

旧幌別硫黄鉱山における融雪による坑内水流量変化と気温変化との関係 The relationship between the change of flow rate of mine drainage due to snowmelt and the change of the air temperature in the Horobetsu sulfur mine.

遠藤 祐司
Yuuji Endou

Abstract

The increase in flow rate of mine drainage due to snowmelt sometimes disturbs the neutralization processing in the Horobetsu sulfur mine. So the development of the flow rate prediction method is needed to certain neutralization processing. The relationship between the change of flow rate of mine drainage due to snowmelt and the change of the air temperature was considered to develop the prediction method. As a result, it became possible to show the change situation of flow rate by 10-day moving average and day average of air temperature.

キーワード：坑内水, 融雪, 流量変化

Key words : mine drainage, snowmelt, change of flow rate

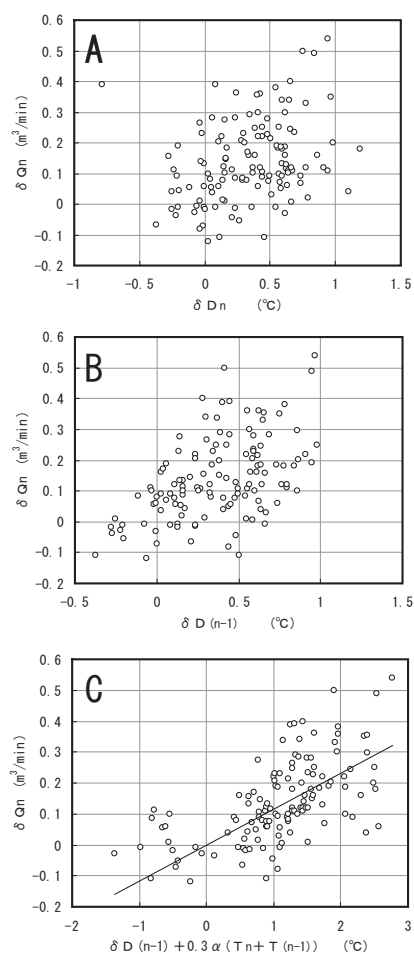
I 緒 言

北海道南西部に位置する旧幌別硫黄鉱山では, 閉山後40年近く経過した現在も酸性坑内水の流出が続き, 中和処理の継続的実施を余儀なくされている. この坑内水の流量は季節的に大きく変動し, 4月から5月の融雪期において顕著な流量増加が発生する. 流量の増加の程度は年ごとの積雪量や融雪の進行状況等によって変わるが, その流量が施設の処理能力を超えることもあり, その際には処理しきれない坑内水を施設に併設されている貯水池に一時的に貯留するなどの対策がなされている (遠藤・荻野:2008).

これらの対策の実施については, 既にある程度マニュアル化が進んでおり, これまでも適正に中和処理が行われてきている. しかし, 坑内水流量の増加を事前に予測することが出来るようになれば, 対策をより円滑に実施することが可能となる.

融雪期における坑内水流量の増加は, 融雪の進行とこの間の降雨によってもたらされる. このうち, 融雪の進行すなわち融雪量の増加は気温の上昇と関連し, 10日間の積算暖度 (degree day) との相関が高いことが明らかにされている (小島ほか:1983). 一方, 本鉱山の融雪期における坑内水の流量変化も10日間の積算暖度あるいは10日間の平均気温と関係することが明らかになっている (遠藤・荻野:2008, 遠藤:2010).

そこで, 今回は融雪期における坑内水流量の変化予測手法開発の緒として, 気温と坑内水流量それぞれの変化量の対応関係の検討を行った.



第1図 気温の変動量と流量の変動量の関係
Fig. 1 Relationship between air temperature and flow rate.

Ⅱ 坑内水流量の変化と気温変化の関係

旧幌別硫黄鉱山に設けられている中和処理場では、坑内水の流量に加えて気温や降水量の観測も行われている。今回は、1998年から2011年までの14年間の4月および5月上旬の観測記録に基づき、融雪期における坑内水流量と10日間平均気温の対応関係について検討を行った。なお、前述したとおり融雪期においても、その坑内水流量はその間の降雨の影響によっても大きく変化することがある。そこで、検討にあたっては降雨の影響が無いと考えられるデータを選択した。

本稿では、10日間平均気温は当日を含めた過去10日間の平均気温を意味し、10日間の日平均気温の平均値として求められるものと定義する。

また表現を簡易とするため、毎年4月1日を基準として以降の日数を n で表すこととし、 n 日目の坑内水流量の日平均値(Q)、日平均気温(T) および10日間平均気温(D) をそれぞれ、 Q_n 、 T_n 、 D_n と表すこととする。

また、 n 日目の坑内水流量の日変化量(δQ_n) は n 日目の流量と $(n-1)$ 日目の流量の差として次式のように定義する。

$$\delta Q_n = Q_n - Q_{(n-1)} \cdots \cdots (1)$$

同様に n 日目の10日間平均気温の日変化量(δD_n)

についても n および $(n-1)$ 日目の10日間平均気温の差とする。

$$\delta D_n = D_n - D_{(n-1)} \cdots \cdots (2)$$

第1図Aは δD_n と δQ_n を比較した結果であるが、両者には明瞭な相関を認めることはできない。しかし、 δQ_n との対比の対象を1日前の10日間平均気温の日変化量($\delta D_{(n-1)}$)とすると、両者の相関はやや高まること判る(第1図B)。しかし、この場合でも両者の相関係数は0.4程度と低い。

そこで、さらに日平均気温もパラメータに加えることとし、様々な検討を行った。その一例として次式で示す項を $\delta D_{(n-1)}$ に加えて δQ_n と比較した結果が第1図Cである。

$$0.3\alpha(T_n + T_{(n-1)})$$

$\alpha: D_{(n-1)}$ が正の場合は1

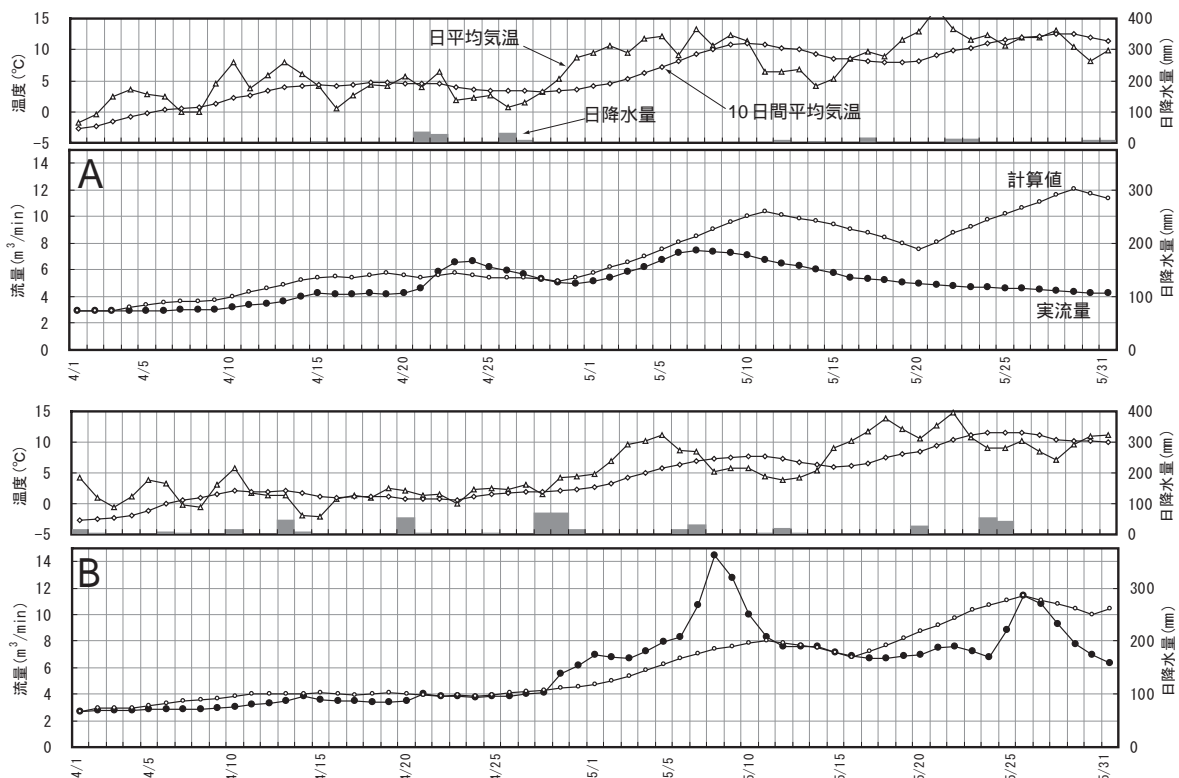
0の場合は0

負の場合は-1

この場合の両者の一次近似式は次式のようになる。

$$\delta Q_n = 0.116 \{ \delta D_{(n-1)} + 0.3\alpha(T_n + T_{(n-1)}) \} \cdots \cdots (3)$$

また、その相関係数は0.59となり単に δQ_n と



第2図 計算値と実流量の比較 (A: 2010年 B: 2011年)

Fig. 2 Calculated and actual flow of mine drainage.

$\delta D_{(n-1)}$ を比較した場合より高い値が得られるようになる。

次に、(3)式を用いるとn日目の坑内水流量 Q_n は、初期値となる1日目の流量 Q_1 が与えられれば、以下のようにその後の気温のデータを用いて算出することが可能となる。

$$\begin{aligned} Q_n &= Q_{(n-1)} + \delta Q_n \\ &= Q_1 + \sum_{k=2}^n \delta Q_k \\ &= Q_1 + \sum_{k=2}^n 0.116 \{ \delta D_{(k-1)} + 0.3\alpha (T_k + T_{(k-1)}) \} \cdots (4) \end{aligned}$$

(4)式によって求められる流量と実際の流量を比較した例を第2図に示す。2009年と2010年の4月から5月の期間について、それぞれ4月1日の実流量を初期値として、以降の流量を(4)式に基づいて算出している。

両例とも融雪による流量増加がピークを迎えた以降の期間、およびそれまでの間の降雨により流量が一時的に増減する期間を除くと、実際の流量変化にほぼ並行して変動する計算値が得られていることが判る。

すなわち、第2図Aに示す2009年の場合、4月中旬の期間と4月末から1週間程度の期間、計算流量は実流量よりやや大きな値をとっているものの、実流量にほぼ並行する変化状況を示している。

2010年の場合には(第2図B)、4月中は実流量にほぼ近い計算値が得られている。4月末の降雨を契機として実流量と計算流量の差が一時的に大きくなっている。しかし、実流量がピークを迎えた後に一度低下し、その後、次の降雨まで再上昇している期間(5月3日から6日)に注目すると、計算流量も実流量の上昇とほぼ同様な上昇傾向を示している。

以上のように、10日間平均気温の変化と日平均気温を組み合わせた(4)式によって、融雪による坑内水流量の変化をある程度の精度で評価できることが明らか

である。

III 結 言

旧幌別硫黄鉱山における坑内水流量について、1日前の10日間平均気温の変化量と当日及び前日の日平均気温をパラメータとしてその増加量を表すことにより、実際の流量変化に近い値を得られることが明らかとなった。

現在、インターネット上の天気予報に関する各種サイトでは、1週間先までの気温予報に関する情報が掲載されている。これらの情報に基づき鉱山周辺の日平均気温等の予測が可能なのは既に明らかとなっている(遠藤, 2010)。このように入手した気温の予測値と本稿で示した関係式を用いることにより、1週間先までの1日ごとの流量予測が可能となる。

ただし、これは気温上昇による融雪の進行に起因する流量変化だけを対象とするものである。第2図でも明らかのように、融雪期における坑内水流量の増加は降雨による影響も大きい。融雪期における坑内水の流量変化の事前予測に関する実用的なシステムを確立するために、今後、降雨と坑内水の流量変化との関係性についての検討も進めていく予定である。

文 献

- 小島賢治・本山秀明・山田芳則(1983): 気温等単純な気象要素による融雪予測について, 低温科学物理篇, 42, 101-110.
- 遠藤祐司・荻野 激(2008): 融雪期における旧幌別硫黄鉱山の坑内水の流量変化, 北海道立地質研究所報告, 79, 23-34.
- 遠藤祐司(2010): 日平均気温による融雪期の坑内水流量変化の予測, 平成22年地質研究所調査研究成果報告会報告資料集, 16.