

南岸低気圧による木曾山脈南部周辺の降雪特性

小気候団体研究会

(安藤敏幸*1・岡田哲也*2・須田勝治*3・田口 静*4・古山享嗣*5)

要 旨

南岸低気圧による降雪量は、木曾山脈南部では岐阜県側より長野県側の方が多く、その原因を現地観測を基に調査した。その結果、以下のことがわかった。①長野県側の方が周囲の山地が高いため、低気圧接近前の相当温位が低い空気塊が滞留しやすい。②低気圧の経路が本州に近い場合には、南風の影響で南西側が開いた地形となっている岐阜県側が昇温しやすい。③降水量自体が岐阜県側で少ない。

1. はじめに

木曾山脈南部周辺の降雪には、二つのパターンがあり、一つは冬の気圧配置による降雪、もう一つは南岸低気圧による降雪である。前者は季節風の流れる方向(風向)によって降雪の地域分布が異なり、岐阜県側で多くなることもあれば長野県側で多くなることもある。しかし、後者は、常に長野県側で降雪量が多い。この研究では、南岸低気圧による降雪量が長野県側で多くなるメカニズムについて観測結果を基に考察した。

2. 調査地域

第1図に調査地域を示す。岐阜・長野県境にある恵那山(標高2,191 m)は、木曾山脈の南部に位置する。この恵那山の北側にある富士見台(標高1,739 m)の下を中央高速道路の恵那山トンネルが東西に走っている。

この県境付近は1500 m~2000 mの山地になっている。岐阜県側の中津川市付近は南側と北側に800 m~1000 m程度の山地があるが、その西~南西側には目立った山は見られない。さらに広域にみると、南西方向には濃尾平野、伊勢湾を経て紀伊半島がある。

これに対して長野県側の下伊那郡阿智村付近は標高2000 m~3000 mの木曾山脈と赤石山脈に囲まれた飯田盆地の西端に位置している。

3. 調査方法

恵那山トンネル西側の岐阜県中津川市神坂(以下、神坂という)と東側の長野県下伊那郡阿智村駒場(以下、阿智という)の共に標高550 m付近に天気、気温及び降雪量の観測地点を設けた。また、その上空の気象を知るため、富士見台の尾根上標高約1700 m付近に気温の観測地点を設けた。対象地域(中津川・浪合)と周囲(大垣・多治見・飯田・飯島)のアメダスデータも収集した。観測内容およびデータ収集内容は第1表、地点の配置は第1図のとおりである。当該地域の高層気象データ(気温、相当温位、風向)は、気象庁から発表されている1日2回の高層実況解析図AXFE578と同予想図であるFXJP854の850 hPaの値から推定した。

調査期間は、2000年12月~2005年3月の5冬季(12月~3月)である。但し、阿智、神坂、富士見台の気

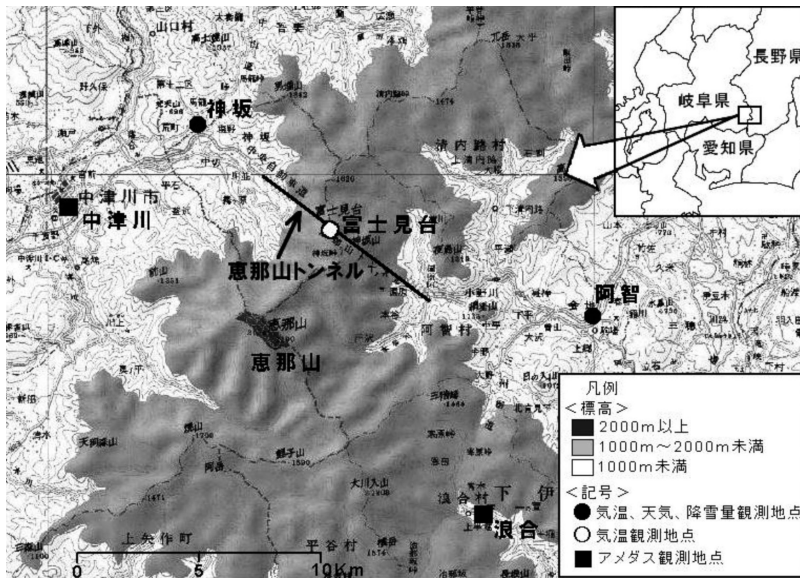
*1 岐阜県恵那市大井第二小学校。

*2 岐阜県垂井町立合原小学校。

*3 岐阜県岐南町立北小学校。

*4 岐阜県中津川市立加子母中学校。

*5 一般財団法人日本気象協会。furuyama@jwa.or.jp
—2011年10月13日受領—
—2012年10月24日受理—



第1図 調査地域・調査地点。

第1表 観測方法一覧表。

観測場所 標高	気温	天気	降雪量
阿智 550 m	自記記録計 (Jr.TR51-i)で 20分間隔のデータ を取得。設置 時、回収時に温度 校正して補正。	目視。定時7 時。天気変化 のあったとき 随時。	雪尺にて計 測。定時7 時。降雪時随 時。
神坂 540 m			
富士見台 1690 m			

温観測は、2001年12月～2005年3月の4冬季である。

4. 調査結果

調査期間中の南岸低気圧による降雪事例は、第2表に示す18ケースであった。

4.1 全体の降雪パターン

全ての事例で神坂に比べて阿智の方が降雪量が多くなっていた。藤井(2010)は、低気圧からの暖気の流入の有無を、低気圧の発達程度に着目して説明しているが、ここでは、低気圧の離岸距離に着目して説明する。第2図に示すように低気圧の通過経路を接近型と離岸型に分けた通過型と、神坂と阿智の両地域における降雪パターンとの関係を第3表に示す。この表によると、離岸距離の短い接近型では神坂の方が雨になりやすい傾向が見られた。一方、離岸型では、すべて

の事例で両地点とも降雪の傾向が同じであった。また、第3図に示すように、標高の高い富士見台において、接近型では低気圧の接近時に大きく昇温するのに対し、離岸型では昇温は小さかった。

4.2 特徴的な事例

上記のうち、特徴的な天気図パターンの事例について説明する。

①接近型の典型事例(ケース6)

第4図に示すように2002年1月26日夕方、九州の南にあった低気圧は、27日にかけて発達しながら本州の南岸沿いを接近して通過し

た。このため、26日夕方には神坂で雨、阿智で雪が降り出した。このとき、第5図に示すように両地点の気温差は2℃だった。夜半から未明(27日6時前)にかけて阿智では雪が続き、降雪量は24 cmに達した。一方、神坂では気温が上昇し、ほとんど気温変化のない阿智に比べて7℃も高くなった。この間、神坂は雨が続いた。富士見台の気温変化は、神坂とよく似ていた。低気圧が接近した夜半から明け方にかけて850 hPaの風は南風で20 m/sを大きく超えていたと見られる。

以上のことから、強い南風が岐阜県側の神坂に入り気温が上がったのに対して、長野県側の阿智には南風が入らず、両地域間に大きな気温差ができた。

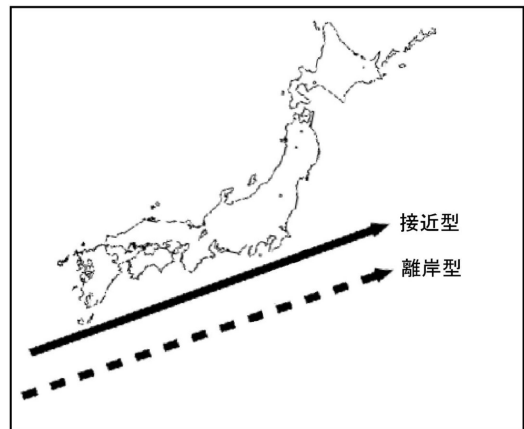
②離岸型の典型事例(ケース10)

第6図に示すように、2004年1月17日に低気圧が南岸を離れて通過した。これに伴い、17日明け方から降り出した雪は、夜までに神坂で13 cm、阿智で17 cmに達した。第7図に示すように、南風の影響で富士見台の気温は大きく上昇したが、神坂、阿智への影響は小さく、阿智では-2℃前後、神坂では0℃前後となった。両地点の気温差は2℃程度と降り始めから降り終わりまであまり変化はなく、両地点の降雪量にも接近型に見られるような大きな差はなかった。

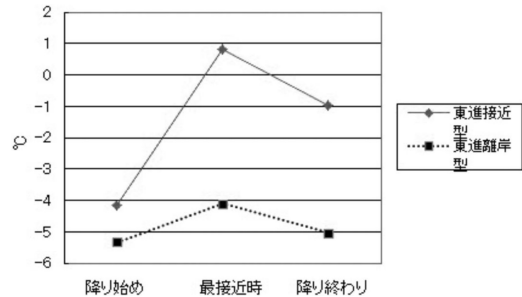
第2表 解析対象事例の一覧。

ケース	年・月・日	型	天気と降雪量	
			神坂	阿智
1	2001. 1. 7~ 8	EA	● -	* → ● 8 cm
2	2001. 1. 20~21	EA	* 10 cm	* 33 cm
3	2001. 1. 25~26	EA	● -	* → ● 4 cm
4	2001. 1. 26~27	A1	● → *	30 cm * 60 cm
5	2001. 2. 1	EF	* 8 cm	* 10 cm
6	2002. 1. 26~27	EA	● -	* → ● 24 cm
7	2002. 2. 2~ 3	EA	● -	* → ● 6 cm
8	2003. 1. 22~23	EA	* → ● 1 cm	* → ● 5 cm
9	2003. 2. 15~16	EA	● -	* → ● 5 cm
10	2004. 1. 17~18	EF	* 13 cm	* 17 cm
11	2004. 1. 18~19	A2	* 6 cm	* 9 cm
12	2004. 12. 29	EF	* 1 cm	* 4 cm
13	2004. 12. 31	EA	* 4 cm	* 16 cm
14	2005. 1. 15~16	A3	● → *	0 cm * 7 cm
15	2005. 2. 15~16	EA	● -	* → ● 3 cm
16	2005. 2. 18~19	A4	● -	● → * 16 cm
17	2005. 2. 24~25	EA	● -	* 3 cm
18	2005. 3. 3~ 4	EF	● → *	0 cm ● → * 4 cm

注) 「型」は低気圧の通過型を表す。
 EA：接近型：浜松沖で北緯33度以北を通過。
 EF：離岸型：浜松沖で北緯33度より南を通過。
 A1：他1型：寒冷渦に伴う低気圧。
 A2：他2型：日本海に主となる低気圧がある。
 A3：他3型：南海上を北東進した低気圧。
 A4：他4型：低気圧の中心付近で降水を伴わない。
 ●：雨， *：雪， →：天気の推移を表す。



第2図 接近型と離岸型の低気圧の大まかな経路(低気圧の通過型)。

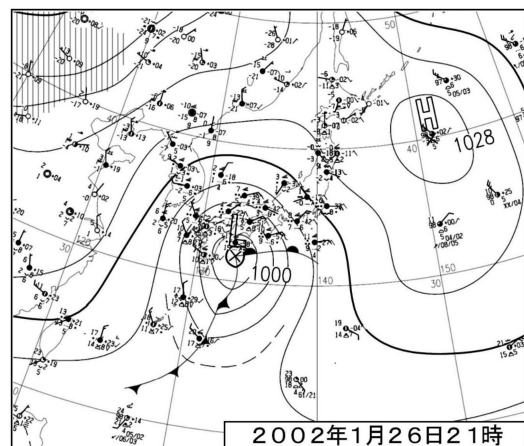


第3図 富士見台における低気圧の通過経路別の気温変化。

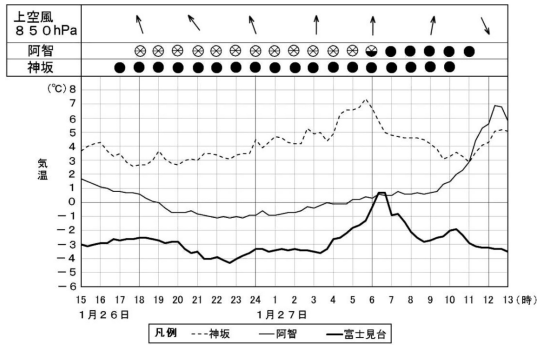
第3表 降雪パターンと低気圧の経路との関係。

パターン	神坂の天気	阿智の天気	回	EA	EF	他
①	*	*	6	2	3	1
②	* → ●	* → ●	1	1		
③	●	*	1	1		
④	●	* → ●	6	6		
⑤	●	● → *	1			1
⑥	● → *	*	2			2
⑦	● → *	● → *	1		1	

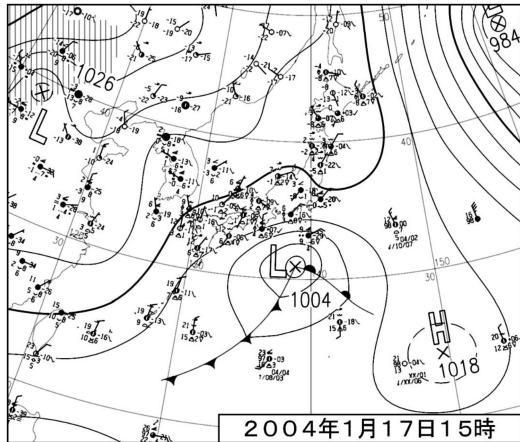
注) 「EA」「EF」「他」は、低気圧の型を表す。
 ●：雨， *：雪， →：天気の推移を表す。



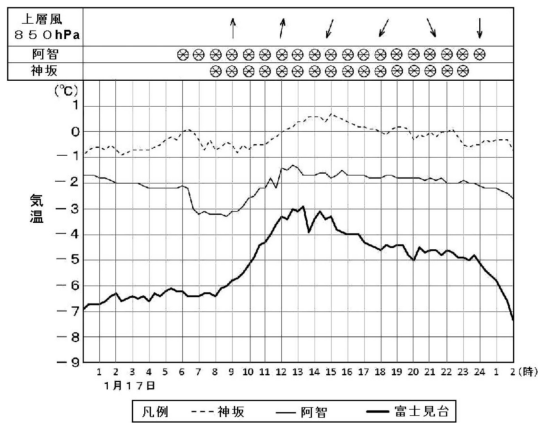
第4図 2002年1月26日21時(接近型；ケース6)の天気図。気象庁天気図による。



第5図 2002年1月26日～27日（接近型；ケース6）の気象変化。



第6図 2004年1月17日15時（離岸型；ケース10）の天気図。気象庁天気図による。



第7図 2004年1月17日（離岸型；ケース10）の気象変化。

5. 降雪特性解析

木曾山脈南部周辺の降雪特性をまとめると次のようになる。

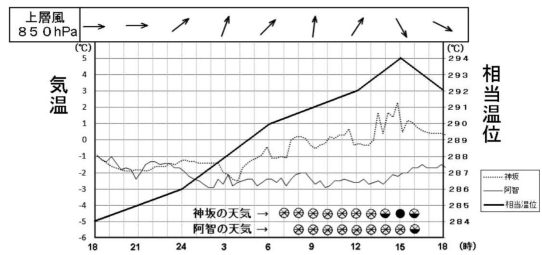
5.1 岐阜県側より長野県側の方が低温

神坂に比べて阿智の方が、降り始めから降り終わりまで気温の低いことが多い。これについて、低気圧接近前の気温が両地点でほぼ同じであったケース13（2004年12月31日）を例にとってみると、次のことが考えられる。

盆地地形の両地域では、前日夕方から概ね静穏となる。降水が始まる前の日の日中までは乱流混合が盛んで盆地内の空気塊がそのときの上空からの空気を取り込んでいる。第8図に示すようにFXJP854から読み取った対象地域の相当温位をみると、前日夕方の空気塊は降水時の空気塊より低い。その空気塊は夕方から安定化するため、降水時まで盆地内に残ると考えられる。岡本（1989）が「乾燥空気中を落下する降水粒子の蒸発によって」気温の急降下が起こるとしているが、このケースでは、明け方に降り出したため降水時の蒸発による気温の低下は小さい。この空気塊は降水時に上空を流れる空気塊に比べて低湿低温となり、特に1500 m～2000 m の山で境された阿智では強い逆転層ができる。

藤部（1990）は、「関東平野や濃尾平野で冬は南西風が強い暖気流をもたらすため、内陸の淀み域が冷氣層として取り残される」ことを示したが、阿智付近では、上空に暖気が入っても地面付近まで降下することなく盆地内の低温が続いており、同様のことが、より小さいスケールで、より顕著に起きると考えられる。

これに対して山が低く南西側が比較的開けている神坂では、徐々に暖気が入って風も強まるため空気の混合が起こりやすく相当温位の上昇に合わせて気温が上昇する。阿智と神坂の気温差はこのようにしてでき、阿智の方が低い状態が続くことになると考えられる。



第8図 2004年12月30日～31日（接近型；ケース13）の気象変化。

5.2 低気圧の通過型による気温の違い

低気圧の通過型によって、神坂と阿智の気温差が異なる。このことは次のように考えられる。

低気圧が接近して通過する場合は、両地点の気温差(神坂>阿智)が大きくなる。これは、前述(1)のように、比較的南西側が開けている神坂では南風が入りやすいが、高い山で境された阿智では地上付近の冷氣塊を侵食できず、気温変化が小さいためである。低気圧が離岸して通過する場合は、南風の影響が小さくなり、神坂と阿智の気温差が小さくなる。

5.3 長野県側に多い降水量

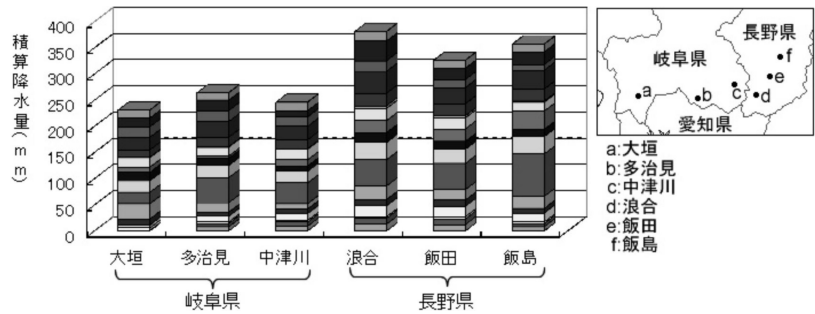
木曾山脈南部を挟んだ岐阜県側と長野県側のアメダスポイントにおける全事例の積算降水量を第9図に示す。降水量は全降雪事例(18ケース)でみると、岐阜県側に比べ長野県側が多く、隣接する神坂(近傍アメダス:中津川)と阿智(近傍アメダス:浪合)でも大きく違う場合がある。

これらの事例を850 hPaの風向別に見ると、第4表に示すようにどの風向に対しても長野県側の降水量が多い。南～南西系の風の場合は、紀伊半島(紀伊山地から養老山地)の風下になる影響で、岐阜県側の降水量が少なくなるが、長野県側にはその影響が現れにくいと考えられる。また、南東系～北東系の風の場合は、長野県の山地の影響で風下になる岐阜県側の降水量が少なくなると考えられる。

6. 木曾山脈南部周辺の降雪差形成のメカニズム

以上のことから、典型例(接近型)のメカニズムを時系列的にモデル化すると第10図のようになる。

- i. 前日夕方、阿智には冷氣が溜まり、さらに放射冷却によって盆地底の気温が下がる。神坂も放射冷却はあるが、空気を閉じこめる層は薄い。
- ii. そこに、低気圧からの南風によって、暖気が流入する。降水開始時は、暖気が直接当たる富士見台や神坂は、気温上昇が激しくなる。しかし、阿智は盆地底に冷氣が溜まっているために逆転層ができて、暖気が上空を通過する。このため、地表付近の気温が上がらず、雪のまま降る。

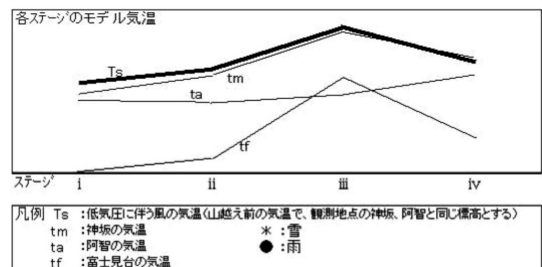
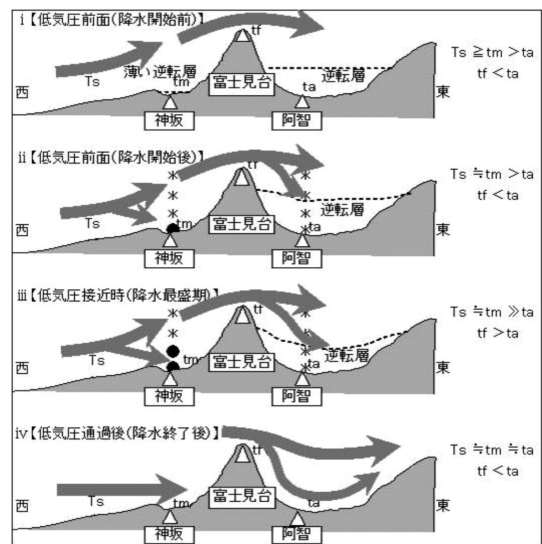


第9図 調査地域周辺のアメダス地点における降水量。18ケースの積算値。棒グラフの内訳は事例毎の降水量を表す。

第4表 主な降雨時の風向ごとの各地の降水量比率。

風 向	大垣	多治見	中津川	浪合	飯田	飯島
北東系	0.6	0.9	0.8	1.2	1.1	1.5
南東系	0.8	0.9	0.8	1.4	1.1	1.0
南～南西	0.9	0.9	0.9	1.2	1.1	1.0

注) 中津川と浪合の平均を1とした場合の降水比率。
風向は、FXJP854から当該地域850 hPaの値を読み取る。



凡例 Ts : 低気圧に伴う風の気温(山越え前の気温で、観測地点の神坂、阿智と同じ標高とする)
tm : 神坂の気温 * : 雪
ta : 阿智の気温 ● : 雨
tf : 富士見台の気温

第10図 木曾山脈南部周辺の南岸低気圧による降雪特性のモデル。

- iii. ピーク時になると、神坂・富士見台はさらに気温が上昇する。一方、阿智は逆転層が厚いため暖気は入りにくく、雪が続く。やがて暖気が強くなり、逆転層を破壊し始めるが、暖気の流入が盆地底まで及ばないことが多く、盆地底の気温上昇は少ない。
- iv. 低気圧通過後は北西風（寒気）の流入があり、降水は終わる。神坂・富士見台はもちろん、強風により逆転層が薄くなった阿智にも流入する。そのため、神坂は気温が下がるのに対し、阿智は逆転層が破壊されて気温が上がることもあり、両地点の気温は接近する。

謝 辞

この研究を行うにあたって、観測場所、施設等をご提供いただきました岐阜県中津川市立神坂中学校、下伊那郡阿智小学校、中津川市総務部防災課、及び毎日

の降雪観測に快くご協力いただきました中津川市神坂、下伊那郡阿智村はじめ中津川市加子母町、付知町、恵那市武並町、岩村町、木曾郡南木曾町、大桑町、上松町の皆さん、また、天気図や気象資料の収集にご協力いただきました一般財団法人日本気象協会の皆さん、懇切丁寧なご助言等をいただきました査読者及び編集委員の藤部文昭様に心より感謝いたします。

参 考 文 献

- 藤部文昭，1990：本州中部におけるひと雨降水時の地上風系と冷気層．*天気*，**37**，843-852.
- 藤井 聡，2010：関東南部の降雪メカニズム．*日本気象予報士会第2回研究成果発表会講演予稿*．
- 岡本利次，1989：1984年4月19日に、仙台付近を中心とした東北地方に起った地上気温の降下現象について．*天気*，**36**，631-641.

Regional Characteristics of Snowfall around the Kiso Mountains during the Passage of Cyclones along the Southern Coast of Honshu

Toshiyuki ANDO^{*1}, Tetuya OKADA^{*2}, Katuji SUDA^{*3},
Shizuka TAGUTI^{*4} and Kyoji FURUYAMA^{*5}

^{*1} *Oi Daini Elementary School, Ena, Gifu.*

^{*2} *Aihara Elementary School, Tarui, Gifu.*

^{*3} *Kita Elementary School, Ginan, Gifu.*

^{*4} *Kashimo Nakatsugawa, Gifu.*

^{*5} (*Corresponding author*) *Japan Weather Association, 66, Oicho, Ena-shi, Gifu, 509-7201, Japan.*

Email : furuyama@jwa.or.jp

(Received 13 October 2011 ; Accepted 24 October 2012)
