

短 報

## 中部山岳地域の近年における冬季の気温変動

鈴木啓助

信州大学山の環境研究センター  
〒390-8621 松本市旭3-1-1  
市立大町山岳博物館  
〒398-0002 大町市大町8056-1

2023年10月25日受付  
2024年3月11日受理

### 要旨

南北に連なる日本列島では、標高が低い気象観測地点の緯度とそこでの気温は良好な相関を示すが、標高が高い地点では標高による気温の減効果が加味され、それに対応する山岳特有の植生分布が形成される。また、山岳地域に多量にもたらされる降積雪は、水資源として重要であり、その多寡は冬季気温にも左右される。これらのことから、標高の高い山岳地域における冬季気温の変動傾向を検討することは、今後の水資源の変動のみならず植生分布の動態にとっても重要なことである。ここでは、気象庁による標高が高い地上気象観測地点の多くが位置している中部山岳地域における冬季気温の変動傾向について検討を行う。

気象庁の地上気象観測地点の緯度と季節平均気温は、夏季を除くと直線的な関係を示し、季節平均気温の南北差は冬季に最大となる。中部山岳地域の気象官署9地点の年最低気温は、富士山では統計的に有意な上昇傾向が認められないが、他の8地点では統計的に有意な上昇傾向を示す。1945年からの78年間では気象官署の標高と年最低気温の変動傾向には関係性が認められ、標高が低い地点では明瞭に上昇傾向にあるが、標高が高くなると上昇傾向が認められなくなる。冬季平均気温と最寒月平均気温についても、同様なことが言える。1989年からの34年間では、中部山岳地域の気象官署とアメダスの観測地点の冬季平均気温と最寒月平均気温は、統計的に有意な変動傾向を示さず、標高との関係性も認められない。富士山を除く中部山岳地域の冬季気温は、長期的には上昇傾向を示すが、1989年からの34年間では、すべての地点で冬季気温は統計的に有意な上昇傾向を示さない。

キーワード: 中部山岳地域, 日本アルプス, 気象官署, アメダス, 気温, 降積雪, Mann-Kendall検定

### 1. はじめに

気象庁の気象官署は、おもに昔から人が住んでいたところに設置されていることから、海岸に近い標高の低い場所に多くの気象官署が位置している。これらの気象官署における年平均気温とその緯度との間に相関が認められる (Suzuki, 2011)。すなわち、緯度が高くなるほど年平均気温は低下し、その関係はほぼ直線的である。その一方で、標高の高い所に位置する気象官署では、この直線関係から外れ、緯度に対して年平均気温が相対的に低い値が示される。これらの標高が高い気象官署は、ほとんどが中部山岳地域に位置している。ここで中部山岳地域とは、鈴木 (2013) が示したように、日本アルプスのみならず気象観測地点としての富士山や軽井沢、甲府、飯田なども含む。

また、Suzuki (2011) によると、これら標高が高い気象官署10地点それぞれの年最低気温変動にMann-Kendall検定を行った結果、最も標高が低い長野 (418 m) から軽井沢 (999 m) までは、年最低気温は有意水準1%以下で有意に上昇傾向にあることがわかった。軽井沢よりも標高が高い阿蘇山 (1142 m) では、年最低気温変動が有意水準5%以下で有意に上昇傾向にあるが、日光 (1292 m) と富士山 (3775 m) での年最低気温変動は、統計的に有意な変動は認められない。これらの結果から、相対的に標高が低い地点では年最低気温の上昇傾向が明瞭で、標高が高くなるに従いその傾向が不明瞭になることが示唆される。

年最大積雪深については、富士山では有意水準5%以下で有意に増加傾向にある。日光を含めたより標高が低い各地点の年最大積雪深については、統計的に有意な変動傾向

は認められない。年累積降雪深については、富士山での記録はないが、日光では有意水準5%以下で有意に増加傾向にある。阿蘇山を含めたより標高が低い各地点の年累積降雪深については、統計的に有意な変動傾向は認められない (Suzuki, 2011)。

以上のように、気象官署における年平均気温とその緯度との直線的な関係から外れる標高が高い地点について、冬季の気候変動を検討した。必ずしも、すべての地点で年最低気温が上昇傾向を示しているわけではないことがわかった。

さらに、気象官署の観測データを解析した鈴木 (2013) も、標高が高くなるに従い冬季気温の上昇は不明確になると報告している。

また、北アルプス上高地における1945年から2012年までの年平均気温・年最高気温・年最低気温は、年々変動はあるが長期的な上昇や下降の傾向は認められず、同期間の上高地梓川の融雪期の流出高は統計的に有意に増加傾向にあり、さらに、同期間の融雪期における平均気温と降水量も増加傾向ではないことから、上高地梓川流域では、降積雪量は増加傾向にあると考えることができる (鈴木, 2018)。冬季気温が雪/雨の閾値より低温の度合いが大きな高標高地域では、数度の気温上昇では雪が雨になることでの降積雪量の減少は考えられず、逆に、地球規模での気温上昇は蒸発量の増加をもたらす、結果的に降積雪量は多くなると考えられる。

いずれにしても、冬季の気温変動は水資源として極めて重要な降積雪量にも関係し、ひいては植生分布にも影響を及ぼすことから、山岳地域の冬季気温変動を検討することは意義がある。

ところで、諏訪湖では御神渡りが現れない「明けの海」が2023年冬季までの5季にわたり続いた。さらに、「近頃の冬は寒い日が少なくなった」との声をよく聞く。一方で、信州大学鈴木研究室による高標高の13地点での気象観測結果に基づいた報告 (鈴木・佐々木, 2019) では、2003年から2017年までの15年間に、一部の観測地点では年平均気温の低下傾向が確認されるが、年平均気温の上昇傾向は認められないこと、さらに、中部山岳地域のアメダス観測地点のうち、標高1000 mを超える8地点でも、2003年から2017年の間では年平均気温の変動傾向は統計的に有意ではないことが示されている。

以上のような報告から、年数が経過し年平均値も更新されたこと、さらに、諏訪湖の「明けの海」が続いていることから、本稿では改めて中部山岳地域の冬の気温変動について検討する。

## 2. 気象官署の緯度と年平均気温の関係

気象庁による気象要素の年平均値が、1991年から2020年までの30年間に更新されたので、気象観測地点が位置する緯度と年平均気温の年平均値の関係を再検討する。

気象庁によって公開されている地上気象観測地点 (気象台・測候所や特別地域気象観測所: 合計156地点) にお

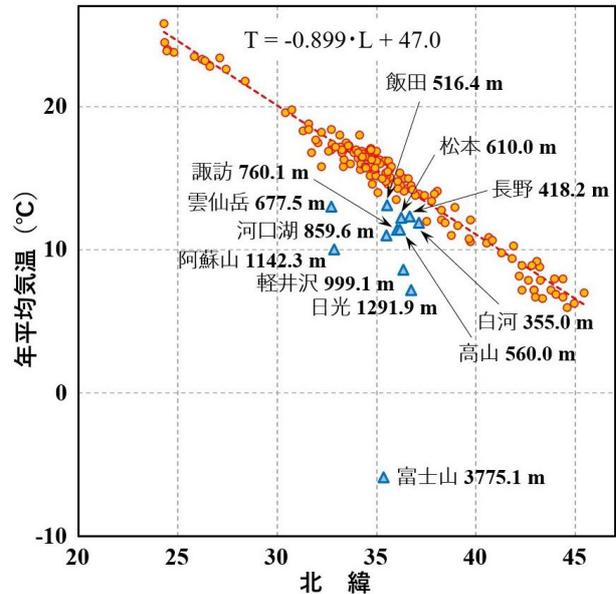


図1. 地上気象観測地点の緯度と年平均気温の年平均値の関係

る緯度と年平均気温の年平均値との関係を図1に示す。なお、地上気象観測地点の標高が300 m以上の地点を「△」で別に示す。

Suzuki(2011)が2010年までの年平均気温の年平均値について示したのと同様に、標高が300 mを超える観測地点を除くと、緯度が低い地点では年平均気温が高く、緯度が高くなるに従い年平均気温は低くなっている。図1に示した緯度の高低と年平均気温の高低の関係を示す回帰式によれば、南北に約124 km移動することにより年平均気温は1℃変化することになる。一方で、標高による気温低減率を0.65℃/100 m (日本気象学会, 1998) とすると、1℃変化するためには154 m上下すれば良いことになる。つまり、標高による気温変化は南北への水平移動による気温変化の約800倍感度が良いことになる。

次に、地上気象観測地点の緯度と気温の関係を季節ごとに検討する。地上気象観測地点の緯度と季節平均気温の年平均値の関係を図2に示す。冬季は、12・1・2月、春季は3・4・5月、夏季は6・7・8月、秋季は9・10・11月である。冬季、春季と秋季は標高の低い地上気象観測地点と平均気温の年平均値は直線的な関係を示す。夏季は南西諸島から本州中部までの気温差が、他の季節に比べて小さくなるが、東北から北海道では、他の季節と同程度の気温差である。その結果、日本全体では、地上気象観測地点の緯度と夏季平均気温は直線的な関係を示さない。さらに、北海道の地上気象観測地点の夏季の平均気温は、同程度の緯度でも大きく異なる。夏季の平均気温は、北緯43.33°の根室では14.4℃、北緯42.99°の釧路では15.5℃であるが、北緯43.21°の岩見沢と北緯43.18°の小樽では、ともに19.3℃、北緯43.06°の札幌では20.2℃である。根室と札幌では、夏季の平均気温が5.8℃の差である。その原因は、根室や釧路などの道東の太平洋岸では、寒流の親潮 (千島海流) の影響により夏季

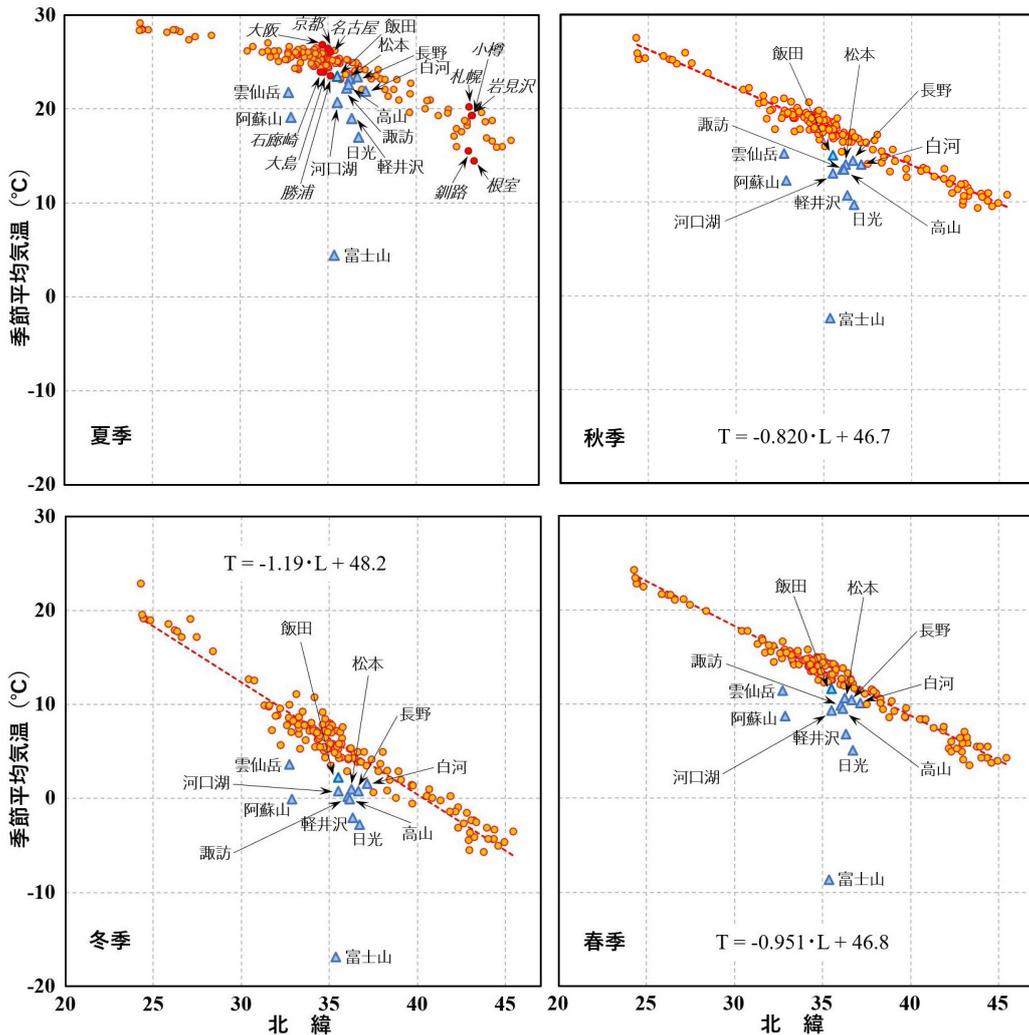


図2. 地上気象観測地点の緯度と季節平均気温の平年値の関係

は霧に覆われる日が多く冷涼な日が続くに対して、北海道の西側に位置する岩見沢、小樽、札幌などの夏季は晴天の日が多くなるためである。また、近くに位置し地理的な条件がほぼ同じと考えられる札幌と岩見沢の夏季の平均気温が0.9℃異なるのは、札幌の都市化による影響が考えられる。冬季、春季、秋季における北海道内の地上気象観測地点における気温差は夏季に比べて小さい。

図2に示す季節ごとの地上気象観測地点の平均気温は、当然ながら冬季が最も低く、ついで春季、秋季、夏季の順に高くなっていく。さらに、高緯度になるに従い低下する平均気温の割合は、冬季が最も大きく、次いで春季、秋季、夏季の順に小さくなっていく。平均気温が1℃異なるために南北に移動しなければならない距離は、冬季で93 km、春季で117 km、秋季で136 kmになる。日本列島における地上気象観測地点の季節平均気温の南北差は冬季(28.6℃)に最も大きく、春季(20.8℃)、秋季(18.2℃)、夏季(14.7℃)の順に小さくなっている。

日本の大きな都市はほぼ北緯35°前後に集中しているが、

これらの地点では夏季の気温上昇が顕著であり、気温の南北差の直線的な傾向を歪めるほどである。例えば、北緯34.7°の大阪の夏季の平均気温の平年値は26.8℃であり、京都は北緯35.0°で夏季の平均気温の平年値は26.4℃、名古屋は北緯35.2°で夏季の平均気温の平年値は26.0℃である。これに対して、勝浦は北緯35.2°で夏季の平均気温の平年値は23.5℃、大島は北緯34.7°で夏季の平均気温の平年値は23.9℃、石廊崎は北緯34.6°で夏季の平均気温の平年値は23.9℃である。このように、緯度はともに北緯35°前後にありながら、大都市の大阪と太平洋に面した房総半島の勝浦では、夏季平均気温の平年値に3.3℃の差異がある。

### 3. 気象庁による平均気温偏差の変動

気象庁による日本の気温の経年変化は、全国15地点の気温の平年値からの偏差で検討される。15地点としては、網走、根室、寿都、山形、石巻、伏木、飯田、銚子、境、浜田、彦根、宮崎、多度津、名瀬、石垣島が選定されている(図3)。これらの地点は、1898年以降観測を継続している

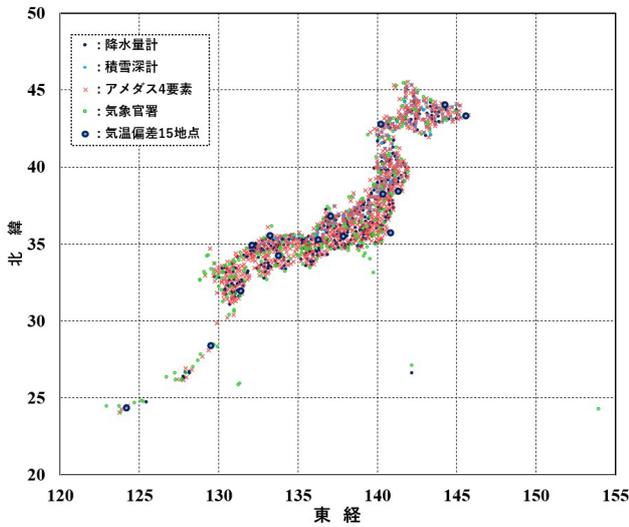


図3. 気象庁による気象観測地点

気象庁による気象観測所の中から、都市化による影響が小さく、特定の地域に偏らないように選定されている（気象庁，2023）。各地点の年平均気温や月平均気温の単純な算術平均を用いずに、各地点の平均気温の平年値からの偏差の平均値を用いて、日本の年平均気温偏差や月平均気温偏差などの経年変化が検討されている。

15地点の選定には、都市化の影響が小さいことが考慮されているが、100年以上の継続期間を有する観測地点は、小さいとは言え都市化の影響を受けていることが考えられる。15地点の緯度・経度や標高とともに、年平均気温の平年値（1991～2020年）と、1898年から2022年までの125年間にわたる年平均気温の上昇率を表1に示す。前述のように、標高が低い観測地点の緯度と年平均気温の平年値は極めて良い相関（相関係数：0.99）を示す。境と飯田はほぼ同じ緯度に位置しているが、飯田の方が境に比べて年平均気温が2.4℃低いのは、飯田の標高が高いことに起因していると考えられる。平均気温上昇率にも地点ごとの差異が認められる。上昇率が最も小さいのは寿都の0.88℃/100年、

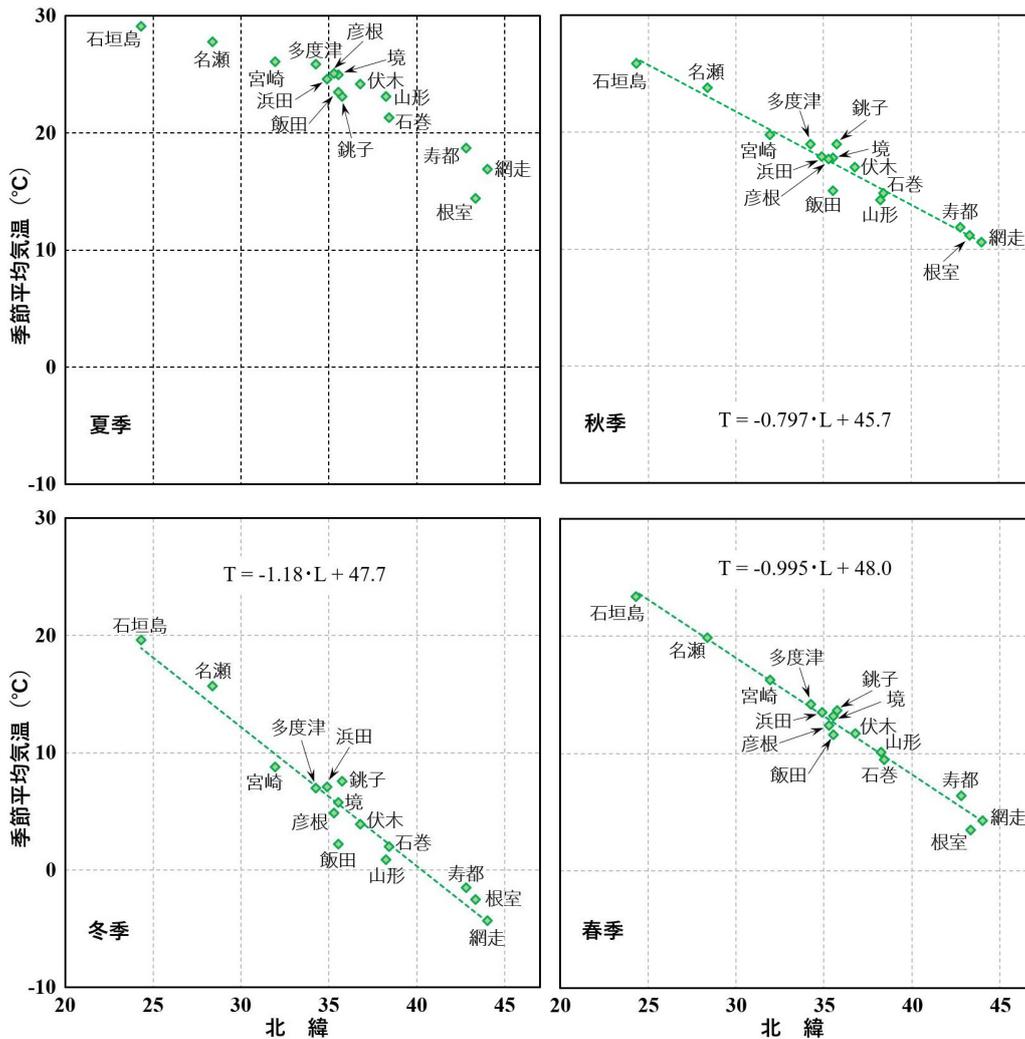


図4. 選定された15気象官署の緯度と季節平均気温の平年値の関係

表1. 選定された15気象官署の諸元

気象官署	緯度	経度	標高 (m)	年平均気温平年値 (°C)	平均気温上昇率 (°C/100年)
網走	44.0	144.3	37.6	6.9	1.41
根室	43.3	145.6	25.2	6.6	1.28
寿都	42.8	140.2	33.4	8.9	0.88
石巻	38.4	141.3	42.5	11.9	1.17
山形	38.3	140.3	152.5	12.1	1.52
伏木	36.8	137.1	11.6	14.2	1.22
銚子	35.7	140.9	20.1	15.8	1.31
境	35.5	133.2	2.0	15.5	1.32
飯田	35.5	137.8	516.4	13.1	1.41
彦根	35.3	136.2	87.3	15.0	1.52
浜田	34.9	132.1	19.0	15.7	1.29
多度津	34.3	133.8	3.7	16.5	1.41
宮崎	31.9	131.4	9.2	17.7	1.30
名瀬	28.4	129.5	2.8	21.8	0.97
石垣島	24.3	124.2	5.7	24.5	1.34

最も大きいのは山形と彦根の1.52°C /100年である。山形と彦根は、どちらも内陸に位置する中核市と中都市である。

日本の気温の経年変化を検討する際に選定された15地点の緯度と季節平均気温の平年値の関係を図4に示す。気象観測地点全体に対して示した図2と比較すると、季節平均気温の緯度に対する変化率は、冬季ではほとんど同じ値を示し、他の季節に比べて最も大きい。春季の変化率は冬季よりも小さいが、気象官署全体に比べて選定された15地点の変化率が若干大きくなっている。選定された15地点の夏季では、根室を除くと南北の緯度での気温差が四季で最も小さい。前述のように、根室では、寒流の親潮の影響により夏季は霧に覆われる日が多く冷涼な日が続くため、同じような緯度の地点に比べて夏季の平均気温が低くなる。選定された15地点の秋季の平均気温の緯度に対する変化率は、夏季に次いで小さい。夏季の平均気温が低い根室も、緯度に対する秋季の平均気温は、網走と寿都とほぼ同じ程度になる。

緯度がほぼ同程度である銚子と飯田とでは、冬季の平均気温の差異が5.4°Cに達する。両地点の夏季の平均気温はほぼ同程度であり、春季の平均気温では差異が2.1°C、秋季の平均気温では差異が4.0°Cである。内陸で標高の高い飯田と海沿いで標高の低い銚子では、冬季と秋季の平均気温でその差異が明瞭になる。同程度の緯度で内陸と海沿いに位置する山形と石巻では、春季と秋季の平均気温はほぼ同じであるが、冬季は山形が石巻に比べて平均気温が1.1°C低く、夏季は逆に山形が石巻に比べて平均気温が1.8度高い。

さて、日本の年平均気温偏差の経年変化を図5に示す。1898年から2022年まで、全体的には1.3°C /100年の割合で気温が上昇している。ちなみに同じ期間の世界の年平均気温偏差の上昇割合は、0.78°C /100年である。日本の年平均気温偏差は一様に上昇しているわけではなく、図5の経年変化は大まかに3つのステージに分けられる。年平均気温偏差の年々変動は大きいですが、図5の5年移動平均によると、

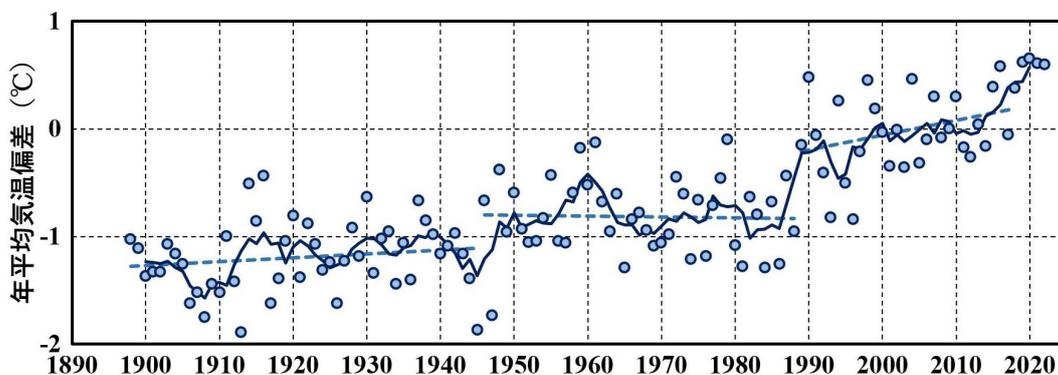


図5. 日本の年平均気温偏差

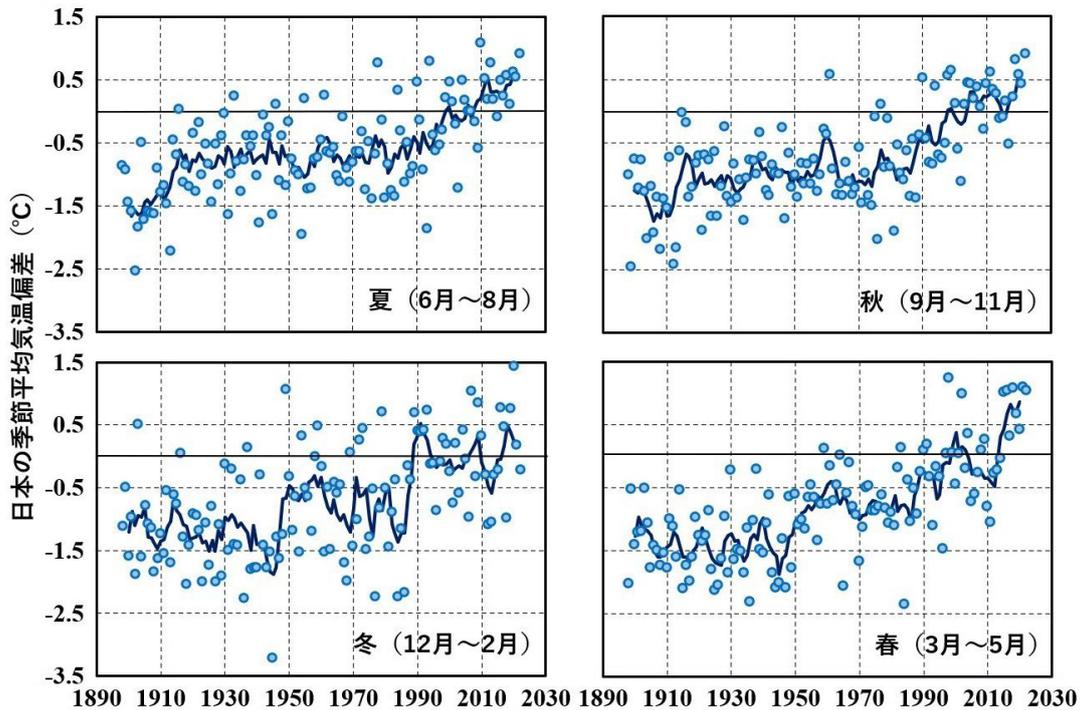


図6. 日本の季節平均気温偏差

1898年から1945年まで、1946年から1988年まで、そして1989年から2022年までである。なお、2019年からの4年間は年々変動が小さくなり高止まりの傾向が見られており、新たなステージに入っている可能性がある。日本の年平均気温偏差は、40年程度の安定期の後にジャンプして次のステージに移行するようであり、長期的な温暖化傾向の議論と数十年単位の気温変化の議論とは区別する必要がある。

1898年から2022年までの季節ごとの平均気温偏差の経年変化を図6に示す。季節ごとに変化傾向は異なることがわかる。5年移動平均値を見ると、夏季の1915年頃から1995年頃までは、年変動はあるが、比較的安定しており、その後は順調に気温が上昇している。秋季も夏季と同様な変化傾向を示す。一方で、冬季と春季の変化傾向は、夏季と秋季の変化傾向と異なっている。1945年の冬季（1944年12月～1945年2月）は、1898年から2022年までで最も寒い冬となっている。1898年から1945年までの冬季と春季は比較的寒くなっており、特に春季については、季節平均気温平年値（1991年～2020年）を上回る年が認められない。1946年から1988年までの冬季と春季は、年々変動は大きいだが5年移動平均値は安定している。その後、1989年からの冬季は偏差がジャンプして大きくなり、年々変動も大きいだが、5年移動平均値は比較的安定している。近年の数年間は、春季、夏季と秋季は暖かい年が続いているが、2021年と2022年の冬季は比較的寒いために、1989年から2022年までの冬季の偏差の5年移動平均値は安定している。

以上のように、ここ125年間の平均気温偏差は、季節ごとに変化傾向に差異があり、それらが相まって、図5で示

したような年平均気温偏差の3つのステージが形成されていることがわかる。

#### 4. 中部山岳地域における冬季の気温変動

日本の地上気象観測地点のうち、標高が低い地点の緯度と季節平均気温の平年値の関係は、夏季の季節を除いて明瞭な直線関係を示すことを前述した。さらには、標高が高い観測地点の平均気温は、同程度の緯度の地点に比して特に冬季で低温になることも示した。これは、第一義的には気温が標高とともに通減するからである。そこで、標高の高い気象観測地点が多い中部山岳地域の冬季の気温変動を検討する。対象とする気象観測地点を図7に示す。赤字で示した地点は気象官署であり、青地で示した地点はいわゆるアメダス観測地点である。

##### 1) 気象官署における年最低気温の変化傾向

中部山岳地域の気象官署における年最低気温の経年変化を図8に示す。富士山から甲府まで標高順に並べてある。観測開始年は観測所によって異なるが2022年までを示す。中部山岳地域の気象官署9地点の中で最も長い記録があるのが、長野の1899年から2022年までの134年間である。最も短いのは諏訪の1945年からの78年間である。前述のように、気温はジャンプしながら3つのステージで経年変化していることから、ここで示す観測期間の異なる9地点の単純な比較はできないが、富士山を除く8地点では観測期間における年最低気温の上昇傾向が顕著である。富士山の1933年から2022年までの90年間では、年最低気温の上昇は



図7. 中部山岳地域の気象観測地点

ほんのわずかであり、統計的に有意な変動傾向ではない。

中部山岳地域の気象官署9地点の観測期間を揃えるために、1945年から2022年までの78年間の年最低気温の経年変化を図9に示す。図には、変動傾向のMann-Kendall検定結果も示す。中部山岳地域の気象官署9地点のいずれでも、近年の78年間では年最低気温は上昇傾向にある。しかしながら、富士山のみ有意水準10%でも上昇傾向が統計的に有意ではない。他の8地点では、年最低気温の上昇傾向が有意水準1%以下で統計的に有意である。Mann-Kendall検定による順位相関係数 (tau) の値は、-1と+1の間の値を示し、絶対値が大きいほど変動の増減傾向が有意であることを示す。中部山岳地域の気象官署9地点で、近年78年間の年最低気温の上昇傾向を示すtau値が最も大きいのは高山で、次が松本である。高山と松本では、近年78年間の年最低気温の上昇傾向が顕著であることを示す。

富士山に次いでtau値が小さいのは軽井沢である。軽井沢では近年78年間の年最低気温の上昇傾向は、有意水準1%以下で統計的に有意であるが、富士山を除く他の7地点に比べて上昇傾向が緩やかである。富士山と軽井沢を除く7地点のように標高が相対的に低く、近年になりいわゆる都市化されている地点では、戦後の年最低気温の上昇傾向は有意である。一方、標高が高い富士山と軽井沢では、年最低気温の上昇傾向は小さいことがわかる。「明けの海」が続く諏訪湖に近い気象観測地点である諏訪では、年最低気温の年々変動が他の地点に比べて大きいことがわかる。諏訪は軽井沢や河口湖よりも標高が低いにもかかわらず、

1980年代までは $-20^{\circ}\text{C}$ を下まわる年最低気温が複数回観測されている。逆に2008年に $-16.3^{\circ}\text{C}$ を観測してからは、年最低気温が $-15^{\circ}\text{C}$ を下まわることがない。諏訪湖の周囲は盆地上的地形をしており、冷気が蓄積されやすいが、諏訪湖が結氷しないと湖面水温は氷点下にはならず、気温も低下しにくくなる。一方で、結氷すれば放射冷却が進み気温が低下しやすくなる。全面結氷ともなれば、気温の低下がより大きくなる。つまり、氷点下の気温が続き結氷すれば、さらに低温化しやすいという連鎖が起こることになる。そのために、近年78年間では年最低気温の年々変動が大きく、最近の年最低気温の上昇傾向も明瞭になると考えられる。

次に、図5で示した第3ステージである1989年から2022年までの、中部山岳地域の気象官署における年最低気温の経年変化を図10に示す。図には、変動傾向のMann-Kendall検定結果も示すが、有意水準1%以下で年最低気温が統計的に有意な上昇傾向を示す地点は無く、有意水準10%以下で諏訪と松本での年最低気温が統計的に有意な上昇傾向を示すに過ぎない。tauの絶対値が0.1以下である富士山、河口湖、長野、甲府の各地点の近年の34年間では、年最低気温の変動傾向が明瞭では無く、甲府ではtauがマイナスの値を示す。

前述のように、Mann-Kendall検定によるtau値は、-1と+1の間の値を示し、絶対値が大きいほど変動の増減傾向が有意であることを示す。そこで、図9、10で示した二つの期間での、気象官署の標高と年最低気温の変動傾向のMann-Kendall検定によるtau値の関係を図11に示す。1945年からの78年間では、両者の間に関係性が認められる。標高が低い地点では年最低気温の上昇傾向が明瞭であるが、標高が高くなるに従い年最低気温の上昇傾向が認められなくなる。1989年からの34年間では、諏訪と松本でのみ有意水準10%以下で、年最低気温の上昇傾向が統計的に有意であるが、他の地点では変動傾向が不明瞭となり、標高とtau値との関係も認められなくなる。

なお、アメダス観測地点における年最低気温は、1989年以降でもデータの継続性が担保されていないので、ここでは検討対象としない。

## 2) 中部山岳地域における冬季平均気温の変化傾向

年最低気温は、冬季に単発的に観測された値であり、冬季の平均的な寒暖の程度を示すものではない。そこで、冬季(12, 1, 2月)平均気温の変化傾向を検討する。中部山岳地域の気象観測地点の標高と冬季平均気温の変動傾向に関するMann-Kendall検定のtau値との関係を図12に示す。図12左の気象官署における1945年から2022年までの冬季平均気温については、8地点すべてで上昇傾向であるが、富士山では有意水準10%以下でも統計的に有意ではなく、軽井沢では有意水準5%以下で統計的に有意である。長野から甲府までの6地点では、冬季平均気温が有意水準1%以下で統計的に有意に上昇している。図12左に示すように、最も標高の高い富士山でtau値が小さく、最も標高の低い甲府でtau値が最も大きくなっている。つまり、1945年から

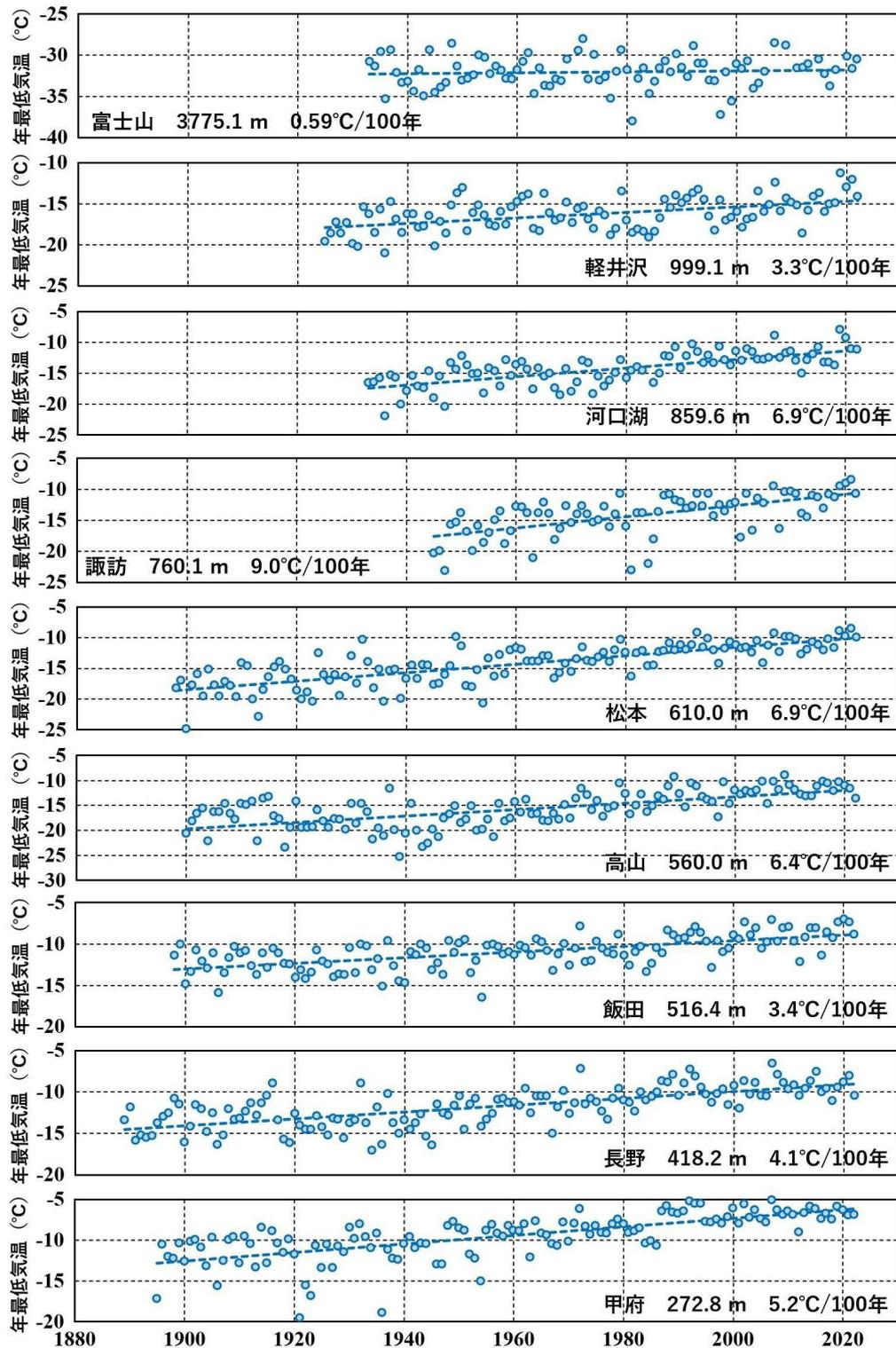


図8. 中部山岳地域の気象官署における年最低気温の変動

の78年間では、高標高地点での冬季平均気温の上昇傾向は統計的に有意ではないほど緩やかであり、低標高地点ほど上昇傾向が明瞭であることを示している。前述した、諏訪

湖の結氷による諏訪の年最低気温の大きな低下は極値としては観測されるが、冬季平均気温のような3ヶ月間の平均値では均されてしまう。そのため、冬季平均気温の変動に

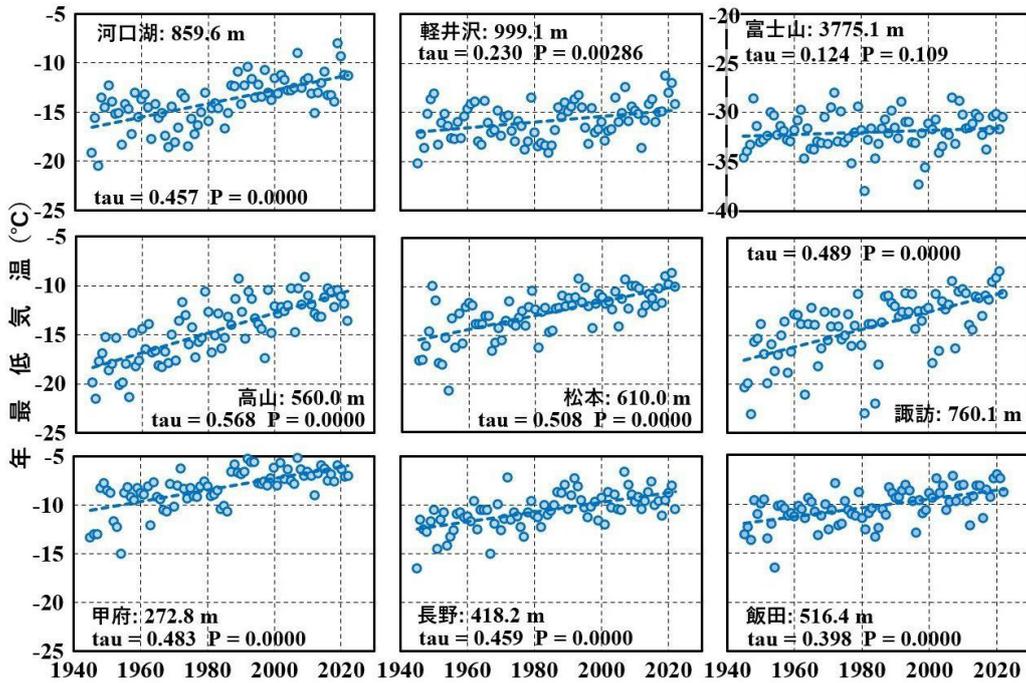


図9. 中部山岳地域の気象官署における年最低気温の変動 (1945年～2022年)

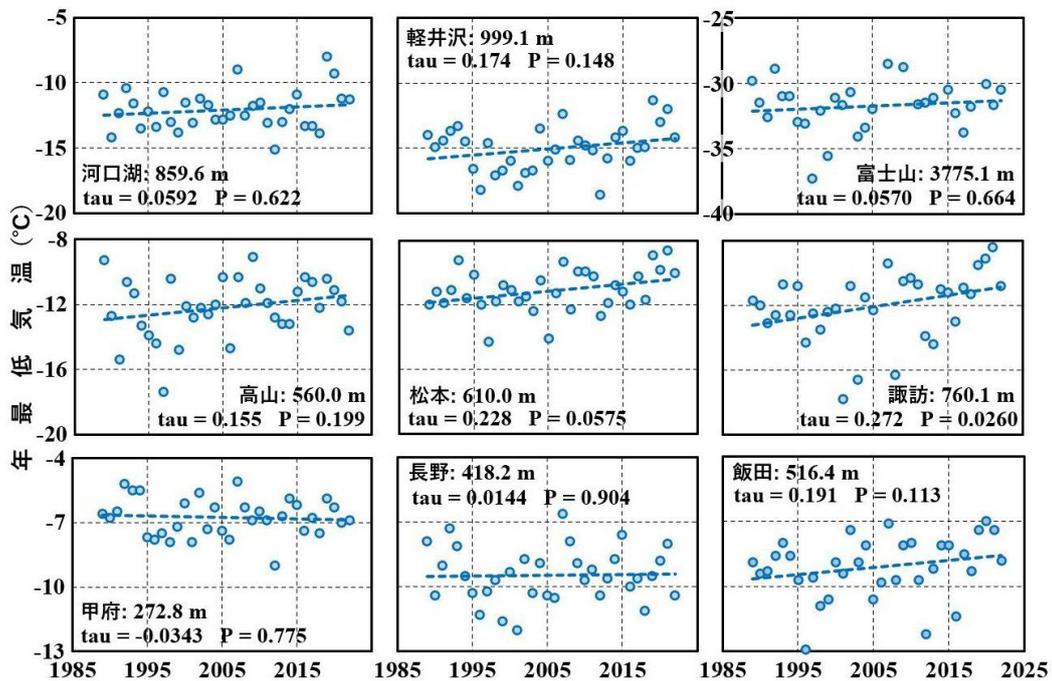


図10. 中部山岳地域の気象官署における年最低気温の変動 (1989年～2022年)

対するMann-Kendall検定のtau値は諏訪と河口湖が同程度となる。

図12中には気象官署の、図12右にはアメダスの1989年から2022年までについてのMann-Kendall検定のtau値と標高

との関係を示す。1989年からの34年間では、中部山岳地域の気象官署とアメダス各地点の冬季平均気温の変動傾向は、すべての地点で統計的に有意な変動傾向を示さない。のみならず、気象官署の半数である4地点とアメダスの8地

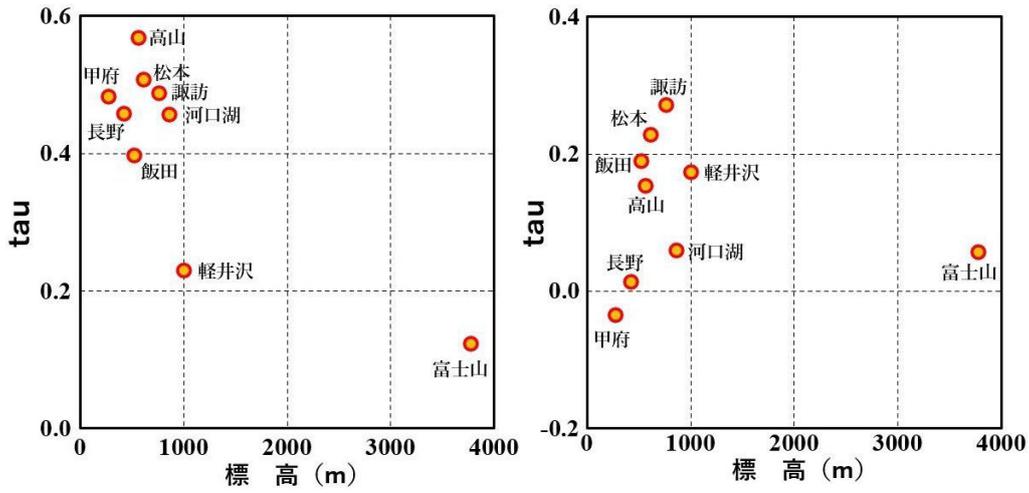


図11. 中部山岳地域の気象官署における標高と年最低気温の変動傾向のMann-Kendall検定のtau値との関係  
 左図：1945年～2022年，右図：1989年～2022年

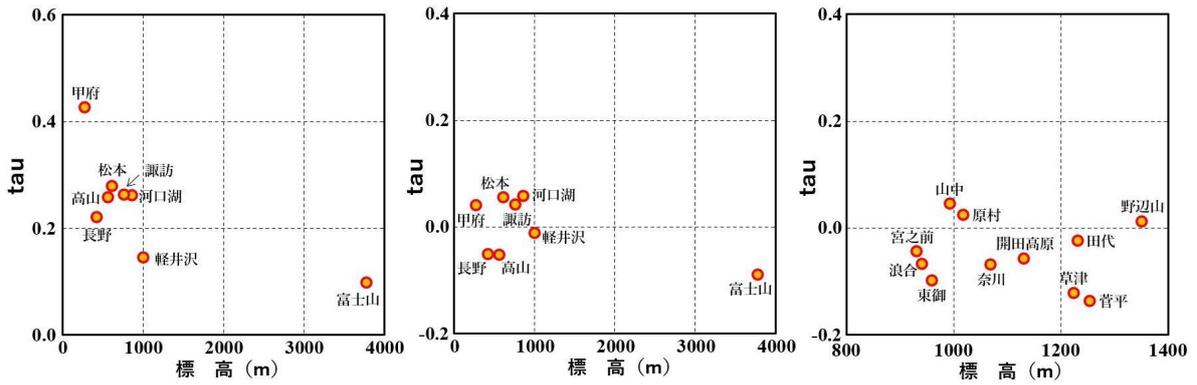


図12. 中部山岳地域の気象観測地点における標高と冬季平均気温の変動傾向のMann-Kendall検定のtau値との関係  
 左：気象官署1945年～2022年，中：気象官署1989年～2022年，右：アメダス1989年～2022年

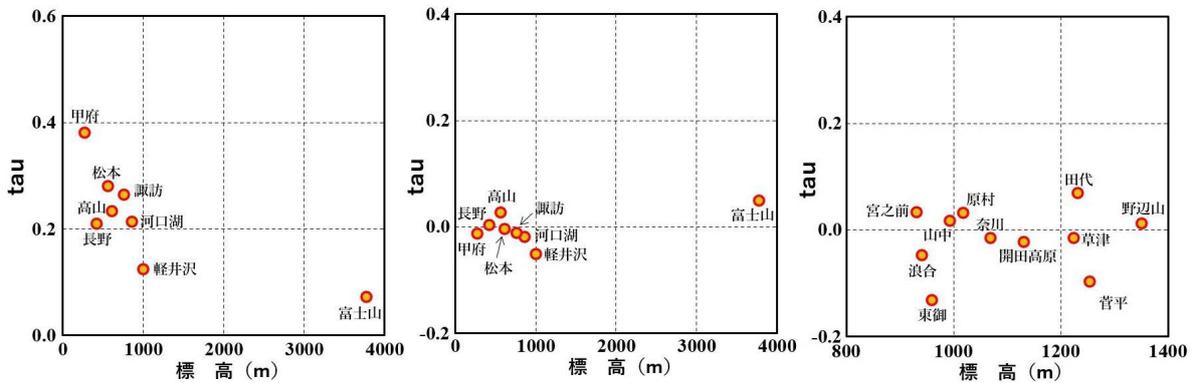


図13. 中部山岳地域の気象観測地点における標高と最寒月平均気温の変動傾向のMann-Kendall検定のtau値との関係  
 左：気象官署1945年～2022年，中：気象官署1989年～2022年，右：アメダス1989年～2022年

点では、tau値がマイナスを示し、冬季平均気温が下降傾向である。

冬季3ヶ月間の平均ではなく、月平均気温が年間で最も低い月（最寒月）についての変動傾向のMann-Kendall検定のtau値と標高の関係を図13に示す。最寒月平均気温の変動傾向は、図12に示した冬季平均気温の変動傾向と同様な結果を示していることがわかる。

## 5. まとめ

気象庁の地上気象観測地点の緯度と年平均気温の関係を検討すると、標高が300 mを超える観測地点を除けば、緯度が低い地点では年平均気温が高く、緯度が高くなるに従い年平均気温は低くなるような直線関係を示す。標高が高い地点では、標高による気温の逓減効果が働くために、緯度と平均気温の関係は認められない。季節平均気温では、夏季には緯度と気温は直線的な関係を示さないが、冬季、春季と秋季の季節平均気温では緯度と気温は直線的な関係を示す。地上気象観測地点の季節平均気温の南北差は、冬季に最も大きくなる。

全国15地点の気温の平年値からの偏差で検討されている日本の年平均気温の経年変化は、1898年からの125年間で見れば上昇傾向にあることは疑いない。しかし、一様に気温が上昇しているわけではなく、40年程度の安定期の後にジャンプして次のステージに移行するという傾向を示している。125年間では3つのステージに分けられ、最近のステージは1989年から2022年である。最近のステージの季節平均気温偏差は、春季、夏季と秋季では上昇傾向にあるが、冬季については年々変動は大きい明瞭な上昇傾向が認められない。

中部山岳地域において対象とした気象官署の1945年から78年間のデータに基づくと、富士山を除く8地点で年最低気温の上昇傾向が顕著である。一方、富士山での年最低気温の上昇はほんのわずかであり、統計的に有意な変動傾向は認められない。同じ78年間の冬季の平均的な寒暖の程度を示す冬季平均気温と最寒月の平均気温については、富士山では有意水準10%以下でも統計的に有意ではなく、軽井沢では有意水準5%以下で統計的に有意に上昇している。他の6地点では、有意水準1%以下で統計的に有意に上昇している。戦後の、年最低気温・冬季平均気温・最寒月平均気温の変動傾向に対するMann-Kendall検定のtau値と標高の関係では、高標高の富士山のtau値が最も小さく、その次に標高の高い軽井沢のtau値が富士山のtau値よりわずかに上まわっている。気象官署の標高とtau値は逆相関を示し、標高が低く都市化が進んだ地点では、戦後の冬季の気温の上昇傾向が明瞭であり、高標高地点ではそれが不明瞭になる。

1989年から2022年までの期間では、有意水準1%以下で年最低気温が統計的に有意な上昇傾向を示す気象官署はない。有意水準10%以下では、諏訪と松本での年最低気温が統計的に有意な上昇傾向を示す。tau値が0.1以下である富士山、河口湖、長野、甲府の各地点の近年の34年間では、

年最低気温の変動傾向が明瞭では無く、甲府ではtau値がマイナスである。

1989年からの平均気温については、アメダス観測地点のデータについても変動傾向を検討することができる。1989年からの34年間では、中部山岳地域の気象官署とアメダス各地点の冬季平均気温と最寒月平均気温の変動傾向は、すべての地点で統計的に有意な変動傾向を示さないのみならず、tau値がマイナスを示し、冬季平均気温と最寒月平均気温が下降傾向の地点が多い。

以上のように、100年スケールで見ると、富士山を除く中部山岳地域の各地点での冬季気温は上昇傾向を示すが、1989年からの34年間では、すべての地点で冬季気温は統計的に有意な上昇傾向を示していない。中部山岳地域における冬季の気温変動については、その時間スケールを念頭に置いて議論する必要がある。

日本での最高所の気象観測地点である富士山の冬季気温は、90年間に及ぶ観測期間でも統計的に有意な変動傾向を示さない。中部山岳地域では、富士山から軽井沢の間の標高で、気象庁による気温観測が行われていないことから、都市化の影響が考えられる相対的に標高の低い地点と高標高地点との冬季気温変動の差異を結論づけることはできない。このことから、富士山と軽井沢の間を補う標高での気象観測が、今後とも不可欠であり、標高による気温変動の差異については、今後とも検討を続けるべき課題である。さらに、国外の大陸の山岳では、高標高地点ほど気温の上昇が急激であると報告されている（Mountain Research Initiative EDW Working Group, 2015）が、中部山岳地域における冬季気温の変動傾向との差異は、なぜ生起するのだろうか。日本は島国であることと、中部山岳地域は強力な冬季モンスーンにさらされることと関係するのかなど、これらについても検討が不可欠である。

## 文献

- 気象庁（2023）：[https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/clc\\_jpn.html](https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/clc_jpn.html)
- Mountain Research Initiative EDW Working Group (2015): Elevation-dependent warming in mountain regions of the world. *Nature Climate Change*, 5, 424-430.
- 日本気象学会（1998）：気象科学事典。東京書籍、637頁。
- Suzuki, K. (2011) : Effects of global warming on climate conditions in the Japanese Alps region. in *Planet Earth 2011: Global Warming Challenges and Opportunities for Policy and Practice* edited by Carayannis, E.G., Intech, 73-88.
- 鈴木啓助（2013）：中部山岳地域における気象観測の現状とその意義。地学雑誌、122、553-570。
- 鈴木啓助（2018）：上高地における近年の気候・水循環変動。雪氷、80、103-113。
- 鈴木啓助・佐々木明彦（2019）：中部山岳地域における気象観測網の展開。地学雑誌、128、9-19。

---

**Research Note**

---

**Winter air temperature variations in recent years in the Japan Alps region**

SUZUKI Keisuke

In Japan, there is a strong correlation between latitude and air temperature at meteorological observation points at low altitudes. In contrast, at high altitudes, the air temperature decreases with altitude, and a corresponding vegetation distribution is formed, which is unique to mountains. Snow present in large quantities in mountainous areas, is an important water resource and its abundance depends on winter air temperatures. Assessment of winter air temperature fluctuation trends in high-altitude mountainous regions is crucial for understanding future changes in water resources and vegetation distribution dynamics. Therefore, we examine the trends in winter air temperature fluctuations in the central mountainous region, where several high-altitude meteorological observation points of the Japan Meteorological Agency are located. The latitude of the meteorological observation points and the seasonal average air temperature showed a linear relationship, except in summer, and the north-south difference in the seasonal average air

temperature was the greatest in winter. Through the examination of the trends in annual minimum air temperature fluctuations at nine meteorological station locations in the central mountainous region, we noted a statistically significant upward trend at eight locations, except for Mt. Fuji. The trends in annual minimum air temperature fluctuations for each altitude of the meteorological stations were examined for over 78 years since 1945, where a clear upward trend was observed at lower altitudes but not at higher altitudes. Since 1989, the average winter air temperature and coldest month average air temperature at the central mountainous region meteorological stations did not show statistically significant fluctuation trends. Winter air temperatures in the central mountainous region, excluding Mt. Fuji, showed a long-term upward trend; however, in 34 years since 1989, winter air temperatures did not show a statistically significant upward trend at any location.

**Key words: Japan Alps, meteorological observation, air temperature, snow, Mann-Kendall test**