

山岳用精密高度計について*

(第4回山の気象シンポジウム No. 8)

高 橋 博**

1. 緒 言

山を歩いている時、何時も自分のいる場所が正確に、地形図の上でわかってなくてはいけない。普通、位置は、磁針(方向)とまわりの地形から求める。しかしいろいろの理由………地形の変化が乏しい、似た地形のくりかえし、地形の変化がはげしくて地形図が不完全である、ガス・降水などの気象条件が悪い、草丈が高い、森林の中、沢や深い谷間など見通しがきかない、地形図にない道を歩いている、など………から、磁針とまわりの地形によっては、位置がだせない場合がどうしてもある。こういう時、道をあやまったり、さきの距離をよみそこなって、大きな損や、時に遭難をする。その際、地形図上で自分の歩いて来た道と位置が正しくわかっており、高さを正確に知れば、位置を正しく割り出せることが多い。勿論、正確な高さを知ること、まわりの地形がよくわかる時でも、極めて有益である。

ここに述べる精密高度計は、縮尺 1/1,000~1/10,000 の精密な地質調査をするために、苦心して探しだし、山で使うのに適するよう、改良したものである。現在、この計器は地質調査所の石灰石・ドロマイト鉱床の調査には、なくてはならないものになっており、ほかの調査でも使われている。登山や山の気象の研究にも役立つ計器なので、その特色や使い方について、研究の結果とあわせてここに発表する。

2. いきさつ

市販の高度計は、精度が十分でなく、リレキ現象があり、こわれやすいなどの欠点が多い。これらの欠点のない高度計を作るため、昭和33年1~3月、気象機械関係を調べた。その結果、①気圧計の生命は空ゴウで、精密な高度計はもっとも信頼のある空ゴウメーカーに作らせること、②南極とヒマラヤ遠征隊の使ったケイタイ用精

密高度計の成績がよかったことがわかり33年度に1台買入れた精密計器であるから、山での使用に実際に耐えられるかどうかを、約2年間試験した。試験の成績がよかったので、ケースの改良をして、昭和35年度から台数を増し本格的に使うことを決めた。

3. 構造と特色

これは、アネロイド型気圧計の1種で、柳計器製航空機用精密高度計をケイタイ用にしたものである。

計器は本体とケースからなる、本体は空ゴウ・温度補正バイメタル・伝導機構・リレキ消去装置・高度目盛板・示針調整などよりなり、これらを金属製ケースに入れてある。皮ケースは四角で、目盛板を見るためのプラスチックの窓があり、本体を完全におおい、肩から下げる為のつり皮がつき、その大きさは2眼レフ・カメラ程度である。

地質調査所で使っている精密高度計の仕様は次の通りである：—

使用高度	海拔 0 ~ 2,000m
高度目盛	0 ~ 1,000m (示針は 1,000m ごとに 1 回転する)
目 盛	1 目盛 10m (目測で 1m まで読める)
使用温度	-30° ~ +40° C
許容最大誤差	使用高度・温度全範囲内で 1 目盛

- (注) 1. 仕様は使う目的によって変えられる。たとえば、高度を 8,000m までにする。その場合、示針の回転数(1,000m の位の値)は目盛板の中に数字で示される。しかし最大誤差は 25m 位になる。逆に高度範囲をせばめて、精度を上げられる。
2. 気圧も示すようにできる。
3. 高度 1m の位を読むためのバーニヤをつけられる。
4. 1 目盛を 10m としたのは、目測で 1m まで読めること、国土地理院の地形図の高度精度が 1/50,000 で 20m, 1/25,000 で 10m, 1/1,000

* On Precision Orometers

** Hiroshi Takahashi 工業技術院, 地質調査所
—1962年4月10日受理—

の実測地形図でも普通1~2mであり、実用上さしつかえないからである。また精度を上げると気圧変化の影響が大きくなることも考えた。

空ゴウはこの計器の生命で、バネ材料として特性のよい洋白(Ni-Zn-Cu合金)で作られている。空ゴウは気圧の変化に応じて、のびもじみする。その度合は温度によって変わる。空ゴウにとって、温度による影響は、ヤング率の変化($3 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$)が支配的で、熱ボウチョウ($10^{-5}/^{\circ}\text{C}$)より、1ケタ大きい。精密高度計では空ゴウと示針の間の大小2個のバイメタルにより、ヤング率の温度変化による誤差を除いてある。その補正は1台毎に、その都度綿密にされる。市販品は温度補正装置がないため、示針は気圧と温度の和を示す。したがって同じ高度でも暖い日だまりと、寒い北斜面では値が変わる。精密高度計では、この様な不都合は生じない。

リレキ現象は高度計にとって大きな問題である。A点から出発し、高度Bに達し、A点にもどった時、リレキ現象があると、示針の値は出発の時と違う、さらに高度Cを経て、3度目にA点にもどった時は、また違った値となる。すなわち、登り降りをくり返す毎に、示針の狂いが大きくなる。精密高度計では、リレキ現象を、まず弾性材として特性の良い材料を使い、なお生ずるリレキをオモリにより消している。市販品には、リレキ現象が明らかに見られる。市販品と精密高度計の性能が明らかに見られる。市販品と精密高度計の性能の差は第1表に

あきらかである。測定装置と測定法は同じで、ともに1年半使用したものを測定した。ただし、両者の使い方は全く違っていた。市販品は、新品の場合ももっと性能が良かったものと想像される。測定値の絶対値を問題とせず、両者の性能上の差を相対的に理解されたい。精度とリレキ現象の有無の違いは明らかである。

5. 使 い 方

市販品と変らない。温度・湿度を測定し、気圧から高度を算出出来る。しかし、実際には、地形図から高度の明らかな点で、高度目盛を補正しつゝ使えばよい。天候の安定している時は日に1~2度、不安定の時でも2~3度補正する。多人数で行動する時は、気象係がもち、空の観測とともに記録するとよい。高度の補正は、あまりヒンパンにせず、その差を書きこんでおく方がよい。著しい前線や低気圧の通る時は、気圧計としての利用価値が高い。たとえば、台風の目の通過を天候の回復とあやまることはない。

6. 注 意

(1) 計器は必ず水平にし、条件を一定にして値を読むこと。地形図上の高度測定点と計器の値を比べる時は、必ず測定点の正確な場所ですること。

(注) 示針に多少のアソビがあるから、一定の回転方向に針がかたよる様にして、読まぬと誤差が入る。計器にはアソビを除くため、示針を一定回転方向に、バネで引いているが、リレキ消去装置などに狂をあたえぬた

第1表 性能試験(器差(m))

		高度(m)									
		0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500
市 販 品 (0~4500m用)	1) 常温 20°C (帰り)	0 +30 ^{b)}	-80	-80 -40	-100	-115 -65	-120	-120 -80	-110	-110	-110 -110
	2) 低温 -15°C (帰り)	+10 +20	-80	-100 -70	-120	-130 -100	-140	-140 -120	-140	-140	-140 -140
	3) 高温 +55°C (帰り)	-30 +10	-90	-90 -60	-100	-110 -70	-110	-100 -70	-80	-80	-80 -80
精 密 高 度 計 (0~2000m用)	4) 常温 25°C	0	+5	0	+5	+5	+15	+15	+20	+20	
	5) 常温 +25°C	0	-2	-2	-7	-7					
	低温 -30°C	-6	-4	-4	-7	-10					
	高温 +40°C	0									

- (注) 1) 30分後でも、約20mにしかもどらない
 2) 常温試験後原点を0に合せ、-15°Cに1時間放置した後のデーター
 3) 低温試験後、常温に放置し、常態にもどった後、原点を0に合せ、+55°Cに1時間放置したあとのデーター
 4) 2000m用に調整したものであるが4000mまでデーターをとった
 5) 4)とは別の時期に行なった

第2表 実例

時	天気	場所	高さ			岩質記録
			GM	AM	差 (E(H))	
10.10	①	原点	262	262		(注) 60—10—23 岐阜県揖斐 郡谷汲村横 倉カヤ場 (ドロマイ ト鉱床調査 野帳より) GM測量実 測値 AM精密高 度計の 値 差 GM— AM (E(H))差 から補正し た高度
10.45	◎		360	354 397	—6 (403)	
				400 426 430 439	(405) (431) (435) (444)	
11.25	◎					
11.54	◎	P 7	515	455 500 499 512	(459) (503) (502) —3	
13.10	①			520 523	(523) (526)	
14.10	○		578	580	+2	
		P 5	609	613 618 637 642 645 631 630 614	+4 (614) (633) (638) (641) +4 (626) (610)	
15.20	○		627			
				609 601 594 582 576 568 565 562 548 428 418 370	(605) (597) (590) (577) (571) (563) (561) (557) (542) (419) (409) +10	
16.30	①		360			

め、その力は弱い。

(2) 使用中と現地への往復の間、しよう撃や強振動を与えぬこと、写真機より大事に扱うこと、高度差1目盛=空気柱10mは地表で約1mbに相当し、水柱わずか1cmの底面圧力に相当する。大気中1mの高度差に水柱1mmというび弱な圧力差である。もともと航空機用として振動に強く作ってあるが、地面に落ちたり、持って飛びおいたり、ぶつけたりしないこと、肩から下げていれば、普通の活動による振動はさしつかえなく、体にゆわえておけば、普通にころんだ位では狂わない。現地への往復の途中、自動車の振動がじかに伝わらない方がよい。たとえば、座席の上どころがしておかぬこと。でき

たら列車の中でも風圧の変化をじかに受けぬ方がよい。(リユックサックの中に入れておく) 急行列車がトンネルに入る時ひどく針がゆれ、トンネル内で高度で50~100m上り、「コダマ」のずれ違いでは150m位上る。航空機に乗せる時はメーカーと相談すること。

(3) くだりの時、たとえば20m位下っても示針が動かぬ時は、リレキ消去装置の故障である。原点が大きく狂った時(気圧値と比較してわかる)は調整に出すこと、精密計器であるから年に1度位、定期手入れに出すこと、以上は必ずメーカーですること。

(4) 皮ケースは改良された。しかし、雨に強くする必要がある。ケースのフタを開けた時、計器は頭が重いから、落とさぬ様注意。

7. 結 語

以上のべた様に、市販品と(安くて小型であるが)比べて精度高度計は、①精度が高く(1mまで読める)②市販品は高度と温度の和を示し、リレキ現象が著しいのに対し、その様な不都合を除いてある(計器としては当然であるが)本質的な性能の違いをもっている。しかし、価格が高級写真機程度のため『高い!!』と良く云われる。本当に『高い』だろうか? 両方の間には計器の名に値するものとししないものゝ本質的な差がある。正確な高度計は登山を正しく進めて行く保証であり、しばしば生命をゆだねる唯一の計器となる。誰れでも高性能の写真機にひかれ、登山やスキー用具の良い物を背のびしてまで買ったりする。正確な高度計は、灯台の様な役目をする大切な計器であることをよみとって、山岳部や会で共有備品として必要な台数を備える様に推めます。勿論、一般登山者の手に入る値段に下ることをメーカーに望みます。しかし、その価値をかえりみず、時代の実状をを無視して、限度をこえて安くすることは望みません。ある程度『高価』でも優れた製品を関係者が育てなければ、優れたものも、この世の中から、消えてしまひましょう。又、優れた物を使い、使いこなすと、それまでには得られなかった収穫を必ず手に入れ(しばしば予期しなかった)技術的に1歩前進できます。そのことは、地質調査所のドロマイト・グループが、この計器を使って得られた技術的な収穫からも、自信をもって云えます。

最後にこの精密高度計を開発する上で、ご協力を載いた気象庁大井正一技官に感謝します。

× × × ×