

変動する立山の雪

立山カルデラ砂防博物館

飯田 肇

1. はじめに

富山県は、水が豊富なことで有名だ。その水の源をたどると、3000メートルの標高を持つ北アルプス立山連峰の雪にたどり着く（写真1）。立山の年降水量は6000mm以上と推定されるが、そのうち半分近くを雪が占めている。立山の雪は、その標高により量が大きく変化する。図1に1990～

写真2. 高さは20cmにも達する雪の壁（雪の大谷）

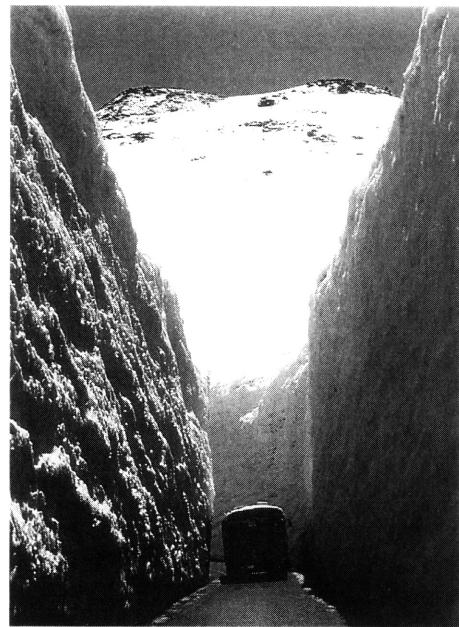


写真1. 膨大な量の雪をいただく冬の立山

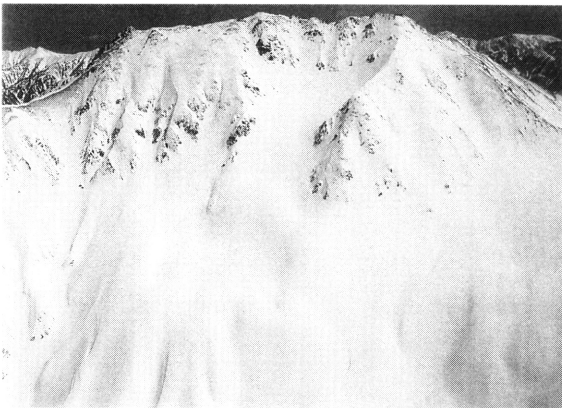
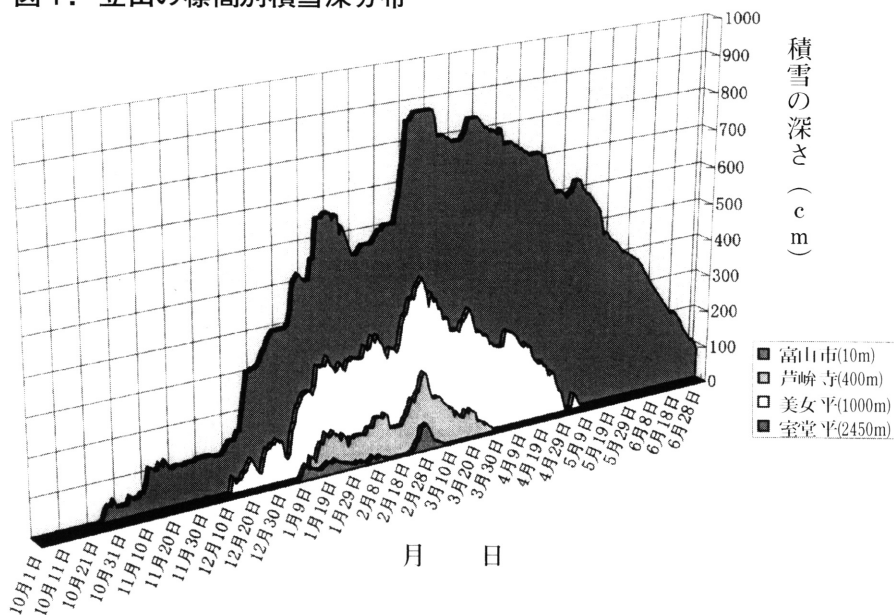


図1. 立山の標高別積雪深分布



91年冬期の標高別積雪深分布を示す（矢吹，1992）。平野部の富山市（標高9 m）では、最大積雪深は50cm程度で積雪期間も3ヶ月程度だが、室堂平（標高2450 m）では、最大積雪深は8 mを超し積雪期間は何と9ヶ月にも達している。付近の吹きだまりではさらに積雪が増し、雪の大谷では除雪した雪の壁の高さが20mに達することもあり、訪れた人を驚かせている（写真2）。まさに世界でも有数の豪雪地帯である。

これらの膨大な量の雪は、春先から初夏に融解し下流に住む私たちにとって貴重な水資源となる。しかしながら、厳しい自然条件で観測が困難なため、立山の雪の実態については未だ不明な点が多い。さらに、近年地球温暖化が叫ばれているが、その影響により北陸地方では降積雪特性が激変している。平野部で積雪が極端に減少しているのだ。しかし、立山等の山岳地域でどんな影響が現れているかはよくわかっていない。

そこで、山岳地域の雪の変動傾向について調べるために、立山で積雪量や積雪内部構造の年々変動を観測し平野部での結果と比較した。この種の高山地域での観測例は日本では数少なく、基礎環境情報として重要だと思われるのでここに概要を紹介する。

図 2. 富山市と室堂平における最大積雪深

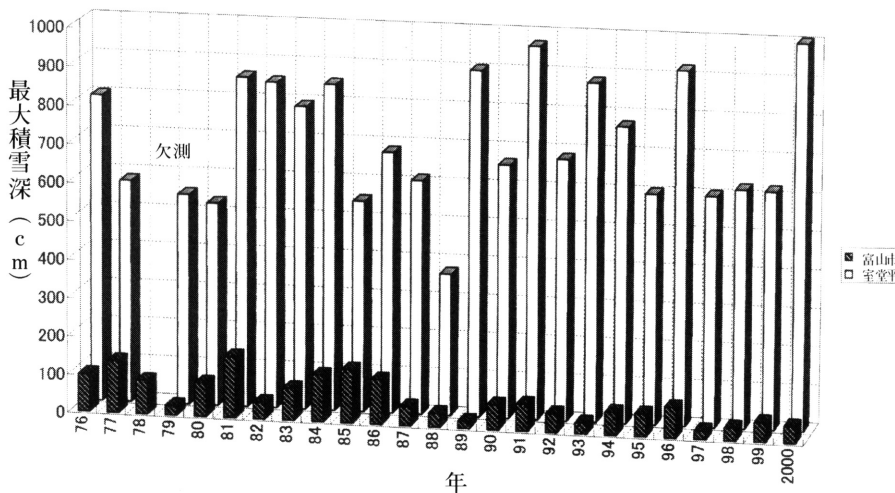
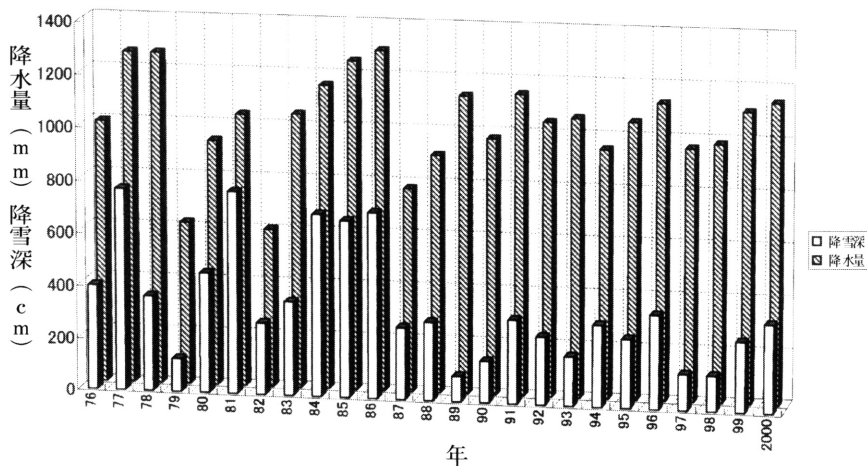


図 3. 富山市における降水量と降雪深



2. 立山の積雪変動

立山室堂平において、冬期に積雪量や積雪内部構造の観測を継続的に実施した。

2-1. 積雪量の変動

立山室堂平と富山市における1975年より2000年までの一冬期間の最大積雪深の経年変化を図2に示す。室堂平の記録は立山黒部観光株式会社により、富山市の記録は富山地方気象台により観測されたデータを使用した。

ここで特に注目されるのは、1986年以後の平野部での少雪傾向である。図より14冬期間、最大積雪深が75cm以下の年が続いている。ところが、室堂平の値をみると、同様の傾向はみられず、むしろ1989年、1991年、1993年、1996年、2000年のように最大積雪深が極端に多い年も見うけられる。

また、そのような年にはさまれ、1988年のように極端に最大積雪深が少ない年も見うけられ、年々変動が激しいのが近年の特徴となっている。平野部で豪雪であった1981年(56豪雪)にみられるような、平野部でも山岳地域でも最大積雪深が多い傾向は、近年ほとんどみられない。

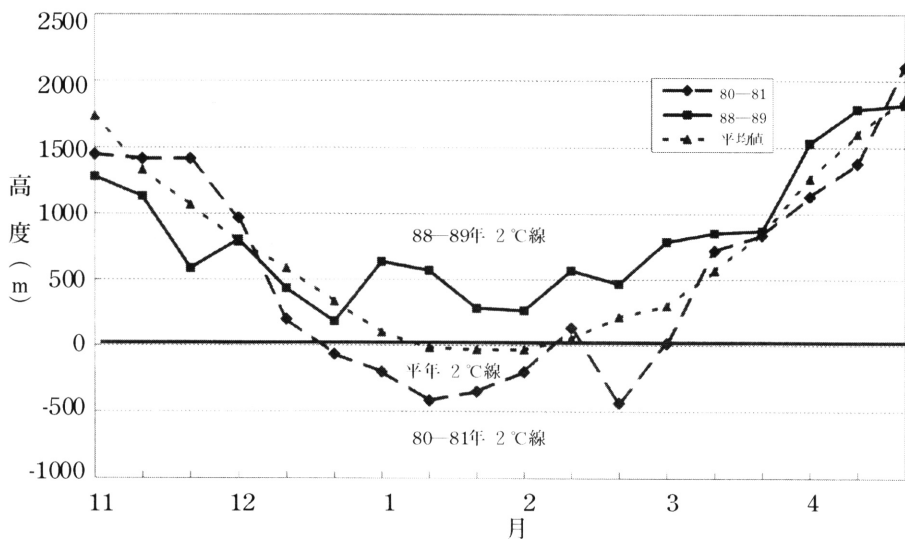
この原因については、冬期間の気候の変化が考えられる。図3に、富山地方気象台により調べられた富山市における冬期間(11月~3月)の降水量と降雪量(1日間に積もった新雪の深さを冬期間にわたり積算した値)の経年変化を示す。

1987年以後の降雪量にみられる顕著な少雪傾向は、降水量変動にはみられない。つまり、降水としては平年並みに降っているのだが、平野部では降水が雪としては降れないことがわか

る。これには、冬期間の気温の上昇が関係していると推定される。

そこで、山岳地域でも平野部でも雪の多かった1980～81年の冬期と、反対に平野部では極端な少雪だったが山岳地域では多雪だった1988～89年の冬期における融解高度の季節変化の推定を試みたので図4に示す。

図4. 融解高度の季節変化 (1980-81年・1988-89年)



一般に地上気温が2℃の時に降水が雪となる確率は50%とされているので、富山市での旬平均気温に0.6℃/100mの気温減率をかけ、各時期に2℃の気温域がどの標高にあるのかを推定した。図中の点線は、旬平均気温の平年値より推定した2℃線の平年値である。

これより、豪雪であった1980～81年冬期では、12月中旬～3月上旬まで2℃線は標高0m以下にあり、平野部でも十分に雪が降れたことがわかる。

一方、平野部で暖冬少雪であった1988～89年冬期では、2℃線は1～2月の厳冬期でも標高300～600m付近で変動している。これより低い高度では雨が降る確率が高くなっていたと考えられる。しかし、これより高い山岳地域では、気温が上がっても降水は雪として維持され、そのため図2にみられるように最大積雪深が大きな値となったと考えられる。これより、厳冬期の北アルプスでも低標高域では雨が降る頻度が高くなっていることが予想される。

2-2. 積雪内部構造の変動

室堂平の積雪の内部構造を調べるため、最大積雪深の時期である3月下旬に積雪断面観測を行った。この観測は、8mに及ぶ積雪を地面まで掘り下げて雪の断面を作り、層位、密度、雪温、化学成分分析用試料、粒子分析用試料の採取等を行うものだ。写真3に観測の様子をに示す。

1973年～1996年の間の室堂平における積雪内部構造を図5にまとめて示す(飯田他, 1997)。1973年の観測は、中川他(1976)により実施された。図中ICは積雪層中の氷板、DLは黄砂等の汚れ層である。

まず、1973年の層位図をみると、●印で示す層厚100cm以上にもおよぶ顕著な冬型の気圧配置が続き一降雪期(数日間)で形成されたと考えられる層で、均一で融

解層を含まない。積雪層位から推定する限り、1973年の冬期は冬型が卓越持続したと考えられる。1985年の層位でも、同様の傾向がみられる。

写真3. 立山室堂平における積雪断面観測

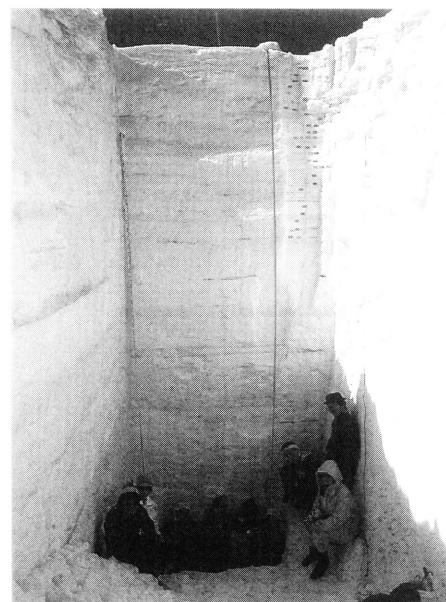
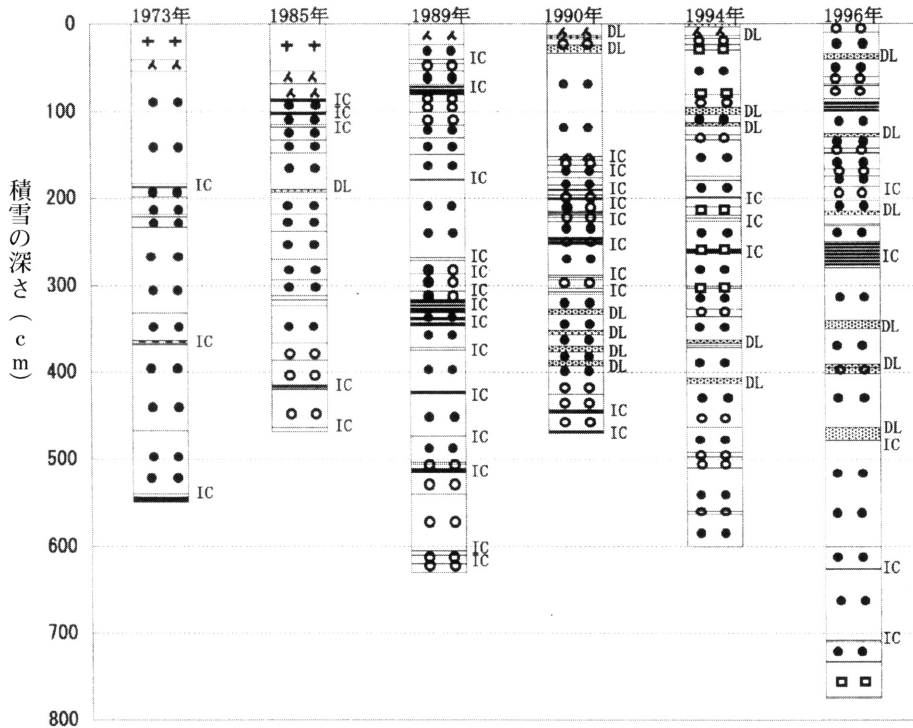


図5. 立山室堂平における積雪内部構造



一方、1989年以降の年の層位をみると、顕著なしまり雪層は全積雪層を通して1～2層である。むしろ、○印の融解再凍結を繰り返して形成されるざらめ雪層や、氷板、汚れ層が小刻みに分布している傾向が読みとれる。

このような変化の原因として冬期間の気温の上昇があげられるが、その背景には気候型の変化が考えられる。冬期間に降水をもたらす代表的な天気図型には、西高東低の冬型と温帯低気圧型がある。これらの出現頻度が近年逆転し、冬型による降雪とともに低気圧型の降雪の占める割合が増加していることが指摘されている（横山他、1990）。

3. 近年の雪氷災害

これまで述べてきたように、立山山岳地域の積雪は、その量、質ともに、近年の気候変動とともに大きく変化している。それに伴い、この山域で発生する雪氷災害の形態にも、変化の兆候が現れている。以下に、いくつかの事例を紹介する。

近年、立山周辺では、1991年に大日平、1996年に称名滝周辺、1997年に剣岳池ノ谷等で大規模表層雪崩が発生し、人や建物に大きな被害が及んでいる（写真4）。中には、樹齢120年を越す大木の幹をのきなみへし折って流下した雪崩もみられた

（写真5）。近年の温暖化以前には発生していなかった雪崩である。

大規模乾雪表層雪崩（ホウ雪崩）の発生には、積雪内の弱層が強く関与している。近年の温暖化により、図5にみられるように積雪内部構造が複雑化し、積雪内にざらめ雪層や氷板等の層構造が多くみられるようになった。ざらめ雪層や氷板の存在から冬期間でも融解が頻繁に起きていることが示唆される。積雪表面近くで融解が起きると0℃の雪層ができ、放射冷却等の条件が整えばこの上に積もった新雪層中で大きな温度

写真4. 大規模な乾雪表層雪崩（ホウ雪崩）



写真5. 雪崩により被害を受けた樹木



勾配が生じやすくなる。このため雪崩の弱層となるしもぎらめ雪層が成長する。近年の温暖化が、弱層形成にむしろ有利に働いているのだ。

さらに、2000年の冬期は特徴的な天候が続いたため、積雪層中に不連続層が生じ、雪崩や雪庇崩壊による遭難が多発した。12月にある程度の積雪が生じた後、従来は一番積雪が増す寒冷期である1月上中旬に好天が続き、積雪がほとんど増さなかったのだ。この時期に表面の積雪は変態して脆い雪層を形成した。その後、2月中下旬になってから強い冬型の気圧配置が連続して、1月の弱層の上に一気に多量の積雪が形成された。そのため、大変不安定な積雪が広範囲に分布した危険な状態であったと思われる。実際、3月に入ってから、5日に大日岳で大規模な雪庇の崩落事故があり2名が死亡し、また15日に日照岳でも1名が雪庇の崩落により死亡した。さらに、3月27日に笠ヶ岳で観測史上最大級の大規模な表層雪崩が発生し2名が死亡した。これらの事故は、上記のこの冬独特の積雪の不安定さが要因となっていると考えられる。

これまで乾雪表層雪崩や雪庇の崩落について述べてきたが、立山近隣の黒部峡谷では標高が1000m前後と低いために、冬期でも雨が降る頻度が増している。このため、本来なら融雪期に発生する融雪地すべりや雪泥流が冬期に発生している。1992年3月1日に黒部峡谷仙人ダム付近で、雪崩のデブリが黒部川を堰き止めて作った雪ダムが決壊して大規模な雪泥流となって流下し、死傷者2名、発電施設破損の大被害をもたらした例がみられる。

4. おわりに

以上に述べたように、立山等の山岳地域の積雪

は、水資源として下流域にとって重要な役割を果たしている。温暖化により山岳地域の積雪特性が変化すると、その影響は河川への流出時期や流出量の変化として現れ、水循環にも大きな変化が生じるであろう。地球温暖化の影響評価の必要性が叫ばれている昨今、その実態をより深く理解するためには、山岳地域での積雪や気象のモニタリング調査を継続しデータを蓄積することが必要不可欠である。

さらに、立山で積雪や気象観測を継続することは、冬期モンスーンにより大陸から運ばれてきた浮遊物が最初に落下する地域であることから、大気のパックグラウンド状態のモニタリングにも大変適している。

かつて大伴家持が眺め詠った立山の白雪は、激動する気候変動をのぞく窓となり、今も私たちに語りかけを続けてくれる。

文 献

- 飯田 肇，瀬古勝基，矢吹裕伯，長田和雄，幸島司郎（1997）：立山室堂平における近年の積雪変動について，積雪中の個体不純物の動的な組成，光学特性変動の研究，101—113.
- 中川正之，川田邦夫，岡部俊夫，清水 弘，秋田谷英次，（1976）：雪氷，38，1—8.
- 矢吹伯裕（1992）：北アルプス立山山域の積雪分布とその変動，名古屋大学大学院理学研究科修士論文.
- 横山正紀，森永由紀，安成哲三，飯田 肇，川田邦夫（1990）：立山室堂の降雪の気候学的解析—1988～89年度観測結果報告—，日本最古の化石氷体（北アルプス内蔵助沢）の構造と形成に関する研究，94—107.