

寒冷地におけるレーザー式積雪深計反射面の作成

北海道研究林 古田卓¹⁾

1. はじめに

寒さが厳しい北海道研究林では土壌凍結が40cm近くなり(図1)、凍結に従い地表層が持ち上がる『凍上』という現象が起る。凍上は耐工法を行っていない構造物や仮設物にしばしば歪み等を生じさせる。

北海道研究林では降雪期(10月～5月)における積雪深を測っており2009年よりレーザー式積雪深測定装置(KDC-P05-YUKI)を用いている(図2)。

観測概要は観測ポールに設置した測器から地面に置かれた目標(反射面)に向けて斜下へレーザーを照射し、反射されて戻ってきた値を電圧(mV)としてロガーに記録し、換算式により積雪深(cm)を算出する(±1cm以内)。なお換算式は $-0.2 \times \text{電圧値} + \text{オフセット値}$ ^{注1}である。観測当初は反射面として地面に30cm四方の岩盤を置いていただけであったが、その後、凍上を考慮して、深さ1m直径15cmの塩化ビニル管(以下、塩ビ管)にモルタルを詰め埋設し、地際に出た面を反射面とした(職員の聞き取りにより)。

しかしロガーと金尺などによる目測による積雪深の観測値を見る限り、標茶区でも凍上が疑われる観測値の変化が数cmほど見られた。このような測定値の誤差に関して、標茶区では数度、測定に用いられるオフセット値を調整してきた(表1)。

凍上に左右されず毎年、一定のオフセット値で観測できれば手間をかけずより正確な継続観測を行うことができ、また、観測データから書面に起こす際に、誤りが少なくなることが期待できる。また図面や方法を記録として残すことは今後の積雪レーザー観測の参考になると思われる。

注1 積雪が無い時、ロガーに記録される積雪深を0cmとなるように埋め合わせる数値

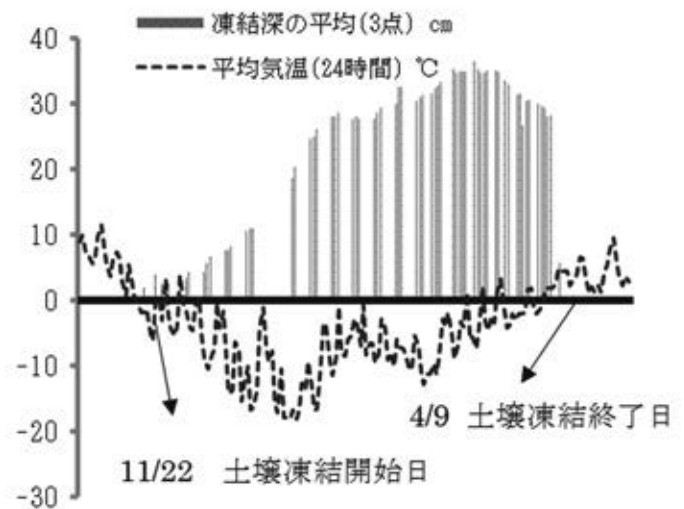


図1 2012年度標茶区の平均気温℃と土壌凍結cm

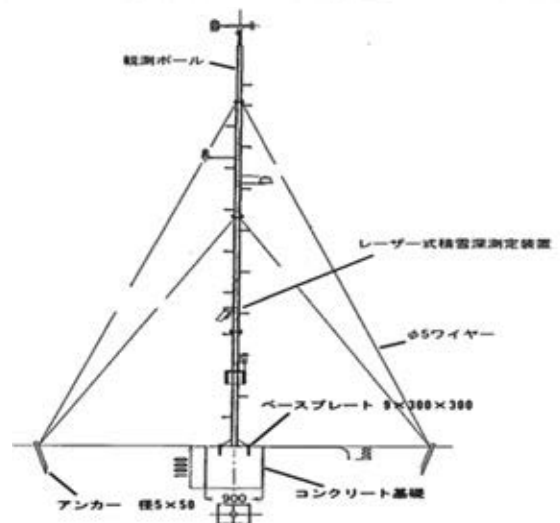


図2 機器配置図

表1 オフセット値の変化

積雪換算式: $-0.2 \times \text{電圧値} + \text{オフセット値} = \text{積雪深}$	
期間	オフセット値
2009年1月～2010年10月	325.0
2010年11月～2011年12月22日	323.0
2011年12月23日～2013年10月	314.0
2013年11月～	312.2

¹⁾ 現: 芦生研究林

2. 凍上の影響を受けないレーザー式積雪深計反射面作成の作業記録 (表 2)

表2 作業記録

種目	規格・内容	数量	金額
工事期間	10月23、29日、11月20、21、22日	5日	
人工数	計画・準備	2人工	
	施工	6人工	
材料	インスタントセメント	220 k g	14960円
	石膏	2 k g	760円
	型枠追用木材・鉄筋		廃材
	内径30cm、高さ100cmの塩ビ管		廃材
	砂利 10-40		

5日、8人工、15720円

2-1. 計画・素材の準備 (10月23、29日)

2006年～2011年の標茶の土壌凍結深を調べると最大約60cmとなっていた。そこで埋設する深さは100cmとして内径30cm、高さ80cmの塩ビ管にインスタントセメント(以下セメント)を詰め、埋設することにした。また塩ビ管の自重での沈降および凍上での持ち上がりを防ぐために60×60cmの基盤を作り、塩ビ管内とは鉄筋で固定し、さらにその下に厚さ10cmで砂利を敷くことにした。(図3-1、図3-2)

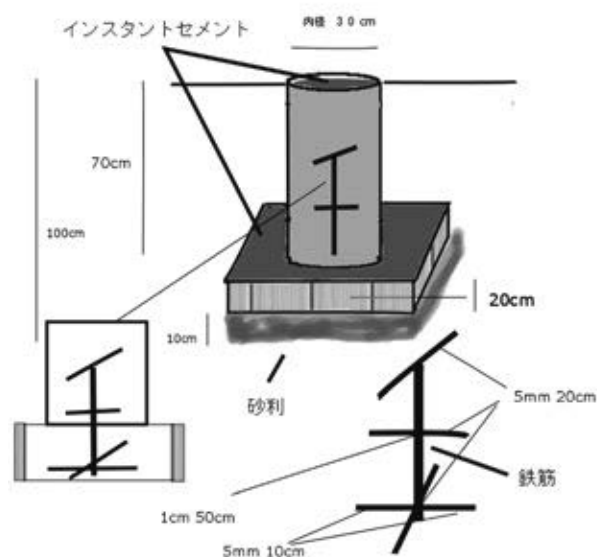


図 3-1 模式図

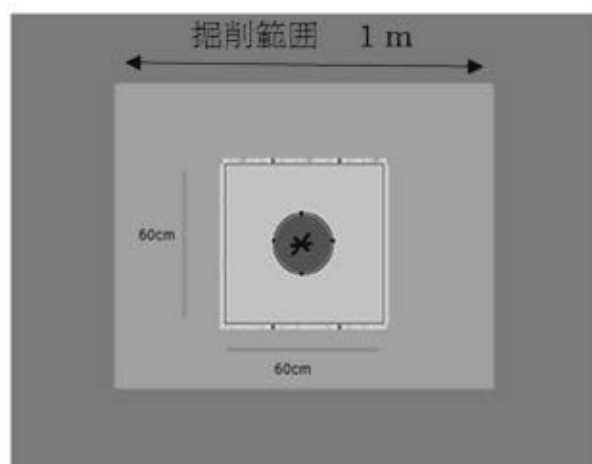


図 3-2 上からの模式図

2-2. 施工 (11月20、21、22日)

レーザー式積雪深測定装置の test モードで示されたポイントにビニールテープを十字に張って中心をとり、深さ100cm、縦・横70～80cmの穴を掘り、底面に厚さ10cmの砂利を敷いた(写真1)。砂利を足で踏みならした後、縦・横60cm、高さ20cmの枠組みを中心に置いた(写真2)。枠組みの外側と穴の壁は10cmくらい隙間をあけ、そこに砂利を敷き詰め枠組みが動かないようにした。枠組みの中心に加工した鉄筋をおき、セメントを枠組みのすり切りまで流し込んだ。雨露を防ぐためブルーシートをかけ乾燥を待った。

翌日、基盤が乾燥しているのを確認し、鉄筋を中心にして塩ビ管を置きセメントを塩ビ管の9割くらいまで流しこんだ(写真3)。ブルーシートをかけ乾燥を待った。

翌日、塩ビ管上部に溜まった水を排除しつつ乾燥させた。積雪レーザの反射率は白色が良いとされるため石膏を厚さ 5 センチほど流し込んだ。途中で石膏が少々足りなくなったので、砂利を混ぜて増量した。石膏は低温すぎると硬化しにくいので、凍結防止用の熱線を巻き石膏の乾燥を待った(写真 4)。乾燥後、反射面の整形などの微調整を行って施工を終えた(写真 5,6)。



写真1.掘削の様子



写真2.基盤用の型枠を設置



写真3.セメントを流し込む



写真4.石膏を乾燥させる

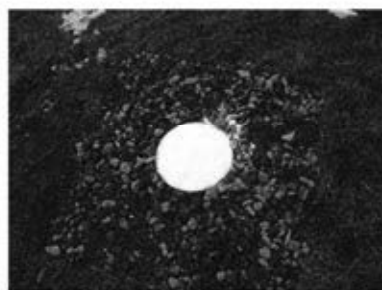


写真5.反射面の整形



写真6.工事完了

3. 結果

2011 年～2014 年までの積雪初期と積雪終期におけるログーと目測(金尺)の値を示す(表 3)。なお便宜上、積雪無しは 0.0cm、積雪 $0.0\text{cm} \leq 1.0\text{cm}$ は 0.5cm として表した。施工前のログーと目測(金尺)の差の最大は 7.5cm であり、最小は 0.8cm だった。施工後最初の積雪終期は最大で 4.6 cm と安定してなかったが 2013 年 12 月 9 日以降は $\pm 2\text{cm}$ 以内と安定した値が記録されているように思われる。

4. 改良点およびメモ書き

オフセット値の変更はログーと目視との誤差をなくす作業で過去 4 回行っており、その都度、目視(金尺)とログーとの間の差は無くなっており、その後何らかの原因で誤差が発生してきたものである。

2011 年 12 月 23 日にオフセット値の 9 cm 引き下げが行われているが、これは気象保守点検の際に観測ポールの傾きをバックルにより調節したためである。

観測ポールが凍上している可能性については、観測ポールの基盤の仕様と土壌凍結の深さから考えにくい。ただし、標茶は火山灰地であり、かつ地下水位も高く地盤が緩いので、地震などの影響でアンカー等が緩み、観測ポールが傾いた可能性は考えられる。今後ログーと目視との間に差が出てくるのであれば、レーザー式積雪深測定装置の設置位置および角度の確認や、

φ5ワイヤーのバックルを閉め直すなどの調整が必要になるかもしれない。

また、雨による観測面の石膏の浸食が見受けられるため適時石膏を塗りなおす必要があると思われる。

表3 2011年～2014年までの積雪初期と積雪終期におけるロガーと目測(金尺)の差

カテゴリー1	カテゴリー2	年月日	積雪深 cm		土壌凍結	ロガーの差と目測(金尺)	オフセット値
			ロガー	目測(金尺)			
施工前	積雪終期	2011/4/1	10.5	3.0	28.7	7.5	323.0
	積雪初期	2011/12/5	測器不調	5.0	5.9	#VALUE!	
	積雪終期	2012/4/17	9.6	5.0	32.8	4.6	314.0
		2012/4/18	4.3	0.5	32.5	3.8	
		2012/4/19	4.1	0.0	31.3	4.1	
		2012/4/20	3.2	0.0	30.0	3.2	
		2012/4/23	1.8	0.0	29.5	1.8	
	積雪初期	2012/11/12	0.9	0.0	0.0	0.9	
		2012/11/13	0.8	0.0	0.0	0.8	
		2012/11/14	0.9	0.0	0.0	0.9	
		2012/11/15	1.1	0.0	0.0	1.1	
		2012/11/16	0.9	0.0	0.0	0.9	
施工後	積雪終期	2013/4/1	33.6	29.0	30.0	4.6	312.2
		2013/4/2	30.4	29.0	29.7	1.4	
		2013/4/3	27.3	24.0	29.3	3.3	
		2013/4/4	23.3	20.0	28.0	3.3	
		2013/4/5	21.1	18.0	28.3	3.1	
		2013/4/8	0.5	0.0	5.7	0.5	
		2013/4/9	0.5	0.0	0.0	0.5	
	積雪初期	2013/12/9	0.1	0.0	2.0	0.1	
		2013/12/10	-0.2	0.0	0.0	-0.2	
		2013/12/11	0.1	0.0	0.0	0.1	
		2013/12/12	1.3	1.0	0.0	0.3	
		2013/12/13	1.4	0.5	1.0	0.9	
	積雪終期	2014/4/7	21.0	21.0	10.2	0.0	312.2
		2014/4/8	17.8	18.0	9.8	-0.2	
		2014/4/9	12.0	14.0	0.0	-2.0	
		2014/4/10	6.4	7.0	0.0	-0.6	
		2014/4/11	8.4	7.0	0.0	1.4	
	積雪初期	2014/12/15	0.1	0.0	16.5	0.1	
		2014/12/16	0.2	0.0	18.7	0.2	
		2014/12/17	停電	39.0	19.2	#VALUE!	
		2014/12/18	42.4	43.0	19.0	-0.6	
		2014/12/19	42.2	41.0	18.3	1.2	

※ 便宜上0cm以上1cm未満は0.5cmとし
降雪なしは0.0cmとした。