

降水量・気温・風速から積雪深を推定する手法に関する研究

Study on Techniques for Estimating Snow Depth from Precipitation, Air Temperature, and Wind Speed

一般的に、降雪量や積雪深の計測には、積雪深計が使用されます。しかし、全ての地上気象観測点(気象庁アメダスなど)に積雪深計が設置されているわけではありません。特に、普段あまり雪が降らない地域ではその設置割合は低いです。本研究では、地域を問わず多くの地上気象観測点に設置されている雨量計(降水量計)・気温計・風向風速計による観測データから降雪量や積雪深を推定するための手法について研究しています。

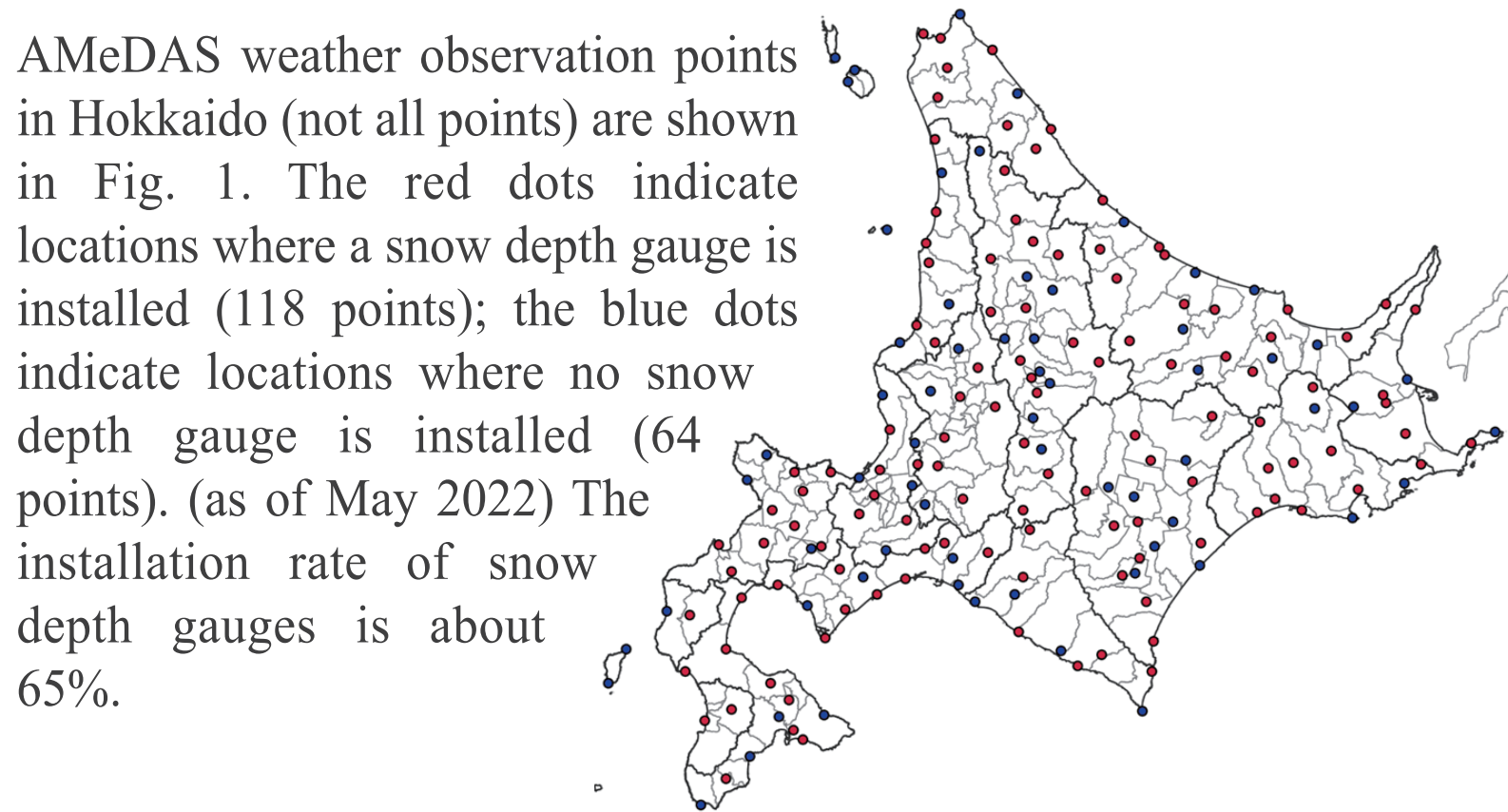
Snow depth gauges are generally used for measuring the amount of snowfall and snow depth. However, not all surface observation stations, including those of the Japan Meteorological Agency's Automated Meteorological Data Acquisition System (AMeDAS), have snow depth gauges. The installation rate of snow depth gauges in areas with little snow is particularly low. We studied techniques for estimating the amount of snowfall and the snow depth using the data obtained from rain (precipitation) gauges, thermometers, and anemometers.



北海道内のアメダス地点

AMeDAS locations in Hokkaido

図1に、北海道内のアメダス気象観測点(一部)を記します。赤丸は積雪深計が設置されている地点(118地点)、青丸は設置されていない地点(64地点)です(令和4年5月時点)。このように、積雪深計の設置割合は約65%です。



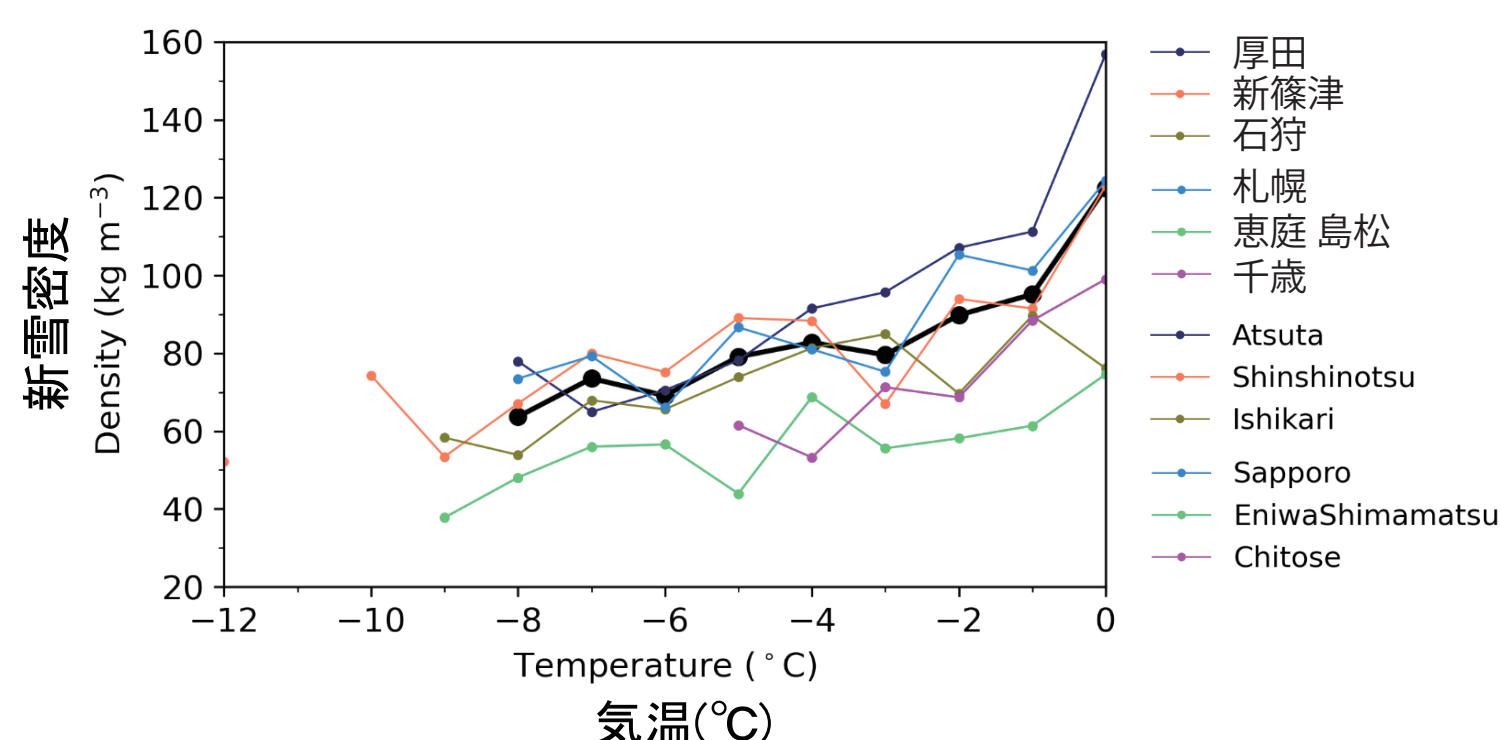
▲図1 北海道内のアメダス地点
(雨量計のみが設置されている地点を除く)
Fig. 1 AMeDAS points in Hokkaido (excluding those where only a rain gage is installed)

新雪密度の仮定

Assumption for the density of fresh snow

雨量計観測によって得られる降水量(mm)は、雪を水に融かした時の深さです。したがって、降雪量や積雪深を求めるためには、新雪密度を仮定して雪の深さに換算する必要があります。しかし、新雪密度は気温によって異なるため、固定値ではありません。例えば、気温が高いときは湿った重い雪(密度大)ですし、低い時にはサラサラした軽い雪(密度小)です。そこで、気温と新雪密度の関係について調べました。例として、石狩地方における結果を図3に示します。

The precipitation (mm) observed using the rain gage is the snowmelt equivalent. Therefore, it is necessary to assume the density of fresh snow and convert the depth of snow in order to obtain the snowfall and snow depth. There is no fixed value for the assumed density of fresh snow, because it varies with the air temperature. For example, snow is wet and heavy (high in density) when the air temperature is high; it is dry and light (low in density) when the air temperature is low. To clarify this further, we investigated the relationship between the air temperature and the density of fresh snow. The results of an investigation done in the Ishikari area are shown in Fig. 3.



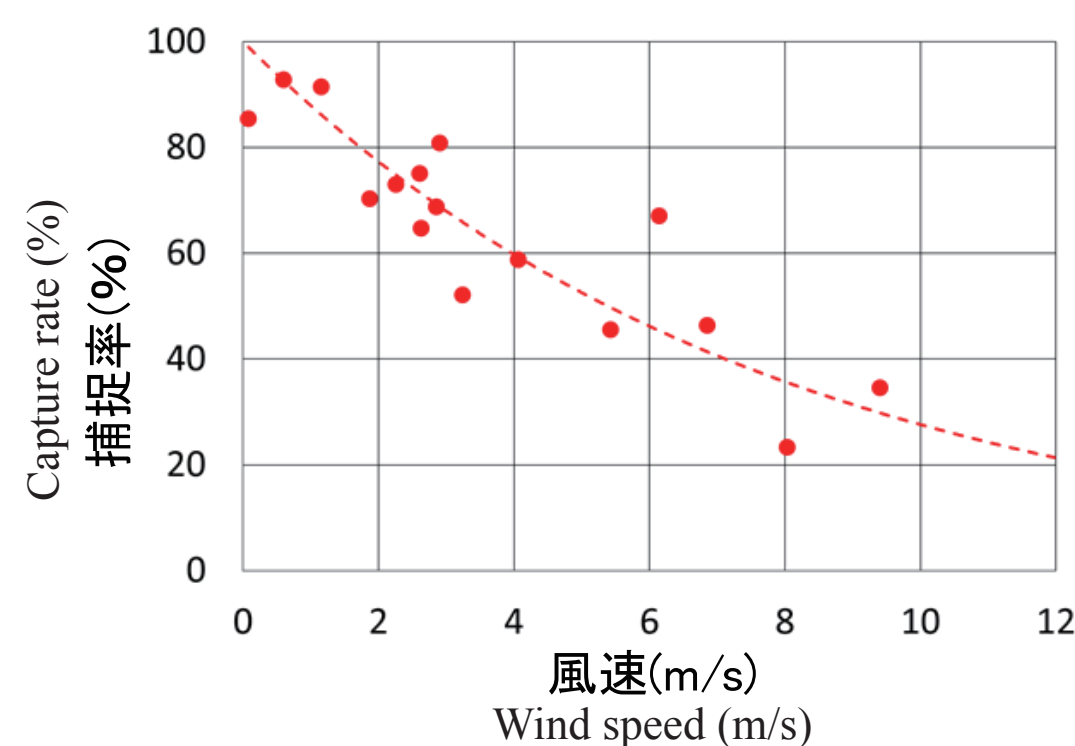
▲図3 気温と新雪密度の関係(石狩地方の例)※黒の実線は全6地点の平均値
Fig. 3 Relationship between the air temperature and the density of fresh snow
(This example is for the Ishikari area.)
- The black solid line shows the mean values for all six points.

雨量計で雪を測るのは難しい(捕捉率の低下)

Measuring snowfall using the rain gauge is difficult. (low capture rate under strong winds)

雪は雨滴に比べて風の影響を受けやすいため、雨量計を用いて降雪を正確に測ることは困難です(雨量計の捕捉率が低下するため)。本研究では、世界気象機関(WMO)が推奨する高精度な降水観測システム(DFIR)を用いた降雪観測を行い、雨量計の捕捉率と風速の関係について調べました。図2に示す結果から、風速が5m/sの時、雪は約半分しか補足されることが分かりました。したがって、雨量計で雪を測るときには、過小評価された分を補正する必要があります。

Accurate measurement of snowfall using a rain gauge is difficult, because snow particles are more greatly influenced by wind than raindrops are. (Snow particles caught by the rain gauge as a share of all fallen snow particles decreases with increase in wind speed.) In this study, we used a high-accuracy precipitation observation system (Double Fence Intercomparison Reference (DFIR)) recommended by the World Meteorological Organization (WMO) for snowfall observation and investigated the relationship between the capture rate of the rain gage and the wind speed. As shown in Fig. 2, only half of the falling snow particles are captured when the wind speed is 5m/s. Therefore, it is necessary to correct the measured amount by compensating for the underestimated amount.



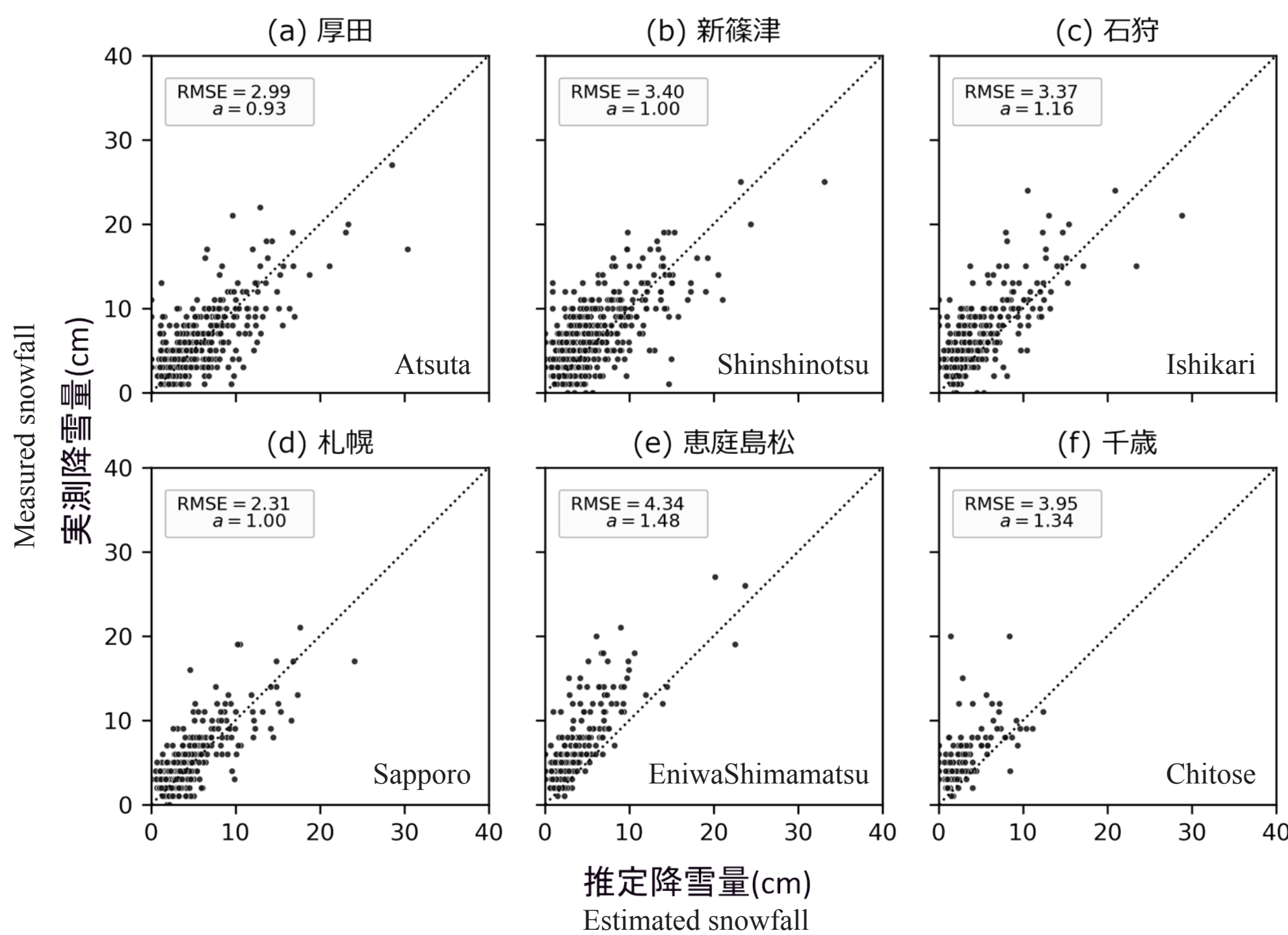
▲図2 雨量計の捕捉率と風速の関係
Fig. 2 Relationship between the capture rate of the rain gage and the wind speed

降雪量および積雪深の推定結果

Estimated values for snowfall and snow depth

雨量計による実測値を補正した降水量および気温に依存する新雪密度を用い、時間降雪量を推定しました。積雪深計による実測値との関係を、石狩地方を一例に、図4に示します。この結果から、推定値と実測値が概ね整合することが確認されました。石狩地方以外においても、同様の結果が確認されました。また、時間降雪量の6時間累計値と積雪計による6時間降雪量は、多くの降雪事例において一致することが確認されました(図は割愛)。道路管理の観点からは、6時間程度の積雪増加量を把握することができれば十分と考えられることから、本手法による降雪量および積雪深の推定は妥当であると考えられます。

We estimated the hourly snowfall using the precipitation, which was obtained by correcting the value measured using the rain gage, and the density of fresh snow, which is dependent on the air temperature. The relationship between the snowfall measured using the snow depth gauge and the estimated snowfall in the Ishikari area is shown in Fig. 4. From this figure, it is found that the estimated and measured values roughly agree. Examinations on other areas obtained results similar to those of the Ishikari area. In addition, it was found that the six-hour cumulative value of the hourly snowfall and six-hour snowfall measured by the snow depth gauge agree with each other in many cases of snowfall events. (figure omitted) From the viewpoint of road management, obtaining the amount of snowfall in a period of six hours is sufficient; therefore, the estimation of snowfall and snow depth using the technique developed in this study is considered to be appropriate.



▲図4 推定降雪量と実測降雪量の関係(石狩地方の例)

Fig. 4 Relationship between the estimated and measured snowfalls (This example is for the Ishikari area.)