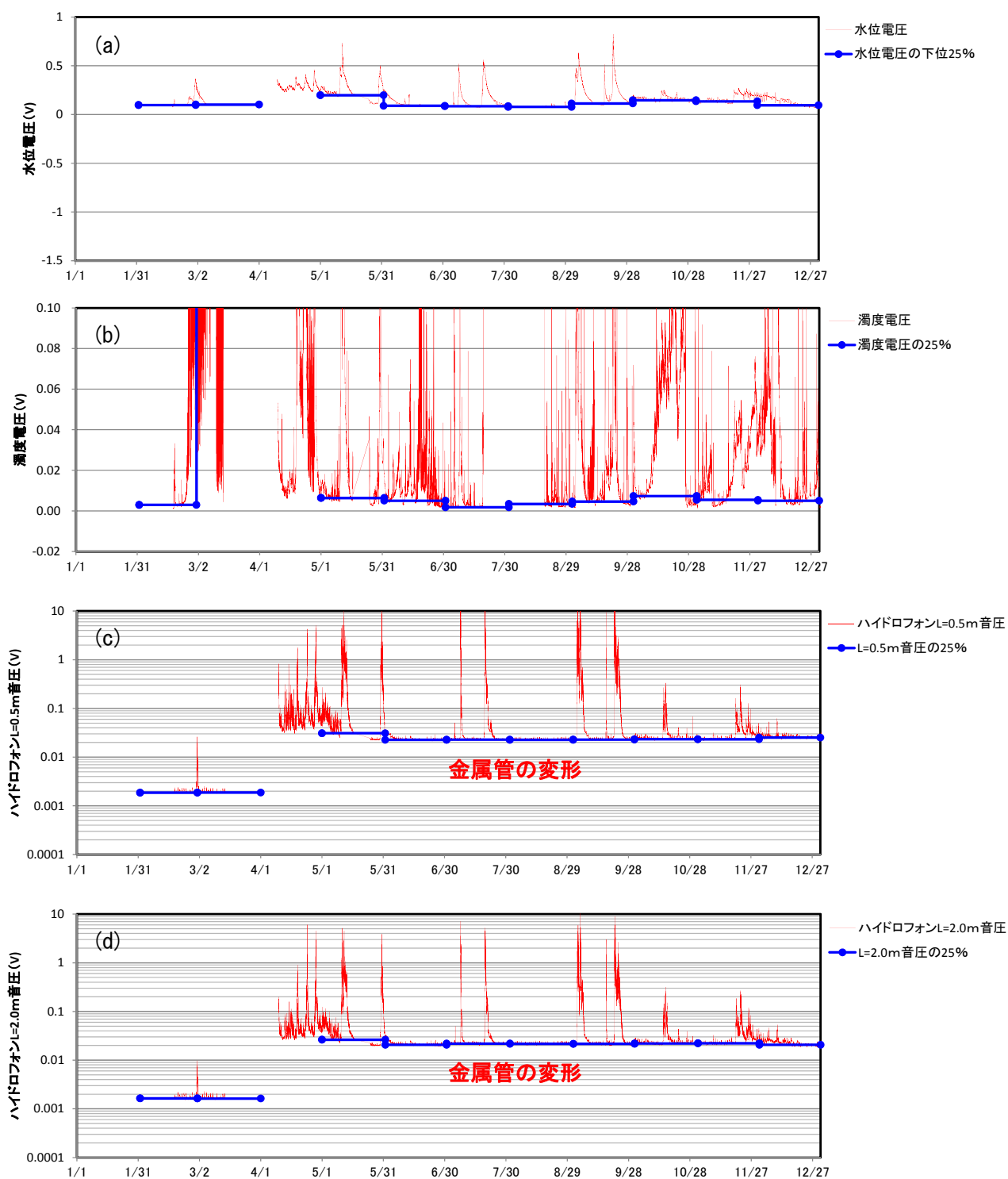
(a) : 水位 (b) : 濁度 (c) : ハイドロフォン  
東北地方整備局 北上下流河川事務所 越戸観測所  
図-4 観測値の時系列変化



(a) : 水位 (b) : 濁度 (c) : ハイドロフォン

図-5 観測値の時系列変化





(a) : 水位 (b) : 濁度 (c) : ハイドロフォンL=0.5m (d) : ハイドロフォンL=2.0m

中部地方整備局 越美山系砂防事務所 坂内砂防堰堤観測箇所

図-6 観測値の時系列変化